

論文審査の結果の要旨

氏名 松本 啓吾

本論文は「バイオマスガス化技術の実用化研究及びエネルギー作物を利用した放射線汚染地域への適用に関する検討」と題し、バイオマスを高効率かつ高付加価値で利用できる技術として部分燃焼ガス化方式に着目して、実機プロセスを設計するためのガス化モデル構築を行うとともに、放射線物質汚染地域でのエネルギー作物によるガス化発電利用によるケーススタディを行った研究であり、全6章から成る。

第1章は緒言であり、研究背景と目的が述べられている。まず、バイオマスガス化プロセスは原料収集コスト等が高いために商用化事例が限られており、プロセス高効率化が重要であること、原料収集から液体燃料や電力事業者までが連携した総合的なバイオマス利用ケース構築の重要性を述べている。次に、これらに対応するために、様々なガス化方式を想定したガス化モデル開発の有効性、原子力発電所事故に伴う放射性物質汚染地域での活用の可能性を述べ、これらの背景を踏まえた本研究の新規性や目的について論じている。

第2章では、噴流床、流動床方式に共通するガス化モデルについて提案し、検討した結果について述べている。バイオマスガス化特性の検討にあたり、特に灰化温度に着目してバイオマス分析方法について検討を行い、JISで定められている灰化温度815°Cでは、バイオマス中に多く含まれるNaやKの濃度が過小評価されることを見出し、600°Cで灰化する方法を提案、有効性を検証している。また、噴流床型ガス化炉をもつ2t/日試験プラントの運転データをもとに、実用機でのガス組成把握に必要なシフト反応進行率とメタン転換率に関するガス化モデルを構築している。

第3章では、チャーリサイクルによる更なるガス化効率向上のため、バイオマスチャーの反応速度について検討した結果について述べている。2t/日試験プラント等で得られたバイオマスチャーについて、管型反応試験炉を用いた反応速度の計測から、ランダムポアモデルにより反応プロファイルが表され、急速熱分解やアルカリ金属炭酸塩の影響のために、既往の研究より反応速度が高いこと、アルカリ金属濃度と反応速度に相関があることを論じている。また、チャーリサイクル系を設計し、実際のガス化プロセスと反応速度が一致することを示すと同時に、商用機を想定したメタノール合成収率の検討を行い、2t/日試験プラントでは20%であったメタノール合成収率が、チャーリサイクル等により40%を超える可能性を示している。

第4章では、エリアンサス等のエネルギー作物栽培およびガス化発電利用による放射性Cs汚染地域の有効活用の可能性の検討を行っている。エリアンサスを用いた基礎ガス化試験の結果、燃焼処理では300~500°Cでも分圧が高いCsNO₃がガス化(還元)状態では分圧が低いため、後流機器へのCs飛散が低減されることが示された。また、第2~

3章で構築したガス化モデルを用いて、エリアンサスのガス化挙動を予測したプロセス検討結果をもとに、汚染がない条件を想定してバイオマスガス化発電事業を行った場合の経済性試算を実施し、プロセスの有効性を明らかにしている。

第5章では、第2~4章の結果を踏まえて浪江町を想定したケーススタディを行っている。栽培条件としては、浪江町の気候条件はエリアンサスの栽培に適しており、保管、乾燥、粉砕といったプロセスに関しても概ね問題が無いことを示す一方、プラント排出灰中のCs濃度が法律上長期保管・管理が必要な8,000Bq/kgを超えるため、灰処分が最も大きなボトルネックとなること、栽培費用について農家の収入面や放射性物質汚染地域という観点から費用が膨らみ、事業性のネックとなる可能性があること、設備各所に堆積する灰やガス化炉耐火材へのCs浸透が、プラント稼働率確保のうえで問題となる可能性があることなどについて論じている。

第6章では、以上の結果を総括すると共に、バイオマスガス化プロセスの実用化や放射性物質汚染地域への適用について、検討課題を含め、今後の展望を述べている。

なお、第2~5章の成果について、論文提出者以外の共著者との連名による論文が発表されているが、論文提出者が主体的に実験・解析・考察を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断される。

以上要するに、本論文はバイオマスガス化におけるバイオマス及びチャーのガス化反応速度、並びに、放射性物質汚染地域でのエネルギー作物中のCs挙動を明らかにしたものであり、実機プラント設計及び放射性物質汚染地域へのガス化プロセス適用可能性を示した点で、反応工学及び環境システム学の進展に大きく貢献するものである。

よって本論文は博士（環境学）の学位請求論文として合格と認められる。

以上 1909 字