

形態特性からみた道路網整備度の計量 指標化に関する研究

---フラクタル次元の適用

Measuring Morphological Development Levels
of Highway Networks — by Use of Fractile Dimension

岡田 憲夫 *
田中 成尚

By Norio OKADA &
Naruhisa TANAKA

The paper presents a new type of performance criteria for measuring morphological development levels of highway networks, by use of 'differential (fractile) dimension'.

The paper then examines basic theoretical properties of fractile dimensions when applied to the measurement of the prototype network model, i.e., a grid-iron system. This lays a ground for what follows as applications to the selected actual highway networks from Tottori Prefecture.

Illustrations are made of the applicability of the proposed method; thereby possible future extensions being suggested.

1. はじめに

近年、道路網の形態と機能は複雑化・多元化しているが、そのような道路網の整備水準を的確に計量指標化する方法の研究は必ずしも十分に進んでいるとはいえないであろう。このような視点から筆者らは道路ネットワークの接合構造および各区間道路が個別に有している機能特性(線的機能特性)に着目し、それらをあわせ考慮した場合の道路網整備水準の計量指標化の方法についていくつかの研究成果を発表してきた^{1), 2)}

本研究では視点を変えて、道路網の形態学的な特性を計量指標化する方法を取り上げる。その際、フラクタル次元を拡張援用したアプローチが有効であることを理論的かつ実証的な分析を通して明らかにする。

*正会員 工博 鳥取大学教授 工学部社会開発
(680 鳥取市湖山町南4-101) システム工学科
正会員 工修 (株)日水コン
(160 東京都新宿区大久保2-2-6 第3松田ビル)

2. 道路網の形態学的特性

道路網の形態学的特性と一口にいってもいろいろなものが考えられるが、本研究では特に次のような観点からみた特性に着目する。

- ① 対象とする道路網全体をマクロにみたとき、それがどの程度まで面的な広がりや緻密度を有しているか。
- ② その道路網をミクロにみたとき、その観察のスケール(倍率尺度、粗視化の度合)に応じて面的(あるいは線的)な広がりやの程度と緻密度はどのように変化するか。
- ③ 地形的影響や人為的影響がどのようにその形態特性に作用しているか。
- ④ 2つ以上の道路網の形態特性の共通性と相違を面的な広がりや緻密度からどの程度まで比較できるか。

以上のことは道路網の長期的な拡張整備の方向性を検討していく場合の計画論的な視点にもつながるものである。すなわち、(i)対象としている道路網が面的

広がりや緻密度においてどの程度の水準にあるのか、(ii)その整備の隘路は広域幹線の骨格レベルで生じているのか、補助幹線レベルなのか、市街地街路レベルなのか、それとも地区道路レベルなのか等をなんらかの方法で明らかにするためには、上記のような観点からの現況把握と分析が不可欠である。

3. フラクタイル次元

残念ながら、このような観点から対象道路網の形態特性を明示的に計量指標化するための適切かつ有効な科学的技法に関する研究はまだ途についたばかりである⁷⁾。そこで以下ではフラクタイル次元によるアプローチがその可能性を模索する一つの糸口を与えてくれることをまず簡単に概説しよう。

(1) フラクタイル次元の定義

〈フラクタイル〉という術語は1975年にMandelbrot³⁾・⁴⁾・⁵⁾が初めて用いたもので、特徴的な長さを持たない図形や構造、現象(海岸線、山の起伏、川や血管の枝分れなど)の総称である。Mandelbrotはこのように一見複雑で特徴がないようにみえる形態の中に埋め込まれた規則性(自己相似性)を定量的に把握するために通常われわれが用いている整数次元を非整数の次元にまで拡張したいわゆるフラクタイル次元を提唱した。図1はこの次元を説明するためによく用いられるコッホ曲線を示している。すなわち元の直線(a)〈initiator〉がその下の曲線(b)〈generator〉に変わり、さらにこの曲線の各直線部分をinitiatorにみたてて同様な変換を繰り返していくと曲線(c)、(d)の順で複雑化しこれが無限に繰り返したものがコッホ曲線である。

