

地域の道路網特性に関する考察

学生員 菊池 慎也*

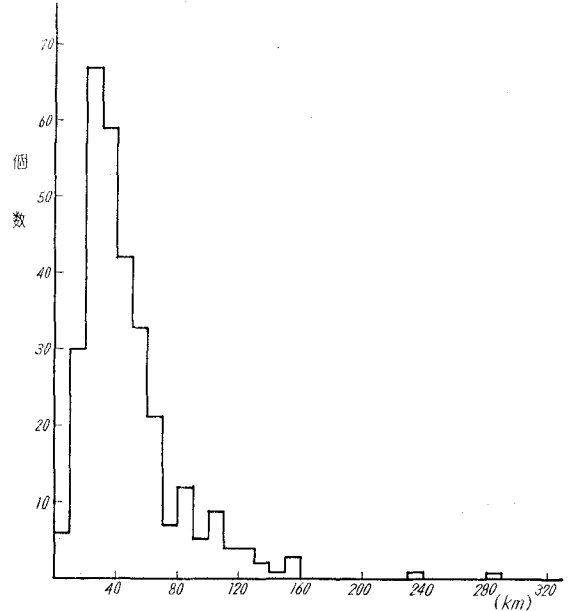
§1. はじめに

地域の交通条件は、その地域の社会的経済的発展のための一般的条件であり、地域に統一を与え、その核を明確にする機能を有する。ゆえに、地域内の交通網の配置状況を調べることによって地域の核が明確にされ、核を中心とする広ろがりの構造を間接的にとらえることができる。

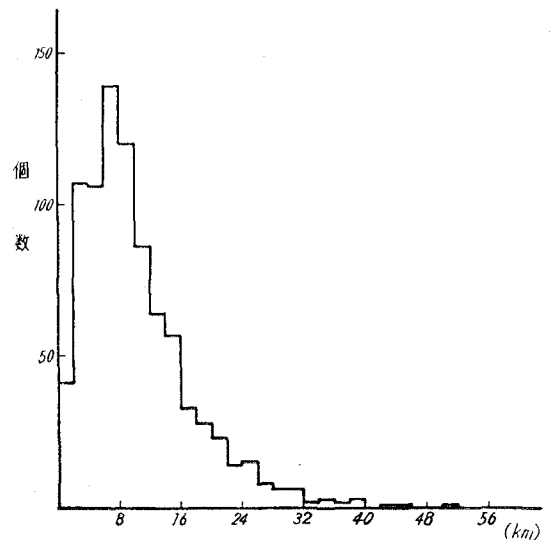
従来、地域の交通網の発達状況と地域の開発度との関係を求めて、その中に人口圧力指数の概念を入れた、 $L=a(I/P)^m A^n + b$ (L : 交通施設の延長、 I : 地域内生産所得、 A : 面積、 P : 人口、 a, m, n, b : 地域による定数) なる関係が提唱されている。この関係は交通施設の密度と地域内の生産力が密接に関連していることを示す。

一地域内には都市、農村、山村が適当に配置されており、それらを相通じることによって地域内の生産力を増し、まとまりを与えて交通の効果を発揮している。自ずから一地域内には核となる生産活動の活発な地区や縁辺の生産活動の不活発な地区があり、交通網は核となる地区においては密であり、縁辺地区においては疎になってゆく、そこで、交通網のあり方を調べることによって地域の核となる地区を明確にし、その核からの交通網の変化パターンを調べ、地域の交通網の特性と合わせて地域内の経済活動との関連をも分析しようとするものである。

交通網として特に道路網をとり上げる。道路網は一様なものでなく、そこに疎密があるから道路網特性を調べることは、道路網形態の種々の特性を見い出すことに他ならない。道路は線としてより、面的なネットワークとして初めて意義をもつものであるから、網形態の分析にあたり、道路密度、道路分岐点数密度、分岐点間距離、網の目に囲まれる部分の面積、網の目の周囲の長さ等の空間的な分布を分析する方法が考えられる。網形論として、従来、交通仕事量を網に囲まれた部分について、等しくするとかのモデル的な網構成の最適性が論じられているが、実際の道路網についての網形態の実証的研究はほとんどなく、歴史的に営々として構成されてきた現実の道路網形の中に存在する法則性に立脚しない机上の道路網計画であった。そこに、地域の道路網特性の実証的な研究の必要が生じる。一例と



