



日本銀行ワーキングペーパーシリーズ

水害リスクが地価に及ぼす影響

小出 桂靖*

yoshiyasu.koide@boj.or.jp

西崎 健司*

kenji.nishizaki@boj.or.jp

須藤 直*

nao.sudou@boj.or.jp

No.22-J-10
2022年4月

日本銀行
〒103-8660 日本郵便（株）日本橋郵便局私書箱 30号

* 金融機構局

日本銀行ワーキングペーパーシリーズは、日本銀行員および外部研究者の研究成果をとりまとめたもので、内外の研究機関、研究者等の有識者から幅広くコメントを頂戴することを意図しています。ただし、論文の中で示された内容や意見は、日本銀行の公式見解を示すものではありません。

なお、ワーキングペーパーシリーズに対するご意見・ご質問や、掲載ファイルに関するお問い合わせは、執筆者までお寄せ下さい。

商用目的で転載・複製を行う場合は、予め日本銀行情報サービス局 (post.prd8@boj.or.jp) までご相談下さい。転載・複製を行う場合は、出所を明記して下さい。

水害リスクが地価に及ぼす影響*

小出桂靖[†] 西崎健司[‡] 須藤直[§]

2022年4月

【要旨】

本稿では、日本の水害統計、ハザードマップ、公示地価を用いて、水害についてのリスク認識の変化が地価に及ぼす影響を、ヘドニック・アプローチとローカル・プロジェクションの手法を用いて、実証的に計測している。手法面での既存研究対比での精緻化として、地点間の距離を基準にした地点選択を行うことで欠落変数バイアスに対応している。主たる結果は、以下の3点である。(1) ハザードマップの情報は、地価を有意に変化させる。もっとも、変化度合いは土地の用途ごとに異なるほか、変化はラグを伴う。(2) ハザードマップだけでなく、過去の水害経験も地価に影響を与える。過去、大規模な水害が高頻度で発生した地域では、ハザードマップで示される客観的な水害リスクが地価の水準に反映され易い一方、客観的な水害リスクが変化した場合には地価が変動しにくい傾向がある。(3) 推計結果から示唆される水害リスクが地価に与える影響は、合理的に見積もった水害リスクの地価への寄与と、大きく乖離していないと考えられる。もっとも、水害リスクの種類や土地の用途によっては、反映度合いが過大・過少である可能性もある。本稿の結果は、地価形成において、ハザードマップのような客観的な水害リスクの情報以外にも、過去の水害経験など、主観的な水害リスク認識も相応に重要である可能性を示唆している。

キーワード：水害、ハザードマップ、地価、ヘドニック・アプローチ、ローカル・プロジェクション

JEL 分類番号： Q54、R30

* 本稿の作成に当たっては、国土交通省、清水千弘氏、武藤祥郎氏、吉田二郎氏のほか、鈴木公一郎氏、中村康治氏をはじめとする多くの日本銀行スタッフから有益なコメントを頂いた。ここに記して感謝したい。ただし、本稿に示されている意見は、筆者達個人に属し、日本銀行の公式見解を示すものではない。また、ありうべき誤りはすべて筆者達個人に属する。

[†] 日本銀行金融機構局 (yoshiyasu.koide@boj.or.jp)

[‡] 日本銀行金融機構局 (kenji.nishizaki@boj.or.jp)

[§] 日本銀行金融機構局 (nao.sudou@boj.or.jp)

1. はじめに

近年、大規模な自然災害による被害が各地で発生するもとの、気候変動に対する関心が国際的に急速に高まっており¹、国際機関や各国の政府・研究機関などから自然災害のリスクに関する情報発信が活発に行われるようになってきている。こうした中で、自然災害の発生リスクについての企業や家計の意識の変化が、経済活動や経済変数に対してどのような影響を及ぼすのかという点にも、関心が集まっている²。例えば、水害の結果として、洪水や土砂災害が発生すると、土地に付随する物理的な資産が損害を受けるほか、土地から将来得られる収益が低下する。居住地域であれば、人命が失われるリスクさえ存在する。そうしたもとの、ハザードマップなどの科学的知見の公表や更新などを契機として、土地を取引する主体が持つ水害発生に対するリスク認識が更新されると、土地保有から得られる将来収益の期待値の変化を織り込む結果として、地価も相応に変化すると考えられる。このような地価変動は、Kiyotaki and Moore (1997)や Iacoviello (2005)といったマクロ経済学における古典的な理論研究を紐解くまでもなく、個々の家計活動や企業活動にとってのみならず、一国全体でみた金融・経済安定にとっても重要な含意を有する。実際、Bolton et al. (2020) (いわゆるグリーンズワン報告書) では、気候変動による異常気象や長期的な気候パターンの変化に伴う土地などの資産価格の下落が、家計や企業のバランス・シートを実質的に毀損し、経済・金融仲介活動を大きく押し下げる可能性を指摘している。

もっとも、気候変動とそれに伴う自然災害の発生確率や規模についての科学的・客観的な情報の量・質が年々高まるもとのであっても、こうした情報が、どの程度、どのようなペースで、不動産価格に織り込まれるかという点は、先験的に論じることは難しく、実際のデータを用いて、実証的に検証する必要があると考えられる。これは、不動産を取引する主体が抱く自然災害の発生確率や規模についてのリスク認識が、それぞれの取引主体が把握している情報の量や質、あるいは、取引主体が元々持っている考え方の違いなどを背景に、必ずしも、その時点において入手可能な最新の科学的・客観的なリスク認識と符合しないためである。この分野については、各国において多くの実証研究が蓄積されているが、この点はほぼコンセンサスとなっている。

こうした問題意識を踏まえて、本稿では、日本のハザードマップの情報や、実際に発生した水害被害のデータを、公示地価と組み合わせることによって、水害

¹ 気候変動に対しては、温室効果ガスの排出量を削減する国際的な取り組みも進展している。わが国の脱炭素社会移行に向けた事実整理については、たとえば倉知ほか(2022)を参照。

² 経済活動における自然災害リスクの位置付けの高まりとともに、各国において、こうしたリスクの所在や大きさを明確化する政策的な動きもみられる。例えば、わが国においては「宅地建物取引業法」の改正(2020年施行)により、不動産取引時に、取引対象物件の水害ハザードマップ上の所在地を事前に説明することが義務化されている。

リスクに関する情報が、地価にどのように反映されているかを実証的に検証する。標本期間は、2001年から2020年、分析地点は、約3,500地点である。日本についての分析を行う理由の一つとしては、[山本・仲\(2021\)](#)が指摘する通り、日本は自然災害が多く、また、その7割が水害関連であり、実に4割以上の人口・事業所が洪水・土砂災害といった水害リスクに直面していることが挙げられる(図1)。このため、日本では、水害に関連するデータが、時系列とクロスセクションの双方で豊富に蓄積されている。分析手法としては、既存研究で広く採用されている、ヘドニック・アプローチとローカル・プロジェクションの二つを用いている。前者は、水害リスクの規模の情報が地価の水準に与える影響を計測し、後者は、水害リスクの規模の更新が地価の変化に与える影響を計測する。二つの手法を用いて推計・比較することで、水害リスクが地価に織り込まれる過程を多面的に把握できるほか、推計結果の頑健性についても確認できると考えられる。なお、後述するように、既存研究では、特に前者について、水害リスクと景観などその土地がもたらす便益(以下、アメニティ)を識別できない可能性を指摘するものが存在する。このため、本分析においては、推計の精緻化の観点から、双方について、推計に用いる地点を選択する際に、地点間の距離を絞ることで、ハザードマップや水害被害以外の属性が地点間でできるだけ類似するよう調整し、推計を行っている。

分析の焦点として、まず、客観的・科学的な水害発生リスクを捉えていると考えられるハザードマップ³を用いて、ハザードマップの情報が地価に与える影響を計測することで、地価形成における客観的な水害リスクの役割の定量的な把握を試みる。次に、既存研究を踏まえつつ、客観的な水害リスクの情報に加えて、取引主体の主観的なリスク認識が、地価形成にどのような役割を果たすのかを検証する。[Hallstrom and Smith \(2005\)](#)や[Ortega and Taspinar \(2018\)](#)など、米国を中心とした実証研究では、大規模な自然災害の発生が、直接の被災地だけではなく、類似の水害リスクに直面していると考えられる近隣地域に対しても、直接の被害がないにも関わらず、災害発生後、不動産価格を押し下げる効果を持つことが指摘されており、この点を踏まえて、日本においても、過去、大規模な水害に頻繁に直面していた都道府県とそうでない都道府県とで、ハザードマップの情報が地価に与える影響について差異があるのかを比較する。最後に、[Hino and Burke](#)

³ ハザードマップで示されている洪水リスク(洪水想定浸水区域)は、1000年に1度の規模等、一定の降雨量を想定し、レーザーで測量した地盤高や、排水施設の稼働状況、橋梁等の構造物によるかさ上げ効果などの情報を用いて、浸水解析モデルによって算出される。土砂災害リスク(土砂災害警戒区域)についても、急傾斜地の高さや傾斜度などの測量データをもとに計算した、土石の力の大きさ等に基づいて、警戒区域を指定している。このように、ハザードマップで示されるリスクは科学的に、一意に計測されるものであるため、本稿では「客観的リスク」と呼んでいる。2章で述べるような過去の水害の経験は、こうした客観的なリスクとある程度関係している可能性はあるものの、こうした経験を踏まえて、取引主体が形成するリスク認識の大小は、取引主体ごとに異なると考えられる。本稿では、こうしたリスク認識について、科学的な計測値と峻別する観点から「主観的リスク」と呼んでいる。

(2020)に倣い、取引主体の主観的なリスク認識も反映する形で推計した水害起因の地価変動の大きさが、客観的なリスクのみを反映する理論値との対比でみて、過大なのか過少なのかという観点から評価を試みる。具体的には、推計で得られた地価の下落幅を、平均的な水害被害額などのデータを用いて計測された客観的・理論的な期待収益率の減少幅と比較する。

本稿での結果を要約すると以下の3点である。第一に、概ね、多くのケースにおいて、ハザードマップで捉えられている客観的な水害リスクの上昇が、有意に地価を押し下げることが確認できる。もっとも、波及の度合いは、土地の用途によって異なるほか、ハザードマップによる情報発信後、ラグを持って波及していくなど、波及過程は、必ずしも単純ではない。より具体的には、ヘドニック・アプローチからは、洪水リスクについて想定浸水深が1メートル上昇した場合、平均的には、住宅地では▲1.1%、商業地では▲4.7%、地価が下落することが示唆されるほか、ローカル・プロジェクションからは、商業地におけるハザードマップの更新が、更新後1年目で▲0.5%程度、6年後までに累積で▲2.5%と、徐々に地価を押し下げていくという推計結果が得られている。こうした観察結果は、土地の種類によって取引主体のリスク認識が異なっていたり、リスク認識の更新においてラグを生む何かしらの摩擦が存在したりする可能性を示唆していると考えられる。第二に、客観的な水害リスクの大きさに加えて、過去の近隣における大規模な水害被害の経験回数も、地価に影響を及ぼす。ハザードマップで示される水害の客観的なリスクが等しくとも、過去、大規模な水害が高い頻度で発生してきた都道府県では、発生頻度が限定的な都道府県と比べて、客観的な水害リスクの情報が地価の水準に対してより大きく反映される傾向がある。また、ハザードマップの更新によって、水害リスクに関する客観的な情報が変化した場合には、大規模水害が高頻度で発生してきた都道府県ほど、過去のハザードマップに示されていたリスクが既に相応に織り込まれていることもあってか、相対的に地価が反応しにくい傾向がある。第三に、過去に発生した水害被害額と客観的な水害リスクを用いて、一定の前提のもとで合理的値引き率を計算すると、推計結果から含意される値引き率は、概ね、合理的な値引き率の幅の範囲内となる。もっとも、土地の種類や推計方法によっては、合理的値引き率を下回るケースも存在する。

本稿の構成は以下のとおりである。2章では、水害リスクの変化や実際の水害の発生が地価に及ぼす影響について、日本を含む各国で行われている既存の研究を整理したうえで、水害リスクと地価の関係について平易な理論モデルを用いて概念整理を行う。3章では、本稿の実証分析で用いる推計モデルとデータについて説明する。4章では、推計結果を報告するとともに、これに基づき、客観的な水害リスクの地価への織り込みの強さを評価する。5章では、本稿での分析結果をまとめ、今後の研究を展望する。

2. 既存研究の概要と地価形成のメカニズム

2. 1 既存研究の概要

ある土地が水害リスクに直面している場合、期待収益の割引現在価値に等しい地価は、水害発生確率の上昇や、水害が発生した場合の期待損害額が大きくなれば、その分、割り引かれるはずである⁴。もっとも、ハザードマップなどで示された「客観的な水害リスク」の情報が、不動産価格を押し下げることについては多くの既存の実証研究で報告されているものの、その規模については、客観的な水害リスクの大きさを前提として合理的・理論的に類推される押し下げ幅と合致しないことが指摘されている。例えば、米国を対象とした [Hino and Burke \(2020\)](#) は、新たに洪水リスクのある地点として指定された地区の住宅価格が、指定後に▲1.4%～▲2.1%下落したことを報告したうえで、この下落幅が、水害の期待損失額から合理的に見積もった値引き率よりも小さいことを示し、実際の不動産価格への客観的な水害リスクの織り込みが十分ではない可能性を指摘している。日本を対象とした研究でも、[佐藤ほか\(2016\)](#)や[齋藤\(2005\)](#)、[小嶋\(2011\)](#)は、宅地の取引価格や公示地価のデータなどを用いて、分析手法に依存する場合があるものの、客観的な水害リスクの地価に対する負の有意な影響が存在することを報告している一方、[森ほか\(2016\)](#)など、客観的な水害リスクと地価の間に、そもそも負の統計的に有意な関係性がみられないとする分析も存在する。また、[寺本ほか\(2008\)](#)のように、客観的な水害リスクの情報について、東京地域の地価の決定要因ではあるものの、大阪地域の地価についてはそうではないなど、地域間の相違を報告するものもある。

客観的・科学的なリスクが不動産価格に機械的に反映されない理由としては、幾つかの仮説が提示されている。まず、取引主体の情報量や意識の違いの重要性を指摘するものとして、[Muller and Hopkins \(2019\)](#)や[Baldauf et al. \(2019\)](#)、[Hino and Burke \(2020\)](#)、[Bernstein et al. \(2019\)](#)がある。例えば、[Muller and Hopkins \(2019\)](#)は、同じような洪水リスクに直面している地域であっても、洪水リスクに関する意識が高い地域ほど、水害リスクが不動産価格を押し下げる影響が大きい傾向があることを報告している⁵。また、[Hino and Burke \(2020\)](#)は、不動産売買の経験が豊富であると考えられる「商業的な買い手」が購入する場合や、洪水リスクや履歴について買い手に対する開示義務が厳格な州での不動産取引においては、不動産価格に洪水リスクが反映され易いことを報告している。

⁴ 日本では、『不動産鑑定評価基準』（国交省）において「洪水、地すべり等の災害の発生の危険性」を地価に反映することが明記されている。

⁵ 同論文では、米国の全国洪水保険プログラム（National Flood Insurance Program）が提供する洪水リスクに関するプログラムのうち、関連情報の整備や周知に関する活動を行っている自治体について、リスクに対する意識が高い地域と定義している。

