

郊外鉄道駅周辺における道路網形態と 居住人口密度分布の関係について

A Study on the Relationship between Distribution-Change of Population Density
and Road Network Pattern in Area around a suburban Railway Station

川上洋司^{**}・大塚全一^{***}・藤倉規雄^{****}

By Yoji KAWAKAMI, Zen'ichi OHTSUKA and Norio FUJIKURA

Accessibility to a railway station offered by road network is a key factor which influences the distribution-change of population density in suburban area. On this recognition, first, we present a measure and method for evaluating road network in term of accessibility to a station. Second, the distribution-change of population density is formularized as a function of route distance to a station, and time. Third, the relationship between distribution-change of population density and road network patterns is analyzed.

1. はじめに

大都市郊外部は、「鉄道に依存した都心等他地域を就業の場とする居住活動の立地が、支配的である場」として性格づけられる。そして、比較的鎮静化したとはいえ、まだまだ変化する可能性が高く、依然として都市、交通計画上の対応を必要とする場の一つである。

こうした地域では、その性格から、鉄道による都心等他地域への近接性（場所の便利さ）が、居住活動立地の動向を左右する主要な要因である。この近接性は大きく駅までのアクセス部分と鉄道本線部分とに分割して考えることができ、駅周辺という局地的な領域に着目する場合には、そこでの各地区の相対的な近接性は、駅までの近接性で捉え得る。もし

て、この駅への近接性は、基本的に駅周辺道路網の状態（形態的要素）によって規定される。従って、駅周辺道路網はこうした地域での市街化（居住活動立地）に影響を与える主要な要素とみなすことができる。ところで、道路網と市街地形態との関係に関する研究は多いが、それらは都市という広域を対象に幹線系の道路網に着目したものが多く、都市内の地域、地区という空間単位で、より下位の道路網に着目して、両者の関係を捉えたものは少ない。

本研究はこうした観点から、駅周辺という場における市街化過程の解明とその中での道路網整備のあり方に関する検討を大きなねらいとするものであり、以下の諸点を目的とする。①駅周辺道路網の状態をそれが提供する駅への近接性機能という観点から、簡便かつ定量的に表現する方法・尺度を提案する。

②駅周辺における居住人口密度分布及びその推移過程を、駅への近接性要因にもとづいて定式化する。

③最後に①②を踏まえて駅周辺における道路網の状

*キーワード：駅への近接性、道路網、居住人口密度
** 正会員 工修 横浜国立大学助手 工学部土木工学科
*** 正会員 工博 早稲田大学教授 理工学部土木工学科
****正会員 工修 日本電信電話公社

態が、そこでの居住人口密度及びその推移に対して与える影響をモデル試算を通して明らかにする。

なお本研究で対象とする駅周辺という場合は、「徒歩でのアクセスを前提とし得る領域（駅を中心とする約1.5km圏）」に限定する。

2. 駅周辺道路網の機能表現方法

ここでは駅周辺道路網を駅への近接性機能という観点から捉える方法・尺度として、経路効率線、道路網効率比を用いる。なお近接性を示す基本尺度は速度の変動が小さい徒歩の利用を前提とすること、道路の網形態に着目することから、経路距離とする。

(1) 経路効率線の定義と設定方法

駅を中心とし、そこへの近接性の程度の空間分布を捉えるためには、駅を起点として、道路網上を全方向に等距離 l だけ進んだ点相互を、一定の規則で結んだ等経路距離線を描くことが有効である。距離 l を変化させれば、種々のレベルの等経路距離線が描け、これにより駅を中心とした道路網の展開状況を捉えることができる。ここではこの等経路距離線と概念的には同一であるが、数学的操作を可能とする表現方法として、新たに経路効率線を提案する。

経路効率線の設定方法は以下の通りである。

- ① 先ず駅を中心とする半径 l の円を描き、駅へのアクセス道路との交点 P_i を求める。(Fig-1)
- ② 駅から P_i に至る最短経路距離 l_i と空間距離 l とから、 P_i における迂回率 U_i 及びその逆数である経路効率 E_i を次のように定義する。

$$U_i = l_i / l, E_i = 1 / U_i = l / l_i \quad (1)$$

- ③ 駅と P_i とを結ぶ線路上に、駅から $l \cdot E_i$ の距離の点をプロットする。
- ④ 交点 P_i と P_{i+1} 間の任意の点 X については、半径 l の円周を P_i, P_{i+1} に至る仮想経路とみなして最

