

住民の水害リスクの受容度とその軽減のための支払い意思額に関する研究

翟 国方*

Residents' Acceptability of Flood Risk and the Willingness to Pay for Flood Risk Reduction

Guofang ZHAI

Project Team for "Research on Social Systems Resilient against Natural Disasters",

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Japan

zhai@bosai.go.jp

Abstract

This paper mainly aims to discuss the residents' acceptability of flood risk and to clarify the relationships among the attributes of flood prevention measures by applying random-utility based choice experiment approach with the results of mail surveys in Japan. The main findings are as follows.

- Nearly half of the respondents accept no flood risk at all.
- Approximately 30% residents prefer the evacuation in charged hotels to avoid the inconvenience of life as evacuees, provided that the evacuation period is 10 days. Their willingness to pay for it is 2,000 yen/day in median and 3,063 yen/day in mean.
- If an early warning system for floods was established, the fatality ratio of the 50-year flood would decrease from one in every 10,000 people to one in 20,000. If a foundation was established for the specific purpose of implementing this early warning system, the willingness to pay for it is 1,000 yen /year/person in median and 2,853 yen /year/person.
- The relationships among the attributes of flood prevention measures are quantitatively clarified, and the results are also consistent with common knowledge. Not only marginal willingness to pay (MWTP) for each attribute but also marginal substitute ratios among attributes are implicated from model results.
- Among the five attributes of flood prevention measures, four attributes of chance reduction of disastrous flood occurrence, inundation depth reduction, improvement rate of river environment and additional expense on new flood prevention measures are statistically significant and their coefficient signs are the same in two models but the attribute fatality ratio due to floods become insignificant from the attribute only model to the model with constants.

Key words : Flood prevention measures, Willingness to pay (WTP), Risk acceptability, Multi-attribute evaluation, Choice experiment approach

1. はじめに

日本は、長年の大規模な治水投資により、水害による人的損失の面で見ると、大幅に減少し、人的損失のリスク管理の当面の目標に達している。しかし、水害による経済的被害の絶対値は減っていない。しかも、70年代以後の治水投資は効率性の面で、多くの課題が残されている (Zhai *et al.*, 2003)。一方では、長引く不況で、中

央政府・地方自治体の財政が厳しくなるとともに、環境保護意識が高まるにつれ、従来のように増えつづける水害防災への投資方針を見直す動きも始まっており、総合的に水害リスク軽減の視点及び地域の持続可能な発展の視点から、Quality of Life や環境保全の確保などを考慮した新しい水害防止戦略を探る時期に来ている。

2004年には多くの地域が水害に見舞われた。特に7

*独立行政法人 防災科学技術研究所 「災害に強い社会システムに関する実証的研究」プロジェクトチーム
(現：国土交通省 国土技術政策総合研究所)

月の新潟・福島豪雨と福井豪雨，10月の台風23号による豪雨が甚大な被害をもたらした．このような水害を防ぐために，従来は主として治水構造物によるハード的な対策が実施されてきたが，それのみでは，将来計画規模を超える大雨により，更なる大水害が発生する可能性が残されてしまうという問題もある．このような点も考慮しながら，今後の水害対策のあり方をどうするかは，行政機関だけでなく住民にも問われている．そこで，住民が，水害リスクをどう認知・評価しているか，どのくらい受容しているか，リスクを削減する水害対策に対する支払い意思はどのくらいあるのか，水害対策の個々の目標（内水氾濫対策，外水氾濫対策，避難警報システムなどのソフト対策，環境保護とのバランスなど）間の関係（対策選好）をどうとらえているのかは，水害リスクマネジメントにおいて最も重要でかつ基本的な事項であると考え，被害の大きかった新潟県三条市，福井県福井市，兵庫県豊岡市を研究調査対象地域（図1）として「水害対策に関するアンケート調査」を実施した．

本報告は，まず，アンケート調査の概要を示し，回答者の属性およびその被害状況を説明する．次に，住民の水害リスクの受容度，住民の水害対策への支払い意思額，コンジョイント分析による住民の対策選好の分析，の順で調査・分析結果を報告する．最後に，主な調査結果をまとめて述べる．



図1 アンケート調査対象地域
Fig. 1 Location of survey area.