こうした議論に加えて、最近では、近隣地域における大規模な自然災害の発生など、何かしらのイベントを契機として、取引主体のリスク認識が変容するという経路の重要性が指摘されるようになってきている。例えば、Ortega and Taspinar (2018)は、2021年のハリケーン Sandy の事例を用いて、大規模な水害発生が、水害発生地域と近接しているものの、水害自体は発生していない地域の不動産価格を低下させること、またその効果が持続的であることを報告し、大規模災害を契機として、取引主体の主観的なリスク認識が大きく変容した可能性を指摘している。Hallstrom and Smith (2005)や Muller and Hopkins (2019)、Addoum et al. (2021)も、米国のハリケーンについて、同様の影響を報告している。日本においても、岩橋ほか(2006)、齋藤(2005)、篠村(2010)が、過去の水害経験が地価に与える影響の重要性を指摘している。また、井上ほか(2015)では、東京の神田川水系の地価に対する水害リスクの影響が2011年央に高まることを報告し、東日本大震災後の人々の自然災害に対する意識変化が影響を与えている可能性を指摘している⁶。こうしたイベントを契機としたリスク認識の変化と、その変化による不動産価格の変化については、後述するように、Bakkensen and Barrage (2021)などの研究において、ベイズ更新を織り込むなどして理論化が進んでいる。

本稿の分析は、水害のリスク認識と地価の影響の定量評価という観点から、上記の分析と同様の問題意識に立脚している⁷。もっとも、こうした研究と比べて、本稿は、取引主体のリスク認識に影響を与えると考えられる主たる要因、すなわち、ハザードマップで示されている客観的なリスクと、大規模な水害発生の経験について、地価への寄与を検証・比較している点が特徴であると考えられる。加えて、ハザードマップの更新の効果と実際の水害発生の効果との比較、住宅地と商業地の比較、あるいは、水害リスクの種類の違いの比較を通じて、水害リスクと地価の関係性をより多角的に測定することも企図している。

2. 2 地価形成のメカニズム

理論的には、地価はその土地が生み出す期待収益の割引現在価値と等しくなると考えられる。実証分析に先立ち、以下では、地価形成における取引主体のリスク認識の役割について簡単に整理する。

⁶ 移行リスクにおいても、類似の指摘をする分析がある。例えば、Bolton and Kacperczyk (2021)は、77か国の1万社以上の株価データを検証し、CO2排出量の水準や増加率が多い企業ほどより高いプレミアムを求められていること、また、こうしたプレミアムは、2015年のパリ議定書以前には観察されなかったことを報告し、投資家のリスクに係る意識の変容が作用している可能性を指摘している。

⁷ マクロ経済学全体の領域のなかでは、本稿の分析は二つの研究領域と関係している。一つ目は、景気循環や金融仲介活動における不動産価格の変動を分析している領域である。二つ目は、洪水や土砂崩れを含む大規模な自然災害のように、頻度は低いものの一旦発生すると経済活動に大きな影響をもたらす事象についてのリスク認識の形成や、リスク認識が経済活動へ与える影響を分析するものである。前者の例として、Iacoviello (2005)などがある。後者の例としては、Gourio (2012)などがある。

2. 2. 1 リスク認識の変化が地価に与える影響

Bakkensen and Barrage (2021)に従い、水害リスクに全く直面していない土地と直面している土地の、2種類が存在すると仮定する。また、簡単化のため、水害については、水害が発生するか、しないか、の二つの状態しかないものとする。水害リスクに直面している土地は、生活の利便性、景観の良さなど(アメニティ)から追加的な収益(あるいは効用)を伴う一方、ある確率で水害が発生することに伴う損失も発生すると仮定する。また、土地の収益を含め供給サイドの変化は捨象する。このとき、 t 期における、水害リスクに直面していない土地の価格 P_t と、水害リスクに直面している土地の価格 P_t^{flood} は、それぞれ下記の通りに表される。

$$P_t = \beta(R_t + E_t[P_{t+1}]) \quad (1)$$

$$P_t^{flood} = \beta(R_t + \xi - \pi_t \delta + E_t[P_{t+1}^{flood}]) \quad (2)$$

ここで、 $\beta \in (0,1)$ は将来の現在に対する割引率、 E_t は t 期における期待値オペレーター、 R_t は t 期において2種類の土地が共通して生み出す収益、 ξ は水害リスクに直面する土地固有のアメニティが生み出す追加的な収益、 π_t は土地を取引する主体が認識している t 期に水害が発生する確率、 δ は水害により発生する損失を表す。

(1)、(2)式を用いると、水害リスクに直面する土地のプレミアムは、次のように表現できる。

$$\begin{aligned} \text{PREM}_t^{flood} &\equiv P_t^{flood} - P_t \\ &= \beta(\xi - \pi_t \delta + E_t[P_{t+1}^{flood} - P_{t+1}]) \\ &= \sum_{j=1}^{\infty} \beta^j \xi - \sum_{j=1}^{\infty} \beta^j E_t[\pi_{t+j-1}] \delta \end{aligned} \quad (3)$$

なお、ここでは、(1)、(2)式が将来時点においても成立することに加えて、発散解を排除して考えている。(3)式を踏まえると、プレミアムは、アメニティによる追加的な収益と水害発生による期待損失の割引現在価値で構成されることになる⁸。また、水害の予想発生確率 π_t の上昇、すなわち、水害リスクの上昇は、水害による期待損失の上昇を通じて、水害リスクに直面している土地の t 期における地価を相対的に低下させることが示される。

⁸ (3)式から示される通り、プレミアムには、水害リスクのほか、アメニティの寄与も含まれている。このため、本稿におけるヘドニック・アプローチでは、距離的に近い地点の集合をサンプルとすることで、地点間のアメニティの差を可能な限り縮めたいうで、水害リスクの違いの寄与を抽出するというアプローチを取っている。この点については、B.1.も参照。

ここで、ハザードマップ等から示される客観的・科学的な水害リスクを π_t^* とする。こうした客観的な水害リスクの情報の存在は、取引主体のリスク認識を表す π_t を変化させることを通じて、地価に影響を与える可能性がある。もっとも、上述の既存研究でも指摘されている通り、リスク認識は、客観的なリスクに関する情報へのアクセス頻度やリスク選好の度合いなどをも反映すると考えられ、取引主体が認識するリスクの大きさである π_t が、即時かつ機械的に π_t^* に収束することを保証する訳ではない。このため、 t 期において、客観的なリスク π_t^* と取引主体が抱く主観的なリスク π_t の大きさが異なる可能性もある。 π_t^* と π_t の関係について、例えば、[Bakkensen and Barrage \(2021\)](#)などの研究では、取引主体が、客観的なリスクと、取引主体の自らの被災経験など、他の要因の双方を考慮したうえで、主観的なリスク認識を形成するモデルを想定している。こうしたモデルの一例としては、以下のようなものがある。

$$\pi_t = q_t \pi_t^* + (1 - q_t) \pi^L \quad (4)$$

ここで、 $q_t \in [0,1]$ は、取引主体からみた、「客観的なリスク指標 π_t^* が正しい確率」である。 π^L は、取引主体特有の要因によって定まるパラメータである。

(4)式では、 t 期に水害が発生する確率についての取引主体の主観的なリスク認識は、客観的なリスクの大きさである π_t^* に加えて、取引主体からみて、客観的なリスクの大きさがどの程度尤もらしいかを表象する比重 q_t などによって影響を受ける。仮に、 q_t や π^L といった変数やパラメータが客観的なリスクから独立に決まるとの前提を置くとすると、客観的なリスクの変化に対する主観的なリスク認識の変化は、 $\Delta \pi_t = q_t \Delta \pi_t^*$ となり、 $q_t < 1$ であれば、(3)式で示される通り、地価は低下するものの、低下幅は、1対1で変化する場合に比べて、小さくなることになる。

2. 2. 2 水害の発生経験と主観的なリスク認識の形成

取引主体のリスク認識の形成に寄与する要因の一つとして、[Bakkensen and Barrage \(2021\)](#)、[Gallagher \(2014\)](#)などの既存の理論・実証分析を踏まえると、過去の大規模な水害の発生経験が、実際に被災した地域に加えて、被災地域の近隣の地域において、取引主体のリスク認識を変化させ、不動産価格の押し下げ要因として働く可能性が示唆される。(4)式の枠組みを用いて定式化すると、当初、取引主体が抱く主観的な水害発生確率 π_t が、客観的なリスク指標が示唆する発生確率 π_t^* と比べて小さかったとしても、実際に水害被害に直面したことを契機に、主観的なリスク認識が変化し、(3)式を通じて、地価に影響を与えるということになる⁹。具体的には、取引主体が、每期、水害の発生の有無を観測しながら、下

⁹ こうした一種の学習プロセスについては、自然災害のみならず、家計の資本市場への参加 ([Malmendier and Nagel \[2011\]](#))、疾病リスク ([Davis \[2004\]](#))、ゲーム理論 ([Camerer and Ho \[1999\]](#)) などの広範な分野において応用されている。

式の通り、ベイズの定理に従って、 q_t を更新していく場合を考える。

$$(q_t|y_{t-1} = 1) = \frac{\pi_{t-1}^* q_{t-1}}{\pi_{t-1}^* q_{t-1} + \pi^L (1 - q_{t-1})} \quad (5)$$

$$(q_t|y_{t-1} = 0) = \frac{(1 - \pi_{t-1}^*) q_{t-1}}{(1 - \pi_{t-1}^*) q_{t-1} + (1 - \pi^L)(1 - q_{t-1})} \quad (6)$$

ここで、 y_t は、 t 期に水害が発生したときに1を、そうでない場合に0を取る関数である。 $(q_t|y_{t-1} = 1) - (q_t|y_{t-1} = 0) > 0$ であることに鑑みると、この想定のもとでは、 t 期に発生した水害は、取引主体が認識する主観的な水害の発生確率である π_t を引き上げることになり、(3)式より、 t 期の地価は下落する。

なお、このメカニズムを踏まえると、過去の水害の経験回数が t 期の地価に与える影響についても含意を得ることができる。(4)から(6)式までを用いると、 t 期の水害の主観的な発生確率 π_t は、下式で表現される。

$$(\pi_t|\{y_s\}_{s=0}^{t-1}; I_{t-1}) = \frac{1}{1 + \left(\frac{\pi^L}{\pi^*}\right)^n \left(\frac{1 - \pi^L}{1 - \pi^*}\right)^{t-n-1} \left(\frac{1}{q_0} - 1\right)} (\pi^* - \pi^L) + \pi^L \quad (7)$$

ここで q_0 は、初期である0期において、取引主体が抱く客観的なリスクの尤もらしさを表象する比重であり、 $n \equiv \sum_{s=0}^{t-1} y_s$ は、0期から $t-1$ 期までの水害経験回数を表している。(7)式は、 $\pi^L < \pi^*$ のもとでは、過去の水害経験回数が大きいほど、 t 期における水害の主観的確率 π_t が高くなることを表している。

3. 実証モデルとデータ

3. 1 実証モデル

分析では、水害リスクが地価に織り込まれるプロセスを多角的に把握する観点から、既存研究で広く使用されている2つの手法を用いる。上記の通り、水害リスクには、ハザードマップで表される客観的な水害リスクに加えて、大規模な水害発生などの経験や情報へのアクセス頻度など、取引主体の特性に依存する主観的な水害リスクも存在すると考えられるが、ここでは、客観的な水害リスクの地価への影響を推計するモデル（以下、ベースライン・モデル）を記述する。

分析手法の第一は、ヘドニック・アプローチである。これにより、同一時点における水害リスクが高い地点と低い地点の地価を、最寄り駅からの距離などの様々な土地固有の属性をコントロールしたうえで比較できる。ヘドニック・アプローチは、ある商品の価格は、その商品が持つ様々な属性のそれぞれが消費者や

保有者に与える効用の和を反映していると考え、回帰分析を利用して、各属性の価格への寄与を推計する手法である¹⁰。物価指数の作成における財・サービスの品質調整や不動産価格の分析手法として広く使用されており、水害と地価の関係の分析にも、古くから適用されてきた（例えば、Witte et al. [1979]、宮田・安邊[1991]など）。

客観的な水害リスクの大小も地価を構成する固有の属性の一つである。推計では、以下の(7)式を用いて、地価の水準から水害リスクの寄与分を抽出する。具体的な定式化は、Hino and Burke (2020)などの先行研究に従っている。なお、水害リスクとしては、洪水リスクと土砂災害リスクを扱っている。

$$\log P_i \times 100 = \beta_1 F.Risk_i + \beta_2 L.Risk_i + \sum_{k=1}^n \beta_k X_{k,i} + \delta_q + u_i \quad (7)$$

ここで、 P_i は土地*i*の地価、 $F.Risk_i$ は客観的な洪水リスクの大きさ、 $L.Risk_i$ は同じく客観的な土砂災害リスクの大きさ、 $X_{k,i}$ は土地*i*固有のその他の属性、 δ_q は土地*i*が立地する都道府県 q についての固定効果¹¹、 u_i は誤差項を表す。 β_1 と β_2 が、水害リスクが地価に及ぼす影響を表すパラメータである。なお、地価、洪水リスク、土砂災害リスクのデータについての詳細は後述する。また、土地*i*固有のその他の属性としては、立地属性として最寄り駅からの距離と公共インフラ（ガス、水道、下水道）の供給施設の有無を表すダミー変数、建ぺい率、標高を、土地の生産性を表す地域経済属性として、土地*i*が立地する市区町村の一人当たり課税所得を用いている¹²。

もうひとつの分析手法は、ローカル・プロジェクションである。ヘドニック・アプローチでは、水害リスクが地価の水準に与える静学的な影響を計測することができるのに対して、ローカル・プロジェクションでは、ハザードマップの情報更新に伴う客観的な水害リスクの変化などに対する、地価の変化といった動学的な反応（インパルス応答）を推計することができる。ローカル・プロジェクションは、Jordà (2005)によって提案された多変量解析の手法であり、VARモデルと比べて、交差項を入れるのが容易で、説明変数の非線形的な効果も捕捉し易い分析枠組みとなっていることから、近年は、マクロ経済学だけではなく、Tran and Wilson (2020)や山本・仲(2021)など、自然災害に関する分析にも、応用されるようになってきている。

¹⁰ ヘドニック・アプローチの理論的背景については、Shimizu and Karato (2018)が詳しい。

¹¹ 市区町村単位で固定効果を設定した場合、市区町村によっては、ほとんどの地点に水害リスクが付与されているため、水害リスクの影響を正確に識別できなくなる可能性が高い。この点を回避するため、より広域な都道府県単位で固定効果を設定した。

¹² 推計では、地価と所得の内生性の問題に対処するため、推計に用いる地価の時点年からみて1年前の課税所得を用いている。

具体的には、まず次の(8)式で、 t 年に発生した水害（洪水、土砂災害）リスクの変化（ $\Delta F.Risk_{i,t}$ 、 $\Delta L.Risk_{i,t}$ ）に対する $t+h$ 年の地価のインパルス応答関数を定義する。

$$\begin{aligned} \frac{\partial \log P_{i,t+h}}{\partial \Delta F.Risk_{i,t}} &\equiv E(\log P_{i,t+h} | \Delta F.Risk_{i,t} = 1; I_t) \\ &\quad - E(\log P_{i,t+h} | \Delta F.Risk_{i,t} = 0; I_t), \\ \frac{\partial \log P_{i,t+h}}{\partial \Delta L.Risk_{i,t}} &\equiv E(\log P_{i,t+h} | \Delta L.Risk_{i,t} = 1; I_t) \\ &\quad - E(\log P_{i,t+h} | \Delta L.Risk_{i,t} = 0; I_t), \end{aligned} \quad (8)$$

$$h = 1, \dots, H$$

ここで、 I_t は t 年における情報集合を表す。この(8)式で定義されたインパルス応答関数は、以下の(9)式を用いて推計する。

$$\begin{aligned} &(\log P_{i,t+h} - \log P_{i,t}) \times 100 \\ &= \sum_{\tau=-3}^{h-1} \rho_{\tau}^h \Delta F.Risk_{i,t+\tau} + \sum_{\tau=-3}^{h-1} \eta_{\tau}^h \Delta L.Risk_{i,t+\tau} + \sum_{\tau=-3}^{h-1} \theta_{\tau}^h Damage_{c,t+\tau} \\ &\quad + \sum_{k=1}^n \delta_k^h \Delta X_{k,i,t} + \delta_i^h + \delta_t^h + \varepsilon_{i,t}^h \end{aligned} \quad (9)$$

