



Title	低温酸化プロセスを用いた高水分廃棄物系バイオマスの固形燃料化技術の開発 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	伊藤, 貴則
Citation	北海道大学. 博士(農学) 甲第13327号
Issue Date	2018-09-25
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Takanori_Itoh_review.pdf (審査の要旨)



[Instructions for use](#)

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（農学） 氏名 伊藤 貴則

審査担当者 主査 教授 岩 渕 和 則
副査 教授 野 口 伸
副査 准教授 小 関 成 樹

学位論文題名

低温酸化プロセスを用いた高水分廃棄物系バイオマスの固形燃料化技術の開発

本論文は全5章からなる総頁数74ページの和文論文である。論文には図31、表6、引用文献76が含まれ、別に参考論文1編が添えられている。

本論文は廃棄物系バイオマスを持続的かつ省エネルギーな方法でバイオ固形燃料へと変換し、廃棄物系バイオマスの資源化、エネルギー化に資することを目的としている。

本論文は、循環型社会の形成には、廃棄物系バイオマス資源の活用が重要であるが、含水率や酸素含有率が高く、燃料としての利用が進まないといった短所を克服する手段の一つとして、半炭化、すなわち無酸素もしくは貧酸素環境のもと200–300℃の温度域で適度に熱分解し、炭素含有率の高い固形物、いわゆるバイオ炭を製造する熱化学的変換プロセスと呼ばれる技術に着目し、石炭などの化石資源代替燃料としての利用を目指したものである。

まず最初に、バイオマスの分解温度を従来の半炭化温度よりもはるかに低い、90℃まで温度を下げ、低温度で炭化を行うことにより、低エネルギーでバイオマスの炭化と乾燥を同時に進めるプロセスについて検討を行なっている。ここで採用した方法は、無酸素状態ではなく、低温酸化反応を利用して固体分解を促進させる方法を採用しており、水分63%の乳牛ふんに一定流量の空気を供給しながら90℃一定温度で加熱した結果、約7週間後には暗褐色の炭状の物質が製造され、乳牛ふんの乾燥と分解が同時に進み、CO₂やH₂O、酢酸などが主な分解生成物として検出されている。これらの成分は従来の半炭化においても生成されることが知られており、100℃以下で行われるプロセスを用いた場合でも、200℃以上で行われる半炭化と同様のバイオマス分解が生じることを明らかにしている。それに対し無酸素や乾燥状態では反応が生じず、初期原材料の変化も見られないことから、有酸素かつ湿潤状態の維持が重要であると述べている。反応終了後に回収された残存固形物の元素組成比を調べた結果、乳牛ふんは泥炭に似た物質へとその組成が変化していたが、酸素元素の減少率はわずかであり、かつ炭素含有率や高位発熱量に顕著な変化は認められず、酸化分解による炭素の損失割合に対して、酸素の除去が十分に進まなかったためと考察しており、100℃以下での酸化的プロセスではバイオ炭としての顕著な質向上は見込み難いことを指摘する一方、家畜排泄物を泥炭と似た固体への質的変換と安定化が可能であることを示している。

バイオ炭製造を100℃以下で行う方法では、得られる固形物の炭としての品質が十分でないこと、さらには比較的長期の反応期間が要求されるなどの課題が残ることから、新たに自己昇温反応を用いたバイオ炭製造技術（以下、自己発熱型半炭化法）の開発に着手している。自己発熱型半炭化法は、低温酸化プロセスによりバイオマスを酸化分解し、そこで発生する酸化熱を利用することで200℃以上の半炭化温度域まで試料温度を昇温させて、バイオマスの乾燥と分解を進めるため、バイオマスの乾燥と炭化に必要な熱源を原料内部から生み出し、昇温に必要なエネルギーを節約することができるシステムを構築し提案している。ここでは加圧環境下で空気を連続供給する方法により、バイオマスの自己昇温が開始される最低温度域について調べており、その結果、雰囲気圧力1.0 MPaにおかれた乳牛ふん（含水率63%wb）の場合、85℃以上であれば低温酸化反応により容易に300℃以上の温度域へ到達できる自己昇温反応が誘発されることを見出している。この結果、乳牛ふんは160–170℃の温度域で乾燥され、乾燥状態のバイオ炭が得られており、250–300℃で反応を終了して製造されたバイオ炭は酸素と水素の除去が進み、褐炭と同じ元素組成比になることを明らかにしている。また、乳牛ふんの自己昇温反応において、自己昇温反応を誘発する初期温度は反応速度に影響を及ぼすこと、さらに加圧環境は低温度域での水分蒸発

による熱損失を抑えつつ、安定して試料に酸素供給する役割を担っていることを明らかにしている。ただし、家畜排泄物は、一般に灰分率が高いため、乾物基準の発熱量は乾燥固体よりもやや減少する結果となり、固体の分解を抑えるなど、より燃料としてふさわしいバイオ炭を作成できる条件を見つけ出すことが今後の課題としている。

以上のように、本論文は高水分廃棄物系バイオマスの固形燃料化を進めるため、低温酸化を利用した反応について検討し、主に家畜排泄物を泥炭と似た元素組成比を有する固体への質的変換ならびに安定化が 100 °C 以下で達成されること、そして自己昇温反応を誘発させることにより、褐炭と同じ元素組成比へと変換されることを明らかにしており、これらの知見は半炭化技術における低温酸化プロセス利用の有効性を示すとともに、廃棄物系バイオマスの固形燃料化を省エネルギーで実現できる可能性を大きく広げており、社会的に意義深く、かつ多くの新しい知見および技術について提案した重要な研究成果と判断された。

よって審査員一同は、伊藤貴則氏が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。