

# 水害危険度が地価に与える影響の変遷 —地域社会の危険性に対する 認識変化の抽出に向けて—

永吉 真也<sup>1</sup>・井上 亮<sup>2</sup>

<sup>1</sup>非会員 東北大学大学院情報科学研究科 (〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06)

E-mail: nagayoshi@plan.civil.tohoku.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 東北大学大学院情報科学研究科 准教授 (〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06)

E-mail: rinoue@plan.civil.tohoku.ac.jp

水害危険度が地価に影響を与えることはよく知られており、客観的な水害危険度指標と地価の関係を分析する研究は数多く行われてきた。その一種に、水害危険度が地価に与える影響は地域住民・社会の水害危険度に対する認識により変化するという仮説のもとで、水害などの事象発生に伴って水害危険度に対する認識が強化され、地価に水害危険度指標がより大きく反映される変化が起こっているかを確かめる研究が行われているが、既往研究では変化の有無について明らかな結果は得られていない。本研究は、神田川流域を対象に不動産取引価格を用いて、水害危険度指標と地価との関係が変化する時点の抽出を検討し、水害被災履歴のある地域の周辺で、東日本大震災の直後に地価が下落したことが確認された。

**Key Words :** *Change point detection, land price, flood risk, local community*

## 1. はじめに

近年、「ゲリラ豪雨」をはじめとした猛烈な降雨現象が増加し、都市型水害による被害が増加しているとされる。被害が局所的に発生するため従来型の水害対策では対応が難しい都市型水害の被害を軽減するために、行政は氾濫シミュレーションなどを基に水害危険度情報を作成・広報している。水害危険度情報は、避難経路の検討・居住地域の見直しなど防災対策への活用が期待されているが、地域で有効に活用されている例は少なく、地域住民・社会が持つ水害危険度情報に対する認識の強さは明らかではない。

この水害危険度に対する地域住民・社会の認識の強さを定量的に評価するために、地価に着目した研究が行われている。その一種に、水害危険度に対する認識は地価へと反映されるという仮説の下で、客観的に設定した水害危険度と地価の関係の分析から、認識の強さを評価する研究がある。先行研究では、一時点の公示地価や短期間の取引価格を用いた地域間比較や、多時点の公示地価を用いた時系列比較を通して水害危険度に対する認識の強さを評価している。しかし、水害危険度以外の地価形成要因も異なる地域間の比較では、水害危険度に対する

地価の反応の大きさが地域によって異なるという結果が得られた。しかし、得られた結果が水害危険度に対する認識だけによるものかを判断することは難しく、公示地価を用いた時系列比較では、地価公示点の空間配置が水害危険度の局所的な違いの分析には空間解像度が十分に高くない点、公示地価の公表は1年に1回と時間解像度も低く、また公示地価作成の過程で時間遅れが生じる点などから、水害危険度に対する認識の大きさの変化が生じた時点について分析することは難しい。

そこで本研究では、空間・時間的解像度が高く、不動産市場における評価を反映する不動産取引価格に対して水害危険度が与える影響の時系列分析を通じて、地域住民・社会の水害危険度に対する認識の同一地域における時間的変化の把握を行い、地価に水害危険度情報に対する認識の変化が表れるかを確認することを目指す。

## 2. 水害危険度と地価の関係に関する先行研究

### (1) ヘドニック・アプローチ

水害危険度などの環境要因は、市場価格が存在しない非市場財であるため、地価への影響を直接測定すること

はできない。環境要因などの非市場財の便益測定方法に、キャピタリゼーション仮説を背景としたヘドニック・アプローチが存在する<sup>9)</sup>。キャピタリゼーション仮説とは、住民の同質性・地域の開放性が成り立つとき、環境改善便益は地価に反映されるとの仮説である。キャピタリゼーション仮説の下では、水害危険度などの環境要因は地価に反映される。

