

## 1 はじめに

現在の都市は周辺農村地区や他の小都市から労働力、食料等の供給をうけて活動し、周辺地域と密接な関係をもつ、一つのまとまった地域(都鄙共同体)の中核をなしている。また最近のわが国の産業構造の近代化、所得水準の向上など社会、経済構造の変革による第2・3次産業人口の増加は増々都市への人口集中を促している。そこで都市単位では現代の都市問題の根本的解決はなされず、こうした都市を中心として結束された地域、つまり都市圏について考察しなければならない。

当然なことながら都市圏の広狭は中核都市の都市規模や周辺地域の諸機能、さらには両者を結びつける要因(指標)のとり方などによって異なり、そして都市圏は明確でシャープな境界は存在せず、互いにオーバーラップした境界となるのが普通である。とくに日常の地域間流動である通勤通学を指標とした都市圏(物資流動を指標とする都市経済圏とは自ずと異なり、またせまい。)を想定し、その地域の特性、さらにはそれらを密接に結びつけている交通との関係を定量的に把握しておくことは交通計画上重要なことである。

この研究では国勢調査の資料に基づいて通勤、通学交通の流動を時間距離と人口を指標として分析した。まず通勤通学発生集中交通量の推定を原単位、モデル計算法について考察し、ついで交通流動の分布状況を定量的に把握するために分布モデルを提案した。その後この分布モデルを利用して、通勤通学圏を想定し、この都市圏の広狭を人口を主とする経済指標によって分類し、中核都市の特性を東北6県62市について検討した。

## 2 分析方法

### 2.1 通勤、通学交通の発生集中交通量

通勤通学交通の発生集中要因は都市周辺部外縁部へのスプロール化、さらには輸送交通機関の改良による時間距離の短縮や新路線の建設など既存の交通体系の変化などに起因している。

そしてこの交通量は直接移動に転換し、流動を生じる。

#### (1) 発生集中原単位

原単位としていろいろな指標が利用されているが、それらの指標は、ほとんど全て人口で説明できるものが多いので、ここでは人口を指標として解析した。また各都市の原単位は平均値の周囲にほぼ正規分布的に分散していると推定できるから、母平均値の区間推定としてt分布を利用した(1)式を用いて、平均値からの分散状態によって各都市の特性をしらえることができる。

$$V_g = \pm t(\phi, \alpha) \cdot \sigma_E / \sqrt{n} \quad \cdots \cdots (1)$$

ここに  $t(\phi, \alpha)$ : 自由度  $\phi$ 、危険率  $\alpha$  の時のt分布の値

$\sigma_E$ : 不偏分散の平方根  $n$ : 試料数

#### (2) 発生集中モデル計算法

この方法はいくつかの経済指標を組み合わせて一つの数学的モデルを構成して推定する方法である。原単位法の場合と同様に回帰式の推定誤差を求める(2)式を利用して、回帰式からの分散状態によって各都市の特性を分類できる。

$$V_m = \sqrt{S / (n-2)} \quad \cdots \cdots (2)$$

ここに  $S$ : 残差平方和

### 2.2 通勤、通学交通の分布モデル

分布モデルとして従来広く利用されているものに引力モデル法がある。この引力モデルは

分布モデルとしては合目的なモデルではあるが、このモデルの性質を熟知していないと全体として問題のあるモデル式となる。そこでこの研究では引力モデルを変形した(6)式を利用した。このモデルについてはすでに報告したが、その概要は次のとおりである。

ある地域への交通は距離の増大に伴って減少する。これは距離の抵抗を受けるためで、この抵抗となる距離のうち通勤通学交通が最も大きく影響を及ぼすのは時間距離である。いまある地域を中心として対象地域からの流入交通量 $P_{ij}$ 、 $i$ 地域を $P_i$ 、 $j$ 地域を $P_j$ とする。そして $i$ と $j$ 間の最短時間距離 $R_{ij}$ とすれば、引力モデルは次式で表わされる。

$$P_{ij} = a \cdot (P_i P_j)^{\rho} \cdot R_{ij}^{\alpha} \quad (\alpha < 0) \quad \cdots (3)$$

$$\text{上式より } R_{ij} / (P_i P_j)^{\rho} = a \cdot R_{ij}^{\alpha} \quad \cdots (4)$$