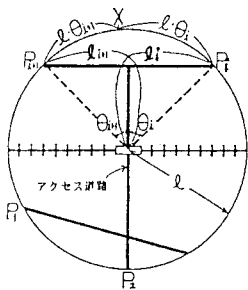


Fig-1 A Example of Road Network

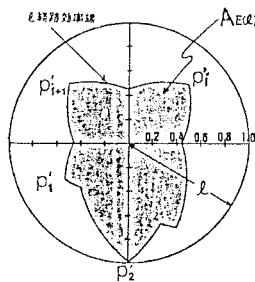


Fig-2 Route Efficiency Line

短経路距離 l_x を求め、(1)式より経路効率 E_x を算定する。

⑤ 以上により半径 l の円周上の全すべての点について経路効率を求め、③の方法でプロットすることによって、Fig-2に示すような l 経路効率線を得る。

この l 経路効率線は、与えられた道路網上を、駅から経路距離で l だけ全方向に進むとした場合の、各方向への空間的な到達点の分布を表わしている。

(2) 道路網効率比の定義

ある距離 l について、等空間距離線(半径 l の円) $S(l)$ と経路効率線 $E(l)$ の二つを考え、それぞれで囲まれる面積を $A_{S(l)}$ 、 $A_{E(l)}$ とおく。これらは距離 l をもって近接性の程度を表わすとするれば、いずれも l 以内の近接性が提供されている空間量を表わしている。ここで $A_{S(l)}$ は、駅周辺の全すべての地点と駅とが直線の道路で結ばれているという理想的な状態の場合であって、一つの基準サービス空間量とみなすことができる。これに対して、 $A_{E(l)}$ はその定義から、実際の道路網を前提とした場合の、距離 l 以内の近接性をもつ実サービス空間量を表わしている。従って基準サービス空間量 $A_{S(l)}$ に対する実サービス空間量 $A_{E(l)}$ の比は、駅への近接性機能の面からみた、道路網の充足性を示す尺度と考えられる。これを道路網効率比 R_l と定義する。

$$R_l = A_{E(l)} / A_{S(l)} = A_{E(l)} / \pi \cdot l^2 \quad (2)$$

定義より明らかなように、道路網効率比 R_l が1に近い道路網ほど、駅への近接性の充足性が高い。

(3) 道路網効率比を用いたモデル考察

a) 駅周辺道路網形態の機能的特徴

駅への近接性という観点から、駅周辺道路網の物理的状态を捉える場合、直接的には次の三つの状態量①アクセス道路本数 N 、②アクセス道路の迂回率 U 、③アクセス道路相互間の角度(偏在性) θ がその指標となる。そこでこれらの指標と道路網効率比の関係を見ることによって、先ず尺度としての道路網効率比の意味を明らかにし、それを踏まえて駅周辺道路網の機能的特徴について考察する。

検討のためのモデルとして、駅を中心とする半径 l の一定圏域内において、その円周までの経路距離が等しく l_r であるアクセス道路が等角度に N 本($P_1 \cdots P_i \cdots P_N$)配置されている網形態を想定する。

この場合任意の2本のアクセス道路間についてみ

ると、円周上の点X
の経路効率 E_x は定
義より(Fig-3参照)

$$E_x = \frac{l}{l_r + l \cdot \theta}$$

この扇形内における
 l 経路効率線 E_x で囲ま
れた面積 $A'_{E(l)}$ は

$$A'_{E(l)} = 2 \times$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{N}} \frac{1}{2} (l \cdot E_x)^2 \cdot d\theta = \frac{l^4 \cdot \pi / N}{l_r (l_r + l \cdot \pi / N)}$$

アクセス道路が等角度に N 本入っているから、 l 経
路効率線 E_x で囲まれる全面積 $A_{E(l)}$ は、 N 倍して

$$A_{E(l)} = l^4 \cdot \pi / \{l_r (l_r + l \cdot \pi / N)\}$$

となる。従って道路網効率比 R_l は

$$R_l = A_{E(l)} / \pi \cdot l^2 = l^2 \cdot \pi / \{l_r (l_r + l \cdot \pi / N)\}$$

ここで迂回率 $U = l_r / l$ であるから

$$R_l = N / \{U \cdot (N \cdot U + \pi)\} \quad (3)$$

となる。なおここでは最も単純な場合について関係
式を求めたが、アクセス道路が等角度でない、ある
いはアクセス道路の迂回率がそれぞれ異なる場合に
についても同様の考え方で求めることができる。

(3)式よりアクセス道路本数 N をパラメーターと
して、道路網効率比 R_l と迂回率 U の関係を示した
のが、Fig-4 (実線)である。なおこの図の破線は、
迂回率が U で等しいアクセス道路8本が等角度では
なく $75^\circ, 15^\circ$ 及び $60^\circ, 30^\circ$ の角度で交互に配置されて

