

自治体の排水及び廃棄物処理事業の評価のための環境会計の検討 Environmental Accounting in the Evaluation of Municipal Wastewater and Solid Waste Management

岩尾 拓美¹ 三角直紀² 松本 亨³
Takumi Iwao Noaki Mizumi Toru Matsumoto

ABSTRACT; Recently, the number of municipalities which have introduced policy evaluation has tended to increase along with the rising concerns about municipal administration. To show the situation concerning the cost-effectiveness of administrative measures, tools are necessary for obtaining numerical values, both for disclosure to citizens and progress management. In such a situation, environmental accounting, which is a technique for assessing the costs and the effects related the environment, demands our attention. It is necessary to actively incorporate not only accounting profits but also social profits into the frame of accounting, in developing an environmental accounting of the public sector. In this research, to expand the scope of the costs assessed, environmental burdens and effects estimated in concrete physical units were actively included. Therefore, environmental accounting of a multi-layer structure was undertaken by means of concrete analytical methods. Moreover, regarding the value of capital such as civil infrastructure, a methodology was adapted which took into consideration their life cycle by depreciating over the number of years of use. In the application of this method to municipal wastewater and solid waste treatment systems, cost-benefit or cost-effectiveness analysis was undertaken using environmental accounting and LCA.

KEYWORDS; environmental accounting, wastewater management, solid waste management, LCA, cost-benefit analysis

1 はじめに:自治体の環境行政への環境会計適用の意義

近年、市民の行政に対する関心の高まりに伴い、多くの自治体で政策評価、事務事業評価を取り入れようとする動きがある。そこでは、行財政改革の潮流の中で、行政施策による費用対効果の関係（つまり、自治体の用いた税金がどれくらいの効果をもたらしたかという関係）を示すことが、住民に開示する手法として、また目標の進捗度管理のための数値化ツールとして想定されている。一方、行政による巨額の支出は、環境保全にとって極めて大きな意味を持つが、公共部門が行っている事務・事業の内容を環境保全の視点から評価するという仕組みは不十分である。

近年、環境に関わるコストと効果を計測する手法である環境会計が注目されている。しかし、環境会計はこれまで主に企業を対象として論じられてきているが、その概念や手法は自治体にも適用可能であると考えられる。ただし、公共部門としての役割を考えると、会計的利益のみの議論に留まったのでは十分といえず、社会的利益まで積極的に取り込む必要がある¹⁾。その際に、LCA（ライフサイクルアセスメント）の手法を応用することが可能である。

環境保全設備投資の評価手法としてTCA（トータルコストアセスメント）の考え方²⁾があるが、そこでは評価対象コストを拡張するだけでなく、期間基準も延長される。本研究でも資本（排水及び廃棄物処理関連施設）の評価に影響の想定される期間にわたって評価し、それを単年度あたりで表示することとする。また、対象コストを拡張するためには、物量単位で表示される環境負荷（効果）についても積極的に取り込む必要がある。これに関しては環境資源勘定における物的勘定表の考え方を応用し、多層構造の環境会計を想定する。本研究では、自治体の排水及び廃棄物処理事業を対象にこれを適用し、環境会計とLCAを応用することでその費用対便益あるいは費用対効果の分析を試みる。

2 多層構造のライフサイクル環境会計の考え方

環境省は、2000年、2001年に相次いで「環境会計システムの導入のためのガイドライン」³⁾「環境会計ガイドブックⅡ」⁴⁾を発表し、環境保全コストや環境保全対策による効果の把握についてガイドラインをまとめた。ここに盛り込まれている内容の多くは、行政の中でも水道事業のように既に企業会計（発生主義会計）を取り入れている部門への適用は比較的容易であるが、廃棄物処理事業や一般行政事務を対象とする場合、会計制度上の問題が大きい。さらに、社会的コストと便益まで評価対象を拡張するいわゆる社会的環境会計についてはまだ研究として著⁵⁾についたばかりと言える。

環境保全設備投資の評価手法としてEPAによるTCAの考え方については先に触れたが、建設業界で提案されている建設プロジェクトLC（ライフサイクル）環境会計⁶⁾も同様の性格を有している。一般に、環境会計は連結、コーポレイ

1 九州大学大学院 工学府都市環境システム工学専攻 Department of Urban and Environment Engineering, Graduate School of Engineering, Kyushu University

2 北九州市役所 City of Kitakyushu

3 北九州市立大学助教授 国際環境工学部環境空間デザイン学科 Department of Environment Space Design, Faculty of Environmental Engineering, The University of Kitakyushu

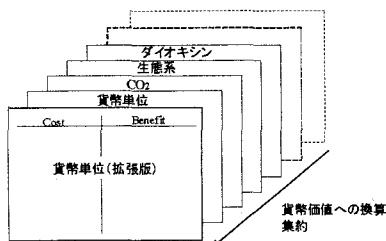


図1. 多層構造ライフサイクル環境会計の構造

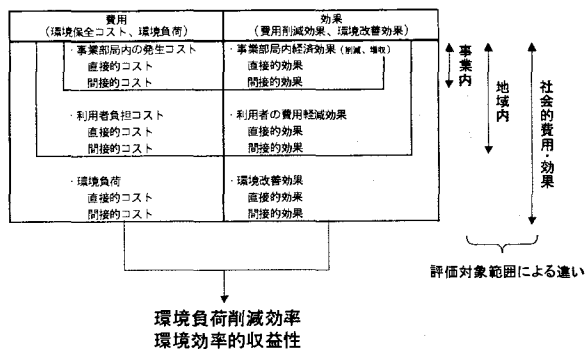


図2. 評価対象による環境会計の分類

ト、サイト、セグメントと、適用規模に応じた会計の集計範囲があるが、建設事業のように期間が長く、かつ多主体がからむ事業ではプロジェクトベースでの会計勘定が实际的であるとされる。排水及び廃棄物処理事業も施設の寿命が長いこと、運用の外部委託を含めて事業全体を押さえる必要があることから、建設プロジェクトと同様の考え方をする必要がある。本研究では、資本の評価に影響の想定される期間にわたって評価し、それを耐用年数で除することにより単年度あたりで表示する。また、外部委託部分についてもその内訳の詳細を分析することで、事業全体を網羅する。

