相対的な人口集中地区の抽出を通じた全国市町村の都市縮小傾向の分析

－人口減少時代を迎えるわが国の都市圏の形態変化に関する研究(その2)－

AN ANALYSIS ON URBAN SHRINKAGE TRENDS OF ALL JAPANESE CITIES VIA DETECTING
RELATIVE DENSELY INHABITED DISTRICT

－ Urban form changes of Japanese cities in an era of shrinking population part 2 －

川 邊 晃 大^{*1}, 渡 辺 俊^{*2}

Akihiro KAWABE and Shun WATANABE

For analyzing method of the urban shrinkage, Densely Inhabited District (DID) has been applied in some past studies as an index of urban areas or city centers. As an issue of this method, shrinkage in the cities where no DID exist can't be analyzed. Therefore, a relative threshold of urban area or city centers is needed. In this paper, we proposed the detecting method of Relative Densely Inhabited District (RDID) improved by "Information Loss Minimization". Furthermore, we identified the urban shrinkage or structure changes in Japanese cities using RDID and analyzed the changing trends from 1995 to 2015.

Keywords : Information Loss Minimization, Urban structure, Stages of urban development, Standard grid cell, Entropy, Relative Densely Inhabited District

情報量損失最小化法, 都市構造, 都市発展段階, 標準地域メッシュ, 平均情報量, 相対的人口集中地区

1. はじめに

1.1 背景・目的

本格的な人口減少時代に突入し、無計画な都市縮小が顕在化し始めた現在では、今一度冷静にその実態を把握することの必要性が指摘されている¹⁾。こうした指摘にも表れているように、現在までに発生してきた都市の縮小化の様相を全国的に振り返り、傾向の変化を俯瞰的に分析することで各自治体における縮小後の都市像の予見や人口減少時代の都市計画の指針策定に資する知見が得られると考えられる。しかしながら全国の市町村単位における直近の複数期間における都市縮小傾向を把握する試みは多くない。

ここで、各市町村における都市縮小傾向を把握しようとする場合、どの程度の人口密度を有する地域までを当該圏域の市街地あるいは中心地区として捉えるべきかを議論することが必要となる。一般的な高密度な地域の規定としては DID (人口集中地区) が存在しており、実際に DID やそれに準じた領域を市街地や中心部と見なして都市縮小傾向を分析する研究も見られる。しかし市町村圏域によっては DID が存在しない場合もあり、反対にほぼ全域が DID であるような市町村も存在する。すなわち、市町村圏域における中心地区として認められる地域の基準は相対的なものであり、全国の市町村ごとに異なる中心的地域の縮小傾向を DID という統一的な基準をもとに分析することには限界があると言える。

これに関して、筆者らは前稿²⁾にて Amindarbari ら (2013)³⁾の

都市圏中心核抽出方法を応用することで対象圏域における相対的な密度基準と人口基準に基づく「相対的人口集中地区 (Relative Densely Inhabited District : RDID)」を抽出し、その縮小を都市縮小の指標とすることで DID が存在しないような小規模圏域等においても適用可能な都市縮小傾向分析の一例を示した。このように全国的な市町村圏域における都市縮小傾向を把握に際しては、各市町村圏域の規模に応じた相対的基準での人口集中地区を規定し、それに基づいた傾向分析を行うというアプローチが有効だと考えられる。

一方、前稿の方法による RDID の抽出に関しては大規模な圏域で密度基準が過大になり、それを回避するために密度基準設定式中の係数を引き下げると今度は小規模な圏域において基準値が過少となりやすい等の問題が存在する。また詳細は後述するが、前稿の RDID はその縮小を観測する際に密度基準の未達による縮小と人口基準の未達による縮小を同一視することになるという問題もある。

ここで、上記の密度基準の設定上の問題については各市町村圏域の規模に応じて適切に「相対的に人口密度が高い地区群」と「相対的に人口密度が低いと言えない地区群」の2クラスに切り分けるような密度基準設定方法を RDID 抽出プロセスの中に取り入れることで解決できる。このような空間データの属性値の大きさに基づくクラス分けを適切な形で行う手法として、大佛 (2003)⁴⁾はクラス分けの際に失われる情報の少なさを基準とする情報量損失最小化法を提案している。この手法を密度基準の設定に応用することで対象圏

^{*1} 都市再生機構 修士(社会工学)
(元筑波大学大学院システム情報工学研究科大学院生)

^{*2} 筑波大学システム情報系 教授・博士(工学)

Urban Renaissance Agency, Master of Policy and Planning Sciences
(Former Grad. Student, Graduate School of Systems and Information Engineering, Univ. of Tsukuba)

Prof., Faculty of Engineering, Information and Systems, Univ. of Tsukuba, Ph.D. in Eng.

