

# 霞ヶ浦流域における統合的流域管理政策の シミュレーション分析

水 鉋 揚 四 郎\*

(筑波大学農林工学系教授)

## 1. はじめに

水俣病やイタイイタイ病に代表される公害型の水質汚濁は、原因物質および原因者の特定とこの知見に基づく排出規制の強化という環境政策により解決が図られてきた。直接規制とも呼ばれるこの環境政策は一定の効果を発揮し、日本では水環境におけるこの種の公害は克服されたと言われている。しかし水辺の環境問題がそれで解消されたわけではなく、むしろ近年、様々な問題が明らかになりつつある。例えば、東京湾や霞ヶ浦などいくつかの水域では、高度経済成長期から続く富栄養化が、依然として主要な課題のままである。また、近年中国、ロシアなどの経済発展により日本海の水質汚染問題が深刻になりつつある。生物の生殖機能に影響を与えることが懸念される内分泌かく乱化学物質、いわゆる環境ホルモンは、新たな課題として調査研究が始まったばかりである。水辺の環境問題は水質汚濁のみにとどまらない。都市化の進展により、都市型水害と呼ばれるタイプの災害が急増している。環境財としての生態系や親水空間としてのアメニティへの関心の高まりから、ダムや人工護岸への批判も上がっている。

これらの問題へ対処する新たな政策手段として、「統合的（総合的）流域管理政策」が提案されている。統合的流域管理政策とは、従来のように個々の問題に個別の技術や政策で対応するのではなく、水質や生態系に関わる環境問題、治山治水利水などの環境財の持続的利用など、複数の相互に関連する課題に流域単位の総合政策で総括的に取り組もうとするものである。

提案されている統合的流域管理政策は、政策評価の視点からは理想的な地域政策といえる。しかし現実  
にそれを実施するためには、行政組織の再編、意思決定プロセスの見直しなど制度的なハードルをいくつ  
も越えなければならない。しかし、この政策の実現こそが、現状の個々の公共投資の積み重ねでは、飽和  
して成熟しつつある日本経済では、十分な投資効果が得られない逼塞状況を打破し、停滞する日本経済の

\*1951年生まれ。筑波大学大学院社会学研究科単位取得退学。学術博士（北海道大学）。豊橋技術科学大学講師、同助教授を経て94年より現職。専攻は都市経済学、社会環境工学。日本地域学会、日本環境共生学会、日本計画行政学会、(社)日本不動産学会の理事。主な著書にOn the Relation between Information Development and Economic Development: An Econometric Analysis, Regional Cohesion and Competition in the Process of Globalization, ed. H.Kohno, P.Nijkamp, and J.Poot, Edward Elgar Pub., June 2000, pp.328-342., General Pigouvian Tax and Subsidy Scheme and the Optimal Income Redistribution in the Information-Oriented City with Traffic Congestion, Theories of regional competition, ed. John Roy and Wilfried Schulz, Nomos-Verlag, Baden-Baden, 2000, pp.224-283.等がある。

有効な再生策となる。これが本論の重要な視点の一つである。

今後、統合的流域管理を実現してゆく過程では、各流域の実情に応じた代替案の立案と評価が不可欠である。そこで本論では、霞ヶ浦流域を対象地域として評価モデルの開発を行い、当流域における統合的流域管理政策の有効性を分析する。

## 2. 統合的流域管理

### 2.1 統合的流域管理の背景

1980年代に異常気象が頻発し、地球規模で環境問題への関心が高まってきていた1992年、ブラジルのリオデジャネイロにて地球サミットが開かれた。そこで生まれた新しい政策目標が「持続的発展 (Sustainable Development)」である。短期的で狭小な視点から経済成長ばかりを追求して、人類の生存基盤である環境を損なってはならない、という反省と自戒が、この目標を生み出した。そしてこの目標を実現するためには「意思決定における環境と開発の統合」が必要とされた。環境と開発は対立する概念ではなく、「持続的発展」のためにはともに考慮されなければならない、ということである。この「環境と開発の統合」という概念は流域管理という分野においても重要なものとなり、「統合的流域管理 (Integrated River Basin Management)」という言葉が使われるようになった。

2003年に日本で開かれた世界水フォーラムでも、統合的流域管理および水資源管理は重要な議題となり、このテーマの下に45ものセッションが組まれた。また閣僚宣言でも「我々は統合的水資源管理を促進する」と述べている<sup>1)</sup>。

### 2.2 統合的流域管理の導入事例

統合的流域管理の先駆的事例としては、米国のチェサピーク湾回復計画がある<sup>2)</sup>。汚染が進んだ湾の水質を改善するため、沿岸のワシントン特別区、バージニア州、ペンシルバニア州、メリーランド州と環境保護庁などの連邦機関との間で、1983年に協定を結んだ。この協定の下に意思決定機関を組織し、汚濁物質削減目標について合意している。この機関は政策立案を担う行政側の委員会、政策提言を行う専門家の委員会、そしてNPOや市民、企業、州機関、連邦機関の代表者が集まり、行政と専門家の意見調整やプログラムの進行を担う委員会などで構成されている。この機関で決定された政策目標に対して、実施政策の具体的な内容は各州が個別に決定する。

チェサピーク湾回復計画の特徴は、チェサピーク湾の環境を沿岸の共有財産として共通の政策目標を持つこと、環境モニタリングを共同で行い、州機関、連邦機関、市民、企業、NPOなどのすべての主体が情報を共有すること、また全ての主体が意見を表明する機会があること等である。このような仕組みのために、様々な視点から政策を検討、評価することが可能となる。したがってより「統合的」な視点に立つ沿岸管理政策の実施が可能となるのである。

### 2.3 統合的流域管理に期待される成果と課題

統合的流域管理に期待されている一番大きな成果は、既に述べたようにリオデジャネイロの地球サミット

1) 第3回世界水フォーラム閣僚宣言の「全般的政策」第2項で述べている。

2) チェサピーク湾は海域なので、「統合的沿岸水質管理 (Integrated Coastal Management)」とも呼ばれる。この事例に関しては、Committee on Wastewater Management for Coastal Urban Areasを参照。