さらに、対象コストを拡張するためには、物量単位で表示される環境負荷(効果)についても積極的に取り込む必要があるが、環境省のガイドラインを含めて通常、CO₂排出量などの削減効果のみが示される。ところが、排水及び廃棄物処理事業のように事業自体が環境保全を目的としている場合、削減効果のみでは十分といえず、事業全体にわたる環境負荷の排出量と事業による削減効果を示す必要がある。これに対しては、図1のような多層構造の環境会計を想定し、多項目の環境負荷を扱える形を提案する。ただし、今回は貨幣単位とCO₂排出量のみ評価する。

3 排水及び廃棄物処理事業の環境会計

3-1 評価対象による分類と評価範囲

図2は、自治体の環境政策に対して、評価対象範囲によって環境会計を分類したものである。評価の範囲によって、①事業内、②地域内、③社会的費用・効果分析と3つに分類している。通常環境会計は、第一段階として示している事業内に限定された評価である。しかし、地域全体における排水及び廃棄物処理を考えると、純粋に行政の内部のみで完結するものではない。廃棄物処理を例にとると、ごみ袋代やゴミ出しに付随する労働、有料化した自治体の場合はごみ処理手数料といったコストが絡む。排水処理では、処理料金の他、家庭の敷地内配管の接続コストや下水道の未普及地域における浄化槽設置等の自己負担分がある。ここで、施策によって行政サイドと各家庭の負担割合に変化が起る可能性があることを考慮すると、第二段階の地域内全体を視野に入れた環境会計は、各主体内のコストベネフィットの問題と、各主体間のコスト負担バランスの問題に対応可能といえる。さらに、第三段階のいわゆる社会的環境会計、社会的費用効果分析と呼ばれるフレームは、環境への影響等を含めて貨幣換算が困難な対象まで含めた評価とする。

本論では、福岡市の排水及び廃棄物処理事業を対象に、評価を行う。評価範囲は、3章の貨幣単位による評価は第一段階とする。それとともに、物量単位の評価としてCO₂排出量と削減量をライフサイクルで行う。

3-2 事業内評価

(1) 排水処理事業

福岡市の平成11年度排水処理事業の実績を対象とした。排水処理事業においては、管渠、汚水ポンプ場(市内15か所)、水処理センター(市内5か所)の施設を有しており、設備のためのコストとその果たす役割(ベネフィット)を直接的な貨幣単位とCO₂排出量の項目から評価する。

(i) 管渠

a) 貨幣単位

最初に単年度分の建設費(イニシャルコスト)についての計算を行う。文献に掲載されていた関数式⁶⁾を用い、福岡市の計画処理面積⁷⁾の現況データによって建設費の概算を行った。

$CPI = 17 \times A$ (CPI: 建設費(百万円)、A: 処理計画面積(ha))として求めた建設費に耐用年数を45年として除したものを単年における建設費(=6,000(百万円/yr))とした。

次に維持管理費(ランニングコスト)についてである。これは福岡市下水道局の平成11年度収支決算書⁸⁾における管渠費をそのまま用いた。平成11年度 管渠費1,907(百万円/yr)であった。

b) CO₂単位

1993年度の管渠における建設でのCO₂排出量は、5,447(t-C/yr)である⁹⁾ので、1993年度と1999年度の当年における管渠延長距離の比より、汚水ポンプ場の合計処理能力と雨水ポンプ場の合計処理能力を比によって按分したものとす

る。よって求められたポンプ場のイニシャルコスト109(百万円/yr)(全体)となった。

(ii) ポンプ場

a) 貨幣単位

ポンプ場について、汚水雨水ポンプ場を除いた市内15か所のポンプ場を対象とした。

ポンプ場は、新設後も不断に設備の補修や更新が行われている。そのため、イニシャルコストの計算方法については、各ポンプ場とも建設当初からの着工年度が93年度までの建設費文献⁹⁾から、それ以降の費用は新たに入手した⁸⁾ものを着工年度ごとに建設費をまとめ、処理能力で除して累積させたものを縦軸にとる。また年度ごとの建設費については、1999年度までは実績の建設費を用い、2000年度から、耐用年数とした45年の経過年数を過ぎるまでの将来予測については初期の能力あたり建設費から耐用年数の45年で割り、それを前年までの累積能力あたり建設費に加えていくものとする。また、ポンプ場で雨水用と汚水用両方あるポンプ場については、イニシャルコストを雨水ポンプと汚水ポンプの処理能力で按分し、それぞれのイニシャルコストとした。よって求められたポンプ場のイニシャルコストは、173(百万円/yr)(全体)となった。

