

氏名（本籍）	須網 暁（愛知県）
学位の種類	博士（工学）
学位授与番号	甲第524号
学位授与日付	平成29年3月25日
専攻	環境エネルギーシステム工学専攻
学位論文題目	低品位炭素資源の熱的処理によるアップグレード化に関する研究 (Upgrading of low rank carbonaceous resources by thermal treatment)
学位論文審査委員	（主査） 准教授 小林 信介 （副査） 教授 板谷 義紀 教授 守富 寛

### 論文内容の要旨

現在、再生可能エネルギーやカーボンニュートラルな資源のエネルギー利用が望まれており、バイオマスのエネルギー利用に関する研究が盛んに行われている。バイオマス資源には有機性廃棄物も含まれており、近年では汚泥などの廃棄物は低品位炭素資源と位置付けられつつも、低品位炭素資源は化石燃料の供給量に比べて賦存量が少なくこと、高含水率や高い灰分割合でありエネルギー密度が低いこと、窒素や硫黄、様々な不純物質を含んでいることから、そのままの形態では利用が困難であるため、エネルギー利用時にはそれらの諸問題を打開するための革新的な技術が必要とされている。

そのため本研究では、低品位炭素資源のエネルギー利用の観点から、低品位炭素資源を原料とする高付加価値炭化物の製造技術および賦存増量が多く、また発熱量が高い石炭との混合ガス化技術の開発により上記課題の解決を図った。炭化物の製造技術開発においては炭化物の特性および機能性を把握することが重要になり、さらに汚泥等には窒素や硫黄成分が多く含まれるため、炭化時における各成分の挙動を把握する必要がある。一方、低品位炭素資源と石炭の混合プロセスにおいては試料同士の反応場における相互作用やシナジー効果が考えられるため、両試料の混合により得られる熱分解チャーの特性を把握する必要がある。そこで本実験においては、低品位炭素資源の熱分解炭化過程において炭化条件が炭化物の性状に与える影響について実験的に明らかにするとともに、石炭と乾燥汚泥の混合熱分解実験を行い、石炭と汚泥の混合がチャー特性に与える影響について検討を行った。以下に得られた主な成果を示す。

- 1) ラボスケールサイズにおける低品位炭素資源の熱分解炭化実験を行い、各炭化条件が炭化物の性状に与える影響や炭化過程における試料中の窒素および硫黄の分解挙動を明らかにし、汚泥中の窒素は温度に依存して分解が進むのに対して、硫黄は炭化雰囲気中の水蒸気により分解が進行することを明らかにした。
- 2) ロータリーキルンを用いた堆肥化乾燥汚泥の炭化実験を行い、実機から得られる炭化物の性状等の基礎的な知見を明らかにした。また、ラボ実験との結果を比較することでキルン内の雰囲気温度や炉壁面温度と実際に炭化される試料の炭化温度には150–200 Kの温度差が生じることを明らかにするとともに、実規模装置の設備設計に関する指針を明確化した。
- 3) 乾燥汚泥と石炭を混合した熱分解実験を行い、混合試料からチャーを作成し単味チャーとの特性比較を行い、混合の相互作用によりチャー同士の凝集作用が見られ、また混合熱分解時にはチャーの収率や発熱量が向上する等のシナジー効果があることが明らかとなった。
- 4) 混合熱分解により得られたチャーと単味試料から得られるチャーのガス化反応性を比較し、両試料混合時におけるガス化挙動の変化や全体のガス化速度への影響を検討し、混合時における両チャーの細孔表面積の変化や凝集の影響により、混合チャー中における汚泥由来のチャーの反応開始温度を高温側に移動させ、反応速度を低下させることが明らかとなった。また混合ガス化時において汚泥由来の灰成分は石炭チャーのガス化速度への触媒効果が見られ、混合ガス化過程におけ

る全体の炭素転換速度が向上する可能性が明らかとなった。

### 論文審査結果の要旨

現在未利用である低品位炭素資源の資源化，エネルギー化を目的とし，低品位炭素資源である乾燥汚泥の炭化物製造方法を確立し，炭化メカニズムを解明するとともに，乾燥汚泥と石炭の混合ガス化実験を実施し，新たな低品位炭素資源のエネルギー化プロセスについて検討を行っている。

上記のように，本論文は有用な知見を数多く見出しており，新規性，有用性の点で優れていると評価できることから，学位審査委員会は，審査の結果この論文を学位論文に値するものと判定した。

### 最終試験結果の要旨

学位審査会は，提出論文の基礎となる発表論文（査読付論文 2 編）の内容を確認し，平成 29 年 2 月 20 日開催された学位論文公聴会における論文提出者との質疑応答と口頭試問などに基づいて審査を行い，須網氏は博士の学位に相応しい資質を有していることが認められたため，最終試験の結果を合格と判定した。

---

発表論文（論文名、著者、掲載誌名、巻号、ページ）

- 1) 須網暁，小林信介，浜辺久，澤井正和，板谷義紀: 堆肥化乾燥汚泥炭化時の窒素および硫黄成分の挙動,日本機械学会論文集, Vol.81, No.829, 14-00439 (2015)
- 2) 須網暁，小林信介，板谷義紀: 堆肥化乾燥汚泥炭化時の窒素および硫黄成分の挙動,日本エネルギー学会論文集, Vol. 96, No. 1, 8-15 (2017)