

環境対策SNA産業連関表によるリサイクルの環境効果に関する研究

An Enviromental effect of used material
using the rectangular Input-Output system

石丸 久* 稲村 肇**
Hisashi ISHIMARU Hajime INAMURA

1. 研究の背景

産業連関表を用いた環境対策モデル研究は、1970年にLeontief¹⁾によって発表されて以来、現在までも数多く発表されてきた。わが国では、吉岡等²⁾が29種の産業に対する各種の燃料投入表を、各産業が稼働させているボイラーの設置台数などをもとにして綿密に作成した。さらに、各産業のCO₂、NO_x、SO_xの排出量を算出し、それを昭和60年産業連関表と連動させて、産業構造や最終需要量の変化が、この3種の大気汚染物質発生に及ぼす影響を把握することができるようなモデルとした。しかし、吉岡等の産業連関表は、(商品×商品)の形をとっているため、産業別の大気汚染物質発生表とは直接に結合するものではなく、実際のデータとは多少のズレが生じている。また、汚染物質は、産業のみならず、家計消費からも発生するが、通常の産業連関表では、それを扱うことができない。

この問題を解決するため、本研究においてはモデルをSNA型とし、さらに家計を内生部門化することを試みた。

このモデルでは、リサイクル推進の環境に対する影響を顕在的に算定することができるという特徴を持つ。本研究は基本的には吉岡モデルをもとにし、SNA型の環境評価産業連関モデルを作成し、それによってリサイクルによる大気汚染物質発生削減効果のシュミレーションを行うことを目的とする。

キーワード： 計画基礎論 環境計画

*学生員 東北大学大学院情報科学研究科

(〒980 仙台市青葉区荒巻字青葉)

**正会員 工博 東北大学教授 情報科学研究科

2. モデルの作成

以下の資料をもとにモデルを作成する。

- ・ 60年産業連関表V表(104部門)⁴⁾
- ・ 環境対策産業連関表(29部門、慶應義塾大・計量計画研究所編)
- ・ 60年産業連関表、屑・副産物発生表⁵⁾

60年産業連関表V表では104部門の商品別総産出量を国内生産額と屑・副産物発生額に分割しているが、このうち屑・副産物発生額は商品価値を持つことから各産業と家計からのリサイクルを表しているものである(図1)。吉岡の環境対策産業連関表は29部

V 表 (104部門)	産業別 総生産額
国内生産額	
屑・副産物生産額	
商品別総生産額	

図1 産業連関表V表

門通常産業連関表に付属して、各産業が発生させるCO₂、SO_x、NO_xの物理量を表しているが、この表ではリサイクルは除外されている。(図2・図3)。本

商品別I-O表 (29部門)	最終 需要	商品別 総需要
付加価値		
商品別総供給		

図2 環境対策産業連関表
(通常産業連関表)

	CO ₂	NO _x	SO _x
産業計			

図3 環境対策産業連関表
(大気汚染物質発生表)

研究では通常産業連関表をSNA型にする際に、V表より屑・副産物発生額を差し引いて計算する。屑・副産物発生表は各産業及び家計が産出するリサイクル物資をその代替商品別に列挙してある発生表と、それらがいかなる産業に投入されるかを表している投入表よりなる。ここで競合部門とは、問題としているリサイクル物資の代替商品を表している。(図4)。

	発生表		投入表	
競合部門	発生部門	発生額	投入部門	投入額
計				

図4 屑・副産物発生表

まず、60年産業連関表V表を104部門から29部門に統合・整理し、屑・副産物発生表を参照して屑・副産物発生額を差し引いて、これを本研究で利用するV表とする。これより、係数行列Cを求める。

$$c_{ij} = v_{ij} / g_j \quad (1)$$

g : 産業別総生産額

また、吉岡等の環境対策産業連関表のうちの通常産業連関表(X表)から投入係数行列Aを求める

$$a_{ij} = x_{ij} / q_j \quad (2)$$

q : 商品別総生産額

(1)と(2)で求めたAとCより、係数行列Bを求める。

$$B = AC \quad (3)$$

(3)で求めたBより投入行列Uを求める。

$$U = Bg \quad (4)$$

こうして作成した環境対策SNA産業連関表の最終需要部門のうちから家計部門を分離させて、それを内生部門に移動させる。家計部門に該当する数値は、V表、U表ともにすべて0であるが、これは、後に作成するリサイクルの表と齊合させるために分離する(図5)。次に、屑・副産物発生表のうちの発生表を、行に発生部門、列に競合部門を示した行列の形で表し、