ト以降の主要課題である「環境と開発の統合」であり、その結果として「持続可能な発展」の実現も期待される。しかしこのメジャーな成果の他にも、取り組みの中でいくつかの副次的な成果も得られる。

例えばチェサピーク湾の例で言うと、全ての主体が意思決定に関わることから意思決定の透明性が得られ、地域の主体間に不信感が生まれにくくなる。環境モニタリングやデータベースの管理を共同で行うことで、意思決定情報が有効に利用できるようになる。政策立案、政策実施を複数の主体が共同で行なうことにより、財源を効率的に利用できる。

この様に多くの成果が期待できる一方で、実現には課題も多い。流域自治体の統合、流域管理に関わる行政部門の統合には、既存の制度を越えた新たな仕組みを構築する必要がある。また、主体間の費用負担について合意しなければならない。

### 3．統合的流域管理政策の評価のためのシミュレーション

本論では、統合的流域管理政策の効果を明らかにするため、まず富栄養化が深刻な問題となっている茨城県の霞ヶ浦を対象とし、流域内の社会経済と自然環境を模式的に記述した数理モデルを構築する。その後、コンピューターシミュレーションにより、統合的流域管理政策の定量的分析を行う。分析のポイントは、汚濁の削減効果、財政の効率性、そして経済のポテンシャルに対する影響の大きさである。ここで仮定した統合的流域管理政策は、次のものである。

[ 仮定 1 ] 霞ヶ浦流域市町村が、生活系発生源由来の水質汚濁物質排出削減を、各河川の流域市町村間の財源移動により共同で実施する。

#### 3.1 シミュレーション設定

分析対象とする流域市町村は、茨城県科学技術振興財団霞ヶ浦水質浄化プロジェクト(2001)を参考に、茨城県が定めているものと同一とした(表1および図1)。各市町村の一部のみが流域にある場合、表1中の備考欄にその割合をパーセンテージで表示している。また汚濁物質排出の制御対象となる河川などは、霞ヶ浦へ流入している河川のうち15の主要河川と2つの直接放流とし、流域内にある小河川は全てこの主要河川のいずれかに合流すると仮定した。同表中の流域市町村Indexは各河川の上流に位置する市町村から下流に位置する市町村へとNo.を付けている。

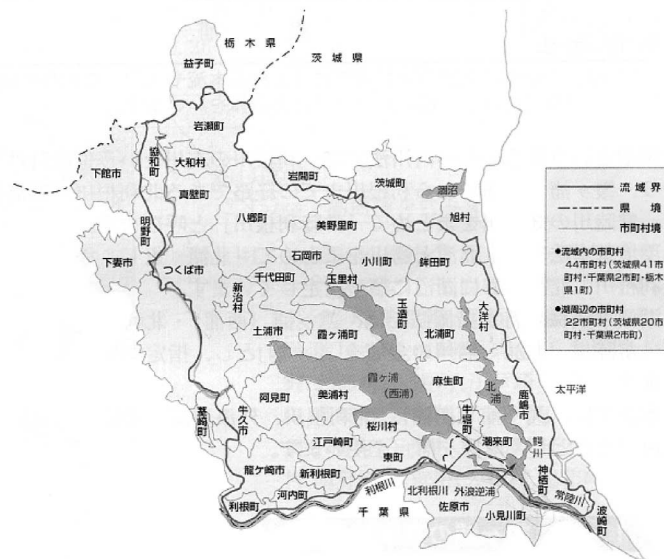
また水質汚濁物質の発生源は表2のように3つの系に大分類し、各系をそれぞれ5種類から7種類に小分類した。生活系発生源は5種類に分類した。下水道、農業集落排水および合併処理浄化槽は、し尿、生活雑排水の両方を処理する生活排水処理施設であるが、単独処理浄化槽およびし尿処理施設ではし尿のみを処理し、生活雑排水は未処理のまま河川に放流する。ここで、下水道の使用人口は増加することはあるが減少はしないこととした。また、旭村、鉾田町、北浦町および大洋村は下水道建設予定が無いため、使用人口は対象期間を通して皆無であるとした。更に単独処理浄化槽およびし尿処理施設使用人口は両施設が浄化槽業界の自主規制により平成11年に完全に製造が中止されたため、これらも増加しないこととした。

面源系発生源は5種類に分類した。雑種地とは休耕地および潜在宅地を含む。本シミュレーションでは山林および農地から市街地への直接の転換を規制し、市街地への転換は雑種地からのみとした。生産系発生源は汚濁負荷の発生に応じて5種類に分類した。ただし「その他の産業」は水質汚濁物質が発生しない産業とした。

表1 分析対象とする霞ヶ浦の流入河川および流域市町村

河川		流域市町村		備考	河川		流域市町村		備考
No.	名称	No.	名称	(各市町村内の流域割合(%))	No.	名称	No.	名称	(各市町村内の流域割合(%))
1	桜川	1	岩瀬町		7	一ノ瀬川	23	霞ヶ浦町	
		2	大和村		8	新利根川	24	利根町	75.0
		3	真壁町				25	河内町	
		4	明野町	45.0			26	新利根町	
		5	協和町	84.0			27	東町	
		6	下館市	2.0	9	銚田川	28	旭村	21.0
		7	下妻市	1.0	10	巴川	29	岩間町	20.0
		8	つくば市	45.0			30	美野里町	
		9	新治村				31	茨城町	7.6
		10	土浦市				32	小川町	
11	美浦村		33	銚田町			93.0		
12	千代田町		11	山田川			34	北浦町	
2	清明川	11	美浦村		12	(直接放流)	35	大洋村	55.0
3	恋瀬川	12	千代田町		13	雁通川	36	麻生町	
4	園部川	13	八郷町		14	(直接放流)	37	鹿嶋市	52.0
		14	石岡市		15	夜越川	38	牛堀町	
15	玉里村		16	前川	39	潮来町			
5	梶無川	16	玉造町		17	常陸利根川	40	波崎町	
6	小野川	17	茎崎町	2.0	41	神栖町	41	神栖町	62.0
		18	牛久市	84.0					
		19	竜ヶ崎市	87.0					
		20	阿見町						
		21	江戸崎町						
		22	桜川村						

