

IV-212 微分フラクタル次元を用いた 道路整備水準指標に関する研究

関西電力㈱ 正員 牧 克敏
筑波大学 正員 黒川 洸
筑波大学 正員 石田東生

1. はじめに

従来、道路整備水準の評価指標は数多く考えられているが、道路機能評価に関する研究はグラフ理論を用いた方法で都市間道路の形状と機能について触れられており、都市内道路網の形状を考慮したものは少ない。これは、形状というものが定量化しにくく科学の対象として捕えにくかったためである。

本研究は、街路網の形状を考慮した整備水準の評価指標の考案を念頭に置き、最近各分野で研究が進められているフラクタル理論を用いて、街路網の形状を定量化しその整備水準を表わそうとするものである。

2. 研究の方法

本研究では、道路整備水準と形状を結び付けるものとして道路の段階構成に着目する。道路の段階構成は道路網整備において必要とされるもので、重視する機能を道路毎に分担させるものである。形状だけに限って考えれば、高規格道路は円滑な交通を重視するため線のネットワークを、低規格道路は沿道へのサービスを重視するため面的ネットワークをとると考えられる。この面的か線のかということを経路の定量化指標であるフラクタル次元によって表し、道路を機能別に分類することが出来れば、段階構成の持つ形状的な一面が表せる。

3. フラクタルと微分フラクタル次元

自己相似性を持った複雑な図形や現象をフラクタルと呼び、このフラクタルの複雑さを定量化する指標がフラクタル次元であり非整数値をとる。これは厳密なものではなく様々な定義がなされているが、その中で、フラクタル理論を広範囲に用いるために完全な自己相似性を持たない場合でも定義できる微分フラクタル次元と呼ばれるものが提案されている。道路網は完全な自己相似性を持たないため、本研究では次式に示す微分フラクタル次元を用いる。

$$D(r) = -\frac{\log \{N(r')/N(r)\}}{\log(r'/r)} \quad \text{ただし、} r' = r/2$$

r : 粗視化の度合い(対象の地図を分割するときのマスの一辺の長さ)

$N(r)$: 対象道路を含むマスの個数

4. 基本パターンによるシミュレーション

本研究では道路網の特徴として密度と形状を考えている。道路網の特徴に対するフラクタル次元の性質を見るために格子網、放射環状網、対角格子網三角網、平行線を用いて、シミュレーションを行なった。一つの網パターンに対して粗視化の度合いを変えてフラクタル次元を計測するというものである。網パターンの特徴は一つの曲線として表される。密度を変化させると、密度が高くなるほど曲線の勾配が急になっていく。図1は格子網で密度を変えてフラクタル次元を計測したものである。密度が高くなるにつれて曲線の勾配が急になっているのが分かる。このことは他のパターンについても確認できた。次に形についてであるが、形状の違いがフラクタル次元によって表せることが分かっている。しかし、曲線の変化を見ることによって網の形状を知るのは困難である。この曲線の違いは、密度が低いほど大きく密度が高くなるにつれて小さくなる。