ここで、 $Damage_{c,t}$ は土地 i が立地する市区町村 c の一人当たり水害被害額、 $\Delta X_{k,i,t}$ は土地 i 固有のその他の属性の変化¹³、 δ_i^h は土地 i の固定効果、 δ_t^h は時間固定効果、 $\varepsilon_{i,t}^h$ は誤差項を表す。

(9)式は、足もとから将来にかけての地価の変化率が、現在及び過去の客観的な水害リスクの大きさの変化のほか、水害被害額、その他の土地固有の属性の変化、土地固有の定数項的な要因、マクロ経済環境などで決定されることを意味している。そのもとで、(8)式で定義された、客観的な洪水リスクや土砂災害リスクの変化に対する地価のインパルス応答関数は、それぞれ(9)式における ρ_0^h 、 η_0^h として推計できる。

このように、パネルデータを用いて水害リスクと地価の時系列方向での変化の関係を分析することの利点の一つとして、景観の良さなど時間を通じて一定であると考えられるアメニティが、地価に与える影響を除くことができることが挙げられる。すなわち、Hino and Burke (2020)や Bakkensen and Barrage (2021)が指摘するように、水害リスクの高さが、景観などその土地の特性と不可分な効用

¹³ 具体的には、ヘドニック・アプローチで用いた、ガスの供給施設の有無等のダミー変数と建ぺい率の前期差及び、一人当たり課税所得の前期比を使用している。なお、課税所得については、地価との間に内生性が存在する可能性があるため、1期ラグを使用している。

(アメニティ)と相関をしている場合には、特定時点のクロスセクション・データのみを用いるヘドニック・アプローチでは、水害リスクの地価に対する定量的な寄与を抽出することが困難となる。このため、Hino and Burke (2020)や Tran and Wilson (2020)など、パネルデータを用いてアメニティの影響を除きつつ、水害リスクのみの寄与を計測しようとする研究が、近年は増えてきている。

分析では、ヘドニック・アプローチとローカル・プロジェクションともに、住宅地、商業地別に推計する。

3. 2 推計に用いたデータ

推計に用いる地価は、「公示地価」(国土交通省)を使用している¹⁴。土地の用途区分(住宅地・商業地)も公示地価に従っている。

客観的な水害リスクのうち、洪水リスクについては、国土交通省のGISホームページで公表されている「洪水浸水想定区域」における想定浸水深とその指定日に関する情報を、公示地価における標準地の住所情報とマッチングし、各地点の想定浸水深の時系列を算出している。その際、想定浸水深の指定がハザードマップなどに反映され、周知されるまでのラグを考慮して、新たな想定浸水深が反映される年は、指定日から6か月後の年とした¹⁵。また、洪水浸水想定区域では、想定浸水深が深さに応じて区分された形で示されているが(例えば、3.0~5.0m未満の区域など)、本稿では、各区分における想定浸水深の上限値を使用した連続変数に変換している。次に、土砂災害リスクについては、GISホームページで公表されている、「土砂災害危険箇所」と「土砂災害警戒区域」の情報を、公示地価における標準地の住所情報とマッチングし、各地点がこのいずれかに含まれている場合に1を取るダミー変数として表している¹⁶。また、洪水リスクと同様の方法で、指定日から周知されるまでのラグを織り込んでいる。

¹⁴ 公示地価は、地価公示法に基づき、毎年1月1日時点における標準地(2020年で約26,000地点)の単位面積当たりの価格として、1970年以降、毎年公表されている。この価格は、国土交通省土地鑑定委員会が定める2人以上の不動産鑑定士による鑑定評価額に基づいており、同じく国土交通省が公表する「不動産取引価格情報」のような実取引データではないが、「不動産取引価格情報」では参照できない詳細な住所情報が利用できるほか、全国の代表的な地点の地価を長期的に追跡可能であるなどの利点がある。実際、日本についての多くの先行研究においても、公示地価が使用されているほか、地域金融機関の担保評価などの金融機関実務においても広く用いられている(図2)。

¹⁵ ハザードマップは、河川を管理する国・都道府県が浸水想定区域を指定した後に、各自治体が、避難場所などの情報を重ね合わせて作成・配布されるため、指定日からハザードマップの配布までにはラグがある。

¹⁶ 2000年に成立した「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」を受けて、土砂災害警戒区域の策定が進む一方、1960年代から調査されてきた土砂災害危険箇所の情報は、2010年以降更新されていない。本稿では、土砂災害警戒区域の策定が、土砂災害危険箇所と比べ調査範囲が広いなどの理由から完了していない自治体が存在する状況を踏まえ、土砂災害危険箇所と土砂災害警戒区域の双方の情報を使用した。

水害リスク以外の土地固有の属性¹⁷については、最寄り駅からの距離、公共インフラ（ガス、水道、下水道）の供給施設の有無を表すダミー変数、建ぺい率を、公示地価における標準地に係る情報を基に作成したほか、その他利便性を表す変数として選択した標高は、国土数値情報からダウンロードした250メートル・メッシュの標高の平均値を、地点別にマッチングした。市区町村別の一人当たり課税所得は、「市町村税課税状況等の調査」（総務省）を用いて計算している。

市区町村別の一人当たり水害被害額は、「水害統計」（国土交通省）における一般資産等被害額（農作物除く）を、「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査」（総務省）で割ることで計算している。なお、合併など、市区町村の区域の時系列的な変化については、過去の合併情報を反映した調整を行ったうえで、公示地価における標準地が属する市区町村にマッチングした。

推計サンプルの期間は、水防法が改正されて想定浸水区域の作成が始まった2001年から、2020年までとした¹⁸。また、水害リスクと地価の関係をより正確に捕捉する観点から、アメニティの度合いなど、水害リスク以外の面でできるだけ属性が似ていると考えられる土地を標本集合として選んだうえで、その集合における水害リスクの大きさの違いと地価の違いの関係性を抽出する。具体的には、推計標本は、客観的な水害リスクに直面する標準地と、そこから1km以内に位置する水害リスクに直面していない標準地に限定している¹⁹。こうした絞り込みを行ってもなお、総地点数は、全都道府県に渡って約3,500、サンプルサイズは約6万と、十分大きな規模のサンプルを確保している。なお、各変数の基本統計量は表1に示している。

4. 推計結果と評価

以下では、大別して三つの分析を行う²⁰。まず、客観的な水害リスクの地価への寄与を捉えるため、ベースライン・モデルの推計を行う。次に、ベースライン・モデルを拡張し、既存研究において、取引主体の主観的な水害リスク認識の形成

¹⁷ 公示地価を使用した先行研究の中には、地価の決定要因としての説明変数に容積率（例えば、佐藤ほか[2016]）や前面道路の幅員（例えば、森[2016]）を使用するものもある。容積率は、前面道路の幅員などで決まることから、本稿のベースライン・モデルに前面道路の幅員を説明変数として加えたものも確認したところ、パラメータの有意性や値の大きさは、大きくは変わらなかった。

¹⁸ 分析時点の水害統計の最新の調査年が2019年であったため、2019年12月31日までの情報を反映している、2020年までの公示地価を用いた。

¹⁹ 2013年のテムズ川の氾濫が不動産価格に与えた影響を分析した Garbarino and Guin (2020) は、propensity score matching を用いて、洪水で被災した不動産に対する、属性が近いコントロール群の選択をしている。本稿も、類似的な問題意識から、属性が近いと考えられる近接地域を分析対象としている。

²⁰ 標本時期や標本集合を変えるなど、推計結果の頑健性の確認については、結果をまとめて補論に掲載している。

に重要な役割を果たすとされている、過去の大規模な水害の経験が、地価形成に対してどのような影響を持つかを検証する。最後に、[Hino and Burke \(2020\)](#)に倣い、推計結果が、仮に客観的な水害リスクが地価に全て織り込まれた場合の理論的な下落幅に比べて大きいかどうかを検証する。

4. 1 ベースライン・モデルの推計結果

表2は、ヘドニック・アプローチを用いた場合の2020年についての推計結果である²¹。(1)が住宅地、(2)が商業地についての推計結果である。洪水リスクについてみると、住宅地と商業地の双方に対して統計的に有意にマイナスの影響を与えており、定量的には、1mの想定浸水深につき、住宅地では▲1.1%、商業地では▲4.7%と、商業地に対してより大きく作用している^{22,23}。土砂災害リスクも、住宅地と商業地の両方で、有意にマイナスである。定量的には、洪水リスクと同様、住宅地で▲11.9%、商業地で▲18.9%と、商業地をより強く下押ししている。なお、立地属性や地域経済属性に関するコントロール変数については、住宅地と商業地の両方で、期待される符号条件を満たし、かつ概ね有意である。

図3および表3は、ローカル・プロジェクションを用いて、客観的な水害リスクの上昇に対する、住宅地と商業地のインパルス応答関数をみたものである^{24,25}。まず、洪水リスクの上昇に対する反応をみると、住宅地については、1年～6年の全てについて有意な影響がみられない一方、商業地については、洪水リスクについての情報の更新直後から6年後まで継続的に有意に地価を低下させることが確認できる。定量的には、想定浸水深が新たに1m引き上げられると、商業地

²¹ 不均一分散に対処するため、標準誤差はロバスト推計値を使用した。

²² 地価の下押し幅は、推計されたパラメータ β が示す対数変化率を、指数関数によって通常の変化率に変換したものである。すなわち、被説明変数が地価の対数値 $\times 100$ であるため、各パラメータ β が地価を何パーセント変化させるかを、「 $\exp(\beta/100) - 1$ 」として計算している（以下同様）。

²³ これは、客観的な水害リスクが地価を有意に押し下げることが報告している[篠村\(2010\)](#)や、[寺本ほか\(2008\)](#)の研究と整合的である。

²⁴ 洪水リスクを表す「洪水浸水想定区域」は、2001年の水防法改正によって指定が始まり、2005年には対象河川が拡大された。これらは、河川整備における基本となる降雨量を基準に指定されていたが、2015年の水防法改正以降は、想定し得る最大規模の降雨量を基準とした区域に拡充されている。ローカル・プロジェクションの推計に用いる洪水リスクの「変化」とは、主として、2001年以降、洪水想定区域がない地域が洪水想定区域に指定され、その結果として想定浸水深が新規に設定されたという事象と、2015年以降、基準となる降雨量が最大規模の降雨量に代わったことによる想定浸水深の変化を捉えている。また、土砂災害リスクの「変化」は、それまで「土砂災害危険箇所」「土砂災害警戒区域」に指定されていなかった地点が新たに指定されるケースを捉えている。なお、前者の洪水リスクの「変化」の地価の変化への寄与を推計する際、その土地において初めて想定浸水深が指定された事例（前年の想定浸水深がゼロメートル）と、それ以外の理由によって想定浸水深が変化した場合とに分けて推計しても、結果は大きくは変わらなかった。

²⁵ 系列相関に対処するため、標準誤差はクロスセクションでクラスタリングを取ったロバスト推計値を使用している。

では地価が6年後までで累積で▲2.6%低下する²⁶。土砂災害リスクの上昇に対する反応をみると、住宅地、商業地ともに有意に地価は低下することが確認できる。ただし、住宅地においては5年後には影響が剥落する一方、商業地においては地価の低下がより長く継続する。定量的には、土砂災害の被災想定地点となった場合、住宅地では地価が3年後までに累積で▲2.3%、商業地では6年後までに累積で▲14%低下する²⁷。

最後に、ローカル・プロジェクションのもとでの、実際の水害発生に対する地価の反応を確認する²⁸。客観的な水害リスクが変化する場合と同様に、水害発生後、住宅地、商業地とも有意に地価が低下すること、住宅地よりも商業地の方がより大きく反応することが確認される。定量的にみると、標本の99%タイル値相当の規模の水害被害が発生した場合²⁹、その市区町村にある土地の価格は、平均的には、水害発生3年後までに住宅地で▲0.6%、商業地で▲1.7%低下する。もっとも、客観的な水害リスクの変化と異なり、実際の水害発生による地価の押し下げ効果は、点推計値でみると5年後にはほぼ水害前の水準に回復する。このことは、被災後の地域経済の復興もあって、実際の水害発生が地価に与える影響が、客観的な水害リスクが与える影響と比べて、相対的に短い可能性を示している。実際の水害発生の影響が、リスク認識の変化による影響と比べて持続的ではない点については、例えば、[Ortega and Taspinar \(2018\)](#)でも報告されている。

ベースライン・モデルの推計結果は、ハザードマップに含まれる客観的な水害リスクの情報が、多くの場合、地価を統計的に有意に押し下げる作用を持つことを示唆しており、日本の先行研究や不動産価格に関する海外の先行研究とも概ね整合的な結果となっている。もっとも、推計結果からは、特に、海外の一部の先行研究で指摘されている通り、客観的な水害リスクの情報が地価に波及していくうえでは、波及にラグがあるほか、土地の用途によって波及度合いに違いがあるなど、即時にかつ画一的に地価に反映されるのではないことも確認された。このことは、2章でみたように、客観的なリスクについての情報発信が土地の取引主体のリスク認識に影響を与えるプロセスにおいて、取引主体の情報へのアクセスの度合いやリスク認識を形成するうえでの重要性など、取引主体固有の要因が、何かしらの役割を果たしている可能性を示唆していると考えられる。例

²⁶ 洪水リスクについて、東京都区部の住宅地を対象とした[篠村\(2010\)](#)や、滋賀県を対象とした[森ほか\(2016\)](#)では、ハザードマップ等の公表が地価に及ぼす影響は有意ではないことが指摘されており、これは本稿で推計された住宅地の地価の反応と整合的である。

²⁷ 同じく土砂災害警戒区域であることの地価への影響について、福井県など7県のデータを用いて分析した[吉永\(2014\)](#)では、土砂災害警戒区域への指定が地価を▲2.8%低下させるとの結果が得られており、これは本稿で推計した3年後までの住宅地地価の低下幅と近い結果となっている。なお、同分析では、土砂災害警戒区域よりもリスクが高いと考えられる特別警戒区域への指定は、地価を▲9.1%低下させると報告している。

²⁸ (9)式において、水害被害額が地価に与える影響は、 θ_0^h として推計されている。

²⁹ 4.1万円/人。これは、例えば、2019年の台風19号で床上浸水などが大規模に発生した茨城県結城市の被害額に相当する。

例えば、商業地と住宅地の水害リスクの地価への織り込み方の違いについては、「商業的な買い手」ほど、個人や家計の買い手と比べて、不動産取引の経験が豊かで、かつ、洪水リスクの情報に十分にアクセスするだけの経営資源を持つため、洪水リスクをより大きく価格に織り込むとする [Hino and Burke \(2020\)](#) の指摘と整合的であると考えられる³⁰。実際、同論文では、洪水リスクが住宅価格に与える押し下げ幅について、「商業的な買い手」が購入した場合には、▲6.9%程度であるのに対して、そうではない買い手が購入した場合には、▲1.8%程度であることを報告している。また、地価の反応に時間を要する背景としては、取引主体の情報のアクセスの頻度や心理的な慣性を反映している可能性があると考えられる。こうしたラグの存在については、[Ortega and Taspinar \(2018\)](#) など、米国の研究においても指摘されている。

4. 2 過去の水害経験が地価に与える影響

本節では、ベースライン・モデルを拡張し、客観的な水害リスクに加えて、主観的な水害リスクが地価の形成にどの程度作用するかを検証する。主観的な水害リスクの代理指標としては、被災地を含む近接地域における過去の大規模な水害経験回数をを用いる。