図1 対象流域市町村



(茨城県科学技術振興財団 霞ヶ浦プロジェクト(2001)より引用)

表2 水質汚濁物質発生源フレーム

No.	生活系	生産系	面源系
1	下水道	畑作農業	畑
2	農業集落排水	稲作農業	水田
3	合併処理浄化槽	養牛業	山林
4	単独処理浄化槽	養豚業	市街地
5	し尿処理場	水産業	その他（雑種地等）
6	雑排水未処理	工場・事業場系産業	-
7	-	その他の産業	-

### 3.2 シミュレーションモデル

同一河川の流域に属する市町村は流域管理組合を結成し、必要に応じて生活排水処理施設設置のための費用負担を自治体間の枠を超えて行い、汚濁負荷の削減に最適な各生活排水処理施設の設置をすることとする。したがって、各市町村は生活排水処理施設の設置のため、従来の自己財源と茨城県からの補助金によるものと、他市町村からの費用負担を合わせた財源から予算支出することになる。当然のことながら清明川のようにひとつの自治体のみを流れるような場合は、その河川については流域管理組合の結成は無いものとした。また、各市町村が生活排水処理施設の設置に支出できる予算は財政規模の一定範囲内とし、他市町村への財源移動を行った場合は、その額だけ自市町村内の生活排水処理施設設置の予算が減少することとした。また他の発生源については、生産系汚濁排出源に関しては生産資本減少補助金政策を、面源系汚濁排出源に関しては環境保全型農業および休耕地促進補助金政策を茨城県のみが政策主体となり予算支出を行うこととした。茨城県が霞ヶ浦の水質浄化政策に支出する予算の総額は、実績値より、年間200億円を限度とした。

サブモデル間の構成を図2に、各モデルのフレームワークを図3、4および5に示す。本論で構築したモデルは流域市町村の社会経済活動を記述した社会経済活動モデル、流域市町村から霞ヶ浦へ流入する水質汚濁物質の動態を記述した汚濁物質動態モデル、流域内の水循環を記述した水循環モデルがリンクする構造をとる。流域の社会経済活動および降雨で発生した水質汚濁物質は最終的には霞ヶ浦に輸送され、流入するという物質収支原則に基づいて構築されており、霞ヶ浦へ流入する水質汚濁物質の総量を最大限削減するためには、流域での経済活動の制御を、どのタイミングで、どこの地域に行くかという政策実施プログラムの内容を内生的に求め、かつ同時に流入河川の水質や流域の社会経済活動の変化など、そのプログラムの効果、インパクトの総合評価を行うことが出来る構造となっている。本研究での「流域管理」の定義は、このような総合評価に基づく政策実施プログラムの見極めと、その実施のために必要な行政的施策を見極めることである。本論でのシミュレーション分析は、前者を行なうためのものであり、後者については別の機会に譲る。水循環モデルは荒巻と松尾（1998）等を参考に構築した。水循環モデルの構成要素は、霞ヶ浦への流入経路として河川（地表水）、地下水、自然発生および下水処理場を考え、流出経路として生活系用水・工業用水・農業用水の3種類の水利用を考えた。シミュレーションでは流域内の水循環により、霞ヶ浦の水位があらかじめ与えられている上下限の範囲内を保つように、制約をかけている。

本研究で分析対象とする水質汚濁物質は全窒素、全リン、CODとした。シミュレーションでは、各市町村で発生した水質汚濁物質はすべて河川に流入すると仮定した。モデルの構造の同定と初期値は平成11

年のデータを用い、シミュレーションの対象期間は平成11年から平成19年(1期1年, 9期動学)とした。シミュレーションは平成19年において霞ヶ浦へ流入する全窒素量を最小化する問題として解き(水質汚濁物質の流入削減は全窒素の削減量に最も影響を受けるとの分析結果がある(水野谷(2002)), 流域管理組合の設置がある場合と無い場合の両ケースについて行った。また, 水質汚濁物質流入削減政策の実施による地域経済への影響を少なくするため, 次の仮定を置いた。

[ 仮定 2 ] 各産業の生産額は分析対象期間を通じて, 少なくとも平成11年データの70%以上, 各年において前年の90%以上の生産を維持する。

まず社会経済モデルと汚濁物質動態モデルをリンクしたモデルを用いてシミュレーションを行い, 次に導出された解を水循環モデルへ外生的に与え, 流域内の水循環シミュレーションを行った。なお, このシミュレーションはLINDO SYSTEMS社の数値計画用ソフトウェアLINGOを用い, ワークステーションにより行った。

