

高齢化の進展に伴う人口の予測人口分布と密度の地域差の検証

Future prediction of population of Japan with verification of regional differences in population density and its distribution

王曉華・川向肇

XIAOHUA WANG・HAJIME KAWAMUKAI

The population decline due to the decreasing birth rate has been the primary factors for the development toward the aged society in Japan. In the aged society, particularly in rural regions, can affect the effectiveness of local government services for the elderly citizens who locate with the low population densities. The 'Spatial distribution pattern' of the rate of the elderly population and population density for the elderly citizens might give us some aspect of understanding the current situation. This understanding of the spatial patterns of elderly citizens will give some insights in order to develop more efficient and effective plans for the improved service offered by the local government, including zoning plans to achieve so called "compact city". In this research, authors propose a new approach in calculating the population density for the habitable area in a small township, as well as the traditional approach, utilizing all available open data. As an example, we use the data for Hyogo prefecture as a model case. From our research results, we have different results by applying our new approach for the density calculation, compared with the traditional approach.

キーワード： 高齢化社会・地域構造・空間解析・ローカルモラン統計量

Keywords： Aging society・Regional structure・Spatial analysis・Local Moran's I

1. はじめに

総務省統計局のデータによると令和2年7月1日時点において、日本の総人口125,960千人のうち65歳以上人口は35,986千人となり、総人口に占める高齢者の比率は28.5%となる。これは、人口の4人に1人以上が高齢者である社会となっていることを意味し、現在においても既に厳しい高齢化の状態に日本の社会が直面しているという結果であると言える。今後日本においては、さらなる高齢者数の増加と高齢化率の伸びが予測されており、この高齢化の進展に伴い発生する様々な問題は、日本の社会にとって大きな課題となることが予測される。人口の高齢化と高齢化人口が低密度で分布することにより、自治体が提供する行政サービスのコストが増し、行政サービスの効率的な提供が妨げられることに加え、地域での商業サービスの機能不全が生じるなど、地域社会の機能不全が生じかねない状況にあることが指摘されている。

一方、Dantaig and Saaty(1972)が提唱したコンパクト・シティの概念は、持続可能な都市開発という側面からの都市構造として着目され、安全で安心なまちづくりを進めていく上での開発誘導地域の設定による実現を含め、今後の開発の在り方の一つの方策として大きな注目を集めている。

高齢化と地域内空間構造の関心からの先行研究として、森田他(2012)があり、同論文では愛知県を研究対象地域とした高齢化率と高齢者の人口密度に関する2変量ローカルモラン統計量を用いることにより、高齢者の空間的分布パターンに関する定量的把握を試みている。より具体的には、高齢化集中地区・非高齢化非集中地区・高齢化非集中地区・非高齢化集中地区・非有意の五つの地区として類型されることを示し、高齢化率と高齢者人口密度をそれぞれに個別に考慮した場合では得られなかったような高齢者の人口分布に関する空間分布パターンが得られることを示している。そこで本研究は同論文で提示された手法を適用して、兵庫県を対象として2005年から2065年までの期間にわたる高齢者人口の空間分布パターンについて分析するとともに、従来無視されていた居住不適地である山林や湖沼部分を除いて

王 曉華 〒650-0047 神戸市中央区港島南町 7-1-28
神戸計算科学センタービル 6F 川向研究室
兵庫県立大学 大学院 応用情報科学研究科
E-mail: ougyouka@icloud.co.jp

算出した高齢者人口密度を計算した上で、この独自の
高齢者人口密度と高齢化率に関して別個に Local
Moran's I 統計量による分析を適用することで析出さ
れる空間的分布パターンを別々に考慮した場合につ
いても、検証を行った。この方法意より得られた知
見は、高齢者を含めた人口構造の空間的分布構造の
把握を可能とするとともに、今後の立地適正化計画
における居住誘導区域の設定とその空間的な構造を
再考する際の参考指標になろう。この空間的な検証
をおこなうにより、効率的な地域の形成と自立した
地域形成などに関する都市政策・地域政策を考える
際の基礎の一つを与えることができるのではないかと
考える。

2. 研究の対象と方法

本研究の分析対象地域は近畿7府県（三重県、滋
賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県）
について将来的には分析を実施する予定であるが、
本報告ではそのモデルケースとして兵庫県を分析対
象とした結果のみについて紹介する。

2.1. 分析用データの構築

本研究で利用したデータとしては、総務省(2020)
の「政府統計の総合窓口 e-Stat」で提供されている
国勢調査の小地域の境界及びそれに対応する統計デ
ータと井上（2020）で提供されている人口予測デ
ータである。

まず、高齢化率と高齢者人口密度を算出するため
ダウンロードした「2005 年及び 2015 年国勢調査の
小地域データ」のデータを基礎に、2015 年以降の将
来推計人口データに関しては、井上（2020）で提供
されている 2020 年以降 2065 年までの 5 歳階級別人
口予測データを用いた。

これらのデータを用い町丁字等の領域の高齢化率
と高齢者の通常の人口密度と新たに提案する実効人
口密度の指標値を算出した。高齢化率に関しては、
総人口に占める 65 歳以上人口の割合(%)として定義
した。高齢者人口密度(人/ha)に関しては、先程も記
載したように山林や湖沼といった居住に適さない領
域、すなわち非可住地をも含む町丁字等の面積をそ
のまま用いた従来型の人口密度、及び、森林部分と

