

都市施設配置計画に関する一考察

近畿大学工学部 正員 難波 義郎

1. はじめに

都市施設を適切に配置する問題は、数理計画法などを用いて解かれることが多い。本研究も、地域の中心的施設となるセンター型施設の立地計画について、数理計画法の手法を用いて考察を行い、その適用例を示すものである。

施設配置モデルは、連続立地モデル、ネットワーク立地モデル、離散立地モデルの3つの大きな範疇に分けることができる¹⁾。また、施設を評価する指標が単一か複数かに分かれ、さらに単一施設の場合と複数施設の場合が考えられる²⁾。施設がただ1つで、評価する指標が単一の場合は、比較的簡単な線形のモデル化が可能であるが、複数の施設を立地させて、複数の指標で評価する場合は多目的形画法を適用しなくてはならず、また非線形モデルとなることも少なくない。本研究では、ある地域にいくつかの消防署所(本署と出張所を総じて署所という)を設置するのが適切であるかという施設配置問題を検討した。

2. モデルの考え方と定式化

本研究では上述の離散立地モデルを採用することとし、対象地域をメッシュ分割し、署所の立地候補地および可住地メッシュを選定する。次に、署所の立地条件は以下のように考えている。すなわち、保野ら³⁾によれば、建物の規模は地域によって異なるが、建築着工統計及び住宅統計調査によれば、全国持家の平均的な広さは、約95~115㎡(昭和63年度)であり、1棟独立住宅規模として、建築面積の上限をとり約120㎡としている。そして、風速4m/s未満地域で、建築面積120㎡の建物を消火するための「出火から放水開始までの時間」は12.5分で、そのうち駆けつけ時間は3.5分となっているが、これはかなり理想的な値である。一方、建築面積120㎡の建物は平均的に約19分で全焼することから、潜伏・通報時間7.0分、放水準備時間2.0分とすれば、全焼するまでには駆けつけ時間は10分以内に抑えなければならない。したがって、駆けつけ時間が10分を越えるメッシュが存在する場合は、消防管轄区域を2分割または3分割等にして、活動域を区分して、駆けつけ時間を10分以下に短縮させるような署所の配置案を検討する。いくつか区分された各々の地域で総走行距離を最小にするための配置モデルは、以下のように定式化することができる。

目的関数

$$Z_1 = \sum_i \sum_j l_{i1,j1} \cdot X_{i1}$$

$$Z_2 = \sum_i \sum_j l_{i2,j2} \cdot X_{i2}$$

$$Z_3 = \sum_i \sum_j l_{i3,j3} \cdot X_{i3}$$

$$\vdots$$

を制約条件

$$\begin{cases} X_1 + \dots + X_{i1} + \dots + X_{m1} = 1 \\ X_1 + \dots + X_{i2} + \dots + X_{m2} = 1 \\ X_1 + \dots + X_{i3} + \dots + X_{m3} = 1 \\ \vdots \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_1 + \dots + X_{i2} + \dots + X_{m2} = 1 \\ X_1 + \dots + X_{i3} + \dots + X_{m3} = 1 \\ \vdots \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_1 + \dots + X_{i3} + \dots + X_{m3} = 1 \\ \vdots \end{cases}$$

$$\begin{cases} \vdots \end{cases}$$

$$m1 + m2 + m3 + \dots = M$$

$$l_{i1,k1} < l_{i1,k2}, \quad l_{i1,k1} < l_{i1,k3} \dots$$

$$l_{i2,k2} < l_{i2,k1}, \quad l_{i2,k2} < l_{i2,k3} \dots$$

$$l_{i3,k3} < l_{i3,k1}, \quad l_{i3,k3} < l_{i3,k2} \dots$$

ここに、 $Z_1, Z_2, Z_3 \dots$: 地域1, 2, 3...の総走行距離 $l_{i,j}$: iメッシュ(設置候補)からjメッシュまでの距離 $X_{i1}, X_{i2}, X_{i3} \dots \begin{cases} =1 & (\text{署所が設置される時}) \\ =0 & (\text{ " されない時}) \end{cases}$ $i1, i2, i3 \dots$: 地域1, 2, 3...の設置候補メッシュの通し番号 $j1, j2, j3 \dots$: 地域1, 2, 3...の可住地メッシュの通し番号 $m1, m2, m3 \dots$: 地域1, 2, 3...のメッシュの総数(未知) M : 全地域のメッシュ総数(与件) $k1, k2, k3 \dots$: 地域1, 2, 3...の外周に位置するメッシュの通し番号