	商品	産業	家計	F・D	T・D
商品	V表				q
産業		U表		y	g
家計					
V・A.		y			
T・S.	q	g			

図5 環境対策SNA産業連関表

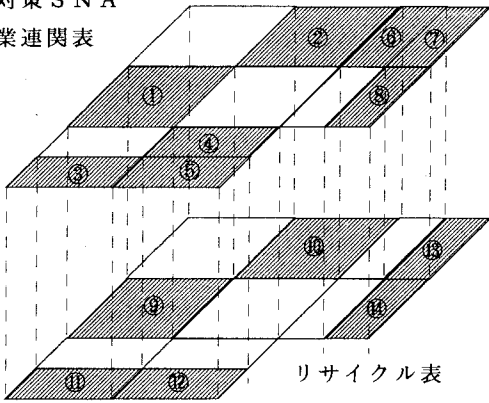
これをリサイクルV表と呼ぶ。また、投入表を、行に競合部門、列に投入部門を示した行列の形で表し、リサイクルU表とする。この副産物・屑発生表は、発生部門に産業部門と家計部門が同時に列挙されているため、これを分離して、先に作成した産業連関表と一致させる。次に、リサイクルU表からリサイクル投入構造表を作成する。これは1単位のある種のリサイクル物資が様々な産業部門にどれだけ投入されるかを表し、各部門に対するリサイクル物資の投入係数となる。ここでは、リサイクル物資の投入構造が保存されると仮定し、企業と家計が産出するリサイクル物資の増加がどの産業部門に投入されるかを知らることができる。

これらを(1)～(4)の過程で作成した環境対策SNA産業連関表と結合させる(図6参照)。環境対策SNA産業連関表とリサイクルU表・V表を2段に重ね、重なる部分の取引量の合計は一定と仮定する。リサイクル物資部門(投入部門)別の総発生量は産業別国内総生産額に対抗し、各部門の総発生量(総投入量)は商品別国内総生産量と重なる。なお、SNA産業連関表の付加価値ベクトルと最終需要量ベクトルの部分は独立であり、リサイクル表のベクトルはすべて0である。

リサイクル物資の増加は図6の⑨の部分の数値の増加を意味するが、それと一致する①の部分の減少をも意味する。だが、家計からのリサイクル物資の増加は、家計からの商品産出はすべて0で、一致する部分の減少はなく、実際には他の産業部門からの産出量が減少

環境対策 SNA

産業連関表



① V表② U表③ 商品別国内総生産額④ 付加価値⑤ 産業別国内総生産額⑥ 最終需要⑦ 商品別国内総生産額⑧ 産業別国内総生産額⑨ リサイクルV表⑩ リサイクルU表⑪ リサイクル物資別総産出額⑫ リサイクル部門別総投入額⑬ リサイクル物資別総投入額⑭ リサイクル部門別総産出額

図6 環境対策産業連関モデルの概略

しているのである。よって重なり合った部分の合計が一定であるという考えは、V表に関しては当てはめることが出来なかった。産業部門からの商品産出の場合でも、ある産業が産出させる商品が、すべてリサイクルによって賄われている場合もあるので、この原則をそのまま当てはめることは出来ないことがある。従ってこの考えはU表の部分のみに適用された。

3. リサイクルの大気汚染物質削減効果の分析

『環境要覧'93/'94』⁵⁾によると、リサイクルは資源の大量使用による環境への負荷を低下させるものだとしている。特に、現在多くの地方自治体においてリサイクルが展開されているが、これらは主に、家計から放出される古紙と空缶についてである。環境庁では、再生利用率の目標を2000年までには、紙が60%(1985年:48.7%)、スチール缶が70%(1985年:43.5%)アルミ缶70%(1985年:42.5%)としている。本研究ではまずこの目標が達成された場合の汚染物質削減効果のシミュレーションを行うことにした。

1) 家計から産出されるリサイクル物資 s が $a\%$ 増加

したとき、リサイクルV表の v_{sh} (h は家計消費支出を表す。) が $a\%$ 増加する。このとき、リサイクル物資投入構造表を参照してこれらがどのような産業にどれだけ投入されるかを算出する。

2) リサイクル物資が産業 t_i に投入されるとき、本表のU表における s_{ti} の交点における数値がリサイクル物資の増加分だけ減少する。最終需要への投入分が増加した場合、その分商品 s の最終需要量が減少する。つまり、図7の①の部分のリサイクル物資増加分だけ減少することになる。これによって商品 s 、産業 t の国内生産額もそれぞれ減少することになる。ただ、付加価値と最終需要の部分はリサイクル表における値がすべて0であるので、本表における変化はなく、図7の①の部分の減少に連動してちょうど同じ分だけ②と③の部分も減少する。本研究ではリサイクルによって減少する各産業の国内総生産の減少量をもとに大気汚染物質の発生量の変化量を計算した。