まず、ヘドニック・アプローチでは、(7)式の説明変数に過去の水害経験回数 $N.Flood$ を加味した、次の(10)式を推計する。

$$\begin{aligned} \log P_i \times 100 = & \beta_1 F.Risk_i + \beta_1^S F.Risk_i \times N.Flood_q \\ & + \beta_2 L.Risk_i + \beta_2^S L.Risk_i \times N.Flood_q \\ & + \sum_{k=1}^n \beta_k X_{k,i} + \delta_q + u_i \end{aligned} \quad (10)$$

ここで、第2、4項は、客観的な水害リスクが地価に与える影響のうち、過去の水害経験が、主観的な水害リスクの認識を変容させることを通じて、地価に作用する効果を捉えている。一方、第1、3項は、こうした影響以外の、客観的な水害リスクが地価に与える影響を捉えている。

主観的な水害リスクを捉えるために組み込んでいる説明変数 $N.Flood_q$ は、土地 i が立地する都道府県 q が過去10年間で経験した、比較的大規模な水害被害の回数を表す³¹。「比較的大規模な水害被害」とは、過去10年間における全都道府県ベースの一人当たり水害被害の75%タイル値を超える水害としている。水害

³⁰ 住宅地と商業地を比べると、所有者の用途や取引行動のほか、関連する規制の内容も異なっており、こうした点も地価形成に影響を与えている可能性がある。

³¹ 図4は、水害を経験した回数の、全サンプル(47都道府県×26年)のヒストグラムを表している。経験回数の中央値は2回、75%タイル値が3回、90%タイル値が4回となっている。

統計は、悉皆統計に近く、一人当たりの被害規模が 1 円を下回るなど極めて小さいものも含まれており、これらを含めると、毎年、ほぼ全ての都道府県で水害被害が発生することになる。閾値を設定する理由は、土地取引に関わる主体の主観的な水害リスク認識に影響を与えるのは、被害規模が相対的に大きい水害であるとの想定に基づく。水害の回数を都道府県単位で集計する理由は、各主体は、近隣の土地で発生した水害被害も織り込んだうえで、対象となる土地の水害リスクの主観的な発生確率を形成するとの想定に基づく³²。(10)式においては、洪水リスクについては β_1^S 、土砂災害リスクについては β_2^S が、客観的な水害リスクが地価に影響を与えるうえで、過去の水害経験の回数によって増幅・抑制される度合いを表す。

表 4 が、(10)式の推計結果である。(1)が住宅地、(2)が商業地の推計結果である。まず、洪水リスクについては、過去の水害経験の回数による追加的な影響は、住宅地、商業地ともに統計的に有意に負である。定量的には、1m の想定浸水深あたり、2020 年時点において過去 10 年で水害を経験した回数が 1 回増える毎に、住宅地の地価を▲1%、商業地の地価を▲4.5%それぞれ押し下げていることが示唆される。この定式化のもとでは、過去の水害経験の回数の影響を除いた、客観的な水害リスクの影響を表すパラメータ β_1 は統計的に有意ではなくなっており、洪水リスクが地価を押し下げらるうえで、過去の水害経験を通じた主観的なリスク認識が相対的により重要な役割を果たしている可能性を示唆している。

土砂災害リスクについては、まず、過去の水害経験の回数の影響を除いた、客観的な水害リスクの影響を表すパラメータ β_2 は、商業地について有意に負であり、住宅地では有意ではない。一方で、過去の水害経験の回数による主観的なリスク認識の影響を表すパラメータ β_1^S は、逆に、商業地では有意ではないが、住宅地については有意に負になっている。定量的にみると、後者については、土砂災害の被災想定地点であることは、過去 10 年で水害を経験した回数が 1 回増える毎に、住宅地の地価を▲4.4%押し下げることになる。こうした違いは、住宅地と商業地とでは、前者は主観的な経験、後者は客観的なリスク認識が相対的により大きい影響を持つなど、取引主体の持つリスク認識の性質が異なる可能性を示唆している。

次に、こうした主観的なリスク認識が、客観的なリスク認識の情報の更新に対する地価の反応について、どのような影響を持つかを、ローカル・プロジェクトを用いて推計する。具体的には、(9)式に過去の水害経験回数を加味した、次の(11)式を推計して、客観的な水害リスクの情報の更新に対する地価の反応が、過去に水害を経験した回数の影響を受けるか検証する。

³² Gallagher (2014)では、洪水リスクが水災保険の加入に与える影響を分析し、実際に洪水で被災していない地域であっても、被災地域と同一のテレビ局の放送網である場合には、水災保険への加入が増加する傾向があることを指摘している。

$$\begin{aligned}
& (\log P_{i,t+h} - \log P_{i,t}) \times 100 \\
& = N.Flood_{p,t} (\rho_t^{h,S} \Delta F.Risk_{i,t} + \eta_t^{h,S} \Delta L.Risk_{i,t} + \theta_t^{h,S} Damage_{c,t}) \\
& = \sum_{\tau=-3}^{h-1} \rho_t^h \Delta F.Risk_{i,t+\tau} + \sum_{\tau=-3}^{h-1} \eta_t^h \Delta L.Risk_{i,t+\tau} + \sum_{\tau=-3}^{h-1} \theta_t^h Damage_{c,t+\tau} \quad (11) \\
& + \sum_{k=1}^n \delta_k^h \Delta X_{k,i,t} + \delta_i^h + \delta_t^h + \varepsilon_{i,t}^h
\end{aligned}$$

ここでは、 $\rho_t^{h,S}$ と $\eta_t^{h,S}$ が、過去の水害経験回数による地価への追加的な影響を捉えるためのパラメータである。

図5、表5は、それぞれ住宅地と商業地についての客観的な水害リスク上昇に対するインパルス応答関数と、(11)式の説明変数の係数の推計値を示している。図5において、シャドーは、過去10年の経験回数の違いが統計的に有意な影響を与えていない期間を示しており、住宅地における土砂災害リスクの指定については、経験回数が有意な影響を与えないことが示唆される³³。洪水リスクについては、住宅地では、1年後の地価の反応に対する経験回数の影響が有意であるものの、2～6年先の地価については、シャドーから示される通り、統計的に有意な影響が見られない。一方で、商業地では、1～6年先までの地価変動に対して、経験回数の統計的に有意な影響がみられる。図5が示す通り、商業地では、過去の水害経験回数が多いほど、客観的な洪水リスクの上昇に対する地価の下落幅は小さくなっている。また、 ρ_t^h も引き続き有意に負となっており、過去の水害経験が仮になかったとしても、客観的な水害リスクの情報の更新が、地価に有意な影響を与えることが示唆される。

図5、表5で示される通り、実際の水害被害に対する地価のインパルス応答関数をみると、過去の水害経験回数が多いほど、住宅地、商業地とも地価の下落が抑制される傾向があることが確認できる。これは、[山本・仲\(2021\)](#)が指摘するように、過去に水害を経験している地域ほど、水害への備えが厚く地域経済への下押しが限定的であるほか、こうした地域ほど、水害発生リスクが主観的なリスク認識に十分に織り込まれる結果、追加的な水害発生によって、リスク認識が容易には変化せず、地価の変動が抑制されることを示唆している可能性もある。

4. 3 水害リスクの織り込み度合いの評価

前述の通り、地価に反映されている水害リスクは、取引主体が形成した主観的なリスク認識であり、その大きさは、客観的なリスク認識とは、必ずしも符合しない。そこで本節では、[Hino and Burke \(2020\)](#)に倣い、客観的な水害リスクに基づいて、合理的に見積もった水害リスクによる地価の値引き率（以下、合理的値

³³ 商業地については、サンプルサイズが少なく、推計することができなかった。

引き率、Efficient Discount Rate、EDR) を試算し、前節までの実証分析から含意される値引き率 (以下、実際の値引き率) と比較することで、地価に反映されている主観的な水害リスクが、客観的なリスクと比べて大きいのか、言い換えると、客観的なリスクが地価にどの程度織り込まれているか、という点についての定量評価を試みる³⁴。

Hino and Burke (2020)と同様、合理的値引き率 EDR_l は、以下の(12)式で計算する。時間軸は年次である。

$$EDR_l = - \frac{\sum_{t=0}^{\infty} \frac{\pi_l \delta_l}{(1+r)^t}}{P}, \quad (12)$$

$$\text{where } \delta_l \equiv \sum_{j=1}^n L_{j,l} V_j + \sum_{k=1}^m O_k.$$

ここで、 P は地価、添え字の l は床下浸水などの水害被害、 π_l はこうした水害被害が生じる客観的な発生率、 r は将来の割引率、 $L_{j,l}$ は水害被害発生時において、資産 j が被る被害率、 V_j は資産 j の評価額、 O_k は水害に被災した場合の清掃費用や営業停止損失などの費用項目 k の額を表す。(12)式は、合理的値引き率が、仮にその土地に住宅や小売店舗を建てた場合に発生する期待損失額の割引現在価値が、地価に占める割合と等しいことを示している³⁵。ここから得られた合理的値引き率 EDR_l を、実際の値引き率と比較することで、実際の地価に織り込まれている水害リスクが、客観的なリスクと比べて大きいのかどうかを評価することが可能となる。

合理的値引き率の計算に用いた主なパラメータは次の通りである³⁶。割引率 r は、資金調達コストや個別不動産の特性に応じて幅を持つと考えられることから、1%と5%の2つの場合について計算した。水害発生確率は、洪水については0.1%、土砂災害については0.15%とした³⁷。水害発生時の被害額を規定するパラメータのうち被害率は、国土交通省が公表している、治水経済調査マニユア

³⁴ Hino and Burke (2020)は、水害リスクが不動産価格に及ぼす影響についての実証分析の結果と、水災保険料から含意される合理的値引き率との比較を踏まえて、水害リスクの不動産価格への折り込みは、客観的な水害リスクと比べて十分ではないと主張した。

³⁵ (12)式は、2章の理論モデルにおいて、アメニティ ξ が0の場合として、導出できる。

³⁶ Hino and Burke (2020)では、米国のデータを用いて、期待損失額が保険料に等しいと仮定したうえで、合理的値引き率を算出している。一方、日本では、米国と異なり、水災保険料が都道府県単位で設定されており、必ずしも個別地点のリスクを反映した価格となっていない可能性がある。このため、本稿では、期待損失額の算出において、保険料データではなく、治水経済調査マニュアルや経済センサスなどを使用している。

³⁷ 洪水リスクについては、2015年の水防法の改正以降の洪水想定浸水深が1000年に1度の大雨を想定して算出されていること、土砂災害については、松田・中谷(2020)において、土砂災害警戒区域に指定されている地点で、100年に1回以上の災害が発生する確率が、約15%と試算されていることを踏まえて設定した。

ルに依拠した。その他費用項目も、治水経済調査マニュアルに基づき、住宅地については家庭代替活動費と清掃労働対価、商業地については事業所営業停止損失額と事業所応急対策費を、水害被害別に集計した³⁸。資産の評価額の算出に使ったパラメータとその出所は表 6 に示している。住宅地については、住宅金融支援機構が公表している土地付注文住宅の平均面積と、治水経済調査マニュアルと公示地価の面積あたり価格を用いて、土地と家屋の評価額を計算した。商業地については、治水経済調査マニュアルにおいて使用されている家屋や償却資産の評価額、経済センサスの 1 事業所当たり売場面積、公示地価の商業地の中央値などを用いて、一般的な小売店を想定し、評価額を計算した。

図 6 が、割引率が 1% の場合の、合理的値引き率の試算結果である。住宅地では、床下浸水のリスクで▲1.4%、土砂堆積（50cm 未満）のリスクで▲20.5% となった。家庭用品や家屋の損害の寄与が大きい、清掃労働対価や家庭代替活動費も相応の割合を占めている。商業地では、床下浸水のリスクで▲2.6%、土砂堆積（50cm 未満）のリスクで▲31% となった。償却資産・在庫資産の損害や事業所営業停止損失の寄与が大きい商業地の方が、住宅地よりもマイナス幅が大きい傾向がある。また、被災時の被害率の高さを反映して、床下浸水よりも土砂堆積（50cm 未満）の方が、マイナス幅が大きくなっている。

次に、前節までの実証分析の結果から、実際の値引き率を計算する。具体的には、ヘドニック・アプローチについては(10)式、ローカル・プロジェクションについては(11)式において、それぞれ推計された水害リスクに係る係数を用いる³⁹。なお、床下浸水のリスクとしては、0.45m の想定浸水深⁴⁰、土砂堆積（50cm 未満）リスクとしては、土砂災害リスクのダミーが 1 である場合の推計結果と対応させている。過去の水害経験数が地価に与える効果については、都道府県によって水害経験数が異なることから、過去 10 年の被災回数が 1 回から 3 回（それぞれ、全サンプルの 25%、50%、75% タイル値に相当）の場合で計算している。

図 7 が、合理的値引き率と実際の値引き率との比較である。合理的値引き率は、割引率 r が 1% の場合と 5% の場合との幅で示されている。前述の通り、合理的値引き率は、全国ベースでのデータを用いて計算されている一方、実際の値引き率は、地域ごとに異なりうるため、過去の水害経験数による異質性を踏まえている。まず、住宅地についてみると、実際の値引き率は、合理的値引き率の範囲内に収まっているものもあるが、合理的値引き率の下限を下回るものもあり、客観的な水害リスクの大きさが、地価に十分に反映されていない可能性を示唆している。特に、この傾向は、床下浸水のリスクと土砂堆積（50cm 未満）のリス

³⁸ 治水経済調査マニュアルにおける被害率や代替活動費は、「水害被害実態調査」や損害保険会社、ハウスメーカーからの情報に基づき設定されている。

³⁹ ローカル・プロジェクションから得られたパラメータについては、長期的な効果を捉えるため、6 年目までの累積変化率で評価した。

⁴⁰ 建築基準法で、地面から床までの高さが 45cm 以上とされていることを踏まえて設定した。

クの双方において、ローカル・プロジェクションから得られる値引き率について顕著である。商業地については、多くのケースについて、実際の値引き率は、合理的値引き率の範囲内である。もっとも、水害経験数が多い場合のヘドニック・アプローチでは、実際の値引き率が合理的値引き率を超えており、地価に水害リスクが過大に織り込まれている可能性、または先行き水害発生確率が上昇したり、被害が激甚化したりするとの見方を反映している可能性を示唆している。

5. まとめ

気候変動が実体経済に与えるリスクが国際的な関心を集めるもとの、ハザードマップなどの客観的・科学的な水害リスクの情報公開が地価に与える影響についても、広く関心が高まっている。本稿では、洪水リスクと土砂災害リスクについてのハザードマップの情報が日本の地価の水準や変動に及ぼす影響について、ヘドニック・アプローチとローカル・プロジェクションの2つの分析手法を用いて、分析している。分析においては、ハザードマップの影響に加えて、取引地域の過去の大規模な水害発生件数など、取引主体の主観的なリスク認識に影響を与えると考えられる指標の役割についても考察している。

分析結果の概要をまとめると以下の3点である。第一に、ハザードマップが示唆する客観的な水害リスクの存在は地価水準の押し下げに働き、また、こうした水害リスクが上昇すると、地価も低下する。もっとも、その定量的な影響は、幅を持っている。例えば、住宅地と商業地を比べると、商業地の方が水害リスクの大きさが相対的に大きく織り込まれる傾向があり、両者の間において、取引主体のリスク認識の形成過程が異なっている可能性が示唆される。また、ハザードマップ更新が地価に反映されるプロセスはラグがあり、何かしらの情報の摩擦が存在している可能性が示唆される。第二に、過去の大規模な水害被害の経験回数も、地価に影響を及ぼし、水害リスクや土地の用途の種類によっては、客観的な水害リスクよりも説明力を持つ。例えば、ハザードマップで示される洪水の客観的なリスクが等しくとも、過去、水害が高い頻度で発生してきた地域では、発生頻度が限定的な地域と比べて、客観的な洪水リスクの大きさが地価の水準に対してより大きく反映され易い。また、こうした地域では、客観的な水害リスクが変化した場合の地価の変動は、過去のハザードマップに示されていたリスクを既に相応に織り込んでいることもあってか、限定的である。第三に、客観的な水害リスクの地価への織り込まれ方の度合いは、ある程度、適切に織り込まれていると考えられるものの、水害リスクや土地の種類によっては、十分ではない可能性もある。過去に発生した水害被害額と客観的な水害リスクを用いて、一定の前提のもとで合理的値引き率を計算すると、推計結果から含意される値引き率と大きな違いはないものの、乖離があるケースも存在する。この点も、地価形成における主観的なリスク認識の役割を示唆している可能性がある。