図一1 北海道国道、道道網の周囲の長さの分布



図一2 北海道国道、道道分岐点間距離分布

* 北海道大学大学院工学研究科

して、北海道全体における国道、道道の範囲での網の目の周囲の長さ、分岐点間距離の分布を図-1, 2に示す。こうした分析は今後続けていかねばならないが、本論文において、特に地域の核となる都市からの距離に対する道路密度、道路分岐点密度の変化を調べたものについて言及する。以下都市からの道路密度、道路分岐点密度の周辺部への遷移のパターンを求め、道路密度遷移図とし、都市規模との関係、経済活動の都市からの変化との関連性を調べ、また、道路密度遷移図の応用について考察する。

§ 2. 道路密度遷移図

道路密度の都心からの距離に対する遷移のパターンを求めるため、図-3のごとく、都心から等距離の同心円を描き、各円環内の道路密度を測り、縦軸に道路密度、横軸に都心からの距離をとってその遷移のパターンを求める。これを道路密度遷移図とする。しかし、道路密度遷移図は、密度を測る単位面積によって異なってくるので、考察目的によって単位面積のとり方を考慮すべきであるが、今回は5万分の1の地図上で、都心より半径500mで増加する円環内の道路密度について考察した。北海道の都市は平野部中心にあり、周囲に比較的均等に土地利用度が減少しているので考察対象として都合がよい。その結果、都市規模との関係を示すと以下のごとくなる。

1. 小都市の場合

都市間連絡路の結節点に発達した小都市においては、その結節点付近にわずかに輻輳した道路網があるだけで、周辺には放射状に上位の空間連絡路が延びている。一般に中心から n 本の放射状道路がある時、中心から m 番目の円環内の道路密度は $n/(2m-1)\pi r$ (r : 円環の幅) の形で示される。これを変形して $y = Ax^B$ とする。ここに y は道路密度、 x は都心からの距離、 A, B は都市規模による定数である。実際にその適合性を見ると、小都市の場合は都心からの距離と道路密度の関係が $y = Ax^B$ として説明でき

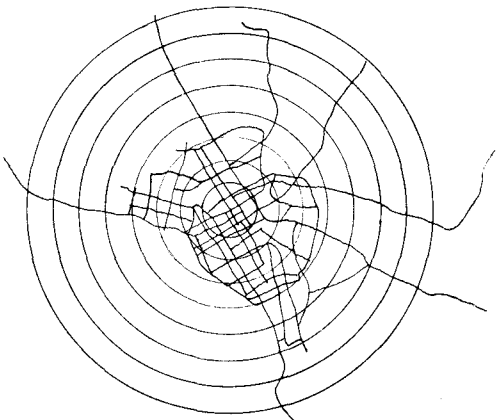


図-3

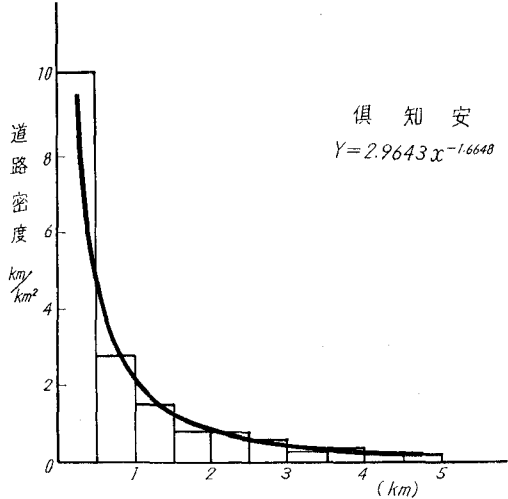


図-4 都心からの距離

そうである。北海道の都市においては滝川、八雲、静内、富良野、紋別、江差、倶知安においてよくあてはまる。(図-4)

