

時間的な変動を加味したオープンスペースと地価との 地理的加重回帰分析の試み

金子渉平*・熊谷樹一郎**

Geographically and temporally weighted regression analysis of the relationship between open spaces and land prices

Shohei KANEKO*, Kiichiro KUMAGAI**

In Japan, urban decline is expected to progress due to the declining population caused by the falling birthrate and aging population. We are now facing a challenge to find ways to revitalize cities. In order to address these issues, it is necessary to clarify to what extent open spaces contribute to the revitalization of local communities. The relationship between open spaces and land prices generally has been analyzed using the hedonic method based on GWR. On the other hand, the relationship between open spaces and land prices has not yet been analyzed in a time axis direction. In this study, we apply the GTWR, which takes time variation into account in geospatial data, to official land prices as an indicator of urban values, and attempt to analyze the relationship between the distributions and states of open spaces.

Keywords: 地理的・時間的加重回帰 (geographically and temporally weighted regression), 植生分布 (vegetation distribution), 経年分析 (temporal analysis)

1. はじめに

我が国の総人口は少子高齢化により、2008年をピークに減少傾向になっている。人口減少が続くことで都市の衰退の進行が予想されており、活性化を如何に図っていくかが課題となっている。昨今の都市整備においてはこの課題に対応すべく、オープンスペースが地域の活性化にどの程度寄与しているかを明らかにしていくことが求められている。これまで、GWR (Geographically Weighted Regression) に基づくヘドニック法によって、オープンスペースと地価との関連性を分析した例が多く見られた。例えば、都心部の商業地における植生被覆面の外部経済効果について、OLS (Ordinary Least Squares regression) と GWR を用いたヘドニック法により評価したものなどがある (小林, 2016)。

我々は、これまでに植生分布の連続性の分析方法を開発し (熊谷ほか, 2008), その特性から広域的な範囲を都市形態の異なる地域に区分できることを明

らかにしてきた (松田ほか, 2016)。さらに、GWR に基づくヘドニック法の適用から植生分布の連なりが公示地価の上昇を説明付ける一つの要因であることが明らかにしてきている (熊谷ほか, 2017)。

その一方で、グリーンインフラの概念の普及など、オープンスペースの価値はここ数年で変化してきている。時間軸を考慮した上でオープンスペースと地価との関連性を分析することが望まれるが、事例はまだ多くない。そこで、本研究では地理空間に時間変動を加味した GTWR (Geographically and Temporally Weighted Regression) を採用し、都市の価値を表す1つの指標として公示地価を取り上げ、複数の時期を対象にオープンスペースの分布状態との関連性の分析を試みる。

2. 対象領域および対象データの選定

2.1. 対象領域

対象領域として、大阪府全域を採用した。大阪府

* 学生会員 摂南大学大学院 理工学研究科 社会開発工学専攻 (Setsunan University Graduate School) 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17-8 E-mail : 171013ks@gmail.com

** 正会員 摂南大学 理工学部 都市環境工学科 (Setsunan University)

は北摂山系や金剛生駒山系、和泉葛城山系からなる山岳部に囲まれており、郊外部には緑豊かな住宅地が広がっている。また、淀川や大和川といった大規模な河川も都市の中央に流れているなど、対象領域内にはさまざまな空間パターンでオープンスペースが分布している。一方で、大阪府内では、中心市街地から郊外にかけて多様な都市整備が進められており、オープンスペースと地価の関連性の推移を把握するには適した領域である。

2.2. 対象データ

本研究では広域的な視点でのオープンスペースの分布状態を対象とする。そこで、対象領域を一度に観測でき、40年間以上にわたり継続して地表面を観測している地球観測衛星・Landsat シリーズを対象データの一つとして採用した。具体的には、植生の活動が活発な7月から9月の期間で、対象領域内の被雲量が少ない日時に観測されたデータを選定し、主に植生の分布状態を表すデータとして採用している。また、その他のオープンスペースのデータと地価のデータには、国土数値情報の都市公園データと地価公示データを採用した。ここでは、Landsat データの観測日に合わせて1984年、1990年、2000年、2008年および2015年の5時期を対象としている。

3. GTWR の適用

3.1. SSC, 植生分布変移軸の概要

著者らは衛星データにより算出したNDVIに距離パラメータを変化させながら空間的自己相関分を行い、NDVIの値が高い画素が集積することを指す「正の空間的自己相関あり」と判別された箇所を積み上げ、SSC (Spatial Scale of Clumping) を作成した(熊谷ほか, 2008)。さらに、著者らは植生分布の集積が高い箇所から低い箇所まで植生が連なるように分布している箇所を植生分布変移軸として抽出した(松田ほか, 2016)。本研究では、これらの手法を用いて分析を行った。