域の空間データに固有の順位分布の特性を「情報量の劣化が最小である」という意味においてより適切に捉えた相対的な人口集中地区の基準値を得ることが期待できる^{注1)}。以上のことを背景として、本研究では先述の情報量損失最小化法を応用した相対的な人口集中地区 (RDID) の抽出方法を提案する。その後、1995 年～2015 年の間の複数年における RDID の抽出を通じて直近の期間における全国の市町村圏域の都市縮小傾向に関する知見を得ること目的とする。

1.2 研究の方法

本稿では初めに情報量損失最小化法を概説し、それを応用した本稿における RDID の抽出方法を提示する。その後、1995 年から 2015 年までの期間について 5 年間隔 4 期間に分割し、各期間における全国の市町村の都市縮小傾向の変化を明らかにする。なお、本研究では全国の市町村の都市縮小傾向について「都市構造変容傾向」と「中心地の面的縮小傾向」の 2 つの観点に切り分けて考える。そしてこの 2 観点からの都市縮小傾向について RDID を用いて分析する。

前者については各市町村圏域の RDID を中心部、その外部を郊外部と見なし、それぞれの領域の人口増減に基づいて各期間における各市町村の都市構造変容類型を定める。そして各都市構造変容類型に属する市町村数の変遷を分析することで都市構造変容の観点からの全国の市町村の都市縮小傾向を明らかにする。

後者については実質的な RDID 領域の面的な縮小を都市縮小の指標とすることで都市縮小の発生・非発生状況や具体的な発生位置に関する傾向変化を分析する。具体的に、まず各期間における都市縮小発生市町村数推移を明らかにする。その後 RDID の部分的縮小発生地域と RDID 非縮小地域との空間的接続関係の指標化を通じて RDID 縮小の発生位置に関する経年的傾向変化を把握する。

1.3 既往研究レビューおよび本研究の独自性

近年における全国的な都市縮小傾向あるいは都市構造変容に関する研究を概観する。金ら (2007) ⁵⁾は 1970 年から 2000 年までの期間についてクラークセンの都市発展段階仮説に基づく分類を用いて 30 年間の全国の都市圏の都市構造変化傾向を分析している。有賀ら (2011) ⁶⁾はメッシュ単位の自然・社会増減が市内の人口分布の偏りに対してどの程度寄与したかを分析した。清水 (2015) ⁷⁾、菊池ら (2015) ⁸⁾、高柳 (2017) ⁹⁾は 1km メッシュ単位で集計された都市的あるいは自然的土地利用の増加・減少傾向と人口や世帯の増加・減少傾向に着目し、メッシュ単位での全国的な都市縮小傾向分析を行っている。また浅野ら (2014) ¹⁰⁾、原ら (2015) ¹¹⁾は DID の縮小区域を市街地縮小区域と規定し、全国規模での DID 縮小地域に関する地域類型化や線引き制度の運用形態との関係性を考察している。

上記の様に全国的な都市縮小あるいは都市構造変容の傾向を明らかにしようとする研究には一定の蓄積がある。一方で全国の全ての市町村圏域に対して相対的な人口集中地域を抽出し、都市縮小発生実態や都市構造変容を分析している例はない。また現在に近い複数年のデータを用いて、都市縮小や都市構造変容の経年的傾向変化を追う研究は少ない。こうした点に本研究の独自性がある。

2. 情報量損失最小化法の概説

情報量損失最小化法は空間データを対象数値の大きさに基づいて

クラス分けする際に、原データの持つ情報の劣化が最小となるように分類する方法である。大まかな手続きとしては、まずソートされた原データを m 個のクラスに分類する $m - 1$ 個の境界値を変動させながら、各場合でクラス分けを行った時の原データの情報の劣化を「情報量損失率 (%) : L 」として指標化する。そして L の値が最小となる境界値の組み合わせによるクラス分けを採用する。^{注2) 注3)}

手法の前提として、空間データが表現する観測対象物の空間分布は各地点に固有の分配確率に基づいて観測対象物が分配された実現値だと考える。そして原データをクラス分けした際には、同一クラスに属する地点の分配確率は均一なものであると見なす。原データが表す各地点における分配確率の確率分布の平均情報量を I_0 、クラス分け後のデータが表す分配確率の確率分布の平均情報量を I としたとき、 L は $I - I_0$ と I_0 との比率として表される。具体的に、各地点 i ($i = 1, 2, \dots, n$) における観測対象物の数量を x_i とし、原データ x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) を m 個のクラス C_k ($k = 1, 2, \dots, m$) に分類とした場合、 I_0 、 I 、 L はそれぞれ次の式 (1)、(2)、(3) で計算できる。

$$I_0 = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i \quad \text{ただし} \quad p_i = \frac{x_i}{\sum_{j=1}^n x_j} \quad (1)$$

$$I = -\sum_{k=1}^m N_k q_k \log_2 q_k \quad \text{ただし} \quad q_k = \frac{\sum_{i \in G_k} x_i}{N_k \sum_{j=1}^n x_j} \quad (2)$$

$$L = \frac{I - I_0}{I_0} \cdot 100 \quad (3)$$

N_k はクラス C_k に含まれるデータの個数であり G_k は C_k に含まれるデータの添え字の集合である。また p_i は原データにおける地点 i の分配確率であり、 q_k はクラス分け後にクラス C_k に分類された地点が共有する分配確率である^{注4)}。

3. 本稿における相対的な人口集中地区 (RDID) の抽出

前稿および本研究における RDID の抽出基準をまとめた表を Table 1 に示す。前稿の基準設定方法は極端に常住人口データの標準偏差の大きくなるような大規模な圏域において密度基準が過大になりやすく、それを避けるために式中の係数を引き下げると小規模な圏域において基準値が過少となりやすい。また、前稿の RDID は DID の定義に準じて「密度基準による高密度単位区の抽出」と「人口基準による小人口連坦単位区の除外」という手続きを経て抽出されている。そのため、RDID の面的な縮小を観測する際には密度基準の未達による縮小と人口基準の未達による縮小を同一視することになるという問題もある。

