

都市の有機物資源循環構造を記述する マテリアルフローコスト会計の提案

松本 亨¹・左 健²・岩尾拓美³

¹正会員 博(工) 北九州市立大学助教授 国際環境工学部環境デザイン学科
(〒808-0135 北九州市若松区ひびきの1-1)

²非会員 博(工) 北九州市立大学博士研究員 国際環境工学部環境デザイン学科

³非会員 修(工) 三菱商事株式会社

本研究では、企業の内部管理会計の一種であるマテリアルフローコスト会計を、都市の有機資源循環構造の解析に用いるための手法提案を行い、それを実際の都市の現状評価に適用した。これにより、都市のフードシステムの生産過程から廃棄・処理過程までの一連のマテリアルフロー、またそれに付随するエネルギーや包装材の投入構造の関係をシステムティックに捉えることができ、食品廃棄物対策のシナリオ分析や複数の都市(地域)の比較評価を行う際の利用可能性について考察した。

Key Words: *material flow cost accounting, organic resource, substance flow analysis (SFA), life cycle assessment (LCA), cycle-oriented society, food-chain system*

1. はじめに

現在の都市の有機物資源循環が有している問題は、大きく3つに分けて議論できる。第一に、生産から消費に至るいわゆるフードシステムと呼ばれるシステム全体における直接、間接の環境負荷の大きさである。この問題については、筆者らは化石燃料の投入量及び二酸化炭素排出量で評価してきた¹⁾。また、食品包装材の増加、食料・飼料輸入の増加による海外への環境負荷依存度の増大と国際物流による環境負荷の増大も含まれる²⁾。第二は、消費の下流にあたる部分であり、食品関連事業者からの食品廃棄物、消費者からの厨芥及びし尿の処理の問題である。最終処分場や焼却施設の逼迫や、伝統的な資源循環システムの崩壊から食品廃棄物のリサイクル率の向上が要請されている。食品リサイクル法では、食品関連事業者の食品循環資源の再利用率を2006年度までに20%に向上させることを目標として掲げている³⁾。第三が、いわゆる食品ロス(食べ残し、廃棄)の問題である。農林水産省の食品ロス統計調査(平成12年度)によると、家庭で7.7%、

外食で5.5%という結果が出ている⁴⁾。これは一義的に第二の問題と絡めて議論されることが多いが、第一の問題とも併せて考える必要がある。つまり、ロスとなった食品は、生産、加工、流通過程において発生した環境負荷をすでに内包している点である。

筆者らは、これまで都市の有機物資源循環システムの評価として、食品由来の物質循環(炭素及び窒素)と、それに付随する直接及び間接の環境負荷(炭素及び窒素)の定量化を進めてきた⁵⁾。また、これらの指標を組み合わせることで、都市の資源循環構造の現状を効果的に示す指標群を提案し、これを用いて食品系資源循環対策のシナリオによる指標の感度解析についても行った。ここで、有機物資源循環の適正化のための対策は、上流側における環境負荷の発生源対策と、下流側における循環指向のエンドオブパイプ技術としてのハード対策に分けられる。上流側については対策と効果は単純な正の相関がある場合がほとんどであるが、その影響はさらに上流側に波及するため、食品廃棄物の発生過程とそれに内包する環境負荷の関係を連携させて表現する評価フレームが必要である。一方、

下流側については、再資源化効果をLCA等によって総合的に環境負荷を評価する必要がある。これらの分析フレームとして、これまで提案してきた指標の変化をよりシスマティックに解析するためのツール開発が課題として残されていた。

ところで、企業活動における環境情報のディスクロージャーのためのツールである環境会計が急速に浸透しつつある。環境会計には、企業外部に報告するための財務会計的領域である外部環境会計と、企業内部の経営管理に資する管理会計的領域である内部環境会計が存在する⁶⁾。後者の一つとして、マテリアルフローコスト会計と呼ばれる手法が、主にドイツやオーストリアで開発されている^{7), 8), 9)}。これは、企業内部のマテリアルフローに焦点をあて、コストの視点からその流れを具体的に記述する計算手法であり、外部環境会計の範疇に入る日本型環境会計とは大きく異なる。日本型は統合化指向と呼ばれ、「コストと効果の対比」という枠組みになっている。廃棄物排出削減費用やリサイクルのためのコストは環境保全コストとして計上されるが、それが増やすべきものか減らすべきものか示していない。なぜなら、環境保全コストは、環境負荷発生後の処理コストを含むものだからである。環境負荷削減効率という考え方もあるが、あくまで全体としての成果を評価する指標であって、具体的な対策を示唆するものではない⁷⁾。一方、マテリアルフローに着目すると、あるプロセスから発生した食品廃棄物は、その下流側の処理コストのみならず、上流側の生産、加工等のコストも内包していることは前述したとおりであり、マテリアルフローコスト会計はこの関係を明示できることが大きな特徴である。

