

紙の生態学的適正価格に関する研究 その1 製造段階の解析

宇部短期大学 正員○城田久岳
山口大学 正員 浮田正夫、中西 弘
宇部市役所 藤永和弘

1. はじめに

ある製品が環境を悪化することなく生産・流通・消費・廃棄されることを目指した生態学的経済システムの導入を目指して、製品の生態学的適正価格の設定について研究を行っている。現在、地球環境問題にまで発展している紙を取り上げて検討を行っており、本報告では産業連関表と産業別の汚染負荷原単位表を使用して、生産に関わる波及効果を含めた紙の単位生産量あたりの汚染負荷量を試算する方法と、試算結果について報告する。

2. 波及効果を含めた汚染負荷原単位

昭和60年度産業連関統合中分類(84分類)表を加工した33分類表を作成し、この産業連関表を利用して紙が1単位生産された場合、直接・間接にどれだけの汚濁物を排出するのかを試算する。その方法は、紙1単位(百万円)の生産によって波及する各産業部門の必要生産額に、それぞれの水質汚濁負荷原単位、大気汚染負荷原単位、産業廃棄物排出量原単位およびエネルギー消費原単位を乗じて、各産業部門のこれら排出量や消費量を求め合計する。

ただし、水質汚濁負荷については次式によりTODとして表現し、大気汚染負荷についても同様にAPLとして表現する。

$$TOD(g/m^3) = 3COD + (19.7TN + 143TP) / 2 \quad (1)$$

$$APL(g/Nm^3) = \text{ばいじん} + SO_x + NO_x \quad (2)$$

(1)式の係数は、植物プランクトンの平均組成(TOD:N:P=143:7.3:1)およびCODの酸化率に基づくものである。(2)式については、大ざっぱな取り扱い方ではあるが、ばいじん、SO_xおよびNO_xの法的环境基準が1日当たりそれぞれ0.1mg/m³、0.05ppm(SO₂として0.11mg/Nm³)および0.04ppm(NO₂として0.10mg/Nm³)であることからほぼ同程度の重みがあるとの判断に基づくものである。

いま、Pを各産業の負荷、Lを各産業の一次の負荷原単位、Xを各産業の生産量として行列表示すると、これらの関係は次式で表される。

$$P = LX \quad (3)$$

Xを各産業の製品の最終需要量Yに逆行列係数を乗じたもので置き換えると、次式のようになる。

$$P = L \{ I - (I + M)A \}^{-1} Y \quad (4)$$

ここで、A: 33部門の中間投入係数行列、M: 内需に輸入が比例すると仮定した輸入係数行列(対角行列)、I: 単位行列である。

ある製品の最終需要あたりに発生する直接・間接の負荷量すなわち総括原単位は、(4)式で当該産業の最終需要を1とし、他の産業の最終需要を0として計算した各産業の負荷を合計した値となる。本報告では、Yの最終需要ベクトルを紙・パルプ部門を1とし、他の部門を0として計算を行っている。また、逆行列係数を投入係数に置き換えると二次の原単位を得ることができる。

3. 紙についての試算結果

表1は、現時点で原単位の情報の得られないものもあり完全なものではないが、紙・パルプ生産額百万円

あたりの負荷量すなわち総括原単位を計算した結果を示している。ここで、紙・パルプ部門における一次の汚染負荷量つまり水質汚濁負荷原単位は52kg、大気汚染負荷原単位は150kg、産業廃棄物排出原単位は75 tで、エネルギー消費原単位は 15×10^6 kcalである。これに直接取引部門への影響を含めると、水質汚濁負荷量は79kg、大気汚染負荷量は219kg、産業廃棄物排出量は104 tとなり、エネルギー消費量は 39×10^6 kcalとなる。さらに、全産業部門への間接的波及効果を含むと、水質汚濁負荷量は108kg、大気汚染負荷量は258kg、産業廃棄物排出量は120 tとなり、エネルギー消費量は 59×10^6 kcalとなる。したがって、紙の製造単価を150円/kgとすれば、紙1 kgの生産によってすべての産業にわたって、水質汚濁負荷16 g、大気汚染負荷39 g、産業廃棄物18kgが排出され、エネルギー 8.9×10^6 kcalが消費されていることになる。

4. おわりに

産業連関表を用いたこのような解析は、地球温暖化のように加害者の明確でない環境破壊を減速させるため、どのような経済活動あるいは開発によって汚染物質が排出されるかを明かにする上でも有効な手段となり得るであろう。本研究では、紙の生態学的な価格の算出手法としての利用が目的であり、今後、各産業の詳細な原単位調査と同時に、各産業の処理費用関数の整備や生態学的環境対策目標の設定について検討を進めていく予定である。