2. 調査概要

2.1 2004集中豪雨の概要

2004年には日本では多数の大きな水害が発生した．特に，新潟・福島豪雨，福井豪雨，台風23号により，甚大な被害が生じた．新潟・福島豪雨においては，2004年7月12日夜から13日にかけて，日本海から東北南部に停滞する梅雨前線の活動が活発化し，新潟・福島の両県で豪雨となった．特に，13日朝から昼過ぎに

かけて，新潟県の三条地域，長岡地域を中心に非常に激しい雨が降った．13日の日降水量は，新潟県栃尾市で421ミリに達するなど，長岡地域，三条地域の一帯でこれまでの最大日降水量の記録を上回った．7月14日と15日の両日は梅雨前線の活動がやや穏やかになったが，16日から梅雨前線の活動が再び活発化し，18日朝にかけて，断続的に強い雨が降った．平成16年7月新潟・福島豪雨で大きな被害のあった地域でも，17日夕方に一時激しい雨が降った．16日～18日の3日間の総降水量は，新潟・福島県内の多い所で290ミリに達した．新潟・福島豪雨による被害は死者・行方不明者16名，全半壊家屋263棟，浸水家屋26,642棟を出した．

福井豪雨においては，活発な梅雨前線が北陸地方をゆっくり南下したのに伴い，2004年7月17日夜から18日にかけて，北陸地方と岐阜県で大雨となった．特に，18日朝から昼前にかけて福井県で非常に激しい雨が降り，美山町では総降水量が285ミリに達し，7月の月間雨量平年値（236.7ミリ）を上回った．福井豪雨による被害は，死者・行方不明者5名，全半壊家屋302棟，浸水家屋12,330棟．

また，台風23号による被害は日本の広範囲に及び，死者・行方不明者84名，全半壊家屋2,818棟，浸水家屋44,380棟という甚大な被害が出た．

2.2 アンケート調査実施概要

対象地域：福井県福井市，兵庫県豊岡市，新潟県三条市（図1）（詳細は，「災害に強い社会システムに関する実証的研究」プロジェクトチーム（2005）を参照されたい）．

調査対象：一人以上の普通世帯の世帯員

調査世帯数と内訳：各1000世帯/市×3市＝3,000世帯

抽出方法：事前に，福井県福井市は福井市の提供資料および見舞金支給状況，兵庫県豊岡市は豊岡市ホームページ，新潟県三条市は国土地理院ホームページにより，各地域から，2004年豪雨の浸水地域の住民と非浸水地域の住民，それぞれを偏らないように選別．そのうえで，三条市・福井市・豊岡市の各地域の住民基本台帳から，それぞれ1,000人（計3,000人）を無作為抽出．

調査方法：郵送による配布・回収

調査期間：福井市・豊岡市 平成17（2005）年2月10日～3月7日，その間，2月21日に督促状発送

三条市 平成17（2005）年2月14日～3月7日，その間，2月21日に督促状発送

回収率：1,259/3,000＝42％．

内訳は，三条市：382/1,000＝38.2％，福井市：396/1,000＝39.6％，豊岡市：481/1,000＝48.1％

アンケート用紙は，回答者属性，被害経験と昨年（2004年）豪雨の被害状況，水害に対する考え，昨年の豪雨の印象，避難行動，ボランティア，今後の水害対策のあり方，行政機関の対応，及び自由記述などの質問から構成され，計297項目がある．ここでは，今後の水害

対策のあり方に絞ってアンケート調査の主な結果を報告する。

3. 回答者属性および被害状況

3.1 回答者属性

回答者の性別構成は、男性 72.5 %、女性 26.2 %、無回答 1.3 %。年齢構成は、30 代以下 2.1 %、30 代 6.8 %、40 代 14.1 %、50 代 29.2 %、60 代 26.5 %、70 代以上 20.2 %。

