

IV-51

廃棄物の価格決定メカニズムの検討

東北大学 学生員 ○大窪 和明

東北大学 正会員 加河 茂美

東北大学 F 会員 稲村 肇

1. はじめに

最近の廃棄物リサイクルシステムにおいて、通常財として取引されるはずのリサイクル財が逆有償という形で取引されるケースが目立っている。それは廃棄物が供給主導型の財であり、供給量の調整が難しいためであると考えられる。供給主導型である場合、需要量に関係なく供給量が決まるため増加する供給量と停滞する需要量とでバランスが保てなくなり価格が下落しているのが主な原因であると考えられる。

例えば、古紙は戦前から市場メカニズムのなかでリサイクルされてきた。しかし最近では、リサイクル活動の活発化による古紙回収率の上昇などの影響を受けて古紙の供給量が増加している。その一方で古紙の需要量は停滞しているため超過供給が生じ古紙価格が下落している。古紙価格の下落は回収業者及び古紙供給量を減少させ、結果的に古紙リサイクルを衰退させる可能性がある。

伝統的な経済学では、調整されなかった超過供給は、自由処分されるものとして扱われてきた。しかし、実際の古紙市場において超過供給は在庫として貯蓄され、それでも余った古紙は費用をかけて処理されるといった状況であり、自由処分の仮定は成り立たない。本研究では古紙の中でも特に段ボール古紙に注目し、段ボールおよび古紙の需要関数、供給関数の推計を行い、その結果をもとに価格決定関数を導出し、供給主導型の財における価格の調整過程について検討することを目的とする。古紙の価格調整過程の検討は一般的な廃棄物の場合に拡張して考えるときに有用であり、廃棄物の需給コントロールなどの政策提言に重要である。

2. モデルの定式化

本研究の対象である段ボールは重量にして紙・板紙生産量の約40%を占めている。そして原材料のほとんどが古紙なので製紙用パルプとの代替を考慮する必要がない。以上の状況において段ボールが廃棄されてから古紙となり再び段ボールとなるまでの一連の流れを製紙企業、家計、古紙回収業者の3つの経済主体を想定したモデルより段ボール及び古紙の需要関数、供給関数を導く。モデル決定はBox-Jenkinsの時系列モデル作成手順に従う¹⁾。

(1) 段ボールの需要関数と供給関数の定式化

電気産業などに需要される段ボールは通常財であり需要

量と供給量がつりあっているため識別問題を解くことによって構造方程式を導くことができる。モデルの定式化では、需要量は景気の影響を受けやすいことと、段ボール生産の主な原材料が古紙であることを考慮して、需要関数には民間最終消費支出を、供給関数には古紙の価格をそれぞれ説明変数とした。

(2) 段ボール古紙の需要関数と供給関数の定式化

段ボール古紙市場では常に需給ギャップが存在しているので、需要関数と供給関数を別々に推計することができる。モデルの特定化では需要関数は段ボール価格とし、古紙は段ボールの派生需要であるために段ボール価格に影響を受けるというのが主な理由である。供給関数は段ボール古紙在庫量を説明変数とした。各被説明変数はAR(1)モデルに従うので、タイムラグが1の被説明変数を説明変数として加えた動学的計量経済モデルを用いることにより、被説明変数の時間的変化を組み込む。

3. 推計結果と考察

(1) データの作成

推計には日本製紙連合会刊行の板紙統計年報(1987～1991)、紙・板紙統計年報(1992～2003)を用いた。また、段ボールの推計に用いた民間最終消費支出はESRI 内閣府経済社会総合研究所が公表しているデータを用いた。

(2) 段ボールの需要関数と供給関数の時系列推計

段ボールの価格、消費量についてそれぞれ回帰し、残差の系列相関が存在する場合には、Prais-Winsten 変換法を用いた。識別問題を解いて導いた構造方程式は

$$D_t^s = -1036595.0 - 712.82P_t^s + 187812.44 \ln(Y_t) - 1.72t - 0.67L_t \quad (1)$$

$$S_t^s = -83802.3 + 4010.5P_t^s - 4425.6p_t^{*s} - 1.72t - 0.67L_t \quad (2)$$

となる。 S_t^s :段ボール供給量(1000m³)、 D_t^s :段ボール需要量(1000m³)、 P_t^s :段ボール価格(円/m²)、 p_t^{*s} :古紙価格(円/kg)、 t :トレンド、 L_t :製紙産業の労働人口(人)、 Y_t :民間最終消費支出(10 億円)とする。ここで、推計期間を1～T期としたときの需要の価格弾力性 η^s は

$$\left| \eta^s \right| = \left| \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{P_t^s}{D_t^s} \frac{dD_t^s}{dP_t^s} \right| = 0.242 < 1 \quad (3)$$

式(3)から価格の変化に対して需要量は非弾力的で、電気産業などから包装用として需要され必需品となっていることがわかる。構造方程式からは段ボール需要量が景気の影響を受け、古紙を主な原料とする段ボールは古紙価格の与える影響が大きいことがわかった。

(3) 古紙の需要関数供給関数の時系列推計

段ボール古紙の需要関数と供給関数をそれぞれ推定した結果を以下に示す。説明変数の在庫量はタイムラグを伴って価格に影響を与えているので、標本相互相関係数を推計し、最も高かったタイムラグ値 6 を採用した。多重共線性の問題を解決するなどの条件を満たし、最終的に決定した構造方程式は以下ようになった。

