

RDF化によるごみエネルギー回収および施設配置

01009910

東京農工大学
 東京農工大学

* 秋澤 淳 AKISAWA Atsushi
 柏木孝夫 KASHIWAGI Takao

1. はじめに

ごみ発電は新エネルギーの一つとして積極的な導入が進められている。近年、可燃性のごみをペレット状の固形燃料に加工するRDF (Refuse Derived Fuel) 技術が注目されている。保存や輸送が容易となるため郊外部から需要が集中する都市部に輸送して利用することが考えられている。

ここでは人口密度分布に対応したRDF化施設の最適な配置を求めるとともに、従来のごみ発電とRDF化による発電のエネルギー回収率の比較を行う。

2. モデル化の考え方

2.1 人口密度

ここでは一つの都市を想定する。人口密度は次式を仮定する。

$$n(r) = \frac{aP}{\pi} \exp(-ar^2) \quad (1)$$

a: パラメータ(1/km²), n(r): 人口密度(人/km²), P: 総人口(人), r: 都市中心からの距離(km)

2.2 施設配置

都市中心にごみ発電プラントが立地し、ごみを次の3つの領域に区分して処理する。

- i) $r < x$ ごみ発電所に輸送。
- ii) $x < r < y$ ($y > A$) RDF施設 ($r = A$) で加工。RDFは都市中心部のごみ発電プラントに輸送する。
- iii) $r > y$ ごみ焼却場 ($r = B$) で燃やす。

以上の様子を図1に示した。従来型(ごみ発電のみ)の場合はRDF施設がなく、 $r > x$ のごみはごみ焼却場に輸送される。

施設の立地点は発電による正味のエネルギー回収量を最大化することによって求める。

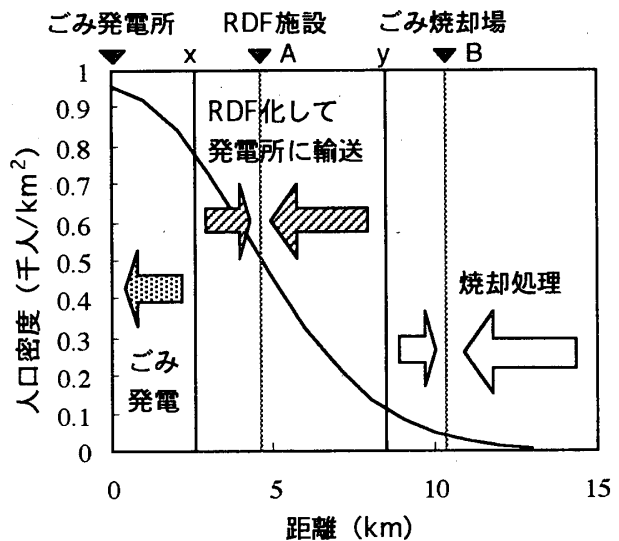


図1 ごみ処理施設の配置イメージ

3. モデル定式化

3.1 RDFモデル

RDF化する場合の正味エネルギー回収量は以下で表される。

$$J = \eta_1 q_1 G_1 + (\eta_2 q_2 - f - eA) \rho G_2 - \alpha(T_1 + T_2 + T_3) \quad (2)$$

$$= \alpha G_1 + \beta G_2 - \alpha(T_1 + T_2 + T_3) - \text{Max.}$$

ただし,

$$G_1 = g \int_0^x 2\pi r n(r) dr \quad (3)$$

$$G_2 = g \int_x^y 2\pi r n(r) dr \quad (4)$$

$$G_3 = g \int_y^\infty 2\pi r n(r) dr \quad (5)$$

$$T_1 = g \int_0^x 2\pi r^2 n(r) dr \quad (6)$$

$$T_2 = 2\pi g \left\{ \int_x^A r(A-r)n(r) dr + \int_A^y r(r-A)n(r) dr \right\} \quad (7)$$

$$T_3 = 2\pi g \left\{ \int_y^B r(B-r)n(r) dr + \int_B^\infty r(r-B)n(r) dr \right\} \quad (8)$$

e: 輸送時の燃料(kJ/kg/km), f: RDF化のエネルギー

ギー(kJ/kg), g : ゴミ排出量(kg/人), G : 各施設へのごみ供給量(kg), q_1, q_2 : ゴミおよびRDFの発熱量(kJ/kg), T : 各施設へゴミを集める際の輸送量(kgkm), η_1, η_2 : ゴミおよびRDFの発電効率, ρ : ゴミからRDFへの転換率