湖沼の非可住地の領域を面積計算の際に除いて算出
する実効人口密度を新たに定義し、これを用いて分
析を行った。この指標を用いた背景としては、兵庫
県のように森林やため池、ダムなどの湖沼なども含
む地域が多く、多様な空間特性を持つ町丁字などが
存在することから、平野部を中心とした地域におけ
る町丁字などの境界をそのまま用いるような処理を
行うことによるバイアスが生じると考えたためであ
る。

なお、実効人口密度は、森林や湖沼部を除いた可
住地の面積に対する 1ha あたりの高齢者人口密度
(65 歳以上人口数/可住地面積*10000) として算出
するとともに、比較のために従来の算出方法、即ち
非可住地部分の面積を除かない形の高齢者人口密度
も算出した。可住地面積計算するために国土数値情
報ダウンロードサービスで提供されている平成 27
年の森林地域(ポリゴン)と平成 17 年の湖沼地域(ポ
リゴン) のデータを基準として用いた。

2.2. 分析手法

兵庫県を対象地域として、高齢化率と実効高齢者
人口密度について、局所的な空間的自己相関を検証
するために、それぞれ 1 変量における空間的自己相
関の Local Moran's I 統計量による分析を実施した。
その後、2 変量ローカルモラン統計量を用いた分析
を行い、高齢化率と高齢者人口密度に関して総合的
に考慮した場合の高齢化空間分布パターンを把握し、
マクロな地域の人口の構造の分布を確認した。

3. 分析結果

3.1 将来人口データによる基本集計結果

図 1 は、全国小地域別人口推計結果における 2020
年から 2065 年の人口データにおいて総人口が 0 とな
る町丁字の小地域（以下 0 小地域と称する）の変遷
結果を示す。兵庫県における 0 小地域に、2005 年と
2015 年の総人口が秘匿されている町丁字も含めて
いる。これは秘匿値領域のデータの仕様による分析
上のバイアスを除くためである。そのため、2005 年
と 2015 年の人口は 0 の町丁字数はほかの年度より明
確に多い。2025 年以降のデータに関しては、2005

表 1 高齢化率に関する記述統計量

分析で利用した高齢化率(%)の年次別記述統計量								
年次	mean	0%	25%	50%	75%	100%	sd	cv
2005	23.604	0.049	16.717	22.959	29.444	100.000	10.405	0.441
2015	31.003	0.376	23.089	30.534	37.764	100.000	11.609	0.374
2025	35.789	1.111	27.381	35.377	43.023	100.000	12.076	0.337
2035	38.728	1.227	31.969	37.892	44.204	100.000	10.736	0.277
2045	42.018	0.000	37.183	40.924	45.148	100.000	8.852	0.211
2055	42.929	0.000	37.975	41.327	45.455	100.000	9.353	0.218
2065	43.723	0.000	38.163	41.806	46.341	100.000	10.654	0.244
有効町丁字数: 8701								

表 2 通常の高齢者人口密度に関する記述統計量

分析で利用した高齢者人口密度(ha/人)の年次別記述統計量								
年次	mean	0%	25%	50%	75%	100%	sd	cv
2005	15.122	0.003	1.086	9.005	23.302	406.435	18.896	1.250
2015	19.341	0.003	1.342	13.159	29.865	343.367	22.206	1.148
2025	21.031	0.001	1.463	15.214	32.693	249.074	23.038	1.095
2035	21.987	0.003	1.371	16.021	34.312	255.933	24.194	1.100
2045	23.219	0.000	1.220	16.289	35.613	280.979	26.645	1.148
2055	22.267	0.000	1.049	14.538	33.279	330.133	27.090	1.217
2065	20.085	0.000	0.927	12.871	30.003	415.902	24.872	1.238
有効町丁字数: 8701								

表 3 実効高齢者人口密度に関する記述統計量

分析で利用した高齢者人口密度(ha/人)の年次別記述統計量								
年次	mean	0%	25%	50%	75%	100%	sd	cv
2005	16.763	0.010	1.788	9.588	23.752	3022.360	47.215	2.817
2015	20.928	0.020	2.215	13.886	30.541	2553.373	44.472	2.125
2025	22.587	0.020	2.414	16.029	33.390	1919.974	38.849	1.720
2035	23.613	0.030	2.256	16.900	34.865	1790.248	39.510	1.673
2045	24.950	0.000	2.029	17.133	36.232	1784.417	43.572	1.746
2055	23.702	0.000	1.725	15.186	33.726	1528.868	39.224	1.655
2065	21.408	0.000	1.504	13.516	30.420	1635.533	37.693	1.761

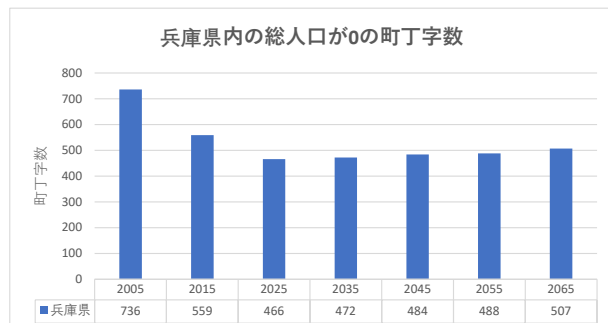


図 1 兵庫県内の総人口が 0 の町丁字 (0 小地域) 数

年及び 2015 年段階で人口が秘匿されている地域に関しては、推計値が計算されておらず、これらの地域についても分析対象から除いている。図 1 に示した年次ごとの 0 小地域数のグラフから見ると、2025 年までは減少傾向にあるが、それ以降 2065 年までの各 10 年間に 0 小地域は微増ではあるが、増加する傾向にある。