3.2. オープンスペースの変数の整理

設定した説明変数を表-1に示す。オープンスペースに関する説明変数は表中の⑩~⑫である。広範囲における植生の分布状態として、Landsat データから

表-1 設定した説明変数

説明変数
① 地積[m ²]
② 駅からの距離[m]
③ 建ぺい率[%]
④ 容積率[%]
⑤ 商業地域[ダミー]
⑥ 工業地域[ダミー]
⑦ 防火地域[ダミー]
⑧ ガス供給の有無[ダミー]
⑨ 下水供給の有無[ダミー]
⑩ 植生分布変移軸までの距離[m]
⑪ 周辺地域のNDVIの平均値
⑫ 都市公園までの距離[m]

NDVIを算出し、地価公示データの標準地から2km圏内での平均値を採用した。また、植生分布変移軸までの距離を説明変数として採用した。都市公園に関しては、国土数値情報の都市公園データを基に住区基幹公園を小規模公園、都市基幹公園と広域公園を大規模公園と定義し、緑地を加えた三つの説明変数とした。目的変数には地価公示データの公示価格を対数変換し、採用した。

3.3. 多重共線性の有無の確認

採用した説明変数に相関がある場合には多重共線性が生じ、正確な推定結果が得られないことが知られている。ここでは、多重共線性を評価する指標の一つであるVIFを用いて表-1の変数すべてについて時間断面ごとにOLSでの多重共線性の生じている可能性が低いことを確認した上で、OLSとGWRのモデル間でLeungのF検定を行い、OLSよりもGWRのほうが地価を説明付けやすいということを確認している。一方、GTWRの適用にあたっては、地価公示データの標準地は時期ごとにその位置が変わることから、時間方向でのデータの重複は非常に少ない。したがって、GTWRで用いる変数において多重共線性の生じている可能性は低いとみなした。

3.4. 距離と時間との対応

二次元の地理空間に新たな次元として時間を加える際に、距離との比率をどのように設定するかがGTWRモデルの課題の一つになっている。本研究では、推定モデルの当てはまりの良さを表す決定係数R²と、予測の良さを表すAIC (Akaike's Information

Criterion) を用いて、繰り返し計算を通じて、距離と時間の比率を調査した。

距離と時間の比率の詳細を図-1 に示す。この図から、比率が「5」まで R^2 が上昇するとともに、AIC が減少し、その後の収束する傾向が確認できる。そこで、本研究では距離と時間の比率を「5」で設定し、GTWR を実施した。

3.5. GWR と GTWR の比較

単年ごとの GWR の結果と GTWR での結果とを R^2 と AIC で比較する。AIC の値が小さくなり、 R^2 が 1 に近いほど適用性の高いモデルとなる。表-2 に結果を示す。GWR での結果と比較すると、GTWR では AIC は大幅に高い値を示しているが、 R^2 は同程度の値となっていることがわかる。

3.6. オープンスペースの変数の評価

本研究では、オープンスペースの変数を評価するにあたって、これまでに定義してきた大阪府の郊外部エリア (SSC2) と都市部エリア (SSC3) を対象に標準地での特徴を調査した。

対象領域内でオープンスペースに関する変数につ

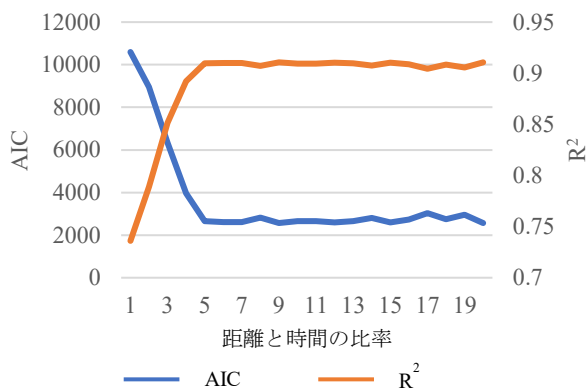


図-1 距離と時間の比率と AIC, R^2 との関係

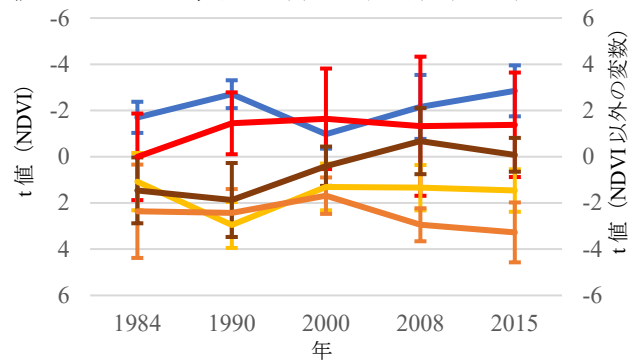
表-2 GWR と GTWR の精度の比較

モデル	AIC	R^2
GWR	1984年	0.924
	1990年	0.932
	2000年	0.853
	2008年	0.896
	2015年	0.879
GTWR	2653.2	0.910

