

審査の結果の要旨

氏名 王 焯 (ワン ヤン)

市街地では、快適性をもたらしたりや危険性をもたらす施設と考えることのできる都市の結節点は住宅の価格や家賃に影響を与えると考えられる。このような事象を評価するための古典的な手法としてヘドニック価格法がある。ヘドニック分析では、それぞれの都市の結節点からの距離変数が分析に用いられる。ところが、分析で求められた都市の結節点からの距離の住宅価格に対する効果は必ずしも世帯の本当の価値を表さないことが知られている。同じ都市地域で測られた距離変数は、多重共線性の問題を引き起こすためである。分析の不安定性を引き起こすために、ヘドニック価格法は多数の変数の効果をゆがめてしまいかねない。

そこで、本研究では、そのようなバイアスを減らす方法や、2つもしくは3つの距離変数を用いた時に多重共線性の問題をなるべく避けるためのサンプリングの方法を探求する。他の研究に比べ、本研究では統計学的・数学的な高度な手法は用いず、より単純な方法でヘドニック価格法を改善する方法を提案している点が特徴である。

本研究は8章で構成している。第1章では、本研究の概要を述べた後、ヘドニック価格法の背景を解説している。その後、ヘドニック価格法に関するサンプリング手法や関数変換に関する研究をレビューしている。特に本研究に関連する2つの研究をより詳細に第2章で紹介した。多重共線性の問題を解決し、サンプリングによってヘドニック回帰を安定化させることを本研究の目的とし、既存研究に基づいた研究手法を第3章で述べている。第4章および第5章では、都市の結節点の外接円上にサンプリングする方法を提案し、数値実験により相関分析を実施している。2つの結節点および3つの結節点の場合について、それぞれ小地区および広域におけるサンプリングのシミュレーションを実施した。標本数は500から1000とし、各シミュレーションは1000回行っている。距離変数の相関を求め、ヘドニック回帰の安定性を評価した。第6章では、2結節点および3結節点の場合について、データ選択原理および主なサンプリング方法を提案した。理論的な結果を実データで検証するため、東京地域の2つのデ

ータを用いて、シミュレーションを行った。2つの結節点の場合と3つの結節点の場合の両方において、理論を支持する結果が得られた。現実には距離変数以外も複雑な影響を及ぼす。そのため、距離変数以外もいれて回帰分析を行った。ただ、それでも、距離変数に起因する多重共線性の問題は、外接円上にサンプリングすることでほぼ解決していた。分析の結果得られた、本手法の限界とそれに関する考察を最終章で述べた。

距離変数同士の相関を計算することで、バイアスを減らすことが可能となる。都市の結節点の外接円上もしくはその付近でサンプルをとる方法では、回帰分析における回帰係数のバイアスを抑えることができた。また、潜在的な多重共線性の問題を減じるために、結節点から遠い地点、結節点に非常に近い地点、結節点の間の地点のデータは避けるべきである。広域的なサンプル手法では、結節点の外接円の内側と外側の両方のサンプルをとることによってバイアスを減らすことができる。また、結節点までの距離の相関が極めて高い地点も避けるべきであろう。小地区の分析では、2つの結節点の外接円上近くのデータを選ぶことが望ましい。このようなサンプリングにより、多重共線性の効果が打ち消され、回帰分析を安定化させることができる。

3つの結節点を用いる場合には、ヘドニック回帰において多重共線性の問題は悪化する。シミュレーションでも第3番目の結節点は慎重に選ばれる必要があることが示されている。相関が正のエリアと負のエリアのサンプルを組み合わせることで多重共線性の問題は軽減できる。ただし、3つの距離変数の相関状況に応じてどのように打ち消しあうかを確認しつつ、適切にサンプリングを行わねばならない。広域および狭域のサンプリング方法において3つの結節点の外接円によるサンプリング方法では、外接円上のサンプルを選ぶか、あるいはその円の内外の両方の地点のデータをとることになる。3つの結節点から遠い地区のサンプルや3つの結節点の三角形の辺上の地点のサンプルは避けるべきである。実際のデータを用いた分析では、外接円を内外に幅を持たせたリング状の地域を設定してサンプリングを行うことになる。狭域でのサンプリングでは、3結節点の外接円上のエリアを選ぶと良い。

ヘドニック分析のためのデータベース作成においては、広域的な地域でのサンプリングの方が望ましい。分散拡大要因 (**variance inflation factors**) は、距離変数の多重共線性の特徴を表している。そのため、サンプルに対して、この統計量を計算し、適切な水準の値であるかをチェックすることの望ましい。3結節点の場合に、その点で作られる三角形の辺上においては、ヘドニック回帰において大きなバイアスを発生させることを示した。そのため、外接円の内側と外側で相関が正負両方あるような地点のデータを取ることが望ましい。東京地方のデータによる分析では、サンプリングを調整することでより安定な回帰分

析結果が得られることが示された。本研究では、ヘドニック回帰モデルにおける距離変数同士の相関を減らす方法を論じた。理論モデルと実際のデータを用いた分析では若干の差異も見られた。理論モデルでは、サンプル地点の密度や分布が重要である。しかし、現実のモデルでは、十分にはそれらをコントロールできないので、バランスよくデータを選択する必要がある。他の方法に比較して外接円に基づく方法およびデータをバランスさせる方法は、回帰分析結果を有効に安定化させることができている。

適切なサンプリングは、単純なデータ分析で有効な結果を得ることができる。この点で、残差を操作する他の統計的な手法に比べて、本研究で示した方法は極めて有効であると言える。複数の距離変数を用いる場合の指針を示すことができたのは、本研究の大きな貢献である。ただ、理論示した均一分布の仮定などは拡張の余地がある。実際のデータでは、変数同士に様々な関係があることが予想され、現実により即したバイアスの分析も必要と思われる。ヘドニック分析を行う場合、ユークリッド距離を用いている。しかし、実際には、ネットワーク距離やマンハッタン距離など、他の距離概念を使う場合については、未だ検討していない。これらは、今後の課題である。

複数の距離変数を用いた場合の適切なサンプリング手法を提示した本研究の学術的貢献は大きい。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。