

ごみのバッチ燃焼時に発生する排ガス成分に関する研究  
A Study on Gaseous Components from Batch Combustion of Solid Waste

岩田憲和 (Norikazu Iwata)

論文要旨：都市ごみ焼却炉から排出される有機塩素化合物などの汚染物質は焼却炉内の燃焼状況に密接に関係しており、焼却炉における燃焼技術の改善が求められている。しかし、ごみは大きさを有しており、水分の蒸発や熱分解、表面燃焼といった現象がごみ全体で均一に起こるのではなく、試料表面から内部へと分布をもって同時に起こることからごみの燃焼は非常に複雑な反応となっており、それを正確に捉え理論的に解析することは難しい。そこで本研究では、ある大きさを持った固形廃棄物の燃焼についての知見を得るため電気炉とバッチ燃焼プラントの2種類の炉を用い、ごみの代表的成分を試料として雰囲気温度、含水率、見かけ密度といった条件を変えて実験をおこない、CO、CO<sub>2</sub>および全未燃炭化水素といった生成ガスの分析をおこなった。その後これらの条件をパラメータとして扱うことにより、ある試料を熱分解あるいは燃焼させたときの生成ガスを表現するモデル式の作成を試みた。

キーワード：固形廃棄物、熱分解および燃焼、バッチ燃焼プラント、電気炉、ガス分析、ガス生成モデル

**Abstract** : Air pollutants which are emitted from municipal refuse incinerators, like chlorinated organic compounds, are generated corresponding to the state of combustion in the furnace. The combustion behavior of waste is very complicated because the solid waste consists of various kinds of components and its reaction such as drying and combustion proceeds from the surface to the center of the solid, with time. In this paper, two types of experiments, each of which uses an electric furnace or an actual batch combustor, are conducted to analyze pyrolysis and combustion processes of the solid waste. CO, CO<sub>2</sub> and hydrocarbon concentrations are continuously measured in each experiment. Then, the mathematical model of combustion gas and pyrolysis gas, which has the parameter of temperature, moisture and density, is developed.

**Key words** : solid waste, pyrolysis and combustion, batch combustor, electric furnace, measurement of gas concentration, gas generation model

### 1. ごみの熱分解・燃焼実験

都市ごみの代表的成分である紙、プラスチック類 (PVC、PE、PS) について電気炉を中心とした実験装置 (図1) を用いて各成分の熱分解および燃焼実験をおこない、熱分解・燃焼にともなう重量および生成ガスの変化を連続測定した。実験結果から各試料の熱分解・燃焼特性に関する知見を得た。また紙については、雰囲気温度、含水率、見かけ密度を変化させ、これらの熱分解・燃焼反応進行への影響を調べた。

実験により得られた知見を以下に示した。

- 1) 紙の燃焼では、雰囲気温度が高いほど、含水率が低いほど、見かけ密度が小さいほど生成するCOおよび全未燃炭化水素流量のピークは高くなった。
- 2) 含水率および見かけ密度が紙の燃焼に与える影響は熱分解時よりも燃焼時の方が大きかった。
- 3) 燃焼は炎燃焼と表面燃焼に分けられ、重量および生成ガスの変化にはこれらの燃焼期間によって明らかな違いが見られた。

