

式(1)で示した総製品生産量を総古紙投入量で除したものを資源利用率とする。

2.3 利益率に関する計算式

田畑ら⁵⁾が行った現状のシステムにおける推計においては、輸送コスト決定のメカニズムが織り込まれていない問題があった。本稿では、都市内輸送については Ishikawa⁶⁾が開発したグリッドシティモデルを適用する。また、各都市から製紙工場へは、BPR 関数を用いて旅行時間を算出⁷⁾し、その結果と輸送量に合わせた種々の条件（トラック台数など）を用いて、輸送量あたりの輸送コスト（COT）を算出する。なお、BPR 関数のパラメータについては、八木ら⁷⁾が推計したものを参考にして用いる。生産者の得る利益は式(3)のように表すことができる。

$$[B_x]_t = \frac{1}{\eta_x} \left\{ P_{Q_x} - (1 - \eta_x) P_{M_{x,y}} \sum_{y=1}^9 \left\{ r_{x,y} \sum_{x=1}^{12} (s_{y,x} [Q_x]_{t-1}) \right\} \right. \\ \left. - \sum_{y=1}^9 \left\{ P_{W_{x,y}} \sum_{x=1}^{12} (s_{y,x} [Q_x]_{t-1}) \right\} - COT \frac{\sum_{x=1}^{12} [Q_x]_{t-1} S_{y,x}}{\sum_{y=1}^9 [W_{x,y}]_{t-1}} \right\} \quad (3)$$

$[B_x]_t$: t 期における生産者の純利益

COT: 輸送量あたりのコスト

この $[B_x]_t$ を総コストで除したものを経済性とする。

3. 紙資源の生涯総使用価値の定義

3.1 紙資源の限界生産物価値 (MPV)

1 期のある紙資源 r の MPV を式(4)のように定義する。

$$MPV(r) = \sum_{x=1}^{12} P_{Q_x} \frac{\partial Q_x}{\partial M_{x,r}} \quad (4)$$

この MPV を求めるため、式(5)のように生産関数を定義する。

$$Q_x = \prod_{y=1}^9 M_{x,y}^{\alpha_{x,y}} M_{x,v}^{\beta_{x,v}} e^{\alpha u} \quad (5)$$

この式(5)を重回帰分析し、パラメータを推定する。この際、サンプルの構造変化を考慮する⁹⁾。その結果、天然パルプと古紙パルプの MPV が式(6),(7)のように定まる。

$$MPV(v) = \sum_{x=1}^{12} P_{Q_x} \beta_{x,v} \frac{Q_x}{M_{x,v}} \quad (6) \quad MPV(y) = \sum_{x=1}^{12} P_{Q_x} \alpha_{x,y} \frac{Q_x}{M_{x,y}} \quad (7)$$

これらの値を各紙資源の現状価格と比較し、現状の紙資源価格が生涯総使用価値を考慮したものとなっているか検証する。

3.2 使用価値による資源価格形成

製品原料となる各資源の使用価値の総和を推計することに対して世代会計的手法を適用することで対象システムにおける資源の生涯総使用価値を推計する。

式(8)は、ある紙資源 r の純生涯総使用価値

(NLCTMPV) を表したものである。右辺第 1 項は粗生涯総使用価値であり、制約条件により定まる使用可能世代分を割引率 n により割り戻したものの和で表される。右辺第 2 項はリサイクルコストである。

$$NLCTMPV(r) = \sum_{t=0}^l \sum_{x=1}^{12} P_{Q_x} \cdot \frac{\partial Q_x}{\partial M_{x,r}} \left(\frac{1}{1+nt} \right) \\ - \sum_{t=0}^l \sum_{x=1}^{12} rc_t \frac{\partial \sum_{x=1}^{12} M_{x,r}}{\partial M_{x,r}} \left(\frac{1}{1+nt} \right) \quad (8)$$

$$s.t. NLCTMPV(r) \geq 0$$

3.3 社会的余剰の考慮

各資源の NTMPV が社会余剰を表すものとし、これを資源循環型経済システム構築度を表す指標とする。

4 おわりに

本研究では、以下の 3 点を考慮した使用価値による資源価格形成モデルを構築した。

- ① 経済性に関して精緻な輸送コストを含んだ便益を考慮することができるようになった。
- ② 資源の生涯総使用価値を定義した。
- ③ 資源に着目した社会余剰により、資源循環型経済システムの構築度を定義した。

今後は、今回定義した式を用いて紙資源カスケードリサイクルシステムにおける資源フローと経済性、そして社会的余剰を推計する。また、独占や寡占によって、リサイクル資源価格が高値安定状態になってしまっている可能性を確認するため、現状価格を今回求めた MPV で除すことで、独占度を求め市場の状態を分析する予定である。

<参考文献>

- 1) 日本製紙連合会：月刊「紙・パルプ」No.681 2005 年特集号 紙・パルプ産業の現状,2005.
- 2) 古紙再生促進センター：1995-2004 年版古紙統計年報,1996-2005.
- 3) 経済産業省：1995-2001 年版紙・パルプ統計年報,1996-2002.
- 4) 経済産業省：2002-2004 年版紙・パルプ・プラスチック・ゴム製品統計年報,2003-2005.
- 5) 田畑智博,辻岡信也,森杉雅史,井村秀文：資源有効利用度及び経済性からみたカスケードリサイクルの評価に関する研究, 環境システム研究論文集 Vol.31, pp.297-305, 2003.
- 6) ISHIKAWA, M: A Logistics Model for Post-Consumer Waste Recycling, J. Pack. Sci. Technol. Vol5 NO.2, 1996.
- 7) 国土交通省：平成 11 年度道路交通センサス,2000.
- 8) 八木勇司,溝上章志：時間別交通量配分に用いるリンクコスト関数の推定,土木学会第 55 回年次学術講演会,2000.
- 9) 兒玉名奈,田畑智博,森杉雅史,井村秀文：時系列環境会計表を用いた一般廃棄物処理事業の効率性評価手法の開発,土木学会中部支部研究発表会講演概要集,pp.571-572, 2005.