

小田原都市圏における浸水リスクと 企業・家計の立地行動の関係を 考慮した都市モデル

野口 脩平¹・山田 政義²・木暮 洋介³・高森 秀司⁴・佐藤 徹治⁵

¹ 学生会員 千葉工業大学大学院創造工学研究科都市環境工学専攻(〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1)

E-mail: s19B2093av@s.chibakoudai.jp

² 非会員 千葉工業大学大学院創造工学研究科都市環境工学専攻(〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1)

E-mail: s19B2119ue@s.chibakoudai.jp

³ 正会員 八千代エンジニアリング株式会社(〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8)

E-mail: ys-kogure@yachiyo-eng.co.jp

⁴ 正会員 八千代エンジニアリング株式会社(〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8)

E-mail: takamori@yachiyo-eng.co.jp

⁵ 正会員 千葉工業大学教授 創造工学部都市環境工学科(〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1)

E-mail: tetsuji.sato@it-chiba.ac.jp

近年、気候変動により、豪雨に伴う浸水リスクが増加傾向にあり、実際の浸水被害も頻発している。人口減少社会を背景に都市構造改変も必要となる中、土地利用施策による浸水リスク低減への寄与も重要である。そこで本研究では、浸水リスク・各種ソフト対策が人口分布および企業分布に及ぼす影響を推計可能な立地均衡型都市モデルを構築することを念頭に、人口分布推計モデルの構築・企業分布推計モデルの構築に向けた基礎的検討を行った。小田原市および周辺市町を対象とする人口分布推計モデルを構築し、将来の人口分布推計を行った結果、ソフト対策を実施しない場合、2045年時点においても浸水エリアに多数の人口が存在していることなどが示された。

Key Words: *Urban economic model, flood risk, distribution of population*

1. はじめに

近年、気候変動により、全国的に豪雨の回数が増加傾向にある。気象庁¹⁾のデータによると、最近10年間(2013~2022年)と統計期間の最初の10年間(1976~1985年)の発生日数を比較すると、全国の1時間降水量50mm以上は約1.5倍、同100mm以上は約2.0倍、全国の日降水量200mm以上は約1.5倍、同400mm以上は約1.9倍の出現頻度となっており、増加の傾向が明瞭に現れている。さらに、2015(平成27)年の関東・東北豪雨、2018(平成30)年の西日本豪雨、2019(令和元)年の東日本台風、2020(令和2)年の7月豪雨など、豪雨に伴う河川氾濫も頻発しており、甚大な人的・物的被害が発生している。そのため、洪水等の水害リスクに対する対策がより一層重要になっている。水害対策としては、堤防・ダムの整備等のハード対策が基本である。

一方、わが国では、今後一層人口減少と高齢化が進展することが確実視されており、ハード対策の財源が限られることが予想される。このため、今後の水害リスク上昇に対して、その都度ハード対策のみで対応していくことは現実的ではない。こうした背景から、浸水リスクへの抜本的な対策として、補助金による移転誘導等の土地利用施策への期待が高まっている。

実際に低リスク区域への企業や家計の移転等の土地利用施策を推進するためには、相当の期間及び費用が必要になる。また、現行の法体制において、立地主体に対し土地利用を規制するには相応の対応が伴うことも踏まえる必要がある。ただし、上述したとおり人口減少・少子高齢化社会における浸水リスク低減に資する取り組みは重要であり、土地利用施策による寄与の可能性あるいは限界に関する検討は意義がある。

このような検討を行う場合、施策と将来の人口分布・

企業分布の関係のモデル化とシミュレーションによる評価が有用である。モデル化やシミュレーションに際しては、企業・家計の立地選択に関する信頼性の高いデータが不可欠である。しかし、水害リスクの認知レベルと立地選択との関係については明らかとなっていない部分も多いだけでなく、RP (Revealed Preferences: 顕示選好) データのみから因果関係等を推定することは容易でない。従って、水害リスクへの意識が企業・家計の立地選択にどのような影響を及ぼすかを把握するためには、アンケート調査等を通して SP (Stated Preferences: 表明選好) データを収集する必要があると考えられる。また、収集したデータに基づいて立地モデルを構築し、施策介入による立地選択行動への影響が議論可能な分析フレームワークを確立してゆくことは、インフラ分野における喫緊の課題と言える。

そこで本研究は、浸水リスクや補助金による移転誘導等のソフト対策が人口分布および企業分布に及ぼす影響を推計可能な立地均衡型都市モデルを構築することを念頭に、モデルの枠組みの提示と試算等の基礎的な検討を行うことを目的とする。具体的には、神奈川県小田原市および周辺市町を対象として、人口分布推計モデルの構築、構築したモデルを用いた将来の人口分布推計および浸水リスクとの関係把握、企業分布推計モデルの構築に向けた基礎的な検討を行う。