ヘドニック・アプローチでは、財の価格は財の有する複数の属性の合成で決定されると考える。例えば、財の価格 $R$ が財の属性 $z_1, \dots, z_k$ の線形式で表せる場合、属性 $z_i$ の1単位あたりの便益は $\beta_i$ の推定値となる。

$$R = \beta_0 + \beta_1 z_1 + \dots + \beta_k z_k + \varepsilon \quad (1)$$

ただし  $\varepsilon$ : 攪乱項

環境要因の一つである、水害危険度の影響を把握するために、ヘドニック・アプローチを用いて地価と水害危険度の関係を分析する多くの先行研究が行われている。

地価は、水害危険度を含む多くの土地属性により価格が決定されていると仮定され、水害危険度に関する説明変数として標高・河川までの距離・浸水履歴・予想浸水深、その他の説明変数として地積・形状など土地固有の属性、最寄り駅までの距離・主要駅までの所要時間など交通条件、用途地域・所属する行政区域など地域特性を表す項目が用いられる。市川ら (2002)<sup>2)</sup>をはじめ多くの先行研究で、「河川から近い」「標高が低い」「水害の被災履歴がある」など水害の危険度が高い土地は、地価が低い傾向があることが示されている。

## (2) 水害危険度の把握

本節では、水害危険度と地価の関係を分析する先行研究について紹介した上で、本研究の位置づけを明らかにする。水害危険度と地価の関係を分析する先行研究において、その前提となる考え方は、水害危険度が地価に与える影響の大きさが、水害危険度の大きさそのものによるものとする考え方と、住民の認識による影響を受けるとする考え方の2つに分けられる。

まず一方は、「水害危険度の高い土地は、不動産市場において安く評価される」ことを前提とする研究である。このことを確認した先行研究は、数多く存在する<sup>3)9)</sup>。また、水害危険度が地価に与える影響を利用して、防災投資の便益評価を目指す研究も数多く行われている<sup>7)9)</sup>。

他方は、「住民が水害危険度に対して有する認識の強さによって地価の下がり方が異なる」ことを前提とした研究である。希少な現象である水害の危険度は、住民は日常生活の中で知覚できないため、周辺環境・交通利便性などの土地属性とは異なり、住民に十分浸透していない可能性がある。そのため、必ずしもハザードマップなどで示された客観的な水害危険度指標に対応して水害危

険度が地価に織り込まれているとは限らない。この前提に立ち水害危険度に対する地域住民の認識の強さを定期的に評価することを目指した、市川ら (2002)<sup>2)</sup>、寺本ら (2008)<sup>10)</sup>、篠村 (2010)<sup>11)</sup>、劉 (2010)<sup>12)</sup>が挙げられる。

本研究では、後者の前提に立ち、地価の分析を通して地域住民や不動産参加者が持つ水害危険度に対する認識の強さの把握を試みる。

以下では、後者の前提に基づいて分析を行った先行研究に絞り、内容を概説する。なお、先行研究は、一時点の地価を用いた分析と、多時点の地価を用いた分析に分類できる。

一時点の地価を用いた分析としては寺本ら (2008)<sup>10)</sup>と篠村 (2010)<sup>11)</sup>、劉 (2010)<sup>12)</sup>が挙げられる。

寺本ら (2008)<sup>10)</sup>は、東京河川流域と大阪府寝屋川流域を対象として、住宅用途の公示地価に対して標高・浸水深を水害危険度指標としたヘドニック・アプローチを行い、東京と大阪での浸水深に対する地価の振る舞いの違いから、水害危険度への認識には地域差があることを確認した。

篠村 (2010)<sup>11)</sup>では、杉並区・世田谷区の住宅用途の公示地価に対してハザードマップ・浸水履歴を水害危険度指標としたDID分析を行い、人々の認識に伴う立地選択行動はハザードマップよりも浸水履歴に従って反応していることを確認した。

また、劉 (2010)<sup>12)</sup>は、名古屋市西区・北区・清須市のウェブ上の不動産募集価格情報を利用したヘドニック・アプローチによって、住民が立地に際し財産の損失を考慮していることを示唆し、地域住民の水害へのリスクプレミアム・危険回避度の推計を行った。

これらの研究は、地域分析から得られたパラメータの比較から、水害危険度に対する反応の地域差の分析を試みているが、水害危険度以外の条件も異なる地域間比較から結論を導くのは困難だろう。

一方、市川ら (2002)<sup>2)</sup>、篠村 (2010)<sup>11)</sup>は多時点の地価を用い、水害発生やハザードマップ公表などの事象発生(前)後で、同じ地域の地価が変化したかを捕捉する分析を行っている。

市川ら (2002)<sup>2)</sup>は、過去数回水害を経験している寝屋川流域を対象として、1970年から1990年までの公示地価に対し、主要駅までの所要時間・公園ダミー・用途地域ダミーなどに加えて、標高・川までの距離・川との標高差・浸水履歴を水害危険度指標として説明変数を設定し、各年度ごとに公示地価を被説明変数とした地価関数のパラメータ推定を繰り返し、水害履歴や水害危険度の影響や、水害発生による地価の変化が確認できるか分析を行った。分析の結果、水害危険度により地価が低いこと、また、時間変化に伴い水害危険度として採択される指標

