

IV-50

コンデンセーション法による北海道における地域間の結合特性に関する研究

専修大北海道短大 正員 足達 健夫
 北海道大学正員 山本 明
 北海道大正員 佐藤 馨一

1. はじめに

地域はそれを構成するより小規模の単位地域からなると考えるとすれば、単位地域間には地域事象の相互関係または作用が存在し、それにより全体の構造が形成されていると見ることができる。ここでいう地域事象の相互作用とは、具体的には人口・物資・財貨・情報などさまざまな移動主体の交流を指す。この相互作用は地域内部において一様ではあり得ない。すなわち相互作用の偏りを把握することは、地域の内部構造を知るためのひとつの視点であると考えられる。本研究ではこの相互作用を地域間の結合性と捉え、モデルケースとして北海道における自動車交通流動に着目した。北海道内の212市町村を単位地域とし、その結合の特性を地域間結合度により考察した。そのうえで、個々の単位地域相互の結合から全体の構造を把握するために集約化手法を用い、交通流動による大局的な市町村間結合特性の分析を行った。

2. 交通流動から見た地域間の結合

市町村間における交通流動に着目するとき、従来は交通量をそのまま市町村相互の結びつきの尺度と見るか、あるいは各市町村発生量に対する交通量を算出して流出率を求めることで交通流動を評価してきた。前者は交通の絶対量であり、後者は発地を基準とした相対量である。後者の流出率は発地から見て着地が交通上どの程度の重要性を有するかを表す指標である。したがってそれは発地にとってのみ意味を持ち得るものであり、着地からは当該交通流動が自ゾーンにとっていかなる意味を持つかは評価できない。この発着2地域だけの結合の評価に限って考えるとすれば、着地にとって発地がどれほどの重要性を持つかをも考慮すべきであると考えられる。ある交通流動に対して、これを発地からのみならず着地からもその重要度を評価できるようにすれば2地域間の結びつきを発・着双方から評価できる。そこで発地における流出率と、着地における流入率を同時に考慮するために、これらの相乗平均をとり、これを地域間結合度とする。

$$c_{ij} = \sqrt{\frac{t_{ij}}{\sum_j t_{ij}} \times \frac{t_{ij}}{\sum_i t_{ij}}} = \frac{t_{ij}}{\sqrt{\sum_j t_{ij} \sum_i t_{ij}}} \quad \text{式1}$$

式1を用いて地域間の交通流動による結びつきの評価を行う。

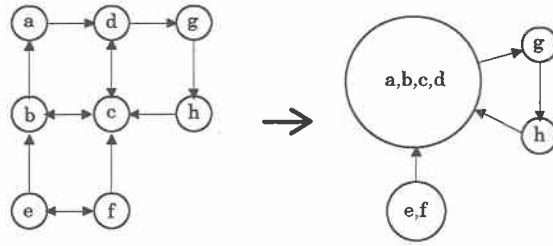


図1 コンデンセーション法によるグラフ構造の集約化

3. コンデンセーション法による地域間結合の集約化

(1) コンデンセーション法

単位地域間の結合性から見た地域全体の構造を把握するためには、単位地域数が増加することにより構造が複雑化するという問題を解決する必要がある。すべての単位地域間の結合関係をそのまま把握しようとする限り、単位地域数が増加すれば全体の構造把握は困難なものとなる。全体の構造的特色が把握できるように、単位地域間の複雑な結合状態を検討するためには、大局的な構造化手法を必要とする。

コンデンセーション condensation (凝縮・集約) 法は、グラフ論的なリンク・ノードの関係の、全体的な構造特性を抽出しようとするものである。分析対象がその構成単位の集合であり、かつ構成単位間の相互作用が評価されている場合には望ましい手法である。全体構造からそのコンデンセーションを得るために、コンポーネント component という概念を用いる。コンポーネントは、各構成単位間の関係について、一定の規準を満たす関係にあるすべての単位をひとまとめ、あるいは塊と考える。従ってコンデンセーションとは、もともとの全体構造を、このようなコンポーネント間の関係として表現した構造形態を指す。

(2) コンデンセーション法による構造の集約過程

構成単位あるいはコンポーネント間の関係には向きがあり、それをノード間を結ぶ矢印で表現すると、例えば図1左のようなものが描かれる。これを出発点とする。まず a~f の構成単位のうち、相互に矢印を向けているものをまとめてひとつの集合 (コンポーネント) C_{1m} とする。すなわち、

$$C_{11}=\{b, c\}, C_{12}=\{c, d\}, C_{13}=\{e, f\}$$

第2に、 C_{1m} 以外の構成単位が C_{1m} 内の構成単位と相互に矢印で結ばれている場合、それらをまたひとつの集合とする。例の場合、c は $d(\in C_{12})$ と相互に結ばれている。このとき c はすでに b と、コンポーネント C_{11} を形成しているので、c だけではなく b も、d に結ばれていると考える。結果的には C_{11} と C_{12} が集約されることになる。これを C_2 とする。

$$C_2=\{b, c, d\}$$

第3に、構成単位 a は b, d とそれぞれ片方向の矢印で結ばれているのでこの状態では集約されないが、新たに形成された C_2 を対象として見れば矢印は双方向となる。なぜなら b, d は共に C_2 に属しているからである。ここに a を集約して C_3 とする。

