

流域管理におけるシナリオ誘導型の 有機物循環政策立案支援ツール開発に関する研究

丹治三則¹・山本洋之²・盛岡通³

¹学生会員 工修 大阪大学大学院工学研究科環境工学専攻博士後期課程(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

²工修 東広島市(〒739-8601 広島県東広島市西条栄町8番29号)

³正会員 工博 大阪大学大学院教授 工学研究科環境工学専攻(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

長期的かつ不確実性を伴う政策立案においてシナリオ誘導型の研究が注目されている。本研究では流域管理におけるシナリオ誘導型の政策立案の枠組みを構築するとともに、有機物循環政策を対象として政策シミュレーションシステムの構築を行った。具体的には政策導入による流域全体のマテリアルフローを把握するため、産業連関表を援用したマテリアルバランス表、及び循環施策ごとの処理領域の設定やその施設立地を検討するためにGISを用いた評価システムを構築した。さらに四つの代替的な有機物循環政策を設計し政策シミュレーションシステムを用いて評価を行った。結果として複数の有機物循環施策を導入した場合の流域全体のマテリアルフローの変化を示し施策効果をコスト、最終処分量、二酸化炭素排出量等の次元で算出することを可能にした。

Key Words:Sustainable Management of River Basin, Scenario-Driven approach,
Material Balance table, Geographic information system

1. はじめに

(1)本研究での課題設定とアプローチ

20世紀の急速な産業化とライフスタイルの変革によりもたらされた大量生産、大量消費型のシステムは流域圏における物質代謝構造を大きく歪めてきた。また急激な都市化は点在していた水辺や里山の自然環境を喪失させ人間が生態系から享受するサービスの質を著しく劣化させてきた。

一方でこれまでの政策は、我々の活動に著しい支障が発生しない程度に環境負荷を抑制する対応にとどまっている。具体的にはEnd-of-pipe技術による汚濁負荷の処理、廃棄物の迅速な減容化、シビルミニマム的な緑地整備等が挙げられる。こうした政策は短期的には一定の成果を挙げながらもその構造はVisible【目に見える環境負荷】なもの、Invisible【目に見えない環境負荷】に変換するものであり、本質的な持続可能性を欠いているため新たな政策課題を顕在化させている。継続的に利用できる流域内部の資源の利用可能性を低下し¹⁾、環境容量を超える有機物の消費により、河川や水域に汚濁負荷となつて流出し²⁾、加えて山間や沿岸域の埋立てにより自然環境を著しく低下させている。また都市及び田園地域の湿地・水辺空間(自然地)に侵食すること

により、ヒートアイランド現象や生物多様性の維持・継承を妨げている。

ここで顕在あるいは潜在的ではあるが可能性として内包される政策課題の特徴を書き起こせば以下の3点があげられる。³⁾

- ① 集合的：一つ一つは影響が顕著でない。
- ② 経路依存的：特定の政策が効果とともに併せ持つリスクが顕在化し事後の対応が困難である。
- ③ 蓄積的：いくつか集まった後に一定の環境容量を超えた場合に影響が顕在化する。

以上の特徴を有する政策課題においては、より長期的な視点に立ち、経済活動および都市活動が環境にもたらすインパクトを、技術による制御に加えて土地利用や産業活動を計画的に自然共生型に構造転換して解決しようとする戦略が有効なアプローチとなる。農林地、自然地、都市域、沿岸域、から構成される流域圏はその点において地域を持続可能性を志向したものに転換するため適切な空間領域といえる。

さらに今後の環境政策の立案においては目標を明確にした上で効率的に環境対策を進めるバックキャストिंगのアプローチが必要とされている。⁴⁾

ここで今後の将来象を展望すると、経済のグローバル化、個人の価値観の多様化、情報技術等の技術革新が進展しておりこれまで以上に社会全体が内包する不確実性は高く将来を確度高く予測することは困難である。そこで本研究ではシナリオアプローチをベースにして¹⁵⁾、長期的な政策目標に照らしてバックキャスト方式により有効な政策を導出するための政策シミュレーションシステムの設計を目的としている。また流域圏を自然共生型に転換する政策のうち、本稿では特に有機物循環とそれに伴う汚濁負荷の削減を政策課題として取り上げ前項の目的を達成するために、産業連関表を援用した地域マテリアルバランス表の作成及び、地理情報システムを援用した政策シミュレーションシステムの開発をおこなった。

(2) 自然共生型流域圏を実現する政策立案の枠組み

自然共生型流域圏研究が目指す目標を達成するためのシナリオ誘導型の政策立案の枠組みを図1に示す。シナリオアプローチは「どのシナリオの発生確率も同様に確からしい」という前提に立ち、対象としている地域が将来どのような社会システムであっても効果を発揮する政策提案を行うことを目的とする。シナリオアプローチに基づきローカルガバナンスを志向する取り組みはミレニアムエコアセスメント¹⁶⁾や Ctiy-Region2020¹⁷⁾においても同様であり、土地利用政策、水資源政策、廃棄物管理政策、交通政策等の地域政策の分野が圏域を持続可能な構造へ転換することを目指し統合的化される方法論が提案されてい

る。

その構成はシナリオ設定、政策立案シミュレーション、評価の3段階に分かれている。シナリオ設定段階では、政策を立案して実現する上で直接的には操作対象として取り扱うことのできない「外生的」な社会経済要素を対極的に設定し、コンセプトベースの定性的な表現と、その妥当性を担保し且つ政策シミュレーション可能にする定量的な表現を行うことを目的としている。政策の操作対象領域に対して「外生的」な変数は多くあるが、既存のアプローチにおいても¹⁶⁾¹⁷⁾少数の変数によって将来が定量的に表現されていたことを鑑み、流域の環境状態に対してより強力なドライビングフォースとなる「総人口」、「産業出荷額」、「土地利用」を現状の地域の特性を反映してフレーム値として表現し、シナリオを表現する三つの変数として規定することにした。ただし各政策課題に対して感度よく作用するシナリオを描き出す際は、個人のライフや産業構造等に付随した水や物質の外部からの投入量とその使い方を描き出す必要がある。よってこの三つの指標に限定しているものではなく追加可能との立場をとっている。

