

木質バイオマス低温炭化処理による輸送性向上の検討 Improvement in the transportability by woody biomass low-temperature carbonization processing

○学 足立眞理子, 長瀬桃子, 小林孝太郎, 正 中込 秀樹 (千葉大学)

Mariko Adachi, Momoko Nagase, Kohtaroh Kobayashi, and Hideki Nakagome, Chiba University

Japanese electric power companies and those enterprises with their own electricity generating plant are using generating practices based on the mixed combustion, combining woody biomass with fossil fuels such as coal. It is perceived as an effective usage of unused forest resources, but there are two problems concerning flammability and transportability. The higher relative cost of transporting material of lower calorific value, wood chips have very low transport efficiency compared with coal or coke. This research performed an evaluation of carbonization temperature and transportability in order to examine the validity of low-temperature carbonized fuel, as a method of solving simultaneously these two problems so that the wood chips have potential as pulverized-coal-firing power generation fuel.

Key Words: pulverized-coal-firing power generation, mixed combustion, woody biomass, low-temperature carbonization, transportability,

1. 緒言

近年、地球温暖化問題の対策案のひとつとして、カーボンニュートラルという特色をもつバイオマスエネルギーの活用に関心が集まっている。電力会社や発電施設を持つ企業でも、木質バイオマスを石炭などの化石燃料と混合し、燃焼発電する取り組みがなされている。一方、林業活性化や雇用創出の観点でも、森林系バイオマスの利活用の促進が強く求められている。

千葉県東部に位置する山武市では、「サンプスギ」というこの地域特有の杉が広く分布しているが、サンプスギ林の8割以上が「非赤枯性溝腐病」にかかっており、木の中心に大きな溝ができるため建築材として使用できず、木材価値の低下を招いている。森林の手入れがされていないと更に被害が拡大してしまうため、木を山から切り出すことが重要である。本研究では、病害木の利用方法のひとつとして、大量に需要のある発電所にバイオマスを運搬し燃料として使用することを想定する。

バイオマスの輸送性向上のためには、資源供給地にて前処理を行い、エネルギー密度の高いバイオマスを空隙の少ない状態で輸送することが望ましい[1]。そこで、木材を低温(450℃以下)で炭化し、チップ燃料を運搬・使用する場合との投入・輸送エネルギーを比較して評価する。また、エネルギー損失が最小となる半炭化温度を探る。

2. 実験概要

試料は山武市産サンプスギ健康木立方体試料を用いた。実験装置の概略図を図1に、各実験の試料重量・体積と温度条件を表1に示す。反応器に試料を充填し窒素置換後電氣管状炉で昇温開始する。昇温開始後は反応器外側温度を各設定温度まで昇温させ10分保持し、加熱を終了する。1分毎に試料中心温度、試料外側温度、ガス出口温度、設定温度を記録した。加熱によって発生したガスは、冷却管で冷却され、液体生成物は分解油として過ビンに溜められる。液体にならなかった成分はガスバッグに捕集し、GCにより分析を行ってから、生成ガス流量を乾式流量計にて測定した。また、実験後に炭化物重量と体積、高位発熱量を測定した。

昇温パターンは2種類設定し、パターン1(P1)の昇温速度は5℃/min、パターン2(P2)の昇温速度は、昇温開始か

ら30分間は1℃/min、次の30分間は2.33…℃/min、その後実験終了までは3.33…℃/minとした。全9回の実験を行った。

実験NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
試料質量(g)	9.89	9.78	9.33	10.3	12.1	10.9	12.3	11.4	12.2
試料体積(立方cm)	22	22	19.7	22	22	17.5	18.9	17	18.8
昇温パターン	P1					P2			
設定温度(℃)	250	270	275	295	310	250	267	273	300
試料中心温度(℃)	270	310	330	430	450	290	310	390	420

表1. 実験試料と温度条件

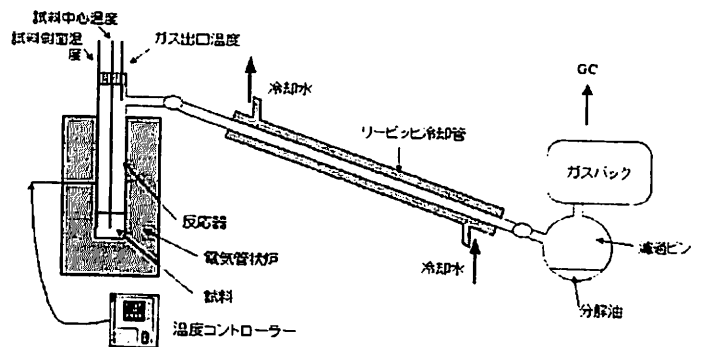


図1. 実験装置概略図

3. 実験結果

各実験の生成物収率を図2に示す。炭化物収率は、P1,P2ともに200℃台の実験では70%後半であるが、400℃台の実験では30%後半にまで減少している。それと同時に、高温域ほど留出液の収率が高くなっている。次に、炭化物発熱量を図3に示す。炭化温度が高温になるにつれ、炭化物の総発熱量も大きくなる傾向がある。420℃を越えたあたりからグラフの傾きが緩やかになることから、高温での炭化ほど、炭化温度上昇に対する総発熱量増加割合が小さくなることがわかる。

