

水質汚濁負荷原単位の算出と比較に関する研究 ー 滋賀県を対象としてー

杉浦正明¹・井手慎司²

¹ 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-38-11 ディアロード 101

E-mail : masaakisugiura@hotmail.com

² Ph.D. 滋賀県立大学助教授 環境科学部環境計画学科 (〒522-8533 滋賀県彦根市八坂町 2500)

本研究では、滋賀県地域結集型共同研究事業の一環として特に、水質汚濁物質に関する産業連関表生産額当たりの流入原単位(186部門)を1995年と2000年の2つの基準年について求めた。この結果、両基準年の間に、ほとんどの部門において汚濁負荷原単位が減少していることが明らかとなった。また、減少の主な原因が排出汚濁物質濃度の低下であることがわかった。

Key Words : input-output analysis, interindustry table, Shiga, basic unit, water pollutants

1. はじめに

環境問題を人間の経済活動を無視して考えることはできない。しかし、環境政策が経済に与える影響や経済構造の変化が環境に与える影響を把握するためのツールが不足している。このような事態を受け、「環境こだわり県」といわれる滋賀県では、環境と経済のトレードオフの関係を把握するために、地域結集型共同研究事業という試みを開始している。

研究事業の基本コンセプトは「シーケンシャル・ユース」という。企業から排出される廃棄物等を、未使用資源としてみなし、シーケンシャルに活用することによって、新たなエネルギーや資源の投入をできるだけ抑えようとの試みである。大きな研究目標としては、1)「シーケンシャル」に利用するプロセスと2)それらを可能にする材料、3)その効果を評価する手法の開発の三つがある。特に3)は、目標1)と2)が達成された場合、それら革新技術がもたらすトータルな環境インパクトを分析する手法、ならびに廃棄物間にあるトレードオフ関係を分析する方法を提示することを目標とする。より具体的には、産業連関表を環境面に関して拡張して、廃棄物量、CO₂排出量、水質汚濁負荷量を予測できる経済モデルの構築を目指している。図-1に示したのが目標3)で構築を目指しているモデルの全体像である。

2. 目的

本研究の目的は、前述の地域結集型共同研究事業手法

3)の開発の中で、産業部門から発生する特に水質汚濁負荷量の算出に必要な原単位(図-1のPj)を決定することである。図-1のモデルは最終的には物量ベースのものとなるが、本研究の時点では産業連関表生産額ベースの水質汚濁負荷原単位の算出を考える。

3. 原単位算出方法と結果

本研究ではまず、水質汚濁防止法等に基づく特定施設設置事業場の1995年と2000年の排水データを産業連関表小分類(186部門)に分類し、部門ごとに公共用水域排出汚濁負荷量年間合計を算出。次いで、95年の汚濁負荷量合計を該当部門の同年滋賀県産業連関表生産額で割ることで、部門毎の95年の原単位を求める。ここで言う原単位とは、「金額1単位あたり(たとえば100万円)の製品を製造する際に副次的に発生する汚濁物質質量」のことである。

続いて、2000年の各部門の産業連関表生産額を同年滋賀県工業統計出荷額から推計(変換)する。これは00年滋賀県産業連関表がまだ作成されていないためである。同時に、95年についても、同年工業統計から同じ変換方法によって同年産業連関表生産額を推計。部門毎の推計額と実際の95年産業連関表生産額の比を補正值とし、00年について工業統計から推計した生産額にこれに乗じて同年の最終的な推計産業連関表生産額とする。

