

# 都市ごみ焼却灰から発生する水素ガスの有効利用に関する基礎的研究

九州大学工学部 学生会員 ○岡本昌也  
九州大学大学院工学研究院 正会員 小宮哲平  
九州大学大学院工学研究院 フェロー会員 島岡隆行

## 1. はじめに

都市ごみ焼却灰には数%のオーダーで金属アルミニウムが含まれており、金属アルミニウムがアルカリ条件下で水と反応することで水素ガスが発生する。清掃工場灰ピットでの水素ガス爆発に伴う死亡事故など、国内外において焼却灰から水素ガスが発生するということは古くから知られているが、焼却灰からの水素ガス発生メカニズムや発生に及ぼす影響因子は十分に解明されておらず、水素ガスを再生可能なエネルギー源として有効利用する研究や技術開発は確立されていない。本研究では、都市ごみ焼却灰から短時間で最大量の水素ガスを得ることが可能な条件を明らかにすることを目的に、焼却灰と水の攪拌時の温度や攪拌強度が水素ガス発生に及ぼす影響（実験1）、及び清掃工場において後燃焼後に水冷された焼却灰（湿灰）と空冷された焼却灰（乾灰）による水素ガス発生量の違い（実験2）について検討した。

## 2. 研究方法

(1) 試料 K市のK清掃工場にて採取された湿灰及び乾灰（何れも粒径9.5mm以下）を風乾させ、実験に供した。

(2) 実験装置 図-1に実験装置を示す。微生物培養装置（ファーマンタ、MBF-500ME）の容器（5L）の上部にあるガス流出口は塩化ビニルチューブを介して水素ガス濃度センサ（ブルーセンス、BCP-H2）及び微小ガス流量計（ミリガスカウンター、MGC-1 V3PMMA）と接続されている。

(3) 実験方法及び条件 微生物培養装置の容器に所定量の水を入れ、容器内が設定温度に到達するまで待ち、窒素ガスを水中に送気し系内のガスを窒素ガスで置換し、送気停止後ガス流量がゼロになったことを確認の上、容器上部の試料投入口を開け、所定量の焼却灰を投入し、試料投入口を閉じ、攪拌を開始した。実験終了後、容器内に残存するガスを採取し、ガスクロマトグラフィー（検出器:TCD）で水素ガス濃度を測定した。実験1では試料は湿灰、実験期間は12時間とし、表-1に示す温度及び攪拌強度の異なる5通りの実験を行い、水素ガス発生速度が最大となる条件を検討した。実験2では試料は湿灰及び乾灰、実験期間は水素ガスの発生が止まるまでとし、液固比は5、温度は50℃、攪拌強度は600rpmとし、湿灰と乾灰での水素ガス発生速度及び発生量の違いを検討した。

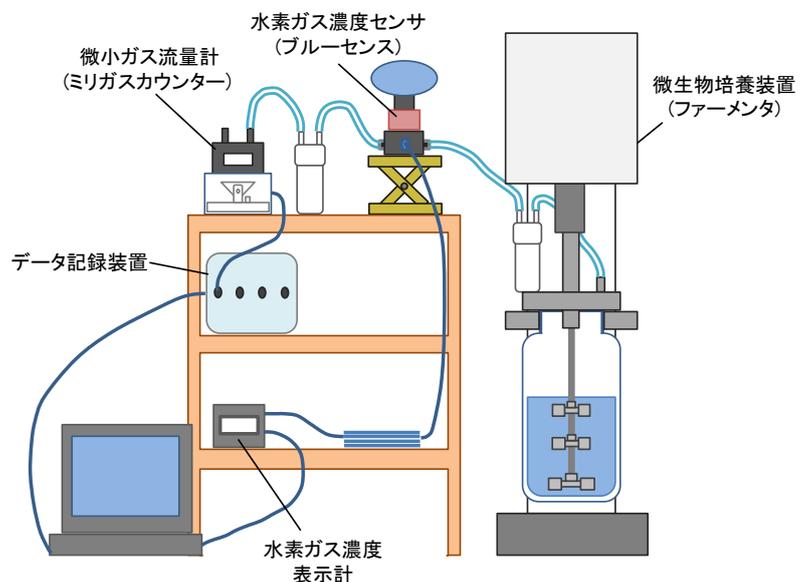


図-1 実験装置概要図

表-1 実験1のケース

実験番号	液固比 (-)	温度 (°C)	攪拌強度 (rpm)
ケース1	5	40	600
ケース2		50	
ケース3		60	
ケース4	50	50	400
ケース5			700

### 3. 結果および考察

#### (1) 水素ガス発生に及ぼす温度及び攪拌強度の影響 (実験 1)

図-2 に微小ガス流量計で測定された積算ガス発生量の経時変化を示す。12 時間経過後においても、積算ガス発生量の勾配は大きく、ガスの発生はまだ継続するものと考えられた。

積算ガス発生量は系内で発生したガスにより系外に押出されたガスの総量であり、流出したガスには水素以外のガス成分(主に窒素)が含まれている。しかし、微小ガス流量計と水素ガス濃度センサの計測値から算出された実験期間中の水素ガスの系外流出量と、実験終了後の微生物培養装置の容器内の水素ガス濃度と系内のガス体積から算出された水素ガスの系内残存量の和は、積算ガス発生量とほぼ一致したことから、発生したガスはほぼ水素 100%であり、積算ガス発生量は積算水素ガス発生量にほぼ等しいと考えられた。

