

バックカスティングによる土石系循環資源物質フローに関わる環境負荷低減策の検討

九州大学大学院 学生会員 日名子 慶 正会員 中山 裕文 フェロー会員 島岡 隆行
 国立環境研究所 正会員 大迫 政浩 エックス都市研究所 正会員 小林 均

1. はじめに

近年、低炭素型かつ循環型の持続可能な社会システム実現に向けた取り組みが多方面で求められている。本研究では、将来における土石系廃棄物の最終処分量削減策を検討することを目的とし、バックカスティングによる分析を行った。土石系廃棄物とはがれき類、無機汚泥、鉱さい、土砂等であり、特に一般廃棄物処理において発生する土石系廃棄物(焼却残渣および溶融スラグ)を対象とすることとした。具体的には、2005年度を基準として2030年度での一般廃棄物由来の土石系廃棄物の最終処分量の削減目標を設定し、さらに追加的な条件としてCO₂排出量の削減、費用の低減を考慮した場合に必要な一般廃棄物の中間処理方式や処理後の残渣の有効利用方法等について検討した。

2. 分析の視点および算定の対象範囲

本研究では、一般廃棄物由来の土石系廃棄物(以下、土石系一般廃棄物と呼ぶ)のマテリアルフローを「供給システム」と「需要システム」の2つの視点に分け、土石系一般廃棄物の最終処分量と各処理工程におけるCO₂排出量と費用を指標とし、2030年度から2005年度までの25年間のバックカスティングによる検討を行った。バックカスティングとは、ある指標の未来における目標値を設定し、目標値から現在の実測値まで逆算することで目標を達成するために今後行うべき最適な対策を決定する手法である。

2-1 供給システムの算定の対象範囲: 図1に本研究におけるシステム境界を示す。供給システムでは一般廃棄物の発生、収集・運搬、各中間処理、最終処分までの処理システムのうち焼却、溶融、メタン化をシステム境界とし、各工程での土石系一般廃棄物の発生量、CO₂排出量、費用を対象とした。なお、一般廃棄物のメタン化は土石系廃棄物の発生に関係しないが、CO₂排出量削減のために有効な一つの方法であるため検討することとした。CO₂排出量は焼却、溶融、メタン化の各施設の建設・維持管理に関する直接CO₂排出量(電力、燃料の使用) 間接CO₂排出量(薬品使用、施設の建設・維持など) 資源化によるCO₂排出量の削減量を対象とし、費用は焼却、溶融、メタン化の各施設の(1)インシヤルコスト(建設費用) (2)ランニングコスト(維持管理費用・発電による売電収益も考慮)を対象とした。

2-2 需要システムの算定の対象範囲: 需要システムでは各利用先における土石系一般廃棄物の利用、利用に伴うCO₂の増減、および利用に伴う費用の増減を対象とした。CO₂排出量は、焼却残渣の利用ではセメント原料化における焼却残渣の脱塩施設の建設・維持管理に関するCO₂排出量を対象とした。また、焼却残渣、溶融スラグの各利用先における天然資材の代替によるCO₂排出量、削減も対象とした。土石系一般廃棄物の利用が製品の生産や施工に伴うCO₂排出量の増減に影響を与えない場合、対象外とした。費用の算定に際しては、溶融スラグの利用では溶融スラグの販売による収益も対象とし、焼却残渣ではセメント原料化での脱塩施設のインシヤルコストとランニングコスト、セメント工場へのセメント処理委託費を対象とした。

3. 分析手法および結果

本研究では、2030年度における土石系一般廃棄物の最終処分量の目標値を設定し、その目標値を達成しつつCO₂排出量と費用の削減を行うために各システムの処理割合、利用割合をどれ程変化させる必要があるかを検討した。