表 1 と表 2 は、本研究で利用した指標である 65 歳以上人口の高齢化率と高齢者の実効人口密度の各年次の四分位、平均標準偏差などの記述統計量の要

約表である。

表 1 に示した高齢化率の平均値による比較を行った場合、2005 年から 2065 年まで 60 年の全期間に関して検討した場合、小地域単位での高齢化率の平均値は 2005 年の 23.6% から 2065 年には 43.7% に一貫して増加する。この結果は、2065 年に兵庫県下全体の町丁字等が平均的にほぼ限界集落とされるような人口構成となるという結果を示している。

表 2 に示した従来型の高齢者人口密度に関する標準偏差の値が大きいということは小地域間において高齢者人口数の差にばらつきがあるという結果を示している。兵庫県下における小地域間の高齢者人口密度の分布は大きな偏りを持った分布となっている可能性があることを示している。

表 3 に示した本研究で提案する実効高齢者人口密度の平均値から見ると従来型の高齢者人口密度よりやや高くなり、最大値は明らかに大きいという結果となった。また、標準偏差及び変動係数から検討した場合、森林と湖沼地域を除いた実効高齢者人口密度は高齢者人口の分布の偏りは従来型の人口密度の指標値より大きいという結果となっている。

高齢化率と高齢者人口密度の年次別の記述統計量の結果からだけでも、兵庫県下における地域の高齢化の状況はかなり厳しいとはいえるものの、高齢化の様相は地域によって相当異なるという現状が示されるが、この記述統計量だけでは高齢化した人口に関する空間的集積状況は把握しにくい。このため、高齢化率と高齢者人口密度を指標として、高齢化に関する空間的分布パターンを高齢化率と高齢者の実効人口密度に関する 1 変量ローカルモラン統計量をそれぞれ単独で行った結果に加え、2 変量ローカルモラン統計量を用いた結果について以下で検討する。

3.2 高齢化率の空間的自己相関の変遷結果

表 2 における 2005 年及び 2015 年の高齢化率は、国勢調査の小地域統計の結果をそのまま使い、それ以降に関しては井上(2020)による人口推計結果を利用しているが 10 年ごとの小地域の高齢化率の指標値に対して、1 変量ローカルモラン統計量の計算を実施した。その結果を表 3 に示す。この表 4 からは、

表 4 年次別の高齢化率の空間自己相関の結果

年次	HH	LL	LH	HL	非有意	Moran'sI	z値
2005	1026	1292	141	142	6100	0.3761**	56.2596
2015	977	1315	153	167	6089	0.3708**	55.6508
2025	1029	1443	134	173	5922	0.4152**	62.1967
2035	832	1311	166	192	6200	-0.2472**	-48.3794
2045	442	923	201	148	6987	0.2086**	30.1889
2055	408	687	220	155	7231	0.164**	24.0354
2065	370	597	213	144	7377	0.163**	24.1564
有効町丁数: 8701							*: p<0.05,**p<0.01

HH 地域（高齢化率が高い地域が集中していると判断された小地域）数は、2025 年にその数が最大に達し、その後減少する傾向が確認される。LL 地域（高齢化率が低い地域が集中していると判断された小地域）数についても同様の傾向が見られる。

この結果は、高齢化率が高い地域と同指標値が低い地域の数とともに増加することを意味する。地域持続可能な発展を図る観点からは、高齢者が集中的に立地しているとされる HH 地域においては、住宅の建て替えに伴い戸建て宅地開発の誘導により若年層の移住者の増加を政策的・計画的対応を進めることが必要であると考えられる。また LL 地域においては福祉支援施設の追加整備をすることは、今後さらに高齢者人口の誘導することにつながると考えられるため、これらの地域へ的高齢者福祉支援施設の立地を抑制するような制作が望ましいと考えられる。

LH 地域（高齢化率が低い小地域の周辺に高齢化率が高い地域が存在するような地域）数は 2025 年までは微減して、その後継続的に増加する。このような地域においては高齢化率の高い地域での立地誘導などを行い高齢化率を抑制する何らかの方策が必要であるかもしれない。

HL 地域（高齢化率が高い小地域の周辺の小地域の高齢化率が低い地域が存在する地域）数は 2035 年に増加し、その後減少傾向がみられる。当該地域においては、地域周辺の若年層の立地誘導を継続して行うとともに、高齢化率型解消地域においては高齢者向けサービスの提供などの対応を進めることが必要であるかもしれない。

グローバルモラン統計量 I の結果から見ると、この指標の空間分布について、ランダムな分布である仮説は統計学的には有意に棄却され、各小地域の高齢化率に関する指標値に関しては正の空間的自己相関