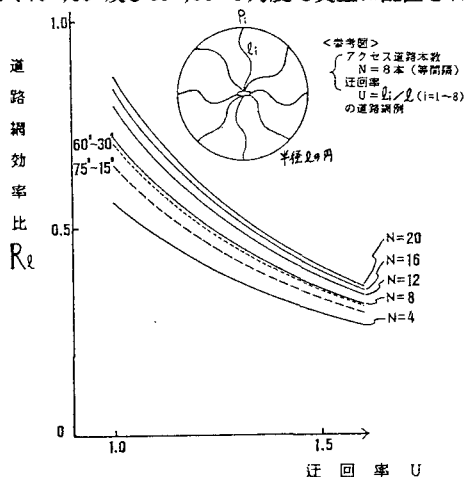


Fig-4 Characteristic of Efficiency Ratio R_l of Road Network

いる場合の R_l と U の関係を示している。

これより駅周辺道路網の機能的特徴として次の点
を指摘することが出来る。①迂回率 U を低下させる
ことによる近接性機能の改善効果は比較的高い。②
アクセス道路本数 N は、ある程度以上になると、 R_l
の増加に対してあまり寄与しない。③アクセス道路
の配置の偏在性については、それが大きくなると R_l
は小さくなるが、多少の偏在はあまり影響しない。

b) アクセス道路網の基本的形態の抽出

駅を中心とした道路網の空間的展開は、距離 l に
対する道路網効率比 R_l の変化パターンによって捉
えることができる。この場合距離 l に対する R_l の
変化パターンとしては、①増加型、②減少型、③一
定型の三つのパターンがある。これら各パターンの
道路網形態上の特徴を、前節の検討結果(3)式
あるいはFig-4)から導き出すと以下ようになる。

①増加型；アクセス道路本数が駅からの距離 l の
増大とともに増加し、迂回率が相対的に小さくなる
形態、いわゆる末広りのツリー型形態

②減少型；アクセス道路本数が駅からの距離 l の
増大とともに減少・偏在し、迂回率が相対的に大き
くなる形態、いわゆる行き止まり型形態

③一定型；前二者の中間型形態

現実には複雑な道路網も、駅への近接性機能につ
いてみる限りにおいて、基本的にはここに掲げた三
つの形態に分けて考えることができ、そしてそれを
判断する尺度として道路網効率比が有効である。な
おこの点については、実際の地域に対する適用から
も、検証されている。¹⁾

3. 駅周辺における居住人口密度の分布及び推移

(1) 分布及び推移に関する仮定とその定式化

都市圏全体を対象とした居住人口(以下単に人口
という)密度分布に関しては、C.Clark にはじまる
研究の流れがあり、都心への距離との関係において
様々なモデルが提案されている。²⁾ 我国では、天野ら
によって、東京都市圏を対象として、人口密度分布
の成長過程を表す数理モデルが提案されている。
これは都心からの時間距離に関する指数関数的変化
と年度に関するロジスティック変化とを組み合わせ
たものである。

こうした都市全体を対象とするマクロな研究に対

して、都市内部の局地的な空間領域に着目したものと
 しては、渡部⁴⁾、奥平⁵⁾らの研究がある。どちらも郊
 外部を対象とし、人口密度分布における駅を中心性
 を指摘している。特に渡部は「郊外の駅を中心とす
 る市街地構成は、駅を中心に主要路線によって乱さ
 れながらもガウス分布をなす。」ことを指摘してい
 る。しかしながら、こうした地域に関してはまだ充
 分に解明、実証されているとは言えない。

そこでここでは駅を中心とする領域（駅周辺）を
 一つの空間単位として位置づけ、その人口密度分布
 及びその推移を、既存の成果を踏まえて以下のよう
 に仮定し、その実証分析を行うことにする。

1)ある時間断面における駅周辺の人口密度は、近
 接性の程度を示す駅への経路距離の二乗の指数分布
 つまり正規分布型をなす。

$$\rho(l, t_x) = \rho(l=0, t_x) \cdot e^{-r_{t_x} \cdot l^2} \quad (4)$$

ここに $\rho(l, t)$: 時点 $t=t_x$ における駅への経路距
 離 l 地点の人口密度、 $\rho(l=0, t_x)$: $l=0$ つまり駅地点
 の人口密度、 r_{t_x} : 時点 $t=t_x$ の分布パラメータ

2)駅への近接性が同程度の場合、そこでの人口密
 度の推移はロジスティック曲線に従う。

$$\rho(l_x, t) = \frac{\rho(l_x, t=\infty)}{1 + C_{l_x} \cdot e^{-\alpha_{l_x} \cdot t}} \quad (5)$$

ここに $\rho(l_x, t)$: $l=l_x$ 地点における時点 t の人口密
 度、 $\rho(l_x, t=\infty)$: $l=l_x$ 地点の飽和（収容可能な）
 人口密度、 C_{l_x} 、 α_{l_x} : $l=l_x$ 地点の推移パラメータ