$i$ 地域を中心とすると $P_i$ は一定となるから、

$$P_{ij} / P_j = Q_{ij} \text{ (流入人口比率) とおけば}$$

$$Q_{ij} = a R_{ij}^{\alpha} \quad \cdots (5)$$

また通勤通学交通は日常生活の一部、つまり一日のうちに往復運動をする流動であるから、ある距離のところで $Q=0$ となるわけにならない。この距離を理論限界<sup>(4)</sup>と定義されている。この概念をモデル式に代入すれば(5)式は次式で表わされる。

$$Q = a R^{\alpha} + b \quad (\alpha, b < 0) \quad \cdots (6)$$

(6)式での尚問題点は $R \rightarrow 0$ の時、 $Q \rightarrow \infty$ となることであるが、このことは乱流範囲<sup>(3)</sup>で定義できる。つまり $Q-R$ 分布関係を図示するとはじめは低くで、ある距離( $t_1$ )にいたったとき(6)式の適用が可能となる。また(6)式では $R = \sqrt{\frac{b}{-a}}$ の時 $Q=0$ となり、この距離が理論限界( $t_4$ )となる。なお(6)式を図示したのが図-1である。

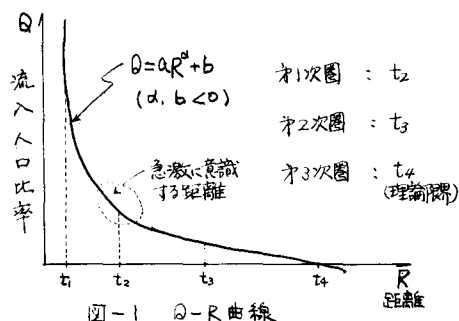
### 2.3 通勤、通学交通よりみた都市圏

提案した分布モデル式を利用することにより都市圏が想定できる。つまり理論限界( $t_4$ )までを定義の都市圏と想定できるが、必ずしも $t_4$ までを

図として考える必要はなく、(6)式からも明らかにように距離の増大に伴って指数曲線的に流入人口が減少し、ある距離のところで急激に交通量が減少する。そこでこの急激に距離を認識する範囲( $t_2$ )を第1次圏とする。この $t_2$ を数学的に厳密に求めることはできない。曲率内の考え方より接円半径の最小値から近似的に求める方法などがあるが、ここでは(6)式が双曲線であることを利用して(6)式を微分して得られる次式にて算出した。

$$t_2 = \frac{1}{\alpha} \sqrt{\frac{-b}{-a}}$$

つまり第1次圏は急激に距離を認識する距離、第3次圏は理論限界、第2次圏はその中間値とした。



### 3 東北6県62市への適用

解析のために用いた資料は昭和40年に実施された昭和年間勢調査<sup>(4)</sup>を利用した。

#### 3.1 発生集中交通量

ここでいう発生集中交通量とはその都市に他市町村から集中又は他市町村へ発生する就業者と通学者をとった。

東北6県62市について都市人口と人口当りの発生集中原単位の平均値はそれぞれ0.0442万人、0.0650万人である。また(1)式で危険率1%とすれば $V_g$ はそれぞれ $\pm 0.0172$ 万人、 $\pm 0.0153$ 万人となる。そこで平均値を中心として幅 $V_g$ のものを超過度0、それ以上のものを $\pm 1$ 、 $\pm 2$ として表わしたのが表-1である。

