

空間的にばらつきのある災害リスクを考慮した 保険料率と立地誘導に関する研究

有馬 潤太¹・塚原 健一²・吉田 惇³・秋山 祐樹⁴

¹学生会員 九州大学大学院学生 工学府 都市環境システム工学専攻
(〒819-0395 福岡市西区元岡 744 ウェスト 2 号館 1005)
E-mail: kokudoseisakubousai@gmail.com

²正会員 九州大学大学院教授 工学研究院 附属アジア防災研究センター
(〒819-0395 福岡市西区元岡 744 ウェスト 2 号館 1005)
E-mail:tsukahara@doc.kyushu-u.ac.jp

³正会員 九州大学大学院助教授 工学研究院 環境社会部門
(〒819-0395 福岡市西区元岡 744 ウェスト 2 号館 1005)
E-mail:j-yoshida @doc.kyushu-u.ac.jp

⁴正会員 東京大学助教 空間情報科学研究センター
(〒277-8568 千葉県柏市柏の葉 5-1-5 東京大学柏キャンパス総合研究棟 4 階 404 号室)
E-mail:aki@iis.u-tokyo.ac.jp

近年の豪雨災害において、ハザードマップ等により危険性がすでに指摘されていた地域で甚大な被害が発生している。この原因として河川を中心に市街地がすでに形成されており、規制等で立ち退きを強いるのが難しい点が挙げられる。さらには、災害危険度の高さに起因する地価の低さを求めて逆に立地選択されるというケースも想定される。その中で本研究では、保険料率変更によるリスクコントロールに着目し、その効果を推計することを目的とする。

具体的には都道府県単位で料率が一律である保険料を、水災害危険度に応じた料率にした場合に起こる、立地誘導効果の測定を行った。手法としては、想定浸水深に基づいて算出した保険料率を導入する前後での世帯の移動を都市経済モデルで示す。

Key Words: Flood risk, Urban Economic model, Population distribution, Flood insurance

1. はじめに

我が国では近年、大規模な豪雨災害の多発に伴い、各自治体を中心となりハザードマップ作成などを通して危険の周知を行っている。一方で、昨年の西日本豪雨を始めとした災害で、危険性を指摘されていた地域で数多くの犠牲者・甚大な被害が出ているという現状がある。

その原因の 1 つとして、災害危険度が高い地域の地価の低さを挙げる。災害以外の要素が同じ場合、災害危険度が高い地域は安全な地域よりも地価が低くなる傾向があり、地価の低さを求めて災害危険度の高い地域に住んでしまうケースがあると推測する。しかしながら、河川に沿って市街地が形成されている町が日本では多いため、災害安全度が低い居住や開発に対して規制をかけるのは難しいのが現状である。¹⁾

また災害に対する保険制度に関しても、近年の自然災害の多発による保険金支払いの増額が原因で、保険料は上昇している。

その中で私は、災害危険度の高低が場所によって詳細に異なるにも関わらず、水災保険の保険料率は都道府県単位で一律である点に注目した。現在、災害発生時における保険会社が支払う保険金は被害の大小により異なるにも関わらず、保険料は一律である。この事実は、危険度が高いエリアに住む人の保険料を危険度が低いエリアに住む保険料の人が負担していることを意味している。一方で、自動車保険に関しては、保険契約者が負担する保険料が用途・車種、年齢条件、過去の事故歴などの個々のリスクの差異に応じたものになるように料率区分を設けているのが現状である。

2. 先行研究

水災害の被害と土地利用を扱う研究としては、椎葉らが土地の利用を規制した場合の、世帯の立地選択行動や地主の不動産供給行動をモデル化した立地均衡モデルで評価している。²⁾

水災保険に関する既往研究としては、吉岡らが日本と諸外国の保険制度と比較する中で、外国の制度を日本に適用した場合の保険料率を算出している。³⁾

またリスクに応じた保険料率にした場合のメリットデメリットに関する見解に関しても財務省がまとめている。この中で、保険料をリスクに応じた料率に変更するメリットの1つとして、立地誘導効果に言及している。⁴⁾