Table 1 The difference of RDID thresholds from previous paper		
	前稿における RDID RDID in previous paper	本稿における RDID RDID in this paper
Minimum unit area	500m メッシュ 500m mesh	500m メッシュ 500m mesh
Density threshold	$m + 2s$ m : 平均 Mean of data s : 標準偏差 Standard deviation	圏域全体での人口密度を上回るメッシュごとの密度データを情報量損失最小化法で 2 分した時の境界値。 The boundary value which divide mesh densities which exceed the density as whole study area into two classes by information loss minimization method.
Population threshold	$10 \cdot \sqrt{T}$ T : 圏域総人口 Total population	無し Limitless

本研究では対象圏域の 500m メッシュ常住人口データ^{注5) 注6)}に対して前稿の密度基準の代わりに人口密度を対象数値とした情報量損失最小化法を応用して得た密度基準を適用することで当該圏域の

RDID を抽出する。具体的な抽出の流れとして、まず対象圏域における圏域全体で見た人口密度を上回るメッシュを抽出する。その後、抽出されたメッシュに対してさらに上位クラスと下位クラスに2分するように情報量損失最小化法（対象数値は人口密度）を適用し、その結果として上位クラスに分類されたメッシュを RDID とする（Fig. 1）。上記の方法で規定された RDID は「圏域全体で均した密度を超える単位区群からより一層高密度である区域」を情報の劣化が最小という意味で適切に抽出したものとして考えることができる。したがって本研究での RDID に関してはどのような規模の圏域に対しても当該圏域のデータに固有の順位分布の特性を適切に反映した基準にもとづいて規定されるため過大・過小評価等の問題が生じないと言える。

なお、本研究では RDID の人口基準をあえて設けないことで、RDID 縮小傾向の分析時における密度基準の未達による縮小と人口基準の未達による縮小の混同の問題を回避している。

Fig. 1 A image of Detecting RDID

4. RDID に基づく都市構造変容傾向の分析

まず、全国の 1719 の市町村圏域における 1995 年～2015 年間の都市構造変容傾向を分析する^{注7)}。本研究では各期間で都市構造変容を規定する際、各期間の前の年の人口データに基づき規定された RDID 領域を中心部、その外部を郊外部とみなす。そして前の年から 5 年後の年にかけての中心部・郊外部の人口増減に基づきその期間の都市構造変容を規定する。具体的に、金ら（2007）⁵⁾の研究を参考に Table 2 に示す分類表に従い都市構造変容類型を規定した^{注8)}。

Table 2 Changing type of urban structure in this paper

都市構造変容類型 Changing type of urban structure	圏域総人口 Total pop.	RDID 人口 RDID pop.	RDID 外部人口 Outside pop. of RDID	RDID 人口比 Population rate of RDID
①都市化（絶対的集中） ①Urbanization (Absolute centralization)	+	+	-	+
②都市化（相対的集中） ②Urbanization (Relative centralization)	+	+	+	+
③郊外化（相対的分散） ③Suburbanization (Relative decentralization)	+	+	+	-
④郊外化（絶対的分散） ④Suburbanization (Absolute decentralization)	+	-	+	-
⑤逆都市化（絶対的分散） ⑤Disurbanization (Absolute decentralization)	-	-	+	-
⑥逆都市化（相対的分散） ⑥Disurbanization (Relative decentralization)	-	-	-	-
⑦再都市化（相対的集中） ⑦Reurbanization (Relative centralization)	-	-	-	+
⑧再都市化（絶対的集中） ⑧Reurbanization (Absolute centralization)	-	+	-	+

Fig. 2 Percentage changes in the number of cities of each changing type in each population size

Fig. 2 に各期間における各市町村の都市構造変容類型を、Fig. 3 に市町村全体および 1995 年時点人口規模別に各類型の圏域数の推移を表したグラフをそれぞれ示す。市町村全体に着目すると、2000 年～2005 年の期間において絶対的分散の傾向（④、⑤）にある圏域が急増し、続く 2005 年～2010 年の期間では急減している様相が確認できる。これと対照的に再都市化の傾向（⑦、⑧）にある圏域は 2000 年～2005 年に急減し、2005 年～2010 年の期間では急増している。2005 年～2010 年の期間以降も再都市化の傾向にある圏域の増加は続いている。また都市化の類型（①、②）も同期間で増加傾向にある。このことから全国の市町村は 2000 年～2005 年の期間以降は人口分布構造としては集中化（①、②、⑦、⑧）の方向に向かっていることが読み取れる。一方で 2005 年～2010 年以降の集中化傾向にある圏域の大半は「⑦再都市化（相対的集中）」に属している。このことから人口比としての RDID の比重は高まりつつも多くの圏域の中心部の密度低下が続いていることが伺える。

