

〈特集〉

循環型社会構築のための廃棄物マネジメント施策選択への LCA 手法の適用

田 中 勝

鳥取環境大学 (〒689-1111 鳥取市若葉台北1-1-1 E-mail: ri53swme@kankyo-u.ac.jp)

概 要

環境面の3大危機を低炭素社会、循環型社会、自然共生社会で克服して、持続可能な社会を形成することが急務になっている。特に資源と環境を大切にす循環型社会の形成には廃棄物マネジメント分野の取り組みが鍵を握っている。廃棄物マネジメントの施策選定には廃棄物の収集から最終処分までのライフサイクルを環境面から評価するウェイト・ライフサイクルアセスメント(WLCA)手法により資源消費、環境負荷を定量的に評価し、その結果を参考にすることが有益である。そのために事例研究を重ね実効性を示す必要がある。

キーワード：持続可能社会、循環型社会、廃棄物マネジメント、LCA、WLCA

原稿受付 2009.1.2

EICA: 13(4) 29-32

1. は じ め に

1.1 持続可能社会と循環型社会

20世紀は大量生産、大量消費、大量廃棄の時代で、このままでは資源の枯渇を招き、地球の温暖化は進み、生態系は破壊され私たちが住んでいる地球の持続可能性が心配されている。また開発途上国の人口増と経済成長を背景に、さらに地球温暖化や資源の浪費、地球規模の生態系の劣化が進めば、食料問題や貧困問題もさらに深化する恐れがある。

中央環境審議会に設置された21世紀環境立国戦略部会では、今環境面で私たちが抱える3大危機を、温暖化の危機、資源浪費の危機、生態系の危機と捉えている。したがって持続可能な社会とは、循環型社会が形成され資源枯渇の問題が無く、低炭素社会や自然との共生社会が推進され地球温暖化や生態系が破壊されないで保全されている社会と説明してい

る(Fig.1)。そのような背景から廃棄物マネジメントでは資源と環境の制約に着目して循環型社会を作ろうと呼びかけてきた。

循環型社会とは、循環型社会形成推進基本法(循環型社会基本法)によれば「天然資源の消費を抑制し、環境への負荷ができる限り低減される社会」と説明されている。すなわち資源と環境を大切にす社会といえる。

1.2 循環型社会と廃棄物マネジメント

それではなぜ廃棄物マネジメントサイドで、循環型社会の構築を叫んでいるのか。私たちの生活、経済活動が物質資源やエネルギー資源を消費し、その結果ガス状、液状、固形状の廃棄物を排出している。すなわち廃棄物は資源消費のパロメーターであり、その扱いによって資源の消費量を抑制したり環境負荷を削減したり出来るので、循環型社会構築の要のところに位置しているからと言える。排ガスの処理、汚水の処理により、大気環境、水環境、土壌環境をきれいに保つことが出来る。その結果発生したダストや汚泥といった廃棄物のマネジメントにより環境負荷の低減が図られ、また廃棄物を循環資源ととらえ、3R(Reduce:発生・排出抑制, Reuse:再使用, Recycle:再生利用)を推進することが天然資源の消費を抑制することにつながり、循環型社会へのカギを廃棄物マネジメントが握っていることになる、というわけである。

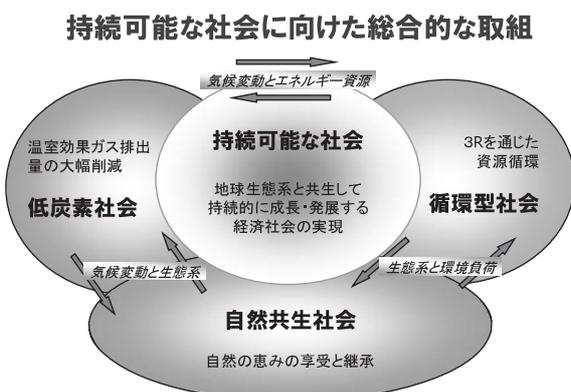


Fig.1 持続可能な社会への取り組み(21世紀環境立国戦略による)

## 2. 環境へのやさしさの見分けかた

商品やサービスの機能が同じなら、環境にやさしいものを消費者はしだいに選んで買うようになった。環境にやさしい商品かどうかは、その商品の製造に必要な資源の採掘、生産、流通、消費、廃棄の段階で資源の投入量が少なく、また大気環境や水環境に排出される汚染物や温室効果ガスなど健康や環境に望ましくない環境負荷が少ないかどうかによって評価される。それらを定量的に評価するライフサイクル・アセスメント (LCA) が注目されている。この考えを廃棄物マネジメントにも当てはめて考えてみる。