表1 波及効果を含めた紙・パルプ製品の負荷原単位計算結果

	水質汚濁負荷量 kg/百万円			大気汚染負荷量 kg/百万円			廃棄物排出量 kg/百万円			エネルギー消費量 10^3 kcal/百万円		
	一次原単位	二次原単位	総括原単位	一次原単位	二次原単位	総括原単位	一次原単位	二次原単位	総括原単位	一次原単位	二次原単位	総括原単位
01 農林水産業	266.6	2.3	12.3	0.0	0.0	0.0	97.7	0.8	4.5	2413	20.37	111.25
02 鉱業	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.7	0.6	1.2	3979	25.38	48.71
03 食料品	66.0	0.2	0.6	23.8	0.1	0.2	10110.9	28.3	97.2	1645	4.60	15.82
04 飲料・飼料・たばこ	66.0	0.0	0.3	23.8	0.0	0.1	10110.9	0.0	50.7	1645	0.00	8.26
05 繊維製品	59.0	0.1	0.2	25.7	0.0	0.1	2787.6	2.5	11.8	3279	2.96	13.89
06 衣服・その他の繊維製品	6.6	0.0	0.0	25.7	0.0	0.1	9232.0	5.7	19.4	445	0.28	0.93
07 木材・木製品	5.7	0.4	0.5	22.2	1.4	2.1	6180.6	381.0	580.0	552	34.04	51.81
08 家具・装飾品	5.7	0.0	0.0	22.2	0.0	0.0	1778.0	0.7	3.0	388	0.16	0.66
09 紙・パルプ	51.8	17.9	77.7	150.4	52.1	225.4	74857.4	25919.5	112143.0	14526	5029.59	21761.02
10 出版・印刷・紙加工品	3.8	0.1	0.2	24.7	0.8	1.6	977.2	31.0	64.1	424	13.42	27.79
11 化学製品	96.9	4.0	9.8	48.7	2.0	4.9	33143.5	1351.1	3340.3	24254	988.72	2444.45
12 石油・石炭製品	40.6	2.4	4.8	78.2	4.6	9.2	2088.2	122.4	246.1	41320	2421.10	4870.20
13 ゴム製品	10.5	0.0	0.0	25.4	0.0	0.0	2704.8	0.4	3.7	2399	0.34	3.29
14 なめし革・毛皮・同製品	240.7	0.0	0.1	23.8	0.0	0.0	5404.9	0.1	1.3	397	0.00	0.09
15 窯業・土石製品	4.1	0.0	0.0	79.5	0.0	0.3	32169.6	8.1	118.9	13463	3.39	49.74
16 鉄鋼	2.3	0.0	0.0	67.0	0.0	0.7	65841.8	0.0	734.5	49912	0.00	556.78
17 非鉄金属	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18590.4	7.4	68.4	5100	2.03	18.75
18 金属製品	8.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	2917.5	2.8	21.9	1062	1.00	7.97
19 機械	7.7	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	1618.5	10.0	71.1	779	4.81	34.24
20 その他の製造工業製品	27.2	0.1	0.4	24.5	0.1	0.3	3612.9	12.7	47.8	1304	4.57	17.30
21 建設	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.7	0.4	1.3	789	2.99	10.13
22 電気・ガス・熱供給	0.0	0.0	0.0	125.7	7.4	13.2	24335.4	1430.1	2551.1	259132	15227.71	27165.45
23 水道・廃棄物処理	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.7	0.5	1.1	2989	16.10	34.58
24 商業	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.7	3.0	7.5	1220	37.13	93.63
25 金融・保険	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.7	2.3	6.7	1220	28.60	83.55
26 不動産	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.7	0.3	1.6	1220	3.49	20.03
27 運輸	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.7	5.1	11.1	17040	894.98	1939.98
28 通信・放送	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.7	0.1	0.9	1220	1.68	11.28
29 公務	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.7	0.0	0.1	0	0.00	0.00
30 教育・研究・医療・保	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.7	0.6	1.7	1220	7.34	20.98
31 サービス業	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.7	0.5	3.5	1220	5.68	43.22
32 事務用品	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.7	0.1	0.3	0	0.00	0.00
33 分類不明	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.7	0.9	1.9	1220	10.71	23.15
一次原単位	51.8			150.4			74857.4			14526		
二次原単位		27.4			68.4			29328.7			24793.16	
一・二次原単位		79.3			218.8			104186.1			39319.02	
総括原単位			107.5			258.3			120218.0			59488.95