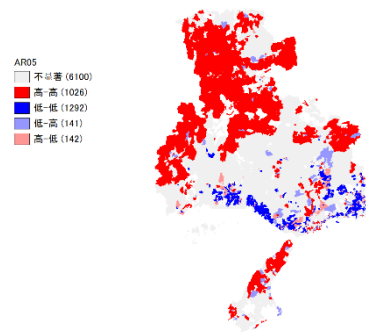


図 2 兵庫県 2005 年高齢化率のクラスターマップ

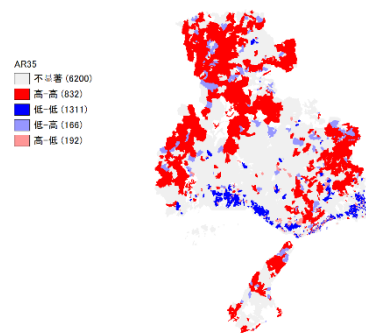


図 3 兵庫県 2035 年高齢化率のクラスターマップ

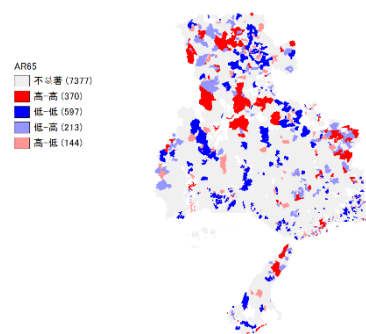


図 4 兵庫県 2065 年高齢化率のクラスターマップ

が見られる傾向であるといえよう。2025 年のグローバルモラン統計量の値が最も大きく、その後、同値は年次とともに減少する傾向がみられた。このことは、2025 年以降、次第に高齢化率の値の分布の空間的な偏りが強い状態から、次第に空間的分布がよりランダム化し、県下全体での小地域の指標値により検討されるクラスター化の傾向がやや緩やかになる傾向があることを意味する。

図 2～4 は 2005 年、2035 年、2065 年の 1 変量ローカルモラン統計量による地域類型を示したマップである。これらの図から見ると、HH 地域（赤色で表示した地域）は 2005 年から 2035 年までは増加傾向に

あるが、2035 年以降 2065 年までは一貫して減少傾向を示す。この HH 地域の主要な分布領域は兵庫県北部の但馬地域、兵庫県西部の岡山県と接する西播磨地域、兵庫県南部の淡路地域、阪神間の北部に当たるニュータウン地区を除く北播磨及び丹波地域などの地方部に多数見られる。

LL 地域（青色で表示した地域）は 2005 年の結果からは、阪神間及び山陽本線・山陽新幹線などが走行しており、他の地域への通勤通学が便利な阪神間から姫路市までの都市部に集積している。しかしながら 2065 年になると、この LL 地区は、地方部においても増加していることから、この期間に高齢化率から見た人口構に関する地域の空間的構造が大きく変化することを意味する。地方部において HH 地域が減少し、逆に LL 地域が増加するということは、地方部の高齢化率が平準化されることを示しているものと考えられる。

HL 地域は該当章地域数は少ないが、その分布は兵庫県全体に分散して県内各所に存在していることが確認されるが、2005 年には都市部の周辺地域を中心として存在するものの、2035 年には、地方の中心的な都市機能のある程度果たしていると考えられる丹波市、小野市などの中小都市部でも見られるようになり、さらに年次進行に伴い 2065 年にはこれらの地方中核市の中小都市部での小地域が HL 地域に分類されるようになる。このことは、地方部において高齢率が周辺と比べて高い小地域が存在し、より深刻な高齢化にまつわる状況が生じる地域が増加することを意味すると考えられよう。

3.3 従来型の高齢者人口密度に関する空間的自己相関分析の結果

表 5 には 2005 年から 2065 年までの 10 年ごとの 65 歳以上の高齢化人口が立地する小地域における単純な人口密度を用いて、ローカルモラン統計量を利用した分析を実施した結果を示している。HH 地域（高齢者人口密度が高い地域が集中しているとされる小地域）数は 2035 年段階で最大値をとり、その後、減少する。このことは 2035 年頃までは高齢者の人口密度が高く周辺も高いという高齢化に伴う課題を抱

表 5 年次別従来型の高齢者人口密度に対する空間的自己相関分析による分類小地域数

年次	HH	LL	LH	HL	非有意	Moran'sI	z値
2005	1302	2894	162	14	4329	0.5615**	85.0602
2015	1374	2864	183	12	4268	0.5958**	91.0316
2025	1464	2832	173	13	4219	0.6403**	97.1963
2035	1483	2839	168	7	4204	0.6429**	95.6575
2045	1420	2839	168	7	4267	0.6386**	93.0779
2055	1344	2845	141	8	4363	0.6518**	95.9523
2065	1296	2846	132	7	4420	0.6477**	96.2475
有効町丁字数: 8701 *: p<0.05,**p<0.01							

える地域が 2035 年段階までは一貫して増加することを意味する。このような推移をたどる原因としては 1970 年から 1975 年間に生まれた団塊ジュニア世代が 2035 年に入ると 65 歳以上の年齢になり、高齢者人口密度が高い小地域が増える結果であると考えられる。これに比して LL 地域（高齢者人口密度が低い地域が集中しているとされる小地域）数の変動は緩やかであることから、高齢者人口密度が低い地域の周辺では園周辺の小地域同様高齢者人口密度が低く、福祉サービス等の高コスト構造の地域が将来に渡って集塊していると考えられ、これらの地域では、立地誘導政策による対応が、地域の持続的発展のためには必要不可欠であるものと考えられる。

LH（高齢者密度の低い小地域の周辺に高い高齢者人口密度を持つ小地域が存在する地域）数と HL 地域（高齢者人口密度が高い小地域の周辺に高齢者人口密度が低い小地域が存在している地域）数は HH 地域と LL 地域数の比較と比べ、極めて少ない。これらの結果からは、通常型の高齢者人口密度を利用した場合、高齢化密度の指標値による地域の空間的集積状況については相当の偏りがある状態がみられる可能性が大きいものと考えられる。

