

リスクコミュニケーションを通じた 災害時水需要マネジメントの意義と効果

吉澤 源太郎¹・多々納 裕一²・畑山 満則³

¹正会員 京都大学大学院 情報学研究科 社会情報学専攻 (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)

E-mail:yoshizawa@imdr.dpri.kyoto-u.ac.jp

²正会員 京都大学防災研究所 教授 社会防災研究部門 (同上)

E-mail:tatano@imdr.dpri.kyoto-u.ac.jp

²正会員 京都大学防災研究所 教授 巨大災害研究センター (同上)

E-mail:hatayama@imdr.dpri.kyoto-u.ac.jp

災害時における水需給バランスの安定化策は、供給側のハード対策と需要側のソフト対策に大別でき、これまで我が国では前者の対策に重点が置かれてきた。本研究では、後者の需要側の対策に着目した。水道事業者によるリスクコミュニケーションを通じて、市民が自発的に断水リスクに対する理解と解決に向けた行動意図の形成を促すという期待仮説を構築し、災害時においても水道供給容量に見合った需要水準に均衡を図るための水需要マネジメントのアプローチを提案した。そしてリスクコミュニケーションの期待仮説の妥当性を検証し、本手法の効果の分析するため、大阪市民を対象に災害断水時を想定したいくつかのコミュニケーション実験を行った。その結果、行動プラン法を体験したグループの最も需要低減効果が高く、共助意識もまた醸成されやすいことが示唆された。

Key Words : *disaster risk communication, water demand management, water suspension tolerable limit, supply and demand balance, behavioral modification*

1. はじめに

地震、津波、水害などの災害は、これまで被災地域に断水被害についても併せてもたらしてきた。大規模災害時における長期的な断水被害は、その復旧に多大な費用を要するだけでなく、住民生活や地域経済にも大きな影響を及ぼす。東日本大震災の被災者や被災企業を対象にしたアンケート調査¹⁾²⁾からは、避難所や自宅で生活する被災者が最も困難を感じたのは断水によるトイレ・風呂・洗濯用水等の生活用水不足であったことなどが確認されており、長期に及ぶ水不足が被災者の受忍限度を超え、被災者は自身の健康を損うリスクに曝されることが明らかとなった。

大規模な災害断水時において、水道事業者は被災地域の断水をいち早く解消しようとするために水道の早期復旧に尽力するものの、そのスピードには限界があるため、被災者は断水環境を強いられざるを得ない。そのため、災害時の水需要特性は平時とは異なり、水供給能力が著しく低下していることから、地域の断水状況に応じて、発災初期は平時の需要よりも一旦低く抑えられる（我慢

することができる）ものの、断水の長期化に伴いその我慢も限界に達して需要が漸増し、平時の需要水準に急接近するという傾向を有する³⁾。その増加速度は水道の応急復旧速度を上回るケースがあるために、大きな水需給ギャップが発生する⁴⁾。この期間は、見通しの立たない断水生活の長期化に被災者らの不満が噴出し、水道事業者は、水道施設の復旧活動とは別に（場合によっては復旧活動以上に）、被災者らに対する広報、広聴、応急給水、生活支援などの活動に多くの労力を割かなければならなくなる期間でもある。

こうした災害時における水需給逼迫状況を安定化させるための方策は、図-1のように考えることができる。

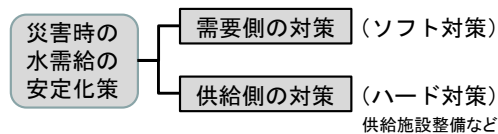


図-1 災害時の水需給バランスの安定化策の大分類

この分類に従って議論を進めると、これまで我が国では、後者の供給側の対策に重点が置かれてきた。しかしなが

ら、大規模災害時においても断水被害を最小限に抑える水道システムの構築には、今後とも膨大な投資が見込まれており、その実現に向けた道程は長く険しいことが指摘されている³⁾。

そこで本研究では、需要側の対策にスポットを当てる。災害断水時における被災者の水需要は一人一人の断水受忍限度に依存している³⁾。この断水受忍限度の範囲拡大を図るために、水道事業者による市民へのリスクコミュニケーションを通じて、自発的に断水リスクに対する理解とその対処行動意図の形成と実行を促し、災害発生の際においても水道復旧状況に見合った需要水準を被災者が受忍できるような災害時の水需要マネジメント手法を提案する。

2. 災害時水需要マネジメントの基本概念

(1) 目的

災害時水需要マネジメントは、災害時の水需給が逼迫している状況下において、被災地域の水道の供給容量に応じた被災者の一時的な水需要調整を図ることで、水需給バランスの安定化を目指す取組であり、図-2のように図解されるものである。