さらに00年の排水データから求めた部門毎の汚濁負荷量年間合計を上記同年推計産業連関表生産額で割ることで、00年の部門毎の原単位を求める。

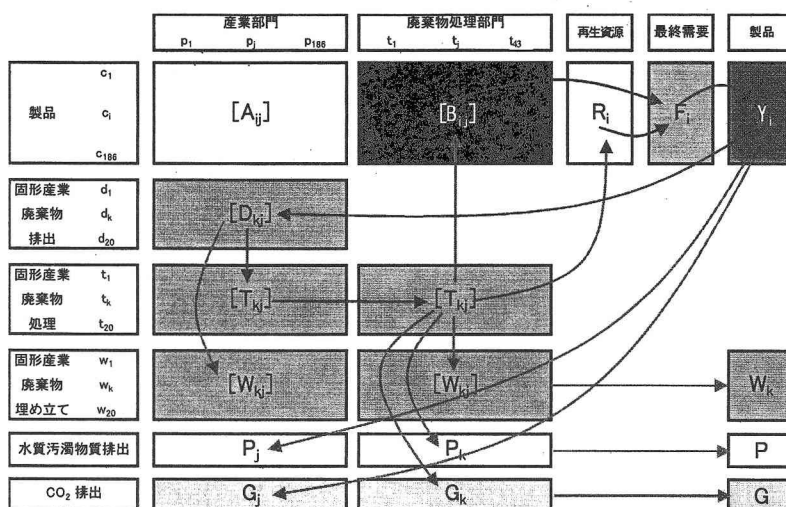


図-1 環境面に拡張した産業連関モデルの全体図

最後に 95 年と 00 年の原単位を比較し、この間の変化を把握し、変化の原因について考察を加える。

本研究の 95 年と 00 年の排水データから、部門毎に、公共用水域排出汚濁負荷量年間合計を算出する前半部分については、滋賀県地域結集型共同研究事業の一環として、滋賀県琵琶湖環境部環境管理課と共同で作業を行った。

本研究は、すべての作業を産業連関表小分類(186 部門)で行なったが、一部、非公開データを用いており、また、部門によっては事業所が特定されてしまう可能性があるため、本編では、産業連関表中分類(32 部門)に再集計した値を報告する。以下、より詳細に研究手順とその結果を述べる。

(1) 排水データに関する説明と分類方法

95 年と 00 年の排水データについては、滋賀県が両年の湖沼水質保全計画を策定する際に使用した事業所等からの汚濁負荷算定基礎データを使用した。同データは暦年ではなく年度データであるが、本研究では使用する他のデータのほとんどが暦年データであるため、排水データについても暦年として扱う。データ件数は 95 年が 1724 件、00 年は 1649 件であった。

a) 排水データに関する説明

排水データに含まれる工業系の業種は、製造業、と蓄業、クリーニング業、上下水道関連施設である。本研究では 00 年の産業連関表生産額推計に工業統計を用いて関係から、工業系の事業所データのみを原単位計算の対象とする。

同データには、排水基準が適用される事業所ごとに、

排水量 (t/日)、汚濁物質 (COD, BOD, T-N, T-P) 濃度 (mg/l)、水質汚濁防止法に基づく排水量区分 (一定の日排水量以上と未満の二種類に事業所を分類) などが含まれている。

なお事業所毎に報告されている汚濁物質濃度には、実測値と業種値の二種類がある。実測値とは滋賀県が基準年から遡って 3 年の間に実測した濃度である。これに対して、業種値とは、実測値等に基づき、日本標準産業分類中分類の業種ごとに滋賀県が設定した排水濃度である。

ちなみに排水量区分は 95 年では「排水量 30 t/日以上と未満」、00 年では「排水量 10 t/日以上と未満」と変わっている。これは 1996 年に「水質汚濁防止法第 3 条第 3 項の規定に基づく排水基準を定める条例」が改正され、排水量 10 t/日以上と未満の事業所についても排水基準が適応され、県が立ち入り検査するようになったためである。したがって、95 年データでは 30 t/日未満、00 年データでは 10 t/日未満の事業所に関する実測データがほとんどない。

そのため以下の計算では、両基準年について共通で実測値データが存在する排水量 30 t/日以上と未満の事業所については実測値を用い、排水量 30 t/日未満の事業所については業種値を用いることとする。

b) 排水データの分類方法

最終的な産業連関モデルは産業連関表小分類(186 部門)での構築を目指す。そのため水質汚濁負荷の原単位も 186 部門毎に算出することを試みた。算出のために先ず行なったのが、前述した排水データの排出事業所の主要事業を特定して、事業所(排水データ)を 186 部門に分類分けする作業である。各事業所の主要事業の特定に当たっては以下の手順とルールを用いた。

【分類手順】

- 1) 96 年度滋賀県企業要覧に事業所名が記載されている事業所については、同資料中で分類されている業種をそのまま採用した。これによって、95 年および 00 年の排水データについて、30%程度を分類することができた。
- 2) 手順 1) で業種を特定できなかった事業所については、事業所名をもとに（財）滋賀県産業支援プラザ運用の skki <<http://skki.shigaplaza.or.jp/top/>>および yahoo 電話帳滋賀県版<<http://phonebook.yahoo.co.jp/a125/>>で検索。検索の結果、事業内容が特定できた事業所については、その事業内容に従って 186 部門に分類した。これによって、ほとんどの事業所を少なくとも産業連関表中分類（93 部門）に分類分けすることができた。
- 3) 手順 1), 2) で業種が特定あるいは 186 部門に分類できなかった事業所については、事業所名をもとにサーチエンジン Google <<http://www.google.co.jp/>>によって検索、当該事業所あるいは関係団体のホームページなどから事業内容を特定した。