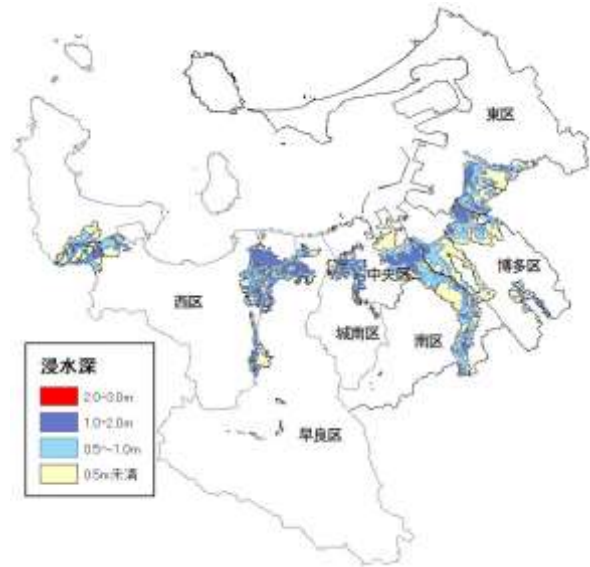


図-1 福岡市の区分けと浸水深

3. 本研究の位置づけ

本研究では、水災保険料を危険度に応じた料率にした場合、地価の低さを求めて災害危険度に高い地域に住む人が、安全な地域へ移住するという立地誘導効果に着目し、定量的に示すことを目的とする。

本研究も水害対策を行う上で、居住地選択に対してモデル式を用いて分析する点については先行研究と同様である。しかしながら、危険度に応じた保険料を実際に算出した点、住居に関する詳細なデータを用いることで、単純なモデル式によって現況の値に近い分析を行ったことなどにおいて新規性がある。住居に関するデータについては、建物ポイントデータと呼ばれる、従来のメッシュ統計よりも詳細なマイクロジオデータを活用した。⁵⁾ 具体的には建物用途、部屋数、床面積などの建物の属性及び、居住者の属性を含む建物データである。この値を現況の値として本研究では用いる。

4. 水害危険度に応じた保険料の算出

本研究では、治水経済マニュアル⁶⁾により定義された浸水深別被害率に比例して料金が課されるように、以下3点の仮定と前提条件に基づき保険料を算出した。

- ①福岡市内の全世帯が水災保険に加入するものとする。
- ②全世帯の保険金額が1000万円であるとする。
- ③現状と同じく料率が一律であり、全員加入する場合の料率を、国土交通省が算出した0.118とする。³⁾

上記3点の仮定に基づき、1世帯当たり1180円の保険料を福岡市の全770403世帯が支払う場合の保険料の合計額909075540円と、被害率に基づいて算出した全世帯の保険料の合計値が等しくなるように新しい保険料を定め、表-1に示した。なお福岡市の浸水深は、国土数値情報より、各浸水深のエリア内の世帯数は建物ポイントデータを集計した現況の値から求めた。

表-1 被害率に応じた保険料

	被害率	世帯数	現保険料	新保険料
非浸水エリア	0	522187	1180	0
0.5m未満	0.042	108728		1053
0.5~1.0m	0.167	88152		4188
1.0~2.0m	0.330	51256		8275
2.0~3.0m	0.636	80		15948
合計		770403		

5. 現況に基づく立地選択行動のモデル化

まず福岡市を7つの区ごとにエリア分けし、さらにそれぞれの区を浸水深別に「4.水災危険度に基づく保険料の保険料の算出」と同様5ランクに分け、福岡市を35エリアに分割した。このうち、浸水区域が存在しない東区、博多区、中央区、城南区の2.0m以上のエリアは除外した。各エリアで、平均地代、平均敷地面積、通勤費用、水災保険料を算出し、単一中心都市モデルを用いた。

(1) 都市経済モデル

本研究では、アロンゾ⁷⁾の単一中心都市モデルにおいて、予算制約式の中に水災保険料を組み込むことで、保険料が市内の世帯分布に及ぼす影響を表現した。また、以下の2点の仮定に基づき世帯の移動を定量評価した。

- ①世帯は同質であり、単一の中心業務地区(CBD)で働き同一の所得を得ると仮定する。今回はCBDを博多駅と天神駅のエリアであるとする。
- ②さらに対象地域に在住する世帯の総数は一定であるとする(閉鎖型都市の仮定)。

(2) 世帯の行動の定式化

全世帯は CBD で就業し、所得 I を得ている。エリア x に住む世帯は効用 U_x を最大化するように、ニュメール合成財消費量 Z と床消費量 h_x を決定する。ここで準線形効用関数を仮定すると、効用最大化問題は以下のように定義される。

$$\max (U_x = Z_x + b \cdot \ln h_x) \quad (1)$$

$$\text{s.t. } I = Z_x + R_x \cdot h_x + T_x + M_x \quad (2)$$

ここで、 $x=1\sim 35$ (全ゾーン数)、 U_x はエリア x を選択したときに得られる効用、 Z_x を価値基準財 (ニュメール財)、 h_x をエリア x の平均床消費量 [m^2]、 b をパラメータ [円] とする。