2. 対象地域

対象地域は、小田原都市圏として経済活動が成立している神奈川県小田原市および周辺の市町(南足柄市、大井町、松田町、山北町、開成町、真鶴町、湯河原町、箱根町)の9市町とする。

対象地域は、人口と企業が一定程度存在し、地域生活圏に該当する。また、小田原市中央部を南北に貫流する二級河川の酒匂川が存在し、霞提の存在が確認されるなど、浸水リスクに対応しながらまちが形成されてきた経緯がある。

3. 本研究の位置づけ

浸水リスクを考慮した家計の立地選択モデルに関する既往研究としては、今井ら(2016)⁴⁾、寺本ら(2010)⁵⁾が挙げられる。今井らは、浸水リスクを考慮した都市内人口分布モデルを構築し、富山県富山市における2010年～2040年までの将来の世帯・人口分布推計を行った。また、土地利用施策等のソフトな浸水リスク軽減対策が人口分布に及ぼす影響を分析した。寺本らは、世帯の所得分布を考慮できるよう立地均衡モデルを拡張し、これを用いて寝屋川地域における土地利用規制の費用便益分

析を行うとともに、土地利用規制が世帯に与える影響を所得の違いに応じて分析した。しかし、これらの既往研究では、実際の浸水被害に大きな影響を及ぼすと考えられる住宅タイプ別の不在地主による選択行動が考慮されておらず、企業の移転可能性も評価されていない。

一方、企業の立地選択モデルに関する既往研究としては、武藤ら(2000)⁶⁾、田中ら(2010)⁷⁾が挙げられる。武藤らは、家計および企業による土地需要、不在地主による土地供給、立地均衡と、交通均衡が理論的に整合する応用都市経済(CUE)モデルを構築し、名古屋都市圏の環状道路整備評価を実施した。また、環状道路の立地への影響だけでなく、雇用創出や企業生産の拡大などの影響が最終的に家計の実質所得をどれだけ増大させたのかを分析した。田中らは、京阪神都市圏において行われた物資流動調査のデータを用いて、物流施設の立地選択モデルを構築し、対象地域内での物流施設の立地可能性を1kmメッシュ単位で計測した。しかし、これらの既往研究のモデルでは、浸水リスクを考慮していないため、ソフト対策による低リスク箇所への都市活動(企業・家計)の移転を評価できない。

本研究では、ソフト対策による低リスク箇所への都市活動の移転を評価することを念頭に、浸水リスクを考慮した世帯・企業分布が推計可能な立地均衡型都市モデルの枠組みを示す。また、すべての住宅タイプ市場を住宅床ベースで統合することで、既往研究では考慮されていない不在地主による住宅タイプの選択行動を考慮した立地均衡型人口分布推計モデルを構築する。

4. 立地均衡型都市モデルの概要

最終的に目指すモデルでは、企業の立地選択行動、家計の立地選択行動、不在地主の土地供給行動、業務地市場および住宅床市場の需給均衡を仮定する。なお、今井ら⁴⁾における立地均衡モデルでは住宅タイプ毎の立地均衡を仮定しているが、本研究では不在地主による住宅タイプの選択行動を考慮し、すべての住宅タイプ市場を住宅床ベースで統合する。また、企業分布が人口分布に及ぼす影響、浸水リスクが企業による業務地の需要、家計による住宅床の需要に及ぼす影響を考慮するとともに、人口の自然増減・域外社会移動も加味し、時系列の企業分布・人口分布を推計可能なものとする。

