

氏 名	まつ ざわ よし あき 松 澤 克 明
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3935 号
学位授与の日付	平 成 19 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	エネルギー回収型新規廃棄物処理法に関する研究

論文調査委員	(主 査) 教 授 前 一 廣 教 授 三 浦 孝 一 教 授 田 門 肇
--------	--

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、エネルギー回収型新規廃棄物処理法に関するもので、6章、緒論、総括からなっている。

まず、序論では研究の背景と目的を述べている。地球温暖化、エネルギーセキュリティの観点から、廃棄物からのエネルギー回収の重要性が高まっている中、一般廃棄物からのエネルギー回収方法の現実解として推進されている焼却発電は大都市圏での大規模処理では有効であるものの、地方の小規模焼却炉ではコストメリットが得られず、普及に進展が見られないのが現状であることを踏まえ、この問題を克服する一手段として、一般廃棄物を炭化し、その炭化物を石炭代替燃料として、石炭火力発電所やセメント焼成炉へ利用する方法、ごみという不確定な原料を対象としてごみ炭化物混焼の際の指標の開発、混合物の熱分解特性といった基礎的な反応挙動、工学的なごみ組成推定法、プロセス効率の評価、産業廃棄物を対象としたバイオマスの高効率ガス化技術の開発を目的としている。

第1章では、都市ごみ炭化物を石炭と比較し、燃料としてどの程度の能力を持っているかを評価し、その熱量範囲を詳細に検討している。また、混焼を決定する最大の因子は酸性腐食物質である HCl で、炭化によって HCl が減少し都市ごみよりも石炭との混焼率が増加できること、燃焼性は石炭と同等で、平均的には燃料比を指標として燃焼性を整理できることを明らかにしている。しかし、一方で局所的な燃焼挙動に差異があり、都市ごみ炭化物は石炭に比べて、燃焼初期は燃焼速度が大きい、燃焼後期で小さくなることを見出し、それが都市ごみに含まれる未炭化プラスチックの揮発と灰分中の Ca による不活性炭素の生成に起因することを明らかにしている。

第2章では、都市ごみの熱分解反応挙動を詳細に調べ、主要構成物であるセルロース、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデンの熱分解反応の相互作用を検討した結果、塩素系樹脂がセルロースの反応へ大きく影響を及ぼし、チャー収量を増加させることがわかった。その反応経路は、HCl がセルロースの構成要素であるグルコース環を分解する経路を促進する反応機構で説明できることを示した。

第3章では、燃焼性の品質指標として、第2章で得られた示差熱分析データを用いて、熱分解温度、ごみ組成より、炭化物の燃料比の予測モデルを構築している。次に、20t/d 実証プラントを用いて実際に都市ごみから炭化物を製造し、本予測モデルの妥当性であることを示した。これより、目標とする燃料比となるような炭化温度を本モデルで推定できることを明らかにしている。

第4章では、ラボスケール実験で得られた元素収支データを用いて、新たに確立した炭化プロセスの収支モデルを構築し、ごみ発熱量、熱分解温度をパラメータとした炭化プロセスの成立条件を検討した結果、7MJ/kg 以上の平均的またはそれ以上の発熱量を持つ都市ごみなら、炭化物—石炭火力発電の方が、焼却発電に比べて発電効率が上回ることを明らかにした。これによって提案した新規プロセスの有用性が示されている。

第5章では、炭化物の燃焼灰からの重金属の溶出挙動を調べ、900℃以上の燃焼場で低酸素濃度という条件であれば、重金属の溶出基準を満足する抑制効果が得られること、灰粒子が小さければ更に幅広い操作条件下でも溶出を抑制できることを明らかにしている。

第6章では、一般廃棄物から産業廃棄物へと対象を拡げ、バイオマス系廃棄物からの高効率発電システムとして、気泡式水蒸気ガス化—高速流動層式チャー燃焼プロセスを新たに提案した。具体的には、缶コーヒー製造工程で排出されるコーヒー豆抽出残渣を対象として、パイロットスケールによる試験を実施し、水蒸気ガス化特有の非常に高い発熱量を持つガス化ガスが得られることを確認した。また、ラボ試験データをもとにして、プロセスモデルを提案、構築し、効率などの操業パラメータを予測する手法を確立している。

最後は総括であり、本論文で得られた成果について要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、品質が一定しない一般廃棄物に対して、燃焼性、塩素発生抑制、灰分中の重金属の溶出抑制、エネルギー回収効率の観点から数種の新しい処理法を提案し、最適操作のための新しい操作指標を開発することを目的とした研究の成果についてまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 一般ごみを炭化し発電ボイラーやセメント焼成の燃料として利用する手法を提案し、塩素の除去、既存の石炭利用プロセスへの適用可能なこと、一般ごみからエネルギーを高効率で回収できることを明らかにした。
2. 都市ごみ混合物の熱分解において、塩素系樹脂のセルロースの反応への影響を反応機構に基づいて明らかにした。また、熱分解温度、ごみ組成より、炭化物の燃料比の予測モデルを開発し、その妥当性を 20t/d 実証プラントでの実験により確認し、本予測モデルの妥当性を明らかにした。
3. 元素収支データを用いた収支モデルを新たに構築し、ごみ発熱量、熱分解温度をパラメータとして比較した結果、焼却発電に対して提案した炭化物—石炭火力発電の効率が上回る条件を明らかにしプロセスの有用性を示した。
4. 炭化物の燃焼灰からの重金属の溶出挙動についても検討し、900℃以上、低酸素濃度という操作条件で処理した灰は、重金属の溶出基準を満足することを明らかにした。これより、提案プロセスの燃焼灰をセメント焼成炉へ再利用可能であることを示した。
5. 産業廃棄物であるバイオマス系廃棄物に関する高効率発電システムとして、気泡式水蒸気ガス化—高速流動層式チャー燃焼プロセスを新たに提案し、コーヒー豆抽出残渣のパイロットプラント実験にて、開発した効率などの操業パラメータを予測する手法の妥当性を明らかにした。

以上、本論文は、これまで環境面、エネルギー効率面で課題のあった廃棄物処理技術に対して、数種にわたる新処理法の提案、反応機構に基づく最適操作のための新指標、操作モデルの開発など、新規で有用な知見を多く含んでおり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成18年12月25日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。