表-1 東北6県62市における都市圏想定表

| 番号 | 都市名  | 超過度<br>発生 | 超過度<br>集中 | 第1次<br>圏内人口 | 第1次<br>圏内人口 | 番号 | 都市名  | 超過度<br>発生 | 超過度<br>集中 | 第1次<br>圏内人口 | 第1次<br>圏内人口 |
|----|------|-----------|-----------|-------------|-------------|----|------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| 1  | 青森   | -2        | -2        | 55          | 110         | 51 | 大館   | 0         | 0         | 36          | 93          |
| 2  | 弘前   | -1        | 0         | 30          | 134         | 52 | 本荘   | 0         | 1         | 42          | 76          |
| 3  | 八戸   | -2        | -1        | 44          | 93          | 53 | 男鹿   | 0         | -2        | 31          | 71          |
| 4  | 黒石   | 0         | -2        | 13          | 61          | 54 | 湯沢   | -1        | 0         | 30          | 84          |
| 5  | 五所原  | -1        | 0         | 32          | 59          | 55 | 大曲   | 0         | 0         | 30          | 106         |
| 6  | 十和田  | -1        | -2        | 26          | 54          | 56 | 山形   | -1        | 1         | 50          | 101         |
| 7  | 三沢   | -1        | 0         | 26          | 60          | 57 | 米沢   | -1        | 0         | 42          | 91          |
| 8  | むつ   | -1        | -3        | 28          | 98          | 58 | 尾花沢  | 0         | -3        | 14          | 67          |
| 9  | 盛岡   | -1        | 0         | 46          | 114         | 59 | 鶴岡   | 0         | 0         | 23          | 103         |
| 10 | 釜石   | -2        | -1        | 51          | 127         | 60 | 酒田   | -1        | 1         | 33          | 152         |
| 11 | 宮古   | -1        | -2        | 44          | 107         | 61 | 東庄   | 0         | 1         | 29          | 104         |
| 12 | 一関   | -1        | 1         | 32          | 77          | 62 | 寒河江  | 2         | 0         | 17          | 77          |
| 13 | 大船渡  | -1        | -2        | 40          | 85          | 63 | 上山   | 2         | -1        | 15          | 69          |
| 14 | 水沢   | 0         | 1         | 26          | 63          | 64 | 村山   | 0         | 0         | 14          | 101         |
| 15 | 花巻   | 0         | 0         | 27          | 70          | 65 | 長井   | 0         | 0         | 28          | 80          |
| 16 | 北上   | 0         | 3         | 30          | 56          | 66 | 天童   | 3         | -1        | 17          | 76          |
| 17 | 久慈   | -1        | -3        | 47          | 90          | 67 | 東根   | 3         | -2        | 12          | 80          |
| 18 | 鷹野   | -1        | -3        | 43          | 90          | 68 | 福島   | -1        | 1         | 57          | 72          |
| 19 | 陸前高田 | 0         | -2        | 26          | 81          | 69 | 会津若松 | -1        | 1         | 30          | 56          |
| 20 | 江刺   | 0         | -2        | 17          | 76          | 70 | 郡山   | -1        | -1        | 35          | 95          |
| 21 | 仙台   | -1        | 2         | 69          | 126         | 71 | 平    | 1         | 7         | 25          | 12          |
| 22 | 石巻   | 0         | 1         | 37          | 73          | 72 | 白河   | 0         | 1         | 25          | 90          |
| 23 | 塩釜   | 4         | 5         | 32          | 70          | 73 | 会津   | 0         | 0         | 30          | 55          |
| 24 | 古川   | 0         | 4         | 34          | 82          | 74 | 須賀川  | 1         | 2         | 20          | 51          |
| 25 | 気仙沼  | -1        | 0         | 55          | 80          | 75 | 喜多方  | 0         | 1         | 21          | 52          |
| 26 | 白石   | 1         | 0         | 25          | 78          | 76 | 常盤   | 3         | 2         | 21          | 34          |
| 27 | 名取   | 8         | -2        | 7           | 125         | 77 | 磐城   | 0         | 2         | 18          | 46          |
| 28 | 角田   | 0         | -2        | 25          | 53          | 78 | 相馬   | 0         | -2        | 21          | 44          |
| 29 | 秋田   | -2        | 0         | 72          | 120         | 79 | 内郷   | 8         | 1         | 11          | 1           |
| 30 | 能代   | -1        | 0         | 55          | 112         | 80 | 会津   | 0         | 0         | 36          | 81          |
| 31 | 横手   | 0         | 1         | 24          | 121         | 81 | 会津   | 0         | 0         | 19          | 43          |

し、従業地、通学地が当該市であるものを通勤、通学人口、すなわち流入人口とする。

② 通勤通学のための所要時間は各県を市町村にブロック分けし、その中心地(市町村の行政中心地)間の最短時間距離とする。

なお(6)式は最小自乗法係数 $a$ 、 $b$ 、 $\alpha$ を直接計算できないので、次の2方法で計算した。

④ 最も単純な形として $\alpha=-1$ とする。(表-1)

⑤  $\alpha$ を $-0.025$ から $0.025$ きざみで $\alpha=-10$ まで計算し、 $\sum \frac{(Y_1 - Y_2)^2}{Y_2}$  ( $Y_1$ :実績値、 $Y_2$ :計算値)を最小にする $\alpha$ 値

⑥ 法は計算時間が非常に長く、また分散値も④法とほぼ同値となり、モデルとしては計算の楽な④法がすぐれている。

表-2 発生集中予測モデル

| 発生<br>交通量 | $X_1$ :夜間人口(1000人) $X_2$ :就業通学数(1000人)                             |
|-----------|--------------------------------------------------------------------|
| $T_1$     | $T_1 = 7.623X_1 + 1425.4$ $R=0.5049$                               |
| $T_1$ (4) | $T_1 = 14.522X_2 + 1408.1$ $R=0.5241$                              |
| 集中<br>交通量 | $X_3$ :昼間人口(1000人) $X_4$ :事業所数<br>$X_5$ :昼間就業通学数(1000人) $X_6$ :学校数 |
| $T_2$     | $T_2 = 88.972X_3 - 1443.1$ $R=0.9358$                              |
| $T_2$ (4) | $T_2 = 153.197X_4 - 1196.7$ $R=0.9457$                             |
| $T_2$     | $T_2 = 1.47X_5 + 324.70X_6 - 2254.7$ $R=0.9500$                    |