図2 サブモデル間の構成

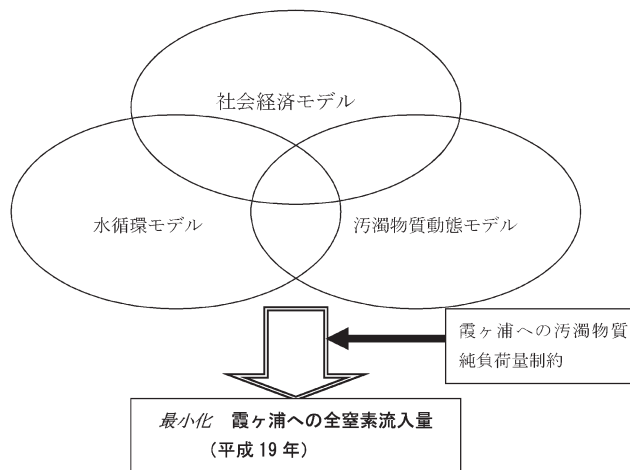


図3 政策フローの概要

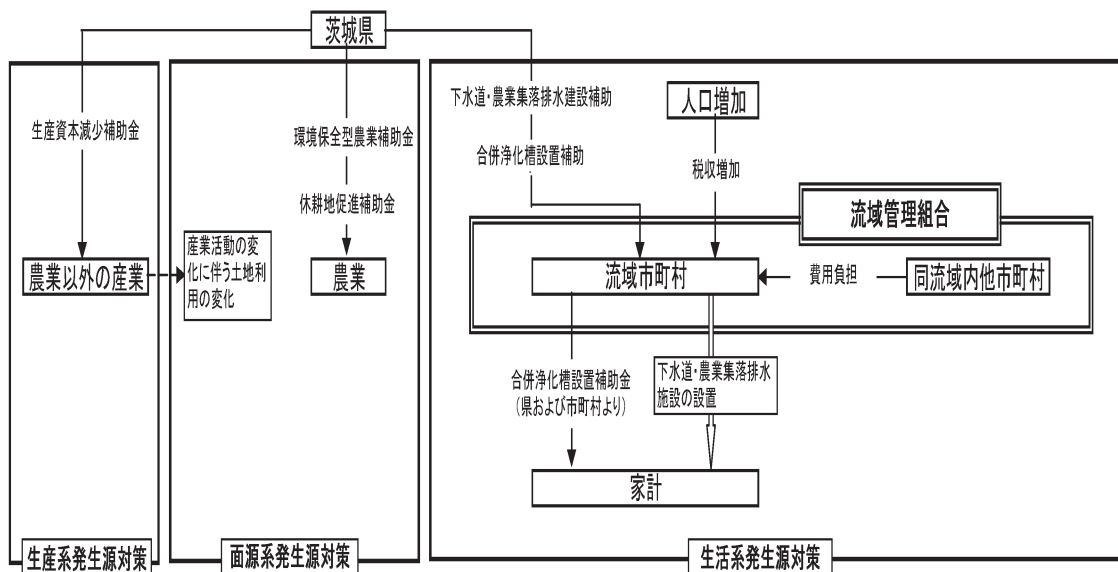


図4 汚濁物質の動態

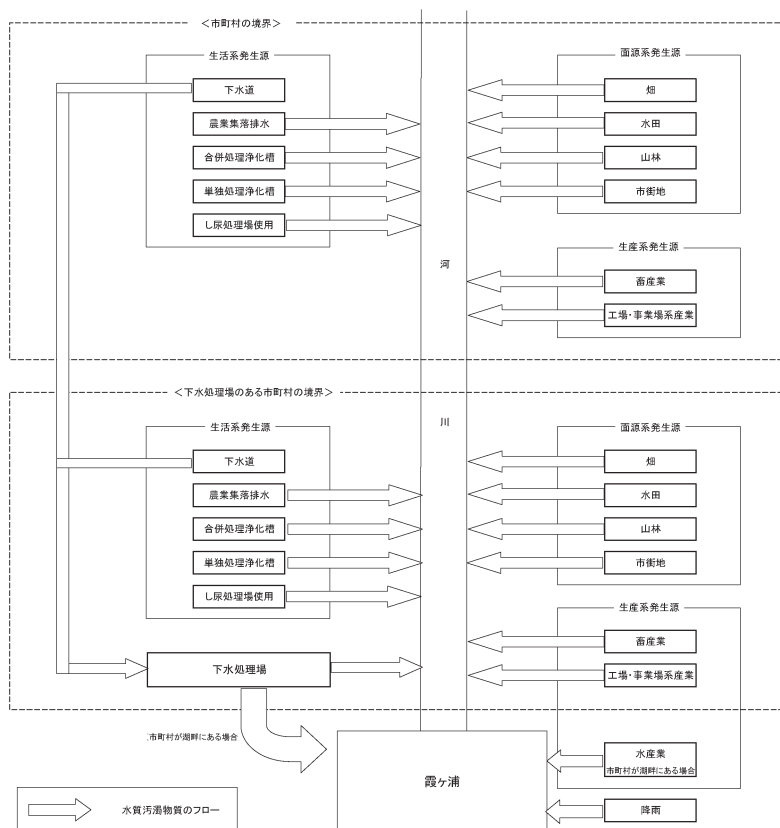
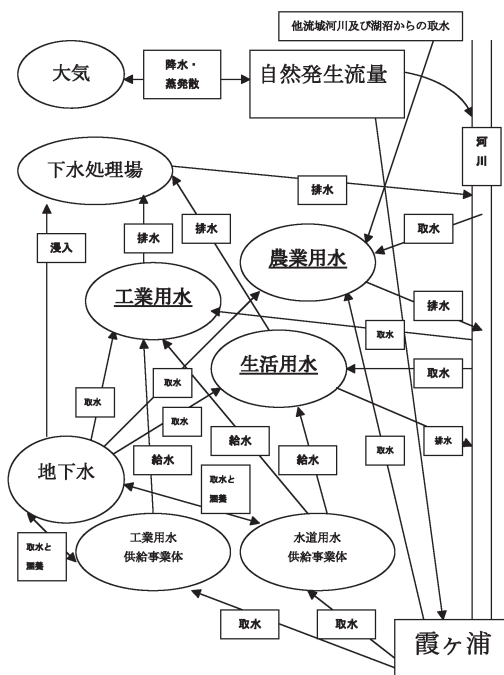