3)さらに(4)式を基本式とし、そのパラメータ
 $\rho(l=0, t_x)$ 、 r_{t_x} を、それぞれ連続量としての時点
 t の関数として表わすことによって、人口密度分布
 及びその推移の統合式を次式のように仮定する。

$$\rho(l, t) = \rho(l=0, t) \cdot e^{-r(t) \cdot l^2} \quad (6)$$

ここに $\rho(l=0, t_x)$ は、2)の仮定より、 t のロジス
 ティック関数であるが、 $r(t)$ は分布型の時間的推移
 傾向にもとづいて近似式として与えられる。

(2) 実証

a) 分析用データ

個々の駅単位について、人口密度分布及びその推
 移を捉えることは、駅周辺という領域が小さいこと
 からデータ対応上難しく、また人口密度という指標
 の特性上、小面積の場合には特異値が出易い。

そこでここでは、複数の鉄道駅を含む地域を対象
 とし、「最寄駅までの経路距離」との関係において

人口密度分布、その推移を捉えることにする。

分析対象地域は、S. 40年以降市街化が顕著で
 典型的な郊外地域とみなしうる横浜市北西部（緑区
 及びその周辺）であり、田園都市線10駅、横浜線
 3駅の計13駅を含む。分析用データは、横浜市メ
 ッシュデータ^{6),7)}をもとに、以下の手順により作成した。

①対象地域内に存在する全ての駅について、前章
 の方法に従って、 $l=0.5, 1.0, 1.5, 2.0$ kmの経
 路効率線を設定する。なお対象道路は1万分の1の
 地形図上で計測可能な幅員2m以上の道路とした。

②上記4本の経路効率線より、各メッシュ(250m)を
 最寄駅までの経路距離帯 0~0.5, 0.5~1.0, 1.0~
 1.5, 1.5~2.0 km の4つのランクに分類する。

③各分類つまり駅への近接性ランクごとに、S.45,
 50, 55の3時点について、可住地人口密度（居住人
 口/可住地面積）を求める。

b) 人口密度の分布-推移式

S.45, 50, 55年の3時点について、先のデータを(4)
 式にあてはめた結果がTab-1である。(Fig-5参照)
 どの時点についても相関係数 $r=0.998$ 以上であり、
 このことから駅周辺における人口密度は駅への経路
 距離の二乗の指数分布をなしていることがわかる。
 経路距離に対する人口密度分布パラメータ $r(t)$ は
 時間の経過とともに減少、すなわち変曲点が徐々に
 駅から離れており、駅を中心とした人口密度分布の
 平面的拡大傾向を示していることがわかる。

次に同一近接性ランクごとに、人口密度推移の実
 績値を(5)式にあてはめた結果はTab-2とおりであ
 る(Fig-5参照)。この場合 t はS.45年からの経過年
 数である。得られたパラメータ C 、 α はそれぞれ人

Tab-1 Distribution Parameter of Population Density

分布パラ メータ 時点	$\rho(l=0, t)$	$r(t)$	相関係数 R	変曲点の 位置 (km)
昭和45年($t=0$)	56.3	0.358	0.998	1.18
昭和50年($t=5$)	78.9	0.316	0.999	1.26
昭和55年($t=10$)	86.9	0.242	0.999	1.44

Tab-2 Characteristics of Population Density Chnge
by Rank of Accessibility to a Station

経路距離帯	飽和人口密度 $\rho(l, \infty)$	C	α	*1 成長時点	*2 成長速度
0~0.5 Km	88.0	0.589	0.268	S.43年前期	約22年間
0.5~1.0 Km	79.7	0.791	0.260	S.44年前期	約22年間
1.0~1.5 Km	70.6	1.307	0.178	S.46年中期	約33年間
1.5~2.0 Km	61.7	2.301	0.152	S.50年中期	約39年間

*1 飽和人口密度の50%に達した時点 *2 飽和人口密度量の90%が集積するに要する期間

口密度の成長時点、成長速度を示すパラメータである。これらの変化傾向から、駅周辺での人口密度の成長は、駅に近接しているところほど時点が早くかつその成長の速度も速いことがわかる。

以上得られた人口密度分布式及び推移式にもとづいて、それらを統合した当地域における人口密度の分布-推移式を作成すると、以下の式が得られた。

$$\rho(\ell, t) = \left(\frac{89.6}{1 + 0.592 \cdot e^{-0.295 \cdot t}} \right) \cdot e^{-(0.256 e^{-0.064 \cdot t} + 0.113) \ell^2} \quad (7)$$

