

鳥取大学工学部 正会員 岡田憲夫
鳥取大学大学院 学生員 ○田中成尚

1. はじめに 近年の道路網の形態と機能は複雑化しており、それに見合った道路網整備水準の測定把握が必要である。しかし必ずしもこのような要請に応えるような計量指標化の方法の研究はあまり進んでいないとはいえない。そこで本研究ではこのような視点から道路網をネットワークとしてとらえた場合の整備水準の計量指標化の方法について検討する。

2. 道路の線的機能特性と位相構造 道路を一つの線分(路線あるいはその部分としての区間)としてみた場合の道路機能を線的機能特性とよぶことにする。この線的機能には次のようなものがある。まず道路機能を物理的かつ直接的に特徴づけるものとして、(1)道路構造(路線延長、幅員)と交通量、また社会経済的かつ間接的に特徴づけるものとして、(2)沿線の地域活動および土地利用形態(沿線人口、沿線施設の製造品出荷額)、(3)ポテンシャルとしての条件(人口の伸び率、沿線施設の製造品出荷額の伸び率)がある。

そこで本研究では線的機能としての各道路機能の評価と各道路の有機的な接合構造(位相構造)の評価を同時に計量化する数学的手法を提示するとともに、このようにして位相構造と線的機能を併せ考慮した場合の各道路の整備度の評価を試みる。ついでこのようにして求められた各道路の整備度をネットワーク全体について総合評価する方法論を構築する。

3. グラフ理論の適用 グラフ理論を道路ネットワークに適用する一つの方法として、交差点を頂点(ノード)とみなし、交差点間の道路(区間)を辺に対応づける方法を考える。図-1は交差点 C_i ($i=1, 2, \dots, 6$)と路線 r_i ($i=1, 2, 3$)からなる道路網である。この道路網を上記の方法によってグラフで表すと図2が得られる。この図において t_{ij} は交差点 C_i と C_j の間の道路の線的機能を表す特性値である。このグラフを行列で表すと式(1)が得られる。

$$X_c = \begin{pmatrix} 0 & t_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ t_{21} & 0 & t_{23} & t_{24} & 0 & 0 \\ 0 & t_{32} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & t_{45} & t_{46} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & t_{54} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & t_{64} & 0 \end{pmatrix} \quad (1)$$

またもう一つの方法として路線をノードとし、路線間のつながりをリンクに対応づける方法を考える。図1をこの方法で道路網グラフに表すと図3が得られる。このグラフを行列で表すと式(2)のようになる。

$$X_r = B \times C = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} k_1 & 0 & 0 \\ 0 & k_2 & 0 \\ 0 & 0 & k_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & k_3 \\ 0 & 0 & k_3 \\ k_1 & k_2 & 0 \end{pmatrix} \quad (2)$$

この式において B は路線間のみつながりを表す行列であり、 C は各路線の線的機能の特性値を対角要素にもつ重み行列である。ここでこれら二つの方法によって得られる行列 X_c 、 X_r は道路網の線的機能特性と隣接構造を同時に表す行列となる。これら二つの行列より、各路線あるいは区間の順位付けを行なうために、カッツの地位指数求める方法を適用する。ここでは交差点をノードとみなす場合を考えるが、路線をノードとみなす場合も X_c を X_r でおきかえれば全く同じ考え方があてはまる。式(3)は X_c を k 乗したときの (i, j) 要素を $x_{ij}^{(k)}$ で表したものである。ここで $x_{ij}^{(k)}$ はノード C_i から C_j へ k 段階で到達する経路の特性値を

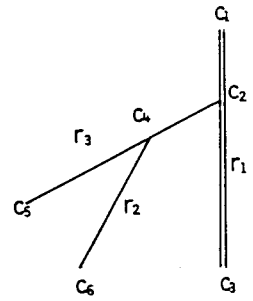


図1 道路網図

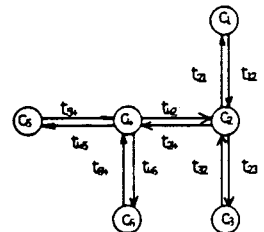


図2 交差点をノードとした場合のグラフ

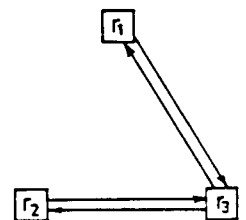


図3 路線をノードとした場合のグラフ

$$X_c^k = [X_{c_{ij}}^{(k)}] = \begin{bmatrix} X_{c_{11}}^{(k)} & X_{c_{12}}^{(k)} & \dots & X_{c_{1n}}^{(k)} \\ X_{c_{21}}^{(k)} & X_{c_{22}}^{(k)} & \dots & X_{c_{2n}}^{(k)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{c_{n1}}^{(k)} & X_{c_{n2}}^{(k)} & \dots & X_{c_{nn}}^{(k)} \end{bmatrix} \quad (3)$$