そこで、本研究では、都市の有機資源循環構造を表現し、その管理及び対策の評価に用いることを前提として、企業の環境管理会計として開発が進んでいるマテリアルフローコスト会計を都市に適用ことを検討する。そのための、分析フレームの提案と特定の都市を対象とした現状評価を行う。

2. 都市版マテリアルフローコスト会計の分析フレーム

(1) マテリアルフローコスト会計の構成要素

ドイツのIMU（マネジメント・環境研究所）が企業の内部コスト管理を目的として開発したマテリアルフローコスト会計手法をベースにして、都市への適用方法を検討する。従来の原価計算では、環境コストを環境保全コストに限定しており、廃棄物にかかる間接コスト（マテリアル、システム、配送・廃棄

の各コスト）を含まない。それに対しIMUの手法は、廃棄物にかかる間接コストも環境コスト概念とする考えに基づいた、フローコスト概念からのコスト管理をめざした手法である⁸⁾。我が国でも、企業を対象にパイロットスタディが実施されている¹⁰⁾。

企業のマテリアルフローコスト会計は、企業内部の「フローコスト」を測定し、報告するための手法であるが、この「フローコスト」は、①マテリアルコスト、②システムコスト、③配送・廃棄コストの3つから構成される。水口（2001）⁷⁾によると、マテリアルコスト（資材原価）は、外部から購入した資材、原材料の原価を意味し、システムコストとは、企業内部で付加される人件費や減価償却費などのコストであり、資材原価以外のコストである。配送・廃棄コストは、製品の配送や廃棄物処理などのために、外部の第三者に支払ったコストとされる。

この考え方を都市の有機資源循環に適用する場合、まず最終製品とシステム境界（system boundary）を決定する必要があるが、最終製品を、人間が「摂取」し体内でエネルギーとして消費する食料として以下の議論をすすめる。人間が「消費」する食品は「摂取」する部分のみとすることにより、し尿分は最終製品に含まれないことに注意が必要である。これにより、し尿として排水処理プロセスを経るものをマテリアルロスとして扱うことになり、食品廃棄物とし尿を同列に扱うことが可能となる。ただし、市外移出分ならびに市外人口消費分は扱いが異なり、特に後者は「消費」される部分全てを含む。システム境界については次で述べる。

(2) マテリアルフローモデルの作成とシステム境界の設定

図1は、単純化した都市の食品関連マテリアルフローモデルである。最終製品を、人間が摂取する食品としたため、システム境界は都市に自然界もしくは市外産業からインプットされる部分から、人間に摂取される部分までとなる。これにより、上流側は現実の都市の境界と重なるが、下流側、つまり廃棄物処理及び再資源化プロセスの部分が現実の都市と異なり、メインシステムにおいてはシステム境界の外部となる。

一方で、食生活関連の排水及び廃棄物処理のあり方は、再資源化システムの選択も含めて大きな問題である。マテリアルフローコスト会計はマテリアルロスの発生とそれに付随する間接コストに着目した分析フレームであるため、再資源化過程の明示的な取り扱いができない。そのため、この部分をサブシステムとして扱い、その結果をメインシステムに記述するしくみ

フードシステム(メインシステム)