ところで、通常の整数次元は次のように考えられる

ある曲線を長さ r の線分(スケール)で測ったとき、全体の長さが L であったならば $L \cdot r^1 = C$ (一定)という関係が成り立つ。一般に d 次元体積に対しては $v \cdot r^d = C$ (一定)という関係が成立する。これを上述したコッホ曲線に拡張して適用しよう。まず長さ(スケール)1で測った場合、細かく折れまがった部分は粗視化され(精度的に測定されなくなり)、全体の長さは1となる。スケール1/3で測った場合、全体の長さは4となる。一般にスケール $r = (1/3)^n$ で測った場合、全体の長さは $N(r) = 4^n$ となる。これを上述した次元とスケールの関係に代入すると $D = \log 4 / \log 3 = 1.2618$ となる。つまりコ

ッホ曲線は線(一次元)と面(二次元)の間の中間の次元を有していると解釈できる。この考え方を一般化してフラクタイル次元を次のように定義する。

スケール r で近似(粗視化)した場合の体積を $N(r)$ とし、 r をいろいろ変えたときに次の関係が成り立てばその次元は非整数の D 次元であるといえる。

$$N(r) \cdot r^D = C \quad (C \text{ は } D \text{ 次元測度で一定値}) \quad (1)$$

この式の両辺の対数をとって変形することにより

$$\log N(r) = -D \log r + \log C \quad (2)$$

なる関係を得る。すな

わち、フラクタイル次元を測定するには、縦軸に $\log N(r)$ 、横軸に $\log r$ をとってスケール r の種々の値に対する

$N(r)$ の値をプロットし、それを直線であてはめて、その勾配の大きさの絶対値を D とすればよい。

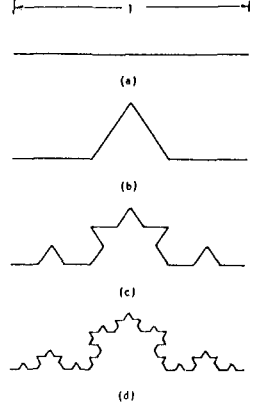


Fig.1 Koch curve

(2) 粗視化の度合を変える方法による近似

(1)の関係式を用いることを想定しながらフラクタイル次元を測定する方法を考えよう。すなわち、対象とする図形(道路網)を円や球、線や正方形、立方体などの基本図形で被覆近似することを考える。実はこのようにして非整数次元を規定することはハウスドルフ次元の応用に他ならない。フラクタイル次元の考え方のもととはそれに先立つ約100年前に既に提案されたハウスドルフ次元にもとめられる。これはハウスドルフにより特徴のない図形を含めた任意の図形について次のように定義されている。⁵⁾・⁶⁾

$D > 0$ とする。集合 E を直径が $\epsilon > 0$ よりも小さい可算個の球で覆う。このとき、各球の直径を $d_1, d_2, \dots, d_k$ とすると、 D 次元ハウスドルフ測度は

$$M_D(E) = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \inf \sum_{d_k \leq \epsilon} d_k^D \quad (3)$$

によって定義される。この量が0から無限大に遷移するとき、 D を集合 E のハウスドルフ次元とよび、 D_H で表す。このような D_H は任意の図形に対して唯一存在することが示されている。またこの次元がフラクタイル次元の一つの定義の仕方であることが示される。そこで

本研究では図2に示すように一辺(スケール) r の正方形(セル)により対象の道路網を被覆しその図形の一部分でも含むセル(斜線)の数 $N(r)$ を数えるとともに、粗視化の度合すなわちスケール r を変える方法を採用する。このようにすれば、 $\log N(r) - \log r$ の関係を示す直線の傾きとしてフラクタル次元 D が求まる。以下この方法をセル被覆法とよぶ。

