

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：82101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00639

研究課題名(和文)洪水に適応した都市空間構造のあり方とその効果の検討

研究課題名(英文)A study on urban spatial structure for flood adaptation and its effect

研究代表者

佐尾 博志(SAO, Hiroshi)

国立研究開発法人国立環境研究所・社会環境システム研究センター・特別研究員

研究者番号：00713702

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：地球温暖化に伴い熱帯低気圧の発生や集中豪雨の頻度や強度が増している。日本でも同様の現象が顕著になっており、洪水リスクの増加が懸念されている。一方、従来の治水対策はダムや堤防等のインフラ整備が中心であり、これ以外の新たな対策はさほど検討されてこなかった。本研究では、将来の都市空間構造のあり方を考える上で、洪水リスクを軽減する居住選択や商業用務の建物配置等を行う新たな適応策を検討した。そして、この適応策による効果を把握するため、神奈川県を対象に、直接的な被害の軽減を経年的に把握した。また、ここで得られた被害を応用一般均衡モデルに組み込み、産業部門別の間接的被害額の算出を試みた。

研究成果の概要(英文)：Due to the progress of global warming, the occurrence of tropical cyclones has increased, and the heavier torrential rains occurs more frequently. Such phenomena also become severe in Japan, and there is concern that the risk of flooding will increase much more in the future. However, infrastructure development such as dams and embankments has been mainly focused on flood control measures in Japan, and not so many other measures have been considered. In this study, we considered new adaptation measures such as locations of housings and buildings to reduce the flood risk in order to reconsider future urban spatial structure. In order to grasp the effect of this adaptation measure, we estimated the reduction effect of direct damage cost in Kanagawa prefecture. By incorporating the results obtained above into the computable general equilibrium model, we attempted to estimate indirect damage cost of industry sectors.

研究分野：環境システム工学

キーワード：洪水 地球温暖化 適応

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化に伴う降水パターンの変化による影響が懸念されており、特に、近年では夏季に発生する予期せぬ集中豪雨や自然災害をもたらす非常に強い熱帯低気圧が頻発している。これによって、河川氾濫(外水氾濫)や市街地に降った雨水が排水の限界を超えることで引き起さる氾濫(内水氾濫)が増加している。このような洪水(以後、内水と外水の氾濫双方のことを洪水とのみ称する)の発生が多くなった理由として、土地利用や都市空間構造の変化、また積乱雲を発生させる人工排熱の増加が挙げられる。前者は高度経済成長期前では浸透能力が高い森林や田畑等で覆われており、雨水はすみやかに土壤に浸透し地下水等に蓄水されていた。近年では、都市化による上下水道の普及が進む一方で、道路整備によって浸透能力が低い土地利用や被覆が多くなったことで、各地域の都市部で洪水が目立つようになった。また、雨水処理能力を超える集中豪雨の激化や都市化の進行に伴い、車やエアコン等からの人工排熱が増加することで都市内部が温められ、急激に積乱雲を発生させる。これは、地球温暖化とは異なり、都市レベルや建物レベルでの対策を講じる必要がある。このように、人口及び企業、インフラ等が集中する都市部で洪水が発生した場合、甚大な経済的被害が発生することが予測される。また、その被害は発生地域に止まらず、仮に道路が寸断されたり、工場の停止等が発生した場合には、様々な産業や生活の営みに波及していく。したがって、今後は降水パターンの変化による洪水の対策が必要となっており、それは日本各地の河川流域や都市部等で確実にを行う必要がある。このような水害被害に対する将来予測の既存研究の多くは、直接的な被害額を推計しているに留まっており、間接的な被害額の推計はさほど行われていない。一方で、CGE(Computable General Equilibrium: 応用一般均衡)モデルを用いて、災害被害に対する間接的な被害額の推計を行った既存研究は多少あるものの、地理情報システム(GIS: Geographic Information System)データベースを応用一般均衡分析に適用した研究は少ない。今後は洪水による被害の軽減を考える上で、どの程度の被害が発生するのかを把握しておく必要があり、その上で、洪水を考慮した将来の都市のあり方を検討する必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、東京近郊で多くの大都市を含む神奈川県と地方の代表である三重県といった異なる2つの都市形態を対象に、それぞれの被害を把握し、洪水に対する適応策による被害軽減とその対策の費用対効果を算出することを目的とする。