なお、特定された事業内容を 186 部門に分類するに当たっては総務省統計局発行の日本標準産業分類（第 10 回改訂版）を参考にした。また、複数の事業を行っている事業所については主な業種に、95 年と 00 年の間に事業内容が変化した事業所については、それぞれの年で、行っていた主な事業内容によって分類した。

上記の分類手順によって、あるいは複数の事業を行っているため、主な業種を特定できない事業所については、分類不能とした。分類不能な事業所については原単位の計算に含めていない。

データ分類の結果、分類不能であった事業所数は 95 年データに関して全 1724 件中 213 件（12%）、また、00 年データに関しては全 1649 件中 174 件（11%）であった。部門としては、95 年は 186 部門中 103 部門、00 年は 102 部門に事業所を分類することができた。

最後に部門毎に、分類されたすべての事業所からの汚濁負荷量年間合計（排水量×汚濁物質濃度）を 95 年と 00 年についてそれぞれ求めた。

(2) 2000 年推計産業連関表および原単位の作成

研究時点（2003 年）では、00 年の滋賀県産業連関表が作成されていなかったために、工業統計から、産業連関表生産額を推計することとした。作業のフローを図-2 に示す。

手順としては先ず 95 年と 00 年の滋賀県工業統計データを滋賀県地域結集型共同研究事業所が作成したコンバートを用いて、工業統計推計産業連関表生産額に変換す

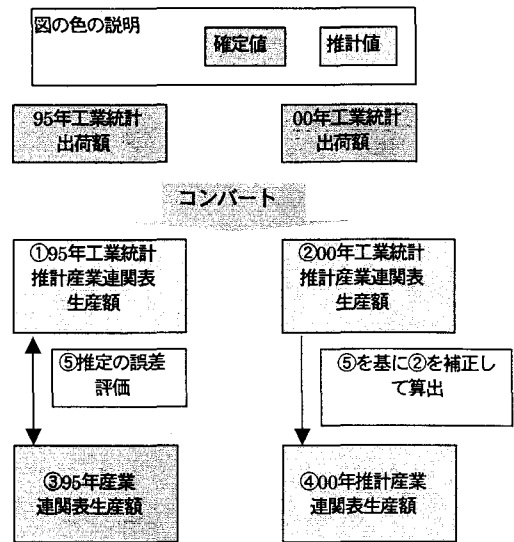


図-2 工業統計から産業連関表生産額の推定

る（図-2 の①と②）。次に①の 95 年推計生産額を同年の実際の産業連関表生産額③と比較して部門ごとに③/①の比（変換誤差⑤）を評価する。ちなみに①と③の相関係数は非常に高く $r^2 = 0.98$ であった。最後に⑤を補正值として、②の 00 年工業統計推計産業連関表生産額にこれを乗じて、最終的な 00 年の推計産業連関表生産額④を求めた。

最後に(1)で求めた部門毎の汚濁負荷量年間合計を以上の③と④の部門金額で割ることで 95 年と 00 年の原単位をそれぞれ算出した。

(3) 両年の原単位の比較

以上の結果求めた原単位をここで比較する。図-3 は COD の部門別原単位を、x 軸を 95 年原単位、y 軸を 00 年推計原単位としてプロットしたものである。ここでの原単位は 32 部門に再集計しなおしたものである。図には両年における原単位の関係を線形近似した直線と両者が一致する場合の $y=x$ の直線とをあわせて表示している。BOD、T-N、T-P に関しても同様に図-4~6 に示す。

COD、BOD、T-N、T-P に関する近似直線の傾きはそれぞれ、COD = 0.65、BOD = 0.43、T-N = 0.61、T-P = 0.42 となった。また相関係数 (r^2) はそれぞれ、0.92、0.94、0.94、0.83 と高い値を示した。

表-1 に 95 年と 00 年について求めた 32 部門の原単位そのものを示す。ただし 32 部門の分類とはいえ、滋賀県内に事業所がある工業系の業種のみを対象としているため、実際は 15 部門の結果となっている。