図5 水循環モデルの概要



### 3.3 シミュレーション結果

#### 3.3.1 各水質汚濁物質の流入量とGRPの変化

霞ヶ浦への各水質汚濁物質の流入量の変化を図6から図8に示す。分析対象期間の最終年における最小化した汚濁物質の流入量は、いずれの物質についても流域管理組合の有無に拘らず、同量（目的関数とした全窒素が2,930t、全リンが131t、CODが6,565t）となった。このことは現段階では、仮定2の下では技術的に最小化可能な全窒素流入量に、流域管理組合の有無は影響しないことを意味している。しかし、その削減経路は流域管理組合の有無により異なり、流域管理組合を結成した場合は段階的に非常に効率良く水質汚濁物質の削減が行うことが出来、累積的な流入量には大きな差が出るのが明らかになった。各水質汚濁物質の9年間の累積流入量を計算してみると、全窒素については、流域管理組合を結成した場合9年間で32,203t、しない場合32,860tとなり両者の間で657tの差が生じた。同様に全リンは結成した場合1,476t、しない場合1,585tとなり、両者には109tの差が生じた。さらにCODに関しては71,127tと74,722tとなり、両者の差は3,595tで、流域管理組合の結成はCODの削減に最も効果があることが明らかとなった。これは市町村間の財源移動によって、CODの排出係数の非常に大きい生活雑排水未処理人口が対象期間の初期から中期において大幅に減少することによるものであった。例えば図9に示す通り、新利根川流域では流域管理組合の結成により、生活雑排水未処理人口が対象期間の初期より減少し始め、平成14年すでに平成11年の半以下にまでになり、以降も大きな減少を見せる。

図6 全窒素の流入量変化

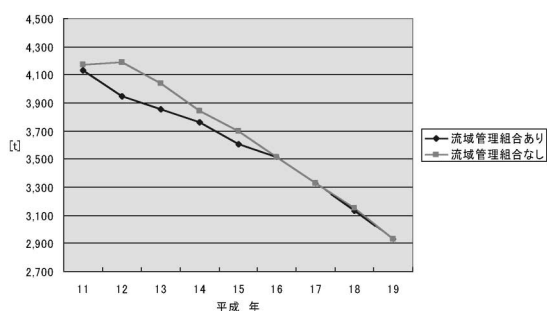
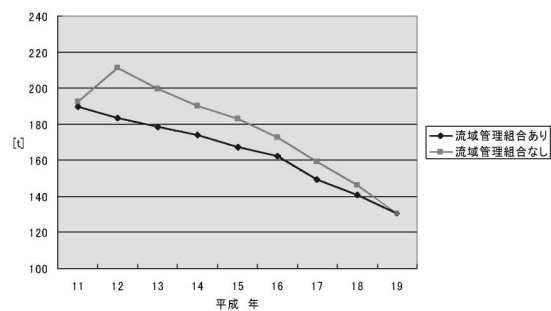


図7 全リンの流入量変化



ここで、対象期間の流域GRPの変化を見てみると、

図8 CODの流入量変化

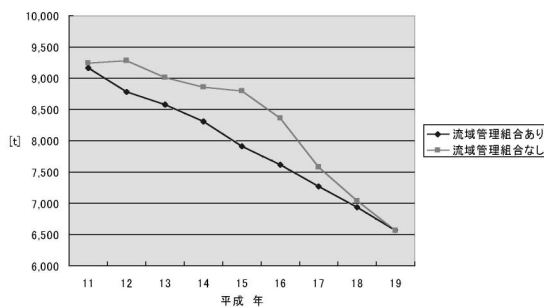
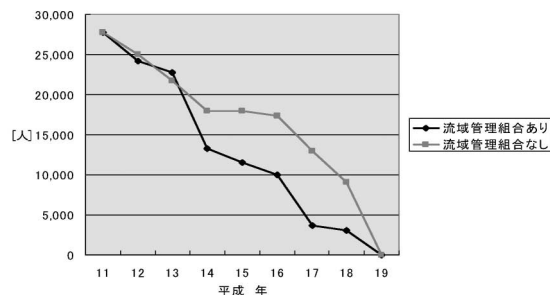




図9 新利根川流域における生活雑排水未処理人口



特に流域管理組合を結成しない場合では、GRPの低下が激しく、流域管理組合を結成した場合としない場合では、平成19年において約4,000億円の差が生じる。社会的割引率(=0.05とした)を考慮してGRPの対象期間合計を計算してみると、流域管理組合を結成した場合は25兆2,000億円、しない場合は23兆9,000億円で、両者の間には1兆3,000億円の差が生じることが明らかになった。以上のことより、生活排水処理施設の最適配置のための相互費用負担を目的とした各河川ごとの流域管理組合の結成は、霞ヶ浦流域経済への影響を少なく抑えながら霞ヶ浦への水質汚濁物質の流入を大きく削減する効果があることが明らかになった。

図10 GRPの変化

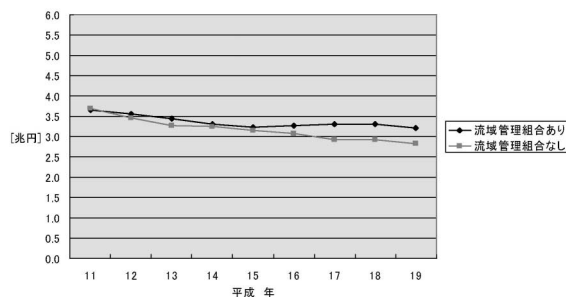


図11に霞ヶ浦流域全体の農業部門生産額推移を、図12に霞ヶ浦流域全体の畜産業部門生産額推移を示す。これらの図から、流域管理組合の結成により農業部門の生産は大幅に増加することができるが、畜産業の生産は流域管理組合を結成したとしても、むしろ逆に生産を削減すべき方向に向かうことがわかる。

図11 農業部門生産額推移(霞ヶ浦流域全体)

