

## 〈研究発表〉

# 京都市の下水道事業における環境報告書と環境会計について

山田 哲司

京都市上下水道局下水道部施設課（〒601-8004 京都市南区東九条東山王町12, E-mail:tet.yamada@suido.city.kyoto.jp）

### 概要

本市では、環境報告書において、環境保全に資する取組のコストと効果を定量化する環境会計に取り組んでいる。平成18年度からは、環境会計をより分かりやすく説明し、費用対効果を分析するために、外部経済効果を算定した環境会計に取り組んでおり、その効果と今後の課題を述べる。

キーワード： 環境報告書、環境会計、下水道

## 1 はじめに

今日、水資源、天然資源の枯渇、生物多様性の喪失や地球温暖化問題等さまざまな地球環境問題が発生している。その中で上下水道事業は、水資源を預からせていただいている事業で、下水道事業の公共用水域の水質保全は、地球をめぐる水循環が良好に保たれていることで維持できるものと考えている。

本市では、全国に先駆けて2005年に4月に「京都市地球温暖化対策条例」を施行し、さらに、2009年1月には、「環境モデル都市」に選定され、低炭素社会の実現に向けた先駆的な地球温暖化対策の総合的かつ計画的な推進を図っている。多くの資源やエネルギーを消費し大きな環境負荷を有する上下水道事業においても、臭気等の公害対策はもちろん温室効果ガス排出抑制など「環境配慮」を一つの大きな経営視点としていくことが求められている。そのため環境配慮に関する様々な情報を市民の皆様に分かりやすくお伝えしていくことも今後ますます重要になってくると考えている。

本市では、平成14年度から下水道事業環境報告書と環境保全効果の金額換算に取り組んでおり、その効果と今後の課題について述べる。

## 2 京都市の下水道事業環境報告書の経緯

京都市下水道事業環境報告書は、市民に対する説明責任を果たすことを目的として、平成14年度決算版「下水道事業環境会計報告書」から取り組んでいる。下水道事業に環境会計を適用する場合、公共用水域の水質保全を目的とする下水道事業では、事業そのものが「環境保全に資する取組」といえるが、下水の高度処

理や汚泥の有効利用などの取組みを環境保全に資する取組としている。平成15年度版では、当初、維持管理費に限定していた環境保全コストに減価償却費を加え算定を行い、平成16年度決算版では、環境の視点から下水道事業を包括的に説明する「下水道事業環境報告書」とした。平成17年度決算版からは、外部経済効果算定結果を取込んだ環境会計を作成し、下水道事業に特化した環境会計としては、全国で初めて幅広い取組の環境保全効果の金額換算を実現している。そして、平成18年度決算版は、上下水一体の環境報告書を視野に、水道事業における環境保全の取組を紹介した。今年度作成する平成21年度決算版では、上下水一体の環境報告書の作成を目指している。下水道事業環境報告書は、上下水道局本庁舎のお客サービスコーナー、疏水記念館、エコロジーセンターで市民に配布し、HPや図書館で閲覧可能となっている。

## 3 環境保全効果の金額換算の手法

### 3.1 環境会計

環境会計とは、環境保全の取組みにかかった費用と、得られた効果を金額、あるいは物量で測定し費用対効果を評価するものである。環境保全の取組みの効果は、取組みによって得られた収益や削減できた費用である内部的効果と、環境汚染物質が低減したり、環境水準が向上したりする環境保全効果(外部効果)に分けられる。これまでの下水道事業環境会計では、環境保全効果は物量で測られており、金額では測定されなかった。これは、①環境保全効果を金額に換算するデータの信頼性が低いこと ②環境保全効果を金額に換算できる環境汚染物質・環境水準の種類が少ないことなどが主な原因である。

### 3.2 環境保全効果の金額換算の手法

環境保全に資する取組の環境保全効果を金額に換算して経済効果を測る手法には、主に二つある。第一に、ダメージコストを測定する手法がある。ダメージコストとは、環境保全に資する取組によって回避できた環境ダメージに、コスト原単位を乗じて算出する。ダメージコストは、共通のコスト原単位を使用することで、他の事例との比較が可能である。これまではダメージコストの原単位のデータがある環境汚染物質は限られていたが、「ライフサイクル環境影響評価手法 (LIME)」<sup>2)</sup>など、環境負荷に関するダメージコストのデータが整備されてきている。第二は、CVM (Contingent Valuation Method: 仮想市場評価法) などの環境経済評価手法を活用して測定する方法である。CVMは、アンケート調査によって環境保全効果の金額を直接たずねる手法であり、多様な環境保全効果をお金で測ることができる。

