

リスク認知のバイアスを考慮した災害危険度情報の提供効果に関する分析*

Information Provision and Risk Perception on Fatal Disaster Risk in a Monocentric City *

山口 健太郎**・多々納 裕一***・岡田 憲夫 ***

By Kentaro YAMAGUCHI **, Hirokazu TATANO *** and Norio OKADA ***

1. はじめに

近年、特に都市部に対しては、そこに集積している人命および資産の保全を図るために、ハードの防災施設とともに、「災害危険度に関する情報」の提供に代表されるソフト的防災対策を講じる必要性が高まってきている。ここで言う災害危険度に関する情報とは、都市内の土地の位置と災害時における被害の程度を関連付けて参照できるようにした情報を指し、例えばハザードマップなどが考えられる。災害危険度情報の提供は、防災上危険な地域への人命・資産の集積を抑制することによって、防災・減災の観点から望ましい土地利用の実現に資する可能性が高い。しかしながら、そのような情報提供の効果は、家計の情報に対する主観的な信頼度に大きく依存することが考えられる。

これまでに片田ら¹⁾は、洪水被災経験が、洪水ハザードマップ提供下における個人の避難行動に与える影響に関して実証的な分析を行っている。また岡部ら²⁾は、地震予知情報に対する住民の態度をアンケートにより調査し、予知情報提供後における、住民の心理的・行動的な反応を明らかにしようとした。しかしながら、災害危険度情報の提供下において、家計の主観的リスク認知が土地市場や住民の厚生水準に与える影響を、一つの理論的フレームを用いて検討しようとした例は今のところ見当たらない。

本研究では、以上のような認識に基づき、人命を脅かすほど甚大な被害を及ぼす災害を対象とした災害危険度情報の有無に関する家計の居住地選択行動を、都市経済学的アプローチを用いてモデル化し、災害危険度情報提供下における家計の主観的な情報信

頼度が、都市内の土地市場や家計の厚生水準の変化に及ぼす影響について分析することを目的とする。

2. モデル化の前提条件

都市内の家計数 N は一定であるとし、土地の所有形態は公的土地所有モデルを仮定する。一般に、都市内の土地はその位置によって災害に対する脆弱性が異なり、災害時に家計が得ることのできるアメニティ水準が異なる。そこで本研究では幅 h の線形都市を想定し、CBD を挟んで S (= Safe) 地区、 F (= Failure) 地区という災害時のアメニティ水準の異なる2つの地区が存在するものとする(図-1)。平常時には両地区のアメニティ水準 e は等しく $e = e_0$ であり、 S 地区では災害時においても e_0 にとどまるものとする。また F 地区のアメニティ水準は、災害時において $1 - q$ (q の確率で e_1 に低下する (e_0 にとどまる) ものとする。家計が災害危険度情報を利用可能であると仮定すると、家計は災害時のアメニティ水準の違いをも考慮に入れて自らの居住地を選択できる。またその際、家計がその情報をどの程度信頼するかということも居住地選択行動に大きな影響を及ぼすであろう。本研究では、家計は提供された情報を利用することにより、「情報提供以前に主観的に認知している、災害時においても被災せずに済む条件付き確率 α 」(以下これを初期信念確率と呼ぶ)を、客観的な(条件付き)確率 q に、ある程度まで認知し直すことができるものと仮定する。ここで、初期信念確率がどの程度客観的な確率に改善されるかということに関しては、家計の災害危険度情報に対する主観的な信頼度に依存するものと仮定する。

全ての家計は、都市内に存在する交通機関によって都市中心部に位置するCBDに通勤するものとし、またこの交通機関の単位距離当たりの料金は平常時・災害時に関わらず一律である。また本研究は、住宅系の土地利用を対象とするのでCBDの被災は想定

*キーワード：防災計画，住宅立地，土地利用，計画情報

**学生員 京都大学大学院工学研究科 修士課程

(〒606-8317 京都市左京区吉田本町, Tel 075-753-5070)