需要関数

$$D_t^w = 3605.713P_t^s - 7642.838p_t^w + 0.917D_{t-1}^w \frac{P_t^s}{P_{t-1}^s} + u_{1t} \quad (2.912) \quad (-2.391) \quad (32.565)$$

$$R^2 = 0.978 \quad DW = 1.997 \quad (4)$$

供給関数

$$p_t^w = -4.62 \times 10^{-4} I_{t-6} + 1.59 \times 10^{-5} S_t^w + 0.101 p_{t-1}^w \frac{I_{t-6}}{I_{t-6-1}} + 0.454 \frac{I_{t-6}}{t} + u_{2t} \quad (-0.672) \quad (23.852) \quad (2.622) \quad (6.108)$$

$$R^2 = 0.869 \quad DW = 1.820 \quad (5)$$

S_t^s : 段ボール古紙供給量(トン), D_t^s : 段ボール古紙需要量(トン), I_t : 古紙在庫量(トン)

式(4)より、古紙市場における需要の価格弾力性は

$$\left| \eta^w \right| = \left| \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{p_t^w}{D_t^w} \frac{dD_t^w}{dp_t^w} \right| = 0.118 < 1 \quad (6)$$

となり、古紙は段ボールよりも価格変化に対する需要量の変化が少ないため、価格変化による需要量の調整が緩慢であるといえる。これは、段ボール企業にとって古紙が必需品であることを示しており、古紙と他の原材料との代替はほとんどないと考えてよい。また、式(5)より在庫と価格の間には負の相関があり、過剰在庫量になると価格を下げる事がわかる。これは古紙が劣化しやすく場所をとるため在庫費用がかかり、長期保管には適していないという性質によるものである。

在庫に関する詳細な分析のために在庫調整モデルを

$$I_t - I_{t-1} = \delta(I_t^* - I_{t-1}) \quad (7)$$

とする。長期の在庫調整が最適在庫量に向かうとき

$$I_t^* = \pi_1 + \pi_2 t \quad (8)$$

となる。式(8)を式(7)に代入し、直接推計した結果は

$$I_t = 90576.874 + 0.913 I_{t-1} - 691.020 t + \varepsilon_{1t} \quad (2.437) \quad (33.646) \quad (-2.016) \quad (9)$$

$$R^2 = 0.88 \quad DW = 1.769$$

式(9),(10)から求めた最適在庫量を図1に示す。

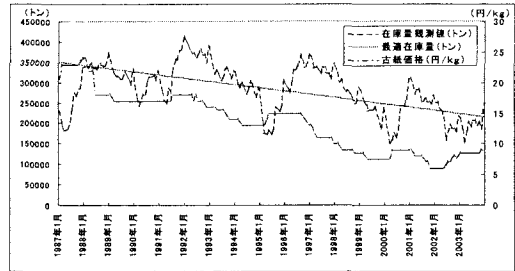


図1 実際の在庫量と最適在庫量

式(4),(5)と(6)より得られた古紙の価格決定関数は

$$p_t^w = 1.2 \times 10^{-6} (I_t^* - I_{t-1}) + \left(1.4 \times 10^{-5} + 1.3 \times 10^{-5} \frac{D_{t-1}^s}{P_{t-1}^s} \right) P_t^s + \left(-4.1 \times 10^{-4} + 4.0 \times 10^{-2} \frac{1}{t} + 9.0 \times 10^{-2} \frac{P_{t-1}^s}{I_{t-7}} \right) I_{t-6} \quad (10)$$

となる。

図1から、在庫量が最適在庫量よりも大きいときには価格は下降し、等しくなると下降は止まり、過小在庫量になると価格は上昇することがわかる。式(6)から古紙の価格変化が需要量に与える影響は小さく、それに対して価格変化に対する供給量の変化率は0.970で需要量よりも変化が大きい。具体的には、価格が1(円/kg)上昇すると、需要量は7642トン減少し、供給量は62893トン増えることから超過供給が増えやすいということがわかる。そのため短期間で過剰在庫量に達してしまうので価格の上昇期間は短い。過剰在庫量になると、古紙回収業者は超過需要を増やして、在庫が減少するように価格調整をするために価格が下降する。これは通常財のワルラス調整過程と逆の方向に価格調整がなされるということであり、供給主導型の廃棄物の特徴であるといえる。在庫の減少が緩慢なのは、需要の価格弾力性が低いことと、供給曲線は時間とともに供給量が増加する方向に動いているという供給主導型の特徴のために超過需要が増加しにくいと考えられる。そして最適在庫量になるまで価格を下げ続けるので古紙価格は長期に渡って下降する。

4. 結論

段ボール古紙価格は下落時にワルラス調整過程とは逆の価格調整過程によって調整されている。これは、過剰在庫が存在するため、在庫量の増加しやすく減少しにくいという性質により、価格は長期的に下落している。

今後は最終処理費用や家計の効用関数、消費行動なども考慮したモデルの拡張が課題となる。

【参考文献】

- 1) 山本拓, 「経済の時系列分析」, 創文社, 1988
- 2) 日本製紙連合会, 紙・板紙統計年報(1992~2003)