自然共生型の流域圏を志向するための政策分野としては、流域での治水基盤、浸透施設や貯留施設を取り扱う「降水流出制御政策」、都市および流域単位で構成されている現状の公共下水道・流域下水道事業を機軸としつつ多様な水処理技術を検討する「水質改善政策」、有機廃棄物の処理と再資源化施設を多様なスケールで導入を検討する「有機物循環政策」、さらに土地利用の制御政策として広域のコン

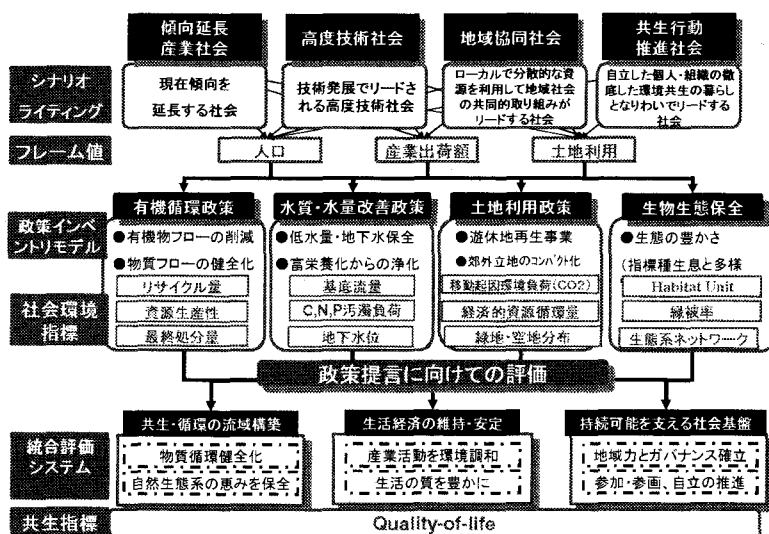


図1：自然共生型流域圏を目指した政策立案の枠組み

バクトな土地利用の誘導とともに、拠点地区の更新戦略を操作的に取り扱うことを検討する「土地利用政策」を対象にする⁽⁸⁾⁽⁹⁾。さらに各政策分野が多角的に目標の次元に結びつくことで実現されるアウトカムを政策目標として、政策評価を可能にするためにいくつかの定量的な社会環境指標で表現し実現するための政策提案を行う。つまり到達目標の次元を先に描き出し、現在の取り組みの方向性や妥当性の検討をすすめる「バックキャスティング」のアプローチを採用している。

尚、冒頭で示した政策課題は図1で設定した政策領域を横断して互いに結びついて顕在化しているものであり、本研究においては有機物循環とそれにともなう汚濁負荷の削減の領域を取り扱うこととするがその効果が水質の変化や土地被服の改変を通じて生物の保全に与える影響は別途評価システムを構築しておりその紹介は他項に譲る。⁽¹⁰⁾

2. シナリオ誘導型の有機物循環政策評価システムの構造

(1) 有機物循環政策の目標の定義

「バックキャスティング」のアプローチで政策立案をおこなうためには、有機物循環政策における目標の次元を規定することが必要となる。ここでは流域の有機物循環政策を自然共生型へ転換することにより実現する目標の整理を行う。

流域への大量の有機物の投入・廃棄、及び水域への流出による環境負荷を低減するためには、資源循環型に効率的に転換利用することが前提となる。

(循環を基調とする経済社会システム) また自然環

境を育成・保全しながら、枯渇性資源からバイオマス等の再生可能資源へ転換し、最終的に自然環境へ廃棄されるものを削減することで資源利用の持続性を高める。(バイオマス等の再生可能エネルギーの利活用) 基盤整備を行いつつ、(循環基盤システムの整備) 物質循環の流れを健全化する都市と自然生態系と物質循環の秩序ある健全な関係を再構築することを目指すことを政策の基本に置く。

そのための目標として循環型社会形成推進基本計画において採用されているマテリアルフローの3つの断面、入り口(資源生産性)、循環(循環利用率)、出口(最終処分量)に関連された指標を用いて資源循環の政策目標を具体化することにした。

(2) 対象とする有機物質フローの構造

現在の有機物のフローは、経済活動や都市活動を支えるために流域外部からの水・物質の投入が投入され、使用後に汚濁負荷となり水域へ、あるいは適正処理され大気や埋立となって環境負荷を発生させている。そのフローに直接的に影響を与えるのは、汚泥系および厨芥類を排出する「家計」、「食品製造業」、「食品流通業」、家畜糞尿、粉穀、稲藁等を排出する「農林業」、建設廃木材を発生させる「建設業」があげられる。⁽¹¹⁾⁽¹²⁾

有機物循環政策では「資源生産性」「最終処分量」「循環利用率」の三つの目標を実現するため流域全体のマテリアルフローを施策で操作し、さらに有機物の循環に直接関連のある5つのセクターを対象として、その回収から再資源化にいたるプロセスを設計する。