次に、ランニングコストであるが、汚水・雨水合計のポンプ場のものがすでに分かっている⁹⁾ので、これを汚水ポンプ場の合計処理能力と雨水ポンプ場の合計処理能力を比によって按分したものとする。よって求められたポンプ場のランニングコストは、109(百万円/yr)(全体)となった。

b) CO₂単位

ポンプ場の1993年度CO₂排出量は、建設が393(T-C/yr)、運用が528(T-C/yr)である⁹⁾。1993年度と1999年度のポンプ場能力とで比をとり、推計した。建設によるCO₂排出量=395(t-C/yr)、運用によるCO₂排出量=531(t-C/yr)

(iii) 水処理センター

a) 貨幣価値

3-2(ii)のポンプ場の時と同様、新設後も不断に設備の補修や更新が行われている。イニシャルコストの計算方法については、各水処理センターとも建設当初からの着工年度が93年度までの建設費を文献⁹⁾から、それ以降の費用は新たに入手した⁸⁾ものを着工年度ごとに建設費をまとめ、処理能力で除して累積させたものを縦軸にとる。また年度ごとの建設費については、1999年度までは実績の建設費を用い、2000年度から、耐用年数とした45年の経過年数を過ぎるまでの将来予測については初期の能力あたり建設費から耐用年数の45年で割り、それを前年までの累積能力あたり建設費に加えていくものとする。

また、それぞれの処理能力で按分し、各水処理センターのイニシャルコストとした。よって、求められたポンプ場のイニシャルコストは、3,965(百万円/yr)(全体)となった。また、污泥処理施設のイニシャルコストは、西部水処理センターの工事契約件名より污泥処理施設分を抜き出し、同様の方法を取り、イニシャルコストを384(百万円/yr)とした。

次に、ランニングコストであるが、水処理センターのランニングコストは文献より⁹⁾、6,186(百万円/yr)(全体)とした。

b) CO₂単位

1993年度のCO₂の排出量は8,346(T-C)であり、処理場の能力の比が1.047程度となっており、これから建設によるCO₂排出量が求めた、8,737(t-C/yr)。

また、運用によるCO₂排出量の求め方は1993年度の各水処理センターの原単位(kg-C/m³)に1999年度の処理水量(m³)を乗ずることで、各水処理センターのCO₂排出量を求め、その和を水処理センター全体のCO₂排出量(=3,199(t-C/yr))とした。

(iv) 再生水処理事業

a) 貨幣単位

再生水処理事業のコストは224.94(円/m³)¹⁰⁾、1999年度の処理実績値である1,288,995(m³)¹¹⁾より、290(百万円/yr)とした。また、効果の方としては中水供給による売却益があり、467(百万円/yr)とした⁸⁾。

b) CO₂単位

再生水処理事業における建設コストは建設原単位は552(kcal/m³)¹²⁾、1999年度の処理実績値である1,288,995(m³)、公共事業の原単位0.83を用い¹³⁾、59(t-C/yr)と求められた。また運用コストに関しては、電力による排出量(177(t-C/yr))と薬品による排出CO₂量(14(t-C/yr))の和(191(t-C/yr))とした。

効果の方であるが、まず1日あたりの平均供給量は3,700(m³/day)であり⁷⁾、水道のm³あたりのCO₂排出原単位は0.141(kg-C/m³)なので¹⁰⁾、3,700(m³/day)×0.141(kg-C/m³)×365(day/year)=190(t-C/yr)

再生水用管渠建設によるCO₂排出量:単位水量あたりの管渠の建設エネルギーが549(kcal/m³)⁷⁾であるので、これを利用し、549(kcal/m³)×1,288,995(m³)/10,000,000×0.83(T-C/TOE/yr)×1,000=59(t-C/yr)となる。

(v) 下水道コンポスト事業

a) 貨幣単位

下水道コンポスト事業のコストは104,950(円/t)であるので¹⁰⁾、1999年度の処理実績値である1,921.5(t)をかけて¹¹⁾、104,950(円/t)/1.010×1,921.5(t)=202(百万円/yr)とした。

この事業によって得られる便益はコンポストの売却益である。これは、1999年度の売却実績より⁸⁾、2(百万円/yr)となる。

b) CO₂ 単位

対象人口当たりの年単位CO₂排出量原単位より1999年のCO₂排出量を求める。

イニシャルについては、工場をそのまま使っているので、1998年のイニシャル排出量を1999年のものとする事が出来る。よって、0.072(kg-C/年/人)×1,262,159(人)=91(t-C/年)

ランニングに関しては、1998年の排出量を汚泥処理量の伸び比率に比例させて推計する事とした。420,299(kg-C/年)/3,196.05(t)=686(t-C/年)

(vi) 便益

1) 貨幣単位

①中水供給による売却益

3-1-4で説明済みのため省略する。

②削減電力量

中部水処理センターにおいて、省資源・省エネルギー化の一環として汚泥処理過程で発生する消化ガスを利用して発電を行う「消化ガス発電施設(メタックス'84)」を設置し、維持管理費の低減化を図っている。削減電力量1,638,560(kWh)で⁷⁾、削減電力量によるベネフィットは13(百万円/yr)である⁷⁾。

③MAP顆粒の化学肥料利用

西部水処理センターで、汚泥処理過程で発生する脱水液等のリンを含んだ返流水にマグネシウムを添加し、MAP(リン酸マグネシウムアンモニウム)顆粒状にしてリンを系外に取り出す。この顆粒をトン当たり1,000円で30.6トン売却したので、MAP顆粒の化学肥料利用によるベネフィットは30,600(円/yr)となる。

