

大阪大学工学部 学生員 ○加藤秀一

大阪大学大学院工学研究科 正会員 入江政安
大阪大学大学院工学研究科 学生員 田淵貴久

1. はじめに

我が国の経済規模は高度経済成長を経て飛躍的に発展した。しかし、経済成長に伴い大阪湾、東京湾、伊勢湾などの内湾は沿岸域の急激な都市化による人口増加で流入する栄養塩が増加し、富栄養化などの水質汚濁が顕在化した。さらに高度経済成長期に内湾へ流入した栄養塩の量がその海域の処理能力を超えたことをきっかけに、現在の内湾の海底には、大量の有機泥が蓄積している。これが原因となり、内湾では赤潮や貧酸素水塊・青潮などの水環境問題が発生している。これから経済発展する国々では、このような日本の悪例に学び、経済成長から生じる水環境問題を十分に理解し、経済成長と水環境のバランスを考慮しながら経済拡大を行うべきである。そのためには、経済成長期から計画的に水環境政策を実施した場合の、経済成長と水質の相互に与える影響を定量的に評価する必要がある。さらに水環境政策が経済成長に及ぼす影響を定量的に評価できるようなモデルを構築する必要がある。本研究では、水環境政策として水質総量規制を取り扱い、水質総量規制が経済成長と水質に与える影響を定量的に評価できるモデルを構築し、さらに構築したモデルを用いて、近畿地域において規制の実施時期や規模を変化させた場合の経済成長と汚濁負荷排出量に与える影響を比較・検討することを目的とする。

2. 本研究で構築した応用一般均衡モデルの概要

本研究では、政策の評価を行うモデルとして応用一般均衡モデルを用いる。応用一般均衡モデルは、家計や企業、政府といった主体の行動を方程式体系で表現し、市場経済を通じたモノや金のフローを分析することができるツールである。これに加えて、高木ら¹⁾の研究を参考に、各主体の汚濁負荷物質排出と汚濁負荷処理行動の定式化を行う。定式化を行うにあたり、排水処理産業という仮想的な産業を導入する。排水処理産業は、家計や企業が排出した汚濁負荷物質を処理するための財・サービスを生産すると考える。これらの導入により、水質総量規制を実施した場合の経済への影響を捉えることができる。排水処理行動を導入した各経済主体の行動モデルの一部として企業の生産行動の式を示す。

$$p_j^s Z_j = ay_j p_j^y Z_j + \sum_i ax_{i,j} p_i^q Z_j + \delta_j (Q_j - q_j)$$

ここで、 Z_j :j産業の生産量、 p_j^s :j財の供給者価格、 p_j^y :j産業に投入する合成生産要素の価格、 p_j^q :j財の需要者価格、 ay_j :合成生産要素の投入係数、 $ax_{i,j}$:中間財の投入係数、 δ_j :j産業の単位COD排出量あたりの処理費用、 Q_j :j産業のCOD排出量、 q_j :j産業のCOD排出基準量である。この式の左辺は、j産業が生産を行うことにより得る金額、右辺の第1項は生産を行うために投入される合成生産要素の投入額、第2項は他企業から投入される中間財の投入額、第3項は基準値を超えた分のCOD排出量を処理するための費用である。第3項の値が大きくなれば、第1項、第2項の値が小さくなり生産に必要な生産要素や中間財が減少してしまい、結果として各経済主体がそれぞれの利潤を最大化するために行動することで、COD排出量の規制が経済に与える影響を表現することができる。さらに動学構造、つまり、時間変化を考慮することで、過去のある時期に水環境対策を行った場合の現在の経済状態への影響が分析可能になる。

3. シミュレーションの概要と結果

構築したモデルを用いて汚濁負荷排出量削減政策の経済成長と汚濁負荷排出量への影響のシミュレーションを行った。シミュレーションを行う政策として二つのシナリオを設定した。

1. 各年において各企業からのCOD排出量の一定割合を削減する政策
2. 各年において各企業からのCOD排出量に関わらず、ある基準値を設け、基準値を超える量のCOD排出量を削減する政策

計算期間は、1954年~2005年とし、計算間隔は5年とする。ただし、資料の都合で計算間隔が5年でない期間も存在する。また、計算を行うために、1954年~2005年の5年ごとの近畿地域産業連関表を収集し、それらを基に各年の社会会計表を作成して計算の初期値決定や成長

率の決定に用いた。また、流域別下水道整備総合計画調査と指針を基に家計と各企業の COD 排出原単位を算定し、また、日本下水道協会が発行している下水道統計と昭和 48 年度近畿地域公害分析用産業連関表を用いて、家計と各企業の単位 COD 排出量あたりの処理価格のデータを算定した。

シミュレーション結果として、図 - 1 に政策を実施した場合の単年ごとの現実の状態からの生産額の変化率を示し、図 - 2 に政策を実施した場合の企業から排出される年間 COD 排出量の変化を表す。凡例の「1960 年 30%」は 1960 年からその年の現実に出した COD 排出量の 30%を削減する政策(シナリオ 1)を実施し始めることを表し、「1960 年 65000t」は 1960 年から企業から排出される総 COD 排出基準量を 65000t に設定する政策(シナリオ 2)を実施し始めることを表す。