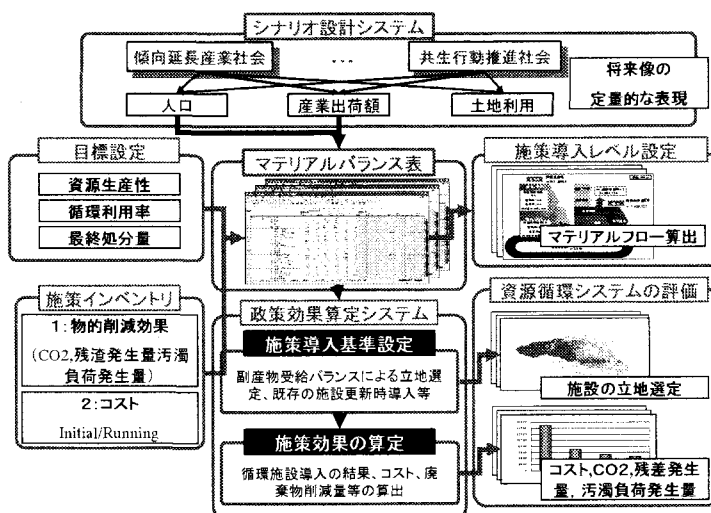


図2：有機物循環政策立案システムの構造

(3)有機物循環政策立案システムの全体構造

本研究が目指すのは将来に対する不確実性の下で長期的にはどのような物質循環システムを目指すことが、流域圏の持続可能性を向上させうるのかを示すことである。将来の経済活動の水準と併せて、既存の個別の有機物循環システムの統合化によりコストや最終処分量等の各種の削減効果等を現状と比較して示し、将来像に対する選択を促すことが趣旨である。(図2)

システムの構造としては四つの対極的な将来社会(シナリオ)を想定しそれを定量的に表現したフレーム値(人口、産業、土地利用)が与えられている。「資源生産性」と「循環利用率」と「最終処分量」の3つの指標が循環経済社会構築の鍵になることは前項で示したが、その実現に向けた各政策の水準を決定するために流域での全体での物質フローと循環政策の効果を把握するために、産業連関表を援用したマテリアルバランス表を構築している。(図3)これにより将来シナリオ下での経済活動と循環政策の分析をあわせておこなうことを可能にし、かつ政策目標を達成するための各施策の整備水準を決定することができる。

さらに実効性の高い循環施策を計画実施していくためにはマテリアルバランス表により決定された施策ごとの整備水準を実現するために、既存のインフラの整備状況や更新等を反映した実現性の確保や、土地利用政策や水質改善政策との投資効率の向上を狙うことが可能のように立地選択とあわせて実行施策の提案を行う。そこでGISを援用してバイオマスの発生分布量と既存のインフラの情報をデータベース化して政策効果算定システムの構築をおこなった。これによりまたマテリアルバランス表で

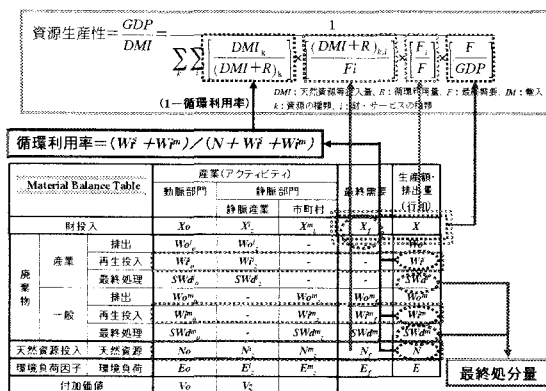


図3: マテリアルバランス表の雛形

は把握できない他の政策との組み合わせによる投資コスト削減や相乗効果、また実現性の確保に関して検討をおこなうことを可能にしている。二つのプロセスを踏まえることで、目標を実現する資源化施策の導入水準に、立地情報を伴って政策提案することを可能にしている。

3.マテリアルバランス表の構築

(1)マテリアルバランス表の構築の目的

長期的な循環政策立案のためには対象となる物質のフローを解析するだけでなく、経済活動と対応関係において政策効果の分析をおこなう必要がある。そのため主に生産活動をおこなう動脈産業と廃棄物の処理をおこなう静脈産業において、諸活動にともなう新規資源・財とサービス・廃棄物といった物質の投入・産出のバランスを捉えていくことが重要である。また廃棄物の排出構造及び廃棄物管理政策は、地域ごとに異なり、都道府県や市町村の行政区分で実施される為、地域レベルでの分析を行うためには、その地域の産業構造やライフスタイル、廃棄物排出・処理状況、その処理活動にともなう環境影響を考慮する必要がある。よって資源循環政策の構築・評価する際に地域の産業連関表を拡張したマテリアルバランス表を作成しこれを利用することが有用であると考えられる。

(2)マテリアルバランス表の構造

本研究では中村らの廃棄物産業連関表¹³⁾の拡張を行い、環境分析用の地域マテリアルバランス表を作成することにする。勘定体系としての地域マテリアルバランス表の雛型を図4に示す。その構造は、列方向にはある産業が生産を行うために必要になる財の合計、及び排出する廃棄物が計上され、行方向はある産業が他の産業に供給する財が計上されている。また財投入行列(動脈部門)は金額ベース、一方で廃棄物排出、投入、最終処理(静脈部門)、天然資源投入は重量ベースで表されている。

その上で循環政策を操作的に取り扱うのが配分

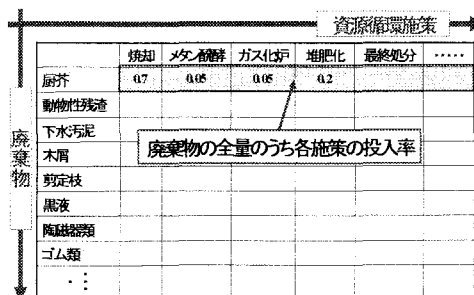


図4: 配分行列の雛形

行列である。その役割として廃棄物の種類ごとの処理割合を決定し、廃棄物を静脈部門のどの廃棄物処理工程に持ち込むかを表現する。(図4)