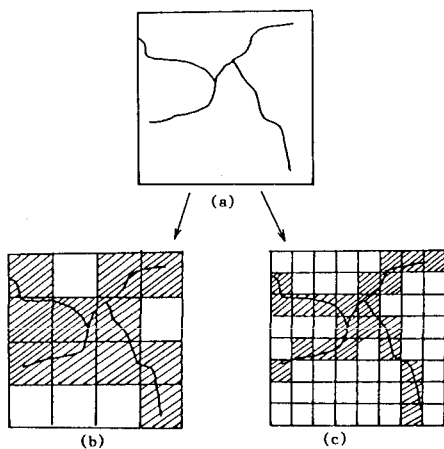


Fig.2 Network covered by cells

(3) 微分フラクタル次元

式(1)により定義されるフラクタル次元が成立する典型的な図形は枝分れした河川や血管の形状などのいわば自然発生のランダムな形態である。あるいは人工的な形態であってもその形成に自己相似性つまり細部をみれば縮尺された相似形が現われるという性質が成り立つときである。換言すれば任意のスケールに対して傾き一定の D が存在することが(近似的に)成立するときである。しかしながら実際の道路網ではこのような特性はごく限定された場合に大まかに成立することしか期待できないであろう。たとえば道路網の骨格が枝分れした河川の形状パターンを踏襲する場合や地形的制約がないために格子条の街路ブロックをどんどん十字に再分割するかあるいは、ひとまわり大きい格子ブロックを外に拡大付加していく場合はフラクタル次元でかなりよい近似ができるであろう。実際、金田・佐藤・五十嵐⁷⁾はいくつかの前提条件のもとではある程度、分割数 $=$ (道路延長比)²という関係(ホートンの法則)が成立することを各都道府県の道路網を対象に示している。しかし同時にこの法則がうまくあ

てはまらない場合も回避できないことにも言及している。これは実際の道路網が広域幹線レベルと地域主要幹線レベル、地域補助幹線レベル、市街地幹線街路網レベル、地区街路網レベルといったふういくつかの異なった機能レベルから成り立っており、それに対応して整備の形態も異なっているのが普通であると考えられるからである。⁸⁾

そこでフラクタル次元を次のように拡張することを考える^{5), 9)}。スケール r がある大きさの範囲であればある同一の機能レベルに対応するはずであり、その範囲で局部的にフラクタル次元が測定できるであろう。このような考え方にに基づき、フラクタル次元をスケール r の関数と考えて次のように定義する。

$$D(r) = -d \log N(r) / d \log r \quad (5)$$

つまり、 $\log N(r) - \log r$ の関係が曲線で表されるが、局部的には直線で近似できて、そのときの勾配(微係数) $D(r)$ がそこにおけるフラクタル次元の測度であると考えるのである。このように拡張されたフラクタル次元を微分(フラクタル)次元とよぶことにする。

微分フラクタル次元の意味はつぎのように考えることもできる。何段階にも再分割された緻密な格子状道路網の地図を仮に非常に遠くから眺めたならば、線と線との間は粗視化されて(精度上、測定されず)、ほぼ面(2次元)として捉えられる。しかし、近づいてみると、格子を構成する線がはっきり確認できて線(1次元)としてみなせる。つまり対象とする形態(道路網)が何次元的に見えるかということはそれを見るスケールに依存すると考えた方が合目的であり、その測度を示すのが微分フラクタルであると考えるのである。

4. 微分(フラクタル)次元の基本特性

(1) 格子状道路網を基本モデルとした解析

基本的な道路網の一つとして一辺の長さが L 、格子間隔が m の格子状の道路網を考え、微分フラクタル次元を適用した場合にいえる理論的・解析的特性について少し検討してみよう^{10), 11)}(図3参照)。

a) スケール r が格子間隔 L/m より大のとき

このとき、少なくとも道路網の一部を含むようなセルの数 $N(r)$ はすべての分割されたセルの数 $(L/r)^2$ に等しく、

$$N(r) = (L/r)^2 \quad (6)$$

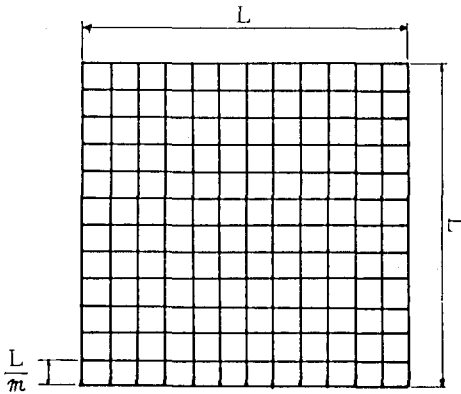


Fig.3 Grid-iron network

が成り立つ。これを式(5)に代入すると

$$D(r) = -d \log N(r) / d \log r = 2$$

となり、スケール r に関係なく微分フラクタル次元は2となる。これが格子間隔が粗視化されて見えなくなるくらいに遠くからみた場合に相当する。

b) スケール r が格子間隔 L/m より小さい場合

この場合は格子の間の道路区間が見え始め、もはや式(6)は成り立たなくなる。この場合は次のように考える。まず、この道路網は長さ L の線が $2 \cdot (m+1)$ 本集まった集合であると考え、ここで線とは、 $N(r) \cdot r^{-1} = C$ (一定)が成立する図形である。スケール r で測った場合の一本の線の長さ(中に道路区間の一部が認められる数)は L/r であり、これが $2 \cdot (m+1)$ 本あると考えると全体の長さは $(L/r) \cdot 2 \cdot (m+1)$ になる。しかし、対象道路網は格子状で、各交点を含むセルの数は重複しているので、その交点の数を引けば $N(r)$ が求まることになる。すなわち、

