

都市分布からみた道路ネットワーク分析

秋田大学 正 員 木村 一裕

秋田大学 正 員 清水浩志郎

秋田大学 学生員 ○木村 宣幸

1. はじめに

わが国の道路は、生産基盤および生活基盤として国民生活の向上に貢献してきた。しかし、今後、生活水準の質的向上や、地域間交流、国際交流の活性化などとともに、道路においてもより多面的な機能を発揮することが要求されるであろう。すなわち、道路は単に通過する交通を処理する機能だけにとどまらず、よりよい地域社会の形成を補助するというネットワークとしての機能も重要になってきたといえる。ネットワークとしての道路の分析には、都市の空間的配置などの問題を考慮する必要がある。これらをふまえたうえで、都市を効率的に連結できるネットワークが策定できるものと考えられる。

ネットワーク分析の視座として、従来、密度論的考察やネットワークの連結性、近接性を分析したものが主であった。そのほかに、本研究室ではリンクの階層性を考慮した冗長性(リンクの余裕度)からの分析も試みている¹⁾。さらにその他のアプローチとして、ネットワーク分析には都市の分布形態の問題が内在していると考えられる。しかし、都市の分布形態からネットワークの評価を行なった研究例はみられない。

以上の観点に基づき、本報告は空間的配置問題として都市の分布形態に着目し、都市の分布形態を考慮したときのネットワークの評価を行なうことを目的としている。なお、分析の対象地域として東北6県を取りあげ、ノードとして市制都市、リンクとして国道を使用した。

2. 地域内のネットワークの評価

グラフ理論によるネットワークの評価は、連結性、近接性を評価する指標など様々なものがあるが、本報告ではネットワークの連結性および近接性を任意のオーダーから評価できる手法¹⁾を適用した。これをグラフ理論で用いられる(0,1)データを使用して分析した。その分析結果を表1に示す。表より、宮城県、山形県はオーダーの上昇にしたがい、ネット

表1 ネットワークの連結性と近接性

県名(オーダー)	連結性	近接性	県名(オーダー)	連結性	近接性
青森県 (1)	0.357	1.000	秋田県 (1)	0.361	1.000
(2)	0.679	1.474	(2)	0.639	1.435
(3)	0.750	1.619	(3)	0.750	1.667
			(4)	0.778	1.750
岩手県 (1)	0.269	1.000	山形県 (1)	0.244	1.000
(2)	0.590	1.543	(2)	0.564	1.568
(3)	0.744	1.845	(3)	0.859	2.060
(4)	0.821	2.047	(4)	1.000	2.333
(5)	0.846	2.136			
宮城県 (1)	0.327	1.000	福島県 (1)	0.267	1.000
(2)	0.600	1.455	(2)	0.600	1.556
(3)	0.818	1.867	(3)	0.800	1.917
(4)	0.927	2.118			
(5)	1.000	2.327			

ワークの連結性が1.0で終了しているのに対し、その他の県では1.0より低い値で終了している。さらに、近接性で最も高い伸びを示した地域は山形県で、ついで宮城県となった。

3. 都市の分布形態

対象6地域の都市の分布がどのような形態をみせているかを最近接距離法²⁾を適用して分析を行なった。最近接法は理論的な最近接平均距離と観測された平均最近接距離との比である最近接尺度を評価する手法で、分布形態がランダム型であるとき(=1)を基準として、値がそれ以上であれば均等分布、またそれ以下なら凝集分布であることを表わしている。

表2は得られた結果を地域別に表わしたものである。表より、いずれの県も都市の最近接尺度はすべて1以下であるために、凝集分布かランダム分布のどちらかであることがわかる。それを検定するために「東北地方の都市分布はランダム型である」という帰無仮説をたて、有意水準差により検定を行なっ

表2 東北各県の都市の分布パターン

地 域	青森県	岩手県	宮城県	秋田県	山形県	福島県
ノード数	8	13	11	9	13	11
最近接距離	13.33	13.00	5.33	17.85	9.48	15.73
理論平均距離	16.77	17.04	12.87	17.96	13.39	18.57
最近接尺度	0.795	0.763	0.414	0.994	0.708	0.847
有意差	なし	なし	あり	なし	あり	なし
分布形態	ランダム	ランダム	凝集	ランダム	凝集	ランダム