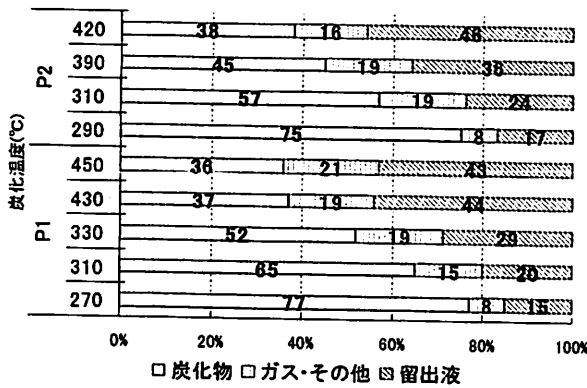


図2. 各実験の生成物収率

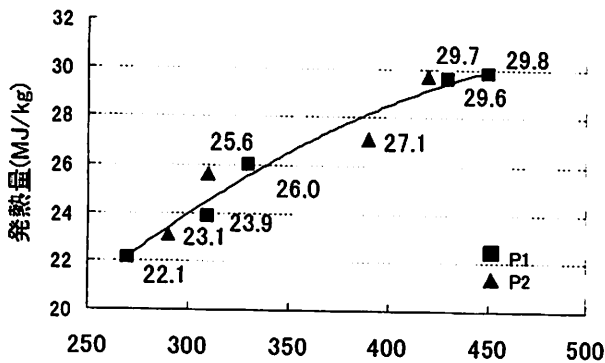


図3. 各実験の試料中心最高温度と炭化物総発熱量

4. 考察

山武市にて木質バイオマスを炭化・チップ化し、同じ発熱量分の燃料を発電所まで1回運搬する場合の、エネルギー損失割合Lを算出、比較した。結果を図4. に、Lの内訳を図5. に示す。
 発電所で20万MJのエネルギーが必要だと仮定し、要求エネルギーDとした。エネルギー量Dの炭化物を生成するために必要な炭化エネルギー量をCP、それを輸送する際のエネルギー量をCTとする。10tトラックでの陸上輸送を想定し、輸送には軽油[37.7MJ/L]を使用することとした。また、計算式は以下を用いた[1]。

$$C_p = \frac{0.117D}{E_{Y_M}} + \frac{0.042D}{E_{Y_M}} + \frac{0.25077D}{E_{Y_M}} + \frac{D(T-110)}{1000E_{Y_M}}$$

木質バイオマスと含水質量の顕熱量(20~110°C) 水の蒸発潜熱量 揮発ガスと残炭分の顕熱量(110~T°C)

(E:炭化物高位発熱量[MJ/kg] YM:炭化物収率 T:炭化温度[°C])

$$C_T = m \times d \times C_M \times 37.7$$

(m:貨物重量[t] d:輸送距離[90km] C_M:燃料使用原単位[0.0421L/t・km])

$$\text{エネルギー損失割合 } L = \frac{C_p + C_T}{D}$$

図4. より、チップよりもエネルギー損失割合(L)が小さくなったのは、P1 270°C、310°C、330°C、P2 290°C、310°Cである。また、チップと同程度となったのはP2 390°Cである。390°Cより高温になると、Lはチップよりも大きくなる。収率でみると45%以上でチップと同程度以下になるという結果になった。また、昇温速度による違いはみられなかった。炭化物中で最もLが小さいP2 290°Cとチップを比較すると、L値は炭化物のほうが0.0204小さい。消費エネルギー差は4090MJであり、37.3%のエネルギー削減である。さらに、輸送燃料である軽油に換算すると108.5Lに値する。(P2 290°Cの炭化物を1回運搬する際に必要な軽油は、往路で20Lである。)

また、図5. よりチップではLの約3割を輸送エネルギーが占めている。炭化物では炭化温度による輸送エネルギーの差は小さいが、炭化エネルギーは炭化温度上昇に伴い増加していることがわかる。

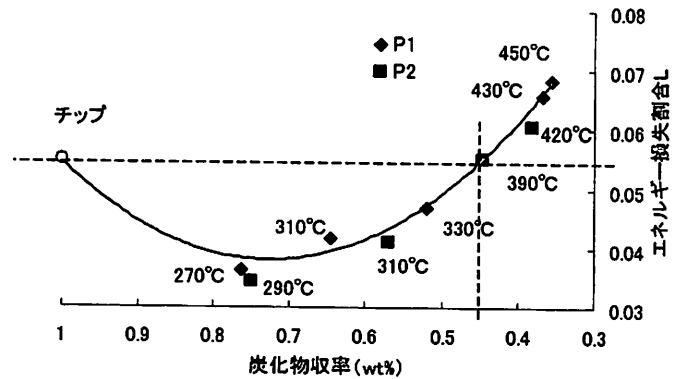


図4. 炭化物収率とエネルギー損失割合

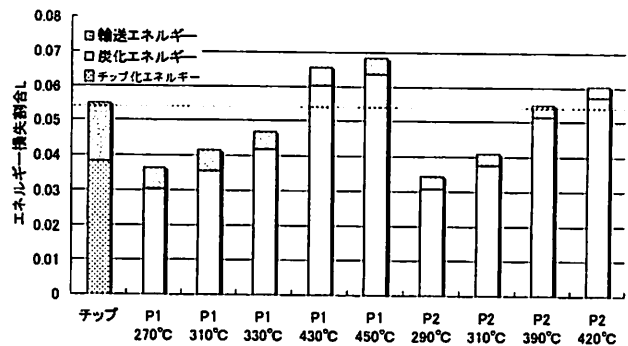


図5. エネルギー損失割合内訳

5. まとめ

本研究では温度条件を変えて木質バイオマスの炭化実験をし、そのデータを用いて千葉県山武市から川崎まで約90kmを10t車で輸送することを想定したエネルギー損失割合を算出し、チップ燃料の場合と比較した。その結果、P2 290°C、P1 270°C炭化物を生成・輸送した場合、チップ燃料に比べエネルギーが削減できることがわかった。

6. 参考文献

[1] 澤井 徹 他: “木質バイオマスの粉碎エネルギーと輸送性評価に及ぼす半炭化熱分解の影響”, 高温学会誌, 34, 4, pp171-177