



Title	炭化システムの基礎開発研究
Author(s)	定塚, 徹治; 岩田, 剛
Description	第7回衛生工学シンポジウム (平成11年11月11日 (木) -12日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 1 廃棄物 1 . 1-5
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 7, 19-23
Issue Date	1999-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7257
Type	departmental bulletin paper
File Information	7-1-5_p19-23.pdf



1-5

炭化システムの基礎開発研究

定塚徹治、○岩田 剛（三機工業）

1：はじめに

生産工程においては、自然界の中から有益な物質だけが取り出され不必要となった不純物は廃棄されている。人間生活の中でもこれと同じように、食品や雑誌等さまざまな物質が入り込み生活系の中で不要となった物は廃棄される。これが一般ごみと呼ばれる物であり年間約5000万t/年（1人1日当たり約1,100g）が排出されている。この内、中間処理として焼却処理されている割合は約75%で、直接埋立と焼却灰等合わせて約1,400万t/年が埋立処分されている。¹⁾

この膨大なごみの処理には、最終処分場の確保が難しいこと、焼却処理では焼却灰、焼却飛灰の処理・処分が必要なことその他に、ダイキソ類の問題等により焼却施設に対する社会的拒絶感が高まってしまったこと等の問題がある。このような背景の中で、従来の処理技術からリサイクルを中心とした新たな処理方法が求められてきている。現状ではガス化溶融システム²⁾や厨芥とし尿を対象としたエコランドシステム³⁾、ごみの燃料化システム⁴⁾等が開発され実用化されてきている。さらに廃棄物を密閉熱分解し炭化する方式により、カーボン回収再利用する方法も産業廃棄物処理分野などで実用化されている。

この熱分解方式には1)炭窯 2)平炉方式 3)流動方式 4)スクリュウ方式 5)ロータリー方式 等がある。ここでは、炭窯の応用として電気炉方式の開発基礎研究に取り組み、一般ごみ処理技術への展開が可能か検討した。

電気炉方式の特長は被加熱物を静止状態で処理するため、ガス中に飛灰が含まれていないことが挙げられる。また、水分の蒸発温度や塩素分の揮発温度管理が容易で、昇温速度の制御も簡単であることからガスを分離回収する事ができることが挙げられる。そこで大型電気炉を用いて熱分解炭化実験を行い、熱分解炭化速度への影響因子の確認や、模擬ごみを用いた伝熱特性、発生ガスの挙動等についての実験を行ったので、その結果を報告する。

2：基礎研究の概要

2-1 装置概要

図1に装置フローを示す。

電気炉：円筒型電気炉

（炉内寸法：φ700×800Hmm、
上部に燃焼塔、下部に
窒素注入用コック付）

供試体容器：円筒形パンチングメタル製
（容器寸法：φ500×600Hmm）

助燃機：パイロットバーナ

（使用燃料：LPGガス）

温度管理：PID制御を用いた

プログラムコントローラ

窒素供給：窒素ポンプ（5 l/min）

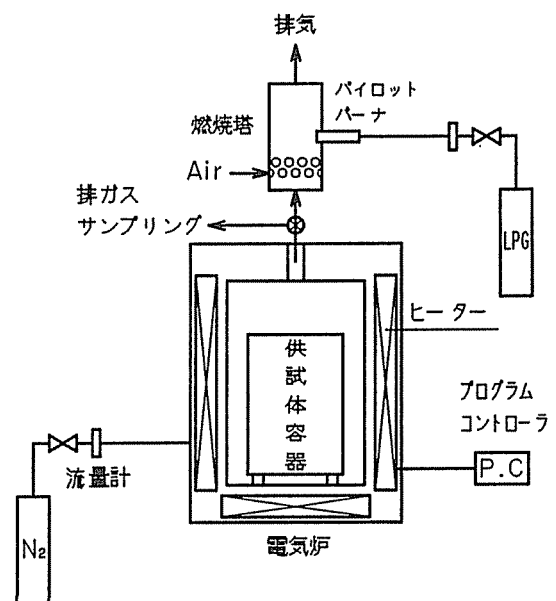


図1・装置フロー

2-2 実験方法

電気炉内に、供試体を詰めた容器をセットして密閉し、窒素ガスの供給を行った。150℃で（2時間）水分を蒸発させた後、350℃に昇温して約1時間塩素を揮発させた。後に400～600℃にしてガスの発生が終了するまで保持した後、工程を終了させた。供試体は自然冷却させた後に炭化物として取り出した。ここで昇温速度は5℃/minで一定とし、発生したガスは燃焼塔に導き空気を加えパイロットバーナの加熱により燃焼させた後に排気した。各温度域で発生するガスの測定は電気炉と燃焼塔間に設けたサンプリングノズルから吸引して分析した。

