

# 生活排水・廃棄物処理の計画段階におけるLCAの適用\*

## Applying LCA for Domestic Wwastewater and Solid Wastes Management Planning\*

霧巻峰夫\*\*・星山英一\*\*\*・中田泰輔\*\*\*\*

By Mineo TSURUMSKI\*\*・Eiichi HOSHIYAMA\*\*\*・Yasusuke NAKATA\*\*\*\*

### 1. はじめに

ライフサイクルアセスメント(LCA)は、本質的には、比較検討によって最良の代替案を選択するための手法であり、社会資本整備の計画段階においても積極的に活用されるべき手法であると言える。一方で、LCAの技術的な側面において最も基本的な要素の一つとして、インベントリ分析段階における環境負荷に係わる物質収支分析があるが、社会資本整備の計画段階において建設や運用における資材やエネルギーなどのインプットと製品(構造物、サービス等)や廃棄物等のアウトプットを分析するには、条件が詰められていない状況であり、厳格な意味では、LCAの適用は難しい段階と言える。

したがって、物質収支分析ができない社会資本整備の計画段階においては、他の事例等におけるライフサイクル環境負荷データを原単位等の基礎データとして比較検討を行う環境負荷評価が、LCA適用のあり方となる。

本報では生活排水処理、一般廃棄物処理の計画段階のケーススタディをとおして、この分野の計画段階におけるLCA適用について考察したものである。

### 2. 既存研究との関連

社会資本整備分野での計画段階への適用としては、交通システムにおける加藤らの研究<sup>1)</sup>、有機性廃棄物の循環システム構築への提案としての松本らの研究<sup>2)</sup>や、下水道への直投型ディスポーザー導入に関する影響評価に関する検討事例<sup>3)</sup>などや、我が国でのLCA研究の代表的成果であるLIME<sup>4)</sup>の地域開発への適用事例等<sup>5)</sup>がある。

\*キーワード: 廃棄物処理、生活排水処理、LCA

\*\*正員、博(工) 和歌山工業高等専門学校環境都市工学科  
(和歌山県御坊市名田町野島77、

TEL0738-29-8458、FAX0738-29-8469)

\*\*\*正員、工修、八千代エンジニアリング九州支店

(福岡市中央区荒戸2-1-5大濠公園ビル、

TEL092-751-1431、FAX092-725-0581)

\*\*\*\*正員、工修、八千代エンジニアリング環境計画部

(東京都新宿区西落合2-18-12、

TEL03-5906-0700、FAX03-59060111)

また、一般廃棄物処理の計画については、経済性、環境負荷両面での検討手法を提示した松藤らの研究<sup>6)</sup>がある。

本研究では、以上の成果を踏まえて、戦略的環境アセスメント(SEA)の国レベルでの制度化された場合における検討手法としてLCAが重要な手法の一つと考え、社会資本整備の計画段階での適用について、ケーススタディによって、その適用モデルを提示するものである。

