マニラ首都圏における洪水リスクが不動産賃料に与える影響の分析
― 賃料帯の異質性に着目して ―

釜谷紘生*・堤盛人**

Analysis of the Impact of Flood Risk on Real Estate Rent in Metropolitan Manila
― Focusing on Rent Bands Heterogeneity ―

Hiroki KAMATANI*, Morito TSUTSUMI**

Abstract: This study analyzed the impact of flood risk on condominium rent in the Philippines, a country highly vulnerable to natural disasters and flooding. Using quantile regression, we examined the hypothesis that "income levels correspond to property rent bands, and the impact of flood risk differs by rent bands." The results suggest that flood risk is recognized as a significant factor in rent determination for mid-rent properties. Conversely, its impact is estimated to be relatively weaker for high-rent properties. Furthermore, flood risk had no significant effect on rent for low-rent properties, many of which are in floodplains. This suggests that local residents may have become resigned to flood risks.

Keywords: 洪水リスク（Flood Risk），分位点回帰（Quantile Regression），ヘドニック・アプローチ（Hedonic Approach），空間データ（Spatial Data）

１．はじめに
１.１　フィリピンが有する災害リスク

フィリピンは，環太平洋造山帯と赤道付近に立地するその地理的要因から，大規模な自然災害が頻発している．特に，サイクロンやそれに伴う洪水はインフラや農業，脆弱なコミュニティに壊滅的な被害を与えている．例えば，2013 年の台風ヨランダは約 6300 人の死者と 2862 億フィリピンペソの経済損失をもたらした．また，2021 年の台風オデットは 200 万戸の住宅を倒壊させ，災害がもたらす建物倒壊や経済損失の甚大さが浮き彫りとなっている．

この国の災害に対する脆弱性の高さは，Bündnis Entwicklung Hilft が刊行する「World Risk Report」に掲載されている「World Risk Index（WRI）」によっても示されている．2024 年度の報告書によると，フィリピンは世界で最も高い WRI を記録する災害に脆弱な国と評価されており，中でも洪水は極めて高いリスク要因となっている．WRI を構成する指標の「Exposure（災害にさらされる度合い）」を見ると，サイクロン（台風）と沿岸洪水がそれぞれ 89.72 と 51.51 という高い値を示し，台風や洪水への脆弱性が際立っていることがわかる．

１.２　ASEAN 生活者の意識・行動変化

ASEAN（東南アジア諸国連合）は目覚ましい経済成長を遂げており，2025 年に名目 GDP が 4 兆 3830 億ドルに達し，インドに匹敵する経済規模となる．特にフィリピンはインドネシアに次ぐ経済力を持ち，予測される GDP 成長率でも ASEAN 最大の 6.1%を記録するなど，その成長をけん引している（International Monetary Fund, 2024）．

こうした経済成長は，ASEAN の生活者の意識や行動にも変化をもたらしている．博報堂の調査によれば，富裕層と中間層の間に位置する新興富裕層は，「モノの機能性の重視」「資産形成への関心」「高い情報収集能力」といった特徴を有することが示された（博報堂生活総合研究所アセアン，2023）．

これらの特徴を鑑みると，ASEAN 住民の中でも，所得階層が上がるにつれて，単なる消費行動だけでなく，災害をはじめとする様々なリスクに対する関心も高まっているのではないかと考えられる．これは，経済的な安定を得た層が，資産保全や将来への備えといったより高次の欲求を持つようになったことの表れであり，リスク管理に対する意識が社会全体に広がりつつある可能性を示唆している．

そこで本研究では，博報堂の調査で示唆された「所得階層によってリスクに対する関心が異なる」という知見と，「所得階層と不動産の賃料帯が対応し，賃料帯によって洪水リスクの影響が異なる」という仮説に基づき，フィリピンのマニラ首都圏を対象として，洪水リスクが不

*　学生会員　筑波大学大学院システム情報工学研究群
（University of Tsukuba, Degree Programs in Systems and Information Engineering）
〒305-8573　茨城県つくば市天王台一丁目 1-1　E-mail：s2420422@u.tsukuba.ac.jp
**　正会員　筑波大学システム情報系（University of Tsukuba, Institute of Systems and Information Engineering）