3. 研究の方法

本研究では、洪水リスクを低減させる適応策を検討するため、洪水氾濫による被害額や適応策の効果を分析する。

具体的には、以下のことを行う。

1)人口や建物配置、インフラ等の情報をGISや統計データ等より収集し、洪水想定地域の建物の再配置を考慮した都市空間構造モデルを構築し、2010年から2050年の各時点の直接的な被害を推計するとともに、安全な地域に移転した場合の効果を評価する。

2)前述のモデルで推計した社会状況において、洪水が発生した場合の建物、労働者人口、インフラの被害をシナリオ別(住宅再配置の有無)で算出する。

3)2)の被害をCGEモデルに「洪水氾濫シナリオ」として組み込み、シナリオごとに経済状況の変化を推計し、その変化を洪水による被害額とする。また、適応策の有無による被害額を比較し、その差を便益とすることで、その対策に要する費用をもとに費用対効果を推計する。

4. 研究成果

(1) **洪水想定地域の建物の再配置を考慮した都市空間構造モデルを構築**:まず、国内の洪水対策に関する政策や検討段階にある事例、そして既存研究等の動向をレビューした。さらに、海外におけるハード面・ソフト面の洪水対策にも焦点を当ててレビューした。これらのレビューから、国内外の洪水対策を把握し、それぞれの国で行われている洪水対策を整理した。次に、神奈川県と三重県、さらに静岡県等を対象地に加えることで、それぞれの県内の人口や建築物に関する情報(建て方(戸建て住宅、集合住宅)、構造(木造、非木造)、延床面積、住宅の築年数等)、インフラ等の資料を収集し、GISを用いてデータ整備を行った。

次に、収集した情報及び整備したデータをもとに、将来想定され得る人口減少や少子高齢化等の社会状況を描写できるモデルを構築した。このモデルは、人の年齢を動的に扱い、各年齢層における死亡率を考慮しているため、将来の各時点における総人口を推計することができ、また就業率等を加味すれば労働人口も算出できる。そして、構造別(木造、非木造)の建築物の耐用年数を考慮した建替えや解体等のライフサイクルの検討をモデルに加えた。そして、神奈川県や富士川流域では洪水による直接的な被害額を推計できるようにモデルを拡張した。さらに、洪水時に発生する水害廃棄物の処理費用を把握するため、水害廃棄物発生量を多摩川流域、木曾三川流域、富士川流域等を対象に推計した。

上記の研究以外にも、多摩川と鶴見川流域を対象に、2010年から2100年までの人口や

世帯数並びに土地利用の変化を、合計特殊出生率の違いを考慮した人口シナリオと浸水想定区域内からの移転を考慮した土地利用シナリオをもとに推計し、この土地利用の変化が河川流量の増減にどのような影響を与えるのかを、分布型流域環境評価モデル (Hydro-BEAM: Hydrological river Basin Environment Assessment Model) を用いて把握した。また、神奈川県を対象に、浸水想定区域データを用いて、1970年代から現在までにおいて、浸水深が深く危険とされる区域にどの程度の建物用地面積が増加していったのか等を分析した。最後に、洪水による被害状況を詳細に把握するため、高分解能衛星画像と数値標高・表層モデルのデータ等を用いて、建築物や樹木等といった都市内の土地被覆を3次元の情報として抽出することができる方法を検討した。