図-3 に最大水素ガス発生速度(図-2 におけるグラフの最大勾配)及び積算水素ガス発生量を示す。最大水素ガス発生速度は温度及び攪拌強度の上昇に伴い増加する傾向が見られた。ただし、温度 50℃と 60℃の間、攪拌強度 600rpm と 700rpm の間で積算水素ガス発生量に大きな差は見られなかった。本実験結果からは、短時間で効率的に水素ガスを得るためには温度 50℃及び攪拌強度 600rpm が適していると考えられた。

#### (2) 湿灰と乾灰による積算水素ガス発生量の違い (実験 2)

図-4 に湿灰と乾灰の積算水素ガス発生量の経時変化を示す。湿灰は 7 日目に、乾灰が 10 日目に水素ガスの発生がほぼ停止した。水素ガス発生速度(経時変化の勾配)を見ると、湿灰では時間とともに水素ガスの発生速度が漸減したのに対し、乾灰では初期に水素ガス発生速度が漸減した後、1 日目頃に再度水素ガス発生速度は急上昇し、その後漸減し続けた。湿灰及び乾灰の積算水素ガス発生量はそれぞれ 5.7 及び 10.2L/kg-ash であり、乾灰の方が約 1.8 倍多かった。より多くの水素ガスを得るには、湿灰よりも乾灰を用いた方がよいことが確認された。

#### 4. まとめ

本実験結果からは、短時間で効率的に水素ガスを得るためには温度 50℃及び攪拌強度 600rpm が適していると考えられた。また、より多くの水素ガスを得るには湿灰よりも乾灰が適していると考えられた。図-4 に示すように水素の発生は、湿灰で 7 日間、乾灰で 10 日間と長時間を要したため、今後はより短期間で最大の量の水素ガスを得るための条件を求めていく予定である。

謝辞：本研究は福岡県リサイクル総合研究事業化センターの支援を受けて実施した研究成果の一部である。ここに記して謝意を表す。

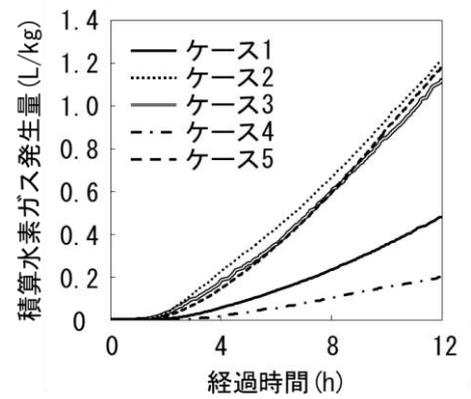


図-2 攪拌強度・攪拌温度による積算水素ガス発生量の経時変化

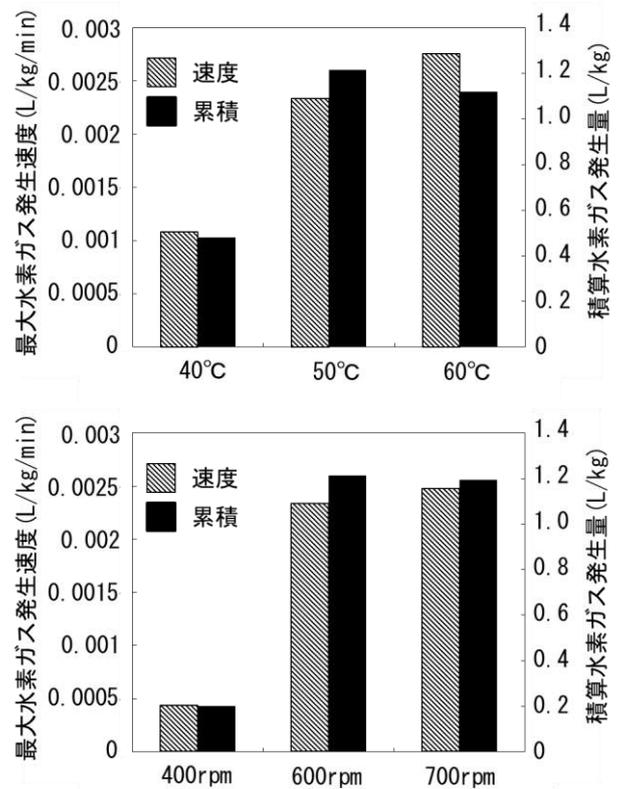


図-3 温度(上)及び攪拌強度(下)による最大水素ガス発生速度及び積算水素ガス発生量

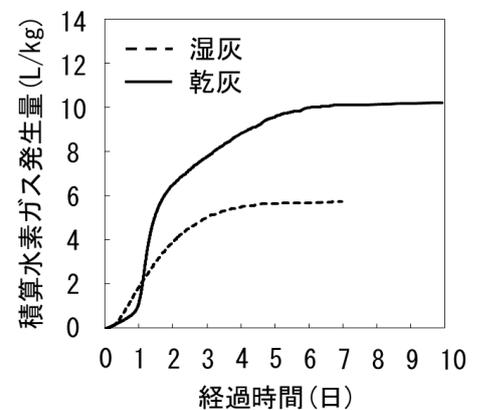


図-4 湿灰・乾灰の積算ガス発生量の経時変化