

廃棄物の適正処理と3Rの経済的価値に関するワークショップ

2014年2月8日 鳥取環境大学

3Rの経済的評価の方法

—下水汚泥固形燃料化技術の経済的評価を例に—

岡敏弘 (福井県立大学経済学部)

1 背景と経緯

1. 背景

- 震災前の国のエネルギー基本計画(2010年6月閣議決定)
 - 一次エネルギーに占める再生可能エネルギーの割合を2020年までに10%にする。
- 国のバイオマス活用推進基本計画(2010年12月閣議決定)
 - 2020年に下水汚泥の85%を利用する。
- 福井県内下水汚泥リサイクル率は76%(2011年)—セメント、建設資材、肥料など
将来は100%有効利用(福井県下水汚泥処理総合計画 2003年)

2. 経緯

- 福井県産業廃棄物処理公社と福井資源化工(株)が、2011年に、発酵乾燥による下水汚泥の固形燃料化技術を開発した。
- 2012年10月～2012年度末にかけて、下水汚泥固形化研究会がこの技術を評価
「下水汚泥の固形燃料化研究会報告書—持続可能な循環型社会を目指して—」
(平成25年3月)

2 下水汚泥固形燃料化技術

1. 従来 of 技術

(1) 造粒乾燥方式

- 乾燥粒子に汚泥を薄膜状に塗布し、転動造粒した汚泥を熱風で乾燥させる。
- 製品の発熱量は高いが、臭気が強い。
- 熱源(化石燃料)が必要である。

(2) 炭化方式

- 下水汚泥を乾燥後、低酸素下で加熱することにより、炭化物を得る。
- 高温炭化では製品は無臭だが、発熱量が小さい。低温炭化では発熱量が大きいが、臭気が残る。
- 熱源(化石燃料)が必要である。

2. 発酵乾燥・固形化方式

- 下水汚泥中に存在する微生物の好気性発酵による発酵熱を利用して乾燥した後、成形機等で固形化する。
- 外部熱源が要らない。
- 臭気が軽減され、易分解性成分が発酵によって分解されることで保管安全性が増す。
- 発酵過程に他のバイオマスを投入することも可能。成形課程に廃プラスチックを投入することも可能。

3 技術の比較

		造粒乾燥方式	炭化方式	発酵乾燥・ 固形化方式 ¹⁾
生産	製造日数	1	2～3	25～45
	初期投資 ²⁾ (億円/(t/日))	0.27	1.03	0.28
	運転費用 (万円/t)	1.70	2.48	1.58
	製品量 ²⁾ (t/年)	1060	500	1660
製品	低位発熱量(kcal/kg-DS)	3500～4000	3500～4000	3700～4200
	含水率	10%	5%以下	20～30%
エネルギー ²⁾	投入燃料 (kL/年)	482 ³⁾	254 ³⁾	30 ⁴⁾
	(GJ/年)	18850	9930	1130
	消費電力 (MWh/年)	359	1440	1440
	(GJ/年)	3480	13940	13940
	製品 (GJ/年)	15620	7910	18760
	回収率	70.0%	33.1%	124.5%
CO ₂	製造排出 (t-CO ₂ /年)	1502	1475	865
	製品削減 (t-CO ₂ /年)	1406	712	1688
	純削減 (t-CO ₂ /年)	-96	-763	823
	比焼却削減 ⁵⁾ (t-CO ₂ /年)	1587	920	2506

1) 廃プラスチック 10% 混合の場合。 2) 下水汚泥 6000t/年処理の場合。 3) A 重油。 4) 軽油。
5) 焼却埋立で年間 1683t-CO₂ 排出する。

4 採算性

- 初期投資額: 28t/日の能力の施設で7億9690万円
- 再投資(一部更新): 10年目に機械設備の30%の再投資がある。
- 年間の運転費: 汚泥6000t処理で、8730万円
- 廃プラスチック購入費: 5000円/tで、年間75万円
- 汚泥処理手数料収入: 28000円/tで、年間1億6800万円
- 製品売上: 1660tで、166万円
- 補助金: 初期投資の33% 2億6563万円
- 長期借入: 5億3833万円、15年償還、利子率1.9%

この仮定の下で、経常利益は図1のようになる。

- 経常利益が徐々に上がるのは、借入金償還によって利息が年々下がるからである。
- 10年目に機械設備への再投資があり、その年の減価償却が増え、次の年からの減価償却が減る。

