物流ＯＤを用いた地域間価格差の推計について

名古屋大学工学部　正　員　奥田隆明
名古屋大学大学院　学生員　佐野龍弘

1．はじめに

地域間高速交通体系の整備、特に高速道路の整備は、生産に必要な物流コストを低下させ、長期的には製品価格の低下と言う形で、消費者の厚生水準を向上させる。こうした高速道路の長期的な整備効果について分析するためには、高速道路整備に伴う製品価格の変化について把握することが必要不可欠である。

他方、物流は製品価格の地域差が原因となって発生するものである。つまり、輸送費用を支払ってもなお、遠方の地域から製品を購入した方が経済的に有利な場合に、当該地域との物流が発生するのである。したがって、本来、物流は製品価格の地域差などにより説明されるが、これを逆に用いれば、物流の情報から製品価格の地域差を把握することができるはずである。

そこで、本研究では、まず、価格変数を明示的に組み込んだ物流モデルを提示し、これを用いて物流の情報から製品価格の地域差を逆に推計する方法について考察するものである。

2．基本的考え方

2.1　エントロピーモデル

従来、物流ＯＤの予測手法として両側制約型のエントロピーモデル[1),2)]が優れた現況再現性を持つことが実証されてきている。しかし、このエントロピーモデルは、物流で重要な役割を果たす価格変数が明示的に導入されていないため、必ずしも経済理論と一対一に対応するものとなっていない。そこで、本研究では、価格変数を明示的に組み込んだ物流モデルとしてエントロピーモデルを再検討し、これに経済学的な解釈を与えるものである。

2.2　モデルの枠組み

以下では、価格変数を内生的に決定する一般均衡理論の枠組みに従って、物流モデルを導出する。モデル化の対象地域は複数の地域に分割されるものとし、各々の地域には需要者と供給者が立地し、一定量の需要・供給を行っているものとする。

一般均衡理論では、１）与えられた価格体系のもとで各々の経済主体が如何なる行動を選択するのかについてモデル化が行われるとともに、２）各々の市場で需要と供給が一致するように価格が調整される現象がモデル化される。本モデルでは、１）需要者が製品の購入先を選択する行動をモデル化し、２）各々の地域で需要と供給が一致するように価格が調整される現象をモデル化する。

3．物流のモデル化

3.1　需要者行動のモデル化

各地域の需要者は、購入費用を最小化するために、生産地における価格 p_i に輸送費用 v_{ij} を加えた価格 $\tilde{q}_j$ が最も小さな地域から製品を購入するものとする。ただし、この価格 $\tilde{q}_j$ は確率分布するものとし、次のように定義する。

$$\tilde{q}_j = p_i + v_{ij} + \tilde{\varepsilon}_{ij} \tag{1}$$

ここで、$\tilde{\varepsilon}_{ij}$ は独立で同一のガンベル分布とする。このとき、地域ｊの需要者が地域ｉから製品を購入する比率 t_{ij} を確率計算すると、次のロジットモデルが与えられる。

$$t_{ij} = \frac{S_i \exp\{-\beta(p_i + v_{ij})\}}{\Sigma_i S_i \exp\{-\beta(p_i + v_{ij})\}} \tag{2}$$

さらに、地域ｊの需要者が一単位の製品を購入するのに必要な費用を確率計算すると、その最頻値 $\tilde{q}_j$ は次式により与えられる。

$$q_j = -\frac{1}{\beta} \ln \Sigma_i S_i \exp\{-\beta(p_i + v_{ij})\} \tag{3}$$

3.2　市場における需給均衡条件

消費地 j における需要量を D_j とすると、需要者の選択の結果、生産地 i での需要量は $\Sigma_j D_j t_{ij}$ となる。他方、生産地 i における供給量を S_i とすると、市場では需要と供給が一致するように価格が決定されるため、均衡状態では次式が成り立つ。

$$S_i = \Sigma_j D_j t_{ij} \tag{4}$$

3.3　均衡条件式

したがって、市場均衡の結果、均衡条件式として次の連立方程式が得られる。

$$q_j = -\frac{1}{\beta} \ln \Sigma_i S_i \exp\{-\beta(p_i + v_{ij})\} \tag{5}$$

$$t_{ij} = \frac{S_i \exp\{-\beta(p_i + v_{ij})\}}{\Sigma_i S_i \exp\{-\beta(p_i + v_{ij})\}} \tag{6}$$

$$S_i = \Sigma_j D_j t_{ij} \tag{7}$$

この連立方程式の未知数は、q_j 、t_{ij}、p_i の3種類であり、この連立方程式を解けばこれらの未知数が決定できることになる。

4．価格の推計法

4.1　均衡条件式の変形

以下では、3．で導出した物流モデルが両側制約型のエントロピーモデルと一対一に対応することを示すために、上の均衡条件式を変形する。まず、A_i 、B_j を次式で定義する。

$$A_i = \exp(-\beta p_i) \tag{8}$$

$$B_j = \exp(\beta q_j) \tag{9}$$

式(5)を式(8)、(9)を用いて書き換えると、

$$B_j = 1 / \Sigma_i A_i S_i \exp(-\beta v_{ij}) \tag{10}$$

また、式(7)に式(6)、(5)、(8)、(9)を順に代入すると、

$$A_i = 1 / \Sigma_j B_j D_j \exp(-\beta v_{ij}) \tag{11}$$

さらに、地域 i，j 間の物流量を x_{ij} とし、これに式(6)、(5)、(8)、(9)を順に代入すると次式が得られる。

$$\begin{aligned} x_{ij} &= D_j t_{ij} \\ &= A_i B_j S_i D_j \exp(-\beta v_{ij}) \end{aligned} \tag{12}$$

4.2　価格の推計式

式(10)、(11)、(12)は、両側制約型のエントロピーモデルと同一の式である。ここで、式(8)、(9)より、両側制約型のエントロピーモデルのバランシング・ファクター A_i 、B_j は、それぞれ生産地価格 p_i 、消費地価格 q_j を変数変換したものであることがわかる。したがって、逆に生産地価格 p_i 、消費地価格 q_j はこのバランシング・ファクター A_i 、B_j を用いて、

$$p_i = -\frac{1}{\beta} \ln A_i \tag{13}$$

$$q_j = \frac{1}{\beta} \ln B_j \tag{14}$$

と表される。つまり、生産地価格、消費地価格を推計するためには、両側制約型のエントロピーモデルで計算されるバランシング・ファクター A_i 、B_j を式(13)、(14)に代入すればよいことになる。ただし、これらの値は相対値であり、ある地域での価格を基準とした価格差を与えるものである。

5．おわりに

本研究では、一般均衡理論の枠組みにより、価格変数を内生化した物流モデルとして、従来、物流ＯＤの推計に用いられてきた両側制約型のエントロピーモデルに経済学的な解釈を与えた。また、これにより、エントロピーモデルにおいて用いられてきたバランシング・ファクターが生産地価格、消費地価格を変数変換したものであることを示し、これらを用いて、地域間価格差を推計することが可能であることを示した。

参考文献

1) Willson, A.G. (1970): Interregional Commodity Flows: Entropy maximizing approaches, Geographical Analysis, No.2, pp.255-282.
2) 石井義孝(1988)：空間的相互作用モデル－その系譜と体系－、地人書房、1988.