家族構成は、独身 8.1 %、2 人 27.6 %、3 人 21.1 %、4 人 16.6 %、5 人以上 25.7 %、無回答 0.8 %。

住居形態においては、一戸建て持ち家 87.5 %、一戸建て借家 2.9 %、集合住宅持家 1.5 %、集合住宅借家 7.1 %、無回答 1 %。工法的には木造 85 %、非木造 14 %、無回答 1 %。

居住年間は、1 年未満 2.4 %、1 年以上 3 年未満 4.6 %、3 年以上 10 年未満 12 %、10 ~ 19 年 15.6 %、20 ~ 29 年 17.4 %、30 ~ 39 年 17.6 %、40 ~ 49 年 9.7 %、50 年以上 19.7 %、無回答 1 %。

水害経験に関しては、なし 64.5 %、あり 33 %、無回答 2.5 %。ありと回答した住民の内訳：被災 1 回 52.6 %、2 回 23.1 %、全体の 75.7 % を占める。

3.2 回答者からみた 2004 年集中豪雨の被害状況

2004 年の集中豪雨で被害を受けた世帯は、全体で 40.7 %、地域的には三条市と豊岡市と福井市はそれぞれ 54.7 %、50.1 %、15.9 %。三条市と豊岡市は被害が大きかった。

自宅の浸水状況は、全体で床下浸水が 30.4 %、床上浸水が 58.9 %、地域的にも三条市と豊岡市は大きかった。三条市は、床下浸水 15.3 %、床上浸水 83.3 %。豊岡市は、床下浸水 37.3 %、床上浸水 45.6 %。

床下浸水の浸水深からみると、全体的には、10cm 以下が 19.2 %、10 ~ 20cm が 21.8 %、20 ~ 30cm が 19.2 %、30 ~ 50cm が 19.2 %、50cm 以上が 16.7 %。

床上浸水の浸水深からみると、全体的には、50cm 以下が 14.6 %、50 ~ 100cm が 32.1 %、100 ~ 150cm が 27.2 %、150 ~ 200cm が 20.2 %、200cm 以上が 5.3 %。地域的には、三条市が豊岡市と福井市より浸水深が深かった。

家屋被害状況においては、全体は全半壊 31.7 %、一部損壊 37.1 % であり、三条市と豊岡市は半壊が多かった。家財被害においては、被害ありと答えたのは 51.7 % であり、地域的には、三条市と豊岡市のほうがそれぞれ 67.5 % と 43.0 % で、福井市より高かった。

被害を受けた世帯においては、平均すると、家屋被害が 182.2 万円/世帯、家財被害が 215.5 万円/世帯、自動車被害が 177.9 万円/世帯、その他の被害が 3,474.6 万円/世帯。家財被害や家屋被害自動車などの内訳を見ると、一番多いのは、100 万円 ~ 500 万円台である。

4. 住民の水害リスクの受容度

水害について、「水害の危険性のある地域に住んでいても、水害発生は許せないと思う」か、それとも、「水害の危険性のある地域に住んでいる以上、ある程度までなら河川の氾濫を受容してもよいと思う」という問に対して、「水害発生を絶対許せない」と答えた人が 63.2 %、「水害発生をある程度までなら河川の氾濫を受容してもよい」と答えた人が 26.6 %、「わからない」と答えた人が 10.2 %。地域的に「水害発生をある程度までなら河川の氾濫を受容してもよい」と答える割合において三条市は他の市より 10 % 低い (表 1)。

表 1 水害の危険性を軽減することについての考え

Table 1 Public preferences for flood risk reduction.