Fig. 3 The Changing type of each Japanese cities in each period

人口規模別に作成したグラフに着目すると、比較的大規模な圏域では郊外化の傾向（③、④）にある圏域が 2005 年～2010 年の期間まで目立っていた。一方で 2010 年～2015 年の期間ではその傾向が薄れ、対照的に再都市化や都市化の傾向にある圏域の増加が見られる。また小規模な圏域群ほど 2000 年～2005 年の期間の類型における「⑤逆都市化（絶対的分散）」に属する圏域の増加が著しく、以降の期間の「⑦再都市化（相対的集中）」に属する圏域の増加も著しい。

ここで、2000 年～2005 年の期間の全国的な市町村における絶対

的分散傾向について、2000 年と 2005 年の国勢調査結果の間に存在するメッシュ人口同定方法の変更が影響している可能性を検討する。標準地域メッシュの人口は国勢調査結果の集計の最小単位である基本単位区の人口を各メッシュに割り当てることで同定される。総務省統計局が公開する資料¹²⁾を参照すると 2000 年までは複数のメッシュにまたがる 0.05 km²以上の基本単位区から各メッシュへの人口の割り当てには「人口分布点同定」などの一点集約的な方法が用いられていた。一方で 2005 年以降は「住宅建物同定」などの建物立

地情報を参照したより精密な方法が用いられている（Table 3）。したがって、2000 年のデータ整備時点で単位区人口が単一メッシュへ一点集約的に配分されていた地域が、2005 年のデータ整備時点では複数のメッシュに幅を持って人口が配分されるようになったと言える。実際に、ある年の時点では無人であるものの、次の調査実施年には有人であるような全国の 500m メッシュの数とそうしたメッシュにおける増加人口の全国総計を 1995 年から 2015 年までの各期間で調べると、2000 年～2005 年の期間ではメッシュ数、増加人口総計共に他期間と比較して著しく大きな値となっている（Table 4）。

以上のことから、2000 年～2005 年の期間では一点集約的に人口が付与されていた高密度なメッシュから周囲のメッシュへの人口流出がデータの見かけ上で観測されやすくなっていることが推察される。したがって 2000 年～2005 年の期間における全国的な分散化傾向は上記のメッシュ人口の同定方法の変更の影響を受けたものである可能性が否定できない。

Table 3 Identification method of mesh population from crossed unit zone in each year				
基本単位区の大きさ The basic unit zone area				
	Less than 0.05 ㎓	Less than 0.1 ㎓	Less than 0.25 ㎓	0.25 ㎓ and over
1995	Inside of DID⇒(A) PDP exists⇒(B) The others⇒(C)	PDP exists⇒(B) The others⇒(C)		(B)
2000	(A)	PDP exists⇒(B) The others⇒(C)		(B)
2005 2010	(A)	RBD exists⇒(D) OBD exists⇒(E) PDP exists⇒(B) The others⇒(C)		RBD exists⇒(D) OBD exists⇒(E) PDP exists⇒(B)
2015	The habitable area is more than 10 ㎡ and less than 5000 ㎡⇒(F) RBD exists⇒(D) PDP exists⇒(B) OBD exists⇒(E) The basic unit zone area is less than 5000 ㎡ (0.005 ㎓) ⇒(A) The others⇒(C)			
PDP / 人口分布点 Population distributed point (※) RBD / 住宅建物データ Residential building data OBD / 事業所建物データ Office building data				
(A)	【面積割合同定 Area ratio identification】 基本単位区と重なる面積の比に応じて人口を配分（面積按分）する。 Distributing the basic unit zone population to overlapped meshes according to the overlapped area ratio.			
(B)	【人口分布点同定 Population distributed point identification】 基本単位区の人口分布点が存在するメッシュに人口を配分する。分布点を複数持つ場合は各点に均等に配分する。 Distributing the basic unit zone population to the mesh where a population distributed point exists. If the basic unit zone has multiple points, the population is distributed to each point equally.			
(C)	【図心同定 Centroid identification】 基本単位区の幾何学的重心点が存在するメッシュに全人口を配分する。 Distributing the basic unit zone population to the mesh where the centroid of the zone exists.			
(D)	【住宅建物同定 Residential building identification】 住宅建物データと基本単位区、メッシュを重ね合わせ、各建物に付与されている戸数を重みとして人口を配分する。 Distributing the basic unit zone population to overlapped meshes according to the number of houses, using the residential building data in the zone			
(E)	【事業所建物同定 Office building identification】 事業所建物データと基本単位区、メッシュを重ね合わせ、事業所数を重みとして人口を配分する。 Distributing the basic unit zone population to overlapped meshes according to the number of office building, using the office building data in the zone			
(F)	【可住地面積割合同定 Habitable area identification】 建物データと基本単位区、メッシュを重ね合わせ、居住可能な建物の建物面積に応じて人口を配分する。 Distributing the basic unit zone population to overlapped meshes according to the area of habitable building, using the building data in the zone			

Table 4 The number of applicable meshes for each condition		
	Number of applicable meshes	Total increased pop. of applicable meshes
1995 年時点で無人、2000 年時点で有人 Uninhabited in 1995 but inhabited in 2000.	5,755	416,668
2000 年時点で無人、2005 年時点で有人 Uninhabited in 2000 but inhabited in 2005.	187,461	4,550,941
2005 年時点で無人、2010 年時点で有人 Uninhabited in 2005 but inhabited in 2010.	14,972	156,315
2010 年時点で無人、2015 年時点で有人 Uninhabited in 2010 but inhabited in 2015.	20,931	137,260