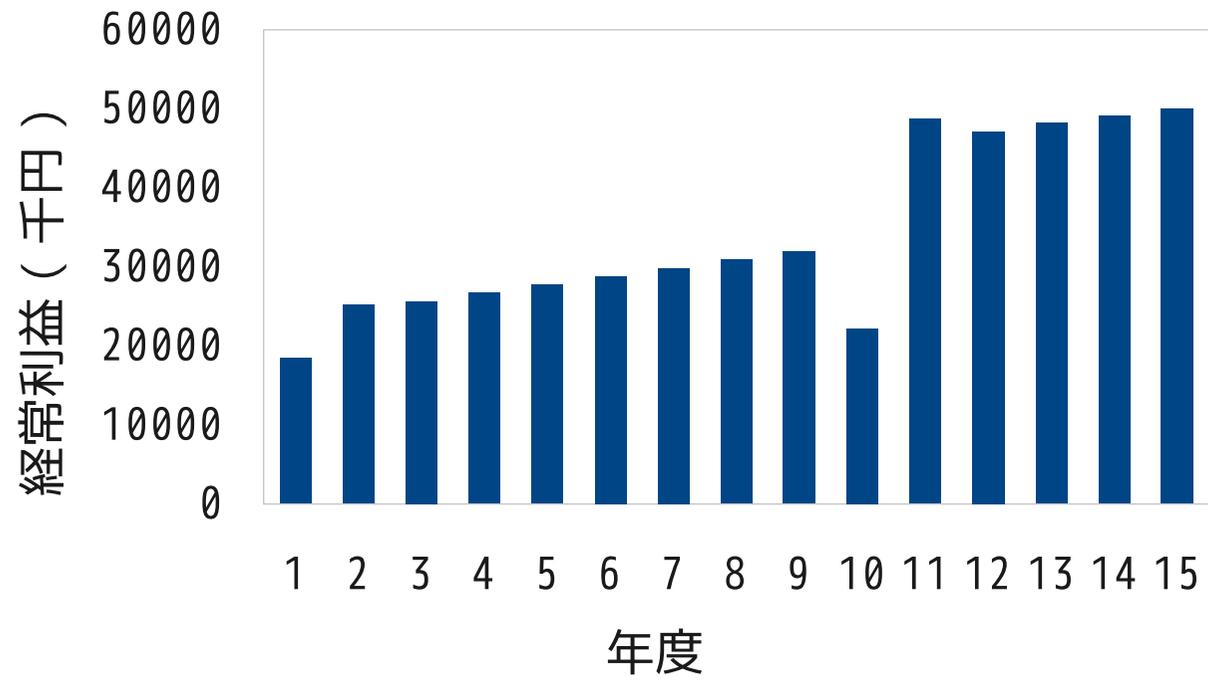


図1 発酵乾燥・固形化方式の経常利益

5 CO₂ 排出削減

- 従来の技術である造粒乾燥方式と炭化方式は、製造過程での化石燃料消費が大きく、製品が石炭に取って代わることによるCO₂ 排出削減を考慮しても、CO₂ 排出を純増させる。
- 発酵乾燥・固形化方式は、製造過程での化石燃料消費が小さいので、CO₂ 排出を純減させる。
- 汚泥を焼却・埋立している現状と比較すると、焼却に化石燃料を使用しているのも、それによるCO₂ 排出を減らすことを考慮すると、造粒乾燥方式と炭化方式でもCO₂ を削減すると見なせる。
- 焼却・埋立の費用が、汚泥処理手数料28000円/tでちょうどまかなえるものだったと仮定すると、その手数料の下で、固形燃料を製造・販売したときの純費用が焼却・埋立と比べた費用増分となる。

(単位:億円)

	造粒乾燥	炭化	発酵乾燥・固形化		
			6000t/年	4500t/年	3000t/年
初期投資(0年目)	7.560	28.840	7.969	7.844	5.942
再投資(10年目)	1.206	3.893	1.086	1.048	0.811
運転費 - 収入(15年間毎年)	-0.671	-0.195	-0.816	-0.601	-0.271

という費用のデータから、割引率を1.9%として、費用の現在価値を計算し、それを年費用に直し、CO₂削減量でこれを除して、CO₂1トン当たりの削減費用を計算すると

	造粒乾燥	炭化	発酵乾燥・固形化		
			6000t/年	4500t/年	3000t/年
費用現在価値 (億円)	-0.276	28.541	-1.697	0.926	3.108
費用の年価値 (億円)	-0.021	2.282	-0.131	0.007	0.240
CO ₂ 削減 (t)	1587	920	2506	1880	1253
CO ₂ 削減費用(万円/t)	-0.13	24.80	-0.52	0.38	1.92

