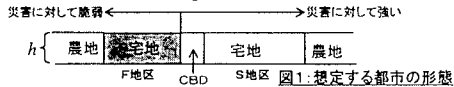


IV-62 ハザードマップの提供が立地均衡に及ぼす影響に関する一考察

京都大学大学院 学生員 ○ 山口 健太郎
 京都大学防災研究所 正員 多々納 裕一
 京都大学防災研究所 正員 岡田 憲夫

1 はじめに ハザードマップは災害時において発生する被害の程度を地図上に示したものである。このような情報を提供すれば、居住地の形成は提供前のそれと比べて異なるものとなる。本研究では、都市内の各地点が災害時においてどの程度の被害を被るかという情報が利用可能な場合と不可能な場合の家計の居住地選択行動をモデル化し、均衡における客観的な厚生水準を比較することによって公的機関による情報提供の効率性について考察することを目的とする。

2 モデル化の前提条件 都市内には2タイプの家計が存在し、タイプ $j(=1,2)$ の家計数 N_j は一定であるとする。また土地の所有形態は不在地主モデルを仮定する。さらに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。そこで本研究では図1に示すような幅 h の線形都市を想定し、CBDを挟んでS地区、F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。平常時には両地区のアメニティ水準 e は等しく $e=e_0$ であるが、災害時にはS地区ではアメニティ水準は低下せず e_0 にとどまるのに対し、F地区では e_1 に低下するものとする。



以上のような都市においてハザードマップが公開されている場合、家計はその情報を利用することにより平常時と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。しかしハザードマップが公開されない場合、家計は都市内のどの地点で災害時のアメニティ水準の低下が生じるかを知ることができず、主観的な判断の下で居住地を選択することになる。

都市域に居住するすべての家計は、都市内の交通機関によって都市中心部に位置するCBDに通勤するものとする。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。2タイプの家計は敷地規模に関する限界効用が異なる選好を有し、単位期間に同一額の(名目)所得を得ているものとする。

3 家計の居住地選択行動のモデル化

(1) 居住地選択行動モデル

a) 完全情報下の家計の期待効用

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 $\delta = +1(-1)$ 、CBDからの距離 r で表すことにする。タイプ j の家計の有する効用関数は敷地規模 $s(>0)$ 、合成財 $z(>0)$ 、アメニティ水準 e を用いて $u_j(s, z, e)$ と表されるものとし、災害時における効用を $u_j(s, z, e_1) = 0$ 、平常時の効用を $u_j(s, z, e_0) > 0$ と仮定する。また p を災害の生起確率とし、すべての家計はこれを共有情報として知っているものとする。ハザードマップの提供によって完全情報が得られると、各家計は各地区におけるアメニティの生起確率を確実に知ることができる。従って、位置 (δ, r) に居住するタイプ j の家計が、土地を s 、合成財を z 消費する場合の期待効用 $EU_{\delta,j}^i(s, z, r)$ は次式で与えられる。

$$EU_{+1,j}^1(s, z, r) = u_j(s, z, e_0) \quad (1)$$

$$EU_{-1,j}^1(s, z, r) = (1-p)u_j(s, z, e_0) \quad (2)$$

b) ゼロ情報下の家計の期待効用

ハザードマップの提供がなければ、家計はいずれの位置に立地しても等しい確率でアメニティ e_1 が生じると考える。災害が発生したという条件の下でアメニティ e_1 が生じると家計が予測する主観的確率を α (全家計一律)とおこう。このとき、タイプ j の家計の期待効用 $EU_{\delta,j}^0(s, z, r)$ は次式で与えられる。

$$EU_{\delta,j}^0(s, z, r) = (1-p+\alpha p)u_j(s, z, e_0) \quad (\delta = \pm 1) \quad (3)$$

いま、情報構造を添え字 i ($i=1$:完全情報、 $i=0$:ゼロ情報)で表示し、 $R_\delta^i(r)$:位置 (δ, r) における市場地代、 y :名目所得、 t :単位距離当たりの通勤費であるとする。このとき、タイプ j の家計の居住位置 (δ, r) における土地及び合成財の需要は、以下の問題の解 $s_j(R_\delta^i(r), y-tr)$, $z_j(R_\delta^i(r), y-tr)$ として与えられる。

$$\max_{s,z} EU_{\delta,j}^i(s, z, r) = V_{\delta,j}^i(R_\delta^i(r), y-tr) \quad (4)$$