	調査数	地域に水害の危険性があるにせよ水害発生は許せないと思う	河川の氾濫を受容してもよいと思う	無回答
全体	1259	796	335	128
	100%	63.2	26.6	10.2
三条	382	276	73	33
	100%	72.3	19.1	8.6
福井	396	223	116	57
	100%	56.3	29.3	14.4
豊岡	481	297	146	38
	100%	61.7	30.4	7.9

さらに、「水害発生をある程度までなら河川の氾濫を受容してもよい」と答えている人にその程度を聞いたところ、5 年に 1 回程度の床下浸水を受け入れる人は、5.4 %、10 年に 1 回程度の床下浸水を受け入れる人は、20 %、20 年に 1 回程度の床下浸水を受け入れる人は 30.1 %、50 年に 1 回程度の床下浸水を受け入れる人は 30.7 % であった (表 2)。

また、「水害発生をある程度までなら河川の氾濫を受容してもよい」と答えている人のうち、5 年に 1 回程度の床上浸水を受け入れる人は、1.8 %、10 年に 1 回程度の床上浸水を受け入れる人は 5.7 %、20 年に 1 回程度の床上浸水を受け入れる人は 17.9 %、50 年に 1 回程度の床上浸水を受け入れる人は 40.3 % であった (表 3)。つまり、合計 86.2 % の人が 50 年に 1 回程度までの床下浸水ならば、合計 65.7 % の人が 50 年に 1 回程度までの床上浸水ならば受け入れると答えて、住民は水害の発生を絶対に許せないと考えているわけではないことがわかる。

5. 住民の水害対策への支払い意思額

今回注目した一つは、住民の水害対策への支払い意思があるのか、あるとすれば、どのくらいあるのかである。支払い意思額に関する研究は、顕示選好法 (Revealed

表2 河川の氾濫を受容できる床下浸水の発生頻度
Table 2 Perception of probability of under-floor inundation.

	調査数	5年に1回程度	10年に1回程度	20年に1回程度	50年に1回程度	100年に1回程度	無回答
全体	335 100%	18 5.4	67 20.0	101 30.1	103 30.7	26 7.8	20 6.0
三条	73 100%	3 4.1	11 15.1	19 26.0	29 39.7	9 12.3	2 2.7
福井	116 100%	6 5.2	26 22.4	34 29.3	40 34.5	5 4.3	5 4.3
豊岡	146 100%	9 6.2	30 20.5	48 32.9	34 23.3	12 8.2	13 8.9

表3 河川の氾濫を受容できる床上浸水の発生頻度
Table 3 Distribution of acceptable flood probability of above-floor inundation.

	調査数	1回程度 5年に	1回程度 10年に	1回程度 20年に	1回程度 50年に	1回程度 100年に	その他	無回答
全体	335 100.0	6 1.8	19 5.7	60 17.9	135 40.3	94 28.1	7 2.1	14 4.2
三条	73 100.0	1 1.4	3 4.1	10 13.7	26 35.6	26 35.6	4 5.5	3 4.1
福井	116 100.0	2 1.7	6 5.2	19 16.4	50 43.1	34 29.3	1 0.9	4 3.4
豊岡	146 100.0	3 2.1	10 6.8	31 21.2	59 40.4	34 23.3	2 1.4	7 4.8

Preference Method) と表明選好法 (Stated Preference Method) がある (Bateman *et al.*, 2001). 後者には仮想評価法 (CVM: Contingent Valuation Method) とコンジョイント分析があるが, CVM (仮想評価法) は評価対象の総価値を評価し, コンジョイント分析法は評価対象の属性別 (例えば, 水害対策の属性は, 内水氾濫対策, 外水氾濫対策 (巨大水害), 水害時死亡率を軽減する早期警報システムといったソフト対策, 環境保全など) に価値を評価できるとされている. ここでは, 住民の生命を守るために降雨早期警報システムの設置の対策への支払い意思額と, 避難場での生活などの不便さを避けるための支払い意思額については CVM を, 統合的水害対策についてはコンジョイント分析を用いて, 水害対策への支払い意思額を求めた.

「仮に, 降雨早期警報システムの設置等の対策が実施されれば, 50年に1回程度の洪水が起きたときの洪水による浸水地域の死亡率が, 10,000人につき1人から20,000人につき1人に軽減できるとします. 仮にこの事業を実施するための基金をつくとします. また, この対策にかかる期間をおおよそ20年間とすると, 事業実施期間においてあなたは毎年いくらまでならその費用を負担しても良いと思いますか.」との問に対して, 「支払わない」と答えた人は12.6%で, ほとんどの人が何ら

かの支払い意思を持っていると考えられる (表4). 降雨早期警報システムへの支払い意思額は, 中央値が1,000円/年/人で, 平均値が2,853円/年/人であった. 地域的には, 三条市, 福井市, 豊岡市はそれぞれ2,930円/年/人, 3,200円/年/人, 2,514円/年/人であった.

