土木学会東北支部技術研究発表会（昭和63年度）

Ⅳ－１７　道路網形態の評価に関する一考察

秋田大学　正　員　清水浩志郎
秋田大学　正　員　木村　一裕
秋田大学　学生員　○高寺　寿一

1．はじめに

道路網に関する分析方法は，大別すると機能評価と形態評価とに分けられる．機能評価は，ノード間の結びつきによる連結性，近づきやすさによる近接性などから評価されることが多い．一方形態評価では，パターンの分類などが一般的である．道路網の機能が形態によって何らかの制約を受けることは容易に想像できるが，従来，両者は個々に論じられることが多い．以上の観点から，本報告では基本的な道路網形態について，その形態と機能レベルの関係について考察を行なった．

2．機能評価

道路網の形態はノード間の結びつきだけを考えれば，完全グラフが最も望ましい形態であるといえるが，リンク数が膨大になるため現実的な形態とはいえない．むしろ実際のネットワークは，三角形や四角形などの基本的な図形だけで構成されていることが多い．そこで，ここでは三角形・格子・対角格子を基本図形とし，これらの図形を複数個組み合わせた道路網について，機能と形態の関係を分析する．

ネットワークの機能については，筆者らが用いている連結性指標Ｃおよび近接性指標Ａ[1]により，幾つかの例について分析した．その結果ノード数が同じであれば，道路網の機能レベルは，対角格子網，三角網，格子網の順に高いという結果が得られた．

3．形態評価

ネットワークの形態を識別する指標には，James[2]による次式に示すＳ－Ｉ示数がある．

$$S = \mu_3 / \mu_2 \quad \cdots (1)$$

$$I = \mu_2 / \mu_1' \quad \cdots (2)$$

ここで

$$\mu_1' = \bar{\ell} = \frac{1}{N}\sum_{\ell=0}^{\delta} f_\ell \cdot \ell$$

$$\mu_2 = \frac{1}{N}\sum_{\ell=0}^{\delta} f_\ell (\ell - \bar{\ell})^2$$

$$\mu_3 = \frac{1}{N}\sum_{\ell=0}^{\delta} f_\ell (\ell - \bar{\ell})^3$$

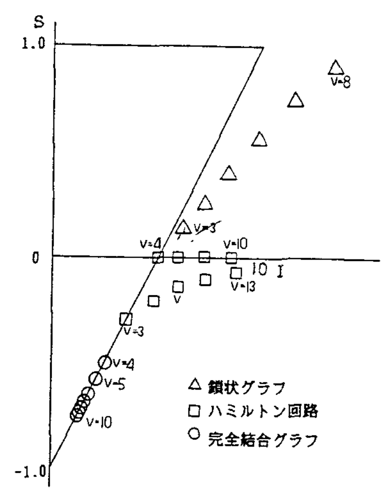
（f_ℓはℓの度数，$N = \sum_{\ell=0}^{\delta} f_\ell$ ）

δはダイアメターであり，μ_1', μ_2, μ_3はノード間のトポロジカルな距離に関する最短路ℓについての，それぞれ１次，２次，３次積率である．

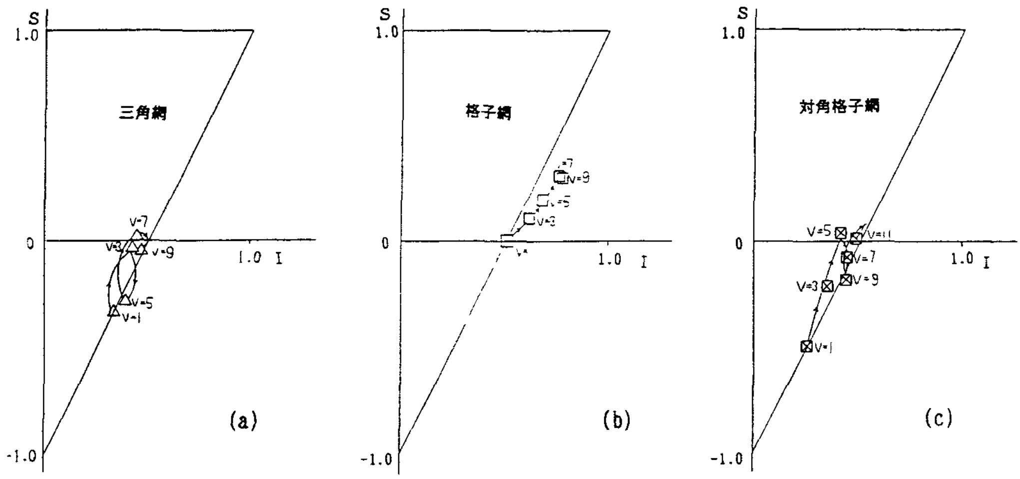
Ｓ－Ｉ示数は，形態が全く異なるにもかかわらず，グラフ言語で記述されたある種の指標では同等に評価されてしまうネットワークを識別することが可能である（図－１）．このＳ－Ｉ示数により三角網，格子網，対角格子網ネットワークを示したのが図－２である．図からもわかるように，対角格子網，三角網（いずれも完全グラフ）は基本形の増加にともないＳは０に近づき，Ｉのばらつきが減少する．また格子網はＳ，Ｉともに増加していく傾向にあり，基本図形が複数個組み合わされた道路網においても，形態の相違が明らかである．