立地均衡型都市モデルの全体的な枠組みを示したモデルフローを図-1に示す。

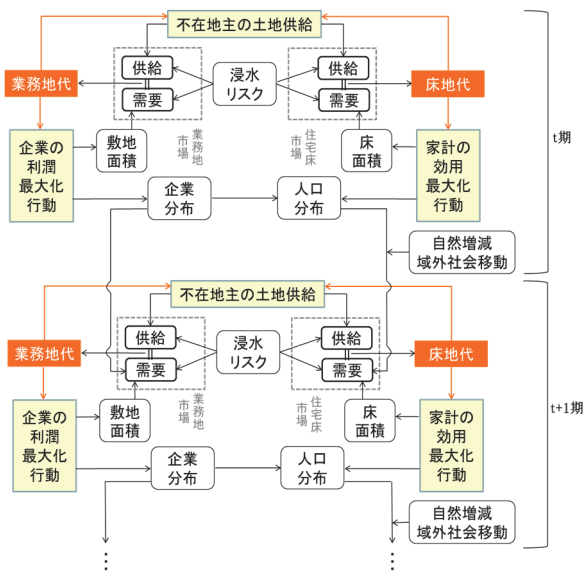


図-1 立地均衡型都市モデルのフロー

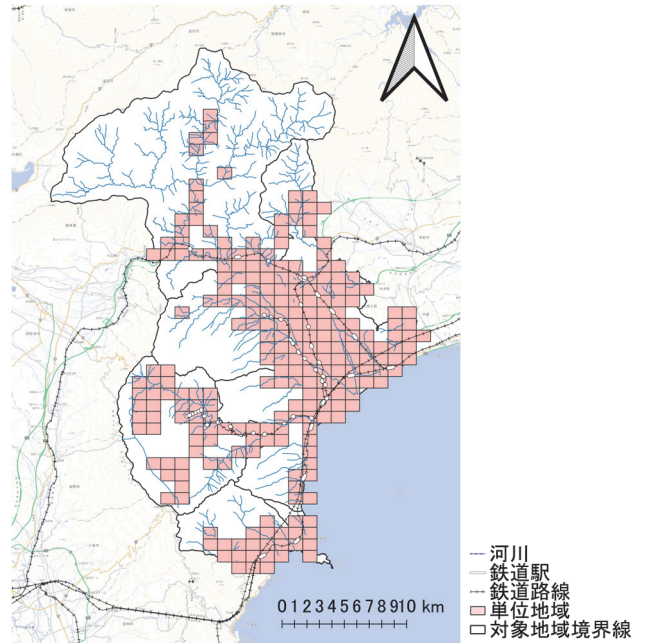


図-3 対象地域とゾーン区分

5. 人口分布推計モデルの構築

(1) 人口分布推計モデルの概要

人口分布推計モデルでは、家計の立地選択行動・不在地主の住宅床供給行動・住宅床市場の需給均衡を仮定する。また、不在地主による住宅タイプの選択行動を考慮し市場を統合する。さらに、人口の自然増減・域外社会移動も加味し、将来時系列の人口分布を推計可能なものとする。人口分布推計モデルのフローを図-2に示す。

(2) 単位地域

分析の単位地域は、小田原市および周辺の市町（南足柄市、大井町、松田町、山北町、開成町、真鶴町、湯河

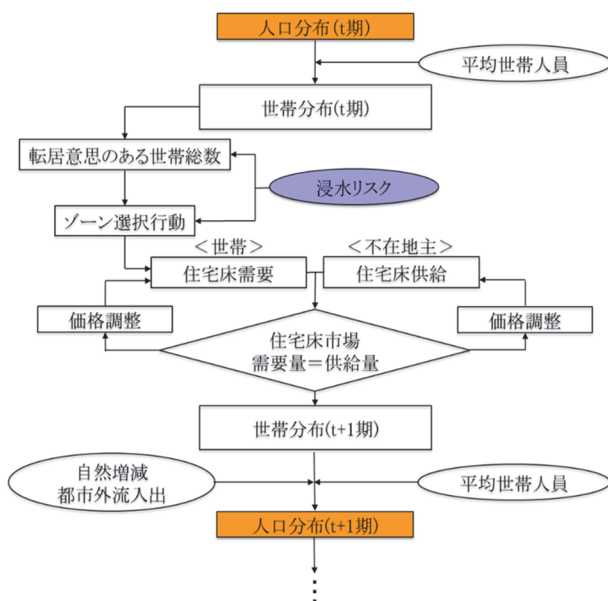


図-2 人口分布推計モデルのフロー

原町、箱根町)の9市町における2015年時点で人口と供給可能床面積が存在する1kmメッシュとする。対象地域とゾーン区分を図-3に示す。

(3) 人口分布推計モデルの定式化

a) 転居先地域の選択確率

各世帯の転居先地域選択は、各転居先候補地域における効用水準を基に多項ロジットモデルで決定されると仮定する。転居先地域選択確率を(1)式、各地域の効用水準を(2)式に示す。

$$P_{i,h} = \frac{\exp(V_{i,h} + \tau_{i,h})}{\sum \exp(V_{i,h} + \tau_{i,h})} \quad (1)$$

$$V_{i,h} = f(R_{i,h}, \mathbf{Z}_{i,h}, FR_{i,h}) \quad (2)$$

ここで、 s はゾーン、 h は住宅タイプ、 P は転居先地域選択確率、 V は部分効用、 τ はその他の効用、 R は地価・住宅価格・賃料、 \mathbf{Z} は住環境評価ベクトル、 FR は水害リスク指標である。

b) 住宅床需要量

各ゾーンの住宅床の需要は、各ゾーンに転入する世帯数に1世帯あたりの住宅床面積を掛け合わせることで求められる。t+1年の住宅床需要面積を(3)式、t+1年の世帯数を(4)式に示す。

