

円形都市モデルに関する2, 3の考察

信州大学工学部

正 員

奥谷 巖

シ シ

○学生員

上杉一義

1. まえがき

現在日本では、人口の都市集中がかなりの速度で進み、都市の道路等の諸施設の整備はこれに伴わず、都市（とくに大都市）は過密状態にある。本稿では、円形都市モデルを援用して、都市の道路面積と諸施設の相互関連について考察し、都市の高層化の問題について言及する。

2. 都市モデル

半径 R の円形都市を考え、その中の半径 r の同心円内を業務地域、他を住居地域とする。道路はすべて、放射環状型に設ける。本考察では通勤交通を対象とするが、その場合通勤者は以下に述べる5経路のうちの1つの経路を、乗用車またはバスを利用して通勤する。〈経路1〉車は半径方向に都心まで進み、そこから再び半径方向に通勤先へ行く経路。〈経路2〉車は半径方向に通勤先の同心円上まで進み、時計、反時計方向いずれか短い方を円周方向に通勤先へ行く経路。〈経路3〉車は出発地の同心円上を円周方向に時計、反時計方向いずれか短い方を、通勤先の位置する同一半径上にまで進んだ後半径方向に通勤先へ行く経路。〈経路4〉車は半径方向に業務地域と住居地域の境界上に進み、境界上に設けられた環状道路を時計・反時計方向いずれか短い方を通勤先と同一半径上まで進み、半径方向へ通勤先へ行く経路。〈経路5〉通勤者の居住地の位置を極座標で (r, θ) 、通勤先を (r', θ') とおき $\theta - 2\pi < \theta' < \theta + 2\pi$ に通勤先があるときは経路2を、 $\theta + 2\pi < \theta' < \theta + 4\pi$ に通勤先があるときは経路1を利用する経路。ただし $\theta \pm \pi$ の境界線上は、経路1および経路2の走行距離が等しくなる地点である。

3. 道路面積・諸施設面積の定式化

都市内の地点を極座標で表現し、業務地域内の点 (r, θ) における単位面積あたりの吸収パーソントリップエンド数を表わす関数を $g(r, \theta) = M_1 e^{-\alpha r}$ 、住居地域内の点 (r, θ) の発生パーソントリップエンド数の関数を $g(r, \theta) = M_2 e^{-\beta(r-R)}$ とする。Tを総通勤者数、すなわち総パーソントリップ数とすると、通勤者が点 (r, θ) にトリップエンドを有する確率は $\frac{1}{T} g(r, \theta) r dr d\theta$ となる。以上のような概念を使用して、例として経路2について、通過交通量および道路面積等を導いてみたい。

(1) 通過交通量 (r, φ) 地点の半径方向の通過交通量 N_r は、偏角 φ と $\varphi + d\varphi$ の間で発生する確率 $\frac{1}{T} g(r, \varphi) r dr d\varphi$ と、中心からの距離 0 から r までに吸収される確率 $\frac{1}{T} \int_0^r g(r', \varphi) r' dr' d\varphi$ と、これらに総通勤者数をかけると通過人員となり、1人あたりの車の台数 n をかけると、通過交通量 $N_r(r, \varphi) d\varphi = nT \frac{1}{T} g(r, \varphi) r dr d\varphi \times \frac{1}{T} \int_0^r g(r', \varphi) r' dr' d\varphi$ となる。ここで $\bar{r} = \frac{uR}{m} + \frac{(1-u)R}{m_0}$ と表わされる。 u は乗用車分担率、 $\bar{r}$ は世帯自動車保有率、 m は世帯あたり平均通勤者数、 m_0 はバス1台あたりの平均乗客数、 $\bar{r}$ は乗用車への換算係数である。つぎに (r, φ) 地点の円周方向の通過交通量 N_θ は時計、反時計方向があるが、いま一方だけを考えると、 (r, φ) 地点を通過する可能性のある居住地は偏角 $\varphi - \pi < \theta < \varphi$ 内にあるが、これを満足する偏角 θ から $\theta + d\theta$ で発生する確率は $\frac{1}{T} \int_{\varphi - \pi}^{\varphi} g(r, \theta) r d\theta$ 、さらに通勤先は動径 r' から $r' + dr'$ 、偏角 $\varphi \leq \theta' \leq \varphi + \pi$ なる範囲になければならないことから吸収の確率は $\frac{1}{T} \int_{\varphi}^{\varphi + \pi} g(r', \theta') r' d\theta' dr'$ となる。したがって、両方向の通過交通量 N_θ は、