動産賃料に与える影響を定量的に分析する．これにより，洪水リスクに対する地域住民のリスク認識を評価し，防災対策の推進といった政策提言の判断材料となることを目指す．

２．災害リスクと不動産価格に関する既往研究

災害リスクが不動産価格に与える影響に関する定量的な分析は，古くから行われている．Brookshire et al.(1985)は，カリフォルニア州のロサンゼルス郡とサンフランシスコ・ベイエリアを対象に，地震リスクが住宅価格に与える影響をヘドニック価格モデルを用いて分析した．その結果，活断層帯内の住宅は，それ以外の同等な住宅に比べて価格が低いことがわかった．この価格差は，地震発生確率と想定される被害額に基づいて計算された，合理的な期待効用理論と整合していることを示唆した．Bin and Polasky (2004)は，ノースカロライナ州ピット郡を対象に，ハリケーン・フロイドによる洪水災害が不動産価値に与える影響をヘドニック価格関数を用いて分析した．ハリケーン前後の住宅価格を比較した結果，洪水地域内の住宅は，ハリケーン後に価格割引が 2 倍以上に拡大した．これは，人々が洪水リスクを過小評価していたが，大規模な災害を経験したことで，その認識が強化された可能性を示している．

また，日本国内を対象とした研究も広く行われている．Naoi et al.(2009)は，日本全国を対象に，大規模地震が住宅賃料および自己評価住宅価値に与える影響を，全国世帯パネルデータとヘドニック価格モデルを用いて分析した．大規模地震発生後に，近隣地域で地震リスクが高い地域の住宅価格が有意に下落することを発見した．この結果は，家主や賃借人が地震リスクを過小評価しているが，大規模地震を経験することでその認識が劇的に変化したことを示唆している．井上ら(2016)は，東京都の神田川流域を対象に，水害危険性が取引地価に与える影響を，取引価格データと変化時点推定手法を用いて分析した．その結果，2011 年 3 月の東日本大震災を境に，これまで水害リスクが強く意識されていなかった内水氾濫履歴地域において，地価の大幅な下落が確認された．これは，大震災をきっかけに人々の防災意識が高まり，水害リスク認識が変化した可能性が考えられる．

しかしながら，これらの既往研究は先進国を対象とした事例が多く，実際に災害に対して脆弱な新興国や後進国では，研究が十分に行われていない（清水・馬場, 2021）．洪水被害に対して特に脆弱なのは，東アジア・太平洋地域，南アジア，サハラ以南のアフリカであり（Rentschler and Salhab，2020），こうした地域における研究蓄積が望ましい．

３．研究手法

本研究では，フィリピンに立地するコンドミニアムを対象に，洪水リスク指標の不動産賃料への影響を分析する．対象地域は，マニラ首都圏とする．使用する不動産データは，フィリピンの大手不動産プラットフォーム「Dot Property」から情報を取得する，洪水データは，フィリピンの環境天然資源省傘下政府機関である「MINES AND GEOSCIENCES BEREAU（MGB）」が公表している「MGB’s Geohazard Maps」のリスク値を用いる．データの内容や整理手順は，第 4 章で詳述する．

研究手法としては，不動産の賃料帯ごとにおける洪水リスクの影響を分析することから，回帰係数を被説明変数の分布の位置によって推定できる分位点回帰（Koenker and Bassett，1978）を用いる．分位点回帰の基本形は，次式で与えられる．

$$Y_i = \beta_{0,\tau} + \sum_{k=1}^{n} \beta_{k,\tau} X_{ik} + \varepsilon_{i,\tau} \tag{1}$$

$$\hat{\beta}_{k,\tau} = \underset{\beta}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^{n} \rho_\tau\left(y_i - x_{ik}\beta_{k,\tau}\right) \tag{2}$$

$$\rho_\tau(u_i) = \begin{cases} (\tau - 1)u_i & u_i \le 0 \\ \tau u_i & u_i > 0 \end{cases} \tag{3}$$

ここで，Y_iはi番目の観測値における被説明変数の値，X_{ik}はi番目の観測値のk番目の説明変数の値，$\beta_{0,\tau}$は分位点τにおける切片，$\beta_{k,\tau}$は分位点τにおけるk番目の説明変数の回帰係数，$\varepsilon_{i,\tau}$はi番目の観測値の誤差項，u_iは残差である．式(3)で表されるチェック関数は，正の残差と負の残差に異なる重みを与え，外れ値の影響を軽減する役割を果たす．