最後に、今後の研究に向けての課題を展望する。一つ目は、水害リスクが地価に与える影響についてのより詳細な分析である。例えば、ハザードマップ変更に対する商業地と住宅地の反応の違いなど、商業地と住宅地の違いについては、[Hino and Burke \(2020\)](#)などの先行研究が指摘している取引主体の情報量の違いに依るものなのか、それ以外の要因が作用しているかについては本分析対象の外である。また、ローカル・プロジェクションに基づく分析では、客観的な水害リスクの変化や水害被害の発生後、地価がラグを伴って変化することが観察されるが、情報の拡散の速度に依存するのか、取引主体のリスク認識の変化自体に慣性があるのかなど、ラグの背景については分析していない。気候変動やそれに対処するための施策が経済環境に与える影響を考察するためには、リスク認識の大小と地価の関係だけではなく、こうした点についての知見を深めることも重要であると考えられるが、そのためには、客観的な水害リスクと地価だけではなく、それぞれの取引主体が取引時点において直面する情報集合の性質など、一段と高粒度のデータが必要になる。

二つ目は、地価と金融システムとの関係性の分析である。第 1 章で述べた通り、既存研究では、気候変動の結果として、地価が下落すれば、家計や企業のバランス・シートを実質的に毀損し、経済活動や金融仲介活動の押し下げを經由して、金融システムに波及する可能性が指摘されている。逆に、気候変動に対処するための各国の施策が奏功し、気候変動に係るリスクが減少すれば、地価の上昇を通じて、金融システムに対してより望ましい方向で作用する可能性もある。気候変動が地価の変化を通じて金融システムに与える影響は、わが国の金融システムの安定性を維持する観点からも重要なテーマであり、今後も分析の積み重ねが求められる。

参考文献

- Addoum, J. M., P. M. A. Eichholtz, E. Steiner, and E. Yönder (2021). “Climate Change and Commercial Real Estate: Evidence from Hurricane Sandy,” March 17, 2021. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3206257>
- Bakkensen, L. A. and L. Barrage (2021). “Flood Risk Belief Heterogeneity and Coastal Home Price Dynamics: Going Under Water?,” NBER Working Paper No. 23854.
- Baldauf, M., L. Garlappi, and C. Yannelis (2019). “Does Climate Change Affect Real Estate Prices? Only If You Believe in It,” August 30, 2019. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3240200>
- Bernstein, A., M. Gustafson, and R. Lewis (2019). “Disaster on the Horizon: The Price Effect of Sea Level Rise,” *Journal of Financial Economics*, 134, 2, 253-272.
- Bolton, P., M. Despres, L. A. Pereira Da Silva, F. Samama, and R. Svartzman (2020). “The Green Swan: Central Banking and Financial Stability in the Age of Climate Change,” Bank for International Settlements.
- Bolton, P. and M. T. Kacperczyk (2021). “Global Pricing of Carbon-Transition Risk,” July 2021. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3550233>
- Camerer, C. and T. H. Ho (1999). “Experience-Weighted Attraction Learning in Normal Form Games,” *Econometrica*, 67, 4, 827-874.
- Davis, L. W. (2004). “The Effect of Health Risk on Housing Values: Evidence from a Cancer Cluster,” *American Economic Review*, 94, 5, 1693-1704.
- Gallagher, J. (2014). “Learning about an Infrequent Event: Evidence from Flood Insurance Take-Up in the United States,” *American Economic Journal: Applied Economics*, 6, 3, 206-233
- Garbarino, N. and B. Guin (2020). “High Water, No Marks? Biased Lending After Extreme Weather,” Bank of England Staff Working Paper No. 856.
- Gourio, F. (2012). “Disaster Risk and Business Cycles,” *American Economic Review*, 102, 6, 2734-66.
- Hallstrom, D. G. and V. K. Smith (2005). “Market Responses to Hurricanes,” *Journal of Environmental Economics and Management*, 50, 3, 541-561.
- Hino, M. and M. Burke (2020). “Does Information About Climate Risk Affect Property Values?,” NBER Working Paper No. 26807.
- Iacoviello, M. (2005). “House Prices, Borrowing Constraints, and Monetary Policy in the Business Cycle,” *American Economic Review*, 95, 3, 739-764.
- Jordà, Ò. (2005). “Estimation and Inference of Impulse Responses by Local Projections,” *American Economic Review*, 95, 1, 161-182.

- Kiyotaki, N. and J. Moore (1997). “Credit Cycles,” *Journal of Political Economy*, 105, 2, 211-248.
- Malmendier, U. and S. Nagel (2011). “Depression Babies: Do Macroeconomic Experiences Affect Risk Taking?,” *Quarterly Journal of Economics*, 126, 1, 373-416.
- Muller, N. Z. and C. A. Hopkins (2019). “Hurricane Katrina Floods New Jersey: The Role of Information in the Market Response to Flood Risk,” NBER Working Paper No. 25984.
- Ortega, F. and S. Taspinar (2018). “Rising Sea Levels and Sinking Property Values: Hurricane Sandy and New York’s Housing Market,” *Journal of Urban Economics*, 106, 81-100.
- Shimizu, C. and K. Karato (2018). “Property Price Index Theory and Estimation: A Survey,” CSIS Discussion Paper 156.
- Tran, B. R. and D. J. Wilson (2020). “The Local Economic Impact of Natural Disasters,” Federal Reserve Bank of San Francisco Working Paper 2020-34.
- Witte, A. D., H. J. Sumka, and H. Erekson (1979). “An Estimate of a Structural Hedonic Price Model of the Housing Market: An Application of Rosen’s Theory of Implicit Markets,” *Econometrica*, 47, 5, 1151-1173.
- 井上亮・公益社団法人東京都不動産鑑定士協会研究研修委員会（2015）「不動産取引価格情報に基づく地域の水害危険度評価の定量的把握に向けて」、公益社団法人東京都不動産鑑定士協会、共同研究シリーズ V-1
- 岩橋佑・平松敏史・塚井誠人・奥村誠（2006）「地価・土地利用モデルを用いた水害リスクの影響分析」、土木計画学研究・論文集、23、291-297
- 倉知善行・森島元・河田皓史・柴田亮・文谷和磨・茂木仁（2022）「脱炭素社会への移行過程におけるわが国経済の課題：論点整理」、日本銀行調査論文、日本銀行
- 小嶋秀人（2011）「水害リスクと地価の関係～東京都における実証分析～」、東京工業大学修士論文
- 齋藤良太（2005）「首都圏における浸水危険性の地価等への影響」、住宅土地経済、58、19-27
- 佐藤慶一・松浦広明・田中陽三・永松伸吾・大井昌弘・大原美保・廣井悠（2016）「災害リスク情報と不動産市場のヘドニック分析」、E S R I ディスカッション・ペーパー・シリーズ、327
- 篠村進（2010）「都市型水害におけるハザードマップ効果の考察」、政策研究大学院大学修士論文

- 寺本雅子・西澤諒亮・市川温・立川康人・椎葉充晴（2008）「地価分析を用いた水災害リスクに対する住民意識の評価に関する研究」、水工学論文集、52、457-462
- 松田昌之・中谷洋明（2020）「地形・地質に関する主題図を用いた全国における土砂災害発生リスク推定法に関する考察」、国土技術政策総合研究所資料、1120
- 宮田譲・安邊英明（1991）「地価関数に基づく治水事業効果の計測：千歳川流域を事例として」、都市計画論文集 26、109-114
- 森英高・西村洋紀・谷口守（2016）「水害リスク情報提示が地価の変動に与える影響：『地先の安全度マップ』を活用して」、日本都市計画学会、都市計画報告集、14、276-280
- 山本弘樹・仲智美（2021）「水害が企業財務に与える影響に関する定量分析」、日本銀行ワーキングペーパーシリーズ、21-J-3
- 吉永亜希（2014）「土砂災害防止法による区域指定の効果に関する研究」、政策研究大学院大学修士論文

A 水害リスクの地価への影響の変化

土地の取引主体のリスク認識形成においては、本論で分析対象としている近隣における実際の大規模水害の被災経験のほか、グローバルな自然災害の発生や気候変動に対する関心の高まりなど、必ずしも地理的条件には限定されない要因も、大きな影響を持つ可能性がある。例えば井上ほか(2015)では、水害履歴情報から作成した水害危険度と東京都神田川流域の地価の関係を分析し、水害危険度が地価に与える影響の定量的な大きさが東日本大震災以降に変化したという推計結果を報告したうえで、震災を契機に、土地の需要者が抱える自然災害へのリスク認識が変化した可能性を指摘している。

こうした問題意識を踏まえて、本節では、ヘドニック・アプローチを用いて、ハザードマップの情報が地価の水準に与える影響を時点別に推計している。表A1の(1)から(4)は、推計時点を2020年、2017年、2014年、2011年とした場合の、ベースライン・モデルの推計結果を示している。洪水リスク、土砂災害リスクの双方について、客観的な水害リスクの上昇が地価を押し下げるという点、また、客観的な水害リスクの大きさを所与とすると、住宅地対比でみて、商業地の方がより大きな影響を受ける傾向があるという点は、本文で得られた結果と変わらない。もっとも、仔細にみると、客観的な水害リスクが地価へ波及する度合いは、時点によって異なる。すなわち、まず、住宅地についてみると、洪水リスクにかかる係数は2014年までは有意ではなかったものが、2017年以降、有意となっているほか、土砂災害リスクにかかる係数は有意である点については2011年時点以降、一貫しているものの、絶対値が近年大きくなっていることがみてとれる。商業地については、洪水リスクが地価に与える影響は、2011年時点以降、一貫して有意であるもとの、パラメータの絶対値が近年上昇しているほか、土砂災害リスクについては、2014年時点までは有意ではないものの2017年以降では有意となっている。こうした推計結果は、地域的な要因以外による取引主体のリスク認識の変化を映じている可能性を示唆していると考えられる。

B 頑健性チェック

B.1. 距離制約の変化

本文の分析では、推計式に含まれる説明変数では捕捉できない土地の属性の違いに起因する地価の違いや、既存研究で指摘される水害リスクと相関するアメニティの影響を可能な限り除くために、推計サンプルを、ハザードマップの被災想定地点とそこから1km以内の地点だけに限定して推計している。サンプルに含まれる地点が狭いほど、地点間における属性(アメニティの度合いを含む)がより均質であるとの前提のもとでは、こうした距離制約を課すことで、水害リスクの地価への寄与を統計的に抽出し易くなると考えられる。本節では、1kmと

したサンプル間の距離制約を変化させた場合の推計結果を確認する。

表 B1-1 は、ヘドニック・アプローチのベースライン・モデルについて、標本対象地点を拡充したうえで、客観的な水害リスクが地価に与える影響を推計したものである。住宅地と商業地それぞれについて、(1)は距離制約を 1km 以内とした場合、(2)は 2km 以内とした場合、(3)は全地点をプールして用いた場合の推計結果である。まず、(2)について推計結果を確認すると、住宅地と商業地のいずれにおいても、水害リスクのパラメータは、統計的に有意に負であるほか、住宅地に比べて商業地の方が、水害リスクに係るパラメータの係数がよりマイナスになるなど、本文で得られた結果と定性的に類似した結果が確認される。一方で、(3)については、住宅地については洪水リスクのパラメータが 1.2 と統計的に有意に正となっており、アメニティと水害リスクのそれぞれの地価への影響を分離できていない可能性を示唆するものとなっている。同様に、商業地についても、(3)においては、洪水リスクのパラメータが有意ではないものの、0.7 と正になっている。

表 B1-2 は、過去の水害経験回数を考慮したヘドニック・アプローチについて、同じく、(1) から (3) で、距離制約を変えた場合の推計結果を示している。(2)についてみてみると、住宅地では、過去の経験回数が多い地点ほど、客観的な水害リスクが地価に与える影響が大きくなっている点は (1) と同じであるほか、商業地でも、洪水リスクについては、過去の経験回数が多い地点ほど、客観的なリスクが地価に反映され易いという点は変わっていない。一方、(3)では、客観的な洪水リスクのみの項のパラメータは、住宅地と商業地の両方で正に有意となっており、表 B1-1 で得られたものと同様に、アメニティの効果によって水害リスクが抽出できていない可能性を示唆するものとなっている。

B.2. 水害の経験回数の閾値の変化

最後に、「過去の大規模な水害の経験回数」を数える際に用いた水害規模の閾値について、推計結果の頑健性を確認する。本文では、まず、洪水被害額を都道府県レベルに集計したうえで、全都道府県をプールした一人当たり洪水被害額の 75% タイル値（観測期間は過去 10 年間）を超えるものを「大規模な水害の発生」と見做している。そして、各都道府県について、洪水被害額がこの 75% タイル値を超える年の数を、過去の水害の経験回数としている。本節では、75% タイル値の代わりに、50% タイル値を用いた場合の、ヘドニック・アプローチとローカル・プロジェクションの推計結果を確認する。

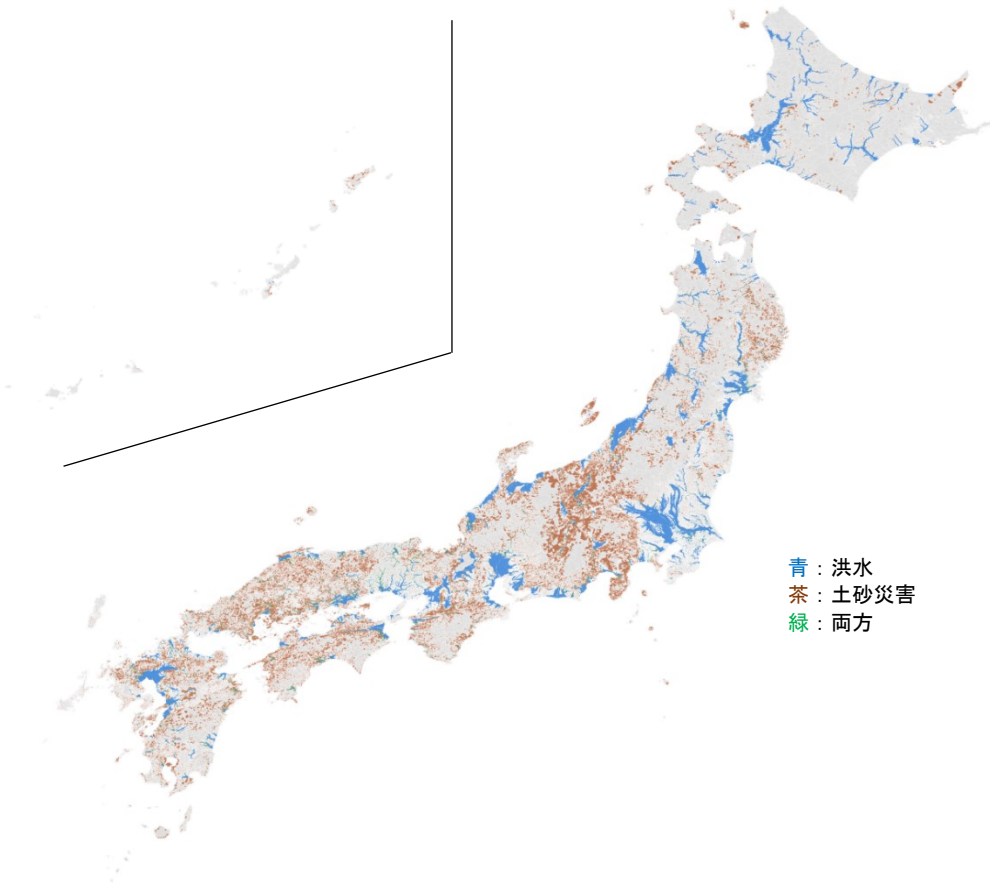
表 B2-1 の(1)と(2)は、住宅地と商業地のそれぞれにおいて、閾値を 75% タイル値とした場合と 50% タイル値とした場合の、ヘドニック・アプローチの推計結果を比較している。概してみると、この場合においても、洪水発生回数が主観的なリスク認識の変化を通じて、地価を押し下げている可能性を示唆するものとなっている。住宅地についてみてみると、閾値が 50% タイル値である場合、