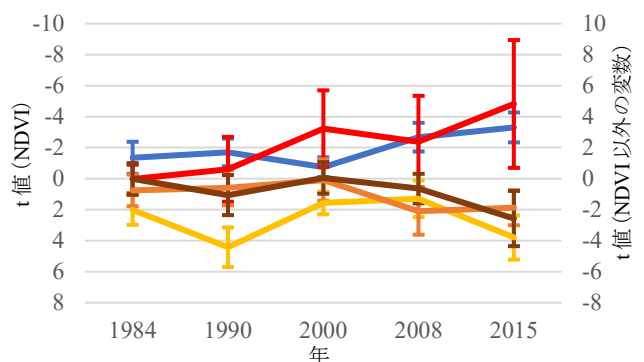
いて t 値を確認し、グラフ化したものを図-2 に示す。

図-2 (a) は郊外部 (SSC2) でのオープンスペースに関する変数の t 値、図-2 (b) は都市部 (SSC3) でのオープンスペースに関する変数の t 値を表している。t 値=0 の横軸より上方にあれば地価を下げる傾向にあり、下方にあれば地価を上げる方向にあることを表現するように、縦軸をそろえている。「植生分布変移軸までの距離」に注目すると、図-2 (a) では、1990 年から 2008 年にかけて地価を上げる傾向から下げる傾向に変化しつつも、そこからは t 値=0 に向かっていくことが確認できる。図-2 (b) では、2015 年に近づくにつれて、「大規模公園までの距離」や「小規模公園までの距離」と同じように地価を上げる方向に変化していることがわかる。

図-3 は各時期でのオープンスペースの変数の平均値を示しており、図-3 (a) は郊外部 (SSC2) のエリ



(a) 郊外部エリア (SSC2)



(b) 都市部エリア (SSC3)

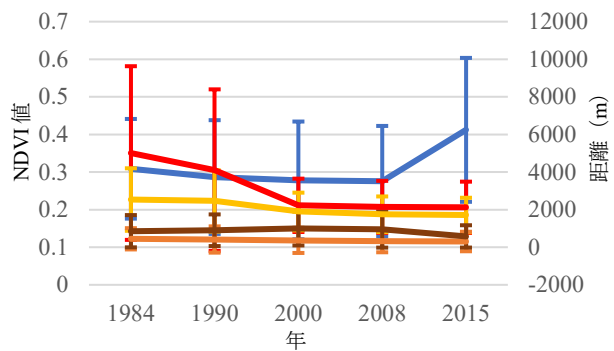
- 植生分布変移軸までの距離
- 緑地までの距離
- 周辺地域の NDVI の平均
- 大規模公園までの距離
- 小規模公園までの距離
- I 標準偏差

図-2 オープンスペースに関する変数の t 値

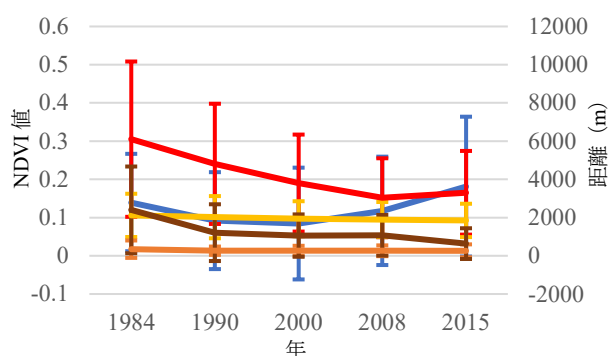
ア、図-3 (b) は都市部 (SSC3) のエリアでの結果を表している。「植生分布変移軸までの距離」について、図-3 (a) では大きな変化がないということが確認できる。その一方で図-3 (b) では、年が経つにつれて距離が次第に近くなってきていることがわかる。図-2、図-3 から、特に都市部 (SSC3) のエリアでは NDVI が高くなるほど地価を下げる傾向にあるが、植生分布変移軸までの距離が近くなるほど地価の上昇を説明付ける傾向にある。単に植生の被覆量が多くなると地価にはマイナスの影響を与えることになるが、それに空間的な連続性を持つことで地価にはプラスの影響を与えることが経年の変化でも読み取ることができる。

図-4 は、2015 年での都市部 (SSC3) のエリアにおける t 値の空間的な分布状態を示したものである。

図-4 (a) では NDVI、図-4 (b) では植生分布変移軸



(a) 郊外部エリア (SSC2)