5. RDID の面的縮小に基づく都市縮小傾向の分析

5.1 都市縮小発生市町村数の推移

本研究では RDID の面積変化を指標として都市縮小を規定する。しかし RDID は年次によって基準値が異なるため、異なる年の間で RDID 面積を比較することは適切でない。そこで本研究では各期間における前の年の RDID 抽出基準を直接その 5 年後の年のデータに適用することで得られる領域を 5 年後の年の「相対的人口集中地区」（RDID'）と定義する。そして 5 年後の年の RDID' 面積と前の年の RDID 面積の差に基づき各期間の各圏域における都市縮小を判断することとした（Table 5）。なお都市拡大についても同様な方法で判断し、都市縮小発生状況と比較しつつ経年的傾向変化を調べる。

Table 5 Detection of RDID area change and urban shrinkage or expansion in this paper					
	Population data in 1995	Population data in 2000	Population data in 2005	Population data in 2010	Population data in 2015
1995 年の密度基準 Density threshold in 1995	1995 年の RDID	2000 年の RDID'			
2000 年の密度基準 Density threshold in 2000		2000 年の RDID	2005 年の RDID'		
2005 年の密度基準 Density threshold in 2005			2005 年の RDID	2010 年の RDID'	
2010 年の密度基準 Density threshold in 2010				2010 年の RDID	2015 年の RDID'

RDID' area in the year 5 years after—RDID area in a certain year ≤ -0.2 km² … Shrinkage
 | RDID' area in the year 5 years after—RDID area in a certain year | < 0.2 km² … No changes
 RDID' area in the year 5 years after—RDID area in a certain year ≥ 0.2 km² … Expansion

市町村全体および 1995 年時点の人口規模別に都市縮小・拡大の発生圏域数の推移を表したグラフを Fig. 4 に示す。市町村全体を見ると、全国の都市縮小圏域の総数は増加傾向にあることが分かる。特に人口減少下で都市縮小を呈する市町村の数は期間を経るごとに常に増加している。この人口減少下で都市縮小を呈する市町村は全期間で最多数であり、直近の 2010 年～2015 年では全体の 72% 程を占めている。一方で都市拡大圏域の総数は減少傾向にあり、1995 年～2000 年の期間では縮小圏域総数の約 2 分の 1 の程の数であったのに対し、直近の 2010～2015 年の期間では縮小圏域総数の 7 分の 1 程度しか存在していない。

人口規模別のグラフに着目すると、人口減少下で都市縮小を呈する圏域は 1995 年時点人口が 30 万人以下の圏域群で増加・大多数化している。特に 30 万～5 万人の圏域では人口減少下で都市縮小の傾向にある圏域数が 1995 年～2000 年では支配的でなかったものの、直近の期間で全体の過半数を占める程に増加している。また、30 万人超過圏域についても、支配的であった人口増加下で都市拡大を呈する圏域の減少と共に、人口減少下で都市縮小の傾向にある圏域の増加および多数派化が確認できる。

Fig. 4 Changes in the number of cities where urban shrinkage or urban expansion occurred

5.2 RDID 部分的縮小の発生位置の分析

続いて各期間における RDID の部分的な縮小地域と RDID 非縮小地域との空間的接続を圏域ごとに指標化し、市町村の RDID 全体における縮小の発生位置に関する傾向把握を行う。分析に用いる指標として、巖ら (2016) ¹³⁾ の研究を参考に RDID 部分的縮小地域の非縮小地域に対する隣接性指標 (S_{Adj}) および集積性指標 (S_{Int}) を Fig. 5 に示すように定義した^{注9)}。隣接性指標 (S_{Adj}) は RDID の部分的縮小地域の外周が非縮小地域に接している割合を表し、値が高い圏域ほど対象圏域の部分的縮小が存続する RDID に隣接している傾向が強い。集積性指標 (S_{Int}) は RDID の部分的縮小地域から一定距離範囲内に占める非縮小地域の面積の割合であり、値が高い圏域ほど RDID が集積している位置で縮小が生じる傾向が強い。

ここで、集積性指標の分析範囲は大きく取りすぎると分析圏域ごとの部分的縮小の発生位置の違いによる指標値の差が生じにくくなる。一方で小さく取りすぎると既出の隣接性指標と概ね同様な性質を持つ指標となり、個別の指標として分析する意味を失う。本研究では 1500m 圏内を分析範囲と設定することで、隣接区域だけではなく、その一回り外側の区域も参照した部分的縮小地域と RDID 非縮小地域との近接関係を表す指標として集積性指標を定義した。これにより隣接性指標を補完する形でより感度良くに RDID 全体における縮小の発生位置に関する傾向の変化をとらえることが可能だと考えられる。

Fig. 5 Definition of adjacency index and integration index

Fig. 6 に市町村全体および 1995 年時点人口規模グループごとの隣接性指標 (S_{Adj}) および集積性指標 (S_{Int}) の高低クラス別圏域数の推移のグラフを示す。これを見ると各人口規模グループに共通して 2000 年~2005 年の期間で両指標ともに比較的低い値を持つ圏域数が一時的に増加している。また、2000 年~2005 年より後では期間を経るごとに比較的高い値の圏域数の増加傾向が認められる。