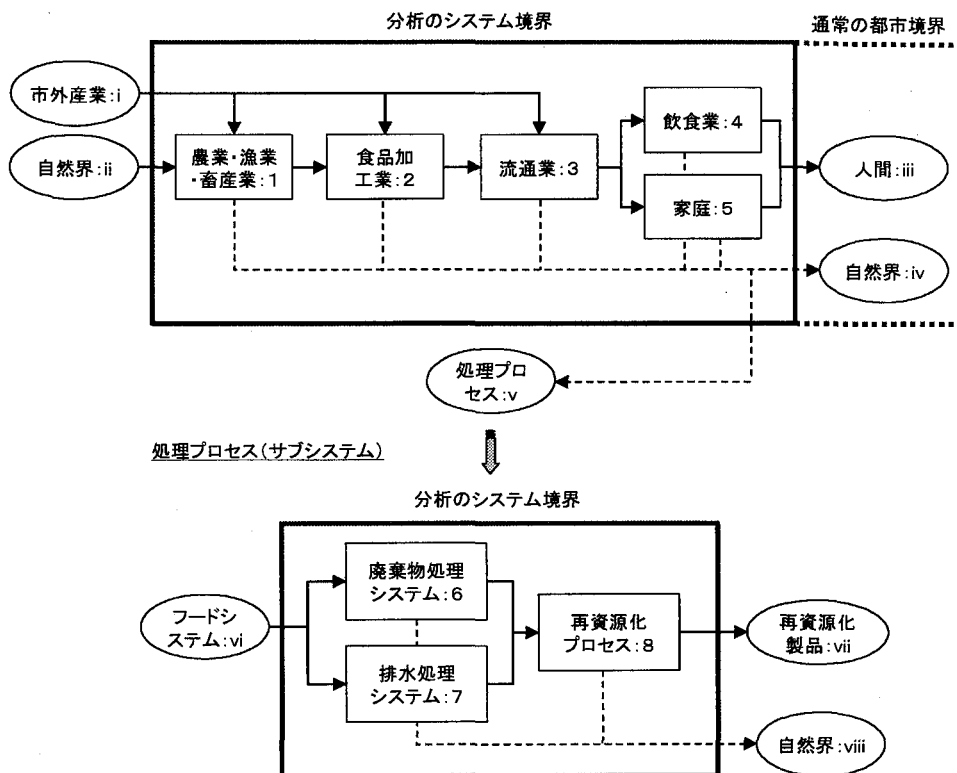


図1 単純化した都市の食品関連マテリアルフローモデル

を考慮することとする。図1のように、メインシステムの外部物量センターの1つと位置づけている輸送・廃棄プロセスと、サブシステムが対応する。サブシステムの最終製品は再資源化製品とし、再資源化しないものをマテリアルロスとして扱う。これによって、マテリアルロスと食品包装材のための廃棄コストを、サブシステムで計算するしくみができる。

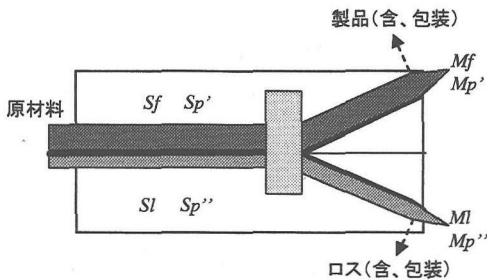
(3) 物量センターのコストセグメントへのフロー指向的コスト分割

物量センターとは、マテリアルが物理的に変形・変換され、また保管される空間的・機能的単位を指す⁷⁾。企業の場合、倉庫や製造現場などが相当するが、都市のフードシステムの場合、生産、加工、流通、外食及び家庭の各プロセスがこれに相当する。また、システム境界の外部の物量センターとして、市外産業、自然界、人間、処理プロセスの各プロセスを設定する。サブシステムについても同様に、内

部の物量センターとして廃棄物処理システム、排水処理システム、再資源化プロセスを設定する。

ここで、コストセグメントにコストを分割する考え方を説明する前に、都市のフードシステムを想定した場合の、コストセグメントの考え方について以下に触れる。

- ・製品のマテリアルコスト：最終製品に帰着するコスト。ただし、市外移出分については移出する時点での製品となる。
- ・包装のマテリアルコスト：包装材に帰着するコストであり、最終的にはすべて処理プロセスにいく。ただし、市外移出分は製品に帰着するため、処理コストは含めない。
- ・マテリアルロスのマテリアルコスト：食品廃棄物及びし尿に帰着するコスト。
- ・製品のシステムコスト：製品製造に関わるコスト(人件費、減価償却費等)。
- ・包装のシステムコスト：包装材製造に関わる



<システム境界の外部> Dl Dp Df

Mf 製品のマテリアル・コスト
 Mp' 製品に付随する包装のマテリアル・コスト
 Ml マテリアル・ロスのマテリアル・コスト
 Mp'' ロスに付随する包装のマテリアル・コスト
 Sf 製品に対するシステム・コスト
 Sp' 製品に付随する包装に対するシステム・コスト
 Sl マテリアル・ロスに対するシステム・コスト
 Sp'' ロスに付随する包装に対するシステム・コスト
 Dl マテリアル・ロスの処理コスト
 Dp 包装の処理コスト
 Df 製品の出荷(配送)コスト

図2 コスト・セグメントへのフロー指向のコスト分割

コスト(人件費、減価償却費等)。

・マテリアルロスのシステムコスト: マテリアルロスに相当する製品製造に関わるコスト (人件費、減価償却費等)。

・製品の配送コスト: 最終製品の配送コスト。本研究では存在しない。

・包装の廃棄コスト: 包装材の廃棄処理・再資源化コスト。

・マテリアルロスの廃棄コスト: 食品廃棄物及びび尿の廃棄処理・再資源化コスト。

包装材を別扱いとしているのは、将来的に様々な再資源化プロセスを試算できるようにするため、食品廃棄物と包装材は廃棄コストの部分に分ける必要があるからである。ここにサブシステムの計算結果が反映されることになる。

図2は、各物量センターに関連するコストを以上のコストセグメントに分割する考え方を図示したものである。

(4) マテリアルフローモデルとフローコストマトリクスの関係

フローコストマトリクス(表1)は、横軸にフローコストを構成するカテゴリー(マテリアルコスト、システムコスト、配送・処理コスト)、縦軸にマテリアルフローの種類を表した表形式の表現である。