４．分位点回帰を用いたヘドニック分析

４.１　ヘドニック分析の方針

研究に用いる不動産データとして，「Dot Property」に掲載されているコンドミニアムの賃料（(PP/m^2)，PP は Philipine Peso，自然対数値） [Rent] を用いる．外れ値の処理として，単位面積当たりの賃料の桁数が．他の物件データと不連続になっている場合は，データセットから除外した．「Dot Property」に掲載されている物件は，部屋の情報が記載されている「Key features」，建物の設備が記載されている「Facilities」の情報が付随しており，スクレイピングを用いて各部屋の情報を取得する．

災害リスクを表す説明変数には，4.2.で詳述する洪水リスクを用いる．災害リスク以外の説明変数として，部屋ごとの変数として床面積(m^2) [Area] ，居室数 [Bedroom] ，浴室数 [Bathroom] を使用する．また，建物全体の変数として電気設備の有無 [Electricity] ，インターネット接続の有無 [Internet] ，セキュリティの有無（Facilities で Security，24-hour security のどちらかを有するか） [SecurityInt] を示すダミー変数を用いる．取得し

たデータのうち，これらの変数が一つでも欠けている場合は，データセットから除外した．また，物件が立地する地域の特性を考慮するため，CBD であるマカティ市の重心からの距離(km) [MakatiDistance] ，最寄りの学校（小学校，中学校，高校）までの距離(km) [SchoolDistance] ，および人口密度((人/㎢), 自然対数値） [PopulationDensity] を用いる．人口密度はメッシュでデータが格納されており，各物件の座標を GIS 上で表示し，その座標が含まれるメッシュの値を紐づける．

4.2　用いる災害リスクデータ

洪水リスクの指標には，「MINES AND GEOSCIENCES BEREAU（MGB）」が公表している「MGB's Geohazard Maps」のリスク値を用いる．「MGB's Geohazard Maps」では洪水および土砂崩れのリスクを確認することができる．図 1 に，洪水リスク値の分布を示す．

「MGB's Geohazard Maps」の洪水リスクは，想定される浸水深と洪水発生期間に基づき，「想定浸水深が 0.5 未満，かつ（もしくは）洪水発生期間が 1 日間未満（1)」「想定浸水深が 0.5~1.0m，かつ（もしくは）洪水発生期間が 1~3 日間（2)」「想定浸水深が 1.0~2.0m，かつ（もしくは）洪水発生期間が 3 日を超える（3)」「想定浸水深が 2.0m を超える，かつ（もしくは）洪水発生期間が 3 日を超える(4)」という 4 つのカテゴリに分類される．不動産データとの対応付けは，人口密度と同様，物件の座標が含まれる洪水リスクメッシュの値を紐づける．Model1 では，各カテゴリを [FloodRisk1] ， [FloodRisk2] ， [FloodRisk3] ，[FloodRisk4] としてダミー変数に処理する．なお，洪水リスクのメッシュが存在しないエリアの物件データは，データセットから除外した．4.1.で詳述した変数も含め，処理を行ったデータの要約統計量を表 1 に示す．

表 1　データの要約統計量

	Mean	Stdev	Min	Max
Rent	2.90	0.16	1.85	3.96
Area	82.23	70.21	12.00	700.00
Bedroom	1.78	0.76	1.00	6.00
Bathroom	1.63	0.83	1.00	7.00
Electricity	0.17	0.37	0.00	1.00
Internet	0.25	0.43	0.00	1.00
SecurityInt	0.82	0.39	0.00	1.00
MakatiDistance	6.03	3.77	0.47	22.52
SchoolDistance	0.45	0.35	0.01	2.29
PopulationDensity	4.03	0.43	3.03	5.03
FloodRisk1	0.82	0.38	0.00	1.00
FloodRisk2	0.12	0.33	0.00	1.00
FloodRisk3	0.03	0.16	0.00	1.00
FloodRisk4	0.03	0.16	0.00	1.00
FloodRiskInt	0.18	0.38	0.00	1.00