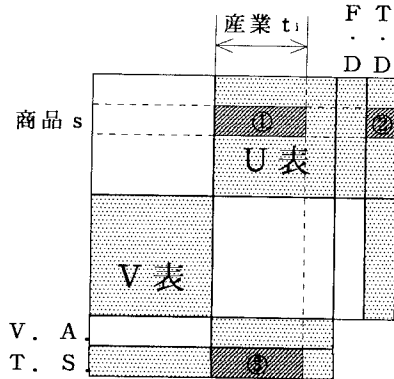


図7 リサイクルによる総産出への影響

環境庁が発表している2000年までの目標を達成したとき、家計より産出されるリサイクル物資としてのパルプ、鉄屑、非鉄金属屑が、それぞれ現在の1.23倍、1.61倍、1.65倍となっているので、その場合の大気汚染物質の削減量と削減率が表1および表2に示されているように家計からのリサイクルは、ゴミ処理の負担軽減、天然資源節約、省エネルギー効果などに優れているといわれているが、大気汚染物質の削減にはそれほど効果があるとはいえない。なお、スチール缶、アルミ缶は、家計から産出される鉄屑、非鉄金属屑のすべてのデータを用いて計算したが、実際は、缶以外

表1 家計リサイクルによる大気汚染物質削減量（t）

	CO ₂	NO _x	SO _x
古紙	66684	69	189
スチール缶	107509	103	105
アルミ缶	1834	5	5

表2 家計リサイクルによる大気汚染物質削減率（％）

	CO ₂	NO _x	SO _x
古紙	0.0073	0.0024	0.0123
スチール缶	0.0117	0.0036	0.0069
アルミ缶	0.0002	0.0002	0.0003

にも金属屑は多く、効果はこの表よりも小さいものと思われる。

次に、産業廃棄物の再生利用についても同様なシュミレーションを行う。『産業と公害』⁶⁾によると、昭和58年度における産業廃棄物の総トン数は、再資源化物量も含めると、汚泥が最も多く、7573万tで、全体の34.3%をしめる。それに、鉱さい(7539万t、34.1%)、ばいじん(1270万t、5.7%)、金属くず(1250万t、5.6%)が続いている。

産業別の廃棄物は鉄鋼部門が8317万t(全体の37.7%)を発生させ、他を大きく引き離している。鉄鋼部門は、再資源化率が76.0%とかなり良好であるが、本研究では、これを80%に引き上げた場合のシュミレーションを行い、先の家計からのリサイクル推進シュミレーション結果と比較することにする。

計算方法は、鉄鋼部門が産出する各種のリサイクル物資の金銭量が、80%最資源化が実現した場合を意味する数値である1.053倍になった場合、家計からのリサイクル推進と同様の計算方法でそのときの大気汚染物質削減効果が表3に示されている。。

表3 鉄鋼部門再廃棄物資源化率推進による大気汚染物質削減効果

	CO ₂	NO _x	SO _x
削減量(t)	261042	240	237
削減率(%)	0.0284	0.0091	0.0170

シュミレーションの結果、効果は極めて小さいものであるが、家計からのリサイクル推進によるそれよりも大きくなっており、しかも達成が容易と思われる。

4. 結論と問題点

本研究ではSNA型環境対策産業連関モデルを開発した。このモデルは従来の環境対策モデルに比べて次のような利点をもつ。

1)各産業が生産する副産物も考慮でき、商品相互間の取引表よりも精度よく大気汚染物質発生表と一致する。

2)家計を内生部門化し、家計からのリサイクル物資産出を考慮することができる。

3)産出の構造が異なる企業の産業廃棄物の循環を網羅することができ、実際にそれを用いたシュミレーションを行った。

しかし、リサイクルによる大気汚染物質削減のシュミレーションは、効果が非常に小さいという結果に終わり、評価の方法に課題を残した。特に産業廃棄物問題はまだまだ研究の余地があり、リサイクル増進だけでなく、他にも大気汚染物質削減の手法を見いだしていく必要がある。

《参考文献》

1)W.Leontief(1970), Environmental repercussions and the economic structure: No.11, Input-Output Economics
2)吉岡完治, 外岡豊, 早見均, 池田明由, 管幹雄 (1992), 環境分析のための産業連関表の作成
3)総務庁(1989), 産業別商品産出構成表(V表): 昭和60年産業連関表, 全国統計協会連合会
4)総務庁(1989), 屑・副産物発生表: 昭和60年産業連関表, 全国統計協会連合会
5)(株)富士総合研究所, (財)地球・人間環境フォーラム(1994), 『環境要覧'93/'94』(株)古今書院
6)通商産業省立地公害局(1989), 『産業と公害』通産資料調査会