表1 フローコストマトリクス

メインシステム(フードシステム)

$i \backslash j$	マテリアル	システム	輸送・廃棄	計
製品	X_{11}	X_{12}	X_{13}	ΣX_{1j}
包装	X_{21}	X_{22}	X_{23}	ΣX_{2j}
ロス	X_{31}	X_{32}	X_{33}	ΣX_{3j}
計	ΣX_{i1}	ΣX_{i2}	ΣX_{i3}	ΣX_{ij}

これは、都市のマテリアルフロー構造を凝縮したもので、コストのカテゴリー間の比較や、包装材やロスの占める割合といったことが一目でわかる。同じフォーマットで集計すれば、都市の経年比較や都市間比較にも有用である。

図1で示したフローと、フローコストマトリクスの関係を式で表すと以下ようになる:

$$X_{11} = Mf_4 + Mf_5 \quad (1)$$

$$X_{12} = Sf_1 + Sf_2 + Sf_3 + Sf_4 + Sf_5 \quad (2)$$

$$X_{13} = 0 \quad (3)$$

$$X_{21} = Mp_1 + Mp_2 + Mp_3 + Mp_4 + Mp_5 \quad (4)$$

$$X_{22} = Sp_1 + Sp_2 + Sp_3 + Sp_4 + Sp_5 \quad (5)$$

$$X_{23} = Dp_1 + Dp_2 + Dp_3 + Dp_4 + Dp_5 \quad (6)$$

$$X_{31} = Ml_1 + Ml_2 + Ml_3 + Ml_4 + Ml_5 \quad (7)$$

$$X_{32} = Sl_1 + Sl_2 + Sl_3 + Sl_4 + Sl_5 \quad (8)$$

$$X_{33} = Dl_1 + Dl_2 + Dl_3 + Dl_4 + Dl_5 \quad (9)$$

ここで、 M : マテリアルコスト、 S : システムコスト、 D : 配送・処理コスト、添字 f : 食料及びそれに付随するマテリアル、添字 p : 包装材、添字 l : マテリアルロス、添字 1~5: 図1中の物量センター。

メインシステムとサブシステムの関係であるが、前述したとおりサブシステムの計算結果がメインシステムの配送・処理コストに反映される。

(5.) 貨幣単位表と物量単位表(炭素)

企業を対象に開発されているマテリアルフローコスト会計は、貨幣単位で表現される。これは、資源消費の無駄を少なくしていくための内部管理を、コスト概念で集計していくことによる。これに対して、資源消費量やそれに起因する環境負荷を直接物量単位で集計・評価することも意義があると考えられる。つまり、資源消費効率を貨幣単位で論じるのではなく物量データで論じることができることや、

環境負荷発生がどこに起因するのかをやはり直接物量データで論じることができることである。本研究では、資源消費として食料、包装材、エネルギーを全て炭素で表現することにより、物量単位表の作成を行った。エネルギーに関してはライフサイクルエネルギーの考え方により、間接的消費についても扱った。

3. 都市版マテリアルフローコスト会計の試作：福岡市のケーススタディ

(1) 評価対象

都市版マテリアルフローコスト会計を作成するにあたり、評価対象を福岡市の1997年のデータとする。これは、筆者らの既往研究⁵⁾の分析結果を利用するためである。そこでは、物量センターごとの物量単位によるフローと、直接・間接のエネルギー投入量が明らかにされている。ただし、フローコストマトリクスのコストセグメントへの分割のためには、また情報が十分ではない。例えば、3つのカテゴリー（マテリアルコスト、システムコスト、配送・処理コスト）への分割、製品とマテリアルロス⁶⁾の物量センターごとの分割、さらにこれらのマトリクス化といった作業が生じる。また、包装材についても物量ごとの詳細な分析をする必要がある。貨幣単位の分析も行っていない。下記では、それらを中心に推計手法を説明し、結果の考察を行う。

(2) 物量単位表

フローコストのカテゴリーの考え方は、2章で述べたとおりであるが、マテリアルコストを直接原料とエネルギーに、配送・処理コストをさらに詳細に廃棄物処理（一廃と産廃）と排水処理に分類する。マテリアルフローの種類については、製品を消費場所の市内外の区別、ロスはその発生場所となる物量センター、包装材は種類別に分類する。

エネルギー投入量及びシステムコストの、製品とマテリアルロスへの分割については、各物量センターにおける製品に対する食品廃棄物の発生比⁴⁾・¹¹⁾（炭素換算）を算出し、これを用いて配分した。

畜産業については、飼料の投入に対して食品となった部分以外をロスと考えた。そのため、投入産出比を日本の畜産業の平均値である5.7を用いて推計した。農業、水産業、畜産業の排水及び廃棄物処理の扱いであるが、自家処理と業者委託の区別をここではせず、全てシステムコストとして扱った。