$$N(r) = 2L(m+1)/r - (m+1)^2 \quad (7)$$

となる。これを式(5)に代入すると

$$D(r) = -d \log N(r) / d \log r = 2L / (2L - (m+1)r)$$

を得る。この式においてスケール r を0に近づけると $D(r) \rightarrow 1$ となり、また $r = L/(m+1)$ とすると $D(r) = 2$ となるすなわち、格子状の道路網は L/m を境(しきい値)にして線から面に変化して見えるようになるのである。

このことを具体的に確認するために図3の道路網において、 $L=10\text{km}$ 、 $m=20$ (格子間隔は500m)とし、スケール r を30mから1250mの間で変化させた場合の結果について検討しよう。図4はその結果を $\log N(r)$ -

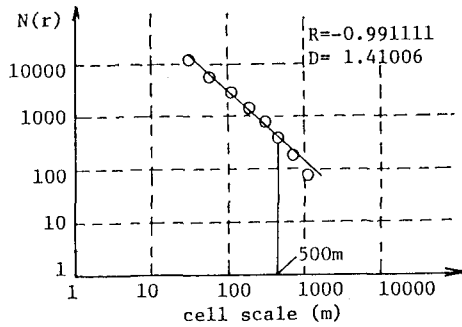
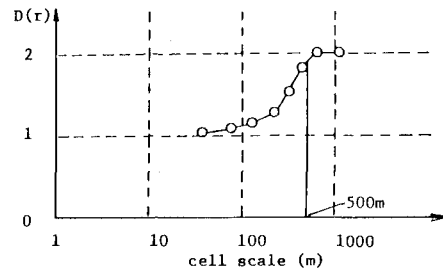
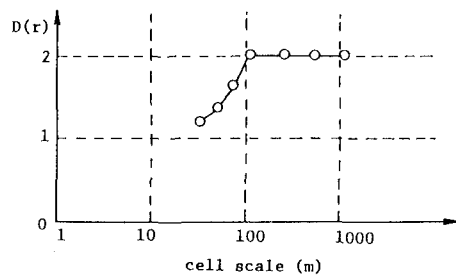


Fig.4 $\log N(r)$ - $\log r$ relation (1) $\log r$ の関係で示したものである。これより、スケール r が1250~500m付近までは直線であるが、それ以下になると傾きが徐々に緩やかになっていくことが分かるこのことより、前に解析的に求めたしきい値 $L/m=500\text{m}$ を境にして面から線的なものに変化してみることが確認できる。またこの道路網のフラクタル次元の代表値は1.410であるが、これはこの格子状の道路網が有している線的特性と面的特性を平均的に代表する値であると考えられる。図5は微分次元 $D(r)$ と $\log r$ との関係を表したものである。


Fig.5 $D(r)$ - $\log r$ relation (1)

Fig.6 $D(r)$ - $\log r$ relation (2)

これから $D(r)$ の値はスケール r が500m以上では2

であるが、500mより小さくなると $D(r)=1$ に漸近していくことが分かる。

次に、同様な格子状道路網で格子間隔がより密な場合を考えよう。いま、 $L=10\text{km}$ 、 $m=100$ つまり格子間隔 $=100\text{m}$ とし、その場合の $D(r)-\log r$ の関係を図6に示す。ここでもやはり、 $L/m=100\text{m}$ を境にして傾きが1から次第に2に近づいていくことが確認できる。これと図5とを比較すると、いま考えている道路網の方がより小さなスケールにおいて $D(r)=2$ に近づいている。また、このときの $\log N(r)-\log r$ の関係の近似直線(最小自乗法によりあてはめたもの)の勾配 D の値は $D=1.899$ で、先の場合の $D=1.410$ に比して高くなっているこれより全体的に平均化して見たとき、この場合の方が平面的特徴が相対的に強いといえる。このことはわれわれの直観的判断とも一致するものであり、この意味で微分(フラクタル)次元は合目的な計量指標であることが基礎的解析結果により裏付けられたといえる。

