



Title	CCA木材の処理とリサイクルに関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	阿賀, 裕英
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11901号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58841
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Hirohide_Aga_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（工学） 氏名 阿賀 裕英

学 位 論 文 題 名

CCA 木材の処理とリサイクルに関する研究

(Studies on treatment and recycling systems of CCA-treated wood)

CCA(クロム・銅・ヒ素化合物系木材保存剤の略称)は、1960 年前後から世界中に広く普及した木材保存剤で、その有害性から先進国を中心に規制などで市場は大きく縮小する流れにあるものの、これまで供用されてきた CCA 木材が老朽化等で廃棄されつつあり、その適正処理が世界的に大きな課題となっている。国内では今後、解体住宅からの CCA 処理土台だけで年間およそ 20 万 m³ 余りもの排出が見込まれており、有効なリサイクル技術が確立されていないことから、建設リサイクル法基本方針では「分別して焼却又は埋立を適正に行う必要がある。」とされている。しかしながら一般的な産廃焼却施設での焼却や埋立処理の適正性については情報に乏しい。さらには、CCA 木材の分別に強制力がないことから、不十分な分別によるボイラー燃料や家畜敷料等への混入が懸念されており、実態把握もほとんどされていない状況にある。これらの実態を明らかにして問題があれば改善を図ることはもちろん、リサイクル技術の早期確立がこれらの問題改善につながるほか、資源の循環利用という観点からも重要であり、建設リサイクル法基本方針においてもその必要性が明記されている。そこで本研究では、CCA 木材の処理の現状と課題を明らかにして改善策を提案するのみならず、処理・リサイクル技術についても検討を行い、CCA 木材の発生・分別段階から処理・リサイクルに至るまでの一貫した適正処理システムを提案する。

第 1 章では、本研究の背景と目的について述べた。今後も大量の排出と不適正な処理が予想される CCA 木材を適正な処理・リサイクルシステムへ導くため、現行処理の適正性について焼却試験や溶出試験を行って検討するほか、分別処理状況をアンケート調査やサンプル調査等で明らかにし、問題点があれば改善策を提案すること、処理・リサイクル技術について、重金属除去条件の検討を行うほか、木質バイオマスと副産物のリサイクル実用化に向けた実験的・経済的検討を行って、処理・リサイクルシステムを提案することを目的とした。

第 2 章では、CCA 木材の廃棄処理に係る法規制と現行の処理に係る課題について、文献調査を中心に整理し、国内外ともに不十分な法規制のため、ボイラー燃料や家畜敷料などへの混入や、分別されて廃棄処理される場合も、必要な対策が不十分あるいは不明確で、環境汚染が懸念される実態があり、国内では実態調査がほとんど行われていないことが分かった。CCA 木材の処理・リサイクル技術については、これまで世界的には様々な研究が行われているが、環境汚染リスクの低い溶媒抽出処理法については、コストなどの課題から実用化の報告例はなく、本研究で提案するような木質バイオマスと金属成分双方の資源化に至るまで、一貫した処理・リサイクルシステムとして検討している研究例も無いことを述べた。

第 3 章では、まず現行の焼却や埋立処理の適正性を判断するため、既存産廃焼却施設における焼却試験や、焼却前後の溶出試験を行った。焼却試験からは、バグフィルター出口でヒ素が 1.152mg/Nm³ 検出され、国内では排ガス規制値が設定されていないので EU の排ガス規制値 (0.5mg/m³) と比較するとこれを大きく上回るほか、既報試験例 (0.0040 mg/Nm³) との差があり、排ガス処理設備の性能によっては支障の可能性あるレベルでヒ素が揮散することが分かった。また、溶出試験からは、焼却の有無によらず参考値ながらヒ素が特別管理産業廃棄物の該当基準 (0.3mg/l) を大幅に上回る 2.31~8.24mg/l 溶出したほか、炉床残渣からは六価クロムも同基準 (1.5mg/l) をはるかに上回る 241mg/l 溶出した。したがって管理型最終処分場への埋立にあたっては不溶化処理が必要