マテリアルバランス表の一般的な解析プロセスを解説すると、財投入と廃棄物純投入との列の要素に対する生産・活動量の行で除して、生産活動原単位あたりの投入係数行列を得る。表に投入係数を示す。 Ao は、通常の産業連関分析における投入係数、 G は、廃棄物純投入係数である。地域マテリアルバランス表での財と物質の需給バランス式より①式が得られる。

$$\begin{bmatrix} Ao & Az \\ SGo & SGz \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ SWd \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Xf \\ SWdf \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ SWd \end{bmatrix} \Lambda \quad \text{①}$$

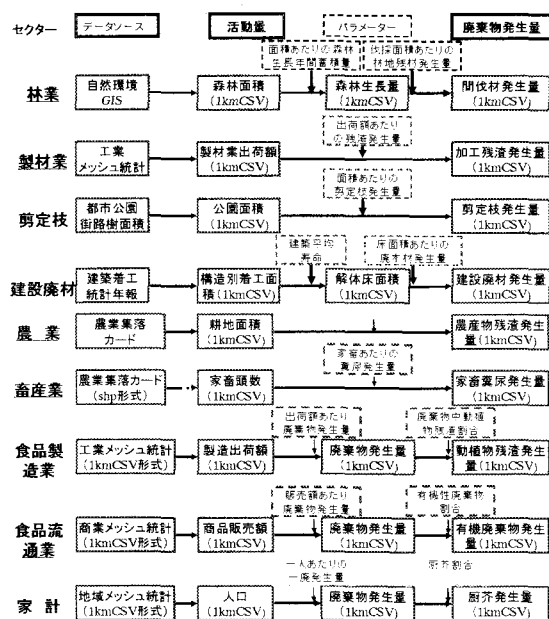


図5:有機物分布算定システムの構造

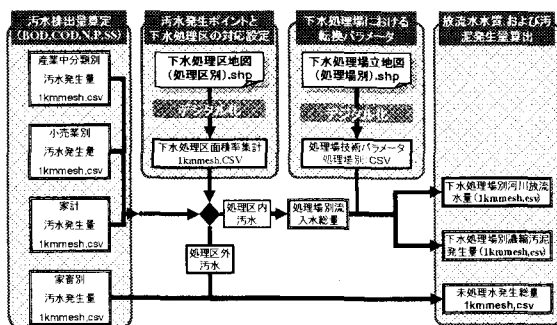


図6:下水処理場ごとの汚泥及び汚濁負荷算定システムの構造

$$\begin{bmatrix} X \\ SWd \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I - Ao & -Az \\ -SGo & I - SGz \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Xf \\ SWdf \end{bmatrix} \Lambda \quad \text{②}$$

ここで投入係数と最終需要が所与であるとして X と SWd について解くと②式が得られ最終需要が一単位変化した場合の生産活動および廃棄物のフローへの波及を分析することができる。生産 X 、活動量 SWd は、投入係数 A, G と最終需要 $Xof, SWdf$ で表され、廃棄物の排出抑制や再資源化率の変更が及ぼす、廃棄物処理部門が処理する廃棄物量を分析することが可能になる。また動脈部門での生産額及び静脈部門での活動量に各部門の環境負荷因子排出行列を掛け合わせることで、部門ごとの環境負荷因子排出量を推計することができる。図3の各部門の要素について中村ら¹⁴⁾の廃棄物産業連関表と井村ら¹⁵⁾の地域マテリアルバランス表の推計方法を元に作成を行った。配分行列は廃棄物の処理割合は、埼玉県内の廃棄物の種類別の減量化と最終処分の割合から算出した。現状の廃棄物の処理割合は、埼玉県における廃棄物の種類別の減量化と最終処分の割合から算出した。焼却施設の種類については中村ら¹⁶⁾の廃棄物産業連関表の算定条件による。

4: GISを活用した有機物循環政策の政策効果算定システム

(1) システム構築の目的

有機物循環政策は廃棄物を自治体単位で処理するシステムから自治体間で統合して効率的な処理プラントに更新するシステムに加えて、下水汚泥などの多様な副産物を統合的に再資源化する技術が検討の対象となる。再資源化された製品とサービスの立地に応じた効率的な技術システムを地域ごとに選択することになる。また雨水の貯留浸透施設整備や土地利用政策等各政策との整合性を考慮し他の政策とのコストの削減や環境改善の相乗的な効果を合わせ重点的な地域政策を立案することが必要となる。よって本研究では地理情報システムを活用した政策効果を評価するシステムを構築した。GISを用いることの利点は二つあり、一つは空間的に広範囲に分布する有機物資源化計画を考える際には、市区町村単位を越えて回収・再資源化のシステムを検討できる方が環境効率の高いシステムを提案でき、二つ目は再開発事業等、工業の立地転換等の土地利用操作と併せて施策の立地選定プロセスを検討できることでより実現性の高い施策を提案できる点である。尚、データの基本スケールとして1kmメッシュを用いたのは、本研究が30年後程度

(2) システム構造

発生分布量の推定に産出の対象としたのは木質系、畜産系、農業系、食品系、汚泥系のバイオマスである。産出の基本構造は1 km メッシュスケールでデジタル化されている統計等の活動情報に、各廃棄物の発生量の原単位を掛けることで産出している。また汚泥の発生量の産出プロセスにおいては、合流式下水道改善等の管路改善施策を中心として、有機物循環施策と水質改善施策をあわせた検討をおこなうために、汚水発生量から算出し、下水管渠を経て処理場の転換技術によって汚泥及び汚泥発生量が決定される構造になっている。これにより下水処理技術のパラメータを他の処理技術に入れ替え可能にしている。有機物発生分布量を地理情報システムを用いて算出の構造を図5、図6に示す。また算定に使用したデータを巻末の付録1に示す。