食品の輸送エネルギー¹⁾については、流通業と外食産業に投入される炭素換算の重量比で配分し、マ

テリアルコストに含めた。保存用エネルギー¹⁾については全て流通過程に含めた。廃棄物の輸送エネルギー¹²⁾は、廃棄物処理過程に含めた。なお、包装材の一般廃棄物処理の処理コストは資源化センター（分別センター）のエネルギー消費量のみとなっており、扱いに問題がある。

結果を表2に示す。また、データ付きマテリアルフローモデルとして、直接原料（食品由来）とエネルギーの2つに分けて作成した（図3、4）。

(3) 貨幣単位表

フローコストのカテゴリーの考え方は、物量単位表と同様であるが、マテリアルコストを原材料（食品）、原材料（その他）、輸送エネルギーに、システムコストを人件費、減価償却費、その他に、配送・処理コストを廃棄物処理（一廃と産廃）と排水処理に分類する。マテリアルフローの種類の分類方法については、物量単位表と同様である。

基本的な推計方法や仮定の置き方についても、物量単位表と同様であるが、価格は製造原価であることに注意を要する。一次産業（農業、水産業、畜産業）と食品製造業の食品製造原価を推計し、フードシステムに下流に行くに従って、原価からロス⁶⁾の部分が減少する代わりに、諸経費（その他原材料、輸送エネルギー、システムコスト）の部分が蓄積するよう計算した。

結果を表3に示す。また、データ付きマテリアルフローモデルとして、直接原料（食品）について作成した（図5）。

(4) 結果の考察

表2、3について、マテリアルフローの種類別、フローコストのカテゴリー別に見る。マテリアルフローの種類別に見ると、炭素換算で製品が64%、ロスが32%、包装材が4%という結果となった。貨幣換算では、製品が58%、ロスが37%、包装材が5%である。

一方、フローコストのカテゴリー別では、炭素換算でマテリアルコストが64%、システムコストが31%、輸送・廃棄コストが5%となった。貨幣単位ではそれぞれ51%、37%、8%という結果である。システムコストにおいて貨幣単位のシェアが炭素換算の場合より若干大きいのは、人件費が含まれるからである。「その他」の占める割合も大きいがデータの制約上その内訳を占めることは出来ない。

ここで通常定義される食品ロスとの違いを考察する。食品ロスは、可食部の廃棄と食べ残しを指すが、表

表2 福岡市のフードシステムに関わるフローコストマトリクス (物量表示、1997年)

福岡市の食生活のコスト (1997年、t-C/yr)	マテリアル・コスト				システム・コスト		輸送・廃棄コスト				計	
	食料		エネルギー		包装材	エネルギーその他	一般廃棄物処理		排水処理		計	割合
	576,227	137,933	438,294	—	—	—	輸送コスト	処理コスト	排水処理	産業廃棄物処理		
製品	加工品の市外へ	127,638	42,639	84,999	—	—	—	—	—	—	321,801	64%
	市外人口摂取	66,713	7,082	59,631	—	—	—	—	—	—	203,585	14%
	市内人口摂取	381,876	88,212	293,664	—	—	—	—	—	—	120,519	8%
	市内人口摂取	295,074	179,351	115,723	—	—	64,955	23,880	18,392	22,683	654,118	45%
	ロス	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ロス	市内農産業	6,879	3,466	3,413	—	—	2,809	—	—	—	9,688	1%
	市内畜産業	12,937	9,005	3,932	—	—	2,193	—	—	—	15,130	1%
	市内漁業	0	0	0	—	—	0	—	—	—	0	0%
	市内消費製造業	9,314	6,493	2,821	—	—	5,902	2,735	—	—	17,951	1%
	市内食品製品分	205,078	131,350	73,728	—	—	66,610	22,861	411	2,282	294,549	20%
	流通業	5,581	3,163	2,418	—	—	1,918	1,353	1208	253	8,852	1%
	外食産業	16,046	7,742	8,304	—	—	7,938	826	382	—	24,809	2%
	家庭	39,240	18,332	20,908	—	—	14,497	608	495	—	74,535	5%
	包装材	46,891	—	—	46,891	—	5,545	977	178	798	52,436	4%
	紙	26,541	—	—	26,541	—	4,361	151	123	—	30,902	2%
計	年額	20,351	—	—	20,351	—	203	174	30	32	20,554	1%
	日額	0	—	—	0	—	661	636	119	518	661	0%
	日額	0	—	—	0	—	319	16	15	304	319	0%
割合	918,192	317,484	553,817	46,891	453,743	70,500	24,857	695	24,162	18,392	1,442,435	100%
	64%	22%	38%	3%	31%	5%	2%	0%	2%	1%	2%	2%

表3 福岡市のフードシステムに関わるフローコストマトリクス (貨幣表示、1997年)