$$D_{i,h,t+1} = l_{i,h} \sum_r N_{j,h,t}^* P_{i,h} \quad (3)$$

$$N_{i,h,t+1} = N_{i,h,t} - N_{i,h,t}^* + \sum_j N_{j,h,t}^* P_{j,h} \quad (4)$$

ここで、 i, j はゾーン、 D は住宅床需要面積、 N は世帯数、 l は1世帯あたりの住宅床面積、 N^* は転居意思あ

りの世帯数である。

c) 住宅床供給量

地主の住宅床供給量は、(5)式に示すとおり、地代によって変化すると仮定する。

$$S_{i,t} = \left(1 - \frac{\delta_i}{R_{i,t}}\right) Y_{i,t} \quad (5)$$

ここで、 S は住宅床供給量、 δ はパラメータ、 Y は供給可能床面積である。

d) 住宅床市場の需要と供給

不在地主が供給する住宅タイプの選択行動を考慮し、各ゾーンにおいて、すべての住宅タイプの住宅床需要面積の合計と住宅床供給面積が一致するように住宅床市場で価格調整が行われ、最終的に立地面積が決定されることとする。 t 年における住宅床の需要と供給の均衡を(6)式に示す。

$$\sum_h D_{i,h,t}(R_{i,t}) = S_{i,t}(R_{i,t}) \quad (6)$$

(4) プレアンケート調査

人口分布推計モデルの構築に向けて、家計の住宅床需要の要因を把握するため、小田原市および周辺の市町(9市町)在住の家計を対象にプレアンケートを実施した。アンケート調査項目および各種立地条件を表-1、表-2に示す。調査は、2022年10月28日～11月4日に、民間リサーチ企業に依頼して9市町在住の同企業のモニターに対してWEB調査により実施し、1152サンプルの有効回答を得た。

また、転居先選択における各種立地条件の重要度を図-4に示す。「非常に重要」と「ある程度重要」を選択した割合は、「①食品スーパーまでの近さ」「最寄り駅までの近さ」が80%以上で、転居時の重要な項目となっていることが示唆される。「①通勤・通学先までの近

表-1 プレアンケート調査項目

1. FACE情報	
・居住地	・浸水被害経験の有無
・世帯人数・続柄	・浸水被害後も住み続けたか否か
・現住居の住居タイプ	・浸水リスクを感じる度合い
・年収	・運転免許の有無
・職業	・自家用車の利用可否・頻度
・通勤・通学先	・乗用車の利用頻度
・通勤・通学手段	・免許返納予定の有無
・通勤・通学時間	・免許を返納しても良い条件
2. 現住居について	
・現住居の居住年数	・現住居への転居理由
・居住経験の有無	・現在の各種立地条件の重要度と満足度
3. 次の転居について	
・現時点での転居意思の有無	・想定する転居地
・転居時期	・希望する住居タイプ
・転居理由	・転居先選択における各種立地条件の重要度
4. 居住誘導について	
・居住誘導による転居受け入れの可否	・転居を受け入れにおける条件
・転居を受け入れる理由	・転居を受け入れたくない理由
5. 浸水リスクについて	
・ハザードマップを知っているか否か	・浸水リスクに対して行っている備え
・ハザードマップを知ったきっかけ	・許容できる浸水被害の規模・発生頻度

表-2 各種立地条件

種類	項目
各種施設へのアクセス性	通勤・通学先までの近さ
	最寄り鉄道駅までの近さ
	中心市街地までの近さ
	インターチェンジまでの近さ
	国道までの近さ
	食品スーパーまでの近さ
	コンビニまでの近さ
	総合スーパー・大型商業施設までの近さ
	役所までの近さ
	子どもの小・中学校までの近さ
	金融機関までの近さ
	総合病院までの近さ
	町医者・クリニックまでの近さ
	公園・緑地までの近さ
	以前の居住地からの近さ
実家・親類宅からの近さ	
地域の特性	地域コミュニティ活動の充実度
	地価・家賃の低廉さ
	浸水リスクの低さ