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

また、情報構造 i の下で、位置 (δ, r) に居住するタイプ j の家計の主観的な厚生水準は上式の間接効用 $V_{\delta,j}^i(R_\delta^i(r), y-tr)$ の値として与えられる。さらにタイプ j の家計の居住位置の選択は、 $\max_{\delta,r} \{V_{\delta,j}^i(R_\delta^i(r), y-tr)\}$ の解 $(r, \delta) = (r_\delta^i, \delta^*)$ として与えられる。

(2) 土地利用均衡モデル

タイプ j の家計が情報構造 i の下で、地点 (δ, r) において与える付け値 $\Psi_{\delta,j}^i(r, u; p)$ は次式で定義される。

$$\Psi_{\delta,j}^i(r, u; p) = \max_{s,z} \left\{ \frac{y-tr-z}{s} \mid EU_{\delta,j}^i(s, z, r) = u \right\} \quad (6)$$

キーワード：ハザードマップ、居住地選択行動、立地均衡、情報提供

京都大学大学院 工学研究科 修士課程 (〒606-01 京都市左京区吉田, TEL 075-753-7531)

京都大学防災研究所 (〒611 宇治市五ヶ庄, TEL 0774-38-4035, FAX 0774-32-3093)

均衡土地利用状態において、都市内のタイプ j の家計はその立地点に依らず、以下に示すような同一の均衡効用水準 u_j^i を達成する。

$$u_j^i = V_{\delta,j}^i(\Psi_{\delta,j}^i(r, u_j^i; p), y - tr) \quad (7)$$

ここで均衡地代 $R_{\delta}^i(r)$ は、農業地代を R_A とすると以下のように表される。

$$R_{\delta}^i(r) = \max\{\max[\Psi_{\delta,j}^i(r, u_j^i; p)], R_A\} \quad (8)$$

すなわち均衡地代はすべての家計タイプが与える均衡付け値の最大値に一致する。以下、タイプ1の家計の与える均衡付け値曲線の勾配が、タイプ2のそれよりも大きいとしよう。このとき、タイプ1とタイプ2の家計の居住区域の境界からCBDまでの距離を $\bar{r}_{\delta,1}^i$ 、都市端からCBDまでの距離（都市境界距離）を $\bar{r}_{\delta,2}^i(\geq \bar{r}_{\delta,1}^i)$ と表せば以下が成立する。

$$\Psi_{\delta,1}^i(\bar{r}_{\delta,1}^i, u_1^i; p) = \Psi_{\delta,2}^i(\bar{r}_{\delta,1}^i, u_2^i; p) > R_A \quad (9)$$

$$\Psi_{\delta,2}^i(\bar{r}_{\delta,2}^i, u_2^i; p) = R_A \quad (10)$$

また、単位距離・都市の幅 h 当たりに住むタイプ j の家計の数は $h/s_j(\Psi_{\delta,j}^i(r, u_j^i; p), y - tr)$ となる。したがって $\bar{r}_{\delta,0}^i = 0$ とすれば、均衡土地利用状態においては都市内の家計数に関して次式が成立する。

$$N_j = \sum_{\delta=+1,-1} \int_{\bar{r}_{\delta,j-1}^i}^{\bar{r}_{\delta,j}^i} \{h/s_j(\Psi_{\delta,j}^i(r, u_j^i; p), y - tr)\} dr \quad (11)$$

したがって、都市内に複数タイプの家計が存在する場合の均衡土地利用は、式(8)～(11)を満たすような均衡効用水準 u_j^i 、距離 $\bar{r}_{\delta,j}^i$ 、地代 $R_{\delta}^i(r)$ を求めることで定まる。

(3) ハザードマップ提供の効率性の評価モデル

本研究では公的機関によるハザードマップの提供の効率性を論議するものであるから、客観的な厚生水準を評価の指標とする。ハザードマップが利用可能でない場合、F地区に住む家計は実際には $(1-p)$ の確率で $u_j^0/(1-p+\alpha p)$ を得、S地区に住む家計は1の確率で $u_j^0/(1-p+\alpha p)$ を得る。したがって、客観的な期待効用、すなわち1家計当たりの厚生水準 W^0 は以下のように与えられる。

$$w_j^0 = \frac{(1-0.5p)u_j^0}{1-p+\alpha p} \quad (12)$$

それに対し、完全情報が利用可能な場合、家計は1の確率で u_j^1 を得るため、1家計当たりの厚生水準は $w_j^1 = u_j^1$ と表わされる。さらに不在地主の厚生は、以下に示す不在地主の得ることができる総差額地代 TDR^i で計ることとする。

$$TDR^i = \sum_{j=1,2} \sum_{\delta=+1,-1} \left\{ \int_{\bar{r}_{\delta,j-1}^i}^{\bar{r}_{\delta,j}^i} h \{ \Psi_{\delta,j}^i(r, u_j^i; p) - R_A \} dr \right\} \quad (13)$$