のもとで最小化せよ。

3. 適用例

対象地域は、図-1に示すようなモデル都市で、横500m×縦375mのメッシュで区分している。モデルで扱われる距離は、メッシュ間の直線距離と道程距離が考えられる。両者の関係は比例的な関係で近似することができ、腰塚ら⁴⁾は茨城県の国道を使用して18都市間の直線距離と道程距離の関係は、後者が前者の1.25倍(決定係数0.93)となったことを指摘している。筆者らによれば、k市の消防車両が使用する道路における分析では、地区によって異なるが、1.2~2.1倍(決定係数0.71~0.98)程度となっている。したがって、当該地域の状況に応じた倍率を直線距離に掛ければ道程距離が計算できる。本研究では、この倍率を1.5とした。また、消防車両の平均走行速度は、消防庁の消防力基準では24km/hとなっているが、k市の場合(平成元年~3年の統計)は約17~39km/hとなっており、本研究では30km/hとした。さて、この地域全体を1つの消防署で管轄しようとする全メッシュに10分以内に到着できないので、前述のモデルを適用し地域を2分割してみると、図-1に示す破線で区分されるが、 z_1 と z_2 の関係は図-2のようであり、パレート解として署所が配置されるのはメッシュ番号18と45である。しかし、この場合でも到着までの時間が10分を越えるメッシュが存在する。そこで、地域を3分割してみると、図-1に示す太い実線で区分され、しかも10分以内に全メッシュに到着できることがわかる。この場合の署所が配置されるのはメッシュ番号17、38および43である。

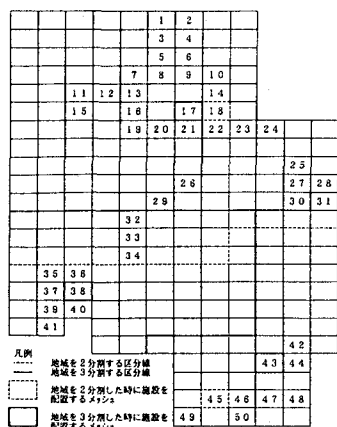


図-1 モデル都市と施設配置案

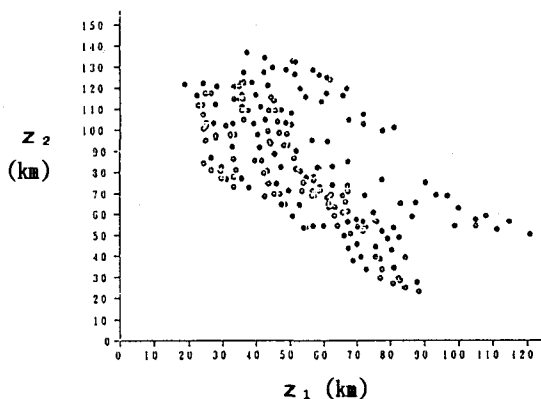


図-2 z_1 と z_2 の関係

4. まとめ

以上のように、複数の施設を配置する場合の圏域を考慮する配置モデルを多目的形画法(0-1整数)によって定式化し、具体例を解くことによって適切な配置案が得られることがわかった。ただし、上述のモデルは、通常の多目的形画法で単純に解いたものではなく、地域をいくつかに分ける際「場合の数」を、総当たりに計算して、パレート解を求めたもので、メッシュ数が多くなると計算量は、格段と増えるので、この解法についてはさらに検討する余地が残っている。

参考文献

- 1)大澤義明:建築・都市計画のためのモデル分析の手法(財経学編), PP.136~149, 井上書院, 1992
- 2)柏原士郎ほか:建築・都市計画のためのモデル分析の手法(財経学編), PP.150~162, 井上書院, 1992
- 3)保野健治郎ほか:市街地の建物火災に対応した消防水利計画に関する基礎的研究, 土木学会論文集, 第425/IV-14, PP.145~154, 1991
- 4)腰塚武志ほか:道路距離と直線距離, 日本都市計画学会学術研究発表会論文集, Vol.18, PP.43~48, 1983