3-1 近未来における最終処分量の目標値の設定

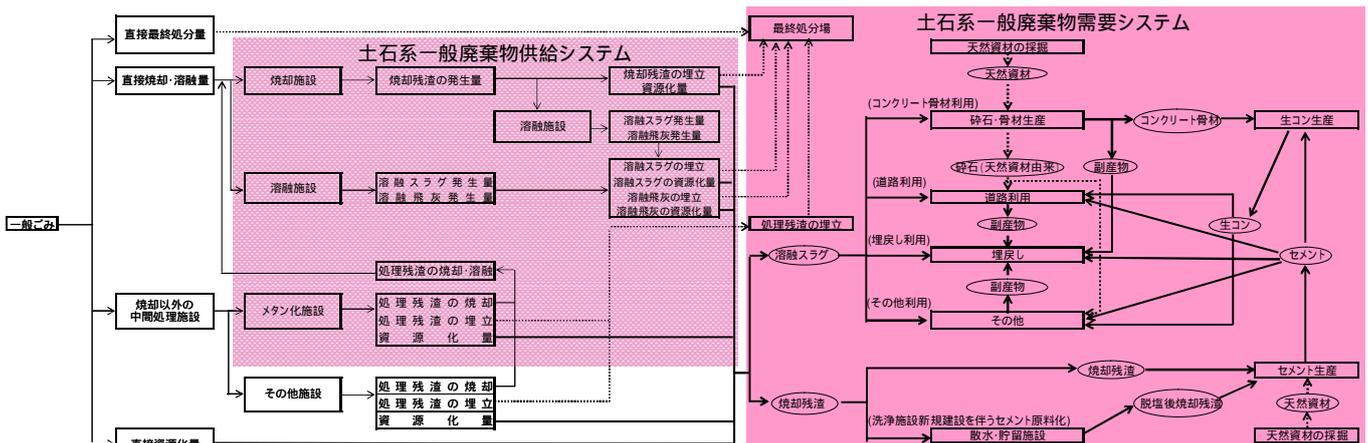


図1 本研究におけるシステム境界

環境省で掲げられている 2015 年度の廃棄物全体での最終処分量の目標値¹⁾と、2006 年度における廃棄物全体の最終処分量に占める土石系一般廃棄物の割合より、2015 年度での土石系一般廃棄物の最終処分量の目標値を設定した。これをもとに 2030 年度の土石系一般廃棄物の最終処分量の目標値を 2005 年度比 46%削減で設定した。

3-2 各システムの条件設定

現在の供給システムでは直接焼却の割合が大きく、需要システムでは焼却残渣および溶融スラグの最終処分量が 83.7%となっている。今後、各システムにて現状の割合のまま推移すると 3-1 節の最終処分量の目標値を達成することができない。最終処分量を削減するためには供給システムで溶融処理またはメタン化処理の比率を増加させるか、あるいは需要システムで焼却残渣のセメント原料化を促進する必要がある。

本研究では 3-1 節で定めた 2030 年度の目標値を達成するに当たり、CO₂ 排出量削減（削減目標を 29%と設定）、費用削減（最も少ない費用となるように設定）の 2 つのシナリオを検討した(表 1)。表 2 に各シナリオの設定条件の内訳を示す。「CO₂ 排出量削減シナリオ」では供給システムのごみの中間処理において CO₂ 排出量の少ないメタン化処理の比率を 25 年間で 20%まで増加する必要があり、需要システムにおいて焼却残渣のセメント原料利用の比率を 25 年間で 40.2%から 65.9%まで増加する必要がある。一方、「費用削減シナリオ」では供給システムのごみの中間処理においてメタン化よりも処理単価の小さな溶融処理の比率を 25 年間で 4.5%から 12.2%まで増加する必要があり、需要システムにおいては焼却残渣のセメント原料利用の比率を 25 年間で 40.2%から 73.7%まで増加させる必要がある。

3-3 各シナリオの算定結果の比較・検討

2030 年度の土石系一般廃棄物の最終処分量の目標値を満たす際の CO₂ 排出量と費用の算定結果を図 2,3 に示す。CO₂ 排出量では、人口の減少のみを考慮した「現状維持型シナリオ」は 2005 年度から 3,784 千 t-CO₂ の削減となり、2030 年度では「CO₂ 排出量削減シナリオ」は「現状維持型シナリオ」より 5,011 千 t-CO₂ の削減となった。費用では、「現状維持型シナリオ」は 2005 年度から 810 億円の削減となり、2030 年度では「費用削減シナリオ」は「現状維持型シナリオ」より 200 億円の増加となった。

また、2005 年度から 25 年間の最終処分量、CO₂ 排出量、費用の合計を表 3 に示す。最終処分量は、「現状維持型シナリオ」と比較し、「CO₂ 排出量削減シナリオ」、「費用削減シナリオ」とともに 4,455 千 t の最終処分量が削減された。CO₂ 排出量は、「現状維持型シナリオ」と比較し、「CO₂ 排出量削減シナリオ」で 20,965 千 t-CO₂ の CO₂ 排出量が削減され、費用は、「現状維持型シナリオ」と比較し、「費用削減シナリオ」で 570 億円の増加となった。

4. おわりに

2030 年度において土石系一般廃棄物の最終処分量を 2005 年度比で 46%削減しつつ、CO₂ 排出量と費用を削減するには 2005 年度から 25 年間で各システムにおいてごみの処理比率、利用率を以下のように変化させる必要がある。