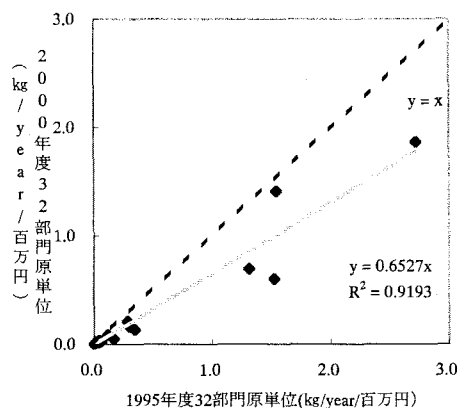


図-3 32部門COD原単位比較(95-00)

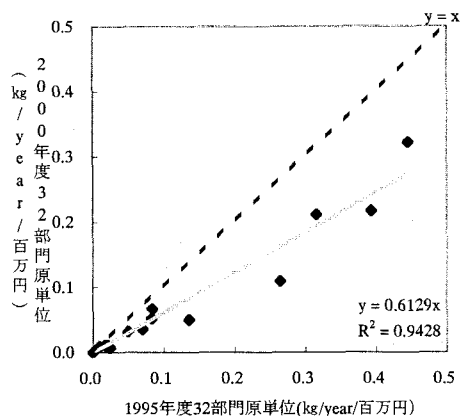


図-5 32部門T-N原単位比較(95-00)

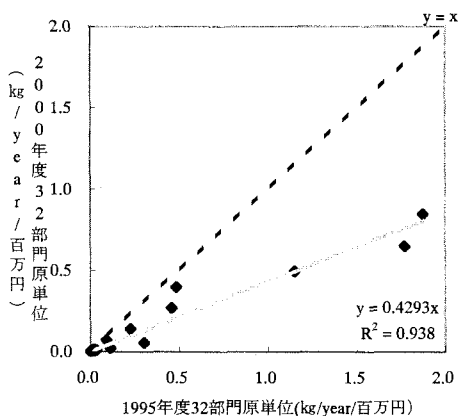


図-4 32部門BOD原単位比較(95-00)

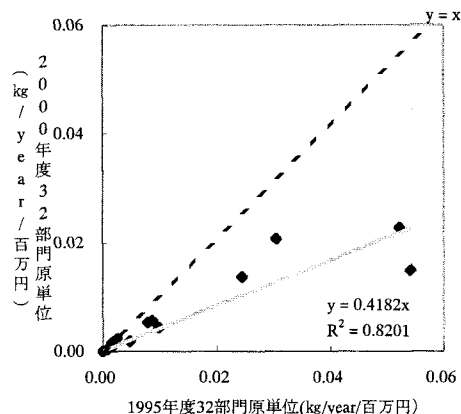


図-6 32部門T-P原単位比較(95-00)

4. 比較結果および考察

95年と00年の比較から、この間に原単位が全体的に減少していることが明らかになった。減少の原因としては、原単位の定義から 1) 排水中汚濁物質濃度の減少、2) 排水量の減少、3) 生産額の増加の3つの可能性が考えられる。

1)の可能性については、負荷量合計を排水量合計で割ることで、95年と00年の排水中の平均汚濁物質濃度を求めて比較したところ、この間にCOD濃度が38.5%、BOD濃度50.2%、T-N濃度が36.7%、T-P濃度が49.0%減少していたことがわかった。

表-2は、両基準年における排水量データを示したものである。表に示されるよう、両基準年の間に、全ての分類項目において排水量が減少していることがわかる。

3)滋賀県における、工業系事業所の生産額合計は、95

年から00年にかけて推計4.64%増加している。

以上より、前述した3つの可能性のすべてが原単位の減少に関与していたことがわかった。ただし、減少に対する寄与率としては、排水中汚濁物質濃度の減少が最も大きく、続いて排水量の減少(全体で11%減)、生産額の増加(4.64%)の順のようである。

近年の排出汚濁負荷削減にむけた企業努力には目覚しいものがある。95年から00年にかけては、前述したように、滋賀県において公共用水域に排出される排水中の汚濁物質平均濃度が大幅に減少し、排水量も減少していた。