「大洪水が起こって, 10日間避難生活をしなければならなくなったとします. この際, 有料のホテルか無料の公設避難場 (体育館など) のどちらかを選択できるとすれば, あなたはどちらに避難するのを好みますか.」との問に対して, 6割前後の人が宿泊代無料の公設避難場を, 3割の人が有料のホテルを選んだ (表5). さらに, 「宿泊代が有料のホテル」を選んだ人に, 「あなたが有料のホテルに避難するなら, 1泊の料金はどの程度ならば支払おうと思いますか.」を聞くと, 中央値が, 2,000円/泊/人, 平均が3,063円/泊/人 (表6) であった. また, その料金は行政が全額支払うべきと選択した人も13.9%いた. 地域的には, 三条市, 福井市, 豊岡市はそれぞれ2,803円/年/人, 3,527円/年/人, 2,937円/年/人であった.

6. コンジョイント分析による住民の対策選好の分析
コンジョイント分析は, 複数の名義尺度要因間においてどの要因がどの程度重視されているのかを明らかにす

表 4 降雨早期警報システムに負担しても良い金額

Table 4 Question on WTP for an early warning system in survey.

	調査数	支払わない	200円	500円	1000円	2000円	3000円	4000円	5000円	7000円	10000円	15000円	20000円	20001円以上	その他	無回答
全体	1259 100%	143 11.4	53 4.2	139 11.0	296 23.5	106 8.4	96 7.6	3 0.2	156 12.4	2 0.2	117 9.3	5 0.4	6 0.5	9 0.7	8 0.6	120 9.5
三条	382 100%	43 11.3	16 4.2	39 10.2	87 22.8	41 10.7	26 6.8	- -	54 14.1	1 0.3	32 8.4	2 0.5	3 0.8	3 0.8	1 0.3	34 8.9
福井	396 100%	43 10.9	7 1.8	39 9.8	97 24.5	34 8.6	34 8.6	1 0.3	39 9.8	- -	46 11.6	2 0.5	2 0.5	5 1.3	4 1.0	43 10.9
豊岡	481 100%	57 11.9	30 6.2	61 12.7	112 23.3	31 6.4	36 7.5	2 0.4	63 13.1	1 0.2	39 8.1	1 0.2	1 0.2	1 0.2	3 0.6	43 8.9

表 5 避難生活の際の有料ホテルが無料公設避難場の選択

Table 5 Public preferences for evacuation sites.

	調査数	の宿泊代が有料のホテル	公設避難場の宿泊代無料の	無回答
全体	1259 100%	382 30.3	784 62.3	93 7.4
三条	382 100%	129 33.8	222 58.1	31 8.1
福井	396 100%	110 27.8	253 63.9	33 8.3
豊岡	481 100%	143 29.7	309 64.2	29 6.0

表 6 有料ホテルに避難する際の1泊料金の支払希望額

Table 6 WTP for hotel charge for evacuation.

	調査数	0円(行政が全額支払うべき)	2000円	4000円	6000円	8000円	10000円	無回答
全体	382 100%	53 13.9	161 42.1	110 28.8	35 9.2	9 2.4	12 3.1	2 0.5
三条	129 100%	27 20.9	48 37.2	34 26.4	13 10.1	2 1.6	3 2.3	2 1.6
福井	110 100%	8 7.3	43 39.1	39 35.5	13 11.8	1 0.9	6 5.5	- -
豊岡	143 100%	18 12.6	70 49.0	37 25.9	9 6.3	6 4.2	3 2.1	- -