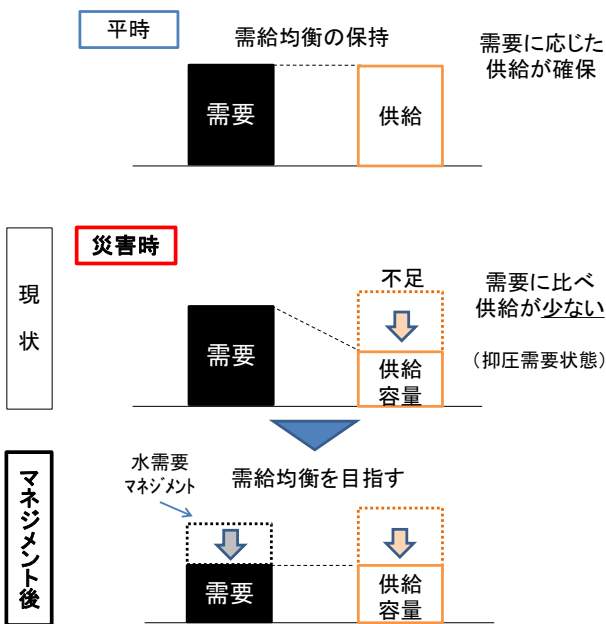


図-2 災害時水需要マネジメントのねらい

(2) リスクコミュニケーションの役割

災害時水需要マネジメントを効果的に進める手段のひとつとして、断水時を想定したリスクコミュニケーション（以下、「断水リスクコミュニケーション」と呼ぶ）は重要な役割を担う。ここで断水リスクコミュニケーションは、本研究において次のように定義している。

「災害断水時に被災者が抱えるリスクの正確な情報を

市民、行政などのすべての関係者が共有しつつ、相互に意思疎通を図ること」

個人に対するリスクコミュニケーションの成功した状態として、National Research Council (1989) ⁹⁾は、「いくつかの選択肢の中から、リスクを少なくできるような解を選択し、行動する。そのために有意義な情報が個人に与えられること」であると指摘している。この捉え方を参考に、「市民（被災者）が自発的に断水生活を乗り切るための方法を選択し、行動する。そのために有意義なコミュニケーションが水道事業者等によってなされること」を断水リスクコミュニケーションの目標として定め、その手法について検討を進めていく。

(3) 既往研究と本研究の立場

断水は、その被害の大きさと突発性の度合いによって、いくつかに分類でき、被害が小さく突発性も低い断水の種類としては、減水（水道の給水圧が減圧）や時間給水（水道の給水時間が制限）がある。これらの水使用制限は渇水や根本的な水資源不足が原因で行われており、水需要マネジメント研究の大半は、このハザードを対象に行われてきた。たとえば給水制限と水需要抑制の関係に着目した角ら (1996.) ⁷⁾、津田ら (2012.) ⁸⁾の研究、島嶼地域の水不足問題と水需要との関係の解明に取り組んだ神谷ら (2006.) ⁹⁾などの一連の研究が国内の主要成果として挙げられる。国外においては本分野の研究蓄積が非常に膨大であり、平時より慢性的な水資源不足に悩まされている地域や水インフラが不十分な地域を対象に、様々な手段を包含した水需要マネジメント手法が提案されている（例：Duane et al. (1997) ¹⁰⁾、David et al. (2005.) ¹¹⁾ UN-HABITAT (2006.) ¹²⁾）。

一方、地震、水害などをはじめとする自然災害がもたらす数日から長期に及ぶ断水事象に対する水需要マネジメントの研究についてはあまり知られていない。無論、本論文で着目する断水リスクコミュニケーションについても同様であり、国内外のいずれにおいても研究途上である。本論文では、こうした突発的かつ長期間の断水被害への水需要マネジメントに焦点を当てることとしたい。

(4) 災害時水需要マネジメントの効果検証法

災害時に水道の利用が制限されているときの被災者の水需要、すなわち被災者が本来欲していたであろう最低限の（断水受忍限度ぎりぎり）生活用水量は、次式で推計できる³⁾。

$$QD(t) = \sum_k q_k F_k(t) \quad (1)$$

ここに、 q_k ：平常時における生活用水使用用途 k の 1 人 1 日水使用量原単位を、 $F_k(t)$ ：断水受忍限度指数（0 から 1 の値をとる被災者の断水受忍限度の程度を表す関

数：図-3) である。なお、 $F_k(t)$ については、災害発生後 t 日が経過した際、生活用水使用用途 k の断水が我慢できなくなった被災者の人口の累積相対度数を表す関数を描くことで近似することができる。

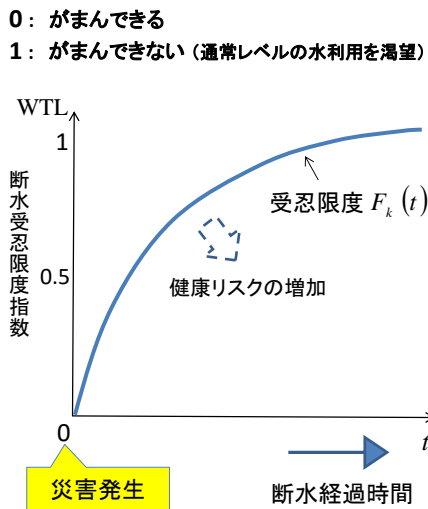


図-3 被災者の断水受忍限度指数のイメージ

災害時水需要マネジメントとは、式(1)の $QD(t)$ の低減を目指す取組であり、その実現には、被災者一人一人の断水受忍限度の範囲を拡大させ、図-3における $F_k(t)$ の通増度を減少させる取組の積み重ねが必要となっている。つまり災害時水需要マネジメント導入前後における $QD(t)$ の差異で、その効果を計量することができる。

