

1. はじめに

経験的 (Empirical) モデル型の活動配分モデルでは、配分される活動に対する各地区の適性度をなんらかの指標値で表わし、その値を用いた配分がなされることが多い。この指標値は、ふつうポテンシャルと呼ばれ、これまでにさまざまなポテンシャル分析法が得られている。

しかしながら、多目的計画、特に、評価・意志決定主体に価値感の異なる人々が含まれている場合には、それらの人々の全体的な同意を得るようなポテンシャル値を作ることは困難であり、ポテンシャル分析を主体とした経験的配分モデルで計画案を作ろうとするときの障害となっている。そのような場合には、ポテンシャル値を固定せず、むしろ評価・意志決定主体の構成員の価値感を反映しうるようにポテンシャル値に操作性を持たせたうえで計画作りを行なうべきと考えられる。

本研究は、多目的線形計画法の考え方をポテンシャル分析法に導入した総合化ポテンシャルを提案することにより、多目的計画の場合におけるポテンシャル分析法を用いた活動配分モデルについて考察したものである。

2. 総合化ポテンシャル

(2. 1) 多目的計画下でのポテンシャル分析法 多目的計画が必要とされる場合のポテンシャル分析では、ポテンシャルも構成する項目を大きく2つ、すなわち、当機活動そのものにとっての適地性を示すものと、他活動への影響を示すものとに、分けることができる。たとえば、海域利用計画での臨海工業のポテンシャルでは、工場の建設費、輸送費のような臨海工業自身にとっての適地性を示す項目と、海水浴場に隣接しているか否か、あるいは漁礁の有無等の他活動に与える影響を示す項目とが含まれている。

臨海工業のような開発型活動を取りあげ、地区 i での活動 k に関するポテンシャルを考えてみよう。この活動そのものにとっての適地性を f_i^k で表わし、他の活動 l に与える影響の大きさを f_i^{kl} で表わすこととしよう。なお、ここで開発型活動を k ($k=1, \dots, \bar{K}$) で、保全型活動を l ($l=\bar{K}+1, \dots, \bar{L}$) で表わし、開発型活動相互間の影響は考えないものと仮定しておく。 f_i^k は、 k を固定したときの i に関する相対的な値としては、関係者の間ではほぼ合意を得て算出されるものと考えてよからう。また、 f_i^{kl} については、 l を固定したときの i と k に関する相対的な値としては、 f_i^k と同様に考えられよう。

通常のポテンシャル分析では、 f_i^k や f_i^{kl} の値を算出した後に、あるウエイト値 w^j ($j=1, \dots, \bar{L}$) を定めて、 $w^k f_i^k + \sum_l w^l f_i^{kl}$ も地区 i での活動 k のポテンシャル値とする。しかしながら、はじめに述べたように、多目的計画では w^j の値については関係者の合意を得ることは、きわめて困難である。

(2. 2) 総合化ポテンシャル 未知定数としてのウエイトパラメーター λ^j ($j=1, \dots, \bar{L}$) を考える。ただし、 $\lambda^j \geq 0$ かつ $\sum_j \lambda^j = 1$ である。地区 i での活動 k の総合化ポテンシャルを $g_i^k(\lambda)$ で表わし、次式で定義する。

$$g_i^k(\lambda) = \lambda^k f_i^k + \sum_l \lambda^l f_i^{kl} \quad (1)$$

総合化ポテンシャルは、 λ の値を与えたときにその値が定まるものであり、 λ の値に応じてさまざまに値をとる。

3. 多目的メッシュ配分モデル

(3. 1) 多目的メッシュ配分問題 沿岸海域利用計画のような多目的計画が必要とされる場合を想定し、臨海工業のような開発型活動の配置計画の代替案作製について考えよう。

問題の前提を以下のように定めておく

(i) 対象地域はメッシュ化されており、各メッシュを i で示す。メッシュの空間的利用において各活動は互いに排

他のである。

(ii)代替案の評価項目は保全型活動への影響をも含めて各活動ごとになされる。評価項目は、開発型活動では $\sum_k f_i^{k*}$ 保全型活動に関しては $\sum_k f_i^{k\ell}$ である。