ることができる。コンジョイント分析には、完全プロファイル評定型 (Contingent ranking と Contingent rating) やペアワイズ評定型 (Paired comparisons), 選択実験型 (Choice experiments) などの種類があり (Bateman *et al.*, 2001, Greene, 2003), それぞれメリットとデメリットを有している。本研究では、政策を実施するかしないか、政策代替案の比較を同時に行うという目的を有して

いるため、選択実験型コンジョイント分析を適用して評価を行った。

まずは、表 7 に示されたように水害対策の属性 (要因) とその水準を設定した。ここでは、水害対策の属性は、環境改善率、洪水発生確率削減率、浸水深の削減程度、洪水時の死亡リスクの水害対策の 4 つの効果とそのため新たな負担からなり、その水準はすべて 5 つである。

そして、SPSS (SPSS Inc., 1999) を用いて、直交計画により、現実に適合したプロファイル計 36 個を決めた。

第3に、新たな対策(3つ)と現状のままを組み合わせたカードを作成した(図2)。対策4の現状のままの対策は、すべての選択実験において共通である。

最後に、それぞれの住民に異なるカードを4回回答してもらった。

コンジョイント分析は、効用の攪乱項が第一種極値分布(Gumbel Distribution)に従っている限り、多項ロジットモデル(式(1))を用いて行われる。V_{ij}は第i番目の回答者がJ個の選択肢の中からjを選択した場合の効用の観察可能な部分で、Prob(j)は、選択肢jを選択する確率である。間接効用関数Vは式(2)の通り定式化される。ここで、Pは提示された新たな負担、Zはコンジョイント分析における選択固有の属性変数ベクトル、β、γはそれぞれパラメータである。

外水対策、内水対策、ソフト水害対策などの、最終の目的は総被害の軽減である。ある対策の費用が上昇した場合、住民はそれに替わる対策に切り替えることで被害の軽減目標を達成する傾向が強くなる。このように対策費用変化によって、目的とされる対策が代替対策に取って代わられる現象を対策間の代替効果(トレードオフ)という。

式(3)は、個々の属性に対しての限界的支払い意思

額(marginal willingness to pay: MWTP)であるが、式(4)は、式(3)を一般化した形で、個々の属性間の代替効果を表す。

$$Prob(j) = \frac{e^{V_j}}{\sum_{j=1}^J e^{V_j}} \quad (1)$$

$$V_j = \beta P_j + \gamma Z_j \quad (2)$$

$$MSR_i = -\frac{\partial V / \partial x_i}{\partial V / \partial price} \quad (3)$$

$$MSR_{j \rightarrow i} = -\frac{\partial V / \partial x_i}{\partial V / \partial x_j} \quad (4)$$

しかし、選択実験により環境保全政策の評価を行う際には現状選好バイアスが働くことが確認されている。その確認方法として、モデル推定を行う際に選択肢固有の定数項であるASC(Alternative Specific Constant)を組み込んで、その符号がマイナスで統計的に有意に0と異なる場合、現状選好バイアスが存在すると判断される。プラスであれば、対策4を選択することを回避する選好があることになる。

LIMDEP8.0(Greene, 2002)を用いて水害対策のコンジョイント分析を行った際に、4つのカードにすべて対

表7 選択実験における属性と水準

Table 7 Attribute/level chart for flood control measures.

		現状	1	2	3
水害対策の効果	環境改善率	0	10%	20%	50%
	洪水発生確率削減%	0	-10%	-20%	-50%
	浸水深の削減(cm)	0	-20	-50	-100
	洪水時死亡リスク	1人/万人	0.9人/万人	0.8人/万人	0.5人/万人
新たな負担(円)		0	2000	5000	10000

問9 下記の4つの水害対策の中で、あなたが最も支持したいとお考えになるのはどの対策ですか？

	対策1	対策2	対策3	対策4(現状)
巨大水害発生確率	10%減少	現状	20%減少	現状
内水氾濫時浸水深	現状	20cm減少	100cm減少	現状
水害時死亡率	0.8人/万人	0.9人/万人	現状	1人/万人
河川環境	現状	50%改善	現状	現状
1人当たり年間負担	5,000円	5,000円	5,000円	0円
	↓	↓	↓	↓
右の番号1つを○で囲んで下さい	1.	2.	3.	4.