### 2.1 製品 (プロダクト) のライフサイクル・アセスメント

人の誕生から墓場までの人生をライフサイクル (Life Cycle) と呼び、それを評価することをアセスメント (Assessment) と呼ぶ。私達の生活を豊かにする商品について、その製品 (Product) の生い立ち、すなわち誕生から墓場までを評価して、本当に環境面で良い製品はどちらかを比べるようになった。典型的な比較は、紙オムツと布オムツの例である。簡単に使える便利な紙オムツも大量にごみが発生することから、大きな環境問題ではないかと思われた。

しかし PLCA (プロダクト・ライフサイクル・アセスメント: 製品の一生を環境面から評価) をしてみれば、意外と紙オムツは燃やしてエネルギーを活用すれば資源の浪費にならず、布オムツを繰り返し使うと洗濯と汚水処理に大量の水、電気を使うので、資源や環境面からはむしろ紙オムツより布オムツのほうが良いと言うレポートもある。

### 2.2 定期的な見直しが必要なごみ処理

店に並んでいるときは、欲しいと思われた製品も、消費後にごみとなれば、嫌われ、その後始末をするにも燃やしてはならない、埋め立てしてもダメだといろいろの注文がつく。物質回収によるリサイクルが声高に叫ばれている。

何処の自治体も何らかのごみ処理をしているが、これからは循環型社会構築のために、今までより資源の保全になるような処理方法や、汚染対策が徹底した処理方法など色々見直しが必要である。たとえば収集の仕方や処理方式の環境面や費用面からの見直しもある。現在、容器包装リサイクル法をはじめ循環型社会を目指した法整備がされてきた。

これらにより、自治体は資源ごみ回収のための分別方法の変更や、効率的収集のための各戸収集からステーション収集への効率的収集への変更や収集頻度の見直しなどさまざまな施策の見直しが必要になっ

てきた。住民にはごみ処理の施策や技術を選択した根拠や、選択した処理方式の効果を分析評価して公表説明し理解と協力を得る必要がある。

### 2.3 廃棄物 (ウェイト) のライフサイクル・アセスメント

現行のごみ処理に対して、色々な方策や技術による改善提案がなされるが、本当に改善につながるのかの評価が求められる。最終処分場の確保や焼却施設の整備がだんだん困難になり、生産者の引き取りや有料化などの経済的手段、資源ごみ選別施設や粗大ごみ破碎施設などのリサイクル施設の活用、広域処理等、自治体のごみ処理の施策や処理技術の選択が多様化してきている。

分別方法や収集頻度、処理方式、処理技術には、自治体ごとに違いがある。たとえば最終処分場の確保が不可能といった自治体では焼却灰をセメント原料にしたり、熔融スラグ化により埋立に依存しないごみ処理を目指している自治体がある。こうした色々な改善提案が本当に現状より良くなるのかを評価するために、廃棄物 (waste) の収集・運搬・処理・処分の一連の流れにおける資源・エネルギー消費、環境負荷を定量的に見積もり (WLCA: ウェイト・ライフサイクル・アセスメント)、また処理費用を解析して、資源効率性、環境効率性、経済効率性を定量的に比較することが重要である (Fig. 2)。

そのような定量的評価を簡単に行えるパソコン用ソフト (計画ツール) の開発が、日・米・欧で行われている。日本では私たちのグループが、米国の環境保護庁、ヨーロッパの開発グループと科学的根拠に基づいて施策の選択をすることを促進する為に、このようなツールの開発、その普及方策に付いて、意見交換を定期的に行って「戦略的廃棄物マネジメント支援ソフトウェア (SSWMSS JAPAN) を開発した (引用・参考文献 1)。

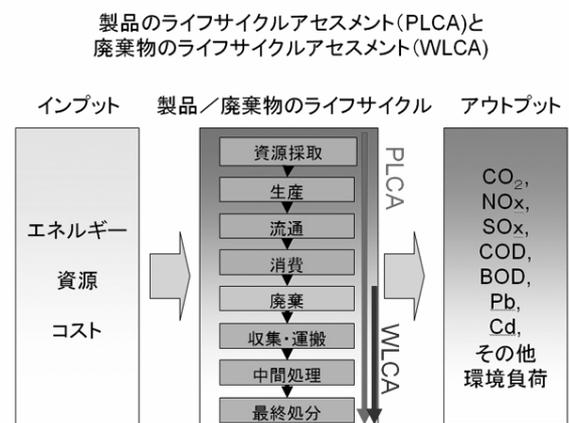


Fig. 2 製品ライフサイクルアセスメント (PLCA) と廃棄物のライフサイクルアセスメント (WLCA) の概念

### 3. 本当に環境にやさしいのは？

「Think Globally, Act Locally」は地球規模で物事を考え、実際は足もとで私たちが出来ることを実行しようと、訴えるキャッチフレーズとして使われている。