2. 中都市の場合

都市連絡路の結節点付近から周囲にかなりの規模で輻輳した道路網が広がっている場合については、従来から唱えられている $y = ce^{-ax}$ の形の一次指数曲線でよく説明できる。この場合、都心における最大道路密度には理論上限界があると考えられる。5万分の1地図上に描かれる範囲で、各地の都市における調査の結果、一応上式における c を 15.6 km/km^2 とした。これを理論的な最大道路密度とする。今後、都心部において道路延長のみならず、道路面積についての検討を行なう必要があると考えられる。北海道の都市においては、留萌、根室、北見、釧路、帯広、岩見沢、苫小牧、小樽においてよく道路網特性を説明できる。(図-5)

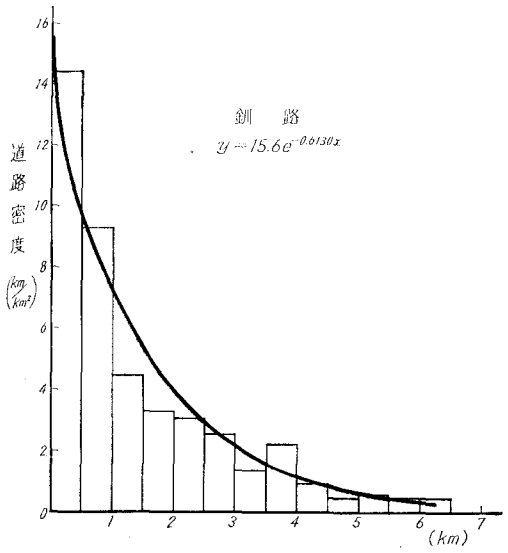


図-5 都心からの距離

3. 大都市の場合

さらに、都市規模が大になると、都心部には道路密度の限界があるから、最大道路密度の状態がある程度続き、そこから減少するようになる。また、このような大都市になると、都心から相当距離を離れても、一定の道路密度が続く現象が見られる。そこで、これにふさわしい道路密度遷移式を求めるため、次の仮定を設ける。

1. 都心部の道路密度に限界がある。
2. 都心部付近では、距離に対する密度の変化率は小さい。
3. 都心部から離れるにつれて道路密度は減少する。
4. 都心部から相当距離離れると、道路密度は0に近づく。
5. 都心部から相当距離離れると、縁辺地区にふさわしい一定の道路密度に近づく。

以上の仮定のもとに考えられる微分方程式は、1, 2, 3, 4の仮定から

$$\frac{dy}{dx} = -axy$$

(x : 都心からの距離)
(y : 道路密度)

a は >0 なる都市規模によって決る定数とする。上式の解は

$$y = ce^{-\frac{1}{2}ax^2}$$

となる。

ここに、 c は中都市の場合と同様都心の最大道路密度であり、15.6を採用する。

1, 2, 3, 5の仮定をとると、

$$\frac{dy}{dx} = -ax(y-b)$$

なる微分方程式が考えられる。これを解いて

$$y = c'e^{-\frac{1}{2}ax^2} + b$$

となる。ここに、 $x=0$ のとき

$$y = c' + b$$

となり、これは、都心部最大道路密度であり、上記の c ($=15.6$) に一致するから

$$c' = c - b$$

となる。よって

$$y = (c-b)e^{-\frac{1}{2}ax^2} + b$$

の形で表わされる。

ここに、 b は縁辺地区にふさわしい一定の道路密度であり、この値は都市を含む地域全体の規模によって変化する定数である。北海道の大都市においては約0.3程度であるが、東京、大阪近郊では約1.0程度になる。