また、 R_x をエリア x の地代 [円/ m^2 /年]、 T_x はエリア x における中心業務地区 (CBD) までの通勤費 [円/年]、 M_x をゾーン x における水災保険料 [円/年] とする。これを解くことで合成財と床の消費量が次式で与えられる。

$$Z_x = I - b - T_x - M_x \quad (3)$$

$$h_x = \frac{b}{R_x} \quad (4)$$

(3)、(4) を効用関数 b に代入することで、間接効用関数 $V'(x)$ を得る。市場均衡では各エリア ($x=1\sim 35$) の効用水準は等しいため、 $V'(x) = V$ となる。

総人口条件は

$$N = \int_0^X n(x) \quad (5)$$

住宅地と農地の境界では、住宅地の地代 R_x と農地の地代 r が一致する

$$R(x) = r \quad (6)$$

(3) 保険料変更前後での世帯分布の推定

本研究で想定している保険料の変動は、水害危険度の高い地域の居住者に課せられる消費が増えることで表現する。この保険料変更による影響を、予算制約式の水災保険料 M_x の変動させることにより表現する。

水災保険料が一律として算出した各エリアの床消費量を h_x 、水災保険料を危険度に応じて変動させた場合の各エリアの床消費量を h_x' とする。ここで各エリアの総床消費量を H_x とすると、 M_x が全エリアで一律の場合の世帯数 N_x 、 M_x がエリアごとに異なる場合の世帯数 N_x' はそれぞれ以下のように表される。

$$N_x = \frac{H_x}{h_x} \quad (7)$$

$$N_x' = \frac{H_x}{h_x'} \quad (8)$$

(4) 保険料変更の前後での効用水準と世帯数の関係

a) 保険料が一律の場合

間接効用関数 V は、地代 R 、床消費量 h 、通勤費 T 、水災保険料 M から算出する。よって効用水準の V と各エリアの効用水準の関係は以下のように示される

$$V = I - b - T - M + b \cdot \ln\left(\frac{b}{R}\right) \quad (9)$$

b) 保険料がエリアにより異なる場合

本研究の都市経済モデルにおける、世帯が同一であるという仮定、さらには閉鎖型都市の仮定から得られる保険料を、変更後の各エリアの効用水準 U_x' ($x=1\sim 35$) が一定であること、さらには福岡市の世帯数の総数は保険料の変更の前後で変化しないため、

$$\sum_{x=1}^{35} N_x = \sum_{x=1}^{35} N_x' \quad (10)$$

(5) 立地誘導効果の推定

保険料一律の場合の各エリアの世帯数 N_x と保険料変更後の各エリアの世帯数 N_x' の差を立地誘導効果 ΔN_x とする。よって ΔN_x は以下の式で求められる。

$$\Delta N_x = N_x - N_x' \quad (11)$$

(6) 使用したデータ

地代については、国土数値情報の平成 30 年における地価データを利用した。

所得については、住宅土地統計調査に収録されている世帯の年間収入階級をダウンロードし福岡市の平均年収を算出した。

都市中心部までの交通費については、福岡市内では鉄道 (JR 鹿児島本線、JR 筑肥線、地下鉄空港線、地下鉄七隈線) により通勤しており、同一区内では通勤費は一律であると仮定する。ゾーン内のなるべく中心になるように設定した最寄り駅から、天神駅または博多駅のうち近い駅までの金額から算出した。

現況の床面積供給量については、建物ポイントデータに収録されている、各建物の延べ床面積から得た。合計床消費量 H_x はエリア内の全世帯の床消費量を総じて算出した。