グローバルモラン統計量 I に関する結果から検討した場合、この通常型の高齢者密度を用いた場合の小地域の指標値の分布は、ランダムな分布であるという仮説は統計学的には有意に棄却され、結果として各小地域の高齢者人口密度に関する指標値は正の空間的自己相関を示しており、空間的にはこの指標値の分布はクラスター化している傾向であることを示す結果となっている。

図 5～7 は 2005 年、2035 年、2065 年の 1 変量ローカルモラン統計量による地域類型を示したマップで

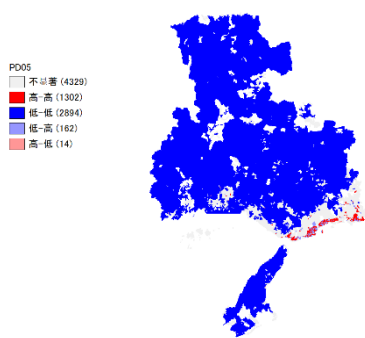


図5 兵庫県における2005年段階での従来型の高齢者人口密度の指標値によるクラスターマップ

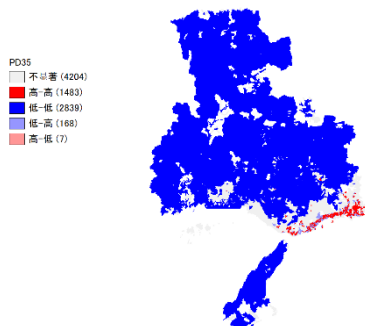


図6 兵庫県における2035年段階での従来型の高齢者人口密度の指標値によるクラスターマップ

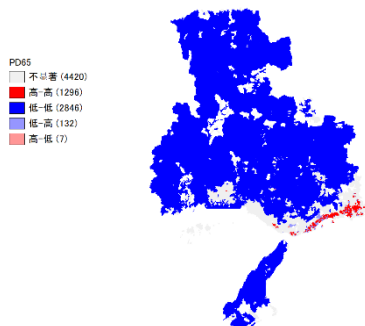


図7 兵庫県における2065年段階での従来型の高齢者人口密度の指標値によるクラスターマップ

ある。これらの図から見ると、HH 地域（赤色で表示した地域）は都市部のみに集中していることがわかった。特に神戸・阪神エリアの高齢者人口密度が高い小地域の集積は顕著であるが、大阪への通勤圏の西端となることが多い明石市においてはこの集塊傾向がやや緩和されることが確認される。

これに対して、LL 地域（青色で表示した地域）は地方部において集塊状態にある。2065 年段階では、神戸市北区において LL 地域がある程度増加してい

る。この結果となった原因としては地方は都市部の小地域面積には、森林なども含まれるため、面積としては大きくその結果として高齢者人口密度が低い地域が集中し、神戸市北区における LL 地域の増加はこれらの地域での第二次ベビーブーム世代の高齢者が次第に減少することに伴う変化であるといえるが都市部においての高齢者人口が高密度に立地する地域の集塊傾向となるという結果となっている。

この伝統的な高齢者人口密度の計算方法は 65 歳以上人口数/町丁字の面積*10000 で求めたものである。しかしながら、地方の山間部においては小地域全域が可住地ではない。小地域そのものの面積を利用した上式で計算の場合、高齢者人口密度を本来の居住地における高齢者人口の密度と比べ、過小評価している可能性がある。この問題を回避するため、森林地域と湖沼地域を除いた小地域面積を活用して高齢者の実効人口密度（以下実効高齢者人口密度と称する）を求めた。次に実効高齢者人口密度を利用して再度、高齢化人口密度に関する空間的自己相関について検証する。

3.3 実効高齢者人口密度の空間自己相関の結果

表 6 は 2005 年から 2065 年までの人口推計結果を利用して 10 年ごとの実効高齢者人口密度（森林地域と湖沼地域を領域を除いた面積による高齢者人口密度）のデータを利用した場合 1 変量ローカルモラン統計量による計算結果を示している。地区類型化した町丁字の増減は森林・湖沼地域を除かない計算結果とほぼ同様である。しかしながら、通常型の高齢者人口密度の指標値によるクラスターマップの表示結果と実効高齢者人口密度の指標値によるクラスターマップ（図 8 から図 10）の比較を行うと相違点が存在する。

まず、兵庫県における 2005 年の実効高齢者人口密度の指標値によるクラスターマップ（図 8）を見ると、南淡路市南部に HH 地域（赤色で表示した地域）が確認される。また HH 地域は地方部において数か所散見され、2065 年段階でも地方部において 1 か所残存する。しかし、伝統型の指標値（即ち森林や湖沼部分を覗かない形で計算した指標値）を使用して

表 6 年次別の実効高齢者人口密度に対する空間的自己相関の分析による分類小地域数等

年次	HH	LL	LH	HL	非有意	Moran's I	z値
2005	1212	2623	199	14	4635	0.0862**	15.7869
2015	1268	2586	209	14	4606	0.1429**	24.2708
2025	1342	2560	189	16	45776	0.2156**	36.8018
2035	1344	2570	189	12	4568	0.2351**	38.6465
2045	1260	2576	175	15	4657	0.2449**	39.3393
2055	1223	2583	151	10	4716	0.3115**	48.3123
2065	1176	2578	139	10	4780	0.2821**	44.6017
有効町丁字数: 8683					*: p<0.05,**p<0.01		