3. 断水リスクコミュニケーションの期待仮説

(1) コミュニケーションが断水時リスクの認知・理解・行動に及ぼす影響の仮説

以下、コミュニケーションによって、被災者の断水受忍限度の範囲拡大を促すモデルについて提案する。

リスクコミュニケーションを効果的に行うプロセスとしてRowan (1994) ¹³⁾は、信頼の確立 (Credibility)、リスクに気づかせる (Awareness)、存在するリスクについて理解を深めさせる (Understanding)、リスクへの解決策 (対処行動) の理解を得る (Solutions)、対処行動を引き起こさせる (Enactment) のStepを踏むことを提案した。各Stepの頭文字をとってCAUSEモデルと呼ばれる。そして、各Stepを達成するための手段のひとつとして、コミュニケーションがある。

人々を行動変容へと導くコミュニケーションの技法としては、藤井 (2002.) ¹⁴⁾による交通問題を対象とした実証分析を通じた以下の手法の整理がわかりやすい。

- ◇ 情報提供法 | 客観的な情報を提供する方法。
- ◇ 依頼法 | 行動変容の必要性を説明し、行動変容を

依頼 (説得)

- ◇ 行動プラン法 | 行動変容した場合の行動プランの立案を要請
- ◇ フィードバック法 | 個人の行動情報や集団全体の行動情報を各人にフィードバックする方法
- ◇ アドヴァイス法 | 一人一人に具体的な行動を提案する方法

さらに藤井 (2002.) ¹⁵⁾は、上記の手法のそれぞれに対して、「行動の自覚の誘発」、「行動意図の形成」、「実行意図の形成」が期待できるかについても整理した。

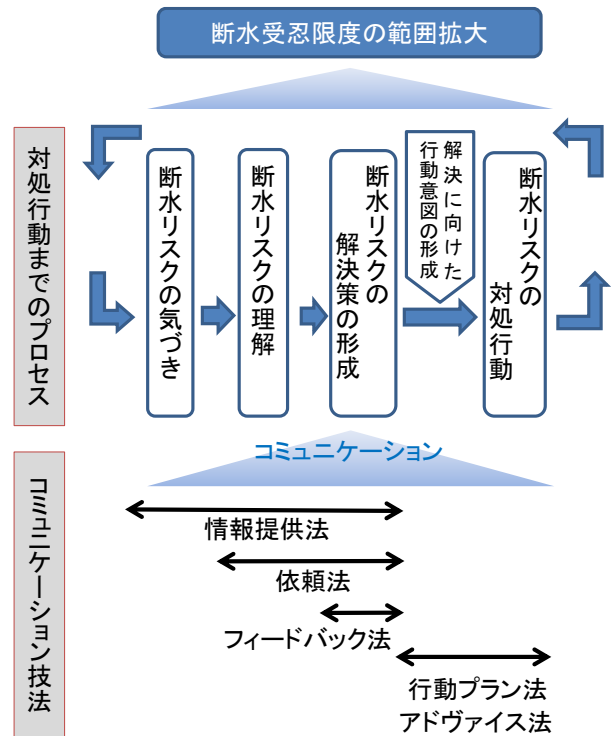


図4 コミュニケーションが断水リスクの気づき、理解と対処行動の実行に及ぼす影響の仮説

さて、図-4は、CAUSEモデルをプロセスを参考にしつつ、断水リスクコミュニケーションが被災者の行動に及ぼす影響の因果関係を考えた仮説である、さらに各Stepで用いるコミュニケーション技法¹⁴⁾との関係も加えて図示した。「断水リスクの気づき」あるいは「理解」は「行動の自覚の誘発」、「断水リスクへの解決策の形成」は「行動意図の形成」、「断水リスクの対処に向けた行動意図の形成と実行」は「実行意図の形成」に当たるとして設定した。なお、断水リスクの解決策を理解した人々が、そのリスク回避に向けた行動意図の形成と実行に移るかという点必ずしも容易ではないと考えられる。この点は、いくつかの態度形成と行動変容との相関に着目した研究 (例: Raven and Rubin, 1983 ¹⁵⁾)、行動意図の形成と実行との相関に着目した研究 (例: Sheppard et al., 1988 ¹⁶⁾) においても指摘されているところである。行動にまで繋げるためには、まず「災害時に断水生活を強い

られても、なんとか凌ぐことができる」という自己効力感 (self-efficacy) を高め、まず「行動意図の形成」を図ることが不可欠であると考えられる。ここに自己効力感とは「ある結果を生み出すために必要な行動をどの程度うまく行うことができるか」という予期のことであり、自分の行動に関する可能性の認知である (坂野ら, 1986⁷⁾。そのため、同図には、最終Stepに進む前段で「解決に向けた行動意図の形成」を特出した。

図-4よれば、断水リスクに対する気づき、理解、解決策の形成までの幅広い効果が期待できるコミュニケーション技法は「情報提供法」ということになる。そして人々の行動意図の形成や実行を促すには「行動プラン法」と「アドバイス法」の実施が有効ということになるが、断水リスクコミュニケーションの対象は基本的に不特定多数の市民となるため、一人一人を相手にする「アドバイス法」の適用は膨大な労力を要し現実的ではない。よって本研究では、「情報提供法」と「行動プラン法」を活用した断水リスクコミュニケーションのパターンを検討することとしたい。

(2) 情報提供法の進め方とその期待仮説

被災者が十分に知らないかもしれない災害断水時を乗り切るための有用な情報 (被災者の断水受忍限度の範囲拡大に繋がる情報) としては、表-1を仮定した (具体的な情報提供内容については、表-3に詳述)。