2-3 実験内容

1) 被加熱物（供試体）に雑誌を用いた実験

実験条件として、供試体は同質の雑誌を同重量用いた。

(1) 窒素パーセントの影響調査：窒素パーセントを0、5、10、20ml/minの4段階で実施し窒素パーセントに対するガス化時間（処理時間）の影響調査を行った。

(2) 熱分解温度の影響調査：熱分解温度を400、450、500、530、550、600℃の6条件で実施し、温度に対する熱分解時間（処理時間）への影響調査を行った。これら実験条件を表1に示した。また供試体の三成分の分析結果を表2に示した。

2) 被加熱物（試供体）に模擬ごみを用いた実験

模擬ごみは表3に示す組成のものを用いた。

（厨芥を含まない）雑誌を用いた実験結果より表4の実験条件を定め、ガスの挙動と供試体の温度分布の経時変化を測定した。

(1) 電気炉内温度分布の調査：電気炉内雰囲気温度（制御温度）と供試体容器に詰めた供試体内部の温度を測定した。

(2) 排ガスの挙動調査：排ガス中の塩化水素濃度と排ガス量を測定した。

表1・供試体に雑誌を用いた時の実験条件

RUN	熱分解温度 ℃	窒素ガス流量 ℓ/min	供試体重量 kg
1	450	0	5.75
2	450	5	5.98
3	450	10	5.83
4	450	20	5.79
5	400	5	5.73
6	500	5	5.75
7	530	5	5.76
8	550	5	5.66
9	600	5	5.68

表2・供試体に雑誌を用いた時の三成分

	割合(%)
水分	1.74
可燃分	81.61
灰分	16.65

表3・供試体に模擬ごみを用いた時の模擬ごみの組成

	重量(kg)	割合(%)
紙・布	12.3	81.73
木・竹・わら	0.95	6.31
プラスチック・ゴム	1.3	8.64
厨芥類	0	0.00
不燃雑芥類	0.35	2.33
その他	0.15	1.00
合計	15.05	100

表4・供試体に模擬ごみを用いた時の実験条件

RUN	熱分解温度 ℃	塩素揮発温 度 ℃	窒素ガス流 量 ℓ/min	供試体重量 kg
10	550	350	0	15.05

3：実験結果と考察

3-1 熱分解速度への影響

(1) 窒素パーージ

同質の供試体を容器に同重量詰め、窒素パーージ量を変化させた場合の比較実験結果を図2に示した。ここで熱分解時間（ガス発生時間）とは、炉が熱分解温度に昇温されてから、ガスの自燃が終了し、ガスの発生が認められなくなるまでの時間とした。図2に示すように、窒素パーージ流量を多くするほど電気炉から熱分解ガスが出なくなるまでの時間は長くなった。このことは、窒素パーージにより、炉内壁にセットされているヒーターの熱量が供給した窒素の加熱に奪われ、排ガスとして系外へでてしまうため供試体側への輻射熱が小さくなるものと考えられた。

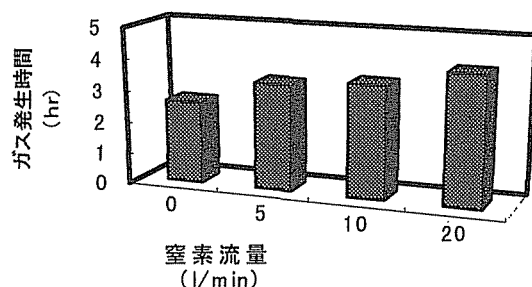


図2・窒素パーージ流量と熱分解時間（ガス発生時間）

(2) 熱分解温度

同質の供試体を容器に同重量詰め、熱分解温度（雰囲気温度）を変化させた場合の比較実験結果を図3に示した。400℃、450℃、500℃、530℃、550℃、600℃の温度条件で熱分解した。ガス化温度400℃ではガスの発生が約8時間も続いていたのに対し、450℃では約3時間、600℃では1時間半となっていた。ガスの発生時間は熱分解温度を上げるほど速くなる傾向にあったが、500℃以上にしても大きな変化は見られなかった。