機物質の発生分布量と副産物の需要量・及び工場・家計のエネルギー需要量との需給バランスから副産物の供給が最も可能になる地点に、循環施設の立地可能性を絞り込むプロセスになっている。既存処理施設立地分布や木材関連工場の立地分布からチップ化施設、再資源化施設、エネルギー利用施設の立地可能場所を絞り込む。また熱量は減衰を考慮して施設立地ポイント内の 1km メッシュに供給できるものとしている。また発生、回収、中間処理、再資源化の各プロセスにおける施策効果を算定する枠組みを図 9 に示す。及び使用したパラメータを付録 2 に示す。

5. 有機物循環政策の構築とその効果算定

(1)対象地の概要

今回対象としたのは荒川流域を含む埼玉県、東京都である。(図9) 荒川流域は流域面積 2940k m²、幹線流路延長:173km、流域内人口 920 万人であり、国内の主要河川の中では利根川、淀川について第三位、人口密度では鶴見川について第二位と、経済活動および都市活動が活発な流域圏である。特に東京区部の経済的影響を強く受けその変動により将来を予測することが難しい。また具体的な政策課題として「合流式下水道の越流時の汚濁負荷」、「武蔵丘陵地域の開葬に伴う自然環境の劣化」、「東京への一極集

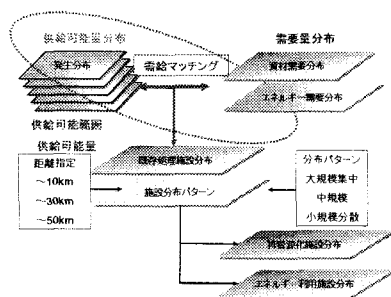


図 7: 熱需給マッチングによる施設立地選

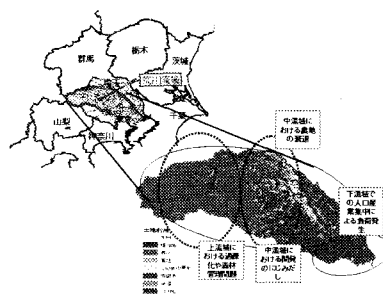


図 9: 荒川流域の概要

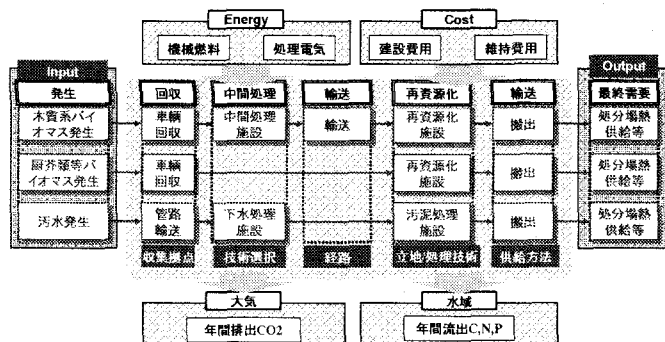


図 8: 政策効果算定の枠組み

表 1: 設定した四つの有機物循環政策

	下水	家計		食品流通・加工	林業・木材加工	建設業
	下水汚泥	厨芥類	その他	厨芥類	林地残材	建設廃木材
現状処理	・各処理場での焼却処分	・既存の処理場で焼却処分	・既存の処理場で焼却処分	・その他の産廃と混合して焼却処分	・林地残材を放棄 ・加工残渣の焼却処分	・建設廃木材の焼却処分
高度処理	・各処理場でのメタン発酵及びガス化発電/燃料電池等の熱電供給	・既存の焼却場で焼却及び発電による熱回収	・既存の焼却場で焼却及び発電による熱回収	・焼却及び発電による熱回収	・林地残材回収による木質発電	・建築物長寿命化、REW、PB化利用
広域処理	・広域焼却・溶融処理(流域下水道での汚泥処理の統合化)	・複数の自治体を統合した広域でのガス化処理	・複数の自治体を統合した広域でのガス化処理	・複数の自治体を統合した広域でのガス化処理	・木質系のバイオマス資源(建設廃材、林地残材)転換を統合化した大規模木質バイオマス発電	
分散処理	・街区スケールでの分散型下水処理施設の建設、メタン発酵及びガス発電/燃料電池等の熱電供給	・「厨芥分離資源化促進街区方式(デイスボーズ)」の導入とメタン発酵による資源化(集合住宅)	・一般廃棄物の小規模ガス化処理	・事業所・事業体単位でのメタン発酵、及びガス発電/燃料電池等による熱電供給	・循環林と保全林の育成管理 ・林道整備、間伐、林地残材回収 ・小規模分散型のバイオマスのガス化及び地域熱供給システム	・小規模分散型のバイオマスのガス化及び地域熱供給システム

中」等が発生しており流域を自然共生型に転換することの政策効果が大きいと考えられる。

(2) 有機物循環政策の構築

荒川流域における有機物循環政策を、限定的に設定した。(表 1)

現状処理技術は、荒川流域圏において現状で導入されている処理システムであり、廃棄物処理、汚泥処理とも減容化を主な目的とする政策である。

高度処理技術は、廃棄物ごとの処理の領域の再設定を行わず各処理施設の更新を行う際に技術のみを転換しより資源循環型のインフラ整備を目指すものである。よって既存の下水処理場ではメタン発酵施設を設置して場内にて利用する形態を採用している。木質廃棄物においては、建設廃木材の再資源化施設を都市近郊に立地させ、構造材として利用できる再生集成材及び非構造材、床材などへ利用できる再生ボードへのリサイクルを推進する。

広域処理技術は、現状よりも処理システムを一元化することにより、スケールメリットと投資効率の向上を目的としたもので、間伐・林地残材等の回収した木質バイオマスを最大 50km から収集し、大規模化することで発電コストをさげて、蒸気タービンの発電を行う。厨芥類は埼玉県廃棄物広域処理計画に基づき、いくつかの市区町村を統合化して一括した処理システムを構築する。⁽¹⁷⁾