洪水リスクと経験回数の交差項のパラメータは有意ではなくなるものの、符号は引き続き負になる。土砂災害リスクについては、経験回数との交差項のパラメータは引き続き負で有意となっている。商業地についても、洪水リスクと経験回数の交差項は引き続き負で有意となっている。

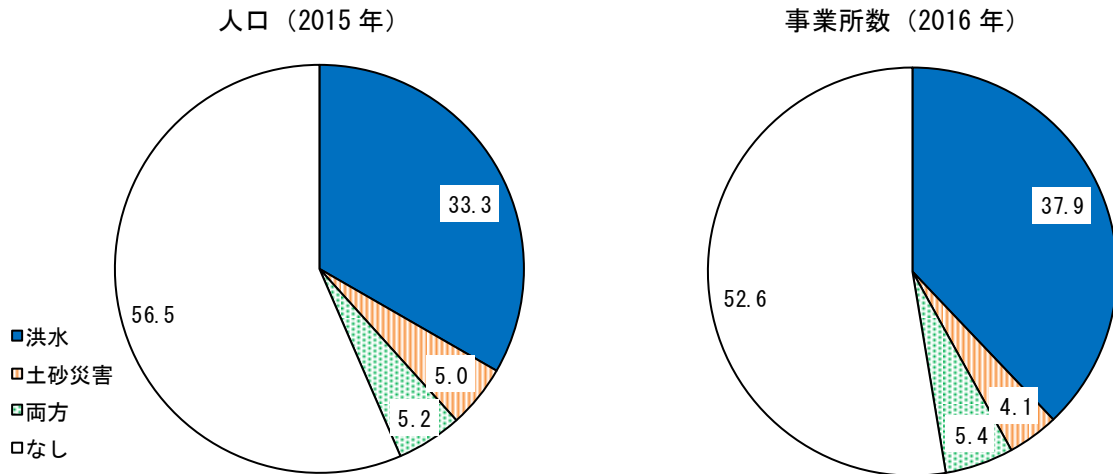
表 B2-2 は、50%タイル値を閾値として使用した場合のローカル・プロジェクションの推計結果である。経験回数が多いほど、ハザードマップの更新や水害が発生した場合の地価の変動が抑制されるという点は、75%タイル値を使用した場合と変わらない。例えば、(1)の住宅地の結果をみると、水害リスクと水害の経験回数との交差項は、 $h=1, \dots, 5$ の多くの期間について、正で有意になっており、本文で得られた推計結果が頑健であることが確認される。(2)の商業地についても、洪水リスクと水害被害のそれぞれの水害経験回数との交差項は、多くの期間において正で有意となっている。

図1. わが国の水害リスク

(1) 水害リスクの分布



(2) 水害リスクに直面する人口・事業所数

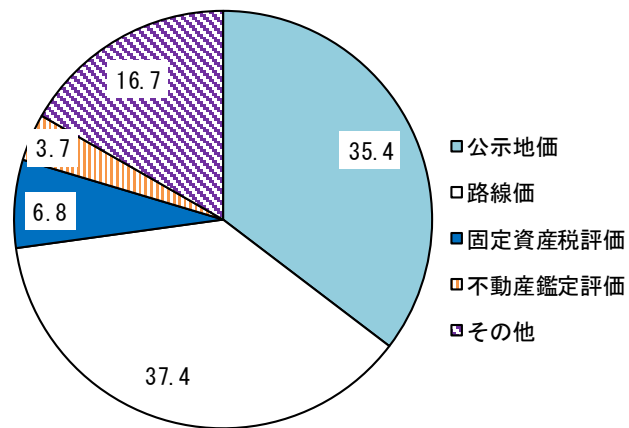


(注) 1. (1)における青と茶、緑の色の濃さは、日本を500m四方のメッシュに分割したうえで、メッシュの中で、洪水と土砂災害の被災想定区域が占める割合が高いことを表す。被災想定区域は、「洪水」については洪水浸水想定区域と河川、「土砂災害」については土砂災害危険箇所と土砂災害警戒区域を使用している。「両方」は、メッシュ内に、「洪水」と「土砂災害」の被災想定地点が含まれる場合を示す。2021年5月末時点で「GISホームページ(国土交通省)」上で公開されていたデータを使用して計算した。

2. (2)は、(1)で求めた割合でメッシュ内の人口・事業所数を按分し、集計したもの。

(出所) 総務省、国土交通省

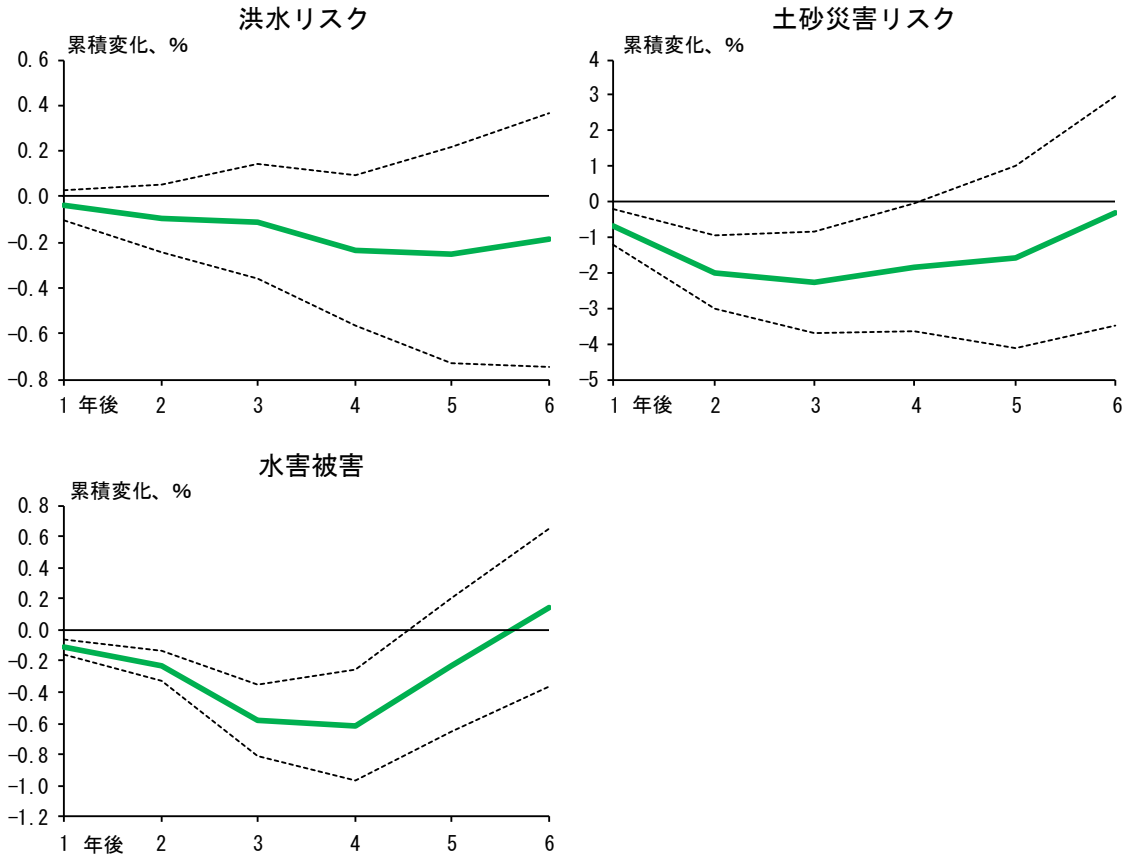
図 2. 地域銀行の担保評価方法の割合（2019 年度）



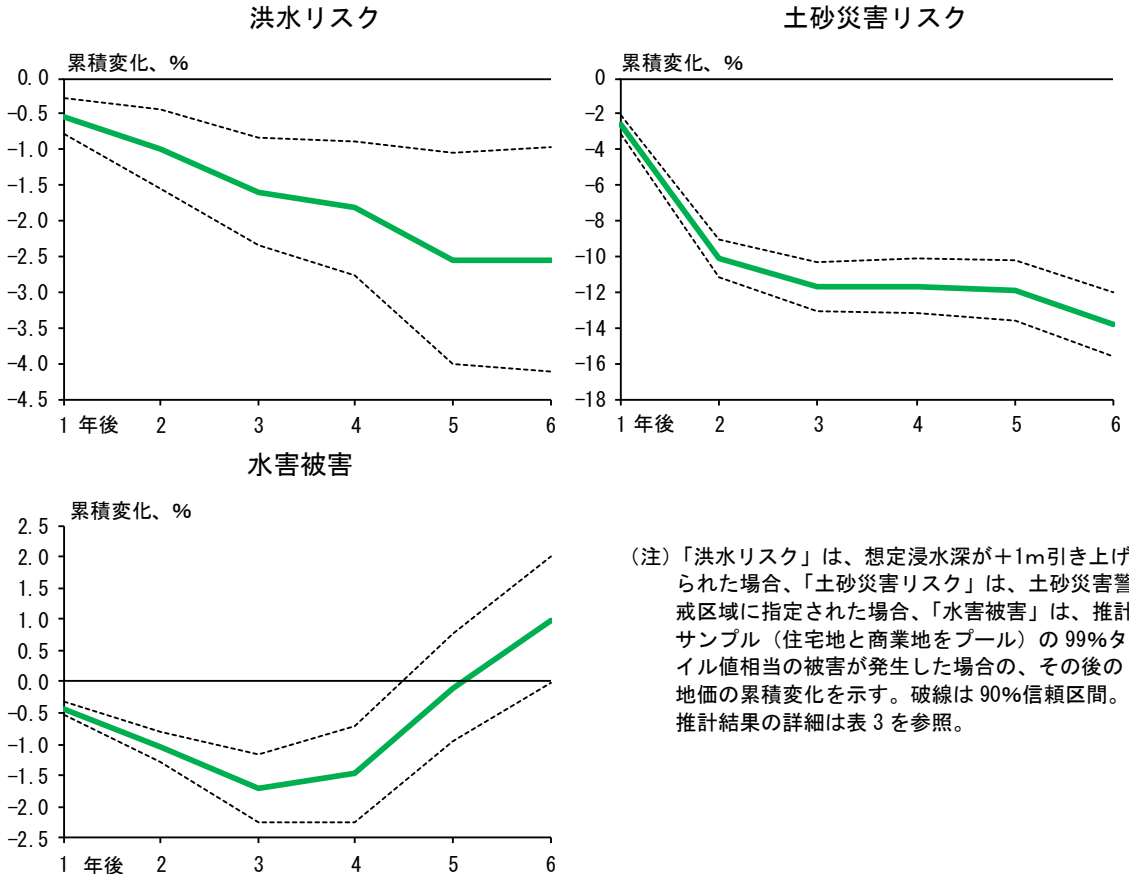
(注) 不動産担保の最も多い評価方法を各行が回答したもの。なお、公示地価対比で、路線価は 80%、固定資産税評価は 70%程度を目安に値付けされている。
(出所) 日本銀行

図3. 地価のインパルス応答の推計結果（ベースライン）

(1) 住宅地

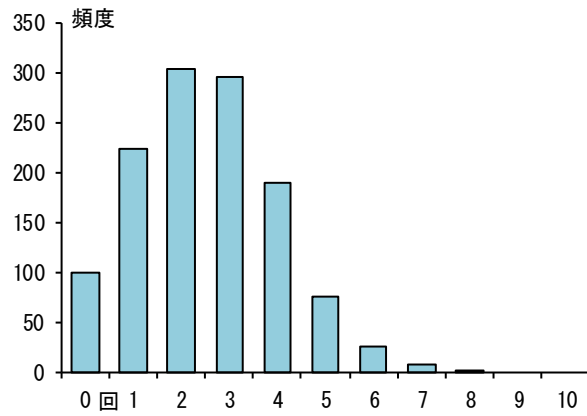


(2) 商業地



(注)「洪水リスク」は、想定浸水深が+1m引き上げられた場合、「土砂災害リスク」は、土砂災害警戒区域に指定された場合、「水害被害」は、推計サンプル（住宅地と商業地をプール）の99%タイル値相当の被害が発生した場合の、その後の地価の累積変化を示す。破線は90%信頼区間。推計結果の詳細は表3を参照。

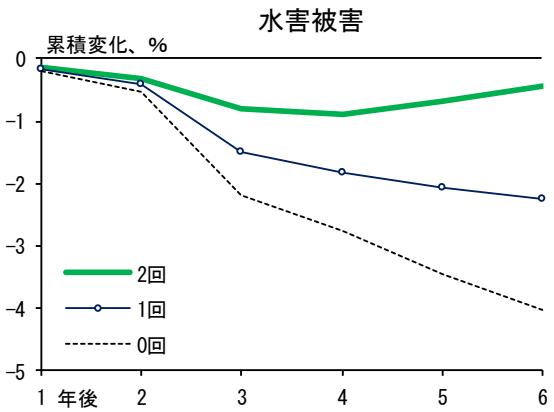
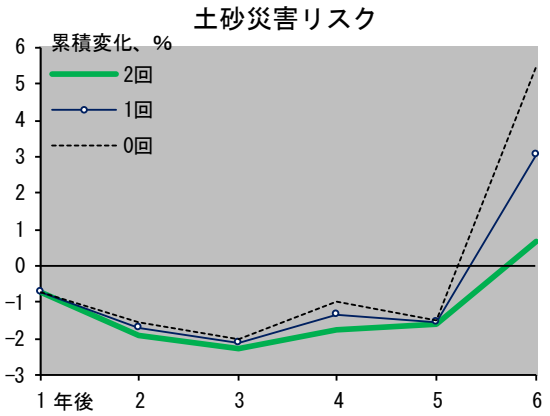
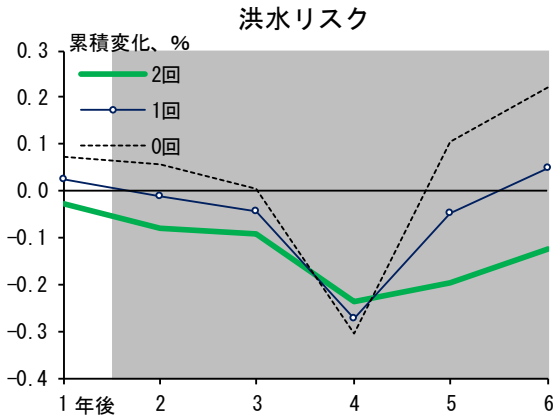
図4. 過去10年間の水害の経験回数