福岡市の食生活のコスト (1997年、百万円/yr)	マテリアル・コスト				エネルギーその他		システム・コスト				計	
	食料		エネルギーその他		包装材	エネルギーその他	一般廃棄物処理		排水処理		計	割合
	294,534	146,128	148,406	—	—	—	輸送コスト	処理コスト	排水処理	産業廃棄物処理		
製品	加工品の市外へ	72,619	45,172	27,447	—	—	285,814	134,685	44,057	107,072	580,348	58%
	市外人口摂取	17,661	7,502	10,159	—	—	61,661	28,224	8,958	24,479	106,833	11%
	市内人口摂取	204,255	93,454	110,801	—	—	28,083	15,768	2,828	9,668	35,565	4%
	市内人口摂取	216,657	174,353	42,304	—	—	198,089	90,693	32,471	72,925	289,543	29%
	ロス	—	—	—	—	—	80,089	17,611	23,025	39,434	385,593	37%
ロス	市内農産業	8,789	7,179	1,610	—	—	3,198	128	1,268	1,801	10,376	1%
	市内畜産業	5,545	4,529	1,016	—	—	2,017	81	800	1,136	6,547	1%
	市内漁業	0	0	0	—	—	0	0	0	0	0	0%
	市内消費製造業	6,861	6,285	576	—	—	1,321	415	42	864	8,742	1%
	市内食品製品分	150,105	125,387	24,719	—	—	49,822	34,76	17,795	28,550	179,840	18%
	流通業	4,575	3,351	1,224	—	—	2,855	1,564	238	4,632	8,066	1%
	外食産業	14,230	8,201	6,029	—	—	19,192	11,946	1,217	9,682	33,070	3%
	家庭	26,553	19,421	7,132	—	—	1,664	0	1,664	48,354	32,584	3%
	包装材	43,111	—	—	43,111	—	N.A.	N.A.	7,384	7,384	50,495	5%
	紙	7,208	—	—	7,208	—	N.A.	N.A.	2,406	2,406	9,614	1%
計	年額	25,005	—	—	25,005	—	N.A.	N.A.	2,760	2,760	27,764	3%
	日額	10,446	—	—	10,446	—	N.A.	N.A.	2,153	2,153	12,599	1%
	日額	482	—	—	482	—	N.A.	N.A.	65	65	518	0%
割合	511,191	320,481	190,710	43,111	365,883	152,296	67,081	146,506	76,251	26,421	996,436	100%
	51%	32%	19%	4%	37%	15%	7%	15%	8%	3%	5%	0%