表-2 通勤費, 保険料, 保険料変更前後での再現床消費量と再現世帯数

		エリア名	b	通勤費 tx (円)	保険料 Mx (円)	エリア内の合計 床消費量Hx (㎡)	床消費量 hx (㎡/N)	世帯数 Nx	新床消費量 hx' (㎡/N')	新世帯数 Nx'	誘導効果 ΔNx
東区	非浸水エリア	エリア1	734110.51	138000	0	9556866	80.73	118374	80.60	118567	194
	0~0.5m	エリア2		138000	1053	763768	80.73	9460	80.72	9462	2
	0.5~1.0m	エリア3		138000	4188	516099	80.73	6393	81.06	6367	-26
	1.0~2.0m	エリア4		138000	8275	285658	80.73	3538	81.52	3504	-34
博多区	非浸水エリア	エリア6		96000	0	6881137	76.25	90250	76.12	90398	148
	0~0.5m	エリア7		96000	1053	2974073	76.25	39007	76.23	39014	8
	0.5~1.0m	エリア8		96000	4188	1621281	76.25	21264	76.56	21178	-86
	1.0~2.0m	エリア9		96000	8275	372509	76.25	4886	76.98	4839	-47
中央区	非浸水エリア	エリア11		0	0	4951024	66.90	74007	66.79	74128	121
	0~0.5m	エリア12		0	1053	2508939	66.90	37503	66.89	37511	7
	0.5~1.0m	エリア13		0	4188	2440752	66.90	36484	67.17	36336	-148
	1.0~2.0m	エリア14		0	8275	1690004	66.90	25262	67.55	25020	-242
南区	非浸水エリア	エリア16		126000	0	6455134	79.43	81273	79.30	81406	133
	0~0.5m	エリア17		126000	1053	1420436	79.43	17884	79.41	17887	4
	0.5~1.0m	エリア18		126000	4188	1073405	79.43	13515	79.75	13460	-55
	1.0~2.0m	エリア19		126000	8275	251930	79.43	3172	80.19	3141	-30
	2.0~3.0m	エリア20		126000	15948	4528	79.43	57	81.04	56	-1
西区	非浸水エリア	エリア21		318000	0	4929399	103.17	47780	103.00	47858	78
	0~0.5m	エリア22		318000	1053	361188	103.17	3501	103.15	3502	1
	0.5~1.0m	エリア23		318000	4188	574915	103.17	5573	103.59	5550	-23
	1.0~2.0m	エリア24		318000	8275	835136	103.17	8095	104.17	8017	-78
	2.0~3.0m	エリア25		318000	15948	117	103.17	1	105.26	1	0
城南区	非浸水エリア	エリア26		180000	0	3789490	85.49	44328	85.35	44400	72
	0~0.5m	エリア27		180000	1053	384402	85.49	4497	85.47	4497	1
	0.5~1.0m	エリア28		180000	4188	255306	85.49	2986	85.84	2974	-12
	1.0~2.0m	エリア29		180000	8275	74197	85.49	868	86.32	860	-8
早良区	非浸水エリア	エリア31		156000	0	5818469	82.74	70324	82.60	70439	115
	0~0.5m	エリア32		156000	1053	709845	82.74	8579	82.72	8581	2
	0.5~1.0m	エリア33		156000	4188	729635	82.74	8819	83.08	8783	-36
	1.0~2.0m	エリア34		156000	8275	495429	82.74	5988	83.54	5930	-57
	2.0~3.0m	エリア35		156000	15948	1777	82.74	21	84.42	21	0

床消費量 hx が求められる。

また、各エリアの再現世帯数 Nx も(7), (8)式から表-2のように求めた。

6. 立地誘導効果の計測

a) パラメータ b の算出

(4) 式より、現況の福岡市の平均床消費量に福岡市の平均地代を乗じて b を算出する。

使用したデータに記述した通り、国土数値情報の公示地価データと建物ポイントデータを用ると、福岡市の平均床消費量 $h=81.49$, 平均地価 $R=360334.13$ より、 $b=29364420.55$ と算出された。

ここで、住居を 40年サイクルで建て替えると仮定する。本研究で用いる交通費や保険料に関しては、1年あたりで算出するため、福岡市内の世帯が地代にいくら払うかというパラメータである b についても1年あたりの値を用いる必要がある。よって上記の値を 1/40 した、 $b=734110.51$ を用いる。

b) 一律の保険料の場合の床消費量の算出

(3) 式において、 b , 通勤費, 床消費量の福岡市における平均値を代入して V を求めた。また、床消費量 hx を変数、その他の要素に関しては現況の値を代入し Ux を与え、 $V=Ux$ を解くと、表-2に示した各エリアの再現

c) 危険度に応じた保険料の場合の床消費量の算出

床消費量 hx' を変数、表-1で求めた Mx , 他の要素に関しては現況の値を与えることで、各エリアの効用水準 Ux' を求めた。ここで、(10)式より各エリアの再現床消費量 hx' , さらに再現世帯数 Nx' は表-2のように算出される。

d) 立地誘導効果

b 及び c)で求められた Nx と Nx' の値、さらには(11)式より、水災保険料を変動させる前後での立地誘導効果は、表-2の ΔNx に示した。

e) 現況世帯数と再現世帯数との比較

都市経済モデルによって算出される世帯数を再現世帯数、建物ポイントデータの部屋数から得られる世帯数を現況世帯数とする。図-2は再現世帯数と現況世帯数とを比較したものである。