### 3. 本検討での対象施設と計画フレーム

一般廃棄物を大きく区分すると固形廃棄物である「都市ごみ」と生活排水とその中間処理に起因する液状廃棄物である「し尿・汚泥」に分けられる。

一般廃棄物処理事業は、図-1に示すような流れによる事業段階により、施設整備に至る検討が行われる。

本研究では、一般廃棄物処理事業の計画段階のうち、施設の機能と規模を設定する以下の2段階でのLCA適用を想定している。

#### a) 一般廃棄物処理基本計画

当該計画は市町村における一般廃棄物処理事業の基本方針を策定した計画である。当該計画によって市町村における長期的施策や施設整備の方針が決定される。

#### b) 循環型社会形成推進地域計画

当該計画は概ね5年程度の見通しにたって一般廃棄物の再資源化等による物質収支の適正化と経済性について

《行政計画体系》

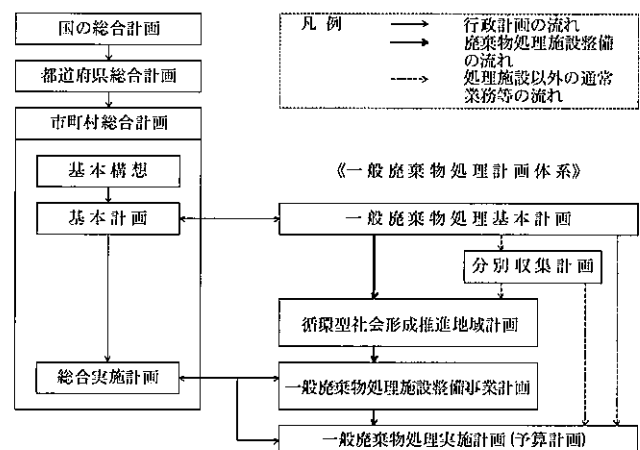
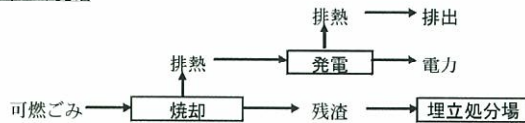


図-1 一般廃棄物処理事業の計画の流れ<sup>7)</sup>

### 1) 焼却処理



### 2) ごみ発電



### 3) ごみ発電+厨芥メタン発酵

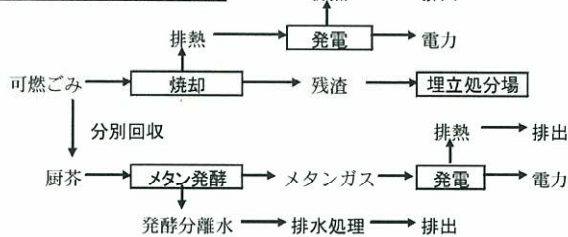


図-2 可燃ごみ処理・再資源化の検討対象フロー

総合的に比較検討を行った計画であり、各種施策や施設整備の方向性の妥当性を検証するものである。

なお、現状において環境影響評価（法令等によるもの及び生活環境影響調査）が実施されているのは、上記の2段階を経た後の、一般廃棄物処理施設整備事業計画の段階である。

## 4. 固形廃棄物の処理及び循環利用のケーススタディ

### （1）検討対の概要

このケーススタディでは、都市ごみのうち、可燃ごみを対象とする。比較検討内容としては、可燃ごみ処理において、次の循環利用による環境負荷量の削減可能性の検討を行う。

- ・ごみ焼却発電
- ・ごみ焼却発電+メタン発酵（発電利用）

比較検討案における可燃ごみのフローは図-2のようになる。ケーススタディの対象としては和歌山県御坊市として、図-3に位置を、人口・ごみ処理量等のデータを表-1に示す。

### （2）検討条件

環境負荷量の計算に用いた表-2にまとめるが、その設

表-2 環境負荷量算定に用いた主な計算条件及び原単位

| 項目              | 単位           | 数値                                 | 備考                                          |
|-----------------|--------------|------------------------------------|---------------------------------------------|
| ごみ量             | t/年          | 7,722                              | 出典 9)                                       |
|                 |              | 2,121                              | 出典 9)                                       |
| 施設のライフサイクル環境負荷量 | ごみ焼却施設       | kg-CO <sub>2</sub> /t              | 145.9 既存施設の建設及び稼働データ <sup>9)</sup> から設定した。  |
|                 | メタン発酵施設      | kg-CO <sub>2</sub> /t              | 50.4 出典 10)                                 |
|                 | メタン発酵分離水処理施設 | kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> | 72.8 既存のし尿処理施設の稼働データ <sup>12)</sup> から設定した。 |
| 発電回収            | ごみ発電（現状）     | %                                  | 12 出典 7)                                    |
|                 | ごみ発電（厨芥排除）   | %                                  | 13 出典 7)                                    |
|                 | 消化ガス発電       | %                                  | 25 出典 11)                                   |

表-1 検討対象地区のごみ処理の概要

出典：8), 9)

| 項目     | 単位              | 数値     | 備考    |
|--------|-----------------|--------|-------|
| 人口     | 人               | 70,533 |       |
| 面積     | km <sup>2</sup> | 579    |       |
| 一般廃棄物量 | t/年             | 25,606 | 出典 9) |
| うち可燃物量 |                 | 19,141 |       |
| うち資源ごみ |                 | 1,539  |       |