図2 コンジョイント分析における水害対策のカード

Fig. 2 Valuation question card in conjoint analysis.

策4（現状）を選択したサンプルを分析データベースに入れた場合と削除した場合と両方とも検討した。分析データベースに入れた場合は、ASCがマイナスでしかも統計的に有意に0と異なり、現状選好が存在すると判断されざるを得ないが、実際は、95%の住民が、何らかの対策を取らなければならないと考えていることから（翟他、2004）、4つのカードにすべて対策4（現状）を選択したサンプルは何らかの原因による選択ミスで削除すべきと思われる。削除した場合のASCは当然プラスになる。その結果は表8である。属性のみモデル（表8.1）には、5つの属性が有意水準0.001レベルではモデルに残り、しかも符号も現実と合っているが、ASCを組み込んだモデル（表8.2）には、水害時の死亡率の変数が統計的に有意でなかった。それは、社会経済状況などと一緒に考えた場合には、水害時の死亡率は大きな要因ではないことを示唆する。

属性のみモデルより求めた水害対策における各属性間のトレードオフ関係を表9に示す。例えば、下から2行目にある河川環境を10%（ $0.1 \times 100\%$ ）改善できる対策を選択した場合、新たな対策のために一人当たり年間1,534円（ $0.1 \times 15,342$ 円）を負担する用意があることを示している。また、同じ負担金額で、破堤による巨大水害の発生確率を削減するために使われれば、その発生確率は現状より7.21%（ $0.1 \times 0.721\%$ ）軽減できるといふ期待がある。換言すると、10%ほど河川環境を現

状から良くすることと、巨大水害の発生確率を現状から7.21%低くすることと同等であると考えられる。

7. 終わりに

本文では、今後の水害対策のあり方について調べるために、2004年に起きた水害の大きかった新潟県三条市、福井県福井市、兵庫県豊岡市を研究調査対象地域として「水害対策に関するアンケート調査」を実施した結果を報告した。主な結果は下記の通りである。

- 半分以上の住民が水害リスクを絶対に受け入れないとし、何らかの水害対策を望んでいる。
- 10日間の避難生活の不便さに対して、有料ホテルに避難するのを選択する住民の支払い意思額は、中央値では、2,000円/泊/人、平均では3,063円/泊/人である。
- 降雨早期警報システムの設置等の対策が実施されれば、50年に1回程度の洪水が起きたときの洪水による浸水地域の死亡率が、10,000人につき1人から20,000人につき1人に軽減できるとすると、降雨早期警報システムへの支払い意思額は、中央値が1,000円/年/人で、平均値が2,853円/年/人である。
- 水害対策の個々の目標（内水氾濫対策：内水氾濫浸水深、外水氾濫対策：巨大水害発生確率、早期警報システムを中心とするソフト対策：水害時の死亡率、河川環境保全）とその対策への新たな負担との関係が定量的に明らかになった。個々の属性と新たな負

表 8.1 ASCなしのコンジョイント分析結果

Table 8.1 Conjoint analysis results without ASC.

Parameter	Estimate	Standard Error	t-statistic	P-value
巨大水害発生確率	-2.7885	0.134	-20.8135	2.89E-15
内水氾濫時浸水深	-0.0125	0.0007	-16.6825	2.89E-15
水害時死亡率	-1.0248	0.147	-6.9699	3.17E-12
河川環境	2.0101	0.1444	13.9204	2.89E-15
1人当たり年間負担	-0.0001	0	-14.4347	2.89E-15

表 8.2 ASCありのコンジョイント分析結果

Table 8.2 Conjoint analysis results with ASC.