2000 年~2005 年の期間における各指標値の低い圏域数の増加は、基本単位区が大きく設定されやすい各市町村圏域の郊外部において 4 章で述べたようなメッシュ人口同定方法の変更による見かけ上の都市縮小が生じたことが要因として考えられる。一方でその後の 2005 年~2010 年の期間から 2010 年~2015 年の期間にかけての高い指標値を持つ圏域数の増加は、RDID 同士が隣接あるいは集積し合う各圏域の中心的位置で縮小が発生する傾向が強まりつつあることを示唆するものと考えられる。

Fig. 6 Percentage changes in the number of cities of each S_Adj and S_Int value class

6. 結論

これまで具体的な分析が行われてこなかった直近の複数期間における全国の全市町村の都市縮小傾向の一端として、本研究から得られた代表的知見を以下に示す。

(1) RDID に見る市町村の都市構造変容について、全国的に人口比としての中心部への集中化傾向が確認できる。また大規模な圏域では絶対的集中の傾向を示す圏域の増加も見られる。一方どの人口

規模の市町村についても「⑦再都市化（相対的集中）」の圏域数の増加が著しく、多くの市町村にて全域的な人口減少の下で中心部の人口比重が高まる傾向にあることが明らかとなった。

(2) RDID に見る都市縮小発生市町村数に関しては人口減少下で都市縮小を呈する圏域の数が期間を経るごとに増加しており、直近では全圏域の約 72% を占めるに至る。この傾向はどの人口規模の圏域群でも確認でき、大規模な圏域でもそれまで支配的であった人口増加と共に都市拡大が生じるパターンに代わり人口減少下で都市縮小を呈する圏域が多数派化しつつある。

(3) 2000 年~2005 年より後の期間においては、どの人口規模の市町村圏域においても RDID 部分的縮小地域の非縮小地域に対する隣接性指標 (S_Adj) および集積性指標 (S_Int) の値が比較的高い圏域数の増加が確認できる。このことから全国の市町村において RDID が互いに隣接・集積し合う中心的位置で部分的縮小が生じる傾向が強まりつつあることが示唆された。

(1) および (2) の結果から今後の全国的な人口減少に伴って都市縮小現象および都市構造の相対的集中化の傾向がさらに広がりを見せることが予見される。このことから「都市縮小および都市構造の相対的集中化の潮流をいかにして効率の良い都市構造再構築に結びつけられるか」が今後の人口減少時代の都市計画制度の重要な観点となり得る。また (3) の結果は直近の期間における都市縮小が都市のフリンジだけでなく比較的中心的な位置でも生じていることを表している。したがって各自治体は縮小後の都市像を想像する際に単純なフリンジからの縮小ではなく、RDID 等を用いた具体的な縮小個所の把握に基づいた縮小後の都市像を描く必要があると言える。以上の知見は人口減少時代の都市計画を考える際の基礎的情報として重要なものと考えられる。

本研究における RDID の抽出方法は対象圏域の規模に応じて情報理論的基準に基づき高密度である区域を抽出できるため、市町村圏域に限らず定住自立圏や大都市雇用圏などの多様な圏域で「相対的人口集中地区」を抽出できる。さらに常住人口の代わりに他の観測対象物の空間分布を利用することで任意の空間データに基づく都市構造の変容や都市縮小現象を分析することも可能と言える。このことから分析者側が適用範囲や利用データを柔軟に設定して多角的に都市構造変容や都市縮小現象を理解するためのフレームワークの一例を提示できたことも本研究の一つの寄与と言える。

本研究は過去に発生してきた各現象の発生について市町村単位で分析し傾向をまとめるに留まっているため、都市構造変容や都市縮小現象のメカニズムの考察が行われていない。また全国を俯瞰した分析に注力しており、個々の市町村圏域における縮小発生実態と分析結果の照合が十分でない。こうした点が研究の課題点と言える。

参考文献

- 1) Architectural Institute of Japan: Toshi Syukusyo Jidai no Tochiriyo Keikaku – Tayo na Toshi Kukan Sosyutsu no Tame no Kadai to Taio (Land Use Planning in an era of Urban Shrinking – Issues and Countermeasures for Creating Various Urban Spaces), Gakugei Publishing Company, 2017.8 (in Japanese)
日本建築学会 (編): 都市縮小時代の土地利用計画 – 多様な都市空間創出へ向けた課題と対応策, 学芸出版社, 2017.8
- 2) Kawabe, A., Watanabe, S.: CONFIGURATION ANALYSIS OF URBAN CENTERS USING POLYCENTRISM INDICATORS – Urban form