が変化することを確認したが、水害の発生後に地価が下落する、あるいは上昇率が鈍るといった、水害の発生が地価に直接影響を与える様子は確認できなかった。

篠村 (2010)<sup>11)</sup> は、東京都区部の2002年から2009年の住宅用途公示地価に対し、年次ダミー・最寄り駅までの道路距離・最寄り駅から東京駅までの時間距離・用途地域ダミーに加えて、浸水履歴・ハザードマップによる想定浸水深ダミー・ハザードマップ公表自治体ダミーなどの水害危険度指標を説明変数とした地価関数のパラメータ推定を行った。ハザードマップ公表や水害発生に因る地価変化の捕捉を目指したが、ハザードマップ公表が原因とみられる変化は確認されなかった。さらに、2005年の水害についても、直後の2006年では地価に統計的に有意な影響が生じておらず、地価には2007年以降に影響が生じたという推定結果が得られた。すなわち、水害に対する反応が変化した時点を推定することは出来ていないといえるだろう。

以上のように、先行研究では水害の発生による地価の変化は捕捉できていない。1つの要因に、地価情報として公示地価を用いたため、市場評価を反映しきれていないことが考えられる。公示地価は、周辺の不動産取引事例を基に推定した価格を、1年に1回、限られた公示地点について公示するため、局所的かつ即時的な地価の変化を捉えることは難しい。また、公示地点の数も限られており、水害による影響が生じた範囲に公示地点が含まれているとは限らない。これらの理由により、公示地価を基に、水害などの事象発生が被災地域周辺の地価に与える影響の分析に用いることは難しいと考えられる。

### 3. 時系列上の変化の抽出

本研究では、長期間の取引価格を使用し、変化時点抽出の手法によって、水害危険度に対する認識変化の抽出を目指す。変化時点推定では、以下のような変化時点の前後をダミー変数によって区別するモデルによって分析することが多い (式(2))。

$$Y_t^i = \beta_0 H_{i,t} + \beta_1 I_t(\theta) H_{i,t} + \varepsilon_t \quad (2)$$

ただし、

$t$ : 時点( $=1, \dots, T$ ),  $Y_t^i$ : 時点  $t$  地点  $i$  の被説明変数

$H_{i,t}$ : 時点  $t$  地点  $i$  の説明変数ベクトル

$\theta$ : 変化時点,  $\varepsilon_t$ : 攪乱項

$I(\theta)$ : 変化点の前後を表すダミー変数行列

$\beta_0, \beta_1$ : パラメータベクトル(変化前:  $\beta_0$ , 変化後:  $\beta_0 + \beta_1$ )

変化時点推定法の1つであるChow検定では、 $\theta$  の設定値を変化させてOLS推定を繰り返し、最も当てはまりの良い  $\theta$  を変化時点として、推定した変化時点  $\theta$  のも

とでパラメータ  $\beta_0, \beta_1$  を推定する。しかし、この方法ではパラメータ  $\beta_0, \beta_1$  の推定値は変化時点  $\theta$  の条件付き分布に従うため、パラメータにバイアスを生じる。また、変化時点  $\theta$  の結果が有意であるか明らかでない。

式(2)のモデルの分析方法の一つとして、Spirling(2007)<sup>12)</sup>により、MCMCに基づくパラメータのバイアスを抑える推定法が提案されている。

Spirling(2007)<sup>13)</sup>の手法は、変化時点  $\theta$  もパラメータとして扱い、他のパラメータと同時に推定を行う手法である。この手法ではパラメータの推定結果にバイアスが生じず、 $\theta$  をパラメータとして推定を行うため  $\theta$  について検定を行うことが可能である。しかし  $\theta$  が変化するとパラメータも変化するため、最尤法などで推定を行うことは難しい。このため、本手法ではMCMC法が利用される。MCMC法はシミュレーションを利用した推定方法であり、最尤法などでは数値的に推定結果を示すことが難しい場合であっても推定が可能である。

## 4. ケーススタディ

### (1) 分析対象地域と期間

本研究は、神田川・善福寺川・妙正寺川・江古田川から構成される神田川水系の中・上流域内の住宅地を対象に分析する。新宿区・中野区・杉並区・練馬区・武蔵野市・三鷹市と新宿区の山手線外に含まれる地域の用途地域が住居系用途・準工業用途の土地を対象とする。