4．基本モデルの特性

Ｓ－Ｉ示数により，道路網の形態の相違はある程度識別できるが，Ｓ－Ｉ平面は道路網の機能レベル



図－１



図－2

の表現には必ずしも適しているとはいえない．それはS，Ｉがともに積率の比を示す値であるためと思われる．

ところで，Ｉにおける１次積率μ_1'は距離の平均値であるあるから，近接性指標Ａと同様の性質を持っている．またμ_1'の性質がわかれば，Ｓ－Ｉ平面から，μ_2やμ_3の性質についても把握することが可能となる.そこで１次積率μ_1が形態によってどのよう性質を持つのかについて考察する．

多くの同一基本形で構成される大きなネットワークに，新たに基本形を一つ加えることを考える．基本形の増加にともなう平均距離の増分を$\Delta\mu_{1k}$，$\Delta\mu_{1t}$，$\Delta\mu_{1s}$とし，ノード数の増加すなわちダイアメターの増加による平均距離の増分は計算により，以下の通りである．

（ａ）三角網の平均距離

$$v=(\delta+1)(\delta+2)/2$$

$$\Delta\mu_{1s}=\frac{1}{(v+1)^2}\left\{\sum_{\ell=1}^{\delta}(3\ell-1)\cdot\ell\right\}\fallingdotseq 4.0/\delta$$

（ｂ）格子網の平均距離

$$v=((\delta+2)/2)^2$$

$$\Delta\mu_{1k}=\frac{2}{(v+2)^2}\left\{\sum_{\ell=2}^{\delta}(2\ell-1)\cdot\ell+1\right\}\fallingdotseq 21.8/\delta$$

（ｃ）対角格子網の平均距離

$$v=(\delta+1)^2$$

$$\Delta\mu_{1t}=\frac{2}{(v+2)^2}\left\{\sum_{\ell=2}^{\delta}(4\ell-2)\cdot\ell+3\right\}\fallingdotseq 2.7/\delta$$

このときの$\Delta\mu_1$の値から格子網が対角格子網，三角網に比べて平均距離の増加率がかなり高いことがわかる．すなわちノード数が増加すれにつれ平均距離が累積的に長くなることを示している．これに対し，対角格子網，三角網はノード数の増加に比べ平均距離の増加が少ないコンパクトなネットワークであるといえる．

５．おわりに

本研究では，ネットワークの機能と形態の関係について若干の考察を行なった．その結果，対角格子網や三角網で構成されているネットワークが，格子網で構成されているネットワークより望ましいことがいえる．三角網と対角格子網ではネットワークのもつ余裕度の点で対角格子網の方が優れているといえよう．一方，三角網は少ないリンク数で対角格子網に近い機能を持つ点で優れている．今後は，他の基本モデルでの分析や他の特性値との関わりなどを分析することによって，道路網のもつ機能と形態の関係をより明確化したいと考えている．

＜参考文献＞

[1]木村一裕・清水浩志郎(1987):都市を連携する道路ﾈｯﾄﾜｰｸの評価手法について，都市計画別冊

[2] G.A.JAMES,et al.(1970):SOME DISCRETE DISTRIBUTIONS FOR GRAPHS WITH APPLICATIONS TO REGIONAL TRANSPORT NETWORKS