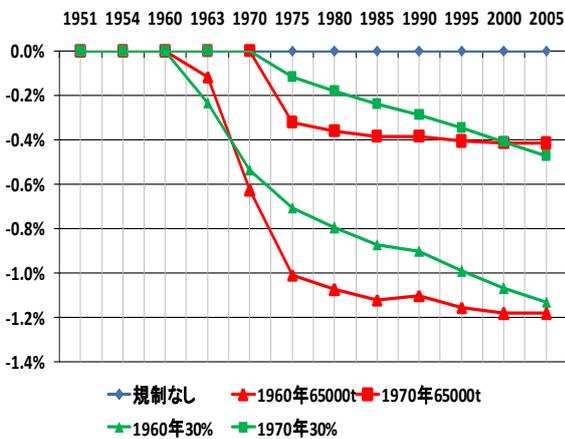


図 - 1 政策を実施した場合の生産額の変化率

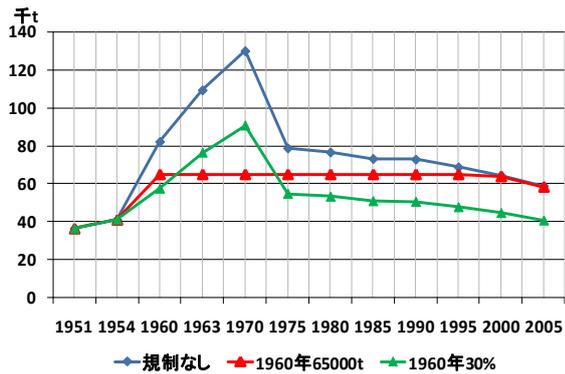


図 - 2 政策を実施した場合の年間 COD 排出量

1960 年から企業の COD 排出量の 30%を削減する政策と 1960 年から企業の COD 排出量に基準値 65000t を設ける政策の 2005 年度の生産額変化率は同程度の-1.2%で、金額で約 1.7 兆円の損失となる。同様の政策を 1970 年から実施した場合の 2005 年度の生産額変化率は同程度の約-0.4%で、金額で約 8000 億円の損失となる。

これらの結果から、高度経済成長期から政策を実施した場合は、経済に与える影響は大きいことがわかる。しかし、1960 年から実施を開始する 2 つの政策の年間 COD 排出量の変化をみると、後者の方が COD 排出量の最も多い 1970 年の排出量を削減することができているため、内湾の環境容量の観点から見ると効果的な政策であると考えられる。また、図 - 3 に各政策の排出 COD 削減量あたりの GDP 損失額の結果を示す。傾向としてシナリオ 1 の政策の方が、少ない GDP 損失で多くの COD 排出量を削減することができる。そのため、先ほどの 2 つの政策のうち 1960 年から COD 排出量の 30%を削減する政策の方が経済的な観点から考えると効率的である。

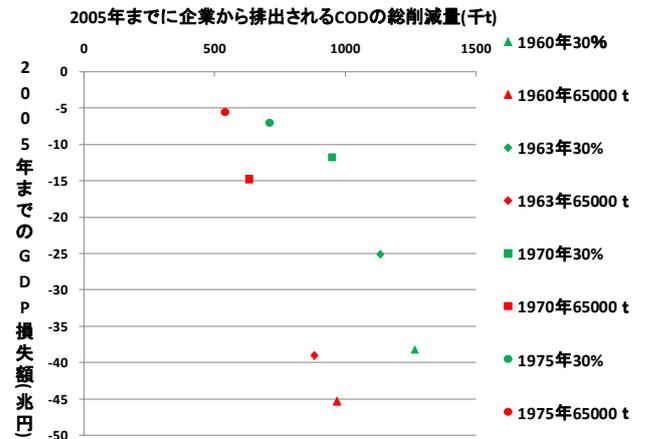


図 - 3 COD 排出量の累計削減量と GDP の累計損失額

4. まとめ

高度経済成長期に COD 排出量削減政策を実施した場合、成長期が終了した時代に政策を実施した場合よりも経済に与える影響は大きいことがわかる。また、シナリオ 1 の政策は、少ない GDP 損失で多くの COD 排出量を削減することができるため、経済的な観点から有効な政策であると考えられるが、シナリオ 2 の政策は、COD 排出量のピークである 1970 年の排出量を基準値で制限することができるため、その地域の環境容量を考慮した政策を実施することが可能である。このように水質総量規制を行うためにはその地域の環境容量から決定される COD 排出量や、許容される GDP 損失額などを考慮して実施するべきである。本研究で構築したモデルでは、水質総量規制を行った場合の GDP 変化額や COD 排出量の変化を算定することができるため、水質総量規制の政策決定に利用可能であると言える。

参考文献

- 1) 高木朗義, 武藤慎一, 上田孝行, 稲垣貴政: 閉鎖性水域における水質改善政策の便益帰着分析と汚濁負荷削減量配分, 土木学会論文集 No.702/IV-55,51-63,2002.4