神田川は、遊歩道が整備されるなど地域住民から広く親しまれる一方で、以前はほぼ毎年外水氾濫によって被害を生じる都市型中小河川であった。しかし昭和から治水事業が進められ、特に1997年(第1次)・2005年(第2次)の環状7号線地下調整池の供用開始により治水機能が大幅に向上し、流域の洪水被害が激減している。このため、地域住民の水害に対する認識に変化が生じていることが期待される。また、中・上流域では、河川近辺とその周囲との標高差が大きいため、水害危険度以外の土地属性の違いが小さい地点間の比較が容易であるという特徴が存在する。

分析対象期間は2001年から2013年とする。バブル崩壊から約10年が経過し、地価変動が沈静化した時期である。サブプライムローン問題の顕在化やリーマンショックの影響による急激な地価変動は生じているが、以前に比べれば景気動向が与える地価への影響は比較的小さい。

なお、対象期間内には、地域住民の水害危険度認識に影響を与えると予想される種々の事象が発生している。

まず、2005年に環状7号線地下調整池の第2期供用が開始されている。水害危険度の減少に伴う水害危険度に対

する認識変化を観察できる可能性がある。

また、対象地域・期間内には、東京都全体での浸水面積が10haを超える、あるいは、神田川流域での浸水面積が1haを超える水害は、13回発生している。

中でも、2005年9月4日に発生した集中豪雨による水害は、都内で今世紀最大の浸水面積をもたらした。一方で、完成直前の環状7号線地下調整池を仮開放したことにより、被害軽減が図られたと言われている。この水害については、大規模な被災と同時に、防災施設による被害軽減が生じており、住民の水害危険度認識にいかなる影響を与えたか興味深い事象である。

## (2) 使用データ

地価情報として、国土交通省地価公示・都道府県地価調査、および、不動産取引事例に含まれる取引価格を使用する。

地価公示・地価調査は、公的機関が公表する代表的な地価情報である。地価公示は、地価公示法に基づき国土交通省土地鑑定委員会が過去の土地取引事例を基に調整した情報で、毎年1月1日時点の正常な価格を公示する。地価調査は、国土利用計画法施工令第9条に基づき、都道府県知事が毎年7月1日における標準価格を公示する。価格算出手順に多少の違いはあるが、本質的には同じ情報である。

不動産取引事例は、国土交通省土地鑑定委員会が取得した、土地取引当事者への取引価格調査などの回答に基づく情報である。取引事例には、取引価格に加え、取引物件の地積・容積率・現況用途・区域区分をはじめ、道幅・方角・高度利用地区など多岐に渡る情報が記されている。本研究では、更地の取引事例を用いて分析を行う。

ここで、公示地価・地価調査と不動産取引事例の価格情報の特徴を比較する。一例として、分析対象の一部である、2010年の地価公示と、2010年の地価公示に対応した2009年内の取引価格の記述統計量を示す(表-1)。平均値・中央値は、公示地価と取引価格はほぼ同じ値を示しているが、最小値・最大値・標準偏差から、取引価格は公示地価よりもばらつきが大きいことが確認できる。

また、水害履歴情報は、分析対象期間内の、国土交通省水害区域図に基づく内水・外水氾濫履歴データを用いる。また、水害危険地域に使用するデータとして、国土交通省国土数値情報の「河川」および国土地理院数値地図5mメッシュ標高を使用した。

## (3) 分析手順

水害危険度と地価の関係を分析する先行研究では、水害危険度を含む土地属性を説明変数とした回帰モデルを地価関数として設定している。

表-1 公示地価と取引価格の記述統計量

統計量	公示地価	取引価格
標本数 (件)	144	1953
平均値 (円/m <sup>2</sup> )	450,938	441,423
中央値 (円/m <sup>2</sup> )	441,500	442,980
最小値 (円/m <sup>2</sup> )	315,000	20,692
最大値 (円/m <sup>2</sup> )	775,000	1,437,438
標準偏差 (円/m <sup>2</sup> )	71,022	138,803