定根拠とその他の条件としては、以下のとおりである。

- ・焼却施設は、既存の施設のインベントリ分析が、改善後も適用できるとした。既存施設のインベントリ分析は、他の文献にまとめた<sup>12)</sup>。
- ・現在の施設規模では、



図-3 和歌山県及び御坊市

- ・ごみ発電は効率が悪いとされる規模（60t/日）であるが、発電による回収エネルギーに関してはポテンシャル量として計算する。

- ・メタン発酵施設についても、最新技術を適用した施設が問題なく稼働すると仮定する。

### （3）検討結果

検討結果は、図-4に示すとおりである。

この結果では、ごみ発電については導入の効果が大きい、メタン発酵については、CO<sub>2</sub>排出量の面では大きな改善が望めないことが示されている。

この結果については、ごみ発電やメタン発酵を行うための事業費や住民の利便性など総合的に比較する場合の有力な判断材料として位置づけられる。

## 5. 生活排水処理のケーススタディ

### （1）検討の概要

生活排水処理は、生活排水のうちし尿及び雑排水の処理を前提として、し尿収集+処理及び単独浄化槽によるし尿のみの処理からの転換を図るものである。完成型と

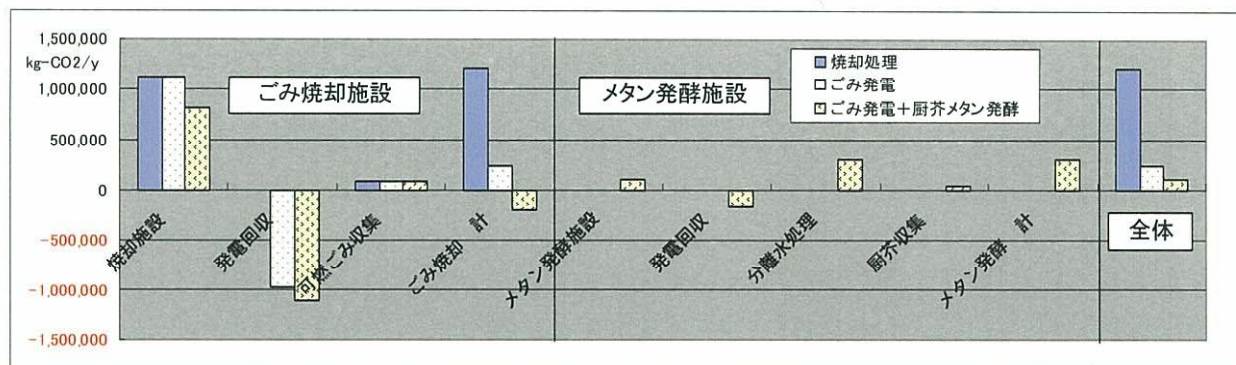


図-6 可燃ごみ処理・再資源化に関する検討対象都市での比較検討結果

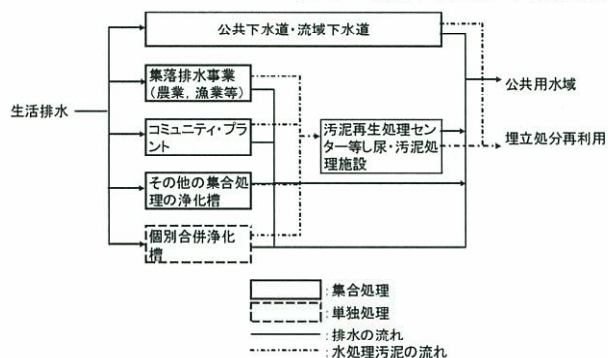


図-7 完成型として選択可能な生活排水処理のフロー

しては図-7に示すフローによって処理が行われる。

この検討では、し尿収集+処理からの転換として、集合処理（公共下水道または農業集落排水）と個別浄化槽についての比較を行う。

## (2) 検討の条件

検討対象とした地区は、御坊市内のU地区のデータをもとにしたが、実状に合わせて計画諸元を変更した。設定した地区の概要は以下のとおりである。

- ・人口：1,320人
- ・世帯数：440世帯

- ・家屋間平均管路長：23.0m

- ・ポンプ設備基数：27箇所

比較検討としては、生活排水処理における完成型として選択可能な方式として図-7のフローと、旧来のし尿処理のみ行う方式として以下の3ケースとした。

ケース1) し尿収集+処理（汚泥再生処理センター）

ケース2) 集合処理（公共下水道、または、農業集排）

ケース3) 個別浄化槽

なお、ケース2,3の場合でも、発生した汚泥は汚泥再生処理センターに搬入して処理を行うこととする。

また、検討に用いた原単位は、主に対象地域での既存諸施設でのインベントリ分析結果<sup>12)</sup>とこれまでのインベントリ実績<sup>13), 14)</sup>より表-3のように設定した。

また、生活排水処理については、環境省<sup>15)</sup>に事業費比較ソフトが公開<sup>16)</sup>されており、その結果も参考として掲載する。

## (3) 検討結果

検討の結果では、集合処理と個別浄化槽の比較では、環境負荷量では、やや浄化槽が少ないようであるが、検討の誤差を考慮すると同程度とした方がよいと考えられ

表-3 生活排水処理構想段階の検討用に整理したインベントリ用二次原単位等

| 施設区分         | 原単位の種類                   | 算定の方法                                                                                                                                                 | 原単位数値                                    |               | 出典                       |