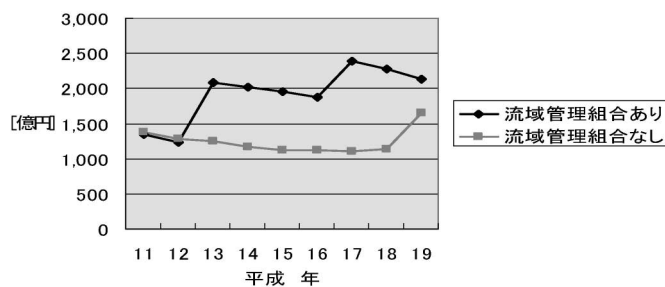
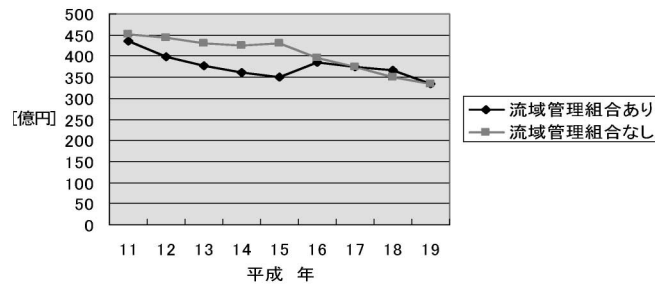


図12 畜産業部門生産額推移（霞ヶ浦流域全体）



### 3.3.2 流域管理組合による水質汚濁物質排出削減の効果と財源の移動による費用負担

流域管理組合結成による生活系発生源からの水質汚濁物質排出の削減効果を河川ごとに見てみると、いずれの水質汚濁物質についてもその効果が最も大きいのは小野川流域であった。小野川の生活系発生源からの全窒素、全リンおよびCODの流入量の変化を図13から図15に示す。いずれの水質汚濁物質も減少傾向にあるが、全窒素の累積排出量は、流域管理組合がない場合に比べ8.0%減少（9年間合計で85.7tの減少）、全リンは約8.3%減少（同9.6tの減少）する。特にCODは13.8%（同341.7tの減少）もの削減効果があることが明らかとなった。

図13 小野川の生活系発生源からの全窒素流入量変化

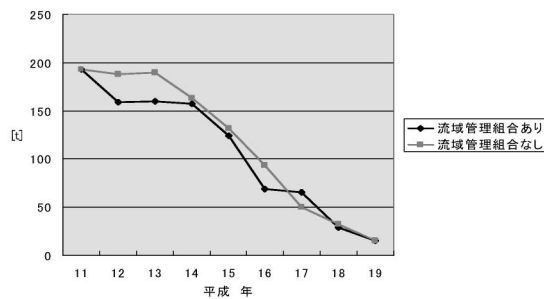


図14 小野川の生活系発生源からの全リン流入量変化

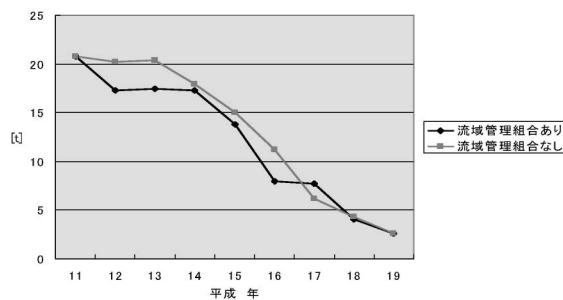
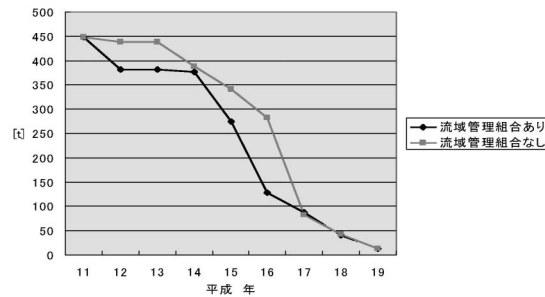


図15 小野川の生活系発生源からのCOD流入量変化



この小野川流域は人口増加率が対象地域の中で最も大きいにも関わらず、一人あたりの財政規模が小さく、人口増加に対して高度処理施設の建設が追いついていない地域である。各河川の流域管理組合内の財源移動を見ると、主に財政規模（歳入額の合計）の大きなところから小さなところ（例えば平成16年（第6期目）の桜川流域内の財源移動について表3）、又は財政規模が同等の場合、相互に財源移動を行う傾向がある（例えば平成13年の小野川流域内の財源移動について表4）。従って流域管理組合の導入は、財政的に余裕のある市町村から余裕のない市町村への資金援助的な意味合いによる費用負担という性格と、流域に属する市町村のいずれもが財政規模の小さい小野川流域の場合のように、相互援助的な意味合いでの費用配分の効率化をおこなうといった2つの性格を持つものであるといえる。中でも今回のシミュレーションでは、特に後者の方で水質汚濁物質排出の削減効果が非常に大きいことが明らかとなった。

表3 桜川流域内の平成16年（第6期目）の財源移動（単位100万円）

受入れ側		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
補助（支出）側		岩瀬町	大和村	真壁町	明野町	協和町	下館市	下妻市	つくば市	新治村	土浦市
1	岩瀬町	0	0	102	0	278	0	0	0	0	0
2	大和村	151	0	0	0	0	32	0	0	0	0
3	真壁町	0	0	0	0	0	0	0	0	0	287
4	明野町	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
5	協和町	0	191	0	0	0	0	0	0	0	0
6	下館市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	下妻市	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
8	つくば市	281	0	0	0	948	0	0	0	102	0
9	新治村	0	0	0	0	0	0	3	0	0	207
10	土浦市	0	0	0	0	881	0	0	0	0	

表4 小野川流域内の平成13年(第3期目)の財源移動(単位100万円)

受入れ側		17	18	19	20	21	22
補助(支出)側		荃崎町	牛久市	竜ヶ崎市	阿見町	江戸崎町	桜川村
17	荃崎町	0	0	0	72	0	0
18	牛久市	0	0	0	0	0	787
19	竜ヶ崎市	0	0	0	446	0	0
20	阿見町	0	6	0	0	8	0
21	江戸崎町	0	330	0	0	0	0
22	桜川村	181	0	0	0	0	0