—: 存在しない, N.A.: 存在するが、算出不能。

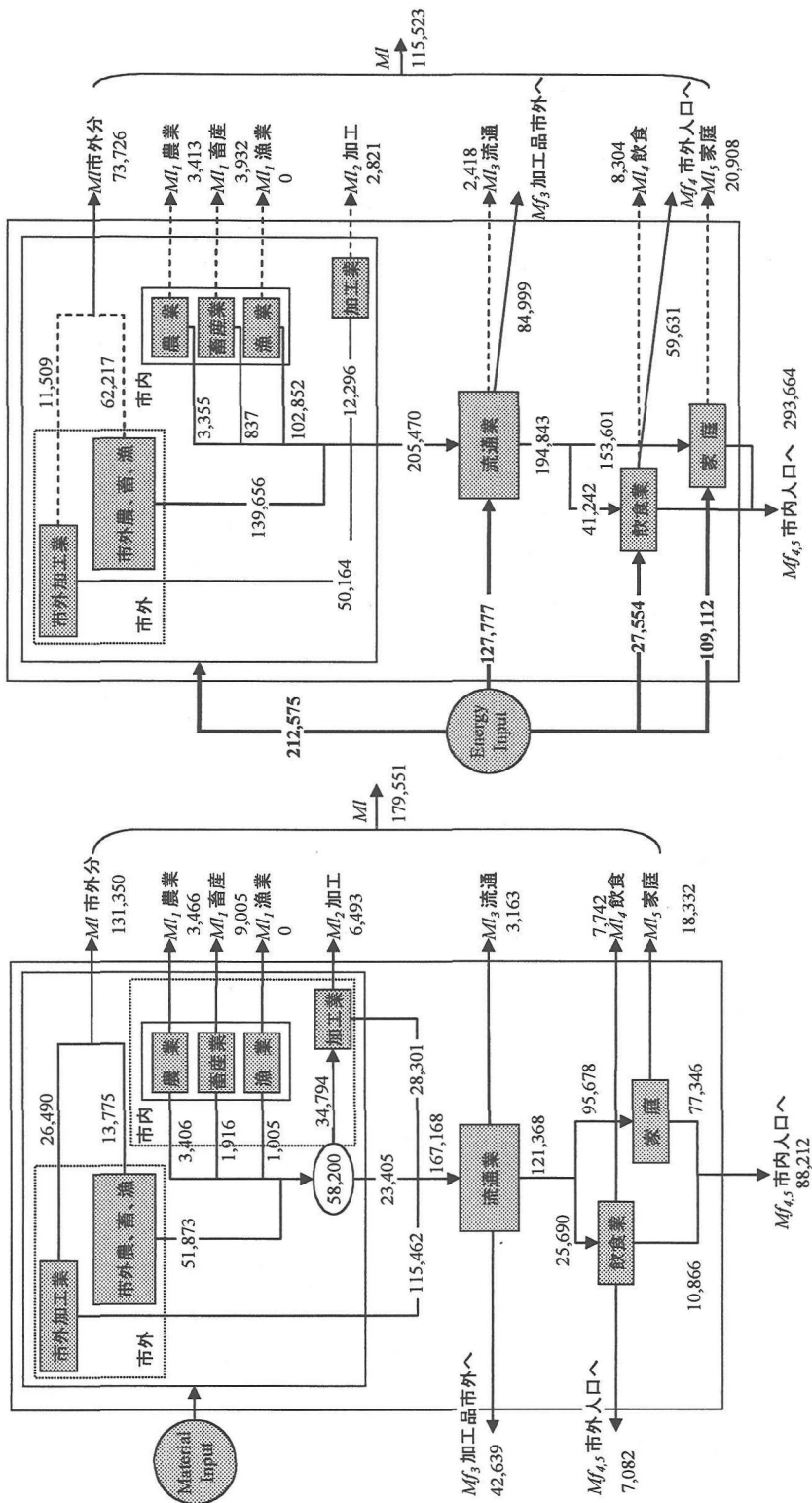


図3 福岡市のフードシステムに関わるデータ付きマテリアルフローモデル：
直接原料（食物由来）の部分のみ（物量表示 [t-C/yr]、1997年）

図4 福岡市のフードシステムに関わるデータ付きマテリアルフローモデル：
直接エネルギーの投入部分のみ（物量表示 [t-C/yr]、1997年）

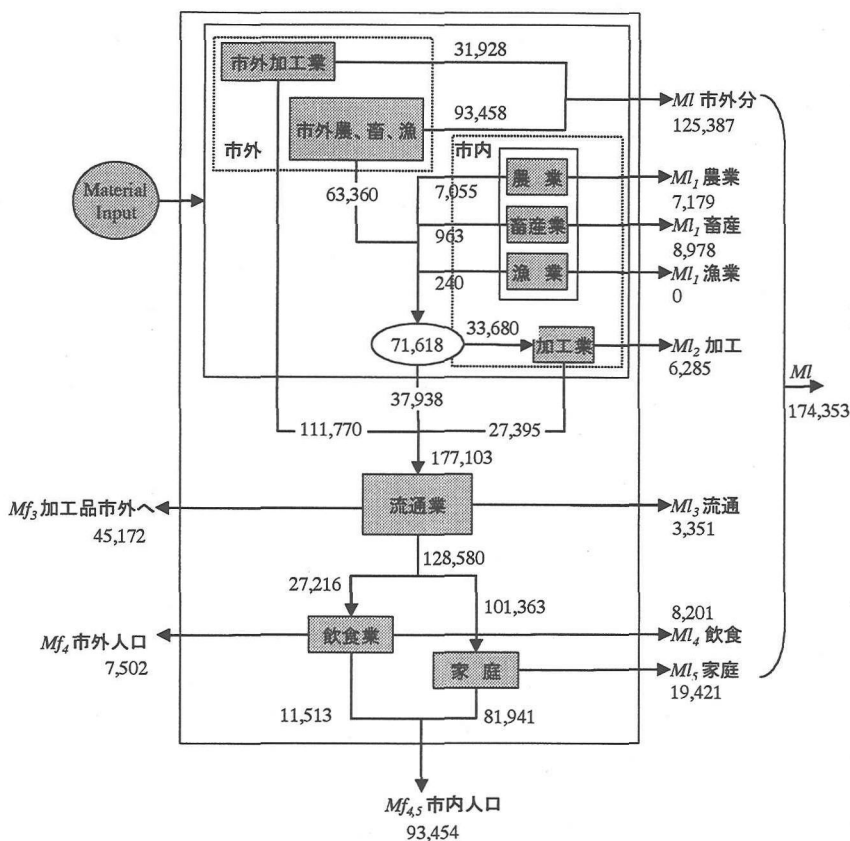


図5 福岡市のフードシステムに関わるデータ付きマテリアルフローモデル：
直接原料（食物由来）の部分のみ（貨幣表示 [100 万円 / yr], 1997 年）

2では、マテリアルコスト×ロス（流通業＋外食産業＋家庭）のセルに相当する。分母をマテリアルコスト×製品（市内人口摂取）と輸送・廃棄コスト（排水処理）×ロスとして食品ロス率を計算すると、約21.5%となる。本稿で扱うロスにはこれに加えて、食品ロスに付随するエネルギー消費と、食品ロスの処理のために排水・廃棄物処理プロセスで消費されるエネルギーを含み、より広義にとらえていることに特徴がある。