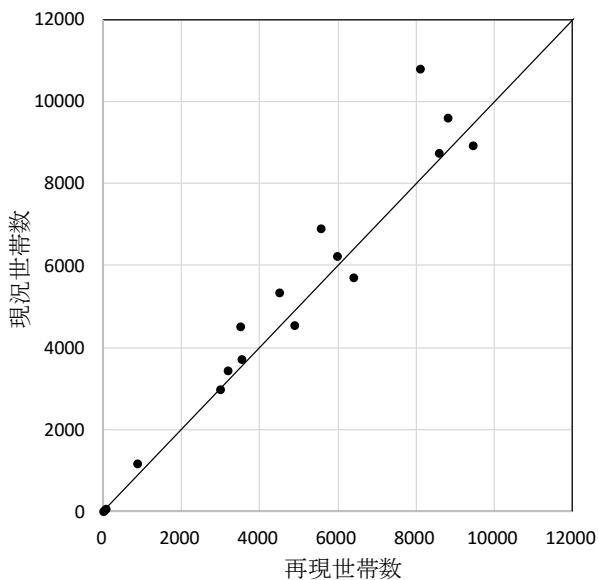


図-2 再現世帯数と現況世帯数の比較

7. 結論

本研究では、水災保険料を考慮したシンプルな単一中心都市経済モデルを作成し、これを福岡市に適用する中で、水災保険料変更による立地誘導効果を推計した。

分析の結果、浸水深に応じた被害率に比例した保険料を導入するだけでは、浸水深が大きいエリアであっても、2%程度の人口移動しか得られないことが判明した。もし、災害安全性をより高める水災保険料を定めるなら、被害率に比例させるだけでなく、水災危険性の高いエリアへの保険料を更に上乘せさせる必要がある。

また推計手法については、単純なモデル式に基づいて値の推計を行った中で、建物ポイントデータを用いることにより、より現況に即した推計結果が得られたと考えている。ばらつきについては、図-2に示したように、現況の値との間に生じることが分かった。

この現況との差をさらに小さくするための今後の課題として、本研究では同一と仮定した所得についても、各エリアでの違いを考慮して、誘導効果の算出を行うことが求められる。また、本研究では一律と仮定した同一区内の通勤費についても、エリアごとに詳細に定める必要があると考える。

また、洪水危険性が福岡市より高い他都市における同様のモデルによる誘導効果や、保険料率の設定方法の見直しをする中での誘導効果を再度算出することを通して、保険料率変更による立地誘導の実現可能性について検討する必要があると考える。

謝辞：本研究は東大 CSIS 共同研究 No.784 の成果の一部である。また、東京大学空間情報科学研究センターによるデータの活用機会を得た記して謝辞を表す。

参考文献

- 1) 日本経済新聞：浸水想定地に住宅誘導 まち集約の自治体9割で、2018.9.1.
- 2) 市川温，松下将士，堀智晴，椎葉允晴：水災害危険度に基づく土地利用規制政策の威容便益評価に関する研究，2007.1.
- 3) 吉岡和徳，湧川勝己，柳澤修，内桑嘉彦，熊谷利彦，藤堂正樹：洪水保険制度の諸外国との比較および考察，2002.6.
- 4) 財務省：地震保険制度に関するプロジェクトチームにおけるこれまでの議論の中間的整理，2012.7.
- 5) 秋山祐樹，仙石裕明，柴崎亮介：大規模地震時における国土スケールの災害リスク・地域災害対応力評価のためのミクロな空間データの基盤整備，第47回土木計画学研究発表会・講演集，2013.
- 6) 国土交通省 河川局：治水経済マニュアル（案）pp.54，2005.4.
- 7) Alonso, W. : Location and Land Use, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1964.

The effect of location management by changing insurance rate considering spatially distributed disaster risk Junta ARIMA, Kenichi TSUKAHARA, Jun YOSHIDA, and Yuki AKIYAMA

In recent heavy rain disasters, severe damage has occurred in areas where hazards have already been pointed out by hazard maps. This is because urban areas are already formed around rivers and it is difficult to force eviction due to regulations. Furthermore, it is also assumed that the location is selected on the contrary because of low land prices due to high disaster risk. In this study, we focus on risk control by changing the insurance rate and aim to estimate the effect.

In particular, we measured the site-inducing effect that occurs when insurance premiums that are the same for each prefecture are set to rates that correspond to the risk of water disaster. As a method, we show the movement of households before and after introducing the insurance rate calculated based on the assumed inundation depth by using the urban economy model.