表-1 情報提供前後の意識変化の仮説

A 居住地域の災害断水リスク	
前	災害ハザードに対する地域の被害想定 (震度、液状化、浸水深など) については、昨今、多くの自治体でハザードマップなどが整備され、公開されてきているところであるが、その際、どの程度の断水被害が見込まれていて、それがいつ頃を目的地に復旧する見込みかという情報までは知らない。
後	断水リスクの気づき が形成される。
B 断水時に備えた「自助」の取組	
前	自分たちでできる断水リスクに備えた取組、すなわち断水時の「自助」の実践に関する情報については、多くの市民にはまだまだ定着していない。
後	断水リスクの理解と解決 が形成される。
C 断水時に自治体が行う「公助」の取組	
前	自助の取組だけでは限界がある。実際には、自治体によって応急給水などの種々の取組が展開されるのが一般的であり、こうした情報の詳細は、多くの市民に知られていない。
後	断水リスクの理解と解決 が形成される。
D 一人一日当たりの水使用量の用途別原単位	
前	そもそも平時において、自分は平均的どの程度の水量 (L) を消費するのかという情報は、ほとんどの市民に知られていない。
後	災害時の節水可能量をイメージしやすくなり、 断水リスクの解決に向けた行動意図 が形成される。

表-1においてA~Cは「情報提供法」、Dについては「行動プラン法」の実施をねらった情報である。図-4の仮説に基づけば、これらの情報提供を受けた市民は、情報提供を受けなかった市民に比べて、断水リスクに対する理解および解決に向けた行動意図の水準が高くなること、そして、断水受忍限度の範囲拡大に繋がることが理論的に予想される。本研究では、この理論的な予想の妥当性を確認するとともに、情報の違いによっても断水受忍限度に与える影響は異なるかを計るために、次章に述べるコミュニケーション実験を行った。

4. 断水リスクコミュニケーション実験

(1) 実験概要

断水リスクコミュニケーション実験は、一般市民を対象としたインターネットアンケート調査を介して行った。被験者に南海トラフ巨大地震による断水被害をイメージさせ、断水生活を強いられた場合のいくつかの対処法を情報提供し、その場合の行動意向の質問を通じて、どの程度の断水受忍限度の範囲拡大が期待できるのかについて調査した。

調査の対象は、大阪市民の15歳以上の男女600名とした。2015年12月18日~21日に実施し、男女比、年齢構成は、大阪市の住民比率に準拠し、表-2の構成とした。モニターによって質問の分岐を容易にコントロールできるというインターネットアンケート法の利点を活かし、回答者を3つのグループ (各200名。男女割合、年齢構成に応じて均等割り付け) に分けし、それぞれに異なる提供情報と質問を与えて回答させる形で進めた。

表-2 調査対象者の男女割合、年齢構成

	総 数		男		女	
	サブル	割合	サブル	割合	サブル	割合
総 数	600		290	48%	310	52%
15~29 歳	172		86	50%	86	50%
30~59 歳	246		123	50%	123	50%
60 歳~	182		81	45%	101	55%

(2) アンケート調査票の設計

調査票は、図-5のとおり、大きく分けて①個人特性/属性、②断水受忍限度の測定 (情報提供前後)、さらに、水道が復旧していない近隣地域の被災者に対して支援しようとする③「共助」意識の潜在性についても調査した。

なお、断水受忍限度を測定する前段で、回答者には、以下の被災状況をイメージさせた。

+++++
 自宅でくつろいでいたとき、突然、太平洋沖を震源とする震度6強の地震が発生しました。テレビを付けると津波警報が出されていますが、幸いあなたの家は、海や川からかなり離れた

ところに立地しているため、津波による浸水のおそれはありません。
幸いあなたの自宅には大きな被害はなかったものの、電気、水道、ガスが止まっています。電気とガスは明日には復旧することですが、水道については復旧の目途が立っていないとの報道がなされています。

今回の地震により、周辺の木造家屋などでは倒壊・半壊などの被害が起きているため、明日より最寄りの小学校と公園が避難所として開設されるとのことで、そこを拠点に応急給水車による水の配布や、もともと備蓄されていたボトル水3リットル分の配布がなされる予定となっています。