目的関数(2)式を x, A, y, B の変数で微分することにより, 最適条件として次が得られる.

$$x = \frac{1}{2} \left(A + \frac{\alpha - \beta}{e} \right) \quad (9)$$

$$y = \frac{1}{2} \left(A + B + \frac{\beta}{e} \right) \quad (10)$$

$$\int_x^A m(r) dr = \frac{1-\rho}{1+\rho} \int_A^y m(r) dr \quad (11)$$

$$\int_y^B m(r) dr = \int_B^y m(r) dr \quad (12)$$

3.2 従来型モデル

RDFモデルと同様に, 従来型(ゴミ発電のみ)モデルでは次の最適条件が導かれる.

$$x = \frac{1}{2} \left(B + \frac{\alpha}{e} \right) \quad (13)$$

$$\int_x^B m(r) dr = \int_B^y m(r) dr \quad (14)$$

ここで, 人口分布として(1)式を仮定すれば(9)~(14)式は人口 P を含まない. すなわち, 人口規模によらず施設配置は決定される. 立地点は人口分布のパラメータ a に依存する. 人口分布の形状が変わらなければ都市の成長にかかわらず施設の立地点は固定してよいことがわかる.

4. 数値例

パラメータ a を 0.01 から 0.1 まで変化させた時の領域境界, 施設立地点および正味エネルギー回収率(回収量/ゴミの総熱量)を 図2~3 に示す. a が小さいと施設配置は遠くなり, a が大きくなると原点に近づく. ある程度以上の a では立地点, 正味エネルギー回収率ともほぼ一定となる. 従来型モデルの結果も同じ傾向を示すが, 境界および焼却場の立地点は 15~20km のあたりにくる.

従来型に比べRDF化することによって, 都市全体

のゴミの持つエネルギーに対する正味エネルギー回収率は4%ほど改善される.

5. おわりに

RDF化によるエネルギー回収率向上が定量的に確認できた. ただし, 非常に広域になると正味のエネルギー回収ができなくなる可能性がある点に注意が必要である.

参考文献

- [1] エネルギー総合工学研究所: 廃棄物発電2 (1996)

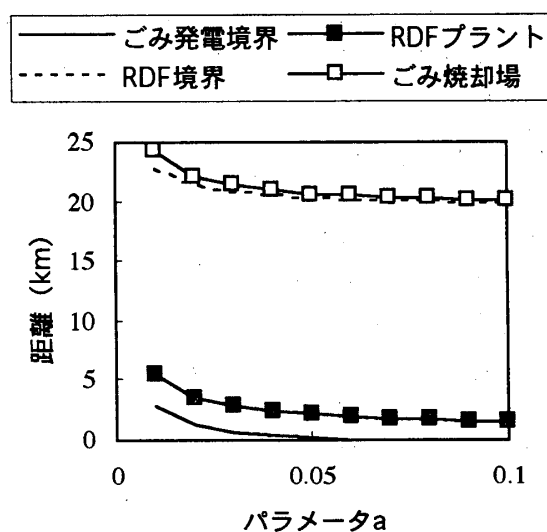


図2 ゴミ処理施設の配置

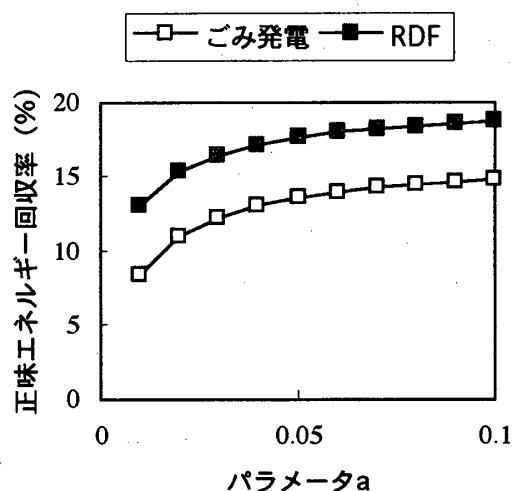


図3 正味エネルギー回収率の方式別比較