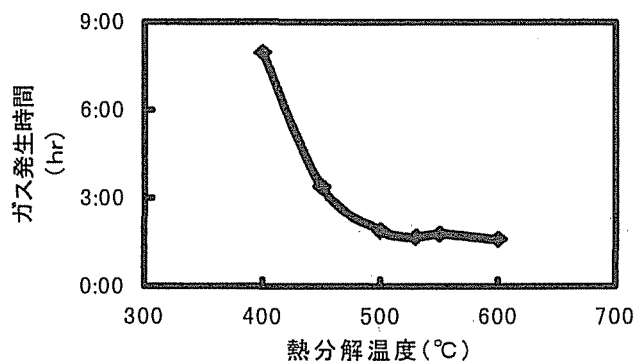


図3・熱分解温度とガスの発生時間

以上の結果から熱分解速度に及ぼす影響因子としては窒素パーージは負の影響因子となり、熱分解温度は、正の影響因子となることが解った。また、熱分解温度は500℃以上とすることが効果的であると考えられた。ここではシステムの安定性を考え、熱分解温度を550℃とし、窒素パーージなしで以降の実験を行うものとした。

3-2 模擬ごみを用いた基礎実験

供試体に模擬ごみを用いた実験では窒素パージを行わないで熱分解温度を 550℃とし、塩素を揮発させるために保持する温度、(塩素揮発温度)を 350℃に設定して、発生ガスの挙動調査を行った。

(1) 供試体内部温度分布

K熱電対を用い、雰囲気温度および供試体内部温度の測定結果を図4に示した。低温領域において供試体中の水分が蒸発し水蒸気となる際に熱を奪うため供試体中心部の温度上昇が大きく遅れてきていた。雰囲気温度と実際の供試体内部温度とのずれが大きくなってしまったことにより、このずれをなくすには現在の雰囲気温度の制御だけでなく、供試体から発生するガスの温度や、そのガス成分による制御等を考慮する必要があると考えられた。

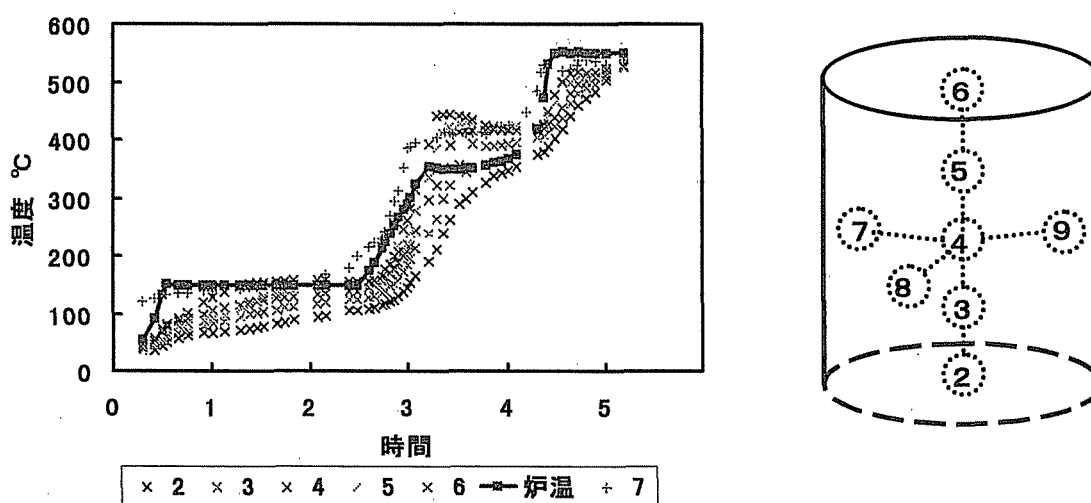


図4・炉内温度分布の違いと熱電対の位置

(2) 発生ガスの挙動

サンプリングノズルから発生ガスを吸引し、そのガス中の塩化水素濃度をイオンクロマトグラフ測定法にて測定した。また検知管を用いた測定も同時サンプリングにより行った。供試体の内部平均温度とこの塩化水素濃度の挙動をプロットしたものを図5に示した。