(2) セル被覆法により求まる微分次元 $D(r)$ の基本パターンとその道路形態特性上の意味

以下の実証分析ではセル被覆法を用いるが、その際セル(スケール)の大きさ r を順次半分にする、すなわち $1/2$ の乗数に比例して小さくするやり方でスケール変換を施し、微分次元 $D(r)$ を測定する。この場合、図7に示すようにセルの数の変化(スケール変換)により4通りのパターンの微分次元が考えられる。図中(a)のパターンとなるためには、少なくとも2本の道路が $r/2 \sim r$ の距離だけ離れて、一辺が r の長さのセルを通過すればよい。従って、もし道路網全体でスケール r のとき $D(r)=2$ であれば、その道路網を一辺 r のセルで被覆した場合、そのすべてのセルの中には少なくとも2本の道路が相互に $r/2 \sim r$ の距離だけ離れて通過していることになる。このとき、スケール変換前の微分次元 $D(r)$ は次のようにして計算される。

$$D(r) = -(\log N(r') - \log N(r)) / (\log r' - \log r) \\ = \log(N(r')/N(r)) / \log(r/r') \quad (8)$$

ここに、 r' はスケール変換後のスケールで、 $r'=r/2$ であり、パターン(a)のとき $N(r')/N(r)=4$ である。よって式(8)より、 $D(r)=\log 4 / \log 2=2$ となる。

また、(b)のパターンとなるためには、2本の道路が一辺 r のセルの中で、図7に示したように相互に交差または一方から分岐していればよい。このとき、微分次元 $D(r)$ は $N(r')/N(r)=3$ を式(8)に代入して $D(r)=$

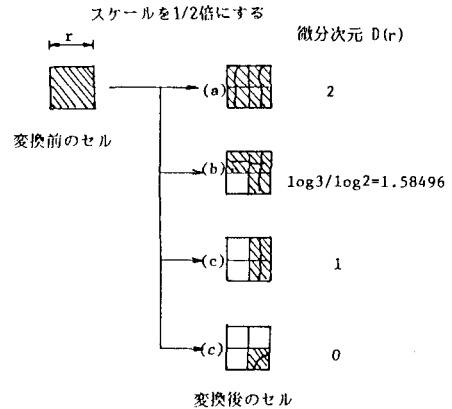


Fig.7 4 basic redivision patterns $\log 3 / \log 2=1.58496$ となる。

また、(c)のパターンとなるためには、一辺 r のセルの中を1本の道路が、一辺 r のセルを4分割した小セルの2個に部分的にかかっていればよい。このとき、 $N(r')/N(r)=2$ であるから、 $D(r)=\log 2 / \log 2=1$ となる。

同様に(d)のパターンをとるためには、4分割の小セルの1個のみに道路の一部がかかっていればよいことになる。このとき、 $N(r')/N(r)=1$ であるから $D(r')=\log 1 / \log 2=0$ となる。

厳密にはこの他に、上の4通り以外のパターンもありうるが、少なくともスケール r が小さいときにはこの4通りで十分によい近似を与えるであろう。なお、道路網全体の微分フラクタル次元の測定値はスケール r で1以上2以下の値をとるが、その値は上の4通りのパターン(あるいはその変形パターン)が混在している程度に応じて1に近かったり、2に近かったり、あるいはその中間であったりすると解釈される。

5. 鳥取県の道路網を対象とした実証分析

以上の基礎的な考察より得られた知見をふまえ、実際に鳥取県の道路網に微分フラクタル次元を適用しその結果の分析と解釈を試みよう。図8は鳥取市周辺($28\text{km} \times 23\text{km}$)の国道および県道レベルの道路網を示したものである。この道路網に対してその微分フラクタル次元 $D(r)$ を計算した結果が図9の①で示す線である。これより、スケール r (粗視化の度合)が300mより小さい場合 ほぼ $D(r)=1$ であり、道路網が線として粗視化できることを表している。これは道路網全体で

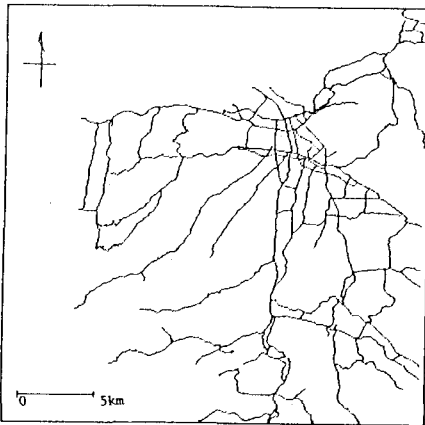
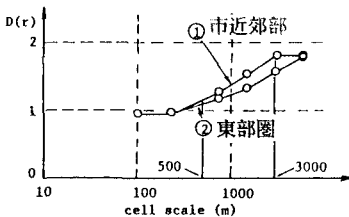