(2) **シナリオ別推計**: ここで、同一場所に再度建てる場合(「BAU シナリオ」)と非浸水域に移転する場合(「浸水域撤退シナリオ」)の2パターンを考えた。これにより、各時点における県内の建築物の需要量、世帯数や建物等を把握した。また、神奈川県を対象に、シナリオ別(住宅再配置の有無)において、直接的な被害額を推計することで、住宅移転の被害額の軽減効果を示した。

(3) CGE モデルによる費用対効果推計:

まず、洪水対策や政策等のレビューの他に、洪水被害または洪水対策の経済的評価した研究事例もレビューした。また、神奈川県及び三重県が公表している産業連関表のうち、一番新しい2005年の産業連関表の統合小分類を用いて、経済評価モデルのインプットデータとして必要となる社会会計表を作成した。

次に、1)や2)と連動することで、2010年から2050年までの各時点の労働人口の変化分を経済評価モデルに反映させた。これにより、各時点の経済規模が変化し、それに伴い、財・サービスの中間投入や家計や政府の消費、企業や政府の投資等が経済状況に合わせて変化させた。なお、1)や2)で構築したモデルとは、基準年が異なっていたため、経済評価モデルに組み込む際には基準年が異なっても、社会状況の変化率は一定であるという仮定の下、労働人口の変化率を用いることとした。これにより、各時点の経済規模を擬似的に推計することを試みた。これを「人口の自然減少シナリオ」とした。

(4) **まとめ**: 洪水の発生時期を正確に予測することは難しい。また、一般的に公表されている水害ハザードマップをもとにした被害額の推計は、現在の社会的な状況や土地利用・建物分布状況等を想定して見積もられている。つまり、将来における人口・世帯や土地利用の状況、また建物の分布状況等といっ

た変化は全く考慮されていない。

そのため、本研究では将来における人口・世帯や土地利用・建物配置といった状況を考慮しつつ、その時間軸に沿った洪水による被害額を直接的・間接的な側面から推計を試みた。また、洪水被害に対する新たな適応策の提案として、浸水域といった危険な地域に存在する建物を安全な地域へ移転させることを念頭に、その移転の効果を検討した。これによって、将来を見据えた土地利用や都市空間構造のあり方が議論できるとともに、行政へのマスタープランにも反映できると考えられる。そして最終的には、洪水に強い都市空間構造のあり方が議論可能となった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計5件)

東海林拓実、大西暁生: 富士川流域における浸水発生による住宅地被害額及び水害廃棄物発生量の把握、都市計画報告集、査読なし、No. 17、2018、49-57

大西暁生: ニュータウン開発による土地利用変化が地表面温度に与えた影響 - 港北ニュータウンによる一考察 - , 都市計画報告集、査読なし、No.16、2017、82-91
西村理沙、大西暁生、田畑智博、森田紘圭: 多摩川流域の浸水想定区域を対象とした建築物由来の水害廃棄物発生量の推計、都市計画報告集、査読なし、No. 16、2017、98-102

大西暁生: 鬼怒川の浸水想定区域を対象とした水害廃棄物発生量の推計に関する基礎的研究 - 浸水被害建築物のみの視点から、計画行政、査読あり、Vol. 39、No. 4、2016、33-44

水野怜那、佐尾博志、大西暁生: 神奈川県における浸水発生に適應した住宅の再配置による被害額の軽減効果、水文・水資源学会誌、査読あり、Vol. 28、No. 5、2015、245-260

[学会発表](計12件)

大西暁生、西村理沙、田畑智博、森田紘圭、多摩川流域における水害廃棄物発生量の把握 - 浸水想定区域を対象として -、環境情報科学 学術研究論文発表会・ポスターセッション、2017/12/5、日本大学会館(東京都)

下出萌花、大西暁生、海老原学、森田紘圭、川崎市登戸地区における建築物マテリアルストック・フロー量と二酸化炭素排出量の時系列的把握、エコデザイン・プロダクト & サービスシンポジウム2016、2016/12/7、東京理科大学森戸記念館(東京都)