また、 a は都市規模により決る定数である。

北海道において、これら2次指数曲線で道路密度遷移が

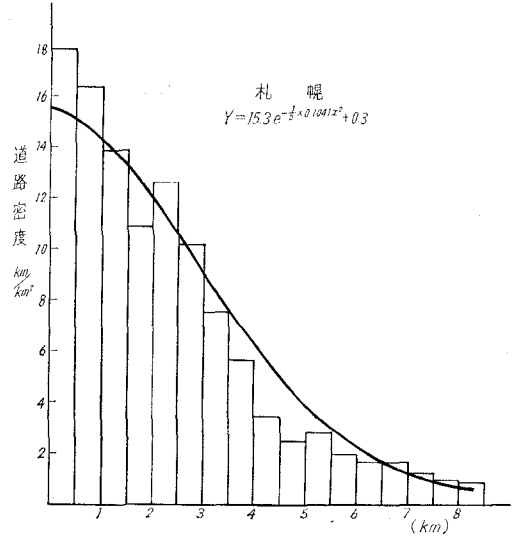


図-6 都心からの距離

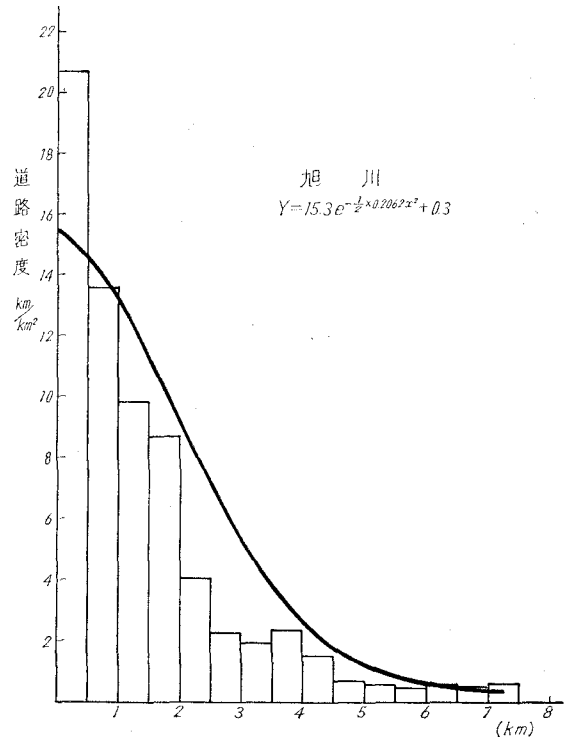


図-7 都心からの距離

説明できるのは、函館、札幌、旭川等である。(図-6, 7)

以上都市規模によって、現実の道路密度遷移形が小都市の場合冪曲線、中都市の場合一次指数曲線、大都市の場合二次指数曲線に移行してゆく過程が明らかになった。

道路分岐点密度の都心からの遷移についても、道路密度遷移の場合と同様に、半径500mごとに増加する円環内の分岐点密度について考察した。分岐点に関しても都心部に

において理論的な限界があり、各地の都市での調査の結果、最大 90 個/km²とした。道路分岐点密度の遷移に関しても道路密度と同様に都市規模によって、その遷移図も変化する

と考えられる。札幌における場合は、道路密度の場合と同様に二次指数曲線として説明できる。(図-8)

道路網形態の一部としての道路密度と道路分岐点密度の間には、道路密度が大であれば分岐点密度も大であると考えられるが、実際にもきわめて高い相関関係がある。(図-9)

一般的に、道路密度、道路分岐点密度の都心からの変化のパターンは、都市規模の増大とともに図-10 ように遷移することがわかる。この関係は、都市内人口分布等のパターンにも類似すると考えられる。

§3. 交通発生力と道路密度

都市内において、都心からの道路密度の変化のパターンを求めると、上記の四種類のものがあることがわかったが、都市内において、道路は種々の施設、すなわち官庁、ターミナル、商店、工場、デパート、住宅ひいては人口等の交通発生力のあるものの立地する重要な要因であり、また、それらの立地は道路に大きく支配されるものである。よって、道路網が地域の中で様な密度でなく、疎密があることは、当然生産活動との間に何らかの関連があるはずである。都市内の生産活動の指標として都市内 OD 調査のゾーン別単位面積当りの発生量、すなわちトップエンド密度と道路密度の関係には図-11 に示すごとく、 $y = AX^B$ の関係があることがわかる。