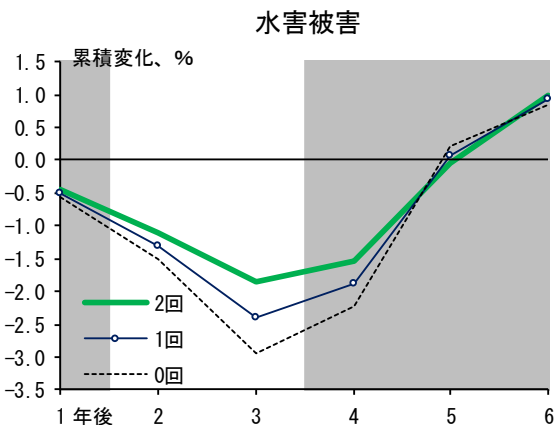
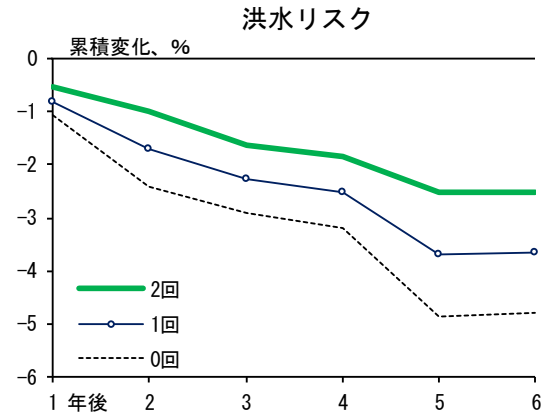
(注) 各都道府県が過去10年間で経験した、比較的大規模な水害被害の回数の分布を表す。「比較的大規模な水害被害」は、全都道府県をプールした、一人当たり水害被害の75%タイル値(観測期間は過去10年)とした。データ数は、1,222(47都道府県×26年<1995年~2020年>)。

図5. 地価のインパルス応答の推計結果（過去の洪水経験が地価に与える影響）

(1) 住宅地



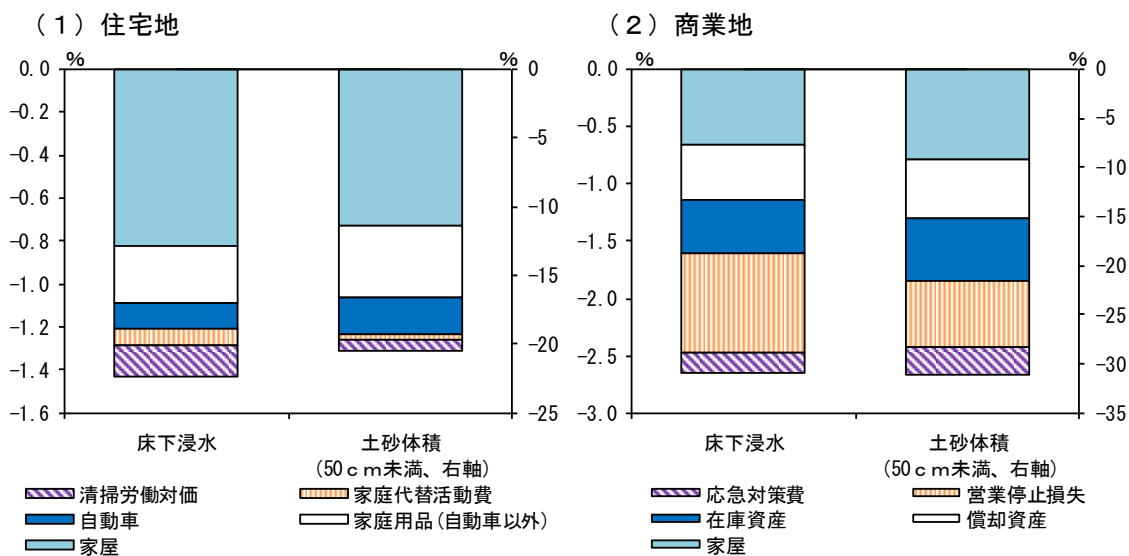
(2) 商業地



(注) 1. 「洪水リスク」は、想定浸水深が+1m引き上げられた場合、「土砂災害リスク」は、土砂災害警戒区域に指定された場合、「水害被害」は、推計サンプル（住宅地と商業地をプール）の99%タイル値相当の被害が発生した場合の、その後の地価の累積変化を示す。推計結果の詳細は表5を参照。

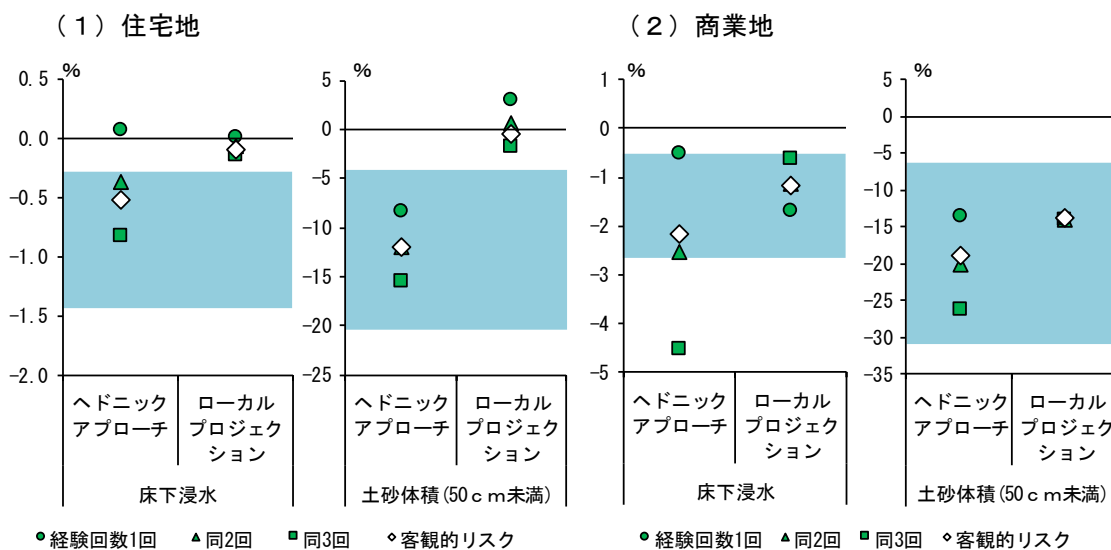
2. シャドーは、過去10年の比較的大規模な水害被害の経験回数の差が統計的に有意な影響を与えていない期間を示す。

図6. 合理的割引率の内訳



(注) 各資産の期待損失額や各費用の1年あたりの期待値の割引現在価値が、地価に占める割合。割引率は1%として計算。商業地は小売店舗を想定。

図7. 合理的割引率と推計されたパラメータの比較



(注) 1. マーカーは、ヘドニック・アプローチについては表2,4、ローカル・プロジェクションについては表3,5のパラメータから計算した、「床下浸水」と「土砂体積(50cm未満)」のリスクが地価に与える影響を示す。このうち、白色◇は、ベースライン・モデルの結果、緑色○△□は、過去の経験回数を加味した推計結果を示している。緑色で示した主観的リスクが地価に与える影響は、過去10年間の水害の経験回数が、1~3回であった場合に分けて計算している。

2. 青色のシャドーは、割引率が1~5%の場合の、合理的値引き率を表す。

表 1. 基本統計量

用途	変数	データ数	平均	標準偏差	最小値	最大値
住宅地	地価	44,084	140,109	137,959	3,200	4,050,000
	供給施設・ガス	43,951	0.79	0.40	0	1
	供給施設・下水	43,951	0.91	0.28	0	1
	供給施設・水道	43,951	1.00	0.04	0	1
	最寄り駅からの距離(m)	43,951	1,602	2,164	0	48,000
	建ぺい率(%)	43,951	54.93	12.01	0	80
	標高(m)	53,400	40.23	54.83	-0.60	590.30
	課税所得(百万円/人)	50,730	3.52	0.62	2.20	12.67
	洪水リスク(想定浸水深、m)	53,400	0.39	1.11	0.00	10.00
	土砂災害リスク	53,400	0.17	0.38	0	1
水害被害額(千円/人)	50,560	1.60	16.26	0.00	612.17	
商業地	地価	14,915	1,273,879	3,154,197	17,700	42,700,000
	供給施設・ガス	14,861	0.95	0.22	0	1
	供給施設・下水	14,861	0.98	0.14	0	1
	供給施設・水道	14,861	1.00	0.00	1	1
	最寄り駅からの距離(m)	14,861	569	649	0	6,500
	建ぺい率(%)	14,861	70.53	25.02	0	80
	標高(m)	18,880	24.85	59.66	-0.30	771.40
	課税所得(百万円/人)	17,936	4.05	1.72	2.17	12.67
	洪水リスク(想定浸水深、m)	18,880	0.46	0.97	0.00	10.00
	土砂災害リスク	18,880	0.05	0.21	0	1
水害被害額(千円/人)	17,926	2.38	24.34	0.00	657.34	

(注) 期間は 2001 年から 2020 年。

表2. 推計結果
(ヘドニック・アプローチ、ベースライン)

説明変数 \ 被説明変数	log(公示地価) × 100	
	(1) 住宅地	(2) 商業地
水害リスク		
洪水	-1.1 ** [0.6]	-4.8 ** [2.2]
土砂災害	-12.7 *** [2.6]	-21.0 * [11.0]
立地属性		
供給施設・ガス	53.0 *** [3.0]	80.7 *** [14.0]
供給施設・下水	35.4 *** [4.6]	44.3 ** [19.3]
供給施設・水道	21.2 [34.3]	—
最寄駅からの距離(対数)	-20.1 *** [1.4]	-17.6 *** [2.4]
建ぺい率	0.5 *** [0.1]	0.6 [0.6]
標高	-0.3 *** [0.0]	-0.5 *** [0.1]
地域経済属性		
課税所得(百万円/人)	38.9 *** [3.9]	9.4 *** [2.1]
固定効果	都道府県	都道府県
サンプル数	2,640	922
決定係数	0.75	0.73
期間	2020年	2020年

(注) 表中の***は1%水準、**は5%水準、*は10%水準で、統計学的に有意であることを示す。[]内の数字は標準誤差。なお、駅に隣接しているため、最寄り駅からの距離がゼロの場合は、1mとして対数を取っている(以下も同様)。

表3. 地価のインパルス応答の推計結果（ベースライン）

(1) 住宅地

説明変数\被説明変数	$[\log(\text{公示地価})_{i,t+h} - \log(\text{公示地価})_{i,t}] \times 100$ ラグh					
	1	2	3	4	5	6
水害リスク						
洪水	-0.04 [0.04]	-0.09 [0.09]	-0.11 [0.15]	-0.24 [0.20]	-0.25 [0.29]	-0.19 [0.34]
土砂災害	-0.70 ** [0.30]	-2.00 *** [0.64]	-2.31 *** [0.89]	-1.87 * [1.12]	-1.59 [1.60]	-0.31 [1.97]
水害被害	-0.003 *** [0.001]	-0.006 *** [0.002]	-0.014 *** [0.004]	-0.015 *** [0.005]	-0.006 [0.006]	0.004 [0.008]
自由度修正済み決定係数	0.66	0.70	0.72	0.73	0.74	0.76
地点数	2,593	2,593	2,569	2,525	2,321	2,295
サンプルサイズ	38,414	38,400	35,795	33,212	30,674	28,353
期間	2001年～2020年					

(2) 商業地

説明変数\被説明変数	$[\log(\text{公示地価})_{i,t+h} - \log(\text{公示地価})_{i,t}] \times 100$ ラグh					
	1	2	3	4	5	6
水害リスク						
洪水	-0.54 *** [0.15]	-0.99 *** [0.35]	-1.60 *** [0.47]	-1.83 *** [0.58]	-2.57 *** [0.92]	-2.58 *** [0.99]
土砂災害	-2.63 *** [0.32]	-10.66 *** [0.72]	-12.43 *** [0.92]	-12.39 *** [1.04]	-12.68 *** [1.19]	-14.86 *** [1.26]
水害被害	-0.011 *** [0.002]	-0.026 *** [0.004]	-0.043 *** [0.008]	-0.037 *** [0.012]	-0.002 [0.013]	0.024 [0.015]
自由度修正済み決定係数	0.69	0.72	0.73	0.74	0.74	0.76
地点数	907	907	889	847	798	782
サンプルサイズ	12,987	12,985	12,077	11,187	10,339	9,542
期間	2001年～2020年					

(注) 表中の***は1%水準、**は5%水準、*は10%水準で、統計学的に有意であることを示す。[]内の数字は標準誤差。

表4. 推計結果

(ヘドニック・アプローチ、過去の水害経験が地価に与える影響)

説明変数 \ 被説明変数	log(公示地価) × 100	
	(1)住宅地	(2)商業地
水害リスク		
洪水	1.2 [1.0]	3.4 [4.6]
洪水 × 経験回数	-1.0 ** [0.4]	-4.6 ** [2.0]
土砂災害	-4.5 [4.4]	-38.2 * [21.0]
土砂災害 × 経験回数	-4.1 ** [1.9]	7.9 [7.0]
立地属性		
供給施設・ガス	53.0 *** [3.0]	81.3 *** [14.2]
供給施設・下水	35.2 *** [4.5]	47.4 ** [21.6]
供給施設・水道	17.8 [32.7]	—
最寄駅からの距離(対数)	-20.1 *** [1.4]	-17.5 *** [2.4]
建ぺい率	0.5 *** [0.1]	0.6 [0.6]
標高	-0.3 *** [0.0]	-0.5 *** [0.1]
地域経済属性		
課税所得(百万円/人)	38.8 *** [3.9]	9.3 *** [2.1]
固定効果	都道府県	都道府県
サンプルサイズ	2,640	922
決定係数	0.75	0.73
期間	2020年	2020年

(注) 表中の***は1%水準、**は5%水準、*は10%水準で、統計学的に有意であることを示す。[]内の数字は標準誤差。

表5. 地価のインパルス応答の推計結果（過去の水害経験が地価に与える影響）

(1) 住宅地

説明変数\被説明変数	$[\log(\text{公示地価})_{i,t+h} - \log(\text{公示地価})_{i,t}] \times 100$ ラグh					
	1	2	3	4	5	6
水害リスク						
洪水	0.07 [0.07]	0.06 [0.14]	0.01 [0.22]	-0.31 [0.31]	0.10 [0.40]	0.22 [0.44]
洪水×経験回数	-0.05* [0.03]	-0.07 [0.05]	-0.05 [0.07]	0.03 [0.11]	-0.15 [0.11]	-0.17 [0.12]
土砂災害	-0.74* [0.42]	-1.55* [0.88]	-2.05 [1.46]	-0.99 [2.35]	-1.53 [3.38]	5.32 [3.42]
土砂災害×経験回数	0.02 [0.20]	-0.19 [0.43]	-0.12 [0.62]	-0.38 [0.92]	-0.04 [1.26]	-2.33 [1.43]
水害被害	-0.005** [0.002]	-0.013*** [0.003]	-0.055*** [0.011]	-0.069*** [0.014]	-0.087*** [0.016]	-0.102*** [0.018]
水害被害×経験回数	0.001 [0.001]	0.002*** [0.001]	0.018*** [0.005]	0.023*** [0.006]	0.035*** [0.007]	0.045*** [0.008]
自由度修正済み決定係数	0.66	0.70	0.72	0.73	0.75	0.76
地点数	2,593	2,593	2,569	2,525	2,321	2,295
サンプルサイズ	38,414	38,400	35,795	33,212	30,674	28,353
期間	2001年～2020年					

(2) 商業地

説明変数\被説明変数	$[\log(\text{公示地価})_{i,t+h} - \log(\text{公示地価})_{i,t}] \times 100$ ラグh					
	1	2	3	4	5	6
水害リスク						
洪水	-1.07*** [0.27]	-2.44*** [0.62]	-2.94*** [0.91]	-3.25*** [1.10]	-4.99*** [1.74]	-4.90*** [1.83]
洪水×経験回数	0.27*** [0.09]	0.73*** [0.20]	0.64** [0.27]	0.69** [0.32]	1.23** [0.51]	1.18** [0.55]
土砂災害	-2.66*** [0.32]	-10.74*** [0.72]	-12.51*** [0.91]	-12.46*** [1.04]	-12.81*** [1.20]	-14.99*** [1.26]
土砂災害×経験回数	—	—	—	—	—	—
水害被害	-0.014*** [0.004]	-0.037*** [0.009]	-0.074*** [0.014]	-0.056** [0.022]	0.005 [0.025]	0.021 [0.029]
水害被害×経験回数	0.001 [0.002]	0.005* [0.003]	0.014*** [0.004]	0.009 [0.008]	-0.003 [0.008]	0.002 [0.010]
自由度修正済み決定係数	0.69	0.72	0.73	0.74	0.74	0.76
地点数	907	907	889	847	798	782
サンプルサイズ	12,987	12,985	12,077	11,187	10,339	9,542
期間	2001年～2020年					