西村理沙、大西暁生、多摩川流域における浸水想定区域を対象とした水害廃棄物

量の把握、エコデザイン・プロダクツ & サービスシンポジウム 2016、2016/12/7、東京理科大学森戸記念館（東京都）
 後藤朝実、大西暁生、神奈川県における浸水想定区域の土地利用の変遷、エコデザイン・プロダクツ & サービスシンポジウム 2016、2016/12/7、東京理科大学森戸記念館（東京都）
 齋藤あかり、大西暁生、将来の社会状況下における土地利用変化が河川流量に与える影響 - 多摩川、鶴見川の流域を対象として、エコデザイン・プロダクツ & サービスシンポジウム 2016、2016/12/7、東京理科大学森戸記念館（東京都）
 齋藤あかり、佐藤嘉展、大西暁生、将来の社会変化が河川流域内の土地利用に与える影響 - 多摩川、鶴見川の流域を対象として、環境科学会 2016 年会、2016/9/8-9/9、東京都市大学 横浜キャンパス(神奈川)
 大西暁生、都市熱環境解析における環境情報技術の活用、環境科学会 2016 年会、2016/9/8-9/9、東京都市大学 横浜キャンパス(神奈川)
 高平洋祐、大西暁生、森田紘圭、個人属性を考慮した環境質に対する住民価値観の分析 - 川崎市・横浜市をモデルとして、環境科学会 2016 年会、2016/9/8-9/9、東京都市大学 横浜キャンパス(神奈川)
 齋藤あかり、佐藤嘉展、大西暁生、多摩川、鶴見川の流域における将来の社会変化が土地利用へ与える影響、日本計画行政学会・社会情報学会共催 第 10 回「若手研究交流会」、2016/3/12、青山学院大学 青山キャンパス（東京都）
 佐尾博志、牧歩高、前田真佐樹、大西暁生、将来の社会状況下における南海トラフ巨大地震による住宅地被害額の推計 - 三重県のケース -、環境科学会 2015 年会、2015/9/7、大阪大学 吹田キャンパス（大阪府）
 H. Maki, M. Maeda, H. Sao, A. Onishi, Evaluation the amount of residential waste likely to be caused by great earthquakes along the Nankai Trough: The case of Mie prefecture, Japan, Taking Stock of Industrial Ecology -ISIE Conference 2015, 2015/7/9, Guildford (United Kingdom)
 佐尾博志、牧歩高、前田真佐樹、大西暁生、三重県における南海トラフ巨大地震に伴う住宅の災害廃棄物の把握、日本環境共生学会総会・地域シンポジウムポスターセッション、2015/5/30、立命館大学 大阪いばらきキャンパス(大阪)

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 件)

名称：
 発明者：
 権利者：
 種類：
 番号：
 出願年月日：
 国内外の別：

取得状況 (計 件)

名称：
 発明者：
 権利者：
 種類：
 番号：
 取得年月日：
 国内外の別：

〔その他〕

受賞等

エコデザイン・プロダクツ&サービスシンポジウム 2016：優秀賞（西村理沙、大西暁生：多摩川流域における浸水想定区域を対象とした水害廃棄物量の把握、エコデザイン・プロダクツ & サービスシンポジウム 2016，p.148，2016.）
 2016 年 12 月.
 環境科学会：2015 年会、ポスドクおよび博士課程学生の部、最優秀発表賞（富士電機賞）（佐尾博志、牧歩高、前田真佐樹、大西暁生：将来の社会状況下における南海トラフ巨大地震による住宅地被害額の推計 - 三重県のケース -、環境科学会 2015 年会、p.74、2015）2015 年 9 月.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐尾 博志 (SAO, Hiroshi)
 国立環境研究所・社会環境システム研究センター・特別研究員
 研究者番号：00713702

(2) 研究分担者

大西 暁生 (ONISHI, Akio)
 東京都市大学・環境学部・准教授
 研究者番号：90435537

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

()