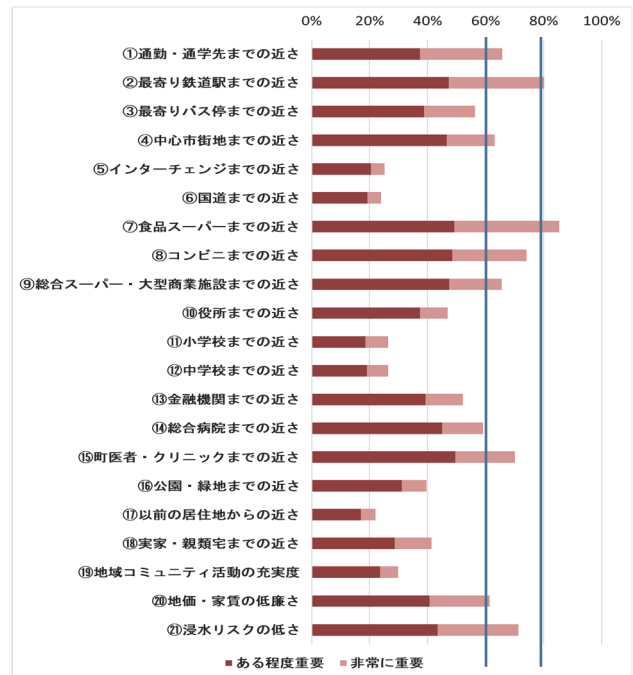


図-4 転居先選択における各種立地条件の重要度

さ」「④中心市街地までの距離」「⑧コンビニまでの近さ」「⑨総合スーパー・大型商業施設までの近さ」「⑮町医者・クリニックまでの近さ」「⑳地価・家賃の低廉さ」「㉑浸水リスクの低さ」は60%を超える結果となった。

(5) プロファイルアンケート調査

プロファイルアンケート調査では、3つの仮想的な転居先地域を並べたプロファイル表を住宅タイプ別に4つずつ提示し、それぞれ最も望ましい地域を選択していただいた。プロファイル表の例として、戸建て(持ち家)、集合住宅(分譲)、集合住宅(賃貸)のプロファイル表(一部)をそれぞれ表-3、表-4、表-5に示す。

プロファイルにおける評価項目は、プレアンケート調査結果を基に選定し、食品スーパーまでの距離、最寄り駅までの距離、町医者・クリニックまでの距離、水害時

の想定最大浸水深、地価・住宅価格・家賃とした。調査は、2022年11月25日～30日に、プロフィールアンケート調査と同様に民間リサーチ企業に依頼してWEB調査により実施し、有効回答数は1149であった。

プレアンケート調査での回答者の転居意向を図-5に示す。転居の意思がある家計は、1149世帯中378世帯で約3割となっている。このうち、小田原市および周辺市町(9市町)内での転居希望をしている家計は378世帯中170世帯で45%(全体では14%)となっている。

表-3 戸建て(持ち家)のプロフィール表(一部)

	①	②	③
食品スーパーまでの距離	1km	3km	6km
最寄り駅までの距離	1km	2km	1km
町医者・クリニックまでの距離	1km	2km	3km
水害時の想定最大浸水深	0.5m	0m	3m
1㎡あたりの地価	10万円	15万円	5万円

表-4 集合住宅(分譲)のプロフィール表(一部)

	①	②	③
食品スーパーまでの距離	1km	3km	6km
最寄り駅までの距離	1km	2km	1km
町医者・クリニックまでの距離	1km	2km	3km
水害時の想定最大浸水深	0.5m	0m	3m
住宅価格 55~65㎡ 65~75㎡ 75~85㎡	1500万円 2200万円 2800万円	1800万円 2800万円 3600万円	1200万円 1600万円 2000万円

表-5 集合住宅(賃貸)のプロフィール表(一部)

	①	②	③
食品スーパーまでの距離	1km	3km	6km
最寄り駅までの距離	1km	2km	1km
町医者・クリニックまでの距離	1km	2km	3km
水害時の想定最大浸水深	0.5m	0m	3m
1か月あたりの賃料 20~30㎡ 30~45㎡ 45~60㎡ 60~80㎡	4.5万円 5.5万円 6.5万円 8万円	5.5万円 7万円 8万円 10万円	3.5万円 4万円 5万円 6万円