生産活動の活発さの尺度として、一応交通量を採用し、札幌市における都心からの国道沿いの交通量の変化のパタ

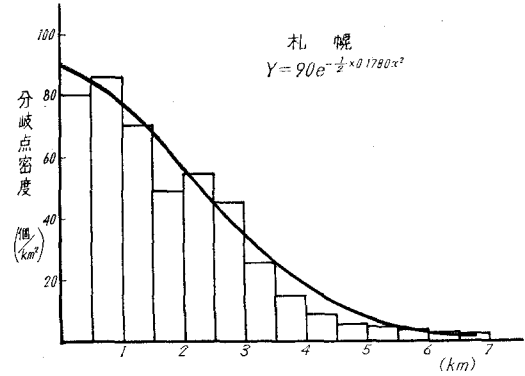


図-8 都心からの距離

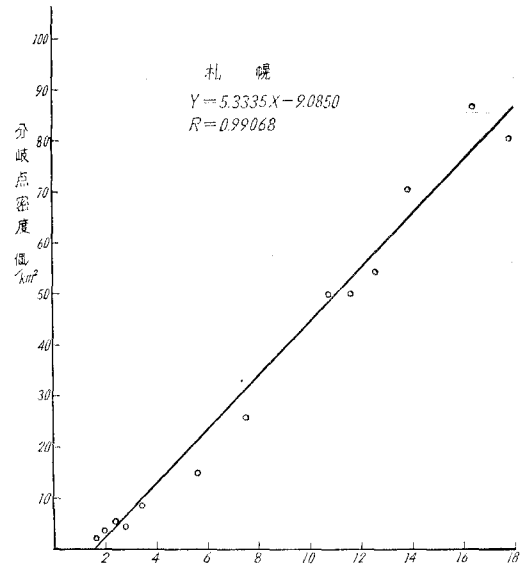


図-9 道路密度 (km/km²)

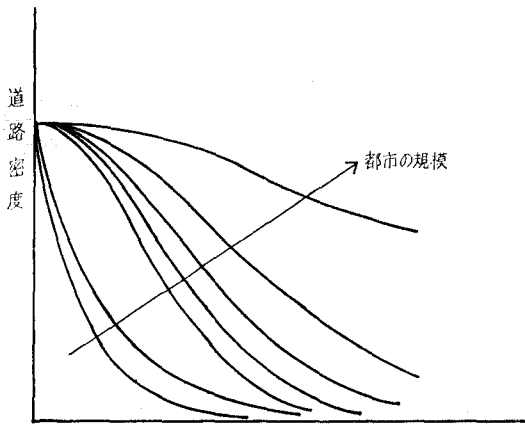


図-10 都心からの距離

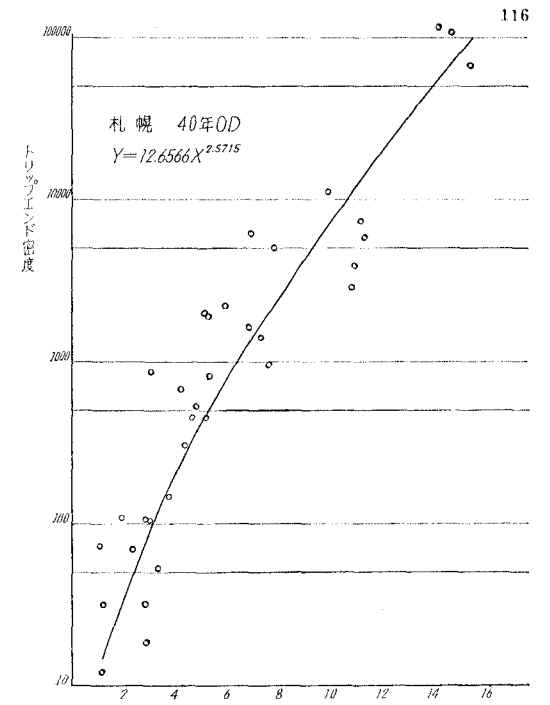


図-11 道路密度 (km/km²)

ーンと、道路密度の尺度として国道の単位延長当りの交差道路本数の変化の 패턴の関係を求めたのが図-12であり、また、交差道路本数密度と交通量の間にはかなりの相

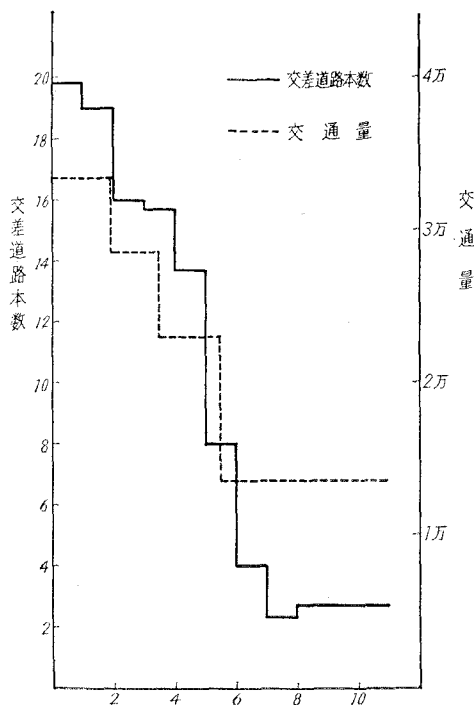


図-12 都心からの距離 (km)