しかし本研究では、13年間という比較的長期のデータを用いて分析を行う。バブル期に比べれば地価変動は沈静化しているものの、景気動向など時間に伴う外部要因により変化しており、全期間で共通のパラメータを推定することは適切とはいえない。その対応として、景気動向など時系列で変化する説明変数を導入して地価変動の表現を目指す地価関数の設定や、被説明変数や攪乱項に存在する時系列相関を考慮した分析が考えられる。しかし、本研究では、水害危険度の有無が各時点の地価に与える影響だけを抽出し、その影響が時間的に変化するかのみに着目しており、他の土地属性のパラメータ変化には大きな関心を有していない。

そこで、簡便な方法として、各時点で水害危険度を除く土地属性のパラメータを推定し、水害危険度以外の属性が地価に与える影響を除いた上で、水害危険度が与える地価への影響を分析する方法を採った。

### a) 水害危険度以外の属性の影響の推定

説明変数として、「容積率」「地積」「最寄り駅から主要駅までの所要時間」「最寄り駅までの距離」を用いた。また、最寄り駅から主要駅までの所要時間は、最寄り駅を平日の8:00(2014年11月)に出発した場合の新宿駅・渋谷駅・池袋駅・東京駅までのYahoo!路線情報(<http://transit.loco.yahoo.co.jp/>)による所要時間を、JR東日本・東京メトロ・西武鉄道・東武鉄道・都営地下鉄・京成電鉄・東急電鉄・京王電鉄・小田急電鉄の各駅の乗降客数による加重平均値を用いた。乗降客数は各鉄道会社の公開している2013年度の乗降客数を参考にした。

各説明変数、被説明変数について、対数値を用いるかOLSによるパラメータ推定で試し、決定係数が最大となる組み合わせを用いた。「単位面積当たりの地価対数値」を、「容積率」「地積の対数値」「鉄道所要時間の対数値」「最寄り駅までの距離の対数値」で説明する地価関数を設定した。

取引価格を取引時点に応じて半年毎(1~6月, 7~12月)に区分し各期間のパラメータ推定を行ったところ、各期間の推定パラメータは大きく変化し、かつ有意水準5%を見たさないことが多く、また符号条件を満たさな

い時期も多かった(表-2)。例えば、地積に対するパラメータの符号が負になったり、最寄り駅までの距離に対するパラメータの符号が正になったりする結果が得られた。これは、取引事例は定点観測データではないため、時期により取引物件の属性や空間分布に偏りが生じること、また、取引価格には売り急ぎなど取引当事者の個別の事情が含まれるため、時期によりパラメータ推定値に大きな違いが生じたと考えられる。

そこで、本研究では、地点の選定基準が定められており、時期による情報を構成する物件の違いが小さい公示地価を用いて、同じ説明変数を用いた地価関数のパラメータ推定を行い、その推定値で取引地価を被説明変数とするモデルの値として代用した。

#### b) 水害危険度の認識変化の抽出

取引価格を被説明変数、公示地価を用いた推定パラメータと水害危険度を説明変数として、「認識の変化時点」「変化時点前後での水害危険度のパラメータ」を推定した。また、変化時点がないモデルで水害危険度のパラメータ

ータを推定した。

水害危険度を示す指標として外水氾濫履歴・内水氾濫履歴を考え、ダミー変数として用いた。

本研究では、浸水履歴を用いて外水氾濫ダミー・内水氾濫ダミーを仮定し、浸水域からの距離と標高によって段階的に、「浸水域のみ」「浸水域から直線距離で100m以内かつ最寄りの浸水域の平均標高との標高差が1m以内・3m以内」の設定でダミー変数をおいた。例として、平成17年に生じた外水氾濫の浸水履歴と、外水氾濫の浸水域から直線距離で100m以内かつ最寄りの浸水域の平均標高との標高差が1m以内・3m以内の取引地点について図示した(図-1)。

変化時点推定のモデルは、地点*i* 時間*t*の単位面積当たりの取引価格(円/m<sup>2</sup>)を $P_{i,t}$ 、水害危険度以外の説明変数ベクトルを $x_{i,t}$ 、水害危険度に関する説明変数を $H_{i,t}$ 、変化時点 $\theta$ の後であることを表すダミー変数を $I_t(\theta)$ 、公示地価を用いた水害危険度以外の説明変数に対するパラメータベクトルの推定値を $\beta$ 、公示地価から推定した地価