### 3.3 京都市下水道事業における環境保全効果(外部経済効果)の金額換算の手法

CVMは、調査方法が複雑であり、採用する調査方法によって結果が変わりやすく、他の事例との単純な比較が難しいという問題点があるため、本市の下水道事業環境会計では、第一の方法をとることとした。

環境保全効果の金額は、削減できた環境汚染物質の量に、コストの原単位を乗じて算出する。例えば、排ガス対策については、環境保全に資する取組を実施しなかった場合、処理前の排ガスがそのまま排出されるため、処理前と処理後の環境汚染物質の差を求めて算出する (Fig.1)。一方、電力消費量の抑制については、取組を実施しなかった場合、どれだけ電力が消費されるかは正確に求められないため、基準年度を設定して、当該年度の電力消費量との差を求め算出する (Fig.2)。なお、京都市では、基準年度を、新都市エコオフィスプランで挙げられている平成10年度としている。

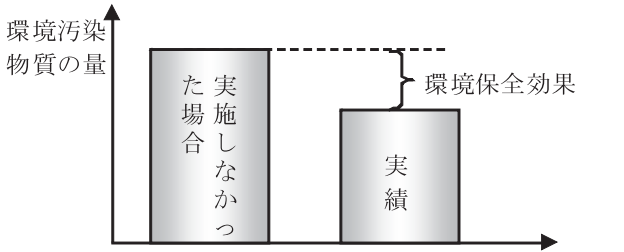


Fig.1 environmental preservation effect causing exhaust gas treatment

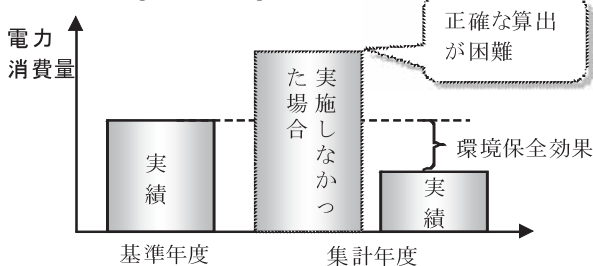


Fig.2 environmental preservation effect causing power saving

## 4 環境保全に資する取組ごとの金額換算

### 4.1 原単位の算出方法<sup>3)</sup>

LIMEでは、約1,000種類の環境汚染物質が、11種類の環境問題に及ぼす影響を基準物質の等価量(特性化係数)で評価する。次に、環境汚染物質が環境問題を通じて4つ(人間の健康・社会資産・生物多様性・一次生産)の保護対象に及ぼす被害量を被害係数として評価する。最後に、環境経済評価手法の一つであるコンジョイント分析によるアンケート調査に基づき、保護対象間の選好強度(重み付け)を評価し、被害の金額単位での価値を算定した上で、約1,000種類の環境汚染物質の被害係数を金額単位で統合化係数として評価する (Fig.3)。例えば、二酸化炭素排出量に対するダメージコストの原単位は、1,740円/t-CO<sub>2</sub>である。

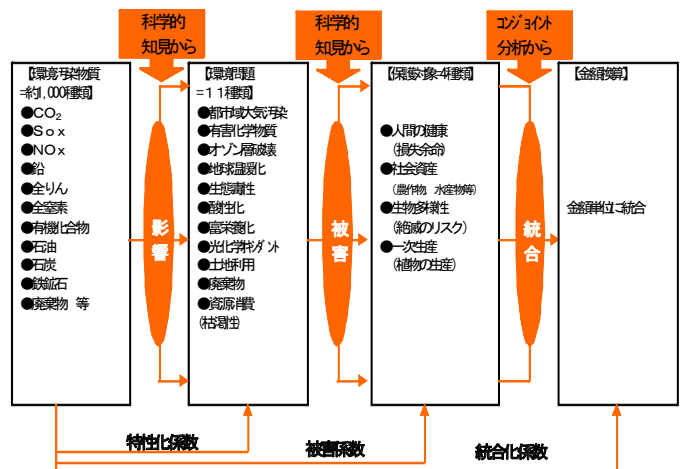


Fig.3 integrating factor method of calculating

### 4.2 高度処理

高度処理による環境保全効果は、処理前後の水質の差に処理水量を乗じた汚濁物質の除去量を用いて算出する。

本市では、各汚濁物質について放流水の水質基準である計画処理水質にまで汚濁物質を低減する取組を標準処理、基準である計画処理水質以上に汚濁物質を低減する取組を高度処理としている。このため、高度処理前後の水質の差は、計画処理水質と放流水質の差として求める。(Fig.4)