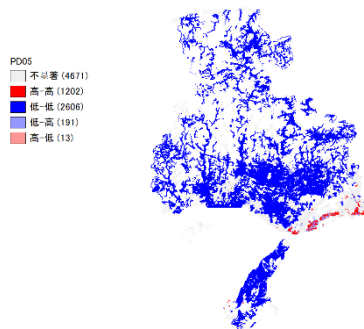


図5 兵庫県の2005年段階での実効高齢者人口密度の指標値によるクラスターマップ

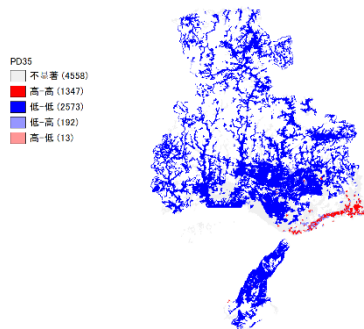


図6 兵庫県の2035年段階での実効高齢者人口密度の指標値によるクラスターマップ

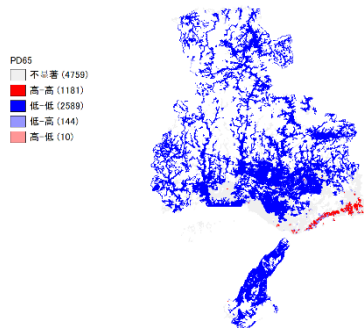


図7 兵庫県2065年段階での実効高齢者人口密度の指標値によるクラスターマップ

Local Moran's I を計算したクラスターマップにおいてはこのような地域は見当たらない。

また、兵庫県の中央部の加東市において 2035 年段階の指標値による分析で HH 地域と LH 地域と分類される地域が見られ、その後 2065 年までこれらの HH 地域と LH 地域の分類に変更はないまま、この分類が維持される。

通常の指標値における分類とは異なる小地域はすべて地方部における小地域であることから、地方部での高齢者密度を用いた分析を行うためには、本研究で提示したような実効高齢者人口密度の計算が必要になるものと考えられる。

以上の分析結果は、1 変量によるローカルモラン統計量を利用した分析結果である。しかし、森田他(2012)で指摘されているように高齢化率のみに着目すると、総人口の多い都市部の経年変化が過小評価されてしまう可能性がある。逆に高齢者人口密度のみに着目すると、高齢者人口が少ない地方部にも不適切な評価が出てくる事が考えられる。従って高齢化率と高齢者人口密度の2変量を考慮した高齢化に関する空間的分布についての定量的把握を試みた結果を以下で紹介する。

3.4 高齢化率と実効高齢者人口密度の2変量による2変量ローカルモラン統計量による分析結果

表7は2005年から2065年までの人口推計結果に基づく10年ごとの高齢化率と実効高齢者密度のデータを利用した場合の2変量ローカルモラン統計量による計算結果を示している。HH 地域(高齢化率が高い小地域の周辺に高い実効高齢者密度の小地域が存在する地域)は、2035 年頃まで一貫して減少し、2035 年の小地域数が最小となり、その後また増加する。HH が一旦は減り、その後増加に転ずるということは、地域の人口構造ピラミッドが第1次ベビーブーム世界の人口層が大きく 2035 年ごろに減少する事を反映したものであると考えられる。また、その後 HH 地域が増加することは、高齢者の比率が高く高齢者の密度も高いゴーストタウン化する傾向を持つ小地域が増加することを意味する。

また LL 地域(高齢化率が低い小地域周辺の小地域

表 7 年次別の高齢化率と従来型高齢者人口密度による 2 変量ローカルモラン統計量による分類数

	HH	LL	LH	HL	非有意	Moran's I	z 値
2005	757	1007	707	1901	4329	-0.0434**	-8.5121
2015	574	876	983	2000	4268	-0.1563**	-30.8659
2025	494	746	1143	2099	4219	-0.2423**	-46.8847
2035	420	895	1231	1951	4204	-0.2472**	-48.3794
2045	496	1327	1092	1519	4269	-0.1518**	-30.418
2055	764	1748	721	1105	4363	0.0256**	5.221
2065	781	1832	647	1021	4420	0.0478**	9.9106

有効町丁字数: 8701 *: p<0.05, **p<0.01

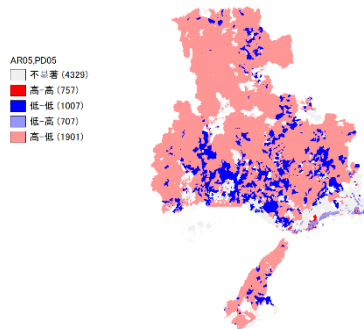


図 8 兵庫県の 2005 年段階の高齢化率と通常型高齢者人口密度についての 2 変量ローカルモラン統計量によるクラスターマップ

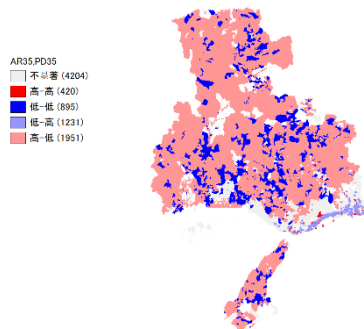


図 9 兵庫県の 2035 年段階の高齢化率と通常型高齢者人口密度についての 2 変量ローカルモラン統計量によるクラスターマップ

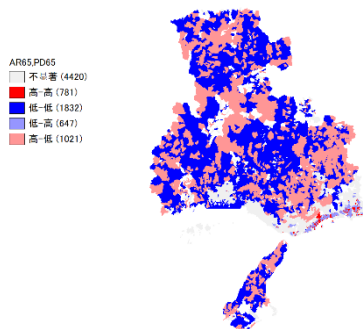


図 10 兵庫県における 2065 年段階の高齢化率と通常型高齢者人口密度についての 2 変量ローカルモラン統計量によるクラスターマップ

の実効高齢者人口密度が低い地域) についても, HH 地域同様に一旦減少し, その後再度増加するということは, ある程度若い人や勤労者世代が地域に存在し, 活性化する可能性があるものの, 人口密度のモノのが低密度である地域が増加することを意味するため, コンパクトシティ化の観点からは課題のある可能性がある地域となることが考えられる。