表-2 取引価格推定結果

時期	切片	容積率		(対数) 地積	(対数) 所要時間	(対数) 最寄り距離			
2001 年前半	13.7	-8.76E-04	*	-2.88E-02		-7.70E-02		-3.46E-02	
2001 年後半	13.7	-3.70E-05		-6.54E-02	**	-9.44E-02		-2.26E-02	
2002 年前半	13.7	3.51E-04		-7.06E-02	***	-1.25E-01	**	-1.52E-02	
2002 年後半	13.8	1.97E-04		-7.37E-02	***	-7.86E-02		-4.20E-02	*
2003 年前半	14.2	-4.16E-04		-1.36E-01	***	-7.67E-02		-6.03E-02	*
2003 年後半	14.4	-5.66E-04	**	-2.04E-01	***	-3.42E-02		-4.96E-02	**
2004 年前半	13.7	1.51E-04		-6.74E-02	***	-4.99E-02		-3.81E-02	*
2004 年後半	14.2	-2.65E-04		-7.16E-02	***	-1.59E-01	***	-6.33E-02	***
2005 年前半	14.4	-3.45E-04		-5.83E-02	***	-2.01E-01	***	-7.16E-02	***
2005 年後半	13.9	-1.27E-03	***	-2.61E-02		-2.08E-01	***	-2.90E-03	
2006 年前半	14.0	-2.87E-04		-4.98E-02	**	-1.37E-01	**	-5.42E-02	*
2006 年後半	13.3	-3.25E-04		5.54E-02	*	-1.38E-01	*	-1.03E-02	
2007 年前半	13.0	2.00E-04		-2.22E-03		7.05E-02		-2.69E-02	
2007 年後半	13.5	8.65E-04	*	-4.71E-02		-1.26E-01	*	6.44E-03	
2008 年前半	14.1	-2.09E-04		-6.05E-02	**	-1.01E-01	*	-6.63E-02	**
2008 年後半	13.8	-4.65E-04		-5.75E-02	*	1.75E-02		-8.03E-02	*
2009 年前半	14.3	-1.62E-04		-1.43E-01	***	-1.34E-01	**	-3.50E-02	
2009 年後半	14.2	-2.83E-04		-5.51E-02	**	-1.42E-01	***	-8.85E-02	***
2010 年前半	13.8	2.78E-05		-1.36E-01	***	-4.33E-02		-2.25E-02	
2010 年後半	14.4	-3.36E-04		-1.15E-01	***	-1.16E-01	*	-6.95E-02	**
2011 年前半	14.5	-2.75E-04		-8.63E-02	***	-2.12E-01	***	-7.27E-02	***
2011 年後半	13.8	6.09E-04	*	-1.24E-01	***	3.41E-02		-8.28E-02	***
2012 年前半	14.8	-1.22E-03	***	-1.34E-01	***	-1.72E-01	***	-9.61E-02	***
2012 年後半	13.9	-2.34E-04		-1.22E-01	***	4.90E-03		-6.28E-02	**
2013 年前半	13.5	1.21E-04		-6.66E-02	**	1.15E-02		-5.73E-02	*
2013 年後半	13.6	3.24E-05		-6.24E-02	*	1.66E-02		-9.31E-02	**

\* 5%有意 \*\*1%有意 \*\*\*0.1%有意

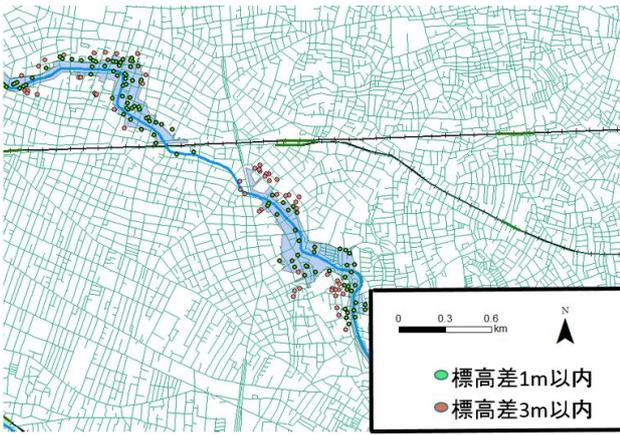


図-1 2005年の外水氾濫浸水域と  
外水氾濫履歴を使用した水害危険度指標

に対するパラメータを $\beta_0$ 、水害危険度に対する変化時点前のパラメータを $\beta_B$ 、変化時点後の変化量を表すパラメータを $\beta_A$ 、攪乱項 $\varepsilon_{i,t}$ の分散を $S^2$ とすると、下式で表される。

$$\ln P_{i,t} = (x'_{i,t}\beta)\beta_0 + H_{i,t}\beta_B + H_{i,t}I_t(\theta)\beta_A + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

$$\varepsilon_{i,t} \sim N(0, S^2)$$

式(3)のモデルの推定を行う。前述のように本研究で用いる推定法は、時点が離散的に設定されていることを前提とする。そこで、取引事例データを取引時点によって半年単位に分割し、6月末・12月末で区切って変化時点を抽出する。変化時点は、変化後の推定値が有意水準5%で有意となる変化時点が存在した場合に変化時点が存在するとした。