これを図示すると、図2。

- 造粒乾燥を発酵乾燥に切り替えると、費用が1100万円減りながら、CO₂が919t減る。

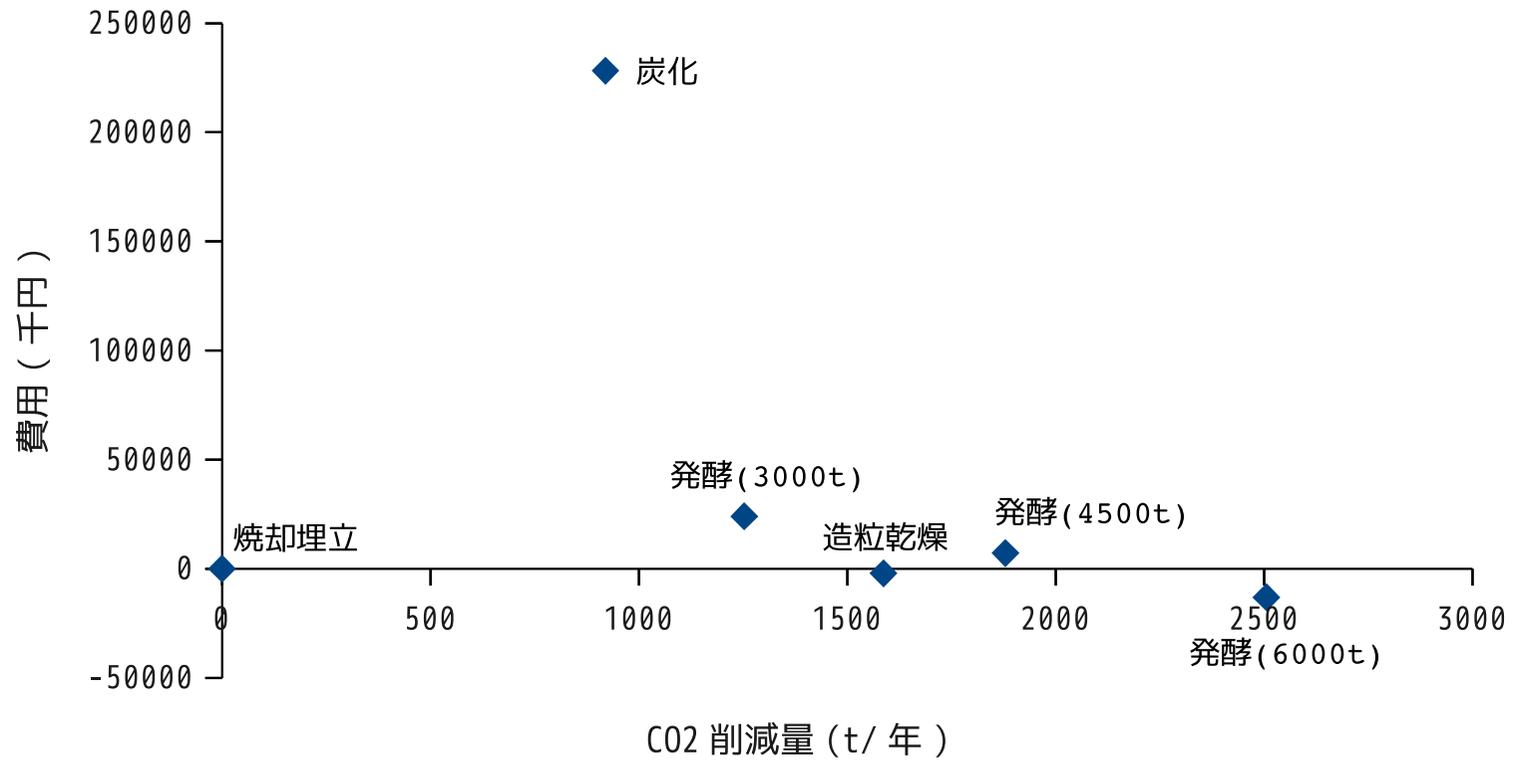


図2 固形燃料化技術のCO₂削減費用

6 むすび

- 発酵乾燥・固形化方式は、
 - 焼却・埋立と比べたCO₂排出をマイナスの費用で減らせる。
 - その効率はこの方式よりも高い。
 - 処理量が6000tより減ると、効率は低下し、プラスの費用がかかるようになるが、3000tの場合でも、CO₂削減単価は19200円/tであり、太陽光発電(6.7万円/t)や電気自動車(15万円/t)によってCO₂を減らす場合よりも効率的である。
- 課題は
 - 現在の処理手数料で処理量を確保できるか。