

京都市役所 正会員 ○大西 功
大阪大学工学部 正会員 末石 昌太郎

1. はじめに

近年、環境汚染の防止には、技術的側面だけでなく、資源管理や地域経済をも考慮した総合的な視野が必要とされている。なほでも経済活動と環境問題の相互関係に着目した研究が盛んに行なわれるようになり、また、つまり、外部不経済の内部化の試みである。公害因子を除去するために、どれだけのコストを必要とするかの客観的情報の獲得がこの分野の根本的な課題のひとつである。また、財の価値を水、エネルギーなどの物質で評価し、その情報を消費者に提供するという、いわば環境と経済をつなぐインターフェイスの形成による両者の最適制御が必要である。本研究は、このような観点から、産業連関表を応用して、水質汚濁物質の直接間接排出特性、財の使用価値、素材価値について分析を行う。

2. 産業連関表を応用した直接間接汚濁排出特性の分析

まず、環境汚染が財の生産に伴う副産物として同時に発生すると仮定し、国民経済の投入産出関係を明示している産業連関表に水質汚濁因子を、組み込むことを考える。図-1に、概念図を示す。ある水質汚濁因子（ここでは、SSとする）の収支を、(1)素材産業と、(2)加工産業からなる経済で考えると、次のバランス式が成立する。

$$\mu_1 X_{11} + \mu_2 X_{21} + g_1 X_1 = \mu_1 X_1 \quad (1)$$

$$\mu_1 X_{12} + \mu_2 X_{22} + g_2 X_2 = \mu_2 X_2 \quad (2)$$

ここで、 X_j は*j*産業の総生産額、 X_{ij} は*i*産業から*j*産業への投入額、 g_j は*j*産業の直接汚濁原単位、 μ_j は*j*産業の直接間接汚濁原単位である。(1)式と(2)式の両辺をそれぞれ X_1 、 X_2 で割ると、

$$\mu_1 a_{11} + \mu_2 a_{21} + g_1 = \mu_1 \quad (3)$$

$$\mu_1 a_{12} + \mu_2 a_{22} + g_2 = \mu_2 \quad (4)$$

ここに、 $a_{ij} = X_{ij}/X_j$ で投入係数。

行列表示をすると

$$A'\mu + g = \mu \quad (5)$$

変形して

$$\mu = (I - A')^{-1} g \quad (6)$$

ただし $\mu \equiv \begin{pmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \end{pmatrix}$ $A' \equiv \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$ $g \equiv \begin{pmatrix} g_1 \\ g_2 \end{pmatrix}$ $I \equiv \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

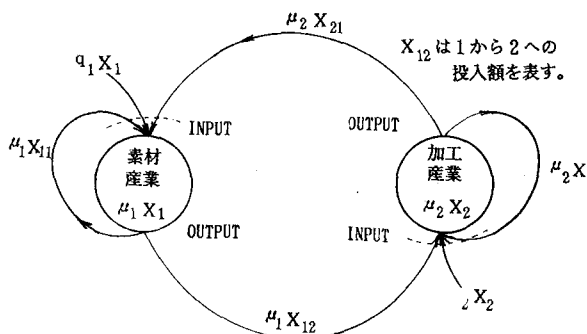


図-1 ポリユージョン・アナリシスの概念図

表-1 水質汚濁と産業構造 (1980年, 全国, SSについて)

分析項目 財	最終需要 F	総生産額 X	直接汚濁 原単位 (q)	直接間接 汚濁原単位 (μ)	μ : q	直接間接 排出負荷 (μ · F)
	10億円	10億円	(kg/10億円)	(kg/10億円)	—	トン
1農 林 水 産 業	4267	16111	10.00	366.31	36.6	1563
2鉱 業	227	2601	10.00	511.43	51.1	116
3食 料 品	20803	26954	147.48	631.17	4.3	13130
4織 維 製 品	3643	8275	34.71	525.99	15.2	1916
5パルプ・紙・木製品	1730	16130	82.99	751.44	9.1	1300
6化 学 製 品	3706	19768	309.98	1083.76	3.5	4016
7石 油・石 炭製品	1102	17906	35.36	506.56	14.3	558
8窯 業・土 石製品	821	8255	443.38	1464.71	3.3	1203
9金 属 一 次製品	3774	35981	8695.26	18072.03	2.1	68204
10金 属 製 品	2456	10409	4.63	6321.55	1365.3	15526
11一 般 機 械	11714	22908	3.63	3701.28	1019.6	43357
12電 気 機 械	13905	22603	5.12	3387.54	661.6	47104
13輸 送 機 械	14417	25490	16.10	3106.36	192.9	44784
14精 密 機 械	2615	3428	2.91	2652.11	911.4	6935
15その他製造工業製品	8969	21545	13.30	727.55	54.7	6525
16そ の 他	194353	296676	10.00	719.55	72.0	139846
計	288502	555040	—	—	—	396084