- ・「現状維持型シナリオ」と比較し、25 年間で 20,965 千 t-CO₂ の CO₂ 排出量の削減を実現するためには供給システムのごみの中間処理にてメタン化処理の比率を 2005 年度の 0%から 20%まで増加させる必要があり、需要システムでは焼却残渣のセメント原料利用の比率を 2005 年度の 40.2%から 65.9%まで増加させる必要がある。
- ・「現状維持型シナリオ」と比較し、25 年間で 570 億円の費用の増加に留めるためには供給システムのごみの中間処理にて溶融処理の比率を 2005 年度の 4.5%から 12.2%まで増加させる必要があり、需要システムでは焼却残渣のセメント原料利用の比率を 2005 年度の 40.2%から 73.7%まで増加させる必要がある。

[参考文献] 1)環境省:平成21年版環境白書,p.181,2009

表 1 各システムの条件設定

	供給システム	需要システム
CO ₂ 排出量削減シナリオ	<メタン化> ごみの直接焼却の割合が減少し、中間処理におけるメタン化の割合が増加する	<セメント原料利用> 焼却残渣のセメント原料利用量が増加する
費用削減シナリオ	<溶融> 直接焼却における焼却の割合が減少し、溶融の割合が増加する	<セメント原料利用> 焼却残渣のセメント原料利用量が増加する

表 2 各シナリオの設定条件の内訳

処理工程・利用先	2005		2030 (CO ₂ 排出量削減シナリオ)		2030 (費用削減シナリオ)		
	処理量・ 利用量[千t]	割合[%]	処理量・ 利用量[千t]	割合[%]	処理量・ 利用量[千t]	割合[%]	
供給システム	直接最終処分	1,444	2.9	1,265	2.9	1,265	2.9
	直接焼却	36,254	72.9	23,587	54.1	28,391	65.1
	直接溶融	2,232	4.5	1,446	3.3	5,327	12.2
	メタン化	21	0.0	8,704	20.0	19	0.0
	その他の中間処理	7,262	14.6	6,362	14.6	6,362	14.6
	直接資源化	2,541	5.1	2,226	5.1	2,226	5.1
合計	49,754	100	43,590	100	43,590	100	
需要システム	コンクリート骨材利用(溶融スラグ)	120	2.3	101	2.8	120	2.8
	道路利用(溶融スラグ)	139	2.7	118	3.3	139	3.3
	埋戻し利用(溶融スラグ)	32	0.6	27	0.8	32	0.8
	その他利用(溶融スラグ)	209	4.1	177	5.0	209	4.9
	セメント原料化(焼却残渣)	337	6.6	816	22.9	1,404	33.2
	最終処分量	4,293	83.7	2,328	65.3	2,328	55.0
合計	5,131	100	3,567	100	4,233	100	

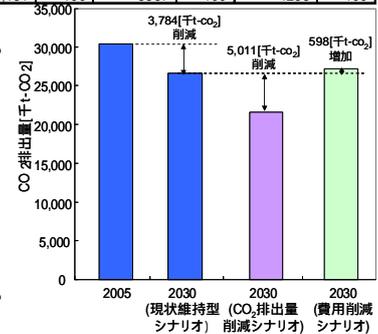


図 2 CO₂ 排出量の算定結果

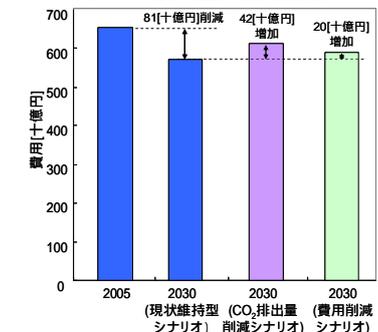


図 3 費用の算定結果

表 3 算定期間における各指標の総量

	現状維持型シナリオ	CO ₂ 排出量削減シナリオ	費用削減シナリオ
最終処分量[千t]	24,318	19,863 (-4,455)	19,863 (-4,455)
CO ₂ 排出量[千t-CO ₂]	172,139	151,322 (-20,817)	172,862 (+724)
費用[十億円]	3,351	3,550 (+198)	3,366 (+15)
計	173,489	152,523 (-20,965)	174,384 (+895)
供給システム[十億円]	3,351	3,550 (+198)	3,366 (+15)
需要システム[十億円]	376	334 (-42)	419 (+43)
計	3,727	3,883 (+156)	3,785 (+57)

(1)は現状維持型シナリオの値と各シナリオの値の差を示す