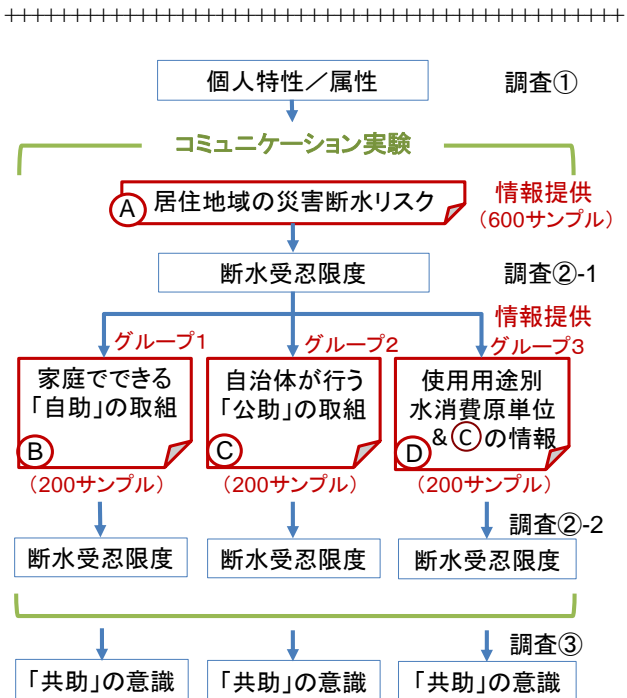


図-5 アンケート調査の構成

(3) 情報提供内容

図-5でのA～Dの情報提供内容は、表-3のとおりである。

表-3 調査対象者の男女割合、年齢構成

<p>A 居住地域の災害断水リスク（全員に提供） [“断水リスクの気づき”を与える情報]</p> <p>近い将来発生が予測されている「南海トラフ地震」の概要をまとめたものです。ご一読ください。</p> <p>+++++</p> <p>南海トラフ地震とは、過去約100～150年の間隔で繰り返された地震であり、東海・近畿・四国・九州太平洋沖の広い地域に地震や津波被害をもたらし、発生すれば、東日本大震災のような国難ともいえる被害が想定されているものです。</p> <p>この地震が発生すれば、お住まいの地域では最大震度6強～6弱の揺れと広範囲での津波浸水が予想されています。そのため、水道をはじめとするライフラインにも多くの被害が発生してしまいます。</p> <p>自治体では、ふだんお使いいただいている水道水を安心・</p>	
--	--

安全にお届けすることに加え、地震などの災害時にも対応できるよう、水道管などを計画的に更新したり、様々な関連施設の耐震補強工事などが推進されているところですが、このような巨大地震に見舞われますと、災害発生1週間後においても約50%の地域が断水しており、つづく3週間後においても約30%が、約1カ月後でも約10～15%の地域が断水状態を強いられることが想定されています。

B 家庭でできる「自助」の取組（グループ1に提供）
 [“断水リスクの理解・解決”を深める情報]

- 災害などにより水道などのライフラインが止まった場合に備えて、自らの安全は自ら守るという観点から、各ご家庭でも飲料水や非常食などの準備をすることが、国や自治体より、推奨されているところです。
- ✓ ボトルウォーター、非常食
 - ✓ 携帯トイレ（大）、携帯トイレ（小）
 - ✓ 体を拭くためのもの（タオルなど）
 - ✓ 洗髪のためのもの（シャンプーナップなど）
 - ✓ 使い捨てOKの下着類
 - ✓ 洗面のためのもの（ウェットティッシュなど）

C 自治体が行う「公助」の取組（グループ2に提供）
 [“断水リスクの理解・解決”を深める情報]

- 災害時に水道が復旧するまでの間、自治体によって、次のような取り組みが行われます。
- ✓ 最寄りの避難所では、1人1日3リットル程度の飲料水が非常食の炊き出しなどが提供されます。（ただし、風呂、洗濯、水洗トイレの利用は当面の間できない可能性があります。）
 - ✓ 最寄りの避難所では、定期的に給水車が巡回しており、徐々に多くの水が配給可能となっていきます。（例：3日目まで3割、10日目まで2割、3週間目まで1割、1か月後には平時と同水準）
 - ✓ お住まいの地域の水道がいつ頃復旧するのかについて、自治体のホームページなどをご覧いただくことが把握できます。
 - ✓ 井戸水や貯水タンクの水など緊急的に使いたいけれども、その水質が不安といった場合には、自治体に依頼すれば、水質検査を実施し、水質情報が提供されます。

D 一人一日水使用用途別原単位（グループ3に提供）
 [“断水リスクの対処行動意図の形成を促す情報”]

表-4 一人一日当たりの水使用用途別原単位（例）

飲料水	3 L/人・日
調理用水・食器洗い用水	41 L/人・日
トイレ用水	
大便のみ水洗	12 L/人・日
小便についても毎回水洗※1	40 L/人・日
洗濯用水※2	47
風呂用水	
シャワー	36 L/人・日
湯船にも浸かる	60 L/人・日
洗面等用水	
洗面・手洗い	9 L/人・日
歯みがき	6 L/人・日
その他（散水・掃除など）	6 L/人・日
	260 L/人・日

※1 1日8回を想定、※2 洗濯機使用を想定

注) 大阪市水道局による平成17年度調査などを参考に設定

(4) 断水受忍限度の調査方法 (調査②)

市民の断水受忍限度は、「どのくらいの日数までなら断水を我慢できると思われますか。夏場の暑い季節とそれ以外の季節(春, 秋, 冬)の2つのシーンを想像いただき、それぞれの水利用の用途ごとに、我慢できると思われる日数をお知らせください。」という設問を行い、「全く我慢できない」、「1日程度」、「2~3日程度まで」、「4~5日程度まで」、「1週間くらいまで」、「10日くらいまで」、「3週間くらいまで」、「1ヶ月くらいまで」、「1ヶ月以上」を洗濯する方式を採用した。

(5) 市民の共助意識の調査方法 (調査③)

被災地域における断水の解消速度は、配水ブロック毎に大きく異なるため、狭い範囲で水道復旧完了地区とみ復旧地区が混在する格差が発生する。そのため水道が早期復旧した地域の住民が未復旧地域住民を支援することもまた、断水生活を乗り切るうえで重要であるといえる。

