

九州工業大学学術機関リポジトリ



Title	Study on Biochar Production from Empty Fruit Bunch Biomass Under Self-Sustained Carbonization for the Development of Yamasen Carbonization Oven
Author(s)	Juferi Bin Idris
Issue Date	2015-03-25
URL	http://hdl.handle.net/10228/5384
Rights	

氏名・（本籍）	JUFERI BIN IDRIS（マレーシア）		
学位の種類	博士（工学）		
学位記番号	生工博甲第236号		
学位授与の日付	平成27年3月25日		
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当		
学位論文題目	STUDY ON BIOCHAR PRODUCTION FROM EMPTY FRUIT BUNCH BIOMASS UNDER SELF-SUSTAINED CARBONIZATION FOR THE DEVELOPMENT OF YAMASEN CARBONIZATION OVEN (自己燃焼下におけるアブラヤシの空果房炭化に関する研究と山仙式炭化法によるバイオチャーの製造)		
論文審査委員会	委員長	教授	篠崎 信也
		〃	石黒 博
		〃	春山 哲也
		〃	鳥井 正史
		〃	内藤 正路

学位論文内容の要旨

本研究は自己燃焼下におけるアブラヤシ空果房(OPEFB)の炭化に関する研究であり、山仙式炭化炉という我が国で開発された廉価、高生産性の汎用炭化法の工学的基礎の提供に関する。本論文は全部で6章よりなる。

第1章は序論である。ここでは、マレーシア・パームオイル産業とその問題点、余剰バイオマスを廉価、効率的な自己燃焼炭化法で炭化するための既往論文の調査とそれらに基づく本研究の目的が述べられている。

第2章は基礎実験のためのパイロット規模の炉（容量 30kg）を用い、OPEFB の自己燃焼炭化における温度分布、種々のガス発生について検討している。試料としては3種類の異なるサイズのOPEFB 粉砕物 (100-150nm, 30-99nm, 29 mm 以下) 自然気流と強制気流(空気量一定)条件の下、実験がなされた。自然気流、強制気流の条件各々において、全ての OPEFB 粒子径において、最高温度はそれぞれ、417-580 と 493-564 °C であった。これらの温度帯はすべて良好な炭化が起こる温度範囲である。CO₂, CO, CH₄ 等、炭化に伴い生成するガスは、すべてのOPEFB 粒子径において、外部過熱方式の炭化法よりも少ないことが確認できた。さらに、SO₂, HCl, NO_x, PM10)等についても規制値以下であった。これら結果より、工業的に広く利用されている外部加熱型炭化炉でなくとも十分に良質の炭が生成されることが示唆された。

第3章では、OPEFB 粒子径と気流ガス流速の炭化収率と炭化物の品質について、30kg 容量のパイロット炭化炉を用いて検討されている。まず、生成炭化物の回収温度を< 500, < 300, < 30 °Cです

すべてのバイオマス粒径における自然気流速度的影響について、 < 500 °Cで炭化物を取りだし、しかも、最も大きな粒子径の(100-150 mm)の際に最大の炭化物収率(23-25%)と品質(発熱量, CV: 22.6-24.7 MJ/kg)が観察されている。また、一定の気流速度においても、最も大きな粒子径(100-150 mm)の際に最大の炭化収率(25-27%)が得られ、 < 500 °Cでの炭化物取り出しにより、自然気流と同等の炭化物発熱量を記録した(23.0-24.4 MJ/kg)。これらの値は外部加熱型の炭化装置と遜色のない結果であることが報告されている。すなわち、廉価な自己熱利用の炭化装置でも十分に高品質の炭化物が問題のない収率で得られることがわかった。さらに、カルシウムやリンといった肥料成分が炭化物内で大きく濃縮されることもわかった。この点は、炭を燃料だけでなく、土壌改良剤や有機肥料としても有効性があることを示唆している。

第4章では山仙式炭化炉の工学的合理性に基づく開発のための研究について述べられている。そのため、大型の OPEFB 用の自己熱炭化炉(容量3トン)をマレーシア・プトラ大学内に設置し、実験が行われた。その結果、炉を粉砕 OPEFB で覆うタイプと上部を鉄板で覆い、気流ガス速度を調整するようにした。試料としては粉砕 OPEFB と粉砕しない OPEFB を用いた。その結果、それぞれの炭化温度帯はいずれも 583-695 °C の範囲に入り、良好に炭化できる温度帯であった。また、品質としての熱量も、それぞれ、21.9-24.3MJ/kg と 19.6-22.9 MJ/kg、と基礎実験の結果と大きな差は認められなかった。以上より、基礎実験の結果は、十分、山仙式平窯炉の OPEFB の最適運転等の検討に役立つことが示唆された。

第5章は、OPEFB をバイオ燃料として利用する場合、そのままブリケットとして利用する場合と今回の手法を用いて炭化した場合の投入エネルギーと発生エネルギーの割合について検討されている。ここで炭化は OPEFB を粉砕した場合とそのまま炭化した場合を比較している。すなわち、粉砕やブリケット製造には外部からのエネルギーが必要である。また、バイオマスそのままの場合、熱量そのものが低い上、輸送のエネルギーも必要である。検討の結果、粉砕 OPEFB の炭化、OPEFB のままの炭化物、OPEFB そのものを燃料にした場合、生成エネルギーと投入エネルギーの比は 12、15、8 と OPEFB そのままの炭化物が最も効率的であることがわかった。

最終6章は結論と研究成果が示されている。本研究を通じ、山仙式炭化法は効率的で他の外部加熱式の高価な炭化法と比較しても収率的にも品質的にも遜色ないことがわかった。これにより、単純で、作業が容易で、省エネルギーな炭化法として、今後、開発途上国等での普及が期待される。

学位論文審査の結果の要旨

本論文に関し、論文調査委員より、平窯炉における空気の制御法、平窯の構造の変化による炭品質への影響、平窯の位置における炭品質への影響、大規模炭化炉の操作法の研究における小型炭化実験装置の役割の本質等、多岐にわたる質問があった。いずれについても著者から十分な回答があり、質問者各々の納得を得た。また、公聴会では、生命体工学研究科の学生を中心に約 20 名の出席があった。40 分間の発表の後、30 分間の質疑応答があり、その中、多く

の質問がなされたが、いずれも著者の説明によって質問者の理解が得られた。

以上により、論文調査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文が博士（工学）の学位に十分値するものであると判断した。