分散処理技術は、現状の処理システムよりも小さなスケールで物質循環を行うことで、輸送等の中間で発生する環境負荷を削減し効率的なシステムにすることを目的としている。森林の育成管理と流域地域木材の利用を図っていくと同時に小規模分散型コジェネレーションにより地域で木質バイオマスをエネルギーとして活用していく。また家計から発生する厨芥類も街区スケールで循環させることでよりバイオマスエネルギーの利用率を向上させることを目的としている。

このうち現状処理技術および広域処理技術については構築したシステムの確認を行うためにマテリアルバランス表で評価を行った。四つの施策間の効果を比較するために地理情報システムを活用した政策評価によって算定を行った。

(3) 地域マテリアルバランス表を用いたマテリアルフロー分析結果

作成した地域マテリアルバランス表を用いて、経済活動に伴うトータルでのマテリアルフロー及び環境負荷発生量を算定した。算定結果を図 10 に示す。まず現状における再生利用率の推進及び排出抑制などの廃棄物管理政策を実施し、循環利用率、最終処分量及び資源生産性を算定した。現状の資源生産性は、29.8 万円/t、循環利用率 3.5%、最終処分量 5409k

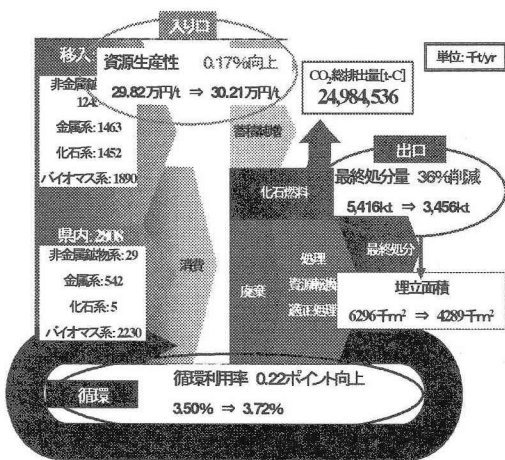


図 10: マテリアルバランス表による循環政策の評価

もという結果になった。これに対し広域処理技術を導入した場合、資源生産性は 30.21 万円に、循環利用率は 3.72%、最終処分量は 5409k t とそれぞれの指標に改善効果が見られた。

(4) 有機物循環政策導入の効果

構築した政策評価システムを用いて、荒川流域圏において、循環政策を導入した際の、年間の最終処分量、施設維持費用及び CO₂ 排出量を算定した。建設廃木材及び、林地残材等の木質系のバイオマスについては木材を再生集成材及び再生ボードに再資源化することにより、循環利用率が高くなっていくが、CO₂ 発生量が増加する（図 11）。コストに関しては焼却するよりも再資源化することで削減された。これは焼却処理及び最終処分にかかる費用が大きく、焼却発電やガス化発電による買電を行うことでランニングコストが削減されたからである。また最終処分量と発電量の関係においては廃棄物中の炭化水素成分を可能な限り熱電エネルギーとして回収することが環境負荷削減に有効である（図 12）。副産物の需給

バランスを比較することにより、資源化施設を建設する上で効率的な資源の回収と副産物の供給を行えるサイトを選定した結果を図 13 に示す。

6. 結論と今後の課題

本研究では流域を自然共生型に転換するために、シナリオアプローチによる政策立案の枠組みを構築するとともに、また有機物循環政策の立案において施策立案システムの開発をおこなった。具体的には地域マテリアルバランス表を構築し、流域全体で経済活動とあわせたマテリアルフローの分析と廃棄物管理政策導入による効果を分析するツールの作成を試みた。さらに流域圏で地理情報システムを利用してサイトレベルでの有機物循環政策導入の効果を算定するシステムを構築し、最終処分量、CO₂ 排出量及び費用などの政策導入効果の評価を行った。またその挙動を確認するためにいくつかの循環政策を設定したその効果を算定した。システム全体を通じて一貫している概念は「シナ