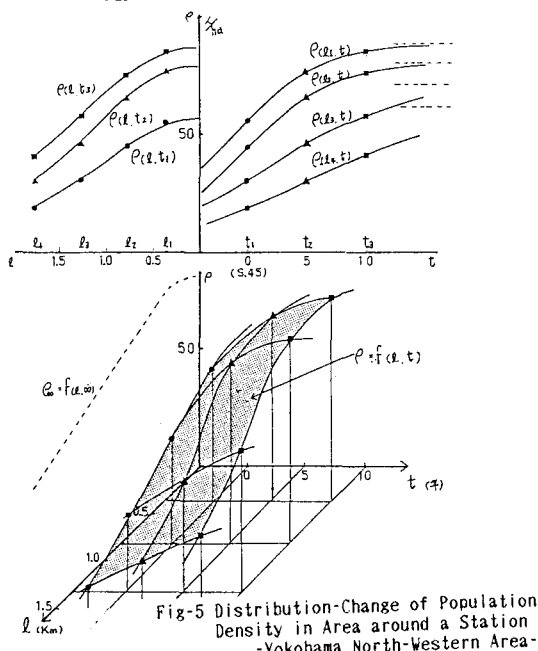
この式はFig-5 に示す $\rho - \ell - t$ の3次元空間における曲面形を表わす式である。現況適合性を検証するために計算値と実績値を比較した結果、両者の相関係数は0.999 であり、(7)式は当地域の人口密度の時-空間的展開の実態をよく表わしている。このことから先の仮定が成立することが実証され、駅周辺という場においても、都市圏と同様な人口密度の分布-推移則が駅を中心として成立していることが明らかとなった。

そこで次章で道路網形態と人口密度との関係をモデル解析するにおいては、以上の結果を前提とする。

4. 道路網と居住人口密度の関係

(1) 捉え方

人口密度分布及びその推移に影響する要因は種々あるが、徒歩でのアクセスが可能な駅周辺地域内に



限定してみれば、前章でみたように経路距離で表わされる駅への近接性を主たる要因として考えることができる。ここではこの駅への近接性にのみ着目する。駅周辺各地点における駅への近接性は、そこでの道路網の状態のみに依存して決まる。従って、駅周辺における道路網の状態は、それが提供する駅への近接性の空間分布の違いを通して、人口密度分布及びその推移に影響を及ぼすことになる。

こうした道路網と人口密度の関係を捉えるにおいて、ここでは次の二つの把握視点を設定し、それぞれについてモデル解析を行う。

①駅周辺における道路網整備が人口密度の推移に与える影響・効果

②駅周辺道路網形態と、収容可能な人口密度の空間分布型、収容可能人口量との対応関係

前者によって、駅周辺道路網整備がそこでの市街地形成の誘導機能を持ちうることの説明づけとその効果に関する知見を、後者によって、駅周辺における道路網形態のあり方に対する知見を得る。

(2) 道路網整備が人口密度の推移に与える影響

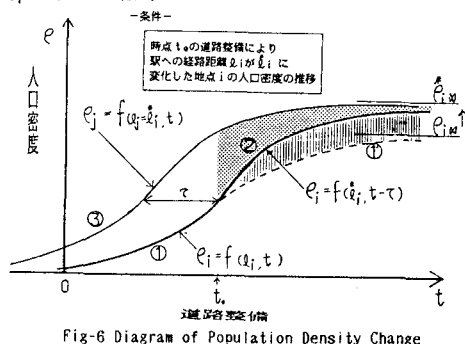
a) 道路整備がなされた場合の人口密度の推移式

時点 t_0 の道路整備により、駅への近接性 ℓ_i が ℓ_i^* に変化した地点 i の人口密度の推移を以下のように仮定する。

1) 整備前 $t < t_0$ における地点 i の人口密度の推移過程は、3章で導いた分布-推移式を $f(\ell, t)$ とおくと、次のように表わされる。

$$\rho_i = f(\ell_i, t) \quad (8)$$

2) $t = t_0$ において道路整備がなされることによって、その直接効果として、駅への経路距離が ℓ_i から ℓ_i^* へと変化する。それに伴って、収容可能な人口密度量が、同時的に $\rho_{i\infty} = f(\ell_i, \infty)$ から $\rho_{i\infty}^* = f(\ell_i^*, \infty)$ へと増大する。



3) 収容可能な人口密度量が ρ_{i0}^* となることによって t_0 以降の変化は、 t_0 以前から $l_j = l_i$ であった地点 j の変化過程③と同じ過程を辿る。