|--------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------|--------------------------|
|              |                          |                                                                                                                                                       | CO <sub>2</sub><br>(kg-CO <sub>2</sub> ) | エネルギー<br>(MJ) |                          |
| 管渠           | 建設管渠延長当たり (m)            | 開削工法：ヒューム管、φ200、土被り 2.0m、積算基準により一次原単位から組み立てた。                                                                                                         | 126.4                                    | 1,913         | 15)                      |
| ポンプ施設        | カ所当り・年当たり                | 電力消費量：御坊市内にある 51 カ所のポンプ場の実績から揚水量の想定によって 2,500~6,700 k Wh/カ所・年の間で設定した。<br>建設・電力以外の維持管理、廃棄：インベントリ分析の結果から電力消費の負荷量に対する比率として設定                             | -                                        | -             | 9)<br>13), 14)           |
| 集合処理施設 (水処理) | 処理量当たり (m <sup>3</sup> ) | 電力消費量：インベントリ事例と御坊市内の 3 カ所の処理施設を用いて処理量-電力消費量の関数を作成した。<br>(年間電力消費量) = 8.7 × (年間処理量) <sup>0.30</sup><br>建設・電力以外の維持管理、廃棄：インベントリ分析の結果から電力消費の負荷量に対する比率として設定 | -                                        | -             | 9), 13), 14)<br>13), 14) |
| 浄化槽          | 1基・年当り                   | 5~10 人槽でのインベントリ分析事例。左記のデータは 7 人槽、10 人槽は 40% 割り増し程度の数値                                                                                                 | 646                                      | 10,554        | 16)                      |
| し尿・汚泥処理施設    | 処理量当たり (m <sup>3</sup> ) | 標準脱窒素処理方式でのインベントリ分析事例での中間値                                                                                                                            | 66                                       | 975           | 17)                      |