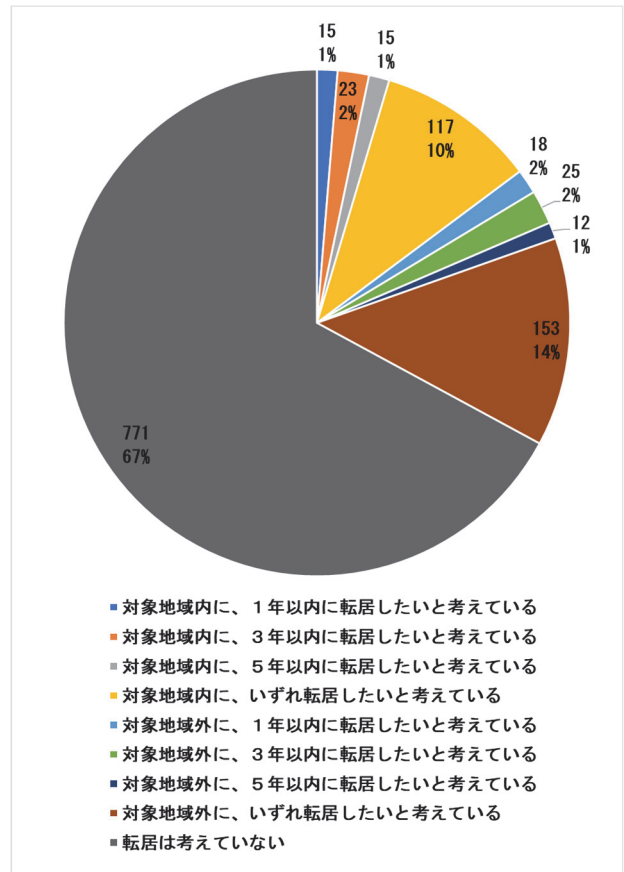


図-5 転居の意向

(6) 部分効用関数のパラメータ推定

家計の部分効用関数のパラメータは、プロフィールアンケート調査の個票データを用い、最尤法により推定した。なお、各住宅タイプの市場を住宅床ベースで統一するため、推定に際して、価格変数(1㎡あたり地価、分譲価格、月額家賃)をすべて床1㎡あたり年間賃料に変換した。

各住宅タイプの部分効用関数のパラメータ推定結果を表-6に示す。

(7) 将来の人口分布推計

構築した実証モデルにより、将来時系列の人口分布を推計した。推計期間は、2015年から国立社会保障・人口問題研究所²⁾が小田原市および周辺市町(南足柄市、大

表-6 部分効用関数のパラメータ推定結果

住宅タイプ	変数	係数	t値	p値	N	対数尤度
戸建て(持ち家)	床1㎡あたりの年間賃料(万円)	-0.10	-5.31	0.00	2404	-2130.00
	食品スーパーまでの距離(km)	-0.33	-26.05	0.00		
	最寄り駅までの距離(km)	-0.23	-4.87	0.00		
	町医者・クリニックまでの距離	-	-	-		
	水害時の想定最大浸水深(m)	-0.11	-6.01	0.00		
集合住宅(分譲)	床1㎡あたりの年間賃料(万円)	-0.21	-1.25	0.21	820	-611.71
	食品スーパーまでの距離(km)	-0.52	-17.70	0.00		
	最寄り駅までの距離(km)	-0.28	-2.80	0.01		
	町医者・クリニックまでの距離	-0.08	-1.13	0.26		
	水害時の想定最大浸水深(m)	-0.05	-1.42	0.16		
集合住宅(賃貸)	床1㎡あたりの年間賃料(万円)	-0.48	-5.33	0.00	1372	-1134.31
	食品スーパーまでの距離(km)	-0.39	-21.00	0.00		
	最寄り駅までの距離(km)	-0.33	-5.13	0.00		
	町医者・クリニックまでの距離	-	-	-		
	水害時の想定最大浸水深(m)	-0.08	-3.10	0.00		

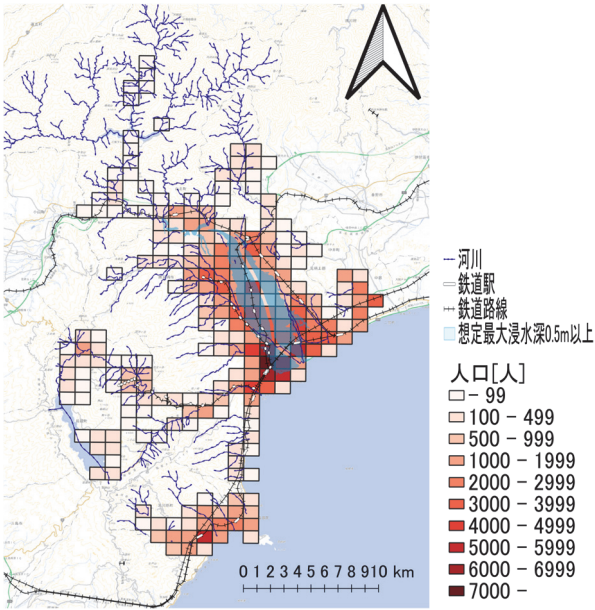


図-6 2045年の人口分布推計結果

井町, 松田町, 山北町, 開成町, 真鶴町, 湯河原町)の将来人口を公表している 2045 年までとした。2045 年の人口分布の推計結果を図-6 に示す。

推計結果より、2045年においても小田原駅周辺は5000人を超える人口が存在しており、中心市街地であり続けることが示唆される。しかし、郊外部では人口減少の傾向が見て取れる。また、浸水エリアに人口が存在し続けることが見て取れる。

6 企業立地条件のアンケート調査

(1) 企業向けアンケート調査の概要

企業分布推計モデルの構築に向けて、企業の業務地需要の要因を把握するため、酒匂川周辺の浸水想定区域内の小田原箱根商工会議所¹²⁾の会員企業 136 社を対象にアンケートを実施した。アンケート調査項目を表-7 に示す。