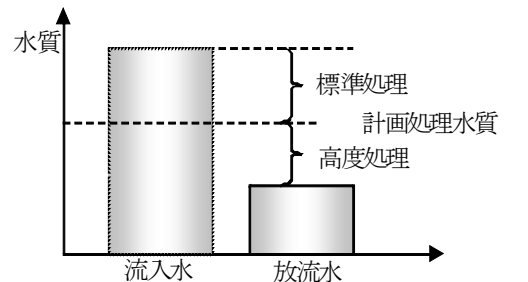


Fig.4 improvement of effluent quality causing advanced treatment

一方、高度処理施設を運用するため標準処理を上回る電力を消費している。その電力量を関西電力で発電した場合、二酸化炭素、窒素酸化物および硫黄酸化物が発生するためマイナスコストとして算出する。高度処理に伴う環境保全効果の金額は以下のとおりとなる (Table1)。

Table1 environmental preservation effect causing advanced wastewater treatment (単位:千円)

環境保全に資する取組		年度	平成17	平成18	平成19	平成20
高度処理	窒素除去による環境保全効果		161,934	179,905	176,851	194,758
	りん除去による環境保全効果		178,843	188,229	184,732	192,581
	追加電力消費にともなう環境保全効果		-5,182	-7,769	-7,769	-7,670
合計			335,595	360,365	353,814	379,669

### 4.3 電力削減など環境負荷の抑制

#### (1)電力量の削減

電力削減の環境保全効果は、基準年度である平成10年度からの低減量を求め、低減できた電力量を関西電力で発電した場合に発生する二酸化炭素、窒素酸化物および硫黄酸化物量を用いて算出する。

#### (2)焼却炉への都市ガス使用

都市ガス使用の環境保全効果は、相当する重油量を用いた場合に発生する二酸化炭素・窒素酸化物・硫黄酸化と都市ガスの使用から発生する二酸化炭素・窒素酸化物量の差を用いて算出する。なお、都市ガスの使用からは硫黄酸化物は発生しないとしている。

#### (3)汚泥の混焼

石田水環境保全センターでは、下水汚泥を隣接するごみ焼却場で混焼しており、環境保全効果は、自前で焼却する場合の重油量を使用した場合に発生する二酸化炭素、窒素酸化物および硫黄酸化物量を用いて算出する。

#### (4)太陽光等による発電

太陽熱・太陽光・小水力そしてコージェネレーションを利用した施設があり、これらによる環境保全効果は、これらの発電量等を買電で賄った場合に発生する二酸化炭素、窒素酸化物および硫黄酸化物量を用いて算出する。

電力削減等の環境負荷の抑制に伴う環境保全効果の金額は以下のとおりとなる (Table2)。

Table2 environmental preservation effect causing power saving (単位:千円)

環境保全に資する取組		年度	平成17	平成18	平成19	平成20
電力削減など環境負荷の抑制	電力量の削減による環境保全効果		11,007	11,506	13,928	15,946
	焼却炉に都市ガスの利用による環境保全効果		3,193	3,100	2,766	2,318
	汚泥の混焼による環境保全効果		142	137	126	254
	太陽熱・太陽光・小水力・コージェネ発電による環境保全効果		19	3,479	3,397	2,788
合計			14,361	18,222	20,217	21,306

### 4.4 資源の有効利用

#### (1)機械用水等に処理水を活用

処理水の活用による環境保全効果は、上水を利用した場合に、浄水工程で発生する二酸化炭素量を用いて算出する。

#### (2)焼却炉の廃熱利用

焼却炉の廃熱利用の環境保全効果は、重油を用いた場合に発生する二酸化炭素、窒素酸化物および硫黄酸化物量を用いて算出する。

#### (3)消化ガスの有効利用による環境保全効果

消化ガスの有効利用による環境保全効果は、消化ガスの使用量に相当する重油量を用いて消化タンクを加熱した場合に発生する二酸化炭素、窒素酸化物および硫黄酸化物量を用いて算出する。

#### (4)汚泥の熔融石材化

汚泥の熔融石材化による環境保全効果は、石材化した焼却灰量を埋立てなかったため環境保全効果としてプラス、石材化施設を運営するために投入するエネルギーの使用から発生する二酸化炭素、硫黄酸化物および窒素酸化物量をマイナスカウントし、これを足し合わせて算出する。

#### (5)清掃工場からの受電等

清掃工場では、ごみの焼却熱を利用して発電を行っている。石田水環境保全センターでは、購入電力量の削減のため清掃工場から受電をしており、受電した電力量を関西電力で発電した場合に発生する二酸化炭素、窒素酸化物および硫黄酸化物量を用いて環境保全効果を算出する。