Parameter	Estimate	Standard Error	t-statistic	P-value
巨大水害発生確率	-1.5072	0.153	-9.85	2.89E-15
内水氾濫時浸水深	-0.0071	0.0008	-8.3637	2.89E-15
水害時死亡率	0.0724	0.1597	0.4536	0.650146
河川環境	0.9049	0.149	6.0731	1.25E-09
1人当たり年間負担	-0.0002	0	-15.1541	2.89E-15
ASC1	2.2999	0.1303	17.6528	2.89E-15
ASC2	2.5367	0.123	20.6277	2.89E-15
ASC3	2.3095	0.1501	15.3819	2.89E-15

表 9 水害対策における属性間のトレードオフ

Table 9 Trade-off relations among attributes of flood control measures.

	巨大水害発生確率	内水氾濫時浸水深	水害時死亡率	河川環境	新たな負担 (限界の支払い意思額: MWTP)
巨大水害発生確率(100%)	-1	-223.7	-2.7	1.4	-21283
内水氾濫時浸水深(cm)	-0.004	-1	-0.012	0.006	-95.1
水害時死亡率(1/10,000)	-0.368	-82.21	-1	0.51	-7822
河川環境(100%)	0.721	161.25	1.96	-1	15342
新たな負担(円)	-0.00005	-0.01051	-0.00013	0.00007	-1

担との関係（限界的支払額：marginal willingness to pay (MWTP)）だけではなく、個々の属性間の相互関係（限界的代替率：marginal substitute ratios）も導出された。

参考文献

1) Bateman *et al.*(2002): Economic Valuation with Stated Preference Techniques: A Manual. Edward Elgar Publishing Limited.
 2) 防災科学技術研究所「災害に強い社会システムに関する実証的研究」プロジェクトチーム(2005): 2004年水害に対する住民の防災意識と防災行動に関する調査 - 三条市・福井市・豊岡市におけるアンケート調査の概要 - . 防災科学技術研究所主要災害調査, No.40, 93-102.
 3) Greene, W. H.(2002): LIMDEP version 80. Reference

Guide. Econometric Software, Inc.
 4) Greene, W. H.(2003): Econometric analysis, Prentice-Hall International, Inc.
 5) SPSS Inc.(1999): SPSS 10.0J for Windows. SPSS Inc. (in Japanese).
 6) Zhai, G., T. Fukuzono, and S. Ikeda(2003): An Empirical Model of Efficiency Analysis on Flood Prevention Investment in Japan, Review of Urban & Regional Development Studies, 15-3, 238-254.
 7) 翟国方・吉田謙太郎・佐藤照子・福園輝旗・池田三郎(2004): 水害対策における住民ニーズの新展開 - 愛知県名古屋市北区及び岐阜県土岐市を事例としたアンケート調査から - . 日本地理学会 2004年度総会及び秋季学術大会 発表要旨集, 74.
 (原稿受理: 2005年10月19日)

要 旨

本論文は、アンケート調査を用いて住民の水害への受容度及び水害対策の個々の属性間の関係を明らかにすることを目的とする。主な結果は下記の通りである。

- 半分以上の住民が水害リスクを絶対に受け入れないとし、何らかの水害対策を望んでいる。
- 避難場所において、全体の約3割の回答者が有料ホテルに避難するのを選択した。また、有料ホテルに避難するのを選択した住民の支払い意思額は、中央値が2,000円/泊/人、平均が3,063円/泊/人である。
- 降雨早期警報システムの設置等の対策が実施されれば、50年に1回程度の洪水が起きたときの洪水による浸水地域の死亡率が、10,000人につき1人から20,000人につき1人に軽減できるとすると、降雨早期警報システムへの支払い意思額は、中央値が1,000円/年/人で、平均値が2,853円/年/人である。
- 水害対策の個々の属性（内水氾濫対策：内水氾濫浸水深，外水氾濫対策：巨大水害発生確率，早期警報システムを中心とするソフト対策：水害時の死亡率，河川環境保全）とその対策への新たな負担との関係が定量的に明らかになった。個々の属性と新たな負担との関係（限界的支払額：marginal willingness to pay (MWTP)）だけではなく、個々の属性間の相互関係（限界的代替率：marginal substitute ratios）も導出された。

キーワード：水害対策，リスク受容度，支払い意思額，多属性評価，選択実験アプローチ