④下水道普及による、し尿回収車による運搬業務の縮小

下水道整備の進捗に伴い、1995年度から1999年度の間、対前年比約10%づつ減少しており、下水道の普及に伴って今後とも減少が見込まれる。まず、1999年度のし尿収集対象人口は31,301人で、1,958(百万円/yr)のし尿処理費をかけている¹⁵⁾。この対象人口1人あたりの処理費は、1,958,078,000(円)/31,301(人)=62,556(円/人)となっており、2000年4月1日現在の福岡市の推計人口である1,329,116人¹⁶⁾をかけると、62,556(円/人)×1,329,116(人)=83,145(百万円/yr)の経済効果となる。

⑤コンポスト売却収益

3-1-5で説明済みなので省略する。

2) CO₂ 単位

①中水供給による上水供給削減

中水を供給することで、上水の供給を節約するため、上水3,700(m³/day)の生産を抑えられると仮定すると、水道の原単位が0.141(kg-C/m³)¹⁰⁾より、190(t-C/yr)が排出を削減されることとなる。

②メタックスの発電による電力節約

1999年度のメタックスでの発電における電力は1,638,560(kWh)にのぼる⁷⁾。この電力を発電するエネルギーが節約される。電力1MWhの原単位は123.553(kg-C)なので¹⁴⁾、1,638,560(kWh)/1,000×124(t-C/MWh)=202(t-C/yr)を排出削減された。

福岡市排水処理事業の費用対効果については表1にまとめた。

表1 環境会計：福岡市排水処理事業

平成11年度(1999年度)ベース			
環境保全コスト		環境保全効果	
費目	金額 (単位:百万円/yr)	費目	金額 (単位:百万円/yr)
1. 営業によるもの		1. 排水処理システム全体によるもの	
建設等イニシャルコスト	6,000	富栄養化の防止(水質保全)	
維持費等ランニングコスト	1,907	漁業保護による経済効果	
小計	7,906	中水供給による売却益	467
2. ポンプ場によるもの(汚水)		削減電力量(H10.4-H11.3)	14
建設等イニシャルコスト	173	MAP顆粒の化学肥料利用	0.03
維持費等ランニングコスト	109	伝染病の予防	
小計	283	水酸化による快適性確保	
3. 処理場によるもの		地価の上昇	
建設等イニシャルコスト	3,965	(下水道管渠による環境の改善)	
維持費等ランニングコスト	6,186	し尿回収車によるし尿処理費の削減	83,145
小計	10,151	雇用の確保	
4. 水質指導によるもの		コンポスト売却収益	2
水質指導費	9	小計	83,628
小計	9		
合計	18,349	合計	83,628

CO ₂		CO ₂	
費目	(単位:t-C/yr)	費目	(単位:t-C/yr)
1. 営業によるもの		1. 排水処理システム全体によるもの	
建設	3,327	中水供給による上水供給削減	190
運用	114	MAP顆粒の化学肥料利用	
小計	3,441	削減電力量(H10.4-H11.3)	202
2. ポンプ場によるもの(汚水)			
建設	395		
運用	531		
小計	926		
3. 処理場によるもの			
建設	8,737		
運用	3,199		
小計	11,936		
4. 水酸化促進によるもの		4. 水酸化促進によるもの	393
水酸化工事による排出量		し尿回収車による運搬業務の縮小	
小計	0	小計	0
合計	16,302	合計	393

(2)一般廃棄物処理事業

福岡市の平成11年度廃棄物処理事業の実績を対象とした。廃棄物処理事業においては、清掃工場(市内か所)、埋立場(市内2か所)、資源化センター(市内2か所)、緑のリサイクルセンター(市内1か所)の施設を有しており、設備のためのコストとその果たす役割(ベネフィット)を直接的な貨幣単位とCO₂排出量の項目から評価する。

資源化センターとは、不燃性ごみ・粗大ごみを可燃物、不燃物、有価物(鉄・アルミ)に破砕選別収集し、埋立量の

減量化と減容化並びに再資源化を図る施設である。

東部埋立跡地を利用した緑のリサイクルセンターでは、循環型社会の構築と緑豊かな都市の形成を目指して、公園などの剪定樹木をチップ化し、発酵、熟成させ、土壌改良材として街路樹の植栽など緑化事業に活用している。

(i) 清掃工場

a) 貨幣単位

清掃工場のトンあたりのコストは、16,351(円/ t)であり¹⁷⁾、1999年度の処理実績¹⁸⁾が673,287tより、清掃工場コストは11,009(百万円/ yr)とした。また、うち建設費は、現在稼働中の4工場の建設費の合計を耐用年数の25年で除した2,300(百万円/ yr)とした。

b) CO₂ 単位

イニシャルの原単位2.424(kg-C/ yr/ 人)、ランニングの原単位3.249(kg-C/ 年/ 人)¹⁴⁾であり、イニシャル: 2,765(t-C/ yr)、ランニング: 4,326(t-C/ yr)となった。また、焼却による排気のCO₂量は、1,833,308(t-C/ yr)であった。

(ii) 埋立場

a) 貨幣単位

埋立場コストは、埋立処理原単位20,702(円/ t)¹⁷⁾、1999年度の埋立実績値の163,772(t)¹⁸⁾より、3,390(百万円/ yr)となった。うち建設費は、36年間の廃棄物埋立実績値が約492億円(福岡市ヒアリング調査による)であるので、1,367(百万円/ yr)とした。

b) CO₂ 単位

埋立場のイニシャルの原単位0.002(kg-C/ 年/ 人)、ランニングの原単位0.101(kg-C/ 年/ 人)であり¹⁴⁾よりイニシャル: 3(t-C/ yr)、ランニング: 134(t-C/ yr)となった。