***正員 工博 京都大学防災研究所

(〒611-0011 宇治市五ヶ庄, Tel 0774-38-4035,

Fax 0774-38-4044)

せず、さらに家計は均質な選好を有し、単位期間に同一額の(名目)所得を得ているものとする。

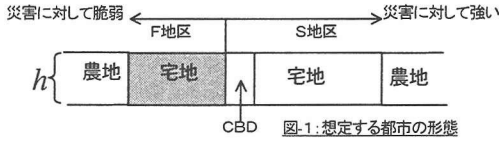


図1: 想定する都市の形態

3. 居住地選択行動モデル

(1) 家計の期待効用

すべての家計は、平常時にはアメニティ水準 e_0 を享受することができ、土地を s 、合成財を z 消費することによって効用 $u(s, z, e_0) (> 0)$ を得ることができるものとする。一方被災時(災害時に実際に被害を被る場合)には、家計はアメニティ水準 e_1 ($u(s, z, e_1) < u(s, z, e_0)$) を甘受しなければならないものとする。本研究において想定する災害は、人命を脅かすほどの甚大なものであるから、被災時に家計が得ることのできる効用は、いかなる消費機会を与えられようとも $u(s, z, e_1) = 0$ にとどまるものと仮定する。

いま、都市内における土地の位置はS(F)地区内に位置することを示す $\delta = S(F)$ 、CBDからの距離 r で表すことにする。また、すべての家計は災害の生起確率 p ($0 \leq p < 1$) を共有情報として知っているものとするが、都市内のどの地点で災害時に被災するかということに関する主観的な判断は、災害危険度情報の利用可能性のみに依存するものとする。

ここで、初期信念確率を α 、F地区において災害時でもアメニティ水準 e_0 を享受することができる客観的な条件付き確率を q 、家計が客観的な確率を初期信念確率に対してどの程度信頼するかを示すパラメータを τ と表すことにする。ここで、情報提供下における家計が、災害時に平常時と同等のアメニティ水準 e_0 を甘受できると主観的に認知する条件付き確率 $Q_\delta(\alpha, \tau)$ は、ViscusiのProspective Reference Theory Model³⁾に従えば、以下のように表すことができる。

$$Q_\delta(\alpha, \tau) = \begin{cases} \frac{\alpha + \tau}{1 + \tau} & (\delta = S) \\ \frac{\alpha + \tau q}{1 + \tau} & (\delta = F) \end{cases} \quad (1)$$

すなわち、 $\tau = 0$ のとき $Q_\delta(\alpha, 0) = \alpha$ であり、情報提供は初期信念確率を改善し得ず、 $\tau \rightarrow \infty$ のとき

$Q_S(\alpha, \infty) = 1$ 、 $Q_F(\alpha, \infty) = q$ となり、主観的な認知は客観的な確率に一致する。

したがって、情報提供下における家計が位置 (δ, r) において、土地を s 、合成財を z 消費する場合の主観的期待効用 $EU_\delta(s, z, r)$ は以下のように与えられる。

$$EU_S(s, z, r) = (1 - p + \frac{\alpha + \tau}{1 + \tau} p) u(s, z, e_0) \quad (2)$$

$$EU_F(s, z, r) = (1 - p + \frac{\alpha + \tau q}{1 + \tau} p) u(s, z, e_0) \quad (3)$$

(2) 家計の居住地選択行動

$R_\delta(r)$ を位置 (δ, r) における地代、 y を名目所得、 t を単位距離当たりの通勤費、 TDR^* を均衡土地利用状態における総差額地代収入であるとする、家計の居住地選択行動は以下のように定式化できる。

$$\max_{\delta, r, s, z} EU_\delta(s, z, r) \quad (4)$$

$$\text{s.t. } R_\delta(r)s + z + tr = y + TDR^*/N \quad (5)$$

居住位置 (δ, r) における土地及び合成財の需要は、 $Y \equiv y - tr + TDR^*/N$ とおけば、以下の問題の解 $S_\delta = s(R_\delta(r), Y)$ 、 $Z_\delta = z(R_\delta(r), Y)$ となる。