$$C_3=\{a, b, c, d\}$$

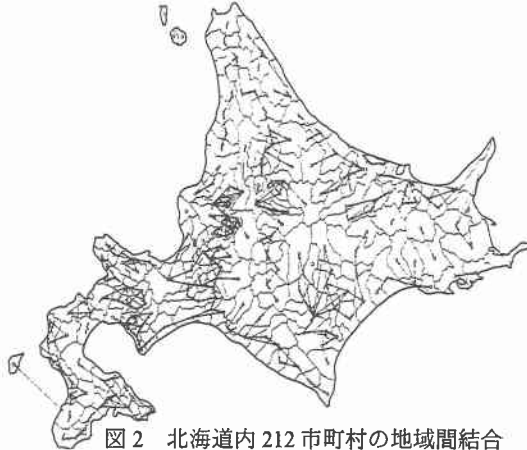


図2 北海道内212市町村の地域間結合

例の場合、これ以上の集約は不可能である。一度も集約されなかった g, h も、それ自体がコンポーネント C_{01}, C_{02} であると見れば、最終的に得られるコンデンセーションは図1右のようになる。

$$C_{01}=\{g\}, C_{02}=\{h\}, C_{13}=\{e, f\}, C_3=\{a, b, c, d\}$$

(3) 地域の結合構造におけるコンデンセーション法

以上の基本的な考え方を、地域間の結びつきという相互作用に応用する。ここで前述の地域間結合度 C_{ij} を集約過程における規準とする。コンデンセーション法を地域構造に応用するにあたり、つぎの点が基本との相違である。すなわち、基本では集約対象となるグラフは、すべて同じ有向リンクから構成されるが、単位地域間を結ぶ有効リンクはそれぞれ C_{ij} という大きさを持つため、得られるコンデンセーションはひとつではない。従って C_{ij} の大きさを考慮して集約の順序を決める必要がある。 C_{ij} について、 $i \rightarrow j$ 、または $i \leftarrow j$ なる有向リンクを片側結合、 $i \leftrightarrow j$ なる有向リンクを両側結合と呼ぶことにする。基本的な考え方では両側結合であればその時点でコンポーネントとして集約するが、地域間結合度を考慮する場合は C_{ij} の大きい両側結合から集約を始める。すなわち閾値を設け、ある閾値のもとで両側結合たり得ていればコンポーネントとする。

以上のような考え方を、北海道内市町村の地域間結合構造に適用する。まず以下に、地域間結合度による評価分析を述べる。

4. 自動車交通流動から見た北海道内市町村の結合構造

(1) 北海道全域における地域間結合度による結合評価

市町村を構成単位として、212 単位地域について行った地域間結合度による分析の結果を図 に示す。この図ではあらかじめ $C_{ij} = 0.023$ 以下のリンクは取り除いてある。この状態では札幌市から北東に石狩・空知地方をほぼひとかたまりとするリンクの稠密地帯や、渡島半島を横断せずに沿岸部づたいにリンクが延びる地域も見られる。このように着目する C_{ij} を適度に設定すると、有向リンクの偏りが顕著に現れることがわかる。この中でほぼ支庁境界内のみリンクが存在する十勝支庁を取りあげ、コンデンセーション法により支庁内の市町村間の結合構造の把握を行った。



図3 十勝支庁

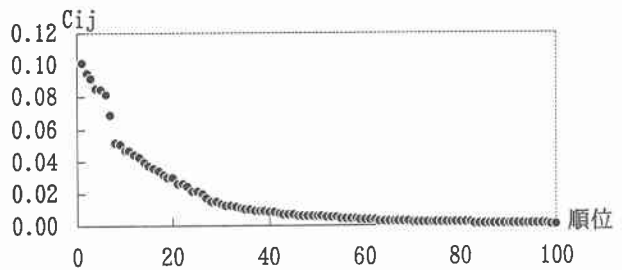


図4 十勝支庁 20市町村 OD^{ペア}の Cij 順位規模曲線



図5 Cij が第7位まで



図6 Cij が第20位まで



図7 Cij が第40位まで

(2)十勝支庁 20市町村におけるコンデンセーション

20市町村間では、内々交通を除くと $20^2 - 20 = 380$ の OD が存在することになるが、このうち 280OD については地域間結合度 C_{ij} が 0 かきわめて小さいため、上位 100OD について検討を行った。100OD ペアの C_{ij} の規模と順位を図 4 に示す。曲線の遷急点 ($C_{ij} = 0.060$ 付近) のある第 7 位まで、また第 20 位・第 40 位までの OD ペアについて、両側結合となっているものを対象にコンデンセーションを求めた (図 5~7)。交通の絶対量や流出率による評価では、帯広市が多くの周辺市町村との結合の中心となるが、このコンデンセーションではまず上位の C_{ij} で中札内・更別・忠類を中心とした南部にコンポーネントが形成され、それが太平洋岸に沿って伸長していくのがわかる。 C_{ij} が大きいほど流出率・流入率が大きい OD であるから、大きな C_{ij} のもとで形成されたコンポーネント内の市町村は、流出先数・流入先数ともにあまり多くない、比較的多様性の低い交通で結ばれた地域であると考えられる。

5. おわりに

本研究では、グラフ構造の大局的集約手法であるコンデンセーション法を用い、地域間結合度による評価によって得られた地域間の結合構造をより把握しやすいものとした。212 にのぼる多数の単位地域間の相互作用の包括的な考察において、本研究は意義のあるものと思われる。今後の課題としては、地域間結合度の指標としての性質の整理、コンポーネントの時系列的な変容の詳細な分析などが挙げられる。