


論文内容要旨 (和文)

氏名 大竹 哲也 

論文題目 炭化による廃木材の高度利用

現在、木材が丸太、製材、合単板として年間 3,396 万 m^3 、木材チップおよびパルプが 3,241 万 m^3 輸入されている。この他に日本国内において丸太が 864 万 t 生産されており、このうち製紙用途の木材チップおよびパルプを除いたものがやがて廃木材として排出される。

廃木材の再利用状況として、1,200 万 t 年の木材を消費する建築を例に述べる。建築廃棄物は建築リサイクル法により再利用が推奨されているが、把握されている建築廃木材量は年間約 460 万 t と少なく、その再利用率も 6 割程度である。回収率、再利用率、ともに低い原因として、高い付加価値を持った廃木材の利用方法がない事があげられる。廃木材の再生品として木材チップが生産されているが、その利用は成型ボード原料、畜産における敷料などと限られている。

また家屋の土台部分に使用される防腐処理木材の存在が、建築廃木材の再利用を困難なものにしている。木材防腐剤として 1965 年から約 30 年使用された CCA 木材防腐剤は、銅、クロム、砒素を含有している。現在日本国内で CCA 処理木材は生産されていないが、今後長期間にわたって排出されることが予想され、防腐処理木材廃棄物からの有害物質の放散が懸念される。そのため有害な化学物質を含んだ廃木材の再利用方法の開発が求められている。

以上の問題を解決できる社会的な流れとして、廃木材をバイオマスエネルギーとして積極的に利用する試みがあげられる。平成 14 年に閣議決定されたバイオマスニッポン総合戦略では、バイオマス廃棄物の質に応じて材料やエネルギーとして余すところなく利用する「バイオマスリファイナリー」の必要性が提言された。廃木材の排出量は 1,480 万 t と見積られており、木材の元素組成からその発熱量を 20 GJ/t とすれば、そのエネルギー総量は 296 PJ であり国内エネルギー総供給量 23.0 EJ(1999 年度)の約 1.3 % を占める。バイオマスエネルギーは、発生する二酸化炭素がバイオマスの再生産に使用されると見なされており、カーボンフリーなエネルギーである。平成 17 年に発効した COP3 京都議定書で日本は 1990 年を基準として 6 % の CO_2 排出削減を公約したが、廃木材のエネルギー利用はその公約実現のための有効な手段の一つである。バイオマスリファイナリーを構築するためには、各要素技術の開発が必要となる。また廃木材は広範囲に薄く分布しており大規模収集が困難なため、その発生場所近辺で適応できる利活用技術の開発が求められる。

以上の背景から、本研究では木質バイオマスの炭化による新たな再利用方法の開発、および

その組み合わせによる木質バイオマス利活用システムの構築を目的とした。炭化は小規模な施設で操業が可能のため、廃木材のような広範囲に分布した資源にも対応できる。また木炭は生物分解を受けないため炭素の形態で二酸化炭素を貯留する事ができ、さらに石炭工業技術の適応により化学原料として化石資源代替効果が期待できる。炭化による廃木材利活用技術の開発、ならびに利活用システム構築の検討を行ったところ、以下に示す結果が得られた。

1. 建築廃木材を構成する針葉樹から調製した木炭と、廃糖液をバインダーに使用した成型木炭の開発を行った。密度の低い針葉樹炭を粉砕し再成型を行うことで、燃焼特性の改質を行う事ができた。またバインダー炭化物が、成型木炭の燃焼特性および機械的強度に大きな影響を与えている事が確認できた。

2. 建築廃木材から調製した調湿用木炭の性能向上のため、親水性高分子の被覆による吸放湿特性の改良を検討した。その結果、原料木炭と比較して数倍の調湿能力を持った調湿用木炭が得られる事がわかった。


3. CCA 薬剤防腐処理木材の、触媒としての利用を検討した。メタノール分解反応およびメタノール水蒸気改質反応を対象に実験を行った。その結果 CCA 処理木材炭化物は金属濃度が低いこと、その分散性が良くないことなどから高い触媒活性は得られなかった。しかし木材への銅の担持処理により、高い触媒活性を示す木炭を得る事ができた。

4. 廃木材の最終処理を兼ねたエネルギー生産のため、木炭のガス化反応特性を検討した。また CCA 防腐処理木材に含まれる金属類が、木炭のガス化特性におよぼす影響の確認を行った。その結果防腐処理木材に含まれている銅が、ガス化反応に対し触媒活性を持っている事が明らかとなった。

5. 低品質廃木材の利用法として、金属含有廃液の吸収材および還元剤としての利用を検討した。塩化銅水溶液を含浸した木材から得られた炭化物のガス化により、純度 95 wt% の銅粒子を得る事ができた。この事から廃木材の減容積と金属含有廃液処理を併せ持った、廃棄物の組み合わせによる有償物の回収方法の構築が可能であることが明らかとなった。

6. 本研究で検討した廃木材の利活用技術と、既存の技術を組み合わせた木質バイオマス利活用システムの構築を行った。またこの利活用システムを核にした木質バイオマスによる炭素循環システムの提案を行った。

論文内容要旨 (英文)

氏名 大竹哲也 

論文題目 Advanced utilization of waste wood by carbonization

Recently, in Japan, large quantities of waste wood have been discarded without effective utilization. For example, the architectural industries consume the timber of 12 million tons/year and the 4.6 million tons/year of waste wood are yielded. The architectural waste woods are required to recycle, however, the recycling rate of those waste wood is only about 60% because of restricted effective reuse route of waste woods. Additionally, the timbers treated with wood preservative, which is toxic chemicals, are included in the architectural waste woods. This is one of the reasons for a lower reuse rate of the architectural waste woods.