$$V_\delta(R_\delta(r), Y) = \max_{s, z} EU_\delta(s, z, r) \quad (6)$$

$$\text{s.t. } R_\delta(r)s + z = Y \quad (7)$$

位置 (δ, r) に居住する家計の主観的な厚生水準は間接効用値 $V_\delta(R_\delta(r), Y)$ として与えられる。さらに家計の居住位置の選択は、 $\max_{\delta, r} \{V_\delta(R_\delta(r), Y)\}$ の解 (r_{δ^*}, δ^*) として与えられる。

4. 土地利用均衡モデル

地点 (δ, r) における付け値 $\Psi_\delta(r, u; q, p, \tau, \alpha)$ は次式で定義される。

$$\Psi_\delta(r, u; q, p, \tau, \alpha) = \max_{s, z} \left\{ \frac{Y - z}{s} \mid EU_\delta(s, z, r) = u \right\} \quad (8)$$

すなわち付け値とは、家計がある効用水準 u を達成しながら支払うことのできる最大の地代である。均衡において、都市内の土地はより高い地代を与える活動に利用されるものとする、地代 $R_\delta(r)$ は、農業地代を R_A とすると以下のように表される。

$$R_\delta(r) = \max\{\Psi_\delta(r, u^*; q, p, \tau, \alpha), R_A\} \quad (9)$$

ここで $u(s, z, e) = v(R(r), y - tr + TDR/N)$ とおけば、均衡効用水準 u^* は以下のものである。

$$u^* = (1 - p + \frac{\alpha + \tau}{1 + \tau} p) v(\Psi_S(r, u^*; q, p, \tau, \alpha), Y) \quad (10)$$

$$= (1 - p + \frac{\alpha + \tau q}{1 + \tau} p) v(\Psi_F(r, u^*; q, p, \tau, \alpha), Y) \quad (11)$$

また、地区 δ における都市境界距離を $\bar{r}_\delta$ とすると、以下が成り立つ。

$$\Psi_S(\bar{r}_S, u^*; q, p, \tau, \alpha) = \Psi_F(\bar{r}_F, u^*; q, p, \tau, \alpha) = R_A \quad (12)$$

いま都市の形状は線形を仮定しているから、単位距離・都市の幅 h あたりに住む家計の数は $n_\delta(R_\delta(r), y - tr + TDR/N) = h/s(R_\delta(r), y - tr + TDR/N)$ となる。すなわち均衡土地利用状態において、都市内の全家計数は以下のように表すことができる。

$$N = \sum_{\delta=S, F} \int_0^{\bar{r}_\delta} \{h/s(\Psi_\delta(r, u^*; q, p, \tau, \alpha), Y)\} dr \quad (13)$$

以上を解くことによって、均衡効用水準 u^* 、都市境界距離 $\bar{r}_\delta$ 、均衡付け値 $\Psi_\delta(r, u^*; q, p, \tau)$ が内生的に決定される。

5. 情報提供下における家計の厚生水準の規定

家計は主観的なリスク認知に従って居住地を選択する。土地利用の均衡状態は、この主観的な判断によってもたらされるため、均衡土地利用状態における厚生は家計の主観的な予測に依存する。それに対して実際に生起する災害の被害は主観的な予測に対応するのではなく、客観的な被災確率に依存する。情報が利用可能でなければ、アメニティ水準 e_1 の生起に関して認知される主観的リスクは、客観的リスクに一致する保証はない。したがって、その結果形成される主観的な厚生（均衡効用水準）は、家計がその均衡土地利用状態において実際に得ることのできる客観的な厚生とは異なったものとなるのである。

ここで、災害危険度に関する情報提供の効果を評価するために、主観的な厚生と、客観的な厚生いずれに基礎を置くべきかが問題となる。本研究では公的機関による災害危険度情報提供を想定し、主として客観的な厚生をもとに分析を行う。したがって以下では客観的な厚生水準を規定する。