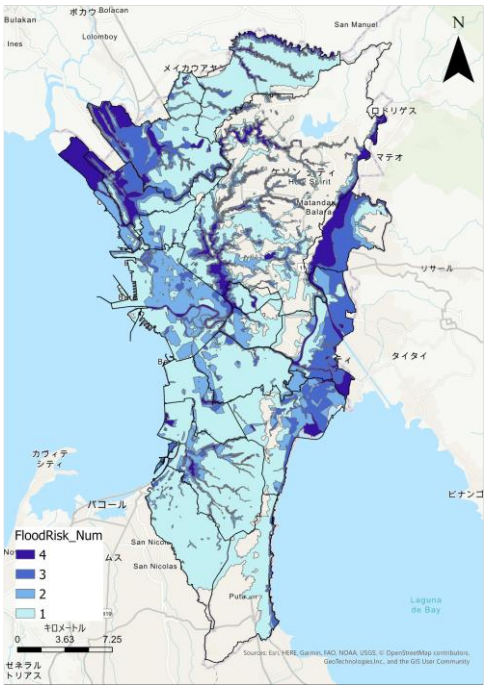


図 1　洪水リスクのハザードマップ

4.3　分析結果

Model1 の推定結果を表 2 に示す．まず， [FloodRisk2] はτ=0.10 を除き，有意な負の係数となった．特に，τ=0.10 で最も変動幅が大きい−0.063 となり，中間層のコンドミニアム購入者層において，洪水リスクが賃料決定の重要な要因として認識されていることを示唆している．しかし， [FloodRisk3] や [FloodRisk4] では，多くの分位点で有意な数値は得られず，一部では有意な正の係数を示すなど，不安定な結果となった．この原因として水辺へのアクセス性といった交絡因子の存在が考えられる．また，カテゴリの（3）や（4）に属する物件は全体の 5%ほどであり，データの偏りから係数の推定が不安定になっている可能性が考えられる．これを踏まえて，洪水リスクのカテゴリ（1）を除く 3 つを [FloodRiskInt] とし，Model2 として分析を行った．表 3 に示す Model2 の結果を見ると，こちらもτ=0.50 で最も変動幅が大きくなり，高賃料帯（τ=0.75，0.90）で係数の絶対値は低下するが，物件の価値を潜在的に押し下げていることを示唆している．また，Model1 の [FloodRisk4] を除いて，洪水リスクの回帰係数は， τ=0.10 で有意とならなかった．低賃料帯の物件（τ=0.10）は，パシッグ川やマリキナ川沿いの氾濫原に集中しており，これらの地域は，度重なる洪水により住居が頻繁に損壊する被害に見舞われている．このことから，住民の間には洪水被害への諦観が存在し，それが不動産の賃料決定要因として考慮されていない可能性が考えられる．

Model1 において，他の説明変数を見ると，インターネットの有無 [Internet] がどの分位点においても，有意に正の係数が推定された．これは，インターネットが単なる娯楽ではなく不可欠なインフラとして認識されていることが考えられる．

また，セキュリティ [SecurityInt] は物件賃料に複雑な影響を与えており，特に低賃料帯の物件では係数が有意にプラスである一方，高賃料帯ではその影響が弱まる．治安の悪いエリアに位置する低賃料帯の物件において，住民が安全性を強く重視する一方で，高賃料帯の物件はもともとセキュリティが確保されている環境にあるため，追加的な価値として認識されにくいことが考えられる．

人口密度 [PopulationDensity] は，全ての分位点で負の相関を示し，変数選定の参考とした既往研究（Dan et al., 2020）とは真逆の結果となった．都市化の進行が必ずしもプラスに作用するわけではなく，交通渋滞や生活環境の質の低下といった都市の負の側面が，より広々とした快適な居住空間を求める住民の志向と相まって，不動産の価値を押し下げている可能性を示唆している．

５．まとめ

本研究では，所得階層によって洪水リスクへの認識が異なる可能性を考慮し，賃料帯の異質性に着目して，マニラ首都圏における洪水リスク指標のコンドミニアムの賃料への影響を分析した．分析結果から，中賃料帯の物件では，洪水リスクが賃料決定の重要な要因として認識されていることが示唆された一方，高賃料帯の物件ではその影響が比較的弱まると推定された．氾濫原に多く立地する低賃料帯の物件では，洪水リスクが賃料に有意な影響を持たず，洪水に対する諦観が存在する可能性が考えられる．また，今回の分析では，交絡因子の存在やデータの偏りにより，解析が不安定になった可能性がある．今後はこれらの要因を考慮に入れつつ，説明変数の再考を行っていく予定である．

謝辞

本稿の執筆にあたり，洪水リスクのデータを提供していただいた MGB に深く謝意を表する．

参考文献

博報堂（2023）博報堂生活総合研究所アセアン「アセアン生活者研究 2023」を発表．＜https://www.hakuhodo.co.jp/news/newsrelease/104525/>.