であるが、必要な処理法について情報を見つけることは出来なかった。続いて CCA 木材の分別処理状況を明らかにするため、まず解体業者に対するアンケート調査を行った結果、分別を実施している業者は約 6 割に留まり、分別を実施していても目視判別の精度の低さから大半は見落とされ、CCA 木材の約 7 割が分別漏れしていると見積もられた。また、ボイラー燃料、ボード原料など木くずの各種リサイクル品への混入状況を調べるため、サンプル調査、関連文献調査を行った結果、ボイラー燃料やボード原料の計 11 サンプルの全てからヒ素が 0.71~7.9mg/kg、木質家畜敷料 85 サンプル中 9 サンプルからヒ素が 2mg/kg 以上 (最大 14mg/kg) 検出され、いずれも国内に基準値はないので、ドイツにおいてリサイクル木材に定められたヒ素の基準値 (2 mg/kg) と比較すると、いずれもこれを大きく上回るものがあることが分かった。

第 4 章では、2 章や 3 章の結果を基に、まず CCA 木材の現状処理改善策として、分別推進のためには解体業者への CCA 木材に関する基本的情報の周知徹底、簡便で確実な判別法の普及促進、処理施設の受け入れ体制整備の促進、一定の強制力が必要であること、適正な焼却や埋立のためには、ヒ素の排ガス規制値設定のほか、必要な排ガス処理設備の性能、埋立時に必要な重金属不溶化処理法が明示されるべきであると提案した。さらに、リサイクルを考慮した処理技術について検討を行い、希硫酸による重金属除去後、木質バイオマスは硫酸糖化により合理的にバイオエタノール化し、廃酸中の金属について当面はリサイクルルートの存在する銅のみを回収、ヒ素やクロムは鉄塩を用いて共沈処理するシステムを提案した。

第 5 章では、CCA 木材から重金属を除去するための希硫酸処理条件を検討し、廃酸からの銅の選択的回収操作等への影響や、最終的な有機性廃水処理の負荷をなるべく抑制できるよう、木質成分の溶出を抑制しつつ、重金属を効率的に抽出できる条件として、CCA 木材のチップ化試料に対し、0.5N 硫酸、固液比 7.5%、50℃、8 時間の処理により、ヒ素、銅を 90% 以上、クロムも 90% 近く除去できること、有機炭素溶出率はその場合、約 2% に抑制できることを示した。

第 6 章では、木質バイオマスの硫酸糖化を経るバイオエタノール化の可能性、廃硫酸からリサイクルルートが存在する銅のみを選択的に回収する手法、その後のヒ素やクロムの鉄塩による共沈処理法について検討を行ったほか、5 章の希硫酸処理からそれぞれに至るまでの経済性試算も行った。その結果、木質バイオマスの硫酸糖化を経るバイオエタノール化については、発酵阻害を抑制できるレベルまで CCA 木材中の重金属を希硫酸抽出できることから、処理後の木材をバイオエタノール原料として使用可能であること、廃硫酸から銅の選択的回収については、想定される最高濃度の CCA 成分を含む廃硫酸に対してもキレート樹脂 Dowex M4195 により 100% 近く回収できること、その後のヒ素やクロムの鉄塩による共沈処理については、いずれも一律排水基準値以下まで処理できることを示した。一連のコスト評価については、入手した CCA 木材の CCA 成分濃度レベルの場合、CCA 木材の調達価格を逆有償 4 万円 /t とし、エタノールを 96.7 円 /l で販売すると、提案する処理・リサイクルシステムの収支は 43,385(円 /t-CCA 木材) の支出と見積もられた。しかしこのコスト収支は工程の見直しによって大幅な改善余地があることも示し、提案する処理・リサイクルシステムは実用化できる可能性があることを示した。

第 7 章は総括であり、論文全体の成果を要約した。

一定の強制力などによる分別の徹底と相応な処理料金を前提とする CCA 木材の適正な処理・リサイクルシステムを提案した。