均衡土地利用状態にいて、S地区における家計は確率1で $v(\Psi_S(r, u^*; q, p, \tau, \alpha), Y)$ なる客観的厚生水準を得ることができ、また、F地区における家計は確率 $(1 - p + qp)$ で $v(\Psi_F(r, u^*; q, p, \tau, \alpha), Y)$ なる客観的厚生水準を得ることが得ることができる。すなわち家計が位置 (δ, r) において実際に得ることのできる客観的厚生を $w_\delta(R_\delta(r), y - tr + TDR/N)$ とおけば、以下が成り立つ。

$$w_S(\Psi_S(r, u^*; q, p, \tau, \alpha), Y) = v(\Psi_S(r, u^*; q, p, \tau, \alpha), Y) \quad (14)$$

$$w_F(\Psi_F(r, u^*; q, p, \tau, \alpha), Y) = (1 - p + qp)v(\Psi_F(r, u^*; q, p, \tau, \alpha), Y) \quad (15)$$

次に、地区 δ の家計数を N_δ と表すと、客観的な期待効用の総和、すなわち社会的厚生水準 W は以下のように与えられる。

$$W = \sum_{\delta=S, F} N_\delta w_\delta(\Psi_\delta(r, u^*; q, p, \tau, \alpha), Y) \quad (16)$$

6. 特定化モデルによる数値計算事例

以下では、効用関数を $u(s, z, e_0) = s^a z^b (> 0)$ 、 $u(s, z, e_1) = 0$ （コブ＝ダグラス型）に特定化し、数値計算を行う。ここで各パラメータは、 $a = 0.5$ 、 $b = 1$ 、 $y = 20$ 万円/月、 $R_A = 2.0 \times 10^8$ 円/km²、 $t = 300$ 円/km/月、 $N = 100$ 万人、 $h = 1$ km、 $p = 0.2$ 、 $\alpha = 0.2$ と設定した。

図-2は、家計の情報に対する主観的信頼度 τ と均衡地代 $R_\delta(r)$ の関係を、 $q = 0$ 、 $q = 0.5$ の2つにケースについて示している。この数値事例において、S(F)地区の地代は、 τ の改善とともに上昇（下落）し、都市境界距離はCBDから遠ざかる（接近する）こと、また τ 増加の効果は、 q の水準が高くなればそのインパクトが弱くなることなどが見て取れる。

図-3は、図-2と同様の2ケースについて、S・F両地区における1家計当たりの客観的な厚生水準を示したものである。S地区における客観的な厚生水準は、F地区のそれに比して高くなっており、客観的厚生水準のかい離が生じることが確認できるが、 τ の改善はそのかい離を平準化する効果を持つことが見て取れる。また、 q の水準が高くなれば、 τ 増加のインパクトが弱くなることが見て取れる。

図-4は、客観的厚生水準の総和、すなわち社会的厚生水準が、 τ の増加に関連してどのように変化するのかを示す。社会的厚生水準は τ の増加とともに増加する。社会的厚生水準は q が高い方が大きい、これまでの結果からも予測がつくように、 τ 増加のインパクト（図-4における勾配）は q が高い場合の方が小さくなっている。