次に発生集中交通量の推定モデルは説明変数として昼夜間人口、就業、通学人数、産業別人口、事業所数、学校数などを用いて次式で計算した。  
( $Y = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n$ ) 結果を表-2に示す。その他、床面積、商業販売額、工業出荷額などの経済指標も考えられるが、これらはいずれも人口との相関が強い。

### 3.2 分布モデルの適用

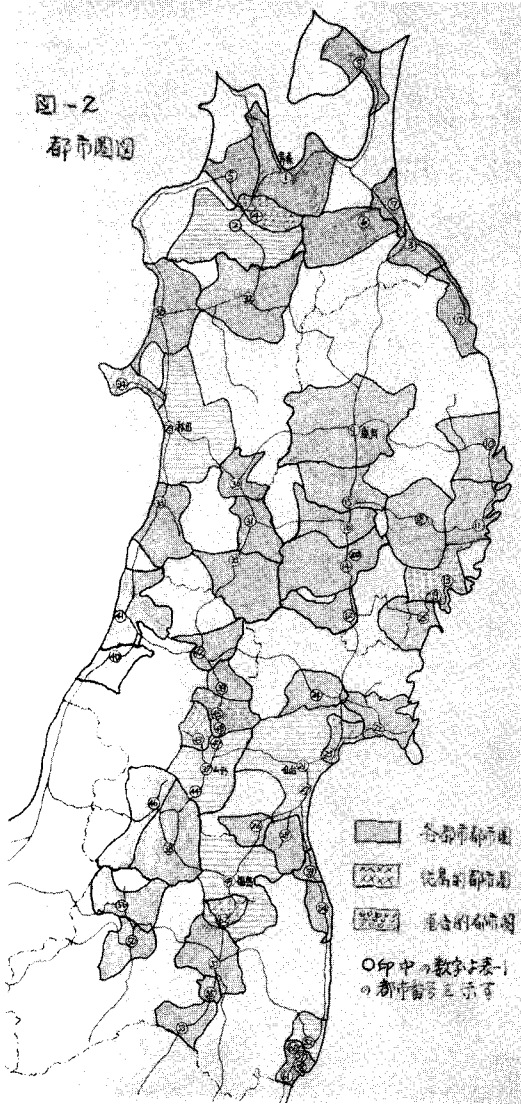
地域間の交通は主として鉄道によるものとし、一部鉄道のない地域間にはバスによる所要時間を用い、次のような仮定をたて(6)式を計算した。

① 40年国勢調査で当該市以外の市町村に常住

### 3.3 都市圏の想定

表-1の値を用いて第1・2次圏からの流入人口を計算すると、それぞれ全流入人口の74.5%、20.9%、5.6%で、第1次圏までを考えるとほぼ

図-2  
都市圏図



充分であるとの判断より、通勤・通学を指標とする都市圏を想定した。その結果は図-3に、またこの都市圏内人口を表-1に示す。

#### ＜参考文献＞

- (1) 福井 三郎他 推計学入門演習 産業図書 S 40.5
- (2) 清水 浩志郎 通勤、通学に関する研究 (I),(II) 土木学会東北支部研究発表会 S 45.2, S 46.2
- (3) 小川 博三 交通計画 朝倉書店 S 41.8
- (4) 総理府統計局 昭和40年 従業地、通学地に関する集計報告 S 40.10

#### 4 むすび

この研究では通勤、通学交通の流動状況を定量的に把握することを目的として、分布モデルを提案し、東北6県12市について適用したところ理論値と実績値との誤差は小さく、各都市ともかなりよい適合性を示していることが判明した。またこのモデルから通勤、通学交通量を指標とする都市圏が想定でき、この都市圏の広域を発生集中原単位の超過度、産業別人口などの都市特性、さらに交通のアクセシビリティによって明確にできた。その概要は次のとおりである。

- ① ①次圏からの流入人口は全流入人口の約1%で、すべて1時間圏である。またその方向性は交通アクセシビリティによって大きく左右される。
- ② 各県によって相違はあるが県都は他都市に比べて都市圏が大きい。隣接県に近い都市の都市圏は他県におよばない。これは意識距離が大きく働いたためであろう。また衛星の都市が明らかになる。
- ③ 各都市圏は鉄道路線に沿って楕円的圏をえがく。
- ④ ①・②次産業人口の多い都市、交通の不便な都市の都市圏は非常にせまく、完全に独立している。
- ⑤ 大都市周辺都市、又は交通が便利で隣接都市までの距離が短い都市の都市圏はせまく明確な境界はない。またお互いに共有した形の都市圏をもつ。