4) ただしこの場合 $t = t_0$ において、 $\rho_{it_0} = f(l_i, t_0)$ から $\rho_{it_0}^* = f(l_i^*, t_0)$ へと不連続的に変化するわけではなく、 $l = l_i$ の場合の変化過程③に対して τ の成長のずれ (time lag) を伴う変化過程②へと移行することになる。 t_0 時点以降の i 地点の人口密度の推移過程は、可能性として図中ハッチ内つまり過程②と③の間の範囲をとりうる。過程②はこの可能性の中で、道路整備のインパクトを最も低く見積った場合の変化過程である。

5) この τ は、 t_0 時点での変化の連続性条件より

$\rho_{it_0} = \rho_{it_0}^*$ すなわち $f(l_i, t_0) = f(l_i^*, t_0 - \tau)$ (9) を満足する τ である。

以上の仮定より地点 i の人口密度の推移過程は

$$\rho_i = \begin{cases} f(l_i, t) & (t < t_0) \\ f(l_i^*, t - \tau) & (t_0 \leq t) \end{cases} \quad (10)$$

となる。

b) 道路整備効果量試算の枠組

道路整備が人口密度の推移に対して与える効果量は、Fig-6 における縦線部分とみなすことが出来るすなわち整備効果量 δ_{iat} : i 地点における整備後 Δt 年における効果量を、

$\delta_{iat} = f(l_i, t_0 + \Delta t - \tau) - f(l_i, t_0 + \Delta t)$ (11) と仮定する。

ところで整備効果量 δ_{iat} は、次の三つの条件によって規定される。つまり①道路整備による直接的効果としての経路距離の短縮量 $\Delta l (l_i - l_i^*)$ 、②道路整備前の経路距離 l_i (計測地点 i の位置)、③道路整備

がなされる時点 t_0 と計測期間 Δt である。これら三つの条件と効果量との関係を見ることは、それぞれ効果的な整備量、整備箇所、タイミングについて有益な示唆を与える。そこで横浜市北西部で得られた駅周辺人口密度の分布-推移の実態式(7)を前提として、短縮量 Δl 、整備前の状態 l_i 、整備時点 t_0 の種々の組合せを想定して、それぞれについて(11)式により、道路整備の効果量を試算した。

c) 試算結果とその考察

経路距離の短縮量 Δl をパラメータとして、整備前の経路距離 l_i と効果量 δ の関係をFig-7に示す。これより道路整備が人口密度の推移に対して与える影響・効果に関して次のことがわかる。①短縮量 Δl の増大に対する効果量の増大はほぼ比例的であり、単位短縮量(100mの短縮)に対する効果量は整備前の状態、整備時点によって若干異なるが当地域では10年で約2人/haである。②しかし詳細にみると短縮量が大きくなるに従って、整備前の状態が効果量に与える影響が大きくなっており、最も効果量が多い整備前の経路距離 l_i (整備箇所)は、整備後の経路距離 l_i^* が、1.0km付近となるような場合(箇所と短縮量の組み合わせ)である。このことは人口密度が、駅への経路距離に対して正規分布型をなし、その変曲点が1.0~1.5km(S.45~55年において、Tab-1参照)の範囲内にあることと関係する。③整備時点によっても効果量に差異がみられ、ここではS.50年時点に整備がなされたとした場合の方が、わずかながら効果量が多いことがわかる。このことは、人口密度の成長段階と関係しており、最も成長速度の大きい時点ないしはそれに近い時点において整備がなされると、相対的に効果量が大きくなる。ここで試算の対象としたモデル地域では、駅との経路距離によって差異はあるが、最も成長速度の大きい時点はほぼS.43~50年である(Tab-2参照)。従ってS.50年時点に整備した方が効果量が多い結果となっている。

(3) 道路網形態と人口密度の空間分布の関係

a) 基本式の誘導

ある道路網の状態における、駅への経路距離とそれに対応する空間距離との関係について考える。ある道路網における経路効率線¹⁾上の各点と駅との空間距離の平均を l とし、それを経路効率線 $E(l)$ で囲まれる面積 $A_E(l)$ と等面積の円の半径と定義する。

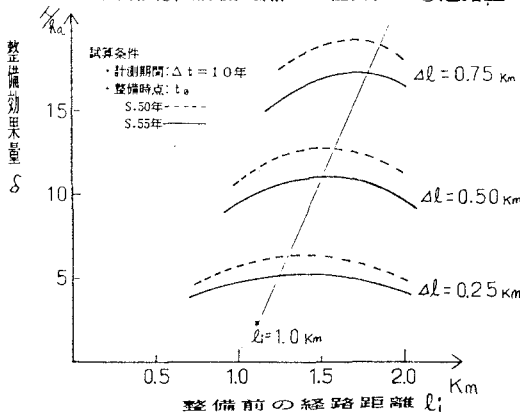


Fig-7 Effect of Road Network Improvement on the Change of Population Density

$$A_{E(L)} = \pi L^2 \quad (12)$$

道路網効率比 R_L の定義より $A_{E(L)} = \pi L^2 \cdot R_L$

であるから

$$L = \sqrt{R_L} \cdot \ell \quad (13)$$

となる。この式を ℓ について解いた式を

$$\ell = h(L) \quad (14)$$

とすると、これはある道路網の状態における駅周辺各地点の経路距離を、それに対応する平均的な空間距離に変換する式である。この式は、その中に道路網の状態の違いを表現する道路網効率比 R_L を含んでおりこの R_L を操作変数とすることによって様々な道路網の状態の距離変換式となる。