Fig.8 Highway network (1)

図7の(c)のパターンが優勢を占めていることを示唆している。実際、鳥取市の市街部は200~250mを1ブロックにして街区が構成されており、300m以下のセル内にはこのレベルの道路はたかだかパターン(c)の程度にしか通っていないことが目視でも確認できる。また、市近郊部においても250m程度の間隔をおいて道路が2本以上平行して走っていたり、あるいは一方から分岐していたりする所が随所にある。これもパターン(c)の系統である。次に、スケール r を300mより大きくすると、それにつれて $D(r)$ の値も徐々に増加し、 $r=3000$ mの点で $D(r)=1.8$ となり、それ以降この水準にとどまったままで収束することが分かる。すなわち、スケール r が大きくなるにつれて、図7のパターン(a)や(b)のセルが全セル

の中で相対的に増大し、最終的にパターン(a)と(b)の

中間の水準に
 $D(r)$ の値に


Fig.9 $D(r) - \log r$ relation (3)

落着くものと解釈される。なお、 $r=3000$ mが上限のしきい値であることに留意しておこう。

また、 $D(500)=1.1$ 、 $D(1000)=1.4$ 、 $D(3000)=1.8$ である。つまり、当該道路網をスケールが500m、1000m、3000mで粗視化すると、それぞれ1.1、1.4、1.8次元的に見えることになる。次いで、対象域をさらに南西方

向にまで広げ、図8の道路網をその一部として含み、かつ鳥取県東部圏域の国道および県道をすべて対象とした道路網を取り上げ(図10参照)、 $D(r)$ と r の関係を比較しよう。実は、このケースの結果も図9に先の結果と並べて示されている。図中①が鳥取市周辺、②が鳥取県東部圏域の道路網(県道以上のレベル)の結果である。これよりまず、後者の場合、 $D(500)=1.1$ 、 $D(1000)=1.2$ 、 $D(3000)=1.56$ であって、 $r=500$ のときが同一水準である他はいずれのスケールでも、前者の水準を下回っていることが分かる。また、後者の場合、前者の収束の上限しきい値 $r=3000$ mでもまだ収束しきっていないことが分かる。これは、前者の道路網に比して、後者は山間部の道路網が加わったことと関係がある。すなわち、スケール r が500m前後のセルで被覆した場合には、市内およびその近郊部のみを対象とした前者の場合に比べて後者の対象道路網には前述したパターン(c)に近いセルの占める割合が高くなっているものと解釈される。最後に鳥取市内の街路網(県道レベル以下も含む)を取りあげて分析する。図11は対象とする道路(街路)網を示したものである。この道路網の $D(r)$ と r との関係を図12に示す。この場合のもやはり、 $D(r)$ の値はスケール r が大きくなるにつれて徐々に増加していくので、 $D(r)$ は一定というような通常のフラクタル次元は定義できない。そこで $r=100$ m、500m、1000mに対する微分次元 $D(r)$ を用いて、道路網の形態学的整備度を測定する。このとき $D(100)=1.25$ 、 $D(500)=1.6$ 、 $D(1000)=1.8$ である。従って、スケール $r=100$ mで前述の基本パターン(c)が優勢になることが分かる。つまり

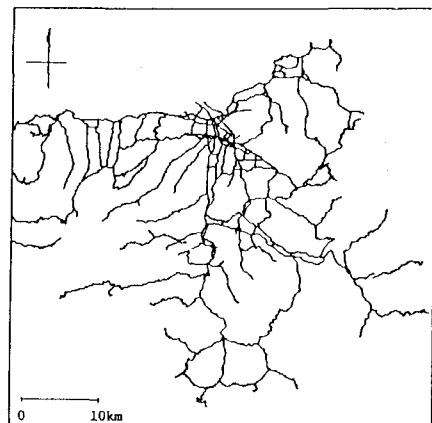


Fig.10 Highway network (2)

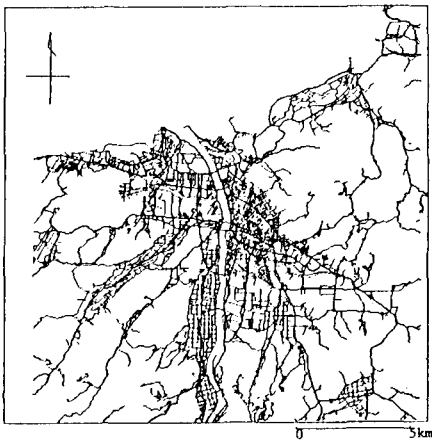


Fig.11 Highway network (3)