(iii) 資源化センター

a) 貨幣単位

資源化センターコストは処理コスト原単位16,114(円/ t)を用い¹⁷⁾、1999年度の埋立実績値の48,072(t)から¹⁸⁾、775(百万円/ yr)となった。うち建設費は、初期建設費の和を耐用年数の25年で割って、353(百万円/ yr)であった。

b) CO₂ 単位

イニシャルの原単位12(kg-C/ t)¹⁸⁾、処理量48,072(t)であり¹⁸⁾、この積を建設CO₂排出量(577(t-C/ yr))とした。また、ランニングの原単位13(kg-C/ t)¹⁴⁾、処理量48,072(t)¹⁸⁾より求めて、625(t-C/ yr)となった。

(iv) 緑のリサイクルセンター

a) 貨幣単位

建設費は、初期建設費約57億円から耐用年数の25年で割った額、22(百万円/ yr)とした(デフレータ1.017)。維持管理費120(百万円/ yr)は、1999年度の市の決算報告書の実績値を採用した。

b) CO₂ 単位

緑のリサイクルセンターについて、建設費が22,418,879で、土木工事の原単位を1.082(T-C/ 百万円/ yr)を用いて¹⁰⁾、耐用年数の25年で割った額とした。22,418,879/ 1,000,000*1.082(T-C/ 百万円/ yr)/ 1.029(デフレーター)*1000 = 24(t-C/ yr)

また、ランニングは3-2(2)(iii)のときと同様に、30(t-C/ yr)となった。

(v) 便益

a) 貨幣単位

①埋立場コスト削減

廃棄物に何らかの処理作業を加える事によって、埋立量の削減につながったものであるが、埋立場コストの単価20,702(円/ t)¹⁷⁾と、清掃工場による削減量576,361(t)、資源化センターによる削減量16,969(t)、緑のリサイクルセンターによる削減量4,396(t)¹⁸⁾をそれぞれかけて20,702(円/ t)× 576,361(t)=

表2 環境会計：福岡市廃棄物処理事業

平成11年度(1999年度)ベース		環境保全効果	
環境保全コスト		環境保全効果	
費目	金額 (単位: 百万円/ yr)	費目	金額 (単位: 百万円/ yr)
1. 清掃工場によるもの		1. 清掃工場によるもの	
清掃工場コスト	11,009	埋立場コスト削減	11,932
うち清掃工場建設費	2,300	発電電力による電力会社への売電額	489
うち発電電力による所内の節電効果	-1,595		
小計	11,009	小計	12,421
2. 埋立場によるもの		2. 埋立場によるもの	
埋立場コスト	3,390	埋立場の跡地利用による経済効果	
うち埋立場建設費	1,367		
小計	3,390	小計	0
3. 資源化センターによるもの		3. 資源化センターによるもの	
資源化センターコスト	775	埋立場建設費負担減	
うち資源化センター建設費	353	埋立場コスト削減	351
		資源化による売却額(鉄)	25
		資源化による売却額(アルミ)	38
小計	775	小計	414
4. 緑のリサイクルセンターによるもの		4. 緑のリサイクルセンターによるもの	
緑のリサイクルセンターコスト	142	資源化による土壌改良材購入節約分	29
うち緑のリサイクルセンター建設費	22	埋立場建設費負担減	
		埋立場コスト削減	91
小計	142	小計	120
5. 廃棄物収集・焼却灰輸送によるもの		5. 廃棄物収集・焼却灰輸送によるもの	
廃棄物収集コスト	9,456		
焼却灰輸送コスト	2,980		
小計	12,416	小計	0
合計	27,732	合計	12,956
CO ₂		CO ₂	
費目	単位: t-C/ yr	費目	単位: t-C/ yr
1. 清掃工場によるもの		1. 清掃工場によるもの	
建設	2,765	埋立場運用による排出量減	
運用	4,326	発電電力による電力会社の発電量削減	16,839
焼却による排出	1,833,308	小計	16,839
小計	1,840,399		
2. 埋立場によるもの		2. 埋立場によるもの	
建設	3		
運用	134		
小計	137	小計	0
3. 資源化センターによるもの		3. 資源化センターによるもの	
建設	577	循環生産エネルギー削減	6,157
運用	625	アルミ生産エネルギー削減	1,828
		埋立場運用による排出量減	
小計	1,202	小計	7,985
4. 緑のリサイクルセンターによるもの		4. 緑のリサイクルセンターによるもの	
建設	24	資源化による土壌改良材購入節約分	
運用	30	埋立場運用による排出量減	
小計	53	小計	0
5. 廃棄物収集によるもの		5. 廃棄物収集によるもの	
建設	154		
運用	502		
小計	656	小計	0
6. 焼却灰輸送によるもの		6. 焼却灰輸送によるもの	
建設	6		
運用	41		
小計	47	小計	0
合計	1,842,494	合計	24,824

11,931,825,422、20,702(円/t)×16,969(t)=351,292,238、20,702(円/t)×4,396(t)=91(百万円/yr)というように求めた。