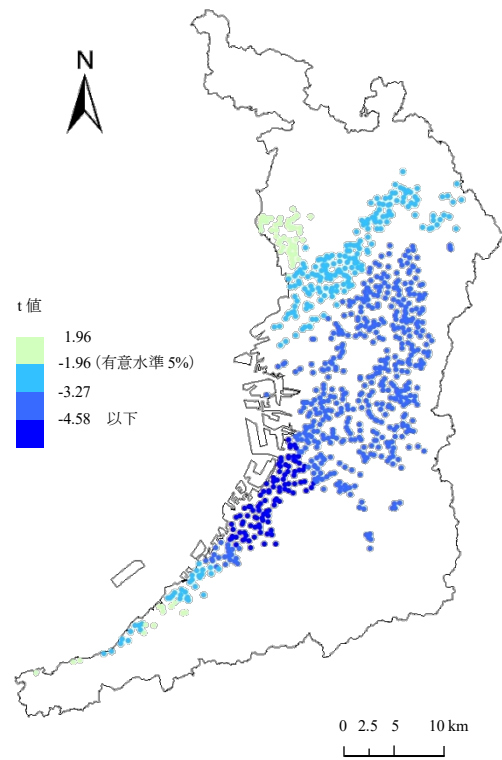


(b) 都市部エリア (SSC3)

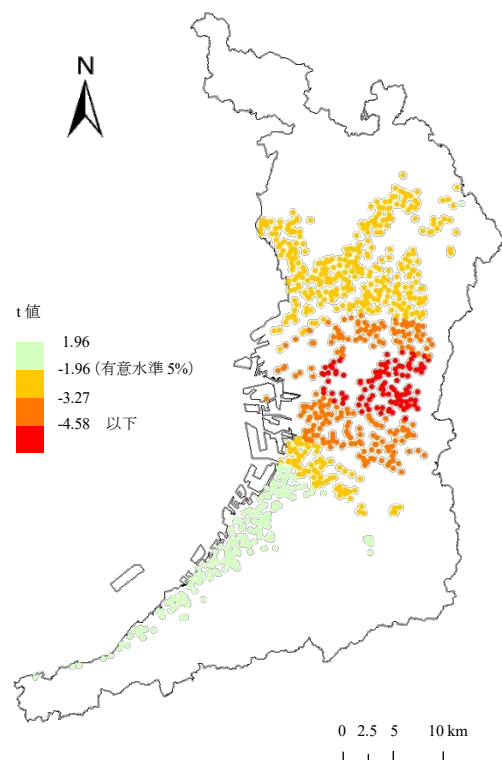
- 植生分布変移軸までの距離 — 緑地までの距離
- 周辺地域の NDVI の平均値 — 大規模公園までの距離
- 小規模公園までの距離

I 標準偏差

図-3 各時期でのオープンスペース変数の平均値



(a) 周辺地域の NDVI の平均値



(b) 植生分布変移軸までの距離

図-4 2015 年の SSC3 での t 値の分布状態

までの距離の t 値の分布を示しており、地価を上げる場合には暖色、下げる場合には寒色のグラデーションで表現している。図-4 (a) では、大阪府南部に移るにつれて標準地が濃い青色になって表現されていることがわかる。一方、図-4 (b) では、大阪府東部に濃い赤色で表示された標準地が集まって分布しており、 t 値の高い地点が集中していることがわかる。このように、「植生分布変移軸までの距離」と「周辺地域の NDVI の平均値」は空間的な面からでも、地価に与える役割が異なっていることが確認できる。

4. おわりに

地理空間に時間変動を加味した GTWR を適用し、複数の時期を対象にオープンスペースの分布状態との関連性の分析を試みた。調査結果では、大阪府の都市部エリアにおいて「植生分布変移軸までの距離」が次第に地価を上げる動きになっていることが確認でき、大阪府東部に集中しているということを把握できた。今後は地域の特性に着目し、その変遷について詳しく分析し、特徴を把握していく。

謝辞

統計数理研究所の村上大輔先生には、GTWR について有益な助言とサポートをいただきました。この場を借りて深くお礼申し上げます。

参考文献

- 小林優介 (2012) 都心部の商業地における緑被の外部経済効果の評価。「都市計画論文集」, 47 (3), 241-246.
- 熊谷樹一郎・前田壮亮 (2008) 事前広域評価支援を目的とした植生分布に関する空間分析方法の開発。「土木学会論文集 F」, 64 (3), 237-247
- 松田優花・植松恒・熊谷樹一郎 (2016) 地域性に応じた植生分布特性の広域分析手法の提案。「土木学会論文集 F3」, 72 (2), 1_52-1_60.
- Kiichiro Kumagai, Hitoshi Uematsu and Yuka Matsuda (2017) Advanced Spatial Analysis for Vegetation Distributions Aimed at Introducing Smarter City Shrinkage. *Planning Support Science for Smarter*