た。その結果、宮城県、山形県の値が有意水準5%で帰無仮説は棄却され、都市は凝集型の分布であることがわかった。その他の県はいずれも帰無仮説は採用され、都市はランダムに分布している。

4. 分布形態とネットワークとの関係の評価

これまでの分析の結果、宮城県、山形県の都市の分布パターンやネットワークの諸指標で、他県とは異なった形態がみられた。すなわち、都市分布と都市を連携するリンクの間にはなんらかの関連性があり、それらがお互いに影響を及ぼしあっていると考えられる。そこでこれらの関係を把握するため、非線形回帰分析を適用して分析を行なった。

はじめに、連結性と都市の分布やノード数との関係を式(1)として提案し、各地域で分析した。

$$CI(\delta) = \left(\frac{1}{N}\right)^{\alpha} \cdot R^{\beta} \cdot O^{\gamma} \dots(1)$$

ここで、

CI(δ)：各オーダーの連結性指標

N：地域内のノード数

R：分布パターンの最近接尺度

O：オーダー（各ステップでの影響の考慮）

α, β, γ：パラメータ

この式を調査対象地域に適用すると表3に示したような結果が得られた。表の中で、対象6県全地域を対象とした結果をみると、パラメータがRの項で負の値をとっている。これは都市の分布形態が凝集型の地域ほど、連結性が低くなっていることを意味している。さらに、Nのパラメータが正の値をとっていることから、ノード数が多ければ多いほど連結性は低い。Oのパラメータγに関しては、正の値をとっており、オーダーがあがるにつれて連結性も向上しているといえる。地域別にみると、ノード数とオーダーに関係するパラメータはいずれも、おおむね安定しているが、分布パターンに関係するパラメータは地域によって大きな差がみられた。これはランダム型で都市が分布している地域のRの値はほぼ1.0であるため、この変数の乗数が大きな値をとることによって、他の変数とのつりあいをとったためと考えられ、ランダム分布の特徴であるといえよう。

次に、分布形態と近接性指標間の関係を(2)に示すような式として提案した。

$$AI(\delta) = \alpha \cdot N^{(\beta \cdot R)} \cdot O^{\gamma} \dots(2)$$

ここで、AI(δ)は近接性指標を表わしている。そして、それらを地域別に計算し、その結果をまとめたものを表4に示した。表中のパラメータの符号より、近接性指標が高い値をとるためには、ノード数を増すか、あるいはその形態を凝集分布にすればより高まることがわかる。

表3 地域別にみた連結性の分析結果

式	$CI = \left(\frac{1}{N}\right)^{\alpha} \cdot R^{\beta} \cdot O^{\gamma}$			
パラメータ	α	β	γ	相関指数
全地域	0.4353	-0.1083	0.6338	0.9362
青森県	2.8047	-21.4647	0.6110	0.9554
岩手県	2.1704	-16.8067	0.5755	0.9545
宮城県	2.3619	-5.3280	0.6280	0.9849
秋田県	0.9865	-222.4630	0.4444	0.9522
山形県	1.4109	-6.9209	0.9177	0.9885
福島県	1.4975	-13.6838	0.8964	0.9894

表4 地域別にみた近接性の分析結果

式	$AI = \alpha \cdot N^{(\beta \cdot R)} \cdot O^{\gamma}$			
パラメータ	α	β	γ	相関指数
全地域	1.1212	-0.0383	0.4875	0.9591
青森県	14.2679	-1.6003	0.4592	0.9753
岩手県	8.1081	-1.0964	0.5414	0.9617
宮城県	1.8891	-0.5765	0.4286	0.9500
秋田県	1.0479	-0.1218	0.5920	0.8198
山形県	6.8904	-1.0874	0.3540	0.9919
福島県	1.7626	-0.2812	0.5807	0.9982

5. むすび

本報告では空間的配置問題として都市の分布形態に着目し、都市の分布形態を考慮したときのネットワークの評価を行った。その結果、都市の分布形態はノード数やオーダーとともにネットワークの評価手法である連結性、近接性に大きく関係していることがわかった。今後、分布形態を連結性および近接性を同時に分析できるような総合的なネットワーク形態の評価や、都市の分布形態に適合したネットワークの策定を行ないたいと考えている。

【参考文献】

1) 木村,清水：都市を連携する道路ネットワークの評価手法について、日本都市計画学会学術研究論文集第22号、P493-498、昭和62年
2) Clark&Evans:Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in population,Ecology,35,445-453,1954