$N_c(y, \varphi) dy = \int_{-\infty}^{\infty} R_T \left\{ \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} g(z, 0) dz + \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} g(y, 0) y dy d\theta \right\} d\theta + \int_{-\infty}^{\infty} R_T \left\{ \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} g(z, 0) dz + \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} g(y, 0) y dy d\theta \right\} d\theta$ と算定される。

(2) 道路面積 (y, φ) 地点での微小面積 $y dy d\varphi$ 内の道路面積は $dS_r = \frac{w}{\omega} \{ N_r(y, \varphi) dy d\varphi + N_c(y, \varphi) dy dy d\varphi \} - \left(\frac{w}{\omega} \right)^2 N_r(y, \varphi) dy N_c(y, \varphi) dy$ となる。 w は道路の1車線幅、 ω は通勤ラッシュ継続時間、 Q は1車線あたりの実用容量である。したがって同地点での道路密度は $D_r = \frac{dS_r}{y dy d\varphi} \times 100\%$ となる。以上より業務地域内の全道路面積は $S_r = \int_{-\infty}^{\infty} dS_r$ により求められる。

(3) 諸施設の面積 公園は1人あたり41㎡取り、全業務地域に均一に配置することになると、公園面積 $S_p = \frac{41 \times T}{1000000}$ 公園密度 $D_p = \frac{S_p}{\pi a^2} \times 100\%$ となる。駐車場は車/台あたり42㎡なる面積を必要とすると、駐車場密度 $D_p = 42 g(y, \varphi) \times 100\%$ 、面積 $S_p = \int_{-\infty}^{\infty} 42 g(y, \varphi) y dy d\varphi$ となる。またOfficeは1人あたり43㎡なる面積を必要とすると、Office密度 $D_o = 43 g(y, \varphi) \times 100\%$ 、面積 $S_o = \int_{-\infty}^{\infty} 43 g(y, \varphi) y dy d\varphi$ となる。

4. 都市の高層化

都市内における必要面積率を計算すると100%以上になる場合が多くなる。しかるときに都市の高層化を考慮する必要がある。必要面積率が100%を越える場合、道路密度の最大値を20%とし、それ以上のときは道路を5階に高層化する。公園の面積率は、どの地点でも一定の $D_p\%$ であるので、駐車場とOfficeの建設面積は $(100 - 20 - D_p)$ である。この面積を両者に分けて高層化する必要がある。そこでOfficeと駐車場の高さの比を100:2と定めると、Officeの高層階数は $\frac{D_o + 100 D_p}{(100 - 20 - D_p) \times 2}$ 、駐車場の高層階数は $\frac{D_p + 100 D_r}{(100 - 20 - D_p) \times 100}$ となる。ただし以上の計算の結果、駐車場の階数が1に達しないときは、これを1として改め、Officeの階数を $\frac{D_o}{(100 - 20 - D_p - D_r)}$ で計算する。また道路の密度が $D_r < 20$ となるときは、上式の20%のかわりに D_r を代入して計算すればよい。つぎに道路の平均階層数を計算する式は、道路密度が20%以上のときは、 $\frac{S_r}{\pi a^2 \times 0.2}$ で表わされる。また20%以下のときは、0.2のかわりに平均道路密度 $\bar{D}_r$ をもちいれればよい。Officeの平均階層数も同様の考えで $\frac{S_o + 100 S_r}{\pi a^2 \times 0.2 - S_p}$ であらわされる。

5. 計算例

以上算出した式に諸数値を代入して計算した結果を述べる。図-1、図-2より、都心への集が経路によりかなり大きな差となって表われ、また道路密度・道路階数のみならず、駐車場、Officeの階数も、中心付近で、かなりの差が生じることがわかる。また経路にかかわらず、乗用車の分担率が5割弱、バスの分担率が残りの5割強になったとき、乗用車分担率が10割のときの道路密度・面積の約半分に減少する。したがって、同じ都市規模であっても、通勤経路を非集中型に、乗用車の分担率を低く規制することで、ある程度、都市施設を改良することが可能であらう。

6. おすび

今後の問題として、現実の都市に即した、なんらかの指標となるように、進めていきたい。