こうした共助意識の調査については、「お住まいの地域の水道が被害を受けなかった場合、あるいは周りの地域よりも早く復旧した場合を想像していただきます。大災害が発生した場合には、国や自治体ができることには限界があり、地域のみなさんの支え合いが非常に重要です。いまだ水道が復旧していない近隣地域の被災者の方に対して、支援および協力できることはありますか」という設問を行い、「風呂、トイレ、洗濯、炊事ができる機会の提供」などの項目から選択させる方式を採った。

5. 実験結果

(1) 季節による断水受忍限度の変化

表-5に断水受忍限度の平均日数(以下、「断水受忍日数」と呼ぶ。)の比較結果を示す。いずれの水使用用途においても、夏場の断水受忍日数が春秋冬のときより

表-5 断水受忍限度の平均日数の比較

	夏	春秋冬	p値※
飲料水	1.5	2.0	0.04
調理用水・食器洗い用水	2.3	2.8	0.02
トイレ用水			
大便のみ水洗	1.1	1.4	0.03
小便についても毎回水洗	1.8	2.0	0.02
洗濯用水	3.5	4.1	0.01
風呂用水			
シャワー	2.2	3.4	0.01
湯船にも浸かる	3.8	4.2	0.03
洗面等用水	2.1	2.3	0.02

※ 夏と春秋冬の断水受忍日数が等しいとの帰無仮説の下でのt検定結果(片側検定)を示す。

も小さいことが確認できた。また、p値においても全用途において0.05以下であることから、有意水準5%で有意差があると判断でき、被災者の断水受忍限度は夏場とそれ以外の季節で明確な差があることがわかった。

(2) 情報提供内容の違いによる断水受忍限度の変化

グループ1~3それぞれのコミュニケーション実験前後の断水受忍日数の比較結果を表-6に示す。いずれも夏季の被災をイメージした場合の結果である。すべての水使用用途においてコミュニケーション実験後の断水受忍日数が大きくなり、なかでもグループ3の断水受忍日数が最も大きく、次いでグループ2が高くなるという結果となった。また、グループ3における断水受忍限度に達した回答者割合の累積相対度数分布を、水使用用途毎にそれぞれ図-6~11に示す。図中には、コミュニケーション実験前後の各階級値における累積度数をプロットしている。いずれの用途においても、すべての階級においてコミュニケーション実験後の方が低くなった。

以上より、断水リスクの理解・解決に繋がる具体的な情報提供を受ければ受けるほど、断水受忍限度範囲を拡大するという図-4の仮説が成立することが示された。

表-6 断水受忍限度の平均日数の比較

	実験前 a	実験後					
		グループ1 b	p値※ a-b	グループ2 c	p値※ b-c	グループ3 d	p値※ c-d
飲料水	1.5	2.0	0.01	2.3	0.00	3.1	0.03
調理用水・食器洗い用水	2.3	3.1	0.02	4.1	0.00	4.5	0.03
トイレ用水							
大便のみ水洗	1.1	1.8	0.02	2.2	0.00	2.6	0.01
小便についても毎回水洗	1.8	2.6	0.03	2.9	0.00	3.8	0.02
洗濯用水	3.5	3.9	0.02	4.3	0.00	4.6	0.00
風呂用水							
シャワー	2.2	2.7	0.03	3.3	0.02	3.7	0.02
湯船にも浸かる	3.8	4.2	0.18	4.3	0.16	4.6	0.00
洗面等用水	2.1	2.6	0.01	3.2	0.00	3.5	0.04

