

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	水熱処理と水洗処理を組み合わせたパーム椰子房からの低カリウム含有ペレット燃料の製造
Title(English)	Low-potassium Content Pellet Fuel Production from Palm Empty Fruit Bunch by Hydrothermal and Washing Co-treatment
著者(和文)	SrikandiNovianti
Author(English)	SRIKANDI NOVIANTI
出典(和文)	学位:博士（工学）, 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10202号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉川 邦夫,高橋 史武,竹下 健二,加茂 徹,時松 宏治
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10202号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Srikandi Novianti		
		氏 名	職 名		氏 名	職 名
論文審査 審査員	主査	吉川 邦夫	教授	審査員	高橋 史武	准教授
	審査員	竹下 健二	教授			
		加茂 徹	連携教授			
		時松 宏治	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Low-potassium Content Pellet Fuel Production from Palm Empty Fruit Bunch by Hydrothermal and Washing Co-treatment」と題し、水熱処理と水洗処理を組み合わせた、パーム椰子房 (EFB) からの高品質のペレット燃料製造を目的として、全 6 章から構成されている。

第 1 章「Introduction」では、最初に、本研究の背景として、再生可能エネルギー源としてのバイオマス利用の重要性が増大していることを指摘し、本研究で取り上げる EFB の組成やエネルギー源としての世界的な供給可能性を概観している。そして、EFB のような、エネルギー密度や嵩密度が低く、燃焼時にボイラー内での灰の付着が起こりやすいバイオマス資源の種々の改質技術について紹介し、水熱処理と水洗処理を組み合わせて EFB から質の高いペレット燃料を製造することが本研究の目的であることを述べ、本論文の構成について紹介している。

第 2 章「Hydrothermal upgrading of palm empty fruit bunch」では、EFB を改質して、価値の高い固体燃料に変換するために、市販の内容積 500mL のオートクレーブ装置を用いた、ラボ規模での水熱処理実験が実施されている。実験では、反応時間を 30 分に固定し、反応温度を変化させて、水熱反応が改質特性にどのような影響を与えるのかが検討されている。実験の結果、水熱処理後の EFB は、炭素含有量とエネルギー密度が増大し、O/C 比と H/C 比が減少して、発熱量が処理前の 17MJ/kg から 20MJ/kg へと増加して、低質の亜歴青炭に近い燃料が得られることが明らかにされている。この改質効果は、反応温度が高いほど大きいことが確認されている。そして、Van Krevelen diagram と FTIR を用いて、水熱反応のメカニズムが検討され、エネルギー収支と灰分の含有量の減少割合を考慮して、商用規模の水熱処理での EFB からの固体燃料の製造においては、180℃の反応温度が最適であると結論している。

第 3 章「Low potassium content fuel production from EFB via hydrothermal treatment and water washing」では、EFB の燃焼時のボイラー内での灰付着を抑えるために、水熱処理と水洗処理の組み合わせによる、EFB からの高効率のカリウム除去が検討されている。水熱処理後の EFB に対して、種々の割合で蒸留水を加えて、60℃で 15 分間、水洗処理を行った結果、主要なカリウム除去効果は水熱処理にあるものの、水洗処理を加えることで、92%のカリウム除去率が得られたことが報告されている。また、水熱処理と水洗処理の組み合わせにより、EFB 中の灰分及び塩素も、それぞれ 0.9%と 0.19%にまで低減できることが示されている。実験結果から、EFB からのカリウム除去については、180℃が最適な水熱処理温度であると結論している。

第 4 章「Pelletized fuel production from hydrothermally treated EFB and washed hydrothermally treated EFB」では、EFB から製造される固体燃料の密度を高め、可搬性を向上させるために、未処理の EFB、水熱処理後の EFB (ハイドロチャー) ならびに、水洗処理を行ったハイドロチャーのそれぞれのペレット化が実施されている。ペレット化は、常温の下、30 秒間、150MPa の圧力をかけて行われ、生成された各ペレットの物理的特性、機械的強度、耐久性ならびに疎水性が比較・評価されている。また、ペレット内での粒子の結合機構を明らかにするために、SEM 分析も実施されている。その結果、水洗処理されたハイドロチャーのペレットが、未処理の EFB のペレットやハイドロチャーのペレットに比べて、機械的強度と耐久性に優れていることが見出されている。このペレットは、水分にさらされた時の疎水性にも優れているものの、ペレット製造に必要な圧縮エネルギーの値が高いことも報告されている。分析結果から、水熱処理と水洗処理による EFB の組成変化が、ペレット化挙動を支配し、ペレット化の際の結合機構に影響を与えることが明らかにされ、水熱処理、水洗処理ならびにペレット化の各処理を組み合わせることによって、EFB から、クリーンで、エネルギー密度が高く、均一で、耐久性と疎水性に優れたペレット燃料の製造が可能であると結論している。

第 5 章「Evaluation of the leachates for the agricultural purpose」では、水熱処理後の EFB の水洗プロセスで得られるカリウムを多く含む脱離液の肥料としての利用可能性が評価されている。脱離液中の主要な肥料要素の濃度と pH ならびに電気伝導度が測定され、発芽試験によって、植物毒性の評価も行われている。その結果、この脱離液は、有機栄養素の補助供給資材として利用できるが、植物毒性を抑えるための水による適切な希釈が必要であると結論されている。

第 6 章「Conclusions and recommendations」では、得られた成果の総括と、今後の研究の展望が述べられている。

以上、本論文で行われた研究では、水熱処理と水洗処理ならびにペレット化を組み合わせることによって、カリウム含有量の低い、高品質のペレット燃料を EFB から製造でき、洗浄液も肥料として利用可能であることが示されており、工学的に重要な貢献があると認められ、博士 (工学) の学位論文として価値あるものと判断する。