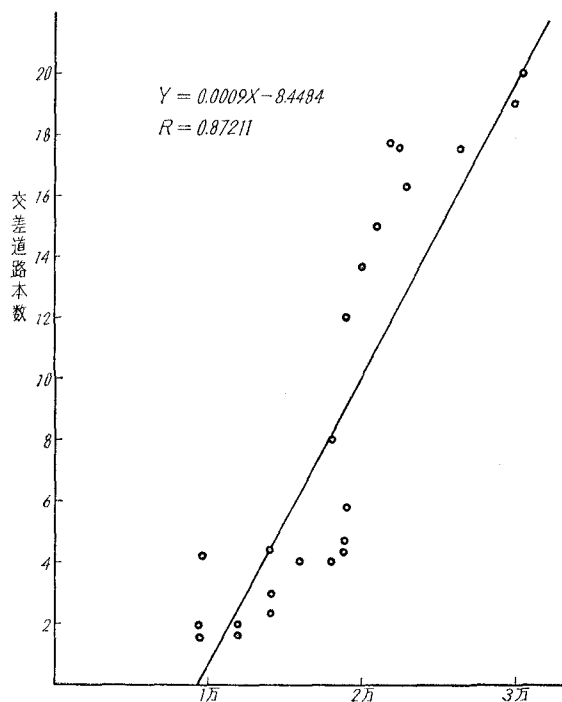


図-13 交通量

関関係が見られることが図-13からもわかる。

道路は、交通発生の影の力になっていると考えられるから、今後交通発生力と道路密度の関係について研究していかなければならない。

§4. 道路密度遷移図の応用

道路密度遷移のパターンからマクロ的に都市道路網の特性を把握でき、地域内における交通網の集積の具合を知ることができる。また、都市規模によって遷移のパターンはそれぞれほぼ一定のものになることがわかった。

現実の道路密度遷移図を各部分が、等面積になるように区分すると、図-14の A, B, C, D, … の各区分内に含まれる道路延長は一定のものとなり、都市内道路管理上の機械、人員配置のための管轄区分法として応用できる。北海道において、最も一般的な $y = ce^{-ax}$ の道路密度遷移式をもつ都市において、 n 個の等道路延長の管轄区域に区分するには都心から $-1/a \log(1-1/n)$, $-1/a \log(1-2/n)$, …, $-1/a \log(1-(n-1)/n)$ の順序で区分すればよい。

同様に、除雪機械の配置問題についても一台当りの除雪延長に限界があるから等道路延長になるように区分することによって、除雪ステーションの配置問題等に適用できる。

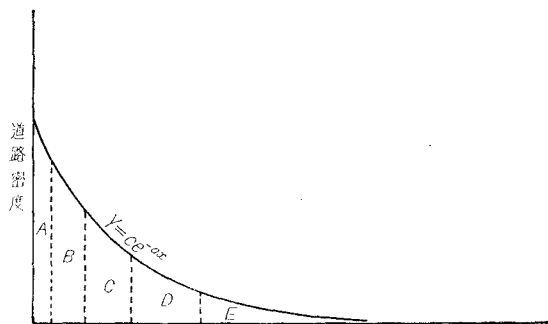


図-14 都心からの距離

§5. むすび

以上実証的に地域内の道路網形態の特性を分析し、その応用について考察した。今後は、道路網の空間的分布と地域内の経済活動の空間的分布の関係について考察をすすめてゆきたい。

参考文献

- 1) 小川博三：交通計画。
- 2) W. Isard：立地と空間経済。
- 3) Floyd I. Thiel：Highway Interchange Area Development, Public Road, June 1965, pp. 153-164.
- 4) A. Lösch：The Economics of Location, Yale University Press, pp. 387-394.
- 5) D. J. Bogue：The Structure of the Metropolitan Community, pp. 31-33.