供試体内部平均温度が 350℃に達した頃に塩化水素濃度のピークが発生していた。

(3) 発生ガス量の変化

発生ガスをサンプリングノズルから吸引し、流量計で測定した。供試体内部平均温度とその発生ガス量の挙動をプロットしたものを図6に示した。

初期加熱段階で水蒸気が蒸発することにより、一時的にガス量が増大していた。また、塩素揮発温度への昇温時および熱分解炭化温度への昇温時にガス量の一時的増大が生じていた。更に熱分解終了と共にガス量は急激に低下していた。

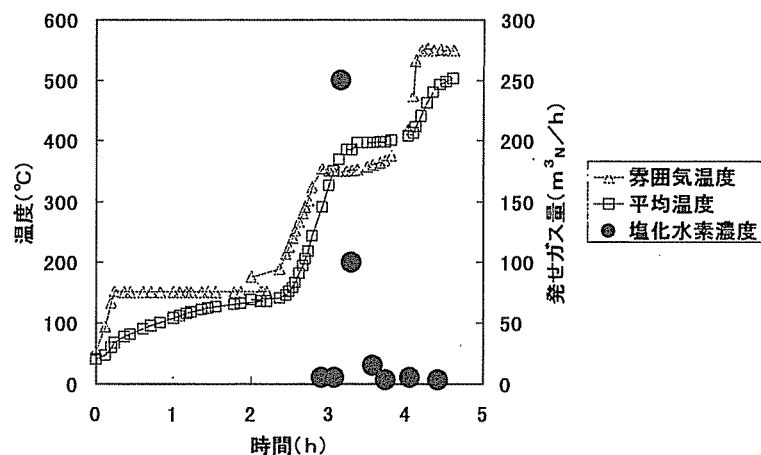


図5・熱分解工程と発生ガス中の塩化水素濃度の変化

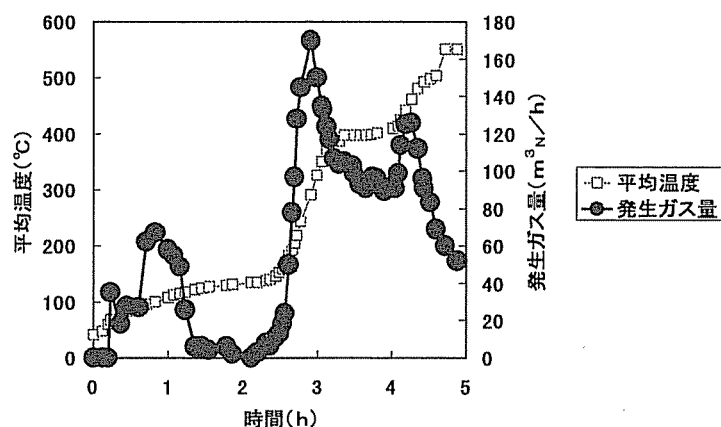


図6・塩素揮発温度の違いによる発生ガス量の変化

4：まとめ

大型電気炉を用いて熱分解炭化実験を行った結果、以下の知見を得た。

- 1) 熱分解炭化速度の影響因子としてパーシガスとガス化温度を調査した結果、パーシガス流量が多いほど熱分解炭化速度は遅くなり、500℃程度まではガス化温度が高いほど熱分解炭化速度は速くなることを確認した。
- 2) 模擬ごみを用いた実験では、供試体平均温度が 350℃付近に達した頃にガス中の塩化水素濃度のピーク値が発生していた。
- 3) 発生ガスの挙動は、熱分解状況をよく表しており昇温時の変動が大きかった。

今後は電熱シュミレーション計算を用いて、理論的解析を加えシステム化してゆきたい。

5：参考文献

- 1) 廃棄物学会誌，市民編集C&G 第2号 Vol.9, No2, (1998)
- 2) 向井・釜野・斎藤・萬條・広津・岸井・浅田・川中，第9回機械工学会環境工学総合シンポジウム講演論文集，P113, (1999)
- 3) 定塚・高野・川崎・菊池・井出，生ゴミ等の有機性廃棄物のメタン発酵処理，第2回水環境学会シンポジウム講演集，P154, (1999)
- 4) 飯田・金子，コンポスト化反応における固形物生成，第9回廃棄物学会研究発表会講演論文集，P257, (1998)