(注) 表中の***は1%水準、**は5%水準、*は10%水準で、統計学的に有意であることを示す。[]内の数字は標準誤差。

表 6. パラメータの概要

用途	資産等	値	単 位	出 所
住宅地	家屋	222.3	千円/m ²	・治水経済調査マニュアルの都道府県別評価額を、都道府県別世帯数で加重平均
		111.1	m ²	・住宅金融支援機構(土地付注文住宅融資利用者の全国平均)
	家庭用品 (自動車以外)	9,801	千円/世帯	・治水経済調査マニュアル
	自動車	3,441	千円/世帯	・治水経済調査マニュアル
	土地	72.0	千円/m ²	・公示地価の住宅地(中央値、被災想定地点を除く)
195.2		m ²	・住宅金融支援機構(土地付注文住宅融資利用者の全国平均)	
商業地	従業員数	7.7	人/事業所	・経済センサス(2016年)から計算
	家屋	216	千円/m ²	・治水経済調査マニュアルの都道府県別評価額を、経済センサスの小売業・事業所数で加重平均
		164	m ²	・経済センサス(2016年)から計算した売場面積に、売場面積の20%を事務室等と仮定して加算
	償却資産	2,437	千円/人	・治水経済調査マニュアル
	在庫資産	2,800	千円/人	・治水経済調査マニュアル
	土地	122	千円/m ²	・公示地価の商業地(中央値、被災想定地点を除く)
205		m ²	・家屋面積と、公示地価の商業地の建ぺい率(中央値)から計算	

表 A1. ヘドニック・アプローチの推計結果（ベースライン）：サンプル期間の変化

説明変数 \ 被説明変数	log(公示地価) × 100							
	住宅地				商業地			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
水害リスク								
洪水	-1.1 ** [0.6]	-1.1 ** [0.6]	-0.9 [0.7]	-0.8 [0.7]	-4.8 ** [2.2]	-5.9 *** [2.0]	-4.3 ** [1.9]	-4.1 ** [1.8]
土砂災害	-12.7 *** [2.6]	-11.9 *** [2.4]	-11.5 *** [2.4]	-9.2 *** [2.5]	-21.0 * [11.0]	-20.9 ** [10.5]	-8.8 [11.2]	-3.8 [11.2]
立地属性								
供給施設・ガス	53.0 *** [3.0]	48.4 *** [2.8]	40.6 *** [2.9]	36.4 *** [2.9]	80.7 *** [14.0]	66.7 *** [10.9]	47.6 *** [12.5]	52.0 *** [14.8]
供給施設・下水	35.4 *** [4.6]	30.7 *** [4.1]	25.7 *** [4.1]	27.7 *** [4.1]	44.3 ** [19.3]	34.7 * [20.5]	41.8 ** [20.8]	35.7 * [19.8]
供給施設・水道	21.2 [34.3]	22.2 [33.8]	-10.3 [11.5]	-0.4 [14.2]	—	—	—	—
最寄駅からの距離(対数)	-20.1 *** [1.4]	-17.1 *** [1.3]	-15.9 *** [1.3]	-14.3 *** [1.3]	-17.6 *** [2.4]	-15.5 *** [2.2]	-14.9 *** [1.9]	-15.6 *** [2.0]
建ぺい率	0.5 *** [0.1]	0.5 *** [0.1]	0.8 *** [0.1]	0.8 *** [0.2]	0.6 [0.6]	1.0 * [0.6]	0.6 [0.7]	0.7 [0.8]
標高	-0.3 *** [0.0]	-0.3 *** [0.0]	-0.3 *** [0.0]	-0.3 *** [0.0]	-0.5 *** [0.1]	-0.5 *** [0.1]	-0.0 [0.1]	-0.2 [0.2]
地域経済属性								
課税所得(百万円/人)	38.9 *** [3.9]	40.6 *** [3.9]	70.7 *** [3.5]	68.6 *** [3.9]	9.4 *** [2.1]	8.6 *** [2.6]	14.0 *** [3.5]	10.0 *** [3.1]
固定効果	都道府県	都道府県	都道府県	都道府県	都道府県	都道府県	都道府県	都道府県
サンプルサイズ	2,640	2,474	1,981	1,666	922	838	641	593
決定係数	0.75	0.77	0.79	0.77	0.73	0.73	0.74	0.74
期間	2020年	2017年	2014年	2011年	2020年	2017年	2014年	2011年

(注) 表中の***は1%水準、**は5%水準、*は10%水準で、統計学的に有意であることを示す。 []内の数字は標準誤差。

表 B1-1. ヘドニック・アプローチの推計結果（ベースライン）：距離制約の変化

説明変数 \ 被説明変数	log(公示地価) × 100					
	住宅地			商業地		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
水害リスク						
洪水	-1.1 ** [0.6]	-1.8 *** [0.5]	1.2 *** [0.2]	-4.8 ** [2.2]	-3.8 * [2.0]	0.7 [0.4]
土砂災害	-12.7 *** [2.6]	-14.8 *** [2.5]	-16.1 *** [1.4]	-21.0 * [11.0]	-18.7 * [10.6]	-23.3 *** [4.0]
立地属性						
供給施設・ガス	53.0 *** [3.0]	52.3 *** [2.6]	66.5 *** [1.1]	80.7 *** [14.0]	77.7 *** [12.0]	81.7 *** [2.0]
供給施設・下水	35.4 *** [4.6]	33.3 *** [3.7]	36.4 *** [1.3]	44.3 ** [19.3]	40.9 ** [18.4]	26.5 *** [3.4]
供給施設・水道	21.2 [34.3]	20.1 [28.3]	40.6 *** [9.0]	—	—	—
最寄駅からの距離(対数)	-20.1 *** [1.4]	-20.0 *** [1.2]	-17.8 *** [0.5]	-17.6 *** [2.4]	-18.5 *** [1.9]	-10.8 *** [0.7]
建ぺい率	0.5 *** [0.1]	0.6 *** [0.1]	0.1 ** [0.1]	0.6 [0.6]	0.8 [0.5]	1.2 *** [0.1]
標高	-0.3 *** [0.0]	-0.3 *** [0.0]	-0.1 *** [0.0]	-0.5 *** [0.1]	-0.5 *** [0.1]	-0.1 *** [0.0]
地域経済属性						
課税所得(百万円/人)	38.9 *** [3.9]	42.3 *** [4.2]	46.4 *** [1.8]	9.4 *** [2.1]	10.5 *** [1.7]	34.2 *** [1.3]
固定効果	都道府県	都道府県	都道府県	都道府県	都道府県	都道府県
距離	1KM	2KM	制限なし	1KM	2KM	制限なし
サンプルサイズ	2,640	3,534	18,160	922	1,220	6,404
決定係数	0.75	0.76	0.80	0.73	0.73	0.73
期間		2020年			2020年	

(注) 表中の***は1%水準、**は5%水準、*は10%水準で、統計学的に有意であることを示す。 []内の数字は標準誤差。

表 B1-2. ヘドニック・アプローチの推計結果（過去の水害経験が地価に与える影響）：距離制約の変化

説明変数 \ 被説明変数	log(公示地価) × 100					
	住宅地			商業地		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
水害リスク						
洪水	1.2 [1.0]	0.0 [0.9]	3.5 *** [0.4]	3.4 [4.6]	3.9 [4.4]	3.4 *** [1.0]
洪水 × 経験回数	-1.0 *** [0.4]	-0.8 ** [0.4]	-0.9 *** [0.1]	-4.6 ** [2.0]	-4.2 ** [2.0]	-1.1 *** [0.4]
土砂災害	-4.5 [4.4]	-8.0 * [4.2]	-11.6 *** [2.7]	-38.2 * [21.0]	-26.0 [20.4]	-20.1 *** [7.7]
土砂災害 × 経験回数	-4.1 ** [1.9]	-3.4 * [1.8]	-1.8 * [1.0]	7.9 [7.0]	3.5 [6.8]	-0.6 [2.6]
立地属性						
供給施設・ガス	53.0 *** [3.0]	52.2 *** [2.6]	65.8 *** [1.1]	81.3 *** [14.2]	78.3 *** [12.2]	79.5 *** [2.0]
供給施設・下水	35.2 *** [4.5]	33.2 *** [3.7]	36.1 *** [1.3]	47.4 ** [21.6]	38.9 * [20.2]	25.6 *** [3.4]
供給施設・水道	17.8 [32.7]	17.5 [27.1]	41.2 *** [9.0]	—	—	—
最寄駅からの距離(対数)	-20.1 *** [1.4]	-20.0 *** [1.2]	-17.7 *** [0.5]	-17.5 *** [2.4]	-18.5 *** [1.9]	-10.7 *** [0.7]
建ぺい率	0.5 *** [0.1]	0.6 *** [0.1]	0.1 * [0.1]	0.6 [0.6]	0.8 [0.5]	1.1 *** [0.1]
標高	-0.3 *** [0.0]	-0.3 *** [0.0]	0.0 *** [0.0]	-0.5 *** [0.1]	-0.5 *** [0.1]	0.0 *** [0.0]
地域経済属性						
課税所得(百万円/人)	38.8 *** [3.9]	42.3 *** [4.2]	46.3 *** [1.8]	9.3 *** [2.1]	10.5 *** [1.7]	34.4 *** [1.3]
固定効果	都道府県	都道府県	都道府県	都道府県	都道府県	都道府県
距離	1KM	2KM	制限なし	1KM	2KM	制限なし
サンプルサイズ	2,640	3,534	18,160	922	1,220	6,404
決定係数	0.75	0.76	0.80	0.73	0.74	0.74
期間		2020年			2020年	

(注) 表中の***は1%水準、**は5%水準、*は10%水準で、統計学的に有意であることを示す。[]内の数字は標準誤差。

表 B2-1. ヘドニック・アプローチの推計結果（過去の水害経験が地価に与える影響）：
水害の経験回数の閾値の変化

説明変数 \ 被説明変数	log(公示地価) × 100			
	住宅地		商業地	
	(1)	(2)	(1)	(2)
水害リスク				
洪水	1.2 [1.0]	0.7 [1.5]	3.4 [4.6]	9.4 [6.1]
洪水 × 経験回数	-1.0 ** [0.4]	-0.4 [0.3]	-4.6 ** [2.0]	-3.1 ** [1.3]
土砂災害	-4.5 [4.4]	4.2 [6.3]	-38.2 * [21.0]	6.3 [44.3]
土砂災害 × 経験回数	-4.1 ** [1.9]	-3.8 ** [1.5]	7.9 [7.0]	-5.1 [7.7]
立地属性				
供給施設・ガス	53.0 *** [3.0]	52.9 *** [3.0]	81.3 *** [14.2]	80.4 *** [14.0]
供給施設・下水	35.2 *** [4.5]	35.6 *** [4.6]	47.4 ** [21.6]	43.2 ** [20.7]
供給施設・水道	17.8 [32.7]	20.8 [33.8]	—	—
最寄駅からの距離(対数)	-20.1 *** [1.4]	-20.1 *** [1.4]	-17.5 *** [2.4]	-17.7 *** [2.4]
建ぺい率	0.5 *** [0.1]	0.5 *** [0.1]	0.6 [0.6]	0.7 [0.6]
標高	-0.3 *** [0.0]	-0.3 *** [0.0]	-0.5 *** [0.1]	-0.5 *** [0.1]
地域経済属性				
課税所得(百万円/人)	38.8 *** [3.9]	38.9 *** [3.9]	9.3 *** [2.1]	8.8 *** [2.1]
固定効果	都道府県	都道府県	都道府県	都道府県
サンプルサイズ	2,640	2,640	922	922
決定係数	0.75	0.75	0.73	0.73
経験回数の閾値のタイル値	75%	50%	75%	50%
期間	2020年		2020年	

(注) 表中の***は1%水準、**は5%水準、*は10%水準で、統計学的に有意であることを示す。[]内の数字は標準誤差。

表 B2-2. 地価のインパルス応答の推計結果（過去の水害経験が地価に与える影響）：

水害の経験回数の閾値の変化

(1) 住宅地

説明変数\被説明変数	[log(公示地価) _{i,t+h} - log(公示地価) _{i,t}] × 100 ラグh					
	1	2	3	4	5	6
水害リスク						
洪水	-0.18 [0.12]	-0.59 *** [0.22]	-0.78 ** [0.32]	-0.78 * [0.45]	-0.41 [0.66]	-0.25 [0.77]
洪水 × 経験回数	0.03 [0.02]	0.11 *** [0.04]	0.15 ** [0.06]	0.12 [0.08]	0.04 [0.12]	0.02 [0.14]
土砂災害	-1.01 ** [0.50]	-3.42 *** [0.98]	-4.43 *** [1.27]	-4.37 ** [1.70]	-5.83 ** [2.31]	-4.71 [3.18]
土砂災害 × 経験回数	0.08 [0.10]	0.37 ** [0.16]	0.56 *** [0.19]	0.65 ** [0.26]	1.15 *** [0.43]	1.17 * [0.66]
水害被害	-0.001 [0.003]	-0.013 ** [0.006]	-0.042 *** [0.010]	-0.077 *** [0.014]	-0.083 *** [0.014]	-0.088 *** [0.016]
水害被害 × 経験回数	-0.000 [0.001]	0.001 [0.001]	0.006 *** [0.002]	0.013 *** [0.003]	0.016 *** [0.003]	0.020 *** [0.003]
自由度修正済み決定係数	0.66	0.70	0.72	0.73	0.74	0.76
地点数	2,593	2,593	2,569	2,525	2,321	2,295
サンプルサイズ	38,414	38,400	35,795	33,212	30,674	28,353
期間	2001～2020年					

(2) 商業地

説明変数\被説明変数	[log(公示地価) _{i,t+h} - log(公示地価) _{i,t}] × 100 ラグh					
	1	2	3	4	5	6
水害リスク						
洪水	-2.01 *** [0.33]	-4.50 *** [0.73]	-5.38 *** [1.16]	-3.96 *** [1.43]	-5.32 ** [2.11]	-4.08 * [2.21]
洪水 × 経験回数	0.31 *** [0.06]	0.74 *** [0.12]	0.76 *** [0.18]	0.43 ** [0.22]	0.57 * [0.30]	0.31 [0.32]
土砂災害	-2.65 *** [0.30]	-10.70 *** [0.67]	-12.48 *** [0.87]	-12.38 *** [0.97]	-12.70 *** [1.10]	-14.86 *** [1.16]
土砂災害 × 経験回数	—	—	—	—	—	—
水害被害	-0.013 *** [0.005]	-0.033 *** [0.009]	-0.080 *** [0.011]	-0.108 *** [0.021]	-0.062 ** [0.030]	-0.054 [0.045]
水害被害 × 経験回数	0.000 [0.001]	0.002 [0.002]	0.009 *** [0.002]	0.017 *** [0.006]	0.014 * [0.008]	0.018 [0.014]
自由度修正済み決定係数	0.69	0.72	0.73	0.74	0.74	0.76
地点数	907	907	889	847	798	782
サンプルサイズ	12,987	12,985	12,077	11,187	10,339	9,542
期間	2001～2020年					

(注) 表中の***は1%水準、**は5%水準、*は10%水準で、統計学的に有意であることを示す。[]内の数字は標準誤差。