②削減電力量

東部、西部、南部の計3工場にて廃棄物の焼却によって生じるエネルギーを利用した発電を行っているが、そのうち所内で消費する分と電力会社へ帰還している分の2通りある。所内消費分は電力量に電力購入単価17.74(円/kWh)¹⁹⁾をかけたもので、17.74(円/kWh)×80,012,700(kWh)=1,595(百万円/yr)となった。

③資源化による売却額(鉄・アルミ)

東西2か所の資源化センターにおいて、鉄は、25(百万円/yr)、アルミは38(百万円/yr)と計算された。

④緑のリサイクルセンターによる、土壌改良材の購入節約

緑のリサイクルセンターにおいて、剪定樹木から土壌改良材を製造している。土壌改良材のトン当たりの単価が6,667(円/t)(ヒアリングによる)で、処理量が4,396(t)¹⁹⁾より29(百万円/yr)とした。

b) CO₂単位

①発電電力による電力会社の発電量削減

清掃工場での発電によって、電力会社が発電不要になった分を推計した。発電のCO₂原単位は、0.123553(kg-C/kWh)¹⁹⁾であり、1999年度の所内消費量は80,012,700(kWh)と売電量56,280,580(kWh)との和136,293,280(kWh)をかけ、その積がCO₂削減量となるので、0.123553(kg-C/kWh)×136,293,280(kWh)=16,839(t-C/yr)と計算した。

②粗鋼生産エネルギー削減

資源化センターにおいて、鉄がリサイクルによって、その分、新たな粗鋼の生産が不要となったと仮定し、生産にかかわるエネルギーが節約されるとする。25,158,943(円)/1.021×13,034.7(kg-C/百万円)/1,000,000=327,939(t-C/yr)

③アルミ生産エネルギー削減

②と同様に、資源化センターにおいて、アルミがリサイクルによって、新たなアルミの生産が不要となったと仮定し、生産にかかわるエネルギーが節約されるとする。37,810,920(円)/1.021×1,643.4(kg-C/百万円)/1,000,000=62,138(t-C/yr)

福岡市廃棄物処理事業についての費用対効果については表2にまとめた。

3-3 社会的環境会計に向けた考察

3-2では、基本的に図2の第一段階のフレームにあたる評価を行った。それに対して、地域の水環境対策もしくは廃棄物対策のためには、地域全体で負担するコストとベネフィットを対象とする第二、第三段階のフレームが必要となる。評価対象範囲を家庭部門まで拡大させた会計については4章で触れる。ここでは、第三段階のために必要となる項目について考察する。

すでに、表1、2の中にもそのいくつかは項目として示しているが、公衆衛生、環境保全、住環境、地域の社会経済活動等への影響が考えられる。より具体的には表3に示すとおりである。

表3 社会的環境会計に向けた項目

	排水処理	廃棄物処理
公衆衛生	伝染病予防	伝染病予防
環境保全	公共水域の水質改善 その波及的影響	不法投棄による環境汚染の 防止 自家処理による大気汚染リ スク軽減 その波及的影響
住環境	快適性向上 周辺環境・景観への影響	快適性向上 周辺環境・景観への影響
地域社会	産業活動への影響 雇用への影響	産業活動への影響 雇用への影響
その他	雨水排除による洪水リスク軽減	

4 家庭用生ごみ処理機への補助金政策の評価

ここ数年、家庭系一般廃棄物の排出量はほぼ横ばいながらも、以前その排出量は多く、多くの自治体はその処理及び今後のごみ行政に危機感を抱いている。一方で循環型社会への実現に対する国民の関心は高くなりつつあり、家庭にコンポスト容器を設置する家庭も増えてきている。しかし、設置に庭が必要であったり、また不適切な処理による虫の発生したりすることから、その普及はなかなか思うように進んでいない。そのような中、微生物分解や温風乾燥によって家庭から出る生ごみを省スペースでかつ手軽に処理しようという「家庭用生ごみ処理機」が注目されている。生ごみ処理機の低価格化も進み、加えて生ごみ処理機への補助金制度を実施している自治体は平成7年度にはわずか50自治体だったものが平成10年度には670自治体(平成11年11月27日付朝日新聞より)に増大し、平成12年4月現在で1,563自治体(平成12年5月29日付電波新聞より)に達し、この数は全国自治体の約半数にものぼり、その普及にも弾みがついてきている。

このような補助金制度というのは、その効果が事業者にあたる福岡市だけでなく、家庭などにも影響が及ぶことから、家庭等を含めた福岡市全体で評価することが必要である。そこで、千葉県の四街道市の制度を参考²⁰⁾に福岡市が家庭に生ごみ処理機を導入した場合の福岡市(事業者)、家庭の環境会計を行う。ここでいう家庭生ごみ処理機は一般的な1日最大処理能力1.2～1.5kgの微生物分解処理タイプの4銘柄を考えた²¹⁾。

(1) 福岡市

a) 貨幣単位(図3)

①補助金:補助金制度に関しては、千葉県の四街道市のケースを参考にし²⁰⁾、一世帯あたり生ごみ処理機購入金額の2分の1、上限25,000円、更新期限は5年とした。この補助金制度を導入した初年度平均導入率は3.24%であっ