LH 地域(高齢化率が低い小地域周辺の小地域の実効高齢者密度が高い地域)と HL 地域(高齢化率の高い小地域周辺の小地域の実効高齢者密度が低い地域)は 2035 年までは一貫して増加するものの, 2035 年の小地域数を頂点として, その後また一貫して減少する。LH 地域の小地域数も 2035 年に頂点に達し, その後減少するということは, 第 2 次ベビーブームで生まれた団塊ジュニア世代は 2035 年に入るとともに 65 歳以上の年齢となり, 高齢者人口密度が高い町丁字が増えるという人口構造を表しており, それ以降は団塊ジュニア世代の減少に伴い HL 及び LH が減少することを反映した結果であると考えられる。

図 11, 12, 13 はそれぞれ兵庫県における 2005 年, 2035 年, 2065 年段階での 2 変量ローカルモラン統計量による地域類型を示した地図である。図から見ると, 2005 年 HH 地域(赤色で表示した地域)は都市部のみに集積している。また, LL 地域(青色で表現した地域)は地方部を中心に分布している。2005 年段階での LL 地域として分類された小地域は 2035 年段階では HL 地域に再分類され, 2065 年には再度 LL 地域に変化する町丁字が多数含まれる。このことは, 2055 前後に年発生すると予測される第 2 次ベビーブーム世代の人口が急速に減少することに伴う大きな人口構造の変化の結果, 全く何ら政策的に関与しなくても, 人口構造の変化に伴い地方部では高い高齢可率が高く高齢者密度が低い地域となるコンパクトシティ化による対策が必要となる地域が増加したあとと反転し, これらの地域数が大きく減少を意味し, その後 2065 年には, 高齢化率, 高齢者密度もともに低い地域の増加が生じる。2035 年を見据えた段階で全く立地規制などや立地誘導政策がとられない場合, 行政サービス等を提供する上で非効率な地域構造が生じる可能性を示唆する結果となっている。

HL 地域（薄赤色で表現された地域）は、高齢者人口密度は低いものの高い高齢化率を持つ地域である。この地域は、低密度で高い高齢化率の人口構造の地域であり、介護などの行政需要が高い割に密度が低区分サンリッチしている地域であり、行政サービスコストが極めて高くなる可能性がある地域と考えられる。この分類に属する地域に一貫して含まれる地域では、行政サービスコストが非常に高くなる可能性があり、早い段階からの行政の政策的介入をおこなない地域構造の変容や、当該地域への新規の住民の増加を促すような住民層の誘致を行うなどの、政策的・計画的対応が必要であると考えられる。

3.5 高齢化率と実効高齢者密度による 2 変量ローカルモラン統計量に関する分析結果

表 8 は 2005 年から 2065 年までの人口推計結果を利用して 10 年ごとの高齢化率と実効高齢者人口密度のデータを利用した場合 2 変量ローカルモラン統計量による分析結果を示している。地区類型化した小地域数の増減は通常の高齢者密度による計算結果とほぼ同様である。しかし、クラスターマップを検討すると、相違点が存在した。図 11～13 はそれぞれ兵庫県における 2005 年、2035 年、2065 年段階での 2 変量ローカルモラン統計量による地域類型を示した地図である。図から見ると、2005 年 HH 地域（赤色で表示した地域）の大半は多く都市地域に集積している。しかしながら、HH 地域は、地方部でも散見され、兵庫県北部の香美町、兵庫県中央部の加東市・西脇市の一部、南淡路市などのいわゆる地方部にも HH 地域にあたる小地域がみられる。高齢化は都市部で深刻であるものの、地方部でも深刻な影響を与えていることを示す。域にカルモラン統計量による地域類型化分類。2065 年の推計結果を利用した 2 変量ローカルモラン統計量による地域類型のマップからは、2005 年との比較においては、HH 地域は都市部より多く集積する領域が確認され、都市部における実効高齢者人口密度が高く、さらに高齢化率が高い小地域、すなわちゴーストタウン化しかねない小地域が増加し、都市部における空き家、空き地問題や遊休公共施設の増加、商業施設の商業環境の低迷とい

表 8 年次別の高齢化率と実効高齢者人口密度に対して 2 変量ローカルモラン統計量の分析結果

	HH	LL	LH	HL	非有意	Moran's I	z 値
2005	740	962	671	1675	4635	-0.0153*	-2.9268
2015	568	830	909	1770	4606	-0.0707**	-14.0073
2025	490	690	1041	1886	4576	-0.1344**	-26.8636
2035	413	822	1120	1760	4568	-0.1486**	-29.3664
2045	463	1217	972	1374	4657	-0.0933**	-18.2643
2055	721	1598	653	995	4716	0.0136**	2.7024
2065	736	1677	579	911	4780	0.0274**	5.5315