しかし、濃度や排水量の減少が企業努力によっても達成されたとはかぎらない。地域に下水道が整備され、下水道に接続する(下水道に排水を流す)事業所が増えたために、公共用水域への排出負荷量が減少した可能性がある。しかし、本研究では、原単位の減少に対する下水道接続の影響を評価するところまでには至っていない。

表-1 95-00 年 32 部門原単位

列コード 32 部門	(百万円)		32 分類	'95(kg/year/百万円)				'00(kg/year/百万円)			
	産業連関表 生産額 95	推計産業連関表 生産額 00		COD	BOD	T-N	T-P	COD	BOD	T-N	T-P
2	24,451	22,144	鉱業	0.282	0.457	0.070	0.009	0.213	0.269	0.036	0.006
3	475,180	541,190	食料品	1.524	1.771	0.265	0.054	0.601	0.649	0.109	0.015
4	259,540	181,850	繊維製品	2.723	1.874	0.445	0.052	1.862	0.848	0.321	0.023
5	243,296	235,364	パルプ・紙・木製品	1.542	0.483	0.316	0.031	1.409	0.398	0.211	0.021
6	512,935	531,019	化学製品	1.311	1.150	0.393	0.024	0.695	0.496	0.217	0.014
7	6,969	9,582	石油・石炭製品	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	482,552	510,545	窯業・土石製品	0.166	0.112	0.083	0.005	0.050	0.022	0.052	0.002
9	78,622	73,758	鉄鋼	0.018	0.015	0.017	0.002	0.014	0.007	0.011	0.001
10	94,473	111,179	非鉄金属	0.344	0.302	0.135	0.010	0.137	0.056	0.050	0.004
11	379,728	332,803	金属製品	0.043	0.019	0.021	0.002	0.034	0.013	0.011	0.002
12	676,554	872,742	一般機械	0.042	0.033	0.024	0.001	0.014	0.009	0.007	0.001
13	1,667,253	1,520,381	電気機械	0.116	0.090	0.049	0.002	0.087	0.070	0.033	0.002
14	508,131	702,191	輸送機械	0.063	0.023	0.018	0.001	0.029	0.006	0.011	0.000
15	57,142	80,007	精密機械	0.016	0.009	0.009	0.002	0.020	0.006	0.009	0.002
16	723,982	755,747	その他の製造工業製品	0.298	0.223	0.084	0.008	0.166	0.140	0.067	0.005

表-2 排水量の比較 (95 年-00 年)

カテゴリ	排水量(t/年)		
	95 年	00 年	00/95 年
工業系 30 t/日以上	541167	481695	89%
工業系 30 t/日未満	7043	5726	81%
と畜	850	700	82%
クリーニング	2061	1882	91%
合計	551122	490004	89%

滋賀県を含め一般的に、産業系排水であっても下水道に流され、処理場で処理、放流される場合、放流水中に残存する汚濁物質は、排水域にとっては生活系の汚濁負荷と見なされる。下水道に排出する際の投入基準は定められているが、公共用水域への排出とは違い、排水の水質や水量のデータが把握できているわけではない。

下水道への接続は、排水域へのトータルとしての汚濁負荷量だけを問題とするならば、単に汚濁源が移動した

だけの話であるが、この考え方では産業活動に伴って生じる環境負荷量を正当に評価することができない。今後は、下水道に排出される産業系排水であっても、その最終形として処理場から放流される汚濁負荷の一部が産業系由来であることがわかるように、原単位や負荷量計算の方法を考え直していく必要があるだろう。

参考文献

- 1) 滋賀県公害防止条例, 1969.
- 2) 1996 年度滋賀県企業要覧, 財団法人滋賀総合研究所, 1996.
- 3) 1995 年度排水データ (マザーレイク 21, 資料編資料 35 より) <<http://www.pref.shiga.jp/biwako/koai/mother21/s35.html>> 2003-12-23.
- 4) 平成 7 年産業連関表部門分類表-各種コンバータ, 通商産業大臣官房調査統計部統計解釈課, 1999

CALCULATION AND COMPARISON OF BASIC UNITS OF WATER POLLUTANTS

--Case of Shiga Prefecture--

Masaaki SUGIGURA and Shinji IDE

As a part of the Joint-research Project for Regional Intensive in Shiga Prefecture, the authors determined basic units of water pollutants. The units of 186 industrial sectors in 1995 and 2000 were calculated based on productions of Shiga's interindustry table. As a result, it became clear that basic units of most of sectors had decreased during the period mainly due to decline in effluent concentrations.