ここで、収容可能な人口密度分布は(8)式において $t = \infty$ とすることによって

$$\rho = f(\ell, \infty) \quad (15)$$

と表わされる。この式に(14)式を代入することによって、物理的尺度である空間距離 L を尺度とする人口密度分布式

$$\rho = f(h(L), \infty) = g(L, \infty) \quad (16)$$

を得る。この式は、前述したと同様、道路網効率比 R_L を操作変数とすることによって、様々な道路網の状態における人口密度の空間分布を表わす式となる。従ってこの(16)式を基本式として、道路網の状態と人口密度の関係を捉えることができる。

またこの時の駅を中心とする一定圏域内(半径 L_w km圏)における収容可能な人口量 P_w は次式となる

$$P_w = \int_0^{L_w} \int_0^{2\pi} g(L, \infty) \cdot L \cdot d\theta \cdot dL \quad (17)$$

b) 試算の前提条件と試算式

モデル試算を行う上で次の諸点を前提とした。

1) 徒歩アクセス可能な領域内において、隣接駅の影響を受けない仮想的な駅周辺地域を想定する。そしてその領域内はすべて等質な可住地とする。

2) 試算の基本となる人口密度分布及びその推移式は、前節と同様、横浜市北西部で得られた分布-推移の実態式を用いる。なおこの分布-推移式において、 $t = \infty$ とすることによって得られる収容可能な人口密度分布式は、厳密には駅への経路距離の2乗の指数分布型をなすが、試算上は簡便さを考慮して経路距離の一次式に近似した式を用いることにする。これは、 $t = \infty$ の段階における人口密度分布に関しては経路距離の一次式とよく適合しており、駅周辺

という限られた領域内では実用上問題ないと判断したことによる。すなわち

$$\rho = f(\ell, \infty) = a \cdot \ell + b \quad (18)$$

とする。横浜市北西部の場合には $a = -18.6$ 人/ha、 $b = 94.5$ 人/haであった。

3) 道路網の状態を示す道路網効率比 R_L も ℓ に関する直線式

$$R_L = m \cdot \ell + n \quad (19)$$

とし、そのパラメータ (m , n) によって、種々の道路網形態を表現する。ここでパラメータ (m , n) と道路網の状態との関係は、2章で明らかにしたように、 R_L の特性から、 n が大で、 $m > 0$ の場合には、網全体の近接性機能の充足度が高くかつ網形態もツリー状の開放型をなし、 n が相対的に小さく、 $m < 0$ の場合はこの逆に充足度が低く、かつ行き止まり型の網形態をなす。

前提条件式(18)、(19)により、道路網の状態を示す (m , n) をパラメータとする、つまり種々の道路網形態に応じた収容可能な人口密度の空間分布(16)式、収容可能な人口量(17)式が特定される。

c) 試算結果とその考察

道路網形態の違いを示すパラメータ (m , n) を2-(3)の結果を踏まえて種々設定し、(16)式よりそれぞれの場合の人口密度の空間分布式を試算した。その結果の一部をFig-8に示す。

パラメータ (m , n) = (0, 0.6)、(0, 0.5)、つまり ℓ にかかわらず $R_L = 0.6, 0.5$ である場合の道路網形態は、例えば迂回率 $U = 1.2$ のアクセス道路が等角度にそれぞれ約17本、7本存在する場合に相当する。(3)式、Fig-4参照) この場合後者の方が駅と

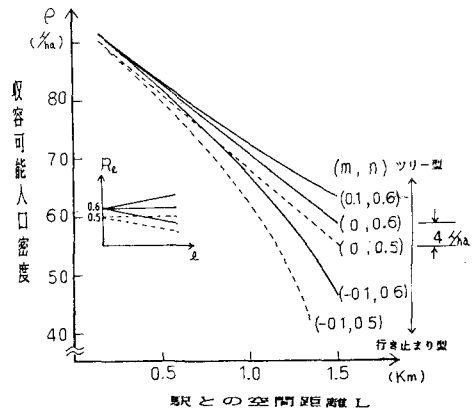


Fig-8 Spatial Distribution of Population Density by Various Road Network Pattern

の空間距離に対する収容可能人口密度の低減が大きく、空間距離1.5 km付近での収容可能な平均人口密度において約4人/haの差異が生じている。つまり R_e が小さく道路網全体での駅への近接性機能の充足性が低い場合、収容可能な人口密度は駅への空間距離に対して減少勾配が大きいことがわかる。さらに網形態が基本的にツリー型($m > 0$)の場合と行き止まり型($m < 0$)の場合を比較すると、後者の場合、収容可能な人口密度は駅との空間距離に対して急激に減少することがわかる。