「ライフサイクル・アセスメント (LCA)」は地球規模の環境問題を考えながら、具体的にはどのようなことを実行したらよいかを教えてくれる。LCAは、製品の誕生から墓場までを長い目で、また地球規模の資源問題や環境問題を考慮して、具体的に選択可能な施策や技術の中から最も望ましい選択肢を選ぶのに役立つ。

#### 3.1 汚れたプラスチックのリサイクルは？

集められたプラスチックの処理としてはリサイクルが良いのか焼却がよいのかと良く聞かれる。ここでリサイクルと言われれば、それは資源の保全になっているリサイクルが前提になっているのではないかと。ところが収集・運搬、洗浄、破碎、加工、残渣の処分までのライフサイクルで評価すると、必ずしも資源の保全になるとは限らない物質回収型リサイクルもある。

特に汚れて排出されるプラスチックの物質回収型のリサイクルは、資源の保全につながるとは限らない。コストも施設の建設費だけでなく修理や維持管理費も含めて考えれば、長い期間ではどれほど費用がかかるのかと言ったライフサイクルでの評価が大事であるのは言うまでも無い。

#### 3.2 実行可能な選択肢なの？

いくら理想的な話でも、実際は大変お金がかかるのか、必要な施設が建設できないのであれば、実行可能ではない絵に書いた餅になる。自治体によっては、埋め立て処分場が無かったり、焼却施設が建設されなければ、埋め立てや焼却が出来ないわけで、汚れたプラスチックも分別回収して、リサイクルするしかないと言ったケースもある。

選択肢は実行可能な選択肢でなければならない。費用面とか住民の合意の点から物理的に処理施設が建設できないことがある。その場合は不合理と思われるでも他に選択肢が無いので、ノーチョイスである。

#### 3.3 環境にやさしい処理技術

どのような技術でも、良いと思って開発したのに、消費者がそれを高く評価しなければその商品は売れない。廃棄物処理技術についても同じことである。安く処理する技術から、環境にやさしい廃棄物処理技術が好まれる傾向になれば、そのような技術を開発しその評価すべき側面をアピールすべきである。

ユーザーの価値観に合わせて評価がされれば、他の技術より高く評価されることになる。そのような特徴を出せる技術を効率的に開発するのにLCAが威力を発揮する。

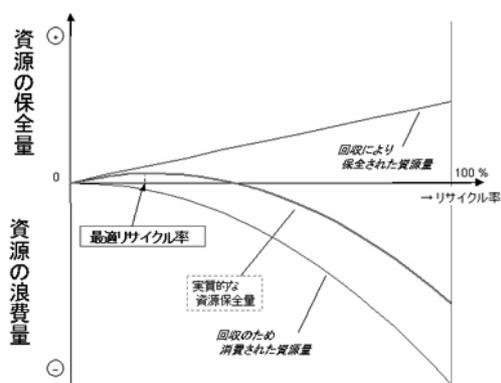
#### 3.4 ライフサイクルによる望ましい廃棄物マネジメント

選択肢の中で処理コストも、資源消費、環境負荷の結果も優等生であれば、その選択は問題は無い。しかし先進国の場合、解析上はコストで見ると方式1が、資源消費の面からは方式2、環境負荷では方式3が望ましいと言ったような結果が出る場合がある。コストを下げるために機械化すればその機械を使うのに電気や資源を使う。したがってコストが安くなっても資源を多く使う。また環境負荷を減らそうとすると、余計に電気や薬剤を使うのでコストや資源消費では不利になる。このようにある面では良くなるが、他の評価軸では悪くなると言った関係をトレードオフの関係と言う。

したがって、このようなトレードオフの関係の中で望ましい処理システムを選ぶためには、「リサイクル率」といった物差を、「もっともっと」から「ほどほど」の選択へと発想をシフトして丁度良い加減の「リサイクル率」を選ぶことが重要である (Fig. 3)。例えばごみの選別にしても、コストを下げるために「機械化」を推し進めるのも良いが、資源消費や環境負荷を配慮すれば「人手」による選別方式が有利になる。このように費用と環境をバランスよく考えた選択が求められる。開発途上国では、相対的に人件費が安いので、コスト削減のために人手による処理を、また環境面から見ても人手のほうが環境負荷も少なく、資源消費も少ないと言える。

### 4. どこまで許せる環境負荷

商品や技術の選択には費用だけではなく、環境面も



ほどほどのリサイクル率で最大の資源保全を！

Fig. 3 リサイクル率と資源保全の関係

大切にしようと言うことで、物質・エネルギー資源の消費や、環境の負荷を出来るだけ少なくする手立てとして、ライフサイクル・アセスメント(LCA)の考えは多くの人の共感を呼んでいる。しかしLCAの考えだけでは落とし穴もあり適用の限界もある。経済や環境面以外にも考えなければならないことはたくさんある。

