

学位（博士）論文要旨
(Doctoral thesis abstract)

論文提出者 Ph. D. Candidate	生物システム応用科学府 生物機能システム科学専攻 博士後期課程 第 2 グループ(Department Course) 平成 31 年度入学(Your Entrance Fiscal Year) 氏名 芦澤 正美 (Your Name(Family, First) and Seal)				
主指導教員 氏名 Chief Advisor's Name	秋澤 淳教授	副指導教員 氏名 Vice Advisor's Name	上田祐樹教授	副指導教員 氏名 Vice Advisor's Name	
論文題目 Title	微粉炭火力発電所における木質バイオマス炭化燃料利用技術に関する研究 Utilization technology of carbonized woody biomass fuel in pulverized coal-fired power plants				

論文要旨 (和文要旨(2000 字程度)または英文要旨(500words))

※欧文・和文どちらでもよい。但し、和文の場合は英訳を付すこと。

Write a summary in Japanese (2000 characters) or in English (500words).

If the abstract is written in Japanese, needed to translate into English.

日本の微粉炭火力発電所は、発電事業者による総発電電力量の約3割を占めており、日本の主力電源のひとつである。この微粉炭火力発電において、国際的な脱炭素化ニーズに応えていくためには、トランジション期も想定し、蒸気条件の高温・高圧化や石炭ガス化複合発電の採用など、高効率化を進めるほか、CO₂回収技術の開発・適用などが考えられる。その一方で、バイオマスはカーボンニュートラルであることから、既存の微粉炭火力でバイオマスを混合燃焼（混焼）する方法もひとつの有効な手段である。しかし、バイオマスは、石炭に比べると発熱量や嵩密度が低いいため、輸送・貯蔵が非効率であるほか、繊維質であることから混合粉碎時に石炭の粉碎性を低下させるなど、微粉炭火力での混焼利用においては、クリアしなければならない幾つかの課題がある。加えて、エネルギーとして利用できるバイオマスの供給力には限界があるため、既存の微粉炭火力でのバイオマス混焼率は、熱量基準で3~4%程度に留まっているケースが多い。木質バイオマスを炭化して高品位化できれば、効率的な輸送が可能となるほか、発熱量や粉碎性を改善でき、微粉炭火力での混焼率を大幅に高められる可能性がある。既往の研究においても、バイオマスを炭化処理することで、石炭と同等の性状に近づけられることなどが報告されている。しかし、微粉炭火力発電所で実用に供するためには、その有効性を実験的に解明するとともに、実運用時に役立つ運転条件などの指標を構築する必要がある。また、その際のCO₂削減効果や経済性に関する実現可能性の評価等が不可欠である。

本研究は、微粉炭火力発電所のCO₂排出量の大幅な削減（現状の約10倍以上の混焼率達成によるCO₂排出量1/10以上の削減）に貢献するため、木質バイオマス炭化燃料の混焼利用を想定し、①-1木質バイオマスの炭化特性を解明し、所定の性状を有する炭化物を安定に製造するための運転管理指標を構築するとともに、①-2粉碎性と燃焼性の優位性を実証すること、②貯蔵時における木質バイオマス炭化物の自己発熱挙動を解明し、微粉炭火力発電所での実運用に資する相対的な（自己発熱性が比較的高く、実際に運用されている亜瀝青炭等との比較による）貯蔵管理条件を示すこと、③木質バイオマス賦存量が豊富な海外で炭化物を製造し、日本へ輸入して利用した際のCO₂排出量と経済性を評価し、実現可能性を評価することを目的とする。

第1章では、本研究の背景や目的として、日本における微粉炭火力発電の位置づけと脱炭素化に向けた取り組みの重要性、脱炭素化に向けた取り組みのひとつとして実施されている、木質バイオマスの混焼とその現状、木質バイオマスを炭化燃料化することの有効性とその際の技術的な課題を整理し、これの解決に向けた本研究の位置づけを示した。

第2章では、木質バイオマスを用いた炭化実験により、炭化特性は、炭化物の固定炭素および炭化物収率との相関係数が高く、炭化物収率が炭化物製造工程における実用的な運転管理指標として有効であることを

示した。また、微粉炭火力発電所用のローラミルに特別な改造を加えることなく、石炭と同等の動力で粉砕処理できること、燃焼性や環境性能も石炭と遜色ないことを証明した。

第3章では、木質バイオマス炭化物の貯蔵時の自己発熱に伴う温度上昇速度は、亜青炭よりも約1.2~2倍高いが、亜青炭の約半分程度であることを実験的に解明し、既に利用実績のある亜青炭の貯蔵時間とCO濃度を運用管理のひとつの目安とすることで、安全サイドに運用できることを明らかにした。また、固定炭素は、炭化物の自己発熱性を相対的に評価する際の重要な管理指標のひとつとなることを明らかにした。

第4章では、炭化ペレットのCO₂排出原単位と発熱量あたりの調達コストは、木質ペレットと同等かそれ以下であることを明らかにした。これは主に、炭化工程で発生する熱分解ガスを有効利用することで、補助燃料(A重油)の消費量を削減できるためである。また、ベトナムの炭化ペレット製造に伴う調達コストは、カナダに比べて大幅に低く、微粉炭火力発電所からのCO₂排出量を削減する手段として費用対効果が高いことを明らかにした。

本研究で得られた結果は、日本のエネルギー安全保障、ならびに電力系統上、重要な位置づけにある微粉炭火力発電所の脱炭素化を進める上で有効な技術選択肢のひとつとして貢献できるものと考えられる。また、バイオマス炭化物は産業用ボイラ等での利用も可能な技術である。日本の脱炭素化に有望な当該技術の普及に向け、今後も貢献していく所存である。

(英訳) ※和文要旨の場合(300 words)

If the abstract is written in Japanese, needed to translate into English.(300 words)

One of the measures used to reduce CO₂ emissions from coal-fired power plants is the co-firing of carbonized woody biomass. In order to contribute to the significant reduction of CO₂ emissions from coal-fired power plants, this study mainly obtained the following results regarding the co-firing use of carbonized woody biomass fuel.

1. The carbonization characteristics of woody biomass were clarified experimentally, and the yield of carbonized biomass was found as an operation control index for stably producing fuel having predetermined properties. In addition, using experimental equipment with the same principle as the actual machine, it was demonstrated that the grindability and combustibility of carbonized biomass were comparable to those of coal.

2. The rate of temperature rise due to self-heating during storage of carbonized woody biomass was about 1.2 to 2 times higher than that of bituminous coal, and about half that of subbituminous coal. It was found that the storage time and CO concentration of subbituminous coal, which has been used in coal-fired power plants, is one of the good guidelines for operation management. As a result, it can be operated on the safe side. It was also clarified that fixed carbon was one of the important control indicators when relatively evaluating the self-heating property of carbonized woody biomass.

3. We found that the CO₂ emission intensity and the procurement cost per calorific value of CP (carbonized pellets) were equal to or less than those of WP (wood pellets). This is mainly because the consumption of Bunker A that is required for CP production can be cur-tailed using the pyrolysis gas generated in the carbonization process as fuel. The procurement cost involved in manufacturing CP in Vietnam was significantly lower than that in Canada. The use of CP manufactured in Vietnam would not affect the cost of the generated electricity, even if the carbonized pellets were blended at high ratio; thus, it was very cost effective as a means of reducing CO₂ emissions from coal-fired power plants.