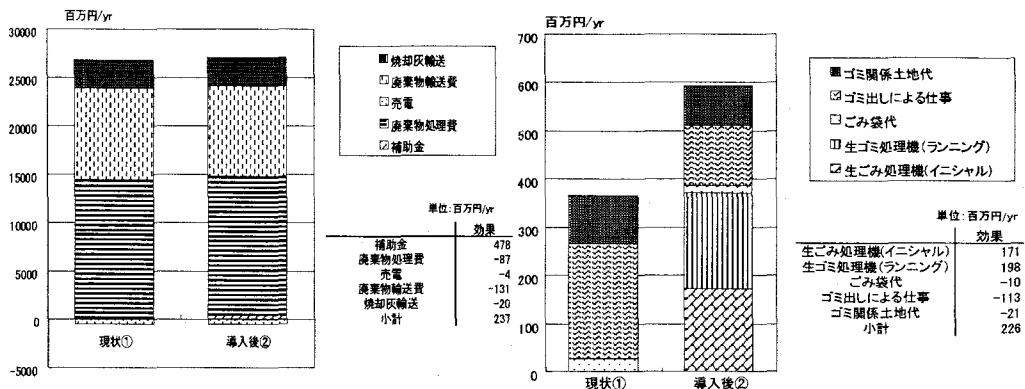


図3 生ゴミ処理機導入後のコスト評価 (左:福岡市、右:家庭)

た。生ゴミ処理機の単価が平均69,800円²⁰⁾であることから、購入の際、上限の25,000円が支給されると想定され、市の補助金負担分は+487.1(百万円/yr)であった。

②廃棄物処理費:生ゴミ処理機を導入された家庭より4,495(t/yr)削減されるため、廃棄物処理費は-86.9(百万円/yr)であった。

③焼却による売電効果:焼却処理は焼却量のみで決定されるわけではなく、低位発熱量との関連も捉える必要がある。生ゴミ処理機を導入したときの低位発熱量を以下の式で考える²²⁾。平成11年度の低位発熱量2,450(kcal/yr)、野菜の発熱減単位235(kcal/yr)として計算した。これにより、生ゴミ処理機導入後の低位発熱量は2,465(kcal/yr)となった。

$$\text{生ゴミ処理機導入後の 低位発熱量 (kcal/kg)} = \text{現在の低位発熱量 (kcal/kg)} \times \text{現在の総焼却量 (kg)} - \text{野菜類の発熱原単位 (kcal/kg)} \times \text{生ゴミ重量 (kg)} \\ \text{生ゴミ除去後の焼却量}$$

以上から、売電効果は+3.9(百万円/yr)であった。

b)CO₂単位(表4)

ここでは、表4で示すように、生ゴミ処理機導入後の各部門についての効果のみを示す。またこれは3章で示した表2と比較可能である。

①清掃工場:厨芥4,495(t/yr)が削減されることにより、-47.3(t-C/yr)であった。また、厨芥の焼却処理による排出は厨芥の炭素分(未燃分も考慮)とし、-513.5(t-C/yr)となった。

②埋立地:同様に、-0.9(t-C/yr)となった。

③廃棄物収集:同様に-9.1(t-C/yr)となった。

④焼却灰運搬:同様に、-0.3(t-C/yr)となった。

(2) 家庭(導入世帯:19,124世帯)

a)貨幣単位(図3)

①生ゴミ処理機:家庭の負担は生ゴミ処理購入時のイニシャルコストと電気代のランニングコストがある²⁰⁾。補助金更新期間が5年であるので、耐用年数を5年と設定すると、一世帯当たりのイニシャルコストは8,960(円/yr)、ランニングコストは3,808(円/yr)となった。全導入世帯での負担分は+244.2(百万円/yr)となった。

ここで②ゴミ出しによる仕事、③ごみ袋代、④ごみ関係土地代を求めるために、平成12年4月、福岡市の家庭500世帯(有効回答114世帯)を対象に無作為抽出によるアンケートを行った(表5)。

集計の結果、平均ごみ出し回数=1.91(回/週)、平均のごみ袋使用枚数=1.38(枚/回)、平均ごみ出し時間=3.71(分/回)であった。

②ゴミ出しによる仕事:福岡市の平均時給²⁰⁾を用い、ごみの質量が厨芥削減されたことによる効果を求めると-113.1(百万円/yr)となった。

③ごみ袋代:家庭系可燃性ごみの比重を0.3、厨芥の比重0.37を用い、生ゴミ処理機を導入したときの可燃性ごみ体積削減率を求めると38.4%となった。ここでごみ袋代を1枚10円として計算すると、ごみ袋代は生ゴミ処理機導入により1.0(百万円/yr)の削減される。

④ごみ関係土地代:回収頻度がおおよそ100(回/年)であることから、家庭内ストック面積は1,350(km²)である²⁰⁾。ゴミの体積が38.4%削減されると、相似の関係を用いると、ストック面積は元の72.4%でよいことになる。一世帯当たりの平均床面積²⁵⁾及び住宅費²⁰⁾より、423.3(百万円/yr)の削減効果である。

b)CO₂単位(表4)

表4 生ゴミ処理機導入後の効果

福岡市	単位:t-C/yr
清掃工場(運用+建設)	-47.3
焼却による排出	-513.5
埋立地(運用+建設)	-0.9
廃棄物輸送	-9.1
焼却灰輸送	-0.3
合計	-571.1

家庭	単位:t-C/yr
イニシャル	802
ランニング	1,133
合計	1,935

表5 アンケート概要

調査名	家庭のゴミ出しに関する実態調査
実施方法	郵送:福岡市500通(有効回答114通)
標本抽出方法	電話帳による無作為抽出
調査期間	平成12年3月下旬~4月上旬
調査内容	1.ゴミ出し回数について 2.ゴミ袋使用枚数について 3.ゴミ出し所要時間について