※ コミュニケーション実験前後においても、断水受忍日数は等しいとの帰無仮説の下でのt検定結果(片側検定)を示す。

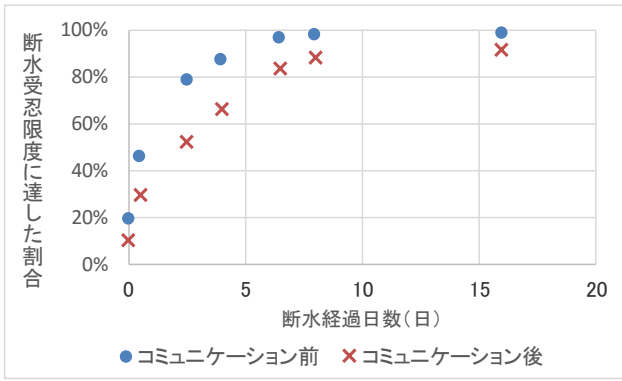


図-6 飲料水の受忍限度 (グループ3) : 夏季

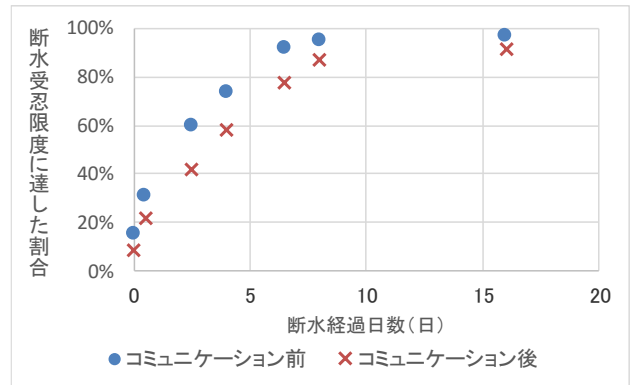


図-9 洗濯用水の受忍限度 (グループ3) : 夏季

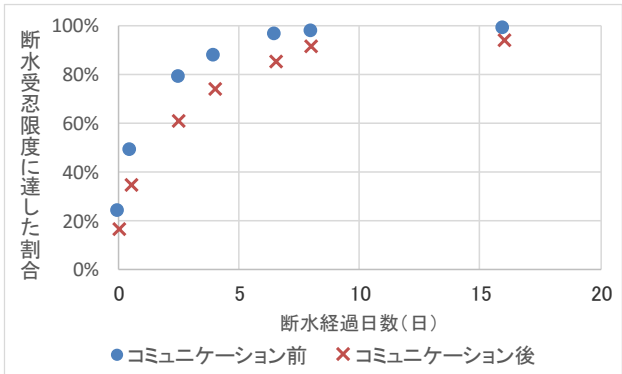


図-7 調理・食器洗い用水の受忍限度 (グループ3) : 夏季

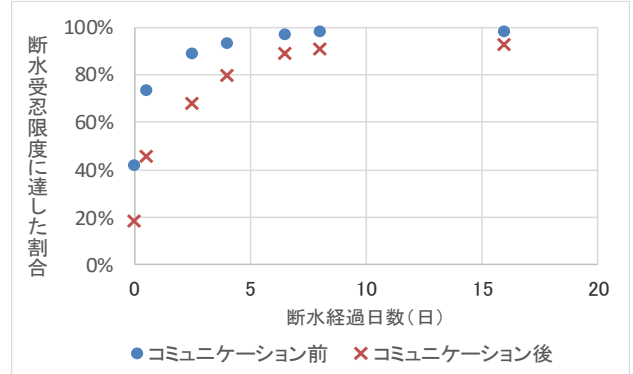


図-10 シャワーの受忍限度 (グループ3) : 夏季

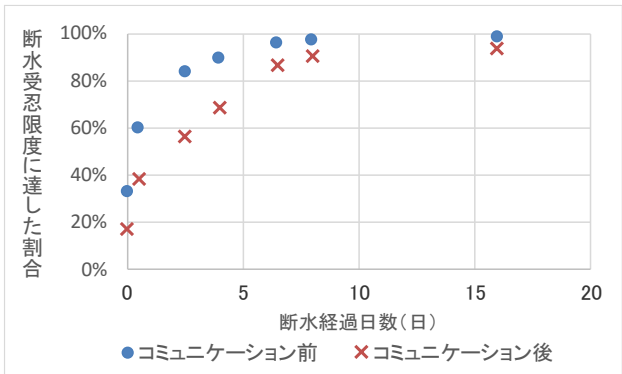


図-8 トイレ用水 (毎水洗) の受忍限度 (グループ3) : 夏季

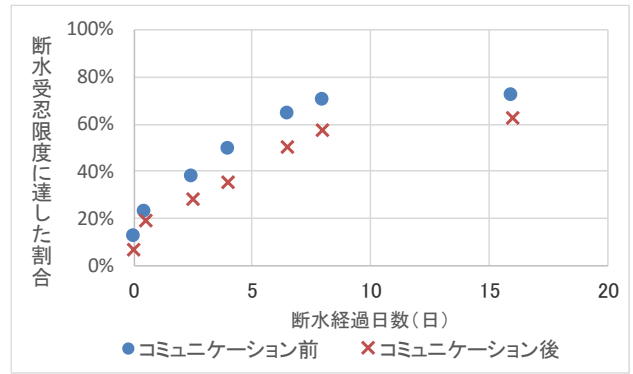


図-11 風呂用水 (湯船) の受忍限度 (グループ3) : 夏季

(3) 情報提供内容の違いによる共助意識の変化

グループ1~3それぞれの回答者の共助意識に関する調査結果を図-12に示す。風呂、トイレ、洗濯および炊事機会の提供意思について、いずれもグループ3の回答者が高くなることがわかった。断水リスクの理解と解決に向けた行動意図の形成が進んだ被災者ほど、共助意識も高くなることが示唆された。

6. 災害時水需要の低減効果

断水リスクコミュニケーションの実施による災害時水需要の期待効果を検討するために、今回のコミュニケーション実験を通じた被災者の水需要変化を推計した。ここで、水需要推計は式(1)により行っている。同式中の

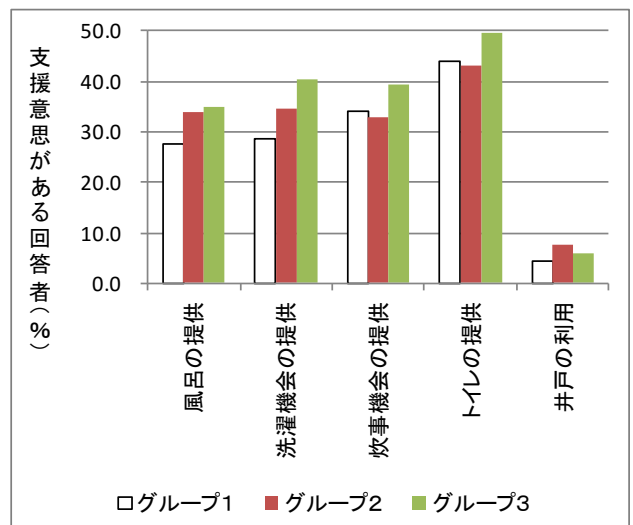


図-12 共助意識のグループ間比較

q_i は表4により与え、 $F_i(t)$ は図-6~11にて例示した累積相対度数とした。

コミュニケーション実験前後における水需要の推計比較結果を図-13に示す。同図は最も断水受忍限度の範囲拡大が確認されたグループ3の結果を例示したものである。平時における水需要との差もわかるように、対平常時比で表現した。