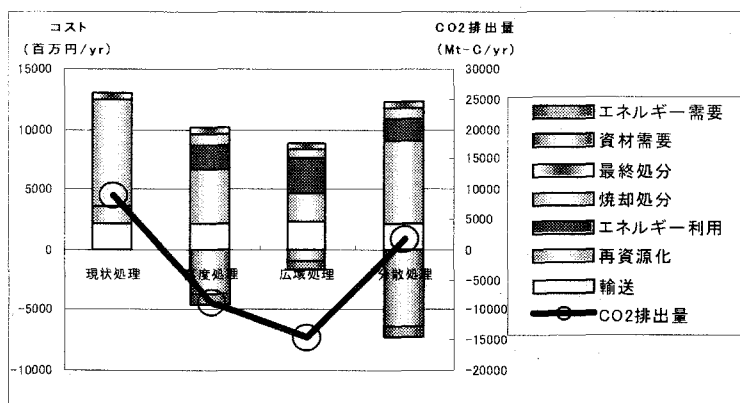


図 11：木質系廃棄物循環施策の効果比較

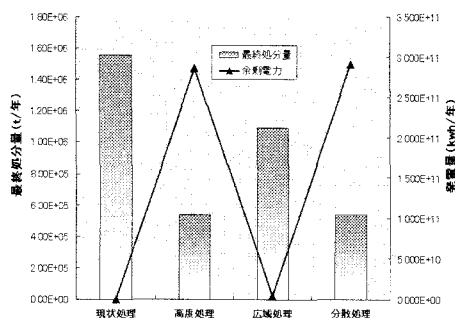


図 12：施策ごとの採取処分量及び発電量比較

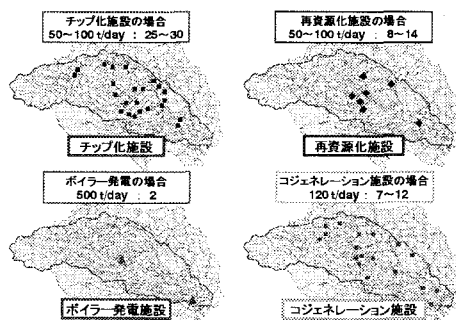


図 13：有機物循環施設の立地選定結果

付録1：廃棄物発生量の算定に使用したデータ

	項目名称	値	単位	データソース	
林業	面積あたりの森林蓄積量	0.2	m ³ /ha	埼玉県森林統計より実績値	
	面積あたりの森林生長量	8	m ³ /ha	東農大大学院BASE 姫尾他:循環型社会研究会報告書2002	
	森林伐採量に対する林地残材発生率	0.096	t/m ³	本多淳裕, 1983	
	森林蓄積量に対する林地残材発生率	0.0052	t/m ³	林野庁, 1985	
	間伐率	0.3	—	埼玉県森林緑化長期ビジョン	
	伐期	40	年		
製材業	素材入荷量に対するおがくず発生率 おがくず	0.0012	t/円	滋賀県エネルギービジョン	
公園緑地	公園面積あたりの剪定枝発生量	23	t/ha	埼玉県	
建設廃材	床面積あたりの廃木材発生量	0.095	t/m ²	(財)日本住宅・木材技術センター	
農業	面積あたりの副産物発生量	野菜	4.2	t/ha	農林水産省HP
		果樹	1.7	t/ha	農林水産省HP
		稲藁	5.5	t/ha	バイオマス・エネルギー・環境 坂志郎編著
		羽殻	1.2	t/ha	農林水産省農産園芸局農産科提供資料(H12. 12. 12)
		麦	4.2	t/ha	農林水産省HP
畜産業	1頭匹あたりの家畜糞尿発生量	乳用牛	48	kg/day/頭	中央農業総合研究センター
		肉用牛	25	kg/day/頭	中央農業総合研究センター
		豚	6.3	kg/day/頭	中央農業総合研究センター
		採卵鶏	0.12	kg/day/頭	中央農業総合研究センター
		ブロイラー	0.13	kg/day/頭	中央農業総合研究センター
食品製造業	出荷額あたりの廃棄物発生量	動植物性残渣	0.00087	t/万円	埼玉県産業廃棄物実態調査報告書
食品流通業	販売額あたりの廃棄物発生量	厨芥	0.00042	t/万円	一般廃棄物処理事業の概況
家計	一人あたりの廃棄物発生量	厨芥	0.031	t/capita/yr	一般廃棄物処理事業の概況

付録2：有機物循環施策評価に用いたパラメーター覧

プロセス	項目	数値	単位	参考文献
集材	伐採集材コスト	13500	円/t	(財)日本エネルギー経済研究所：木質バイオマス発電導入のための課題調査 2002
	集材コスト(積込場～土場)	3100	円/t	
収集輸送	収集車容量	4	t/台	三菱総合研究所 平成14年度新エネルギー等導入促進基礎調査
	燃費(軽油燃料)	4	km/l	バイオマスエネルギー開発・利用戦略に関する調査研究)報告書 2000
	収集コスト(X<10km)	230.3	円/km・t	
	収集コスト(10km<X<50km)	57.9	円/km・t	
	比重(木材チップ)	0.35	t/m ³	木質バイオマスエネルギー導入モデル事業基本計画 岐阜県 H14年3月
搬出	輸送車容量	10	t/台	土手裕・倉田幸春・丸山俊朗：一般廃棄物処分場の運用によるCO2排出量に関する研究、
	燃費	4	km/l	第10回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp1048-1050、1999
チップ化	搬出コスト	10	円/km・m ³	
	処理能力	100	t/日	高橋俊、有山高広、尾島俊雄：住宅解体材の再生エネルギー消費量の計算に関する研究 日本建築学会計画系論文集、第516号、pp.101-106、1999
	残渣発生率	0.1	—	
	単位消費電力	96.774	kWh/t	日本エネルギー経済研究所：木質バイオマス発電導入のための課題調査 2002
再生集成材	処理コスト	3000	円/t	
	単位消費電力	259	kWh/m ³	高橋俊、有山高広、尾島俊雄：住宅解体材の再生エネルギー消費量の計算に関する研究 日本建築学会計画系論文集、第516号、pp.101-106、1999
	単位消費重油	85	l/m ³	
	処理コスト	37000	円/t	
	比重	0.55	t/m ³	
再生ボード	単位消費電力	140	kWh/m ³	高橋俊、有山高広、尾島俊雄：住宅解体材の再生エネルギー消費量の計算に関する研究 日本建築学会計画系論文集、第516号、pp.101-106、1999
	単位消費重油	55.37	l/m ³	
	処理コスト	40000	円/t	
	比重	0.7	t/m ³	
	比重	0.7	t/m ³	
焼却発電	処理残渣発生原単位	0.5~1	%	日本エネルギー経済研究所：木質バイオマス発電導入のための課題調査 2002
	所内消費電力(発電電力うちの消費量)	1.3	%	
	発電効率	22.3	%	経済産業省のバイオマスエネルギー関連施策について 平成15年資源エネルギー庁新エネルギー対策課
	処理量	500	t/日	
	発電単価	14.6	円/kWh	
	売電価格	8.4	円/kWh	バイオマスエネルギーの特性とエネルギー変換・利用技術 地域特性にあった技術選定・最適プロセスの構築から事業採算性・市場展開
	購入コスト	2470	円/t	兵庫・堂脇清志、皆川農弥、松橋隆治、石谷久：製材工場における廃材を利用したガス化
	ガス化効率	0.85	—	コージェネレーションプラントのシステム評価エネルギー学会誌、第81巻4号、2002
	熱効率	0.45	—	
	ガスエンジン発電効率	0.35	—	
コージェネレーション施設	処理量	120	t/日	
	残渣発生率	0.0192	t/t	
	施設あたりの年間発電量	41600000	kWh/年	
	蒸気発生量	10	t/h	
	年間稼働率	80	%	
	原料購入費	500	円/t	
	発電費用	8.5	円/kWh	
	灰処分費	20000	円/t	
	蒸気販売	1350	円/t	
	売電価格	4.3	円/kWh	
焼却	処理残渣発生原単位	0.145	t/t	流動床炉：H11年度兵庫県一般廃棄物処理、ストーカー炉：H11年度兵庫県一般廃棄物処理、1999
	電力消費	23.6	kWh/t	
	ガス消費	5658	kcal/t	
	燃料消費	4687	kcal/t	
	処理コスト	16700	円/t	
埋立	軽油消費原単位	0.763	l/t	那須ら：有機残渣の循環系構築に向けた再資源化技術と収集システムの最適設計手法、京都大学修士論文、2001
	電力消費原単位	6.38	kWh/t	
	燃え殻	9870	円/トン	大阪湾広域臨海環境整備センター