問題は、(iii)に示したような複数の評価項目をもつ多目的計画問題であり、代替案はパレート最適案であることが望まれる。なお、需要量制約は、その存否によって議論の本質は変化しないので、簡単のため略しておく。

(3.2)配分モデルの考え方 配分法の基本的な考え方は、各メッシュにおいて、総合化ポテンシャルのもっとも大きい活動を配分することである。

いま、ウエイトパラメーター λ^k が、 f_i^{k*} もしくは $f_i^{k\ell}$ に関する社会的な価格づけを行なうパラメーターであると考えよう。そうすると総合化ポテンシャルは、ある価格づけ方法のもとでの社会的価値を示している。したがって、かりに λ についての社会的合意が得られたとすれば、各メッシュについて正の値を持つもののなかで最大値を示す活動にその場所を利用させるべきであろう。空地で残すことも $k=0$ の活動を配分したと考えると λ の値が定まったときの配分ルールは以下になる。

配分ルール : $\max_k \{g_i^k(\lambda)\}_{k=0}^{\bar{k}}$ を与える k を i に配分する。

このルールのもとで、ある活動 k がメッシュ i に配分されるための必要十分条件は、以下になる。

$$g_i^{k*}(\lambda) \geq 0, \text{ and } g_i^{k*}(\lambda) \geq g_i^k(\lambda) \quad (\text{for all } k (k=1, \dots, \bar{k})) \quad (2)$$

(3.3)多目的線形計画問題との関係 ここで、次式のような多目的線形計画問題を考えてみよう。

$$\begin{aligned} \max \quad & \sum_{i=1}^{\bar{I}} \left\{ \lambda^k f_i^{k*} + \sum_{\ell=k+1}^{\bar{k}} \lambda^\ell f_i^{k\ell} \right\} x_i^k \\ \text{subject to} \quad & \sum_{k=0}^{\bar{k}} \lambda^k = 1 \quad (4) \quad \lambda_j \geq 0 \quad (5) \\ & \sum_{k=0}^{\bar{k}} x_i^k = 1 \quad (6) \quad x_i^k \geq 0 \quad (7) \end{aligned} \quad (3)$$

この問題では、 x_i^k に関する制約式は式(6)のみであり、しかもそれはメッシュ i について独立である。したがって、解において x_i^k は 0 か 1 の値しかとり得ないことがわかる。つまり、各 i について、基底要素は単一である。いま $x_i^{k*}=1$ が成立するための必要十分条件は、シンプレックス法より、次式で示される。

$$\lambda^k f_i^{k*} + \sum_{\ell} \lambda^\ell f_i^{k\ell} \geq 0 \quad \text{and} \quad \lambda^k f_i^{k*} + \sum_{\ell} \lambda^\ell f_i^{k\ell} - \lambda^{k*} f_i^{k*} - \sum_{\ell} \lambda^\ell f_i^{k\ell} \leq 0 \quad (8)$$

式(2)と式(8)とを比較すると、両者はまったく同じものであることがわかる。

したがって、総合化ポテンシャルを用いて得られるすべての解を式(3)～式(7)の多目的線形計画問題を解くことによって見出すことができる。しかも、それらは問題のパレート最適解のすべてである。つまり、総合化ポテンシャルを用いたメッシュ配分法は、対応する多目的線形計画問題を解くこととなる。

5. おわりに

本研究では、開発型活動の多目的メッシュ配分問題について、ポテンシャル分析の方法で解を得ようとすることは多目的線形計画問題を解くことに帰着されることを示した。 $\bar{k} \leq 3$ の場合には、この方法は、 λ と解との対応関係を図上で容易に理解しうることで、また、複雑な計算を必要としない図式解法が可能なことなどにより、応用的にもすぐれたものと考えられる。

なお、今後は、対象とする問題の一般化を進め、多目的な配分計画に対するポテンシャル分析的方法と数値計画法との関係をより明らかにして行きたい。

参考文献

- 1) 運輸省第三港湾建設局、空港海岸利用構想基礎調査、1978
- 2) 運輸省第五港湾建設局、伊勢湾海域部総合利用計画策定のための基礎報告書(四)、1976
- 3) M. Zeleney: Linear Multiobjective Programming, 1974
- 4) 柏谷、多目的沿岸地域用途指定計画における代替案作成法: 土木計画学研究発表会講演集、1979