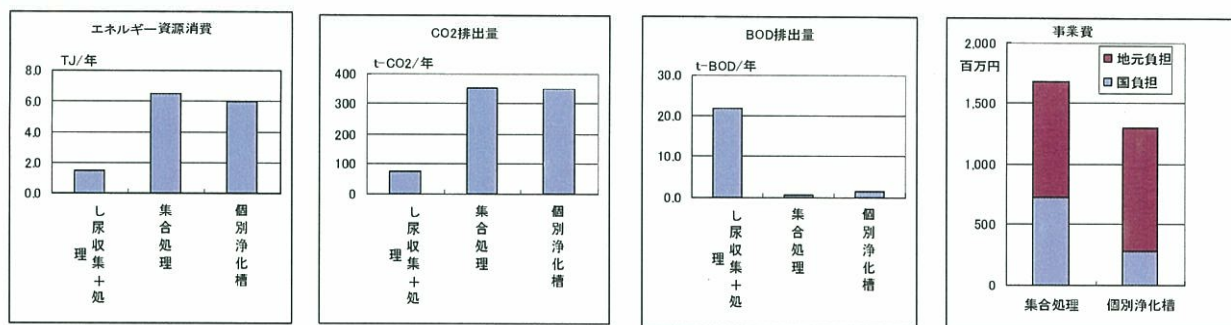


図-8 生活排水処理方式の比較検討結果

る。事業費全体は個別浄化槽が少ないが、国庫補助を考慮すると地元負担は同程度か、やや集合処理が有利となる。

家屋間平均管路距離23mという数値は、一般には集合処理有利の範囲であるが、ポンプ施設の個数が多くなっているためと考えられる。

なお、し尿収集+処理に対しては水質汚濁負荷以外の環境負荷量は増加することになる。このような環境問題の代替性についても今後議論が必要となる。

## 6. おわりに

本報での内容については、以下のように総括される。

- ・一般廃棄物処理事業における一般廃棄物処理基本計画、循環型社会形成推進地域計画段階に用いることが可能なLCAを用いた検討手法の提示を行うことができた。
- ・提示したケーススタディについては、別途原単位設定に用いることのできる詳細データが用意できる環境で行っており今後さらに原単位の整備等LCA適用に向けた検討が必要である。
- ・LCAは事業評価、環境影響評価のなかの一つの比較検討手法と位置づけられ、全体の事業評価等の体系に役割を位置づける必要がある。
- ・計画段階の事業評価では多様な要素（経済性、環境性、社会性等）を対象とする必要があり、その総合評価手法について議論する必要がある。

## 参考文献

- 1) 長田・柴原・加藤：中距離輸送機関導入のLCA適用，第1回日本LCA学会研究発表会 講演要旨集，2005. 12 pp. 88-89
- 2) 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 vol. 26, pp. 397-404, 1998
- 3) 伊坪・稲葉編著：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

4) 栗島・瀬戸山・井原・玄地：ライフサイクル影響評価手法を用いた地域施策の環境影響要因の分析、第33回環境システム研究論文発表会 講演集、土木学会環境システム委員会、2005

5) 国土交通省：ディスプレイ導入時の影響判定の考え方、国土交通省HP、2005. 7

6) 北海道大学大学院工学研究科廃棄物資源工学講座廃棄物処分工学分野：都市ごみの総合管理を支援する評価計算システムの開発に関する研究、1998

7) (社)全国都市清掃会議：ごみ処理施設整備の計画・設計要領(2006改訂版) 2006

8) 和歌山県：和歌山県統計年鑑 平成18年刊行

9) 御坊周辺広域市町村圏組合資料

10) 科学技術振興事業団、八千代エンジニアリング：資源転換装置の環境保全性に関する調査解析(RDF、嫌気性消化) 報告書 1999. 3

11) (社)全国都市清掃会議：污泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領(2007改訂版)，2007

12) 西田・保田：有機性資源循環による地域環境負荷の削減に関する研究、和歌山高専卒業研究、2006

13) 土木学会地球環境委員会環境負荷評価研究小委員会：土木建設業における環境負荷評価(LCA)研究小委員会 講演要旨集、pp. 57-62、平成9年8月

14) 鶴巻：環境調和性を考慮した排水処理システムの評価手法に関する研究、東北大学大学院博士論文、1998

15) 国土技術政策総合研究所：ディスプレイ導入による影響評価に関する研究報告、2005、p. 117

16) (財)日本環境整備教育センター：浄化槽のライフサイクルアセスメントに関する調査 報告書、2002

17) 液状廃棄物処理LCA研究会：し尿・浄化槽污泥処理に係る施設のライフサイクル分析に関する技術資料集、2002

18) 環境省：財政計画策定支援ソフト(農業集落排水と浄化槽の比較)、<http://www.env.go.jp/recycle/jokaso/manual/index.html>、2006. 3閲覧