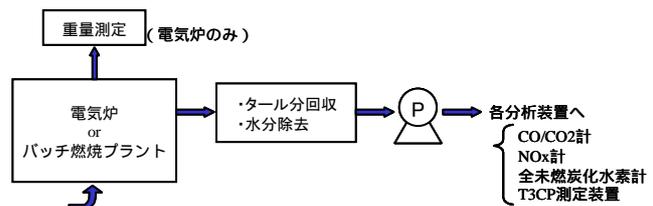


図1 実験装置図

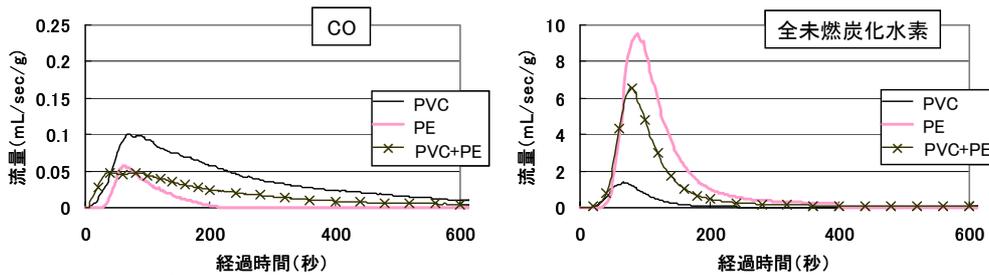


図2 プラスチックの混焼が生成ガスに与える影響（熱分解、700℃）

- 4) CO を除く未燃分のほとんどは炎燃焼期間に生成し、表面燃焼時には生成しなかった。
- 5) 2種類のプラスチックを混焼させると、熱分解条件、燃焼条件に関係無く CO および全未燃炭化水素の生成量が単体での実験時より減少した。（図2）
- 6) PVC からの Cl 生成量は PE あるいは PS と混焼させることにより、熱分解条件では減少し、燃焼条件では増加した。
- 7) PVC 燃焼時の T3CP 生成量はバーナ出力 20% から 30% では増加したが、40% では大幅に減少した。
- 8) バッチ燃焼プラントでの実験においても PVC と PE あるいは PS を混焼させると T3CP の生成量は減少した。
- 9) PVC と紙との混焼では生成する T3CP の流量は減少したが、総排出量では PE あるいは PS との混焼時ほどには減少しなかった。

## 2. 生成ガス流量のモデル式の作成

電気炉での実験結果から熱分解および燃焼時の重量減少率と生成ガス流量の経時変化を表すモデル式の作成をおこなった。重量減少率の経時変化  $W(t)$  は非振動性 2 次遅れ要素のステップ応答として式 (1) で表され、生成ガス流量の経時変化  $Gas(t)$  は振動性 3 次遅れ要素のインパルス応答として式 (2) で表された。含水率 25% で紙を熱分解させたときの測定結果と計算結果の比較を図 3 に示した。

$$W(t) = W_{\infty} \left( 1 - \frac{T_1}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_1}} + \frac{T_2}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_2}} \right) \quad (1)$$

$$Gas(t) = G_{\infty} \frac{\omega_n}{\sqrt{1 - \xi^2}} \left[ e^{-\xi\omega_n t} \left\{ \sin \omega_0 t + \frac{T}{\omega_n^2 T^2 - 2\xi\omega_n T + 1} \left( (\xi\omega_n - \omega_n^2 T) \sin \omega_0 t - \omega_0 \cos \omega_0 t \right) \right\} + \frac{\omega_0 T}{\omega_n^2 T^2 - 2\xi\omega_n T + 1} e^{-\frac{t}{T}} \right] \quad (2)$$

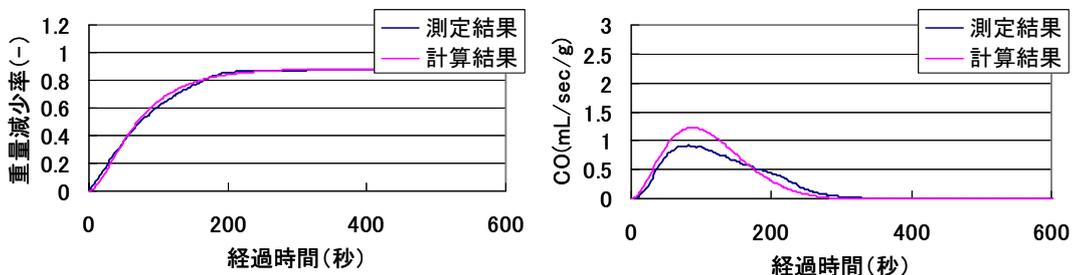


図3 測定結果と計算結果との比較（熱分解：紙、含水率 25%）

全体を通して非振動性の 2 次遅れ要素と振動性の 3 次遅れ要素によって  $W(t)$  および  $Gas(t)$  をよく表すことができたといえる。今回作成したモデル式はある限られた条件内において、複雑な燃焼反応を 3 次遅れ要素という比較的簡略な式でよく近似することができ、有用な知見が得られたと考えられる。