### 3.3.3 生活排水処理施設の設置状況

流域管理組合の結成の有無による生活排水処理施設の設置状況の違いを見てみると、他市町村からの財源の移動により生活排水対策の財源が増えたとしても、必ずしも下水道のみの整備を進めるべきではないことが明らかとなった。例えば桜川流域では流域管理組合の結成により農業集落排水の使用人口が増え、特に新治村ではその傾向が強い(図16および17)。これはこの流域は下水道建設補助金率が低かったり、下水道の建設投資100万円あたりの追加的増加使用人口が少なく、下水道の建設投資効果が小さいなど、下水道の設置に不利な材料が多い市町村が多いためである。従って各市町村は、流域管理組合の結成によって十分な財源を確保したとしても、各生活排水処理施設の建設費用や維持管理費、削減効果を勘案した詳細な費

図16 新治村における生活排水処理施設別使用人口経年変化(流域管理組合あり)

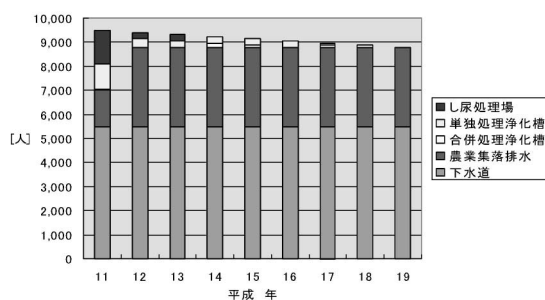
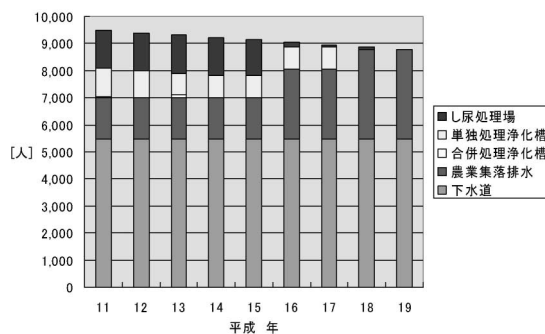


図17 新治村における生活排水処理施設別使用人口経年変化(流域管理組合なし)



用効果分析を行い、最も効率的な生活排水処理施設の設置を行わなくてはならないことが明らかとなった。

### 3.3.4 茨城県による水質汚濁物質削減政策への予算支出

茨城県が霞ヶ浦への水質汚濁物質流入削減のために9年間で支出すべき予算の配分の比較を図18に示す。これにより、流域管理組合の結成は生活系発生源対策に県が支出すべき予算を減らすことができる効果もあることが分かる。これは、流域管理組合の結成により、少ない補助金支出で生活系発生源由来の水質汚濁物質排出量を最大限削減できるような生活排水処理施設の設置を行うことが出来るようになるためである。また、各発生源対策への予算支出のタイミングを比較してみると(図19および20)、流域管理組合がある場合、生活系発生源対策への予算支出のピークが前倒しになることが分かる。これは、流域管理組合の結成によって各市町村が財源を早期に確保でき、対象期間の早い段階で各生活排水処理施設の設置

図18 茨城県による各発生源対策への累積予算支出

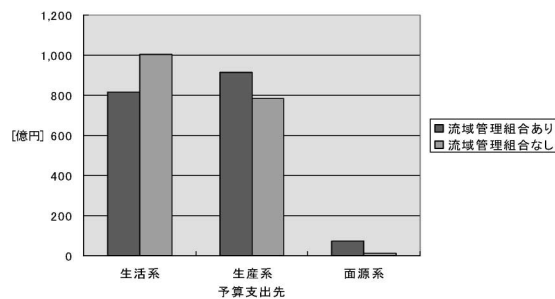


図19 茨城県による各発生源対策への予算支出の経年変化(流域管理組合あり)

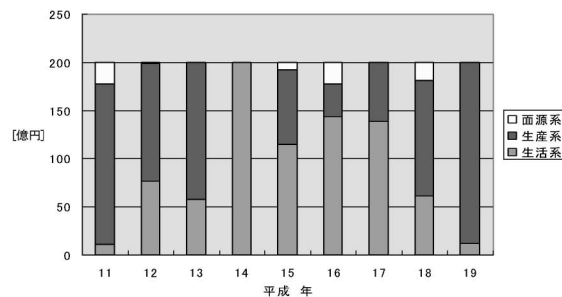
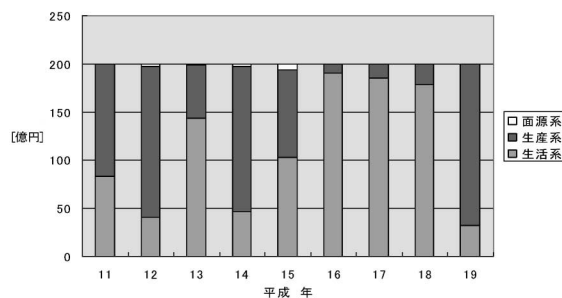


図20 茨城県による各発生源対策への予算支出の経年変化(流域管理組合なし)



に着手できるため、県の補助金支出もより早期に行う必要があるためである。

### 3.3.5 河川の水質変化

流域管理組合を結成した場合、最も水質改善効果が表われるのは、水質汚濁物質排出削減の効果と同様、小野川であった。小野川の水質の変化を図21から図23に示す。いずれの水質汚濁物質についても対象期間のすべての年において流域管理組合を結成した場合の方が濃度が低く、特に前期から中期において水質改善効果が非常に大きいことが明らかになった。