コミュニケーション実験を行わなくとも（情報Dの提供をしなくても）、一定の需要低減効果が見込まれるものの、コミュニケーション実験後にはさらなる低減が図られており、たとえば発災後1週間の期間のなかにおいて、最大0.19ポイントのさらなる低減が見込まれることがわかった。

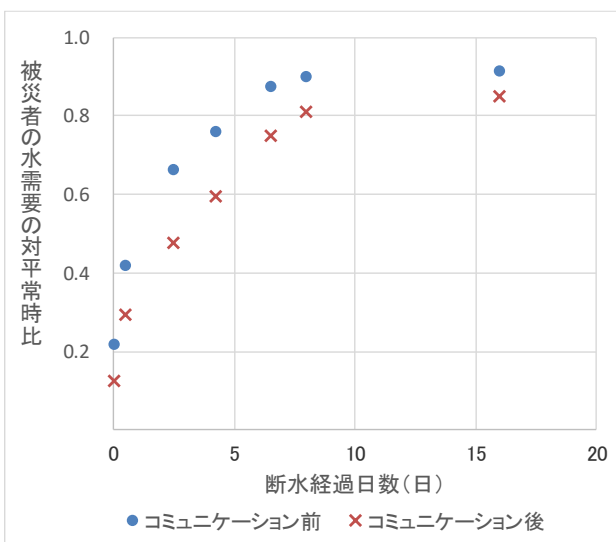


図-13 被災者の水需要の変化（グループ3）

7. おわりに

本研究では、災害断水時における水需要マネジメントの意義を示し、その実行手段としてリスクコミュニケーションが重要な役割を担うことを実証的に分析した。

本研究で得た主要知見は、以下のとおりである。

- ◇ 断水リスクコミュニケーションは、被災者の断水受忍限度の範囲拡大に一定の効果をもたらし、被災者の水需要を一時的に低減する効果がある。
- ◇ コミュニケーションのやり方として、断水リスクの解決に向けた「行動プラン」の作成に役立つような具体的な情報を提供することが非常に効果的である。
- ◇ 断水リスクの解決や対処行動を具体的に考えた市民ほど、共助の意識も高くなる傾向がある。

謝辞

本研究は、「京都大学防災研究所特別プロジェクト：減災社会プロジェクト」の助成によるものである。

参考文献

- 1) 内閣府・消防庁・気象庁：津波避難等に関する調査結果，中央防災会議の専門調査会報告，2011.9
- 2) 仙台市：東日本大震災における市民アンケート調査，2011.9
- 3) 吉澤源太郎・畑山満則・多々納裕一：被災者と被災企業の断水受忍限度を考慮した災害時の潜在水需要の推計，自然災害科学 JJSNDS 34-1, p.41-61, 2015.
- 4) 吉澤源太郎・畑山満則・多々納裕一：災害時の水需要構造を踏まえた応急給水量の目標設定に関する一考察，平成 27 年度全国会議（水道研究発表会），9-10, 2015.10
- 5) 厚生労働省：新水道ビジョン，2013.3
- 6) National Research Council, Improving risk communication, Washington, DC: National Academy Press, 1989
- 7) 角哲也・柏井条介・安達孝美：渇水における給水制限と水使用量の関係，土木技術資料，Vol.38, No.10, pp.38-43, 1996.
- 8) 津田守正・西田修三・入江政安：水道の需要抑制による渇水被害軽減効果の定量解析，土木学会論文集 B1（水工学），Vol.68, No.4, I_1441-I_1446, 2012.
- 9) 神谷大介：沖縄県における水需給の変化と渇水問題に関する研究，第 34 回環境システム研究論文発表会講演集，Vol.32, pp.157-164, 2006.
- 10) Duane D. Baumann, John J. Boland and W. Michael Hanemann, Urban Water Demand Management and Planning, McGraw-Hill Professional, 1997.
- 11) David B., Fayyaz M., Water Demand Management, IWA Publishing Book, 2005.
- 12) United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT), Water Demand Management Strategy and Implementation Plan for JABALPUR, 2006
- 13) Rowan, K.E, Why rules for risk communication are not enough – A problem-solving approach to risk communication, Risk Analysis, 14, pp. 365-374, 1994.
- 14) 藤井聡：行動プラン法による行動変容，土木計画学・講演集，Vol.26(CD-ROM), 2002.
- 15) Raven, B. H., and Rubin, J. Z., Social psychology, 2nd ed. New York: John Wiley & Sons., 1983.
- 16) Sheppard, H. J., Hartwick, J., and Warshaw, P. R., The theory of reasoned action: A meta-analysis of past research with recommendations for modifications and future research, Journal of Consumer Research, 15, pp.325-343, 1988.
- 17) 坂野雄二・東條光彦：一般性セルフ・エフィカシー尺度作成の試み，行動療法研究，12(1), pp.73-82, 1986.