The woody biomass is the fixed solar energy through water and carbon dioxide so that the woody biomass will be finally converted to raw materials, water and carbon dioxide, with energy releasing after use as materials. For advanced utilization of waste woods, a cascade utilization system from material use to energy use by carbonization process is proposed.

Some effective recycling routes of waste woods by carbonization processing were examined ; 1) production of charcoal briquette from waste wood charcoal, 2) production of humidity control material from waste wood charcoal, 3) use for metal recovery material from waste solutions by reducing, 4) characterization of gasification properties of waste wood treated by preservative. In addition, a total recycling system of woody biomass was proposed by connecting these results obtained in this study.

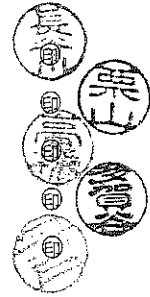
学位論文の審査及び学力確認の結果の要旨

平成 20年 8月 11日

理工学研究科長 殿

論文博士論文審査委員会

主査 長谷川 政裕
副査 栗山 雅文
副査 高橋 幸司
副査 多賀谷 英幸
副査 宍戸 昌広



学位論文の審査及び学力確認の結果を下記のとおり報告します。

記

1. 論文申請者

氏名 大竹 哲也

2. 論文題目 (外国語の場合は, その和訳を併記する。)

炭化による廃木材の高度利用

3. 審査年月日

論文審査 平成 20年 7月 23日 ~ 平成 20年 8月 11日
論文公聴会 平成 20年 8月 11日
場所 山形大学工学部3号館2307号室
学力確認 平成 20年 8月 11日

4. 学位論文の審査及び学力確認の結果 (「合格」・「不合格」で記入する。)

(1) 学位論文審査 合格
(2) 学力確認 合格

5. 学位論文の審査結果の要旨 (1,200字程度)

別紙のとおり

6. 学力確認の結果の要旨

別紙のとおり

別紙

氏名	大竹 哲也
学位論文の審査結果の要旨	
<p>本論文は全9章から構成されている。</p> <p>第1章では本研究の背景と目的、および論文の概要を述べている。</p> <p>第2章では国内における木材の供給量と廃棄物の利活用状況を調査し、問題点を明らかにするとともに、廃木材炭利用の既往の研究について調査し、本研究の立場を明確にしている。</p> <p>第3章では建築廃木材に多く含まれている針葉樹から調製した木炭と、廃棄物由来のバインダーから成型木炭を開発した。針葉樹から得られる密度の低い木炭を粉砕し再成型を行うことで、木炭の燃焼特性コントロールを試み、備長炭に代表される調理用白炭代替品の開発、ならびに針葉樹木炭の新たな用途開発を行った。</p> <p>第4章では建築廃木材から調製した木炭から高性能調湿材を調製するために、木炭と親水性高分子の組み合わせによる調湿性能の向上を検討している。木炭への親水性高分子の担持処理により高性能調湿材を調製し、廃木材炭化物の用途拡大に寄与する製品を開発した。</p> <p>第5章では建築廃木材に含まれる重金属含有防腐剤により処理された、防腐加工木材の新規利用方法の開発を行った。金属を含有した木材を炭化することで、金属を分散担持した木炭を得ている。これは金属担持炭素触媒と類似の構造であることから、金属分散木炭の触媒活性の確認、およびその性能について検討している。</p> <p>第6章では廃木材の最終処理とエネルギーへの変換を目的に、二酸化炭素をガス化剤に用いた木炭のガス化特性を検討している。これより防腐処理木材に含まれる金属類がガス化反応に触媒活性を示すことを明らかにし、また防腐剤由来金属の挙動について検討している。</p> <p>第7章では低品質廃木材の利用方法として、木材の金属含有廃液吸収材および還元剤としての利用を検討している。これにより木質バイオマス廃棄物の減容と金属含有廃液処理を併せ持った、廃棄物のみの組み合わせによる有価物回収方法の構築を行っている。</p> <p>第8章では各章で検討した木質バイオマスの利活用技術と、既存の技術を組み合わせた木質バイオマス利活用モデルを提案している。この利活用モデルを中核に、木質バイオマスおよび他の廃棄物を利用した物質循環システム構築について論じている。</p> <p>第9章では各章の研究によって得られた結論を要約し、本論文の総括を行っている。</p> <p>本研究の成果は学術論文誌に3編掲載されており、他に本論文の内容から特許が2件登録されている。</p> <p>以上のように、本論文は、地球環境の保全にも密接に関連する要素技術の開発と、それらを組み合わせた、持続的発展を可能にする廃木材の高度利用システムの提案に関するものであり、工業的ならびに社会的にも大きな意義がある。よって博士(工学)の学位取得に関して、合格と判定する。</p>	
学力確認の結果の要旨	
<p>博士論文公聴会における研究内容と関連事項に関する質疑応答ならびに個別面接試験で審査を行った結果、論文内容、関連する基礎的学力ならびに語学力などについて博士(工学)の学位に必要なとされる基準を満たしているものと認め、合格と判定する。</p>	