- changes of Japanese cities in an era of shrinking population part 1-, Journal of Architecture and Planning (Transactions of AIJ), Vol.83 No.743, pp.137-144, 2018.1 (in Japanese)
- 川邊晃大, 渡辺俊: 多核性に関する指標を用いた都市圏中心核の形態分析 - 人口減少時代を迎えるわが国の都市圏の形態変化に関する研究 (その 1) -, 日本建築学会計画系論文集, Vol.83, No.743, pp.137-144, 2018.1
- 3) Amindarbari, R., Sevtsuk, A.: Measuring Growth and Change in Metropolitan Form, City Form Lab at the Singapore University of Technology and Design UAA2013 in San Francisco, 2013
http://media.voog.com/0000/0036/2451/files/20130320_final.pdf, (accessed 2017-5-2)
- 4) Osaragi, T.: INFORMATION LOSS MINIMIZATION FOR SPATIAL DATA REPRESENTATION, Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), Vol.68 No.574, pp.71-76, 2003.12 (in Japanese)
大佛俊泰: 空間データの視覚化のための情報量損失最小化法, 日本建築学会環境系論文集, Vol.68 No.574, pp.71-76, 2003.12
- 5) Kim, C., Onishi, T., Suga, M.: Study on Depopulation and Transformation of Urban Structure - For All Urban Areas in Japan from 1970 to 2000 -, Journal of the City Planning Institute of Japan, Vol.42, No.3, pp.835-840, 2007.10 (in Japanese)
金利基, 大西隆, 菅正史: 人口減少と都市構造の変容に関する研究 - 1970 年~2000 年までの日本の全都市圏を対象に -, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.42, No.3, pp.835-840, 2007.10
- 6) Ariga, T., Matsuhashi, K., Yonezawa, K.: Analysis on Regional Population Distribution Using Estimated Natural Change and Social Change - From Mesh-based National Population Census Data of 1980-2005 -, Journal of the City Planning Institute of Japan, Vol.46, No.3, pp.847-852, 2011.10 (in Japanese)
有賀俊典, 松橋啓介, 米澤健一: 自然増減と社会増減を明示的に考慮した地域内人口分布の変化 - 1980 年から 2005 年までの全国国勢調査・基準地域メッシュデータを用いて -, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.46, No.3, pp.847-852, 2011.10
- 7) Shimizu, H.: Observation and categorization of land use and population / household change in whole Japanese land by using third standard grid cell data - Focusing on urban land use -, Journal of the City Planning Institute of Japan, Vol.50, No.1, pp.107-117, 2015.4 (in Japanese)
清水裕之: 標準地域 3 次メッシュを用いた日本の国土の土地利用の変化と人口・世帯変化の観察と類型化 - 都市的土地利用に着目して -, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.50, No.1, pp.107-117, 2015.4
- 8) Kikuchi, R., Muromachi, Y.: Urban and Natural Landuse Changes in the Cities with Population Decrease by National Land Numerical Information, Journal of the City Planning Institute of Japan, Vol.50, No.3, pp.588-593, 2015.10 (in Japanese)
菊池亮太, 室町泰徳: 国土数値情報を用いた人口減少下の都市における都市的および自然的土地利用の変化に関する分析, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.50, No.3, pp.588-593, 2015.10
- 9) Takayanagi, S.: Relationship between poplation change and land use change used by land use subdivision mesh data - Focusing on population density and rate of population change -, Journal of the City Planning Institute of Japan, Vol.52, No.3, pp.459-466, 2017.10 (in Japanese)
高柳誠也: 国土数値情報土地利用細分メッシュデータを用いた人口動態と土地利用変化の関係性 - メッシュ人口密度・メッシュ人口変化率に着目して -, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.52, No.3, pp.459-466, 2017.10
- 10) Asano, J., Hara, N.: A Study on Characteristics of Shrinkage of Densely Inhabited Districts in Local Cities, Journal of the City Planning Institute of Japan, Vol.49, No.3, pp.651-656, 2014.10 (in Japanese)
浅野純一郎, 原なつみ: 地方都市における DID 縮小区域の発生状況とその特性に関する研究, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.49, No.3, pp.651-656, 2014.10
- 11) Hara, N., Asano, J.: A Study on Occurrence Factors and Residential Environment in Shrinkage of Densely Inhabited Districts in Local Non Area-divided Cities, Journal of the City Planning Institute of Japan, Vol.50, No.3, pp.886-891, 2015.10 (in Japanese)
- 原なつみ, 浅野純一郎: 非線引き地方都市における DID 縮小区域の発生要因と居住環境に関する研究, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.50, No.3, pp.886-891, 2015.10
- 12) Statistics Bureau of Japan, “Chiiki Messhu Tokei No Sakusei (Making Method of Regional Mesh Statistics)”,
https://www.stat.go.jp/data/mesh/pdf/gaiyo2.pdf, (accessed 2019-5-2)
総務省統計局, “地域メッシュ統計の作成”,
https://www.stat.go.jp/data/mesh/pdf/gaiyo2.pdf, (accessed 2019-5-2)
- 13) Eom, S., Suzuki, T.: On the Quantification of Mixed Land Use Patterns Forcusing on Adjacency, Intensity and Proximity - Classification Considering Mixed Land Use and the Relationship with Travel Behavior in Tokyo Wards Area -, Journal of the City Planning Institute of Japan, Vol.51, No.3, pp.867-874, 2016.10 (in Japanese)
厳先鏞, 鈴木勉: 用途間の隣接性・集積性・近接性の観点から見た混合土地利用パターンの定量化 - 東京 23 区における地区分類と手段別分担率との関係の分析 -, 公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.50, No.3, pp.886-891, 2015.10