表-7 企業向けアンケート調査項目

1. 事業所について	
・業種	・年間売上額
・従業員数	・商品・サービスの販売先・卸先
・従業員の通勤手段	・サプライチェーンの企業が立地する企業
・従業員の自宅地域の割合	
2. 現在の立地場所について	
・立地した時期	
・現在地を選択した理由	
・現在地の立地に関する各種立地条件の現時点での重要度と満足度	
3. 浸水リスクについて	
・過去の浸水被害の有無	・災害発生時の対応
・浸水リスクの把握の有無	・災害保険の加入の有無
4. 移転可能性について	
・現時点での移転検討状況	
・移転する場合の各種立地条件の重要度	
・移転要請された場合の同意の条件	

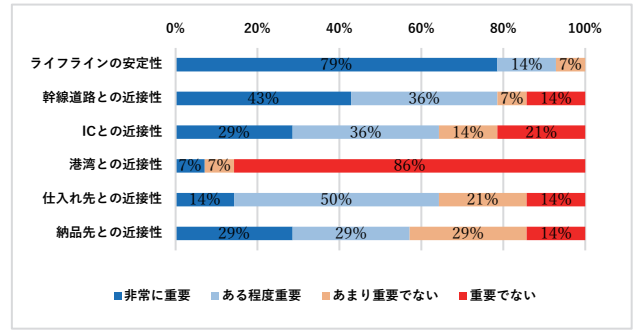


図-7 B to B企業の移転する際の重視度 (割合) (N=14)

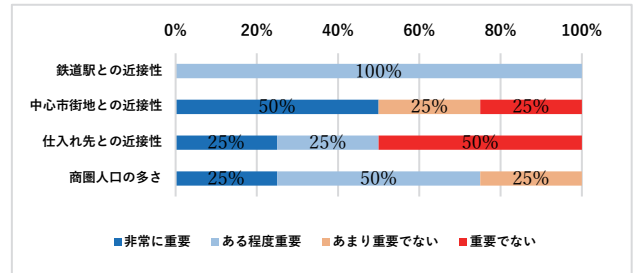


図-8 B to C企業の移転する際の重視度 (割合) (N=4)

調査表は、2022年11月28日に郵送配布し、12月5日までにFAXおよびGoogle Formsにより回収した。その結果、計20社から有効回答を得ることができた。

(2) 企業向けアンケート調査の結果

製造業7社, 卸売業4社, その他の業種各1~2社から回答をいただいた。B to B企業, B to C企業が移転する際の各項目の重視度(回答割合)を、それぞれ図-7, 図-8に示す。

B to B企業では、「ライフラインの安定性」「幹線道路との近接性」の「非常に重要」「ある程度重要」の回答割合が70%を超えている。一方、B to C企業では「鉄道駅との近接性」「商圏人口の多さ」を重視する割合が多い。

7. 結論

本研究では、浸水リスク、ソフト対策が人口分布および企業分布に及ぼす影響を推計可能な立地均衡型都市モデルを構築することを念頭に、神奈川県小田原市および周辺市町(南足柄市, 大井町, 松田町, 山北町, 開成町, 真鶴町, 湯河原町, 箱根町)の9市町を対象とする人口分布推計モデルの構築, 企業分布推計モデルの構築に向けた基礎的な検討を行った。

人口分布推計モデルでは、不在地主による住宅タイプの選択行動を考慮し、すべての住宅タイプ市場を住宅床ベースで統合した。また、人口の自然増減・域外社会移動も加味し、将来時系列の人口分布を推計可能なものと

した。構築した人口分布推計モデルを用いて 2015 年～2045 年までの人口分布を推計した結果、すべての年次で小田原駅周辺は 5000 人以上の人口を維持しており、中心市街地であり続けることが示唆された。また、2045 年時点でも浸水エリアに多くの人口が存在していることが分かった。

企業分布推計モデルの構築に向けた基礎的な検討では、B to B 企業の立地に関する重要度において「ライフラインの安定性」「幹線道路との近接性」が重要度の高い条件であることが分かった。「ライフラインの安定性」はモデル構築に用いることが難しいが、「幹線道路との近接性」はモデルに用いることができると考えられるため、立地選択モデルにおける部分効用関数の説明変数の候補になると考えられる。また、業種ごとに立地条件の重要度は変わると考えられるため、業種ごとに部分効用関数を構築する必要がある。今回のアンケートでは、企業の立地条件を把握するのに十分な回答数が得られなかったため、モデル構築に用いることが可能な立地条件を加え、もう一度今回よりも大規模にアンケートを行うか、一部の企業に対してより詳細なヒアリングを行う必要がある。