資源の有効利用に伴う環境保全効果の金額は以下のとおりとなる (Table3)。

Table3 environmental preservation causing utilization of resources (単位:千円)

環境保全に資する取組		年度	平成17	平成18	平成19	平成20
資源の有効利用	処理水の活用による環境保全効果		4,163	3,698	3,535	3,455
	焼却炉の廃熱利用による環境保全効果		798	2,251	241	177
	消化ガスの利用による環境保全効果		4,329	6,261	6,700	6,106
	汚泥の石材化による環境保全効果		-3,234	-606	-383	-664
	清掃工場からの受電による環境保全効果		7,832	7,162	4,349	3,842
合計			13,888	18,766	14,442	12,916

Table4 environmental preservation effect causing exhaust gas treatment (単位:千円)

環境保全に資する取組		年度	平成17	平成18	平成19	平成20
処理過程における公害防止	焼却炉排ガス対策による環境保全効果		1,069,023	917,931	947,598	574,594

#### 4.5 焼却炉排ガス対策による環境保全効果

汚泥焼却炉排ガス対策の環境保全効果は、除去したばいじんや硫酸化物量を用いて算出する。

排ガス対策による環境保全効果の金額は上記のとおりとなる (Table4)。

#### 4.6 環境保全コストとその効果

平成20年度の環境保全効果は1,982百万円となり、コスト対収支効果は148百万円(黒字)となっている。LIME(ライム)を採用して環境保全効果を算定したことによって、トータルで費用対効果を示すことが出来るようになった。(Table5)

### 5 今後の課題

環境会計に取組んで8年になるが、今後の課題については以下のようにあげられる。

第一に、環境保全効果を金額換算できない場合の取扱いである。本市の下水道事業に特徴的なオゾン処理による下水中の色度成分の除去、また、下水道事業の主たる除去対象であるBODなどについてもLIMEは取り扱っておらず、LIMEのさらなる発展やCVM等による評価手法による開発が望まれる。

第二に、環境保全効果の測定方法の改善である。焼却炉排ガス対策の環境保全効果は、排ガス量及び排ガス除去装置前後の排ガス濃度に規定されるが、サンプリング頻度が少なくデータが不安定であり、一層の工夫を必要としている。一方、電力消費量の抑制については、基準年度との差から算出しているため、今後、高

Table5 environmental preservation cost and environmental preservation effect

区分	年度	環境保全コスト(百万円)	環境保全効果		
			経済効果(百万円)		
			内部経済効果	外部経済効果	計
高度処理	平成19	1,106	0	354	354
	平成20	1,140	0	380	380
電力削減など環境負荷の抑制	平成19	71	328	20	348
	平成20	84	393	21	414
資源の有効利用	平成19	197	411	15	426
	平成20	120	407	13	420
処理過程における公害防止	平成19	287	0	948	948
	平成20	248	0	575	575
事業場排水の規制	平成19	143	187	0	187
	平成20	149	187	0	187
その他環境保全の取組(注)	平成19	90	0	6	6
	平成20	92	0	5	5
合計	平成19	1,894	926	1,343	2,269
	平成20	1,834	988	994	1,982

注)その他環境保全の取組:水環境保全センターの緑地化  
参考:平成20年度京都市下水道処理量 323,265,510 m<sup>3</sup>/年

効率機器への代替が進んだ場合、基準年度を変更する必要がある。

第三に、環境への取組と環境保全効果を市民に分かりやすく公表していくことである。これまでの報告書様式は、ページ数が多い上、説明が専門的になり、より市民にPRするには平易に説明した概要版の開発が不可欠である。今後、機会をとらえて、アンケート調査を実施し市民の意見を求めるなど環境コミュニケーションの充実を図りたい。

第四に、環境会計の算出を単に市民に公表するだけでなく、下水道事業に組み込み、事業執行に反映させていく努力が必要である。これが可能になれば、単にライフサイクルコストだけに目がいきがちなアセットマネジメントも、環境保全効果を評価要素に組み込んだアセットマネジメントとすることも将来的に可能になるとではないかと考える<sup>3)</sup>。

#### 参考文献

- 1) 酒井喜代治, 平野義幸:環境会計における社会的経済効果算定事例:下水道研究発表会講演集,pp176-178,(2006)
- 2) 伊坪徳宏, 稲葉敦(編著):ライフサイクル環境影響評価手法,(社)産業環境管理協会,(2005)
- 3) 中西哲也,酒井喜代治,大野均:アセットマネジメントにおける温暖化対策事業の評価について,水道公論,第44巻,第3号,pp47-56(2008)