注

- 注 1) 相対的な人口集中地区の規定に際しては圏域の規模に応じて選択される複数の基準を作成し、それに従って抽出することも可能といえる。しかし、それぞれの規模の圏域に対してどのような値を基準として設定するとより適切な RDID 抽出につながるかが明確でない以上はそうした複数基準について感覚的に設定せざるをえない。こうしたことから本研究では上記のような情報理論的アプローチを利用し、情報量という定量的な指標に基づいた基準値の設定を試みることにする。
- 注 2) 本研究で用いられる情報量損失最小化法に関してはデータを 2 分する 1 つの境界値を求めるのみであるため、データのソート後に各順位のデータ値を境界値として用いた場合の「情報量損失率:L」を小さい順位から順々に求めていくことで、L が最小となる境界値が簡単に求まる。
- 注 3) 情報量損失最小化法では、あらかじめデータのクラス分け後のクラスの個数を定めておく必要がある。また値が等しくデータ順位がタイの地区は一まとめにして 1 つのレコードとして扱う。
- 注 4) I_0 は原データによって一意に定まるので、式 (3) 中の分子「 $I - I_0$ 」が最小であるとき、L は最小となる。ここで、 $I - I_0$ は式変形するとクラス分け前の地点 i における分配確率の確率分布 (p_i) とクラス分け後の地点 i における分配確率の確率分布 (q_k ただし $i \in G_k$) の間のカルバック・ライブラー情報量 ($\sum_i p_i \log_2(p_i/q_k)$) に等しくなる。したがって情報量損失最小化法はクラス分け前後における地点 i の分配確率の確率分布間のカルバック・ライブラー情報量の最小化を行うことと同義と言える。
- 注 5) 総務省統計局「政府の統計窓口 (e-Stat)」より 1995~2015 年度の国勢調査結果に基づく 500m メッシュ常住人口データを入手し利用した。
- 注 6) 本研究では国土交通省「国土数値情報ダウンロードサービス」より全国の市町村の行政区域データを手し、各市町村の行政区域データと交差するメッシュ領域までを当該市町村の圏域として扱う。すなわち、RDID の抽出にあたっては対象市町村の行政区域データと交差するメッシュの人口密度データを用いる。
- 注 7) 本研究では市町村合併による影響を除くため、市町村圏域として 2015 年 1 月 1 日時点の行政区域データを固定して利用する。なお、政令市および東京 23 区については区部を一まとめにして 1 圏域として利用した。
- 注 8) 各期間で圏域総人口、RDID 人口、RDID 外部人口、RDID 人口比のいずれかの増減量が 0 である場合にはあえてどの変容類型にも分類せず、分析から除いた。
- 注 9) RDID の部分的縮小について縮小メッシュが隣接している場合、一塊の RDID 部分的縮小地域として扱う。

AN ANALYSIS ON URBAN SHRINKAGE TRENDS OF ALL JAPANESE CITIES VIA DETECTING RELATIVE DENSELY INHABITED DISTRICT

– Urban form changes of Japanese cities in an era of shrinking population part 2 –

Akihiro KAWABE^{*1} and *Shun WATANABE*^{*2}

^{*1} Urban Renaissance Agency, Master of Policy and Planning Sciences
(Former Grad. Student, Graduate School of Systems and Information Engineering, Univ. of Tsukuba)
^{*2} Prof., Faculty of Engineering, Information and Systems, Univ. of Tsukuba, Ph.D. in Eng.

To grasp the actual situations of urban shrinkage dispassionately is considered important for the urban planning in an era of shrinking population in Japan. For analyzing method of the urban shrinkage and urban structure changing in an era of shrinking population, Densely Inhabited District (DID) has been applied in some past studies as an index of urban area. As an issue of this method, shrinkage or urban structure change in the cities where no DID exist or the whole area is DID can't be analyzed.

In the previous paper, we identified Relative Densely Inhabited District (RDID) in whole Japanese cities as the relative population centers which are detected by an urban form analyzing method “Polycentricity” proposed in Amindarbari et al. (2013). the RDID identified in the previous paper is detected by relative density level and population level of each cities, therefore It can be detected in the cities where no DID exist and analyzing the city shrinkage with RDID shrinking as an index. However, the method of setting a density level for RDID in the previous paper tends to overestimate the density level at a large city. Although this setting method can be adjusted by decreasing a parameter to avoid overestimating, the density level with a decreased parameter tends to be underestimated at small cities.

In this paper, we improved the detecting method of RDID applying “Information Loss Minimization” proposed by Osaragi (2003). Applying this method of “Information Loss Minimization” to the setting of density threshold, It is expected that more appropriately RDID criterion can be decided in the sense that the information loss which occurs in classification of density data of the target city becomes the minimum. Furthermore, we identified the urban shrinkage or structure changes in Japanese cities and analyzed the changing those trends from 1995 to 2015 with the RDID applied “Information Loss Minimization” in this paper. The main findings are summarized as follows:

1. With regard to the urban structure, the trends of centralization became stronger. On the other hand, cities where density decreasing in whole area and population weight increasing in center area occurred at the same time tend to have a large proportion in each population size group.
2. The number of cities where the RDID area shrank under population decline is increasing in each population size group in each period from 1995 to 2015. Those cities accounted for about 72% of all Japanese cities in the period of 2010 to 2015. This trend can be confirmed in the group of larger cities which the number of cities where the RDID area expanded under population growth was occupied the majority among larger cities in the period of 1995 to 2000.
3. It was suggested that the number of cities where the RDID shrinkage occur at the central location was increased after the period of 2000 to 2005.

(2019年8月10日原稿受理, 2019年12月18日採用決定)