今後の課題として、企業分布推計モデルの構築、人口分布・企業分布を考慮した立地均衡型都市モデルの構築、構築した立地均衡型都市モデルを用いた各種水害リスク軽減施策の評価などが挙げられる。また、今回構築した人口分布推計モデルは、特定の地域 (i.e., 小田原都市圏) を対象としたアンケート調査結果に基づくものである。より広範な地域へと適用可能な汎用的な立地モデルを確立してゆくことは、わが国の水害リスク対策の発展において不可欠なプロセスである。加えて、どのような要因が家計・企業の立地選択に強く影響するかに関して、精緻なデータを蓄積してゆくことも併せて必要である。

REFERENCES

- 1) 気象庁 : https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html (最終閲覧日 2023 年 2 月 1 日) [Japan Meteorological Agency: https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html (accessed on February 1, 2023)]
- 2) 国立社会保障・人口問題研究所 : <https://www.ipss.go.jp/> (最終閲覧日 2022 年 12 月 22 日) [National Institute of Population and Social Security Research: <https://www.ipss.go.jp/> (accessed on December 22, 2022)]
- 3) 内閣府 : <https://www.cao.go.jp/> (最終閲覧日 2023 年 1 月 31 日) [Cabinet Office of Japan: <https://www.cao.go.jp/> (accessed on January 31, 2023)]
- 4) 今井一貴・佐藤徹治・神永希・杉本達哉・高森秀司 : ソフト施策による水害リスク軽減対策が将来の都市内人口分布に与える影響分析, 土木学会論文集 D3, Vol.72, No.5, pp.423-434, 2016. [Imai, K., Sato, T., Kaminaga, N., Sugimoto, T., Takamori, S.: Analysis on impact of soft measures to mitigate flood risk on future population distribution in a city, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3, Vol.72, No.5, pp.423-434, 2016.]
- 5) 寺本雅子・市川温・立川康人・椎葉充晴 : 水災害危険度に基づく土地利用規制の費用便益評価—世帯所得の分布を考慮して—, 土木学会論文集 B, Vol.66, No.2, pp.119-129, 2010. [Teramoto, M., Ichikawa, Y., Tachikawa, Y., Shibata, M.: Cost-benefit analysis of landuse regulation strategy based on flood risk assessment using a location equilibrium model incorporating housing income distribution, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B, Vol.66, No.2, pp.119-129, 2010.]
- 6) 武藤慎一・上田孝之・高木郎義・富田貴弘 : 応用都市経済モデルによる立地変化を考慮した便益評価に関する研究, 土木計画学研究・論文集, No.17, pp.257-266, 2000. [Muto, S., Ueda, T., Takagi, A., Tomita, T.: The Benefit Evaluation Considering the Relocating Sectors with Computable Urban Economic Model, Infrastructure Planning Review, No.17, pp.257-266, 2000.]
- 7) 田中康仁・小谷通泰・小林護 : 京阪神都市圏における物流施設の立地選択モデルの構築, 土木計画学研究・論文集, No.27, No.4, pp.675-682, 2010. [Tanaka, T., Odani, M., Kobayashi, M.: Development of the Location Choice Model of the Distribution Facilities in Keihanshin Metropolitan Area, Infrastructure Planning Review, No.27, No.4, pp.675-682, 2010.]
- 8) 国土交通省国土政策局国土情報課 国土数値情報ダウンロードサービス : <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> (最終閲覧日 2022 年 12 月 22 日) [Download service of digital national land information, National Land Information Division, National Spatial Planning and Regional Policy Bureau, MLIT of Japan: <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> (accessed on December 22, 2022)]
- 9) 株式会社 ZENRIN : 電子地図帳 Zi18, 2015. [ZENRIN CO., LTD.: Electric Atlas Zi18, 2015.]
- 10) 森田匡俊・鈴木克哉・奥貫圭一 : 日本の主要都市における直線距離と道路距離との比に関する実証的研究, GIS—理論と応用, Vol.22, No.1, pp.1-7, 2014. [Morita, M., Suzuki, K., Okunuki, K.: An Empirical Study of the Ratio of the Road Distance to the Straight-Line Distance in Major Cities in Japan, Theory and Application of GIS, Vol.22, No.1, pp.1-7, 2014.]
- 11) 総務省統計局 e-Stat 政府統計の総合窓口 : <https://www.e-stat.go.jp> (最終閲覧日 2022 年 12 月 31 日) [e-Stat Portal Site of Official Statistics of Japan, Statistics Bureau, Ministry of Internal Affairs and Communications: <https://www.e-stat.go.jp> (accessed on December 31, 2022)]
- 12) 小田原箱根商工会議所 : <https://www.odawara-cci.or.jp/> (最終閲覧日 2022 年 12 月 31 日) [The Odawara Hakone Chamber of Commerce Industry: <https://www.odawara-cci.or.jp/> (accessed on December 31, 2022)]

(Received March 6, 2023)