4. おわりに：今後の課題

本研究では、企業の内部管理関係の一種であるマテリアルフローコスト会計を、都市の有機資源循環構造の解析に用いるための手法提案を行い、それを実際の都市の現状評価に適用した。

これにより、都市のフードシステムの生産過程から廃棄・処理過程までの一連のマテリアルフロー、また

それに付随するエネルギーや包装材の投入構造の関係をシステムティックに捉えることのできるツールを得ることができた。これを、複数の都市や地域に適用することで、資源消費構造を詳細に比較することが可能となる。

今後の展開としては、実際の対策・施策のシナリオ分析に適用することである。例えば、フードシステムにおけるどのプロセス（物量センター）の食品廃棄物を減らすとどのくらい効果があるのか、家庭や流通業、外食産業の食品ロス削減はどのくらい資源利用効率を向上させるのかといった分析が考えられる。また、今回処理コストとして扱っている排水及び廃棄物処理プロセスについて、現在提案されている様々な対策・施策をサブシステムとして評価し、それをメインシステム（フードシステム）にフィードバックするような解析を実際に行うことで、その有効性と問題点を洗い出すことも課題である。

謝 辞

本研究は、財団法人すかいらくフードサイエンス研究所 平成13年度学術研究助成金の補助を受けて行った成果の一部である。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 松本 亨, 井村秀文: 戦後日本の食生活変化とエネルギー消費に関する研究, 環境科学会誌, Vol.13, No.4, pp.455-468, 2000
 - 2) H. Imura, T. Mizuno, and T. Matsumoto: Study on Environmental Loads of Foodstuff Production and Their Trade Implications for Japan, Journal of Global Environment Engineering, Vol.3, pp.77-97, 1997
 - 3) 環境省編: 循環型社会白書 平成13年版, p.101, 2001
 - 4) 農林水産省大臣官房情報統計部: みなさんたべもの無駄にいませんかー平成12年度 食品ロス統計調査結果よりー, http://www.toukei.maff.go.jp/c_up/pdf/c_up11.pdf
 - 5) 松本 亨・岩尾拓美・大迫洋子・井村秀文: 都市の有機物資源循環システムのための評価指標の構築, 環境システム研究論文集, vol.28, pp.21-32, 2000
 - 6) 國部克彦: 環境会計, 新世社, pp. 1-16, 1998
 - 7) 水口 剛: 「環境保全コストの会計」から「環境保全のための会計」へ, 高崎経済大学論集, 第43巻, 第4号, pp.1-74, 2001
 - 8) 中島道靖, 水口 剛, 國部克彦, 大西 靖 訳: フローコスト会計 実際のマテリアル・フローに基づいた会計アプローチによる環境関連コストと環境負荷の削減, 神戸大学大学院経営学研究科ディスカッションペーパー No.2001-2, pp.1-41, 2001 (原著: IMU)
 - 9) 宮崎修行: 統合的環境会計論, 創成社, pp.773-861, 2001
 - 10) Y. Furukawa: A Pilot Project of Flow Cost Accounting in Japan, EcoDesign 2001: 2nd International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, pp.99-101, 2001
 - 11) 生物系廃棄物リサイクル研究会: 生物系廃棄物のリサイクルの現状と課題ー循環型経済社会へのナビゲーターとしてー, pp.1-85, 1999
 - 12) 包装廃棄物のリサイクルに関する定量的分析研究会, 野村総合研究所: 包装廃棄物のリサイクルに関する定量的分析, pp.1-197, 1995
- その他、データに関しては、上記参考文献5)の巻末参照

Material Flow Cost Accounting for Evaluation of Urban Organic Resources Circulation

Toru MATSUMOTO, Jian ZUO and Takumi IWA0

A large amount of fossil fuel has been inputted into organic resource circulation system of city now. Moreover, about one fifth of supplied food is lost as food waste, and a large amount of fossil fuel has been consumed for treatment and disposal of the food waste. This study aims to develop a technique tool for political assessment of organic waste treatment and disposal, for this purpose, material flows from food production, consumption process to waste disposal process, currency cost, energy cost and packaging cost incidental to these processes in Fukuoka City are examined systematically. Method of material flow cost accounting originally developed for internal management of enterprise by German IMU (Management and Environmental Institute) and thinking of Life Cycle Assessment (LCA) are applied in this study. As a result, assessment frame for political assessment of organic waste disposal strategies was developed. Material flows in Fukuoka City's food system from production process to waste disposal process, attendant energy cost and packaging cost in each process were calculated.