一辺が10
0m程度の
セルの四
分の1の
小セルの
2つに道
路がかか
る状態が

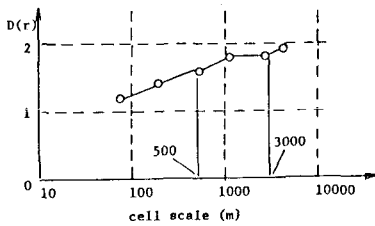


Fig.12 $D(r)$ - log r relation (4)

代表的な被覆パターンであることがうかがえる。このことは、街区の最小単位が100m~120m程度であり、粗視化のスケールがそれより小さくなると $D(r)=1$ が近似的に成り立つことと関係がある(4.の(1)参照)。

一方、スケール r が1000m程度となると、基本パターン(a)が主流となって、 $D(r)=1.8$ と、平面に近い次元として粗視化されることが分かる。また、スケール $r=500$ mで $D(r)=1.6$ と、ちょうど面と線の間の次元として粗視化されることになる。これはまさに基本パターン(b)に相当している。

図13は図11の鳥取市域の道路網の中の北半分の中心部のみをとりだしたものである。同様に図14は南半分の道路網を取り出したものである。これら2つの道路網についてスケール r と微分次元 $D(r)$ との関係を同じグラフ上に描いた結果を図15に示す。これより、市中心部の道路網の微分次元 $D(r)$ はスケール r が100m、500m、1000mの時それぞれ1.5、2、2となるのに対し、市南部は1.2、1.7、1.9とかなり差があることが分かるつまり、どのようなスケールに対しても、市中心部の道路網の方が高い水準を示している。従って、市中心部の道路網の方が、どのようなセルで被覆した場合に

も、基本パターン(a)や(b)に該当するセルの占める割合が高くなることがうかがえる。特にこの傾向はスケールが100mのときに著しい。スケールが小さくなるにつれて2つの道路網の $D(r)$ の水準に開きがでてくるならば、低い方の水準の道路網がそれだけ整備の緻密度(被覆度)が低いことになる。

このように、対象道路網に対してセル被覆法を用いて微分(フラクタル)次元を測定することにより、その道路網の平面的広がり(基本パターン(a)に近いのか、(b)寄りなのか、それとも(c)に似ているのかということ)ならびに整備の緻密度(スケール r が小さいときの $D(r)$ の水準の高低)を定量化できる。また、このような定量化尺度を用いると、異なった道路網の形態特性上の水準の差を明示することができる。

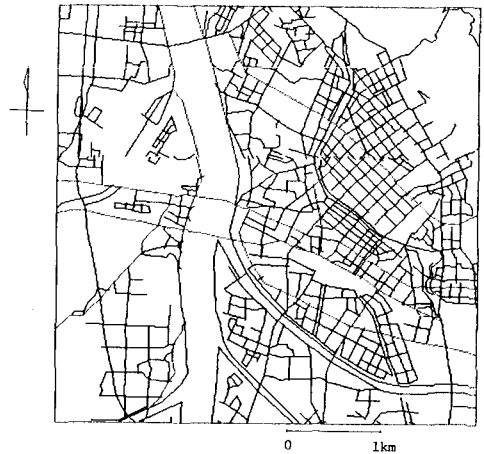


Fig.13 Highway network (4)

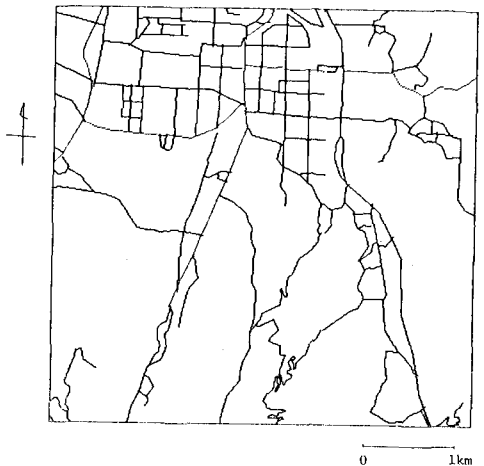


Fig.14 Highway network (5)