μ の意味するところは、最終需要が1単位増加した時に生じる単位汚濁量である。(したがって、今、 F_1, F_2 という最終需要が発生した時に生じる直接間接排出負荷量 Q は $Q = \mu_1 F_1 + \mu_2 F_2$ で表わすことができる。

この考え方を実際の産業連関表に適用した結果を表-1に示す。分析には昭和55年産業連関表を用いた。部門の分類は、製造業を中心に16業種に分類している。直接汚濁原単位は環境庁資料から計算したが、「農林水産業」「鉱業」と製造業以外の業種は直接汚濁原単位の資料がないため一律10kg/10億円を仮定している。分析は、BOD、CODについても同様に行なったが、ここではSSについてのみ示す。表-1から得られた知見は、次の通りである。①直接汚濁原単位は「金属一次製品」が飛び抜けて大きい。これはアルミニウム精練時の原単位によるものである。他には「窯業・土石製品」「化学製品」「食料品」が目立つ。②直接間接汚濁原単位が直接汚濁原単位に比べて著しく増加しているのは「金属製品」「一般機械」とその他の「機械」製品であり、間接汚濁の大きさを物語っている。③逆に、間接汚濁の少ない財は、直接汚濁原単位の大きい「金属一次製品」などである。④直接間接汚濁排出負荷は、多くの業種を統合した「その他」を除くと、「金属一次製品」と「電気機械」をはじめとする「機械」製品が、それぞれ直接汚濁、間接汚濁を反映して大きな値を示している。

3. 財の直接間接汚濁因子排出特性からみた産業分類の見直し

次に財の価値を水質汚濁因子の排出特性で評価することを試みる。これは、財を生産技術だけでなく、副産物の処理性や素材の現物的流れに注目して分類する必要がある²⁾との考え方に基づくものである。ここではクラスター分析を用いて先に分析した汚濁因子排出特性値による財の分類を行う。本研究で用いた手法はNearest Neighbour Methodである。ここでいう距離 D とは $D_{ij} = |d_i - d_j|_{\text{BOD}} + |d_i - d_j|_{\text{COD}} + |d_i - d_j|_{\text{SS}}$ であり d_i は μ として μ ：8の値である。図-2は μ ：8の値、すなわち、直間比率による財の分類を試みた結果である。「食料品」から「繊維」に至る群は、間接汚濁の少ない財のグループであり、素材産業的な性格が強い。「電気機械」から「精密機械」に至る群は、間接汚濁の多い財の集合であると考えられる。

4. まとめ

経済と環境とを結ぶインターフェイス構築を念頭に置いて、財の価値を再検討することが本研究の目標であった。財の価値を汚濁物排出特性で評価する手法を示したこと、それら特性値から財の分類をクラスター分析の採用で行うという一連の手法を提案したことが本研究の成果である。しかしながら、上記のレベルは分析の、一つのひび型を示したに過ぎず次のような課題が残されている。①産業連関表の応用計算については、いくつか改良の余地が残されている。部門統合、下水処理部門の導入等の問題である。特に部門統合の問題で、本研究のように多くの部門を統合すると必ずしも $\Sigma \mu X = \Sigma F \mu$ が成立しない。②分析の適用範囲については、淀川流域などに限定して、地域産業連関表をベースに同様の分析が可能である。③財の分類は、今後、技術の高度化、投入産出関係の多様化により重要性を増すと考えられ、その意味でかなりの細分化が必要であろう。④情報としてSSやBODの値が適当かどうか、情報受信者が何の情報を知りたいのかを知るなどが今後の問題であろう。

参考文献 1)末石 憲尾「ウォーター・アナリシスの基礎的研究—水環境情報システムの構成」『エネルギー・資源』4巻1号(1983)、2)末石「廃棄物にかんする環境経済学の展望」『都市問題研究』

34巻7号(1982)

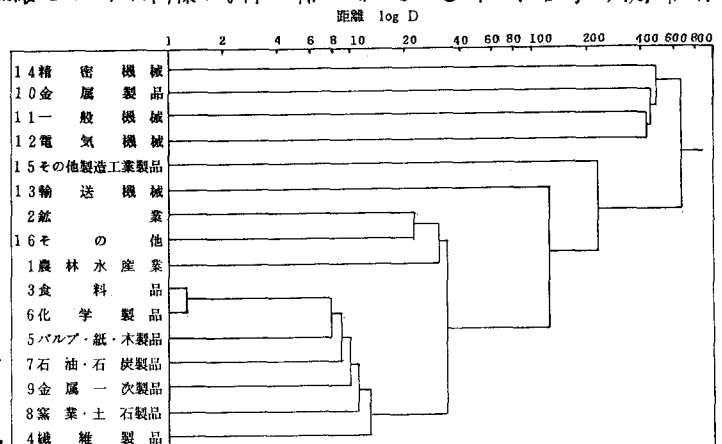


図-2 μ ：qの比による財の分類