を表すもので $(k-1)$ 個の区間の特性値の積で表される。また C_i から C_j へ到達する k 段階の経路が複数あるときは $X_{c_{ij}}^{(k)}$ は各経路の特性値の合計値となる。ここでは同じ交差点を二度以上通る経路(冗長な経路)を取り除いた行列を用いて計算を行なうことにする。冗長な経路を取り除いた行列には""をつけてあらわすことにし、カットの方法に習って k 段階までの経路の特性値を持つ行列 V を式(4)のように定義する。

$$V = a \hat{x}_c + a^2 \hat{x}_c^2 + a^3 \hat{x}_c^3 + \dots + a^k \hat{x}_c^k \quad (4)$$

式(4)において a は一定の割合で影響力の減る割合を表している。この行列 V より各交差点の地位指数はベクトル $v = 1^T V$ で表される。ここで 1 は各要素が1の列ベクトルであり、 1^T はその転置ベクトルを表すものである。交差点をノードとした場合の道路区間 (i, j) の地位指数はノード i の地位指数 $v(i)$ とノード j の地位指数 $v(j)$ の平均 $(v(i) + v(j))/2$ を用いることにする。

4. ケーススタディ ケーススタディとして、鳥取県東部、中部、ならびに西部地域を取りあげる。特に東部地域については区間及び路線の評価を示す。図4は東部地域の国道を表すものである。係数 k の値としては幅員、交通量、沿線人口、あるいは沿線施設の製造品出荷額を用いる。またこれらの係数を使って計算された地位指数をそれぞれ H, K, P, S で表す。図5, 6は路線をノードとした場合の H, K を表すものである。これらの図は各路線を4階級に分けてプロットしたもので、太い実線はランク4(最大)、細い実線はランク3、一点鎖線はランク2、点線はランク1(最小)を示している。この図より国道9号線、29号線、53号線の3路線が重要な骨格をなしていることがわかる。また国道29号線、53号線は9号線に比べて幅員からみた道路構造が高い整備水準にあるのに、実際の交通量からみた整備度はやや低い水準として評価されることが分る。

図7は交差点をノードとみなした場合の H を示す。この図よりこの圏域の幅員を特性値とした位相構造は鳥取市街部を中心にしてランクが下がっていく構造をなしていることが分る。次に鳥取県内の3圏域を比較するために交差点をノードとした場合の各地位指数の平均をとったものを表1に示す。これより物理的規模よりみた場合の H, K は西部地域の道路網がやや高い整備水準を示すが、地域活動からみた場合の P, S は東部地域がより高い値を示していることが分る。また中部地域はいずれの場合も低い値を示しており、中部地域の道路網は必ずしも整備されていないことを暗示している。

5. おわりに 以上本研究では、交差点および路線をノードとした場合の2つの方法によって道路構造の計量指標化を試みたが、詳細については講演時に言及する。

(参考文献)

- 1) 建設省中国地方建設局、鳥取県、「鳥取県中部定住圏道路網整備基本計画報告書」

昭和58年

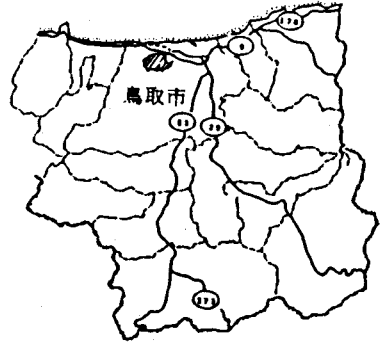


図4 東部地域の概況



図5 路線ノード, (H)

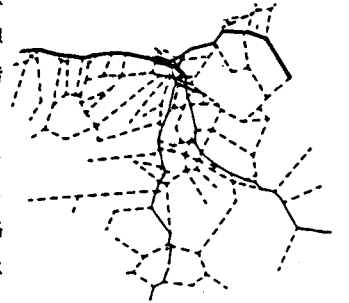


図6 路線ノード, (K)

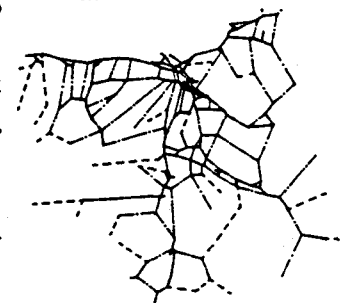


図7 交差点ノード, (H)

表1 各地位指数の平均

	東部	中部	西部
H	0.166	0.156	0.317
K	0.158	0.110	0.164
P	0.593	0.175	0.510
S	0.570	0.014	0.375