次に駅を中心とする徒歩利用可能圏域($L_w=1.5$ km)を想定し、この圏域内に収容しうる人口量が、道路網形態の違いによってどのように影響されるかについて、試算にもとづいて考察する。

種々の(m, n)の組み合わせ、つまり各種道路網の状態について、(17)式より収容可能な人口量を求め、(m, n)をパラメータとして図示したのがFig-9である。この図より、①ここで想定したパラメータ(m, n)の組み合わせは、実際への適用結果からみて現実的にありうる道路網の状態($R_e=0.35\sim 0.7$ の範囲)であることから駅を中心とする徒歩圏内に収容しうる居住人口量は、約4.2~5.2万人(圏域内平均人口密度で約59.4~73.6人/ha)の範囲である、②道路網の状態によって、収容しうる人口量に差異がみられ特に網形態が行き止まり型の場合、急激に減少することがわかる。

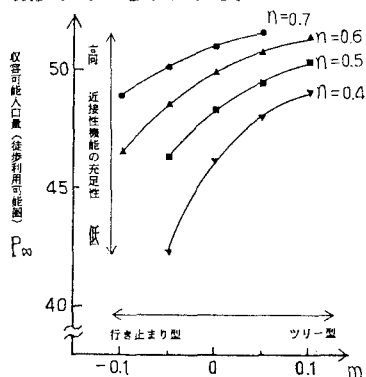


Fig-9 Capacity of Population in Walk-Access Area by Various Road Network Pattern

5. おわりに

本研究は、大都市郊外部における駅を中心とする領域(ここでは徒歩圏に限定)を、駅のもつ核性と今後の変化の可能性ゆえに計画的要請の強い場とし

て着目し、そこでの道路網、人口密度分布とその推移、そしてこれら両者の関係について検討を行ったものである。その結果得られた主要な成果は以下のとおりである。

①駅周辺道路網が提供する駅への近接性の空間分布を簡便に表現する方法として経路効率線を、そしてその近接性機能の充足度を示す尺度として道路網効率率比を提案した。

②駅への近接性という観点から道路網の状態を捉えるにおいて、その充足性は道路網効率率比の大きさと、網形態の特徴は、駅からの距離に対する変化パターンで把握できることを示した。

③経路距離で示される駅への近接性に対して、徒歩アクセス圏での人口密度は、どの時点についても駅を中心とする正規分布型をなし、その推移は同一近接性ランクについてロジスティック過程をとることが明らかとなった。

④さらに以上の知見をもとに、駅周辺という場における道路網と、人口密度分布及びその推移の関係を把握する方法を二つの視点から導いた。そしてそれぞれのモデル試算によって、道路整備(経路距離短縮量、整備前の状態、整備時点)と人口密度の伸びに対する効果量の関係、さらに道路網形態の違いとそこに収容可能な人口密度の空間分布型、人口量との対応関係を示すことが出来た。

今後の課題としては、①駅を中心とする人口密度分布及び推移式に関して、他の地域についても適用し、より一般的に成立することを実証すること、②同様にここで得られた知見の中には、仮定にもとづくものがあり、これらについて実証化を図ること、③場の拡張として、徒歩圏を越える領域での市街化と駅への近接性との関係についての検討等がある。

(参考文献)

- 1) 大塚全一, 川上洋司, 藤倉規夫他: 鉄道駅への近接性からみた道路網形態に関する研究, 土木計画学研究・講演集 NO.6, pp239~247
- 2) 奥平耕造: 都市工学読本, 彰国社, pp126, 1976
- 3) 天野光三, 藤田昌久: 都市人口密度分布の成長過程に関する研究, 土木学会論文報告集 NO.143, pp16~21, 1967
- 4) 渡辺与四郎, 依田和夫, 佐藤本次郎: 市街地における土地利用と街路の計画設計について, 都市計画 NO33, pp15~19, 1962
- 5) 奥平耕造: 通勤輸送からみた住宅地の人口密度分布と発達に関する研究, 建築学会論文報告集NO.145, pp59~64, 1968
- 6) 横浜市総務局事務管理部統計課: 横浜市メッシュ別集計結果報告, 1981.11
- 7) 横浜市都市整備局: 横浜市土地利用現況調査報告書, 1979.3