#### 4.1 良し悪しの判断の物差し

物事の評価のものさしは、私たちが生まれ育ってきた環境や教育で出来ている。循環型社会を形成していこうという呼びかけに賛同するかどうかはその人の価値観によって左右される。ごみ処理方式の選択も住民に委ねれば、ごみ処理費用負担を最小にする選択肢もあれば、環境面を重要視する選択肢もある。自分たちが時間を提供して分別や集団回収に参加するなどの労力の提供を惜しむか否かは、時代とともにまた地域によっても違い、一人ひとりの価値観によっても違う。また事業主体である自治体の財政事情とか、処分場の確保の実状によっても自ずと選択に違いが出る。

多くの人は環境負荷は何か何でも少ないほうが良いと思っている。当然問題となるような重大な環境負荷は少ないほどが良い。それでは問題になるような環境負荷とはどのような汚染物質あるいはどの程度の排出量を言うのでしょうか？日本のような先進国では、色々な科学的情報を元に、あるいは専門家の意見も入れて安全性に問題が無いような環境の質を決めている。それが環境基準である。環境基準以下であれば安全で安心してよいという基準で、問題にならないと判断される基準である。その環境基準を守るために、施設から環境に排出される汚染物質の量については排出基準が決められている。その基準が守られていれば、環境汚染をする心配はないので環境負荷も排出基準以下であれば問題にはならない。基準を超えていなければ問題が無いとすれば、排出基準よりさらに減らす必要はなく、減らせば資源が余分にかかるし、コストも増えるのが一般的である。LCAでは排出基準は当然守られるが環境負荷は出来るだけ少なくすることを促進する狙いが有る。

#### 4.2 環境教育の効果は評価されていない？

私たちがごみの分別や集団回収に参加することによって環境問題を考え実践する環境教育の効果も見逃せない。その意味では、新聞や雑誌の回収をボランティアの集団回収で行うのが資源や環境、コスト負担も考えて一番良い。また燃やせないガラス瓶、金属カンの家庭での分別排出は資源回収に役立つ。しかし種類の多すぎる分別回収はむしろ多くの

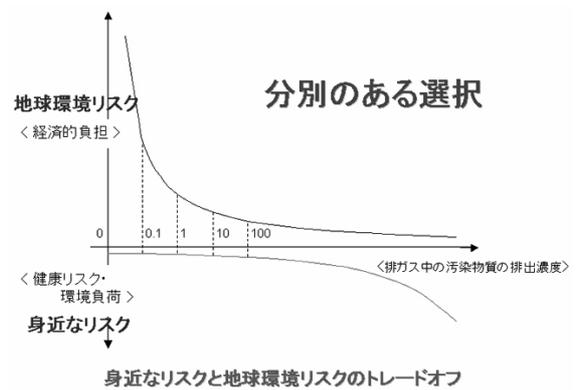


Fig. 4 身近な環境負荷と地球規模の環境負荷

燃料消費やコスト高を招く。分別（ふんべつ）のある分別（ぶんべつ）をして、収集・輸送コストの増大、全体の処理コストの増大につながる「リサイクル貧乏」と言われる状況は避けたいものだ。

#### 4.3 LCA 適用の限界と普及策

LCAでは埋め立て処分場に保管された廃棄物、あるいはその中に含まれる汚染物質が将来漏れる可能性、そのリスクを評価することは困難である。地球温室効果ガスなど地球レベルでの環境負荷とダイオキシンとか窒素酸化物、煤塵などの地域レベルでの環境負荷のトレードオフの関係もある (Fig. 4)。また廃棄物マネジメントの目的である公衆衛生レベルの向上、生活環境保全レベルの向上といった目的の達成程度、すなわち提供するサービスの質や量はどうかと考えたらよいのか。また処理システムの安定的な運用、それにまつわる安全性などは別途考慮しなければならない点である。

一方LCA的手法を普及させるためには、LCAツールを使って、その結果を施策、技術の選定に活用する事例を積み重ね、実効性が高いことを示すことが重要である。

なお本原稿は、私が日経エコロミーに連載した、「ごみ対策が地球を救う」のLCAに関連した部分を引用しました (引用・参考文献1及び3)。

#### 引用・参考文献

- 1) 田中 勝：戦略的廃棄物マネジメント——循環型社会への挑戦、岡山大学出版社 (2008)
- 2) 田中 勝：循環型社会評価手法の基礎知識、技報堂 (2007)
- 3) 「日経ネットエコロミー <http://eco.nikkei.co.jp/> に連載しているコラム田中勝著『ごみ対策が地球を救う』のうち、2007年6月1日、12月21日、2008年1月11日、25日にアップされたコラム。(2007, 2008)