有効町丁字数: 8683 *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

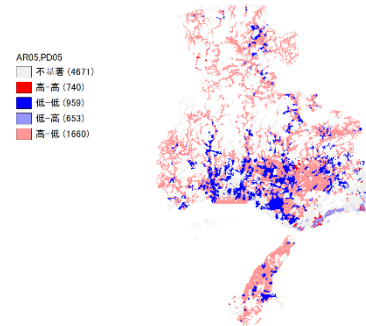


図 11 兵庫県における 2005 年段階での高齢化率と実効高齢者密度による 2 変量ローカルモラン統計量によるクラスターマップ

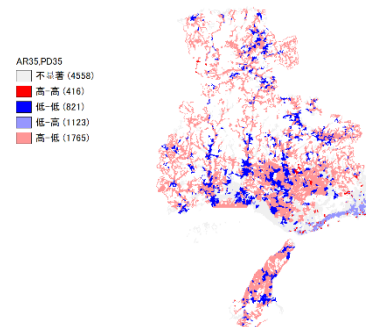


図 12 兵庫県における 2035 年段階での高齢化率と実効高齢者密度による 2 変量ローカルモラン統計量によるクラスターマップ

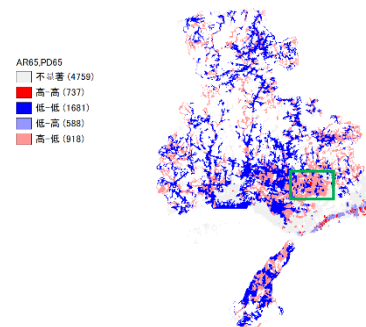


図 13 兵庫県における 2065 年段階での高齢化率と実効高齢者密度による 2 変量ローカルモラン統計量によるクラスターマップ

った社会問題を生みかねない地域が増加することがわかる。

また、図 13 の緑色線で囲まれている地域(三木市、加東市、小野市、加古川市の周辺)では可住地面積が広く、2005 年以降 2065 年まで HL 地域の分類が維持される。これらの地域では早い段階からの行政の政策的介入をおこなうべき地域であると考えられる。HL 地域は通常型の高齢者密度のデータを利用して求めた町丁字数より 110 ヶ所が少なることもあり、通常型の高齢者密度を利用した分析には課題がある可能性を示しているものと考えられる。

4. 結語

本論文では、高齢化率・通常の高齢者密度、実効高齢者密度の変数を利用した兵庫県での 1 変量ローカルモラン統計量の分析を行った結果により、兵庫県下において高齢化率が高い集塊地域が時系列的に変化することが定量的に確認された。

高齢化率と通常型の高齢者密度を指標とした 2 変量ローカルモラン統計量による分析と高齢化率と実効高齢者密度を利用した 2 変量ローカルモラン統計量による分析を行った。これらの結果はからは、高齢化率が高い小地域周辺の小地域の高齢者密度が高い小地域が存在し、この分類の小地域が 2035 年以降増加することにより、2035 年以降、高齢化率だけでは捉えられないゴーストタウン化する傾向を持つ地域が増加する懸念も示された。このような地域では、高齢者の QOL を維持するため、NPO などが提供するインフォーマルなサービスの拡充が重要であることが考えられる。また、地域の人口維持の観点から都市部の若年層の人々に対する空き家紹介や低価格での住宅供給、新規移住者への各種補助、若年層対象とした特殊な教育機関の設置などの設置の政策も有効である可能性があることが考えられる。

高齢化率が低い小地域周辺の小地域の高齢者密度が低い地域は兵庫県内では、一旦減少し、その後反転増加することから、これらの地域は自律的に活性化できる可能性があるものと考えられる。また高齢化率が低いものの小地域周辺の小地域の高齢者密度が高い地域では、高齢者の QOL を維持するために自動

運転による交通手段の拡充など公共交通機関の整備等が有効である可能性がある。

高い高齢化率の小地域周辺の小地域の高齢者密度が低い地域では行政サービスコストが非常に高くなる可能性があり、早い段階からの行政の政策的介入をおこない地域構造の変容や、当該地域への新規の住民の増加に伴う人口構造を変容させるような住民層の誘致を行うなどの、政策的・計画的対応を進めることが必要であると考えられる。

本論文では実効高齢者密度なども検討し、1 変量ローカルモランと 2 変量ローカルモラン統計量による分析を実施した結果、実効高齢者密度と通常の高齢者密度の指標値の分析は全く同一でないことから、筆者らが提案する指標の利用も検討すべきであるということを示唆する結果が得られている。

参考文献

- 鈴木勉・石井儀光・長谷川大輔・劉リリン(2019), 均等性と集積性の指標を用いた都市人口分布の長期的変化の分析,「都市計画論文集」, 54(2):191-196.
- 丸岡陽・中出文平(2018), 地方都市における人口密度構造の変容と世帯特性に関する一考察—長野県松本市を対象として—,「都市計画論文集」, 53(3):1066-1073.
- 森田匡俊・奥貫圭一・塩出志乃 (2012), 老年人口密度を考慮した高齢化率の空間的分布パターンの把握に関する研究,「地理学評論」, 85(6):608-617.
- 森川洋(2018), 2010 年・2015 年の国勢調査から見た高齢人口の地域的特徴,「地理科学」, 73(2):35-49.
- 増田寛也編著(2014),『地方消滅—東京一極集中が招く人口急減』, 中公新書.
- 内閣府 (2020),『令和 2 年版 高齢社会白書』, https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2020/zenbun/pdf/1s1s_01.pdf (最終閲覧日: 2020 年 7 月 30 日).
- Luc Anselin・Ibnu Syabri・Younggihn Kho(2006), GeoDa: An Introduction to Spatial Data Analysis, *Geographical Analysis*, 38:5-22.