ここで、 q をF地区に対するハード的防災整備水準を表すパラメータと解釈すれば、図-4は以下のようにも解釈できるであろう。すなわち、家計の主観的

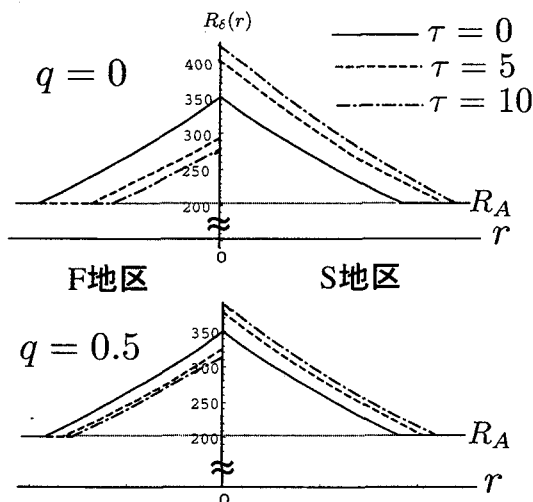


図2:情報の主観的信頼性と均衡地代の関係

情報信頼度 τ が約1以上であるならば、水準 $q = 0.3$ の防災整備のみ(情報提供なし: $\tau = 0$)を行った場合と同等かまたはそれ以上の社会的厚生水準を、情報提供のみ(防災整備なし: $q = 0$)で達成することができる。また、水準 $q = 0.5$ 以上のハード的防災整備のみを行った場合と同等かそれ以上の社会的厚生水準を達成するためには、情報提供のみ($q = 0$)では困難であり、ハード的整備と情報提供を併せた防災対策を講じることが望ましいと考えられる。

7. おわりに

本研究では都市経済的アプローチを用いて、災害危険度情報の提供下のもとで、家計の主観的な情報信頼度が立地均衡状態や社会的厚生水準に与える影響を検討した。その結果、都市内に混在する客観的な被災リスクのギャップが小さい(大きい)場合、すなわち q が大きい(小さい)場合の方が、情報提供の正のインパクトが小さい(大きい)ことが示された。また、防災対策の効率性を社会的厚生水準で計った場合、ハード的防災整備のみを行うよりも、災害危険度情報の提供を併せて行うか、または家計の主観的な情報信頼度によっては、情報の提供のみを行う方が効率的である場合が存在することが示された。な

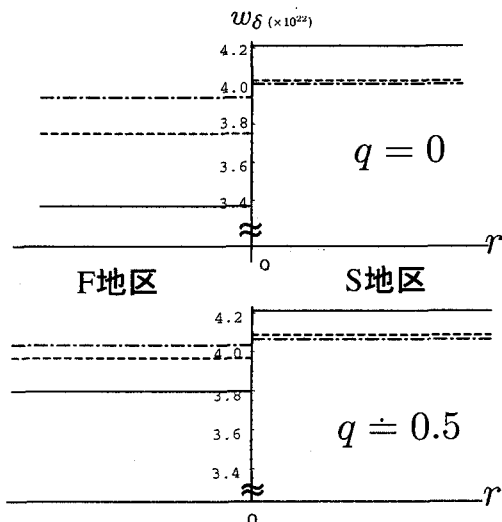


図3:情報の主観的信頼性と厚生水準の関係

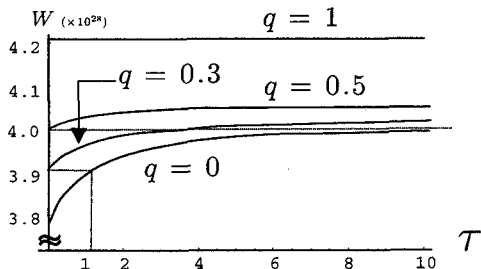


図4:情報の主観的信頼度と社会的厚生水準の関係

お紙幅の都合上、より一般的な解析・検討に関しては講演時に譲ることとする。

参考文献

- 1) 片田敏孝, 及川 康: 洪水経験と災害意識に着目した洪水ハザードマップの公表効果に関する研究, 土木計画学研究・講演集 21 (1), pp.331-334, 1998.
- 2) 東京大学新聞研究所編: 地震予知と社会的反応, 東京大学出版会, 1979.
- 3) Viscusi, K.W.: Rational Risk Policy, Oxford University Press, 1997.
- 4) 山口健太郎, 多々納裕一, 田中成尚, 岡田憲夫: 単一中心都市における甚大な災害リスクに関する情報の提供効果に関する分析, 土木計画学研究・論文集, No.16, 1999.