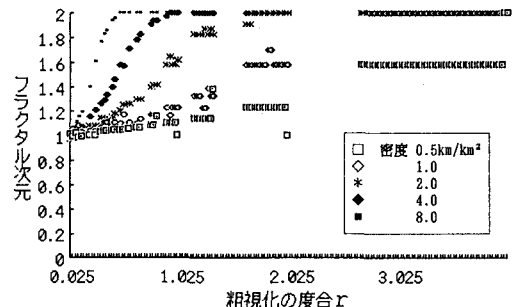


図1 密度の変化とフラクタル次元

5. 実道路網への適用

まず、微分フラクタル次元によって道路網の特徴が表されることを京都を例に説明する。

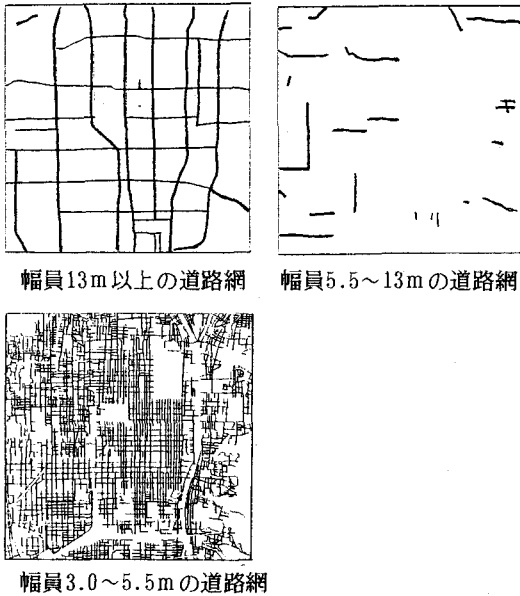


図2 京都の幅員別ネットワーク

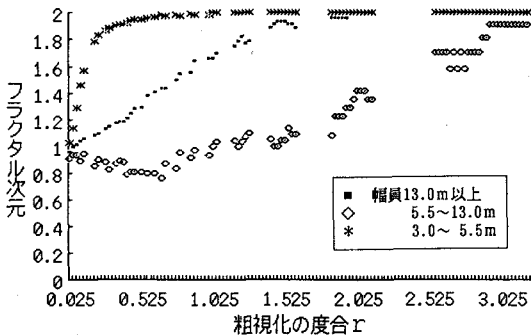


図3 京都の道路網の微分フラクタル次元(幅員別)

図2は京都の幅員別のネットワークを表わしたものであり、図3はこの分類別にフラクタル次元を表したものである。粗視化の度合い r を大きくしていく次元が2になると、その道路網は対象地域全体に広がっているということがいえる。逆に粗視化の度合いを大きく、例えば10kmにしても2次元にならないということは対象地域を粗視化の度合いの半分5kmの正方形に分割しても道路を全く含まないブロックが存在するということである。幅員3.0~5.5mの道路網は次元を表す曲線の勾配がゆるやかで、道路が少ないことが分かる。また、次元が1より小さい値を示すことがあり、線というより点に近いという形状をよく表している。

次に、つくばと世田谷の道路網についてフラクタル次元を計測し比較した。(図4)

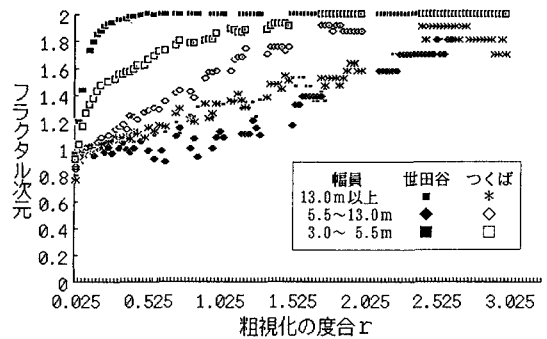


図4 つくばと世田谷の道路網の次元(幅員別)

以上のことから、道路分類ごとの網構成の違いをフラクタル次元を用いることによって表わせることが示せた。

6.まとめ

本研究では、形状を考慮した道路整備水準指標案を目的とし、微分フラクタル次元を用いて基パターンによるシミュレーションならびに実道路網への適用を試みた。

基本パターンによるシミュレーションでは、微分フラクタル次元によって道路網の特徴である形状の違い、密度の違いを見ることができた。その場合厳密ではないものの形状によって次元を表わす曲線に傾向があること、密度が高くなるほど形状による差が小さくなることが確認された。

実道路網への適用においては、道路網を分類しそれぞれの道路網の微分フラクタル次元を計測することによってその道路網の形状の違いを見ることができた。また、分類別道路網の微分フラクタル次元の組み合わせによって都市間の道路網構成の違いを示し、これにより都市が比較できることが確認された。

これらのことは、従来とは違ったアプローチによる定量化という意味で今後形状を考慮した実用的指標案への手掛かりになると考えられる。今後の課題としては以下のことが挙げられる

- ・計測手法の改良
- ・道路分類方法の検討

<参考文献>

- [1]高安秀樹：フラクタル，朝倉書店，(1986)
- [2]岡田憲夫，田中成尚：形態特性からみた道路整備度の計量指標化に関する研究，土木計画学研究・論文集，No.5，(1987)，pp195-202