変化時点推定モデルでは、MCMCの繰り返し回数15,000回、burn-in period 5,000回で分析を行った。表-3は、変化時点、変化時点後の水害危険地域パラメータの推定量について記したものである。ここでは取引価格の対

数値を用いて分析しており、変化後係数は $\beta_A + \beta_B$ は変化時点後に水害危険度指標が存在する地点の、非変化時係数 $\beta_A$ は全期間での水害危険度指標が存在する地点の土地価格が下落した割合を示している。

(4) 分析結果と考察

水害危険度指標として、外水氾濫の浸水履歴に基づいて水害危険地域を設定した場合、「浸水域のみ」「浸水域から標高差が1m以内」「浸水域から標高差が3m以内」のいずれの危険地域設定に関しても、有意な変化時点は抽出されなかった。一方、内水氾濫の浸水履歴に基づいて水害危険地域を設定した場合、「浸水域から標高差が1m以内」「浸水域から標高差が3m以内」を危険地域として設定した場合には、変化時点の推定結果として2011年6月末が得られたが、「浸水域」を危険地域とした推定では有意な変化時点が推定されなかった。

「標高差1m以内」「標高差3m以内」の場合、変化時点前の危険地域ダミーに対するパラメータは有意ではないが、変化時点後の変化量の推定値は有意水準1%で有意となる負の値となった。変化値の推定値はどちらの危険地域設定でもおよそ-0.15である。取引地価の対数値を被説明変数して分析しているので、危険地域において取引価格が2011年6月末を境に約14%下落したことを意味している。

内水氾濫浸水域を基準に設定した危険地域に関する分析結果から、次の考察が考えられる。

浸水履歴のある地域では、水害危険地域ダミーに対して取引価格が変化を示さなかったことから、分析対象期間内では住民の危険度認識に影響を与える事象が発生しなかったと考えられる。また、全期間共通のパラメータ推定を行うと負の推定値となることから、水害危険度が認識され、取引価格に負の影響を与えていると見られる。

表-3 パラメータ推定結果

水害危険度指標	変化時点	公示地価 $\beta_0$	標準偏差	変化前 $\beta_B$	標準偏差	変化分 $\beta_A$	標準偏差	変化後 $\beta_A + \beta_B$
外水浸水域	なし	0.999	0.000220	0.0701	0.0289			
外水浸水域 (標高差1m)	なし	0.999	0.000220	0.00654	0.0175			
外水浸水域 (標高差3m)	なし	0.999	0.000220	-0.00559	0.0185			
内水浸水域	なし	0.999	0.000210	0.0621	0.6444			
内水浸水域 (標高差1m)	2011年6月	0.999	0.000220	0.0462	0.0206	-0.188	0.0380	-0.142
内水浸水域 (標高差3m)	2011年6月	0.999	0.000220	0.0369	0.0174	-0.197	0.0309	-0.160

一方、浸水域の周辺地域では、2011年6月末までの期間では、他の地域に比べて取引価格が低いという傾向は見られなかったが、2011年7月以降では、約14%も取引価格の水準が下落したことが観察された。これは、この時期を境に、危険度に対する認識が拡がり、地価に織り込まれた可能性が示唆される。この変化は、東日本大震災によるものと考えられ、未曾有の大災害の発生を経験し、これまで危険性を抱いていなかった内水氾濫に対する意識が高まった可能性があるといえるだろう。

## 5. 結論

本研究では、神田川流域を対象に、水害危険度が不動産取引価格に与える影響の変化を分析し、そこから地域住民が水害危険度に対して有している認識の変化を把握することを試みた。

水害区域図を基に外水氾濫・内水氾濫の被災履歴のある地域を抜き出し、その地域および周辺地域を危険地域として設定して取引価格の分析を行った。外水氾濫の被災履歴地域およびその周辺では有意な変化時点は推定されなかったが、内水氾濫については、被災履歴地域の周囲で2011年6月末、すなわち東日本大震災を機に取引価格が下落していることが推定された。