6. むすび

以上、本研究では道路網の形態学的特性を計量指標化することの計画論的意義に着目し、

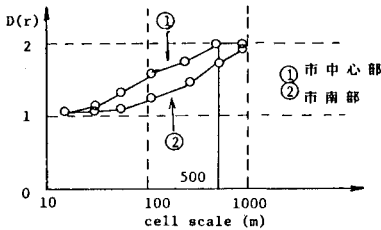


Fig.15 $D(r) - \log r$ relation (5)

フラクタイル次元を採用するアプローチを提案した。すなわち、粗視化のスケール r に依存するかたちで変化する拡張フラクタイル次元を考えた。これはあくまで局所的に定義・測定できる非整数次元で、微分フラクタイル次元とよばれる。本研究では、この次元が有する解析的特性を明らかにするとともに、そこで得られた知見をもとに、実際の適用例について測定した微分フラクタイル次元の水準値の意味づけを試みた。この結果、スケール r と微分次元の関係のパターンを吟味することにより、その道路網の面的広がりや程度と整備の緻密度を計量的に測定できることを示した。ここで議論している形態論的特性を時間軸上で捉える場合、測定された次元量がなんらかの有意な差が認められるようになるまで変化するには相当長期の観察期間が必要であることも特記しておく必要がある。従ってこのようにして測定されたいわば過去の長期間の履歴の積分量としてのフラクタイル次元量を、将来の計画の指針として用いる場合には、やはりかなり長期の計画策定に供することを想定しなければならない。

今後この種のアプローチを進めていくに当たっては検討すべき課題も多い。本研究で提案したような可測尺度が用意されると、2つ以上の道路網についてもその形態学的特性の共通性と相違性を計量的に比較検討できる。ただし、それが相対的な比較の尺度として有用であることが示されたが、その絶対値が道路整備水準尺度としてどのような意味をもつかについては、なお今後の実証的な検討が必要である。このことが解明されれば、粗視化スケール r を道路網の異なる機能水準すなわち広域幹線レベルから街区レベルまでの階層構造と関連づけることが妥当となるであろう。計画論的にみた場合、整備水準を純粋に形態論的視点のみに限定して論じていくには自ずから限界がある。それ故、

今後は地域的・機能論的条件(地勢、人口、土地利用形態など)をも考慮した拡張フラクタイル次元量を開発していく必要がある。また、複雑な実際の道路網についてフラクタイル次元をセル被覆法などにより計量化していくには、計算機の援用が不可欠である。事実本研究でもその一環としてこのような観点からデータベース化に着手し、既に一部出来上がった図形情報検索機能を利用して計算を行った¹¹⁾。なお、本研究で提示した地図情報の図はすべてこのデータベース機能を用いて、マイクロ・コンピュータで出力したものである。今後はこの観点から本データベースの改善・拡張を図っていきたい

参 考 文 献

- 1) 岡田憲夫・田中成尚：道路ネットワークの機能水準の計量指標化に関する研究、鳥取大学工学部研究報告、第17巻第1号、pp153-162、昭和61年11月。
- 2) 岡田憲夫・田中成尚：道路ネットワーク整備水準の指標化に関する研究--距離地位指数による計量化、土木学会第41回年次学術講演会講演概要集、第4部、pp5-6、昭和61年11月。
- 3) Mandelbrot, B.B.: The Fractal Geometry of Nature, Freeman, San Francisco, 1982.
- 4) 別冊数理学：形・フラクタル、サイエンス社昭和61年4月。
- 5) 高安秀樹：フラクタル、朝倉書店、昭和61年4月
- 6) 岩波・数学辞典(第3版)：次元、pp151、岩波書店昭和60年12月。
- 7) 金田政博・佐藤肇一・五十嵐日出夫：道路網の幾何学的構成理論に関する研究、土木学会第41回年次学術講演会講演概要集、第4部、pp1-2、昭和61年11月。
- 8) 建設省中国地方建設局・鳥取県：鳥取県中部定住県道路整備基本計画報告書、pp148-149、昭和58年3月。
- 9) Takyasu, H.: J. Phys. Soc. Japan, 51, 1982.
- 10) 田中成尚・岡田憲夫：道路ネットワーク整備水準の計量化に関する研究--フラクタル次元の応用、第39回土木学会中四支部研究発表会講演概要集、pp279-280、昭和62年5月。
- 11) 次田和生・田中成尚・岡田憲夫：鳥取県道路網の画像情報システムの開発に関する基礎的研究、第39回土木学会中四支部研究発表会講演概要集、pp277-288昭和62年5月。