井上亮・永吉真也・小森大輔（2016）水害危険性が地価に与える影響の変化時点推定―地域の水害危険性認識変容の把握に向けて―，土木学会論文集 B1（水工学），**72**（4），I_1309-I_1314

清水勇蔵・馬場弘樹（2021）気候変動と不動産取引―不動産価格に対する洪水のインパクト，日本不動産学会誌，**35**（1），112-117.

International Monetary Fund（2024）World Economic Outlook Database．<https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2024/April>.

WeltRisikoBericht(2024)『World Risk Report 2024』

Brookshire, D. S., M. A. Thayer, J. Tschihart, and W. D. Schulze. (1985). A test of the expected utility model: Evidence from earthquake risks. Journal of Political Economy, **93**, 369-389.

Bin, O., & Polasky, S. (2004). Effects of Flood Hazards on Property Values: Evidence before and after Hurricane Floyd. Land Economics, **80**（4）, 490-500.

Michio, Naoi., Miki, Seko., & K.Sumita., (2009). Earthquake risk and housing prices in Japan: Evidence before and after massive earthquakes, Regional Science and Urban Economics, **39**, 658-669.

Rentschler, Jun., & Salhab, Melda.,(2020).People in Harm's Way: Flood Exposure and Poverty in 189 Countries, World Bank Group Policy Research Working Paper 9447.

Christopher Dann., Jakub Grohmann., Amy Ho., Sherman Khoo., Anna Kim., and Swapnil Lal., (2020), The Hedonic House Price Model in a Development Context – Evidence from the National Capital Region of the Philippines, 2000 – 2010, Rationale, Working Paper Series, **1**, 23-58.

表 2　Model1 の分析結果

	$\tau=0.10$		$\tau=0.25$		$\tau=0.50$		$\tau=0.75$		$\tau=0.90$	
	Coef	t-value	Coef	t-value	Coef	t-value	Coef	t-value	Coef	t-value
(Intercept)	3.231***	91.59	3.290***	124.66	3.215***	111.79	3.202***	300.13	3.331***	104.06
Area	−0.000**	−3.21	−0.000	−0.61	−0.000	−1.87	0.000***	5.10	0.000***	4.07
Bedroom	−0.044***	−8.06	−0.053***	−9.50	−0.041***	−7.14	−0.063***	−33.77	−0.057***	−8.18
Bathroom	0.001	0.27	0.013	1.72	0.041***	5.56	0.067***	37.27	0.049***	7.85
Electricity	−0.059***	−10.00	−0.060***	−8.08	−0.047***	−6.84	−0.052***	−7.67	−0.014	−1.18
Internet	0.067***	6.98	0.072***	12.10	0.078***	12.24	0.073***	26.43	0.029***	4.35
SecurityInt	0.034**	3.18	0.005	0.60	−0.027***	−3.62	0.001	0.13	−0.009	−0.75
MakatiDistance	−0.009***	−13.08	−0.007***	−6.99	−0.005***	−6.04	−0.002***	−8.97	−0.000	−0.15
SchoolDistance	−0.022	−1.95	−0.035***	−5.02	−0.054***	−6.06	−0.043***	−14.01	−0.046***	−3.55
PopulationDensity	−0.095***	−12.20	−0.088***	−14.48	−0.052***	−8.01	−0.047***	−24.50	−0.061***	−8.57
FloodRisk1	base		base		base		base		base	
FloodRisk2	−0.016	−1.10	−0.039***	−5.34	−0.063***	−6.13	−0.041***	−4.59	−0.031***	−4.01
FloodRisk3	0.002	0.10	0.020**	3.07	−0.017	−1.01	−0.014	−1.64	−0.023	−1.21
FloodRisk4	0.062*	2.27	0.014	1.45	0.002	0.09	0.017***	3.60	0.001	0.02
Num. Obs.	4381									

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

表 3　Model2 の分析結果（洪水リスク以外の説明変数は省略）

	$\tau=0.10$		$\tau=0.25$		$\tau=0.50$		$\tau=0.75$		$\tau=0.90$	
	Coeff	t-value	Coeff	t-value	Coeff	t-value	Coeff	t-value	Coeff	t-value
FloodRisk1	base		base		base		base		base	
FloodRiskInt	−0.005	−0.69	−0.028***	−4.37	−0.046***	−5.03	−0.022***	−3.12	−0.026***	−4.23
Num. Obs.	4381									