リオ誘導型の政策立案」であり、物質循環システムだけでなくその他の政策も含めた地域の将来像・目標の設定を促すとともに、地域の環境改善と公共サービスの質の向上を目指すための戦略をサポートすることが本システムの大目的である。将来的に地域の資源循環政策の選択の結果を予防原則的立場から客観的に示すことが第一段階である。

今後の課題としてはシナリオから政策シミュレーションまで一貫してシステムを結合し、どのシナリオにおいても効果を発揮する政策立案をおこなうことである。具体的にはシナリオから与えられた三つのフレーム値（人口、産業出荷額、土地利用）をマテリアルバランス表に連結させ、その下で目標に到達するように施策水準を設定し、さらに GIS ベースのシミュレーションシステムと一貫してシステムを連結して立地情報もあわせて施策立案をおこなうことである。その際政策効果は多次元で出力され、意志決定支援システムを設計する立場からは多次元評価をサブシステムとして内包化することも必要である。以上の方法論を取り長期的な目標を見据えながら政策提言を行う一方で、次の段階では具体的なアクションプランをいかに提案できるかが政策実行のポイントであり、そのためには資源循環政策に加えて土地利用、水循環政策の立案を含めた施策の WIN-WIN の関係を構築し、関連するセクターの費用負担システムを再構成、それを実現するための手順を含めた実務的な課題に対する情報提供を行えるシステムの構築をおこなう必要がある。

参考文献

- 1:川島博之 わが国における食料供給と窒素循環 環境科学会誌 9(1): 27-33 1996
- 2:川島博之 東京湾とその流域における窒素収支の歴史の変遷 沿岸海洋研究 第33巻 第2号 1996
- 3:盛岡通 自然共生流域圏の形成にかかるシステム統合の視点 第31回環境システム研究論文発表会講演集 2003年 p237-244
- 4:ナチュラステップホームページ:
<http://www.tnsj.org/tnsj/tnsjdata/f02.htm>
- 5:加藤文昭 丹治三則 盛岡通 政策立案ツールとしてのシナリオアプローチに関する研究 2004 環境システム研究投稿中
- 6:ミレニアムエコアセスメントホームページ:
<http://www.millenniumassessment.org/en/index.aspx>
- 7:Joe Ravets,with peter Roberts 「City Region 2020 Integrated planning for a sustainable environment」 2000 TCPA, Earthscan Publications Ltd
- 8:渡辺正孝:エコシステムアプローチにもとづく持続可能な流域圏のための環境管理,環境情報科学,pp.31-34,2002
- 9:盛岡通,藤田壮,岡寺智大,丹治三則,加藤文昭,栗栖雅宜 自然共生流域圏マネジメントによる有機物循環政策設計と評価システム 環境システム研究論文発表会講演集 Vol.31 pp265-pp268 2003
- 10:杉谷啓行,李承恩,盛岡通 流域圏における生態系政策の立案とその方向性の検討 ランドスケープ研究 Vol.67
- 11:バイオマス日本総合戦略 農林水産省ホームページ
- 12:国土交通省 バイオソリッド利活用計画
- 13:近藤康之,高瀬浩二,中村慎一郎:廃棄物産業連関表 (1995年全国表)
- 14:http://www.f.waseda.jp/nakashin/wio_j.htm:廃棄物産業連関表 (1995年全国表) WIO95_01.xls (第1版)
- 15:田畑智博,岩本薫,奥田隆明,森杉雅史,井村秀文:地域廃棄物管理のためのマテリアルバランス表の作成,環境システム研究論文集 Vol.31,pp.287-295,2003
- 16:近藤康之,高瀬浩二,中村慎一郎:廃棄物産業連関表 (1995年全国表) の推計,早稲田大学現代政治経済研究所 Working Paper Series No.0103,2002
- 17:埼玉県ごみ処理広域化計画 H10年度 埼玉県

Development of a scenario-driven organic matter cycling policy formulation support tool for sustainable basin management

Kazunori TANJI, Hiroyuki YAMAMOTO and Tohru MORIOKA

Scenario-driven approaches for policy planning that include uncertainty from a long-term perspective are receiving attention. In this research, the framework of scenario-driven policy planning for the sustainable basin region management is constructed; and a simulation system for organic matter cycling policy is established. Concretely, in order to grasp the material flow in the whole basin region due to policy introduction, a material balance table incorporating the industrial linkage is constructed. Moreover, the GIS-based evaluation system in order to examine the treatment boundary setting and facilities location for each cycling measure is developed. Furthermore, four alternative organic matter cycling policies are adopted and then evaluated using the policy simulation system constructed. As the result, the changes in material flow of the whole drainage basin when plural organic matter cycling measures are introduced are shown. Also, it was made possible to express the measure effect in terms of cost, final disposal quantity and carbon dioxide discharge dimensions.