これは、未曾有の被害をもたらした東日本大震災の経験により、地域住民や不動産市場参加者の防災意識が向上した結果、ある程度、水害危険性が存在するものの、それまでは大きく意識されていなかった内水氾濫履歴地域の周辺において、水害危険度が認識された可能性がある。一方、外水氾濫履歴とその周辺、および、内水氾濫履歴地域において取引価格の変化が生じていないことが推定結果から得られたが、これらの地域では住民や不動産市場参加者が以前から水害危険度を認識していたため、東日本大震災による影響を受けなかった可能性がある。

以上のように、本研究では内水氾濫に関する水害危険地域において地価が下落する変化の発生時点を推定することができた。しかし、防災施設整備の進展など、水害危険度が減少する場合に生じる可能性のある地価上昇を検出することはできなかった。地価下落をもたらす事象は災害発生などの多くの人が体験する突発事象であるため、地価変化が急激に生じると考えられる。一方、地価上昇をもたらす事象は防災施設の供用開始など必ずしも多くの人が認識をせず、安全性の向上も体感することは困難であるため、地価上昇は例え生じたとしても緩やかな変化であるため、急激な変化の発生時点を推定する本研究で用いた手法では検出することができなかった可能性がある。また、今回の推定で得られた2011年6月末を

境とした地価下落の影響が、その後も継続しているかは疑わしい。例えば、東日本大震災後、東京湾岸のマンションが忌避され購入者が急減したが、その後、東京オリンピック誘致成功後、人気が以前よりも高まっているという現象が観察されているように、本研究の対象地域においても水害危険度に対する認識が継続している保証はない。しかし、分析対象地域では地価の回復過程は穏やかな変化である可能性もあり、この研究で用いた分析手法では発見できない可能性が高い。

これら分析手法の限界も理解した上で、分析から得られた結果の解釈を行うことが重要であるだろう。

## 謝辞

本研究は、公益財団法人旭硝子財団平成26年度研究奨励による助成を受け、公益社団法人東京都不動産鑑定士協会との共同研究による成果である。

## 参考文献

- 1) 金本良嗣：ヘドニック・アプローチによる便益評価の理論的基礎、土木学会論文集、No.449 (IV-17), pp.47-56, 1992.
- 2) 市川 温, 松下将士, 椎葉充晴：水災害と地価の関係に関する調査研究、京都大学防災研究年報、Vol. 45, B-2, pp. 127-139, 2002.
- 3) 岩橋 佑, 奥村誠, 塚井誠人, 平松敏史：地価・土地利用同時推定モデルを用いた水害リスクの影響分析、土木計画学研究発表会・論文集、Vol. 23, No. 2, pp. 291-297, 2006.
- 4) 斎藤良太：首都圏における浸水危険性の地価等への影響、季刊住宅土地経済、2005年秋号, pp. 19-27, 2005.
- 5) 岡川 梓, 日引 聡, 小嶋秀人：ヘドニック・アプローチによる東京都区部の洪水被害額の計測—浸水リスクの内生性を考慮した分析—、環境経済・政策研究、Vol. 5., pp. 58-71, 2011.
- 6) 小嶋秀人：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、2011.
- 7) 高木朗義, 大野英治, 森杉壽芳, 沢木真次：治水事業の経済効果計測に関する研究、土木計画学研究・論文集、Vol.11, pp.191-196, 1993.
- 8) 森杉壽芳, 高木朗義, 小池淳司：治水事業の便益計測手法—不確実性下における便益計測手法の提案—、土木計画学研究・講演集、No.17, pp.299-302, 1995.
- 9) 玉井昌宏, 石原千嘉：ヘドニック・アプローチを用いた寝屋川流域における治水安全性の経済評価、環境システム研究、Vo.27, pp. 435-440, 1999.
- 10) 寺本雅子, 西澤諒亮, 市川 温, 立川康人, 椎葉充晴：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, Vol. 52, pp. 457-462, 2008.

- 11) 篠村 進: 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, 2010.

- 12) 劉 暉: 地価データを用いた水害リスクプレミアムの推計

に関する方法論的研究, 京都大学修士論文, 2010.

- 13) Spirling, A.: Bayesian approach for limited dependent variable change point problems, *Political Analysis*, Vol. 15, pp. 387-405, 2007.

## CHANGE POINT DETECTION OF EFFECTS OF FLOOD RISK ON LAND PRICES

Masaya NAGAYOSHI and Ryo INOUE