4 モデル分析 効用関数を $u_j(s, z, e_0) = s^{a_j} z^{b_j}$ ($0 < a_j < 1, 0 < b_j < 1, j = 1, 2$) に特定化し、分析した結果を以下に示す。まず、情報非公開時の均衡地代曲線 $R_{\delta}^0(r) \equiv R^0(r)$ は災害生起確率 p や災害時におけるアメニティに対する家計の主観的態度 α に依存せず、また $p = 0$ のときに情報提供を行った場合の均衡地代曲線は、情報を提供しない場合の地代曲線 $R^0(r)$ と一致することがわかった。さらに情

報提供時には、非提供時と比べてS(F)地区の地代が災害生起確率 p の上昇とともに上昇(下落)し、都市境界距離はCBDから遠ざかる(接近する)こともわかった。ここで a_j は効用の土地消費量に対する弾力値($a_j = \frac{\partial u_j}{\partial s_j} \frac{s_j}{u_j}$)である。 $0 < a_j < 1$ であれば、 a_j が小さい家計の付け値曲線の勾配が、 a_j の大きい家計のそれを上まわり、CBD近傍に立地することがわかった。さらに a_j が小さい家計は、 a_j が大きい家計に比して、情報提供によってより安全な居住地選択を行おうとすることがわかった。また、情報を提供してもタイプ1の家計が居住地としてF地区を選択する可能性のある災害生起確率においては、情報の提供が全てのタイプの厚生水準を改善することがわかった。図2～4は $a_1 = 0.3, b_1 = 0.7, a_2 = 0.7, b_2 = 0.3$ と設定を行って得られた結果である。

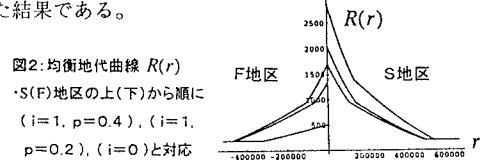


図2: 均衡地代曲線 $R(r)$

・S(F)地区の上(下)から順に
($i=1, p=0.4$), ($i=1, p=0.2$), ($i=0$)と対応

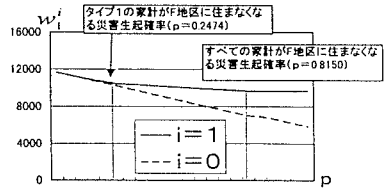


図3: 情報提供に関する厚生水準の比較(家計タイプ1)

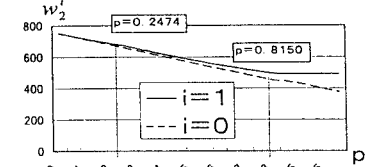


図4: 情報提供に関する厚生水準の比較(家計タイプ2)

4 おわりに $0 < a_j < 1$ として分析を行った結果、1) ハザードマップ提供が、災害に対して脆弱な地区への人口・資産の集積を軽減すること、2) ハザードマップ提供時には、効用の土地消費量に対する弾力値の低い家計が、高い家計に比して、より安全な地区を居住地として選択すること、3) 単一家計タイプのみの家計を想定した場合、ハザードマップ提供が必ずしも客観的な厚生水準を改善するとは限らないことがわかっていて¹⁾、複数家計タイプが存在する場合、 $0 < a_j < 1$ を仮定すれば、いかなる災害生起確率においても客観的な厚生水準を改善すること等の知見を得た。今後は $a_j > 1$ の場合も考慮し、ハザードマップの提供が効率的ではない場合についての考察を加えると同時に、解析的な分析を試み、より一般的な知見を得たいと考える。

[参考文献] 1) 山口, 多々納, 岡田: 災害危険度に関する情報提供下における家計の立地均衡モデル, 土木学会関西支部講演概要, 1998.