①生ごみ処理機:イニシャルに関しては生ごみ処理機の原価を平均価格の60%と仮定し、これに二酸化炭素排出単位²⁰⁾をかけ計算した。イニシャル:803(t-C/yr)。ランニングに関しては、電気代とチップ代から計算した。ランニング:1,132(t-C/yr)となった。

②ごみ袋:これはごみ処理の方でカウントされる。また厨芥に比べ無視できるものとして、今回は計上していない。

5 おわりに

主に企業を対象に普及が進んでいる環境会計に対して、自治体の排水及び廃棄物処理事業に適用するための枠組みの検討及びその試算を行った。具体的には、以下のような点を検討した。

- 1) 施設の寿命が長く、その建設・運用双方が関係する事業に対して環境会計を適用するために、評価範囲の時間的境界のライフサイクル全体への拡張を行った。
- 2) 評価指標として貨幣単位だけでなく、物量単位による環境負荷の発生及び削減を積極的に取り込むことで、環境保全を目的とした事業の環境効率性を明示する手法を検討した。
- 3) 自治体の事業内のみでの評価と、多主体を含む市全域の評価の両方の枠組みを示し、それを家庭用生ごみ処理機への補助金政策に対して適用した。

本研究で提案した評価方法の有効性として、次の点が挙げられる。

- 1) 自治体などの公共団体主体事業の透明性が確保され、自治体が納税者である市民の情報公開に対するニーズに応じる事ができる。
- 2) 直接的な貨幣単位による分析にとどめず、より広範な費用対便益(または効果)の分析を行う事ができ、収益性と共に環境負荷にも配慮した効果的な施策を実行できる。
- 3) 施設ごとの費用対効果分析を容易に確認する事ができる。これはいわゆるセグメント環境会計であり、公共部門が行ってきた事業への民間資金の導入可能性評価に応用できる。

本研究では、直接的な貨幣単位と物量ではCO₂排出量のみを扱った。これ以外にも、例えば最終処分によるリスク増大や、将来的な跡地利用なども評価対象としてありうる。これらのいわゆる「隠れているコスト(hidden cost)」や「負債コスト(liability cost)」を網羅的に検討・評価する必要がある。さらに、その次の課題として、多項目に及ぶ評価指標による情報の集約化がある。図1には、すべてを貨幣換算して比較する手法を概念的に示したが、それも含めてライフサイクル影響評価において指標を統合するプロセスが応用できると思われる。

謝 辞

データの提供に多大なご協力をいただいた、福岡市下水道局と環境局の方々に、記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 井村秀文・二渡 了:自治体における環境会計の導入とその意義地方財務, No546, pp1-14, 1999
- 2) 國部克彦:環境会計、新世社, pp.66-73, 1998
- 3) 環境庁:環境会計ガイドブック、218pp., 2000
- 4) 環境省:環境会計ガイドブックⅡ～経営管理の更なる活用に向けた内部機能の検討～、243pp., 2001
- 5) 渡守武 晃:建築分野での環境会計の応用と取組状況、IBEC, No.123, Vol.21-6, pp.28-33, 2001
- 6) 日本下水道協会:「町村下水道着手法マニュアル」
- 7) 福岡市下水道局:「福岡市の下水道(平成7～12年度版)」
- 8) 福岡市下水道局:「福岡市下水道事業決算報告書(平成6～11年度)」
- 9) 井村秀文・銭谷賢治・中嶋芳紀・森下兼年・池田秀昭:
「下水道システムのライフサイクルアセスメント:LCE及びLC-CO₂による評価」,土木学会論文集,NO552Ⅶ,pp,75-84,1996
- 10) 福岡市下水道局:「再生水利用下水道事業収支状況」
- 11) 福岡市下水道局管理部:「水処理センター管理年報(平成10、11年度版)」
- 12) 石川和也:「水循環を考慮する都市における水使用:LCEとコストによる評価」1998
- 13) 国土交通省:「建設総合統計・建設工事費デフレーター」
- 14) 松本亨・鮫島和範・井村秀文:
「ディスプレイ導入による家庭の生ゴミ処理・再資源化システムの評価」,環境システム研究,vol28,pp9-19,2000
- 15) 福岡市環境局:「事業概要(平成12年度版)」
- 16) 福岡市:「ふくおかの統計」
- 17) 福岡市循環型システム研究会:「ゴミの発生を回避しものを循環利用するまちづくり」
- 18) 松井康弘・田中勝・大迫政浩・斎藤聡・藤井崇:ごみ処理事業に関わる環境負荷積算のケーススタディ,第4回エコバランス国際会議講演集,pp.339-342, 2000
- 19) 通商産業省資源エネルギー庁:「電気事業便覧(平成11年度版)」
- 20) 公職研編集部編:

- 新ごみ・リサイクル施策集、地方自治研修臨時増刊号, No.60, Vol.32, 通巻435号, pp.34-35, 1999
- 21)国民生活センター:家庭用生ごみ処理機の商品テスト
- 22)岩淵省・松本亨・井村秀文:「水系管路輸送を用いた都市生活廃棄物及び排水の統合処理システムのLCA的評価」
環境システム研究, vol26, pp397-403, 1998
- 23)財団法人 労務行政研究所:「給与実態」
- 24)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, 197 pp., 1995
- 25)大都市統計評議会:「大都市統計比較年報」
- 26)総務庁統計局:「家計調査年報 平成11年」
- 27)国立環境研究所・京都大学:「産業連関表によるエネルギー・二酸化炭素排出原単位'95」