図21 小野川の全窒素濃度変化

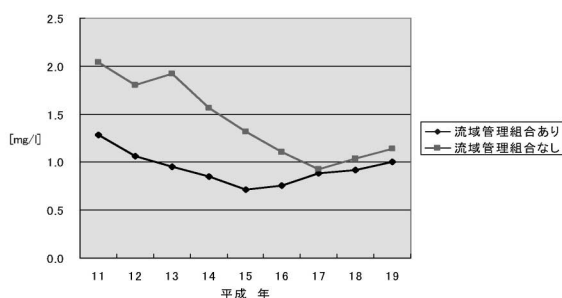


図22 小野川の全リン濃度変化

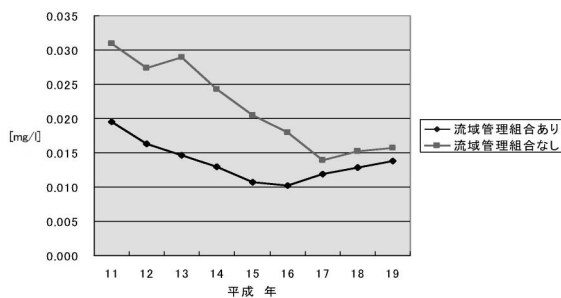
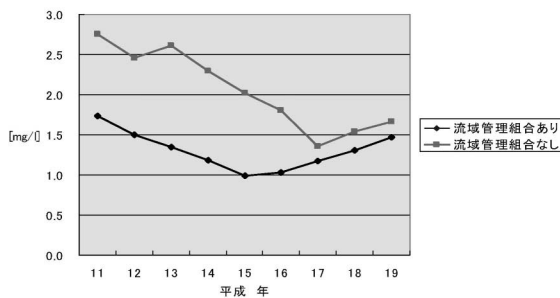


図23 小野川のCOD濃度変化



## 4. まとめ

以上の分析に基づき、霞ヶ浦における統合的流域管理政策の有効性についてまとめてみる。

まず統合的流域管理政策により、分析対象期間の早い段階までに汚濁物質流入量の削減が可能である。政策の最終年における汚濁流入量が、統合的流域管理政策の有無に関わらず一定であるとしても、統合的流域管理政策が実施された場合には政策の初期段階から大幅に流入量が削減され、結果として期間を通しての総流入量が削減できる。霞ヶ浦流域においてこの結果は重要な意味を持つ。霞ヶ浦の水質が改善しない理由のひとつに、過去に流入した汚濁物質による底泥溶出が挙げられており、将来の水質改善のためには湖水内の汚濁物質の総量を減少させることが、重要な対策なのである。

地域経済への影響に関しては、統合的流域管理政策を実施するほうが、ポテンシャルとしてのGRPへの影響は少ない。これは統合的流域管理政策により、計画の初期段階から汚濁流入量が削減できるため、生産活動の規制を厳しくする必要がなくなるためである。このことより霞ヶ浦における統合的流域管理政策

は、環境と経済の両立を満たす政策だといえる。

財政の効率化の視点からは、財政規模が一定でも、期間中の汚濁物質の総流入量が減少することから、統合的流域管理政策は効率的な政策だと言えるだろう。

汚濁の削減効果、地域経済への影響、財政の効率性のどの点で見ても、従来の政策に比べて統合的流域管理政策は有効な政策だといえる。この政策の実現に向けて、今後、財政や行政組織に関する法的側面での検討が望まれる。

本研究では、統合的流域管理政策の「統合」を各河川ごとの流域市町村間の財源移動可能という意味にのみ焦点を当てたが、霞ヶ浦流域全体を一つの統合的流域管理組合とすることも可能であり、これにより、より大きな効果を期待できる。もちろん補助金の管轄部署が異なる各種施策の統合的、一括的管理ということも暗黙の前提としている。この点でも、前述と同様の検討が望まれる。さらに、統合的流域管理政策の視点が「霞ヶ浦への水質汚濁物質流入量の削減」であったが、これに加えて、当該流域内で発生する「地球温暖化効果ガスの削減」という視点を統合的に加えることも可能であるし、環境に関連する昨今の流れではむしろそうすべき重要な視点である。本シミュレーションでも、流域内で生産活動を行っている畜産業は、その生産を削減すべきものとして槍玉に挙がっているが(図12)、畜産業から排出される産業廃棄物をバイオマスエネルギーの視点から循環、再利用すれば、霞ヶ浦への水質汚濁負荷削減に貢献するばかりでなく、畜産農家の経営が改善し、畜産業そのものが流域内で産業として成り立ち、流域の持続可能な土地利用に貢献するものと期待できる。茨城県が平成14年度文部科学省から補助金の交付を得て実施している「都市エリア」プロジェクト「霞ヶ浦バイオマスリサイクルエネルギー開発事業」は、そのようなバイオマスリサイクルの技術開発を目指すものであり、本研究で紹介したような統合的流域管理政策評価シミュレーションによってのみ、その技術がもつ真の社会的、経済的意味の評価を行うことができるのである。これについては、機会が許せば、別途紹介したい。

#### <参考文献>

- Committee on Wastewater Management for Coastal Urban Areas, Water Science and Technology Board, Commission on Engineering and Technical Systems, National Research Council, "Managing Wastewater in Coastal Urban Areas," National Academy Press, 1993 (邦訳 浅野孝監訳, 他訳『沿岸都市域の水質管理 統合型水質管理の新しい戦略』技報堂出版, 1997年)
- 茨城県科学技術振興財団霞ヶ浦水質浄化プロジェクト編『霞ヶ浦環境保全対策資料集』2001年
- 荒巻俊也, 松尾友矩, "水・汚濁物質収支シミュレーションを用いた水量・水質管理施設の相対的確率評価", 土木学会論文集, (601) VII-8, pp.45-57, 1998年
- 水野谷剛, "霞ヶ浦水質改善のための汚濁負荷削減技術評価と最適環境政策に関する研究", 筑波大学大学院生命科学研究科生物圏資源科学専攻博士(学術)学位論文, 2002年
- 水野谷剛, 森岡理紀, 氷鮑揚四郎, "霞ヶ浦流域における水質改善新技術の導入を考慮した最適環境政策に関する研究", 地域学研究, 第32巻第3号, 2003年
- Higano, Y and A. Yoneta, "Economical Policies to Relieve Contamination of Lake Kasumigaura," *Studies in Regional Science*, vol29, no.3

