

高温高压水および二酸化炭素を反応溶媒とした有害廃木材の有効利用

日大生産工(院) ○藤田 丈司 日大生産工 陶 究、辻 智也、日秋 俊彦
日大総研大学院 中村 暁子
清水建設 芹澤 貞美、川口 正人、石塚 与志雄、堀内 澄夫

【緒言】

木質資源は、分解されれば主に二酸化炭素(CO₂)と水になり、排出したCO₂は再び森林によって吸収されるため、森林が持続的に管理されている限り持続的に利用可能である再生可能な資源である。しかし、住宅用建材などの木材には、通常長期保存性を確保するため種々の防腐薬剤が注入されている。特に防腐処理剤の中でCu、Cr、As含有薬剤を注入したCCA木材が、木材中での定着性と安定性により世界的に使用されてきた。CCA木材は使用段階では人体や周辺環境に悪影響を及ぼさないが、廃材として焼却処理した場合、燃焼廃ガスや焼却灰中にこれらの重金属が濃縮され、埋め立てによっても土壤汚染・地下水汚染などの二次汚染を招く恐れがある。それにも関わらずこれらの廃材が廃棄される際には未処理のまま焼却、埋め立て処分されているのが現状である。

CCA含有の薬剤は、水溶性と油性溶液に大別される。これらを加圧法(真空・加圧による圧入)、温冷浴法(加熱冷却による吸引)、浸漬法(毛細管現象による自然吸引)等により木材中に注入している。そのため、薬剤の除去には、薬剤種に応じて除去法を使い分ける必要がある。

本研究では溶媒として温度圧力操作により溶媒特性を制御可能な高温高压水および超臨界CO₂を溶媒とし、CCA成分の分離除去実験を行った。

【実験】

CO₂を反応溶媒としたCCA木材処理装置の概略図を図1に示す。試料タンクにて冷却された液化CO₂はパーソナルポンプ(日本精密科学社製 NP-D-321)によって恒温槽(GL Sciences社製 LL-75)内に送られる。CO₂は予熱管を通して反応セル(GL Sciences社製 A型分取カラムφ30×250mm)内に送られる。反応セル内には、棒状のCCA木材(丸棒φ15mm×250mm、2本)を挿入した。圧力調節は背圧弁(AKICO社製)を用いた。CO₂はその後、抽出トラップを通り排出される。このとき積算流量計(Shinagawa社製 W-NK-1)を用いてガス流量を測定した。測定前後に行う木材の重量測定は最小感度0.1mgの直示天秤(EXACT製 AV1581)を用いて行った。測定後の木材はチャック付袋にて、抽出トラップ内の物質はアセトンで溶解・回収し、ICPで金属イオン濃度を分析する。

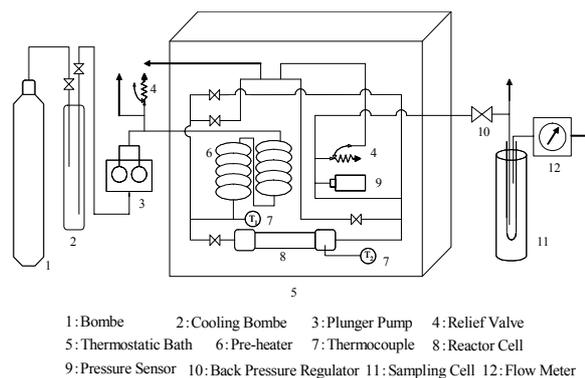


図1 CO₂を溶媒としたCCA木材処理装置の概略図

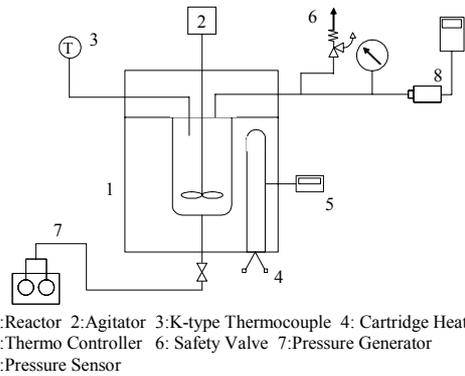
Conversion of Waste Biomass into Useful Chemicals

using Hot-Compressed Water and Supercritical Carbon Dioxide

Takeshi FUJITA, Kiwamu SUE, Tomoya TSUJI, Toshihiko HIAKI, Akiko NAKAMURA,
Sadayoshi SERIZAWA, Masato KAWAGUCHI, Yoshio ISHIZUKA and Sumio HORIUCHI

次に高温高压水を反応溶媒とした CCA 木材処理用、高温高压回分式装置(AKICO 社製内容積 480ml)の概略図を図 2 に示す。実験はオートクレーブ内にチップ化した CCA 木材約 6g、超純水 380ml を入れ設定温度(100℃)まで加熱した。その後、加圧器によりセル内に超純水を供給することで設定圧(0.1~20MPa)に昇圧後、約 1 時間反応させた。その後、加熱を止め常温まで放冷し、反応液を回収した。反応後の木材は室温乾燥後、表面の金属含有率を蛍光 X 線分析により評価した。また、回収液中の金属濃度は ICP により評価した。

図 2. 高温高压反応試験装置の概略図



【結果と考察】

表 1 に CO₂ を溶媒として用いた実験の結果を示す。なお実験番号 6~8 は超臨界 CO₂ への CCA の溶解度を向上させるため、あらかじめ CCA 木材をアセチルアセトン(AA)に浸すことで金属と錯形成させた後、実験した結果である。表からいずれの実験条件においても 2.6~5.8%程度の重量減少が確認された。

次に高温高压水を溶媒とした実験の条件を表 2 に、木材表面の金属含有率を図 3 に、回収液中の金属濃度を図 4 にそれぞれ示す。まず、いずれの結果においても圧力の明確な依存性は確認できなかった。また、木材表面の分析の結果、Cr、Cu、As の順に残存率減少したものの、いずれの重金属も残存率が 50%以上であった。一方、回収液中の金属濃度は Cu に比べて Cr および As 濃度が高い結

果となった。

今後、木材の含水率、木材および溶液中の有機物および金属定量の正確な評価手法を確立し、温度、圧力、反応時間などの操作因子について系統的なデータ蓄積する予定である。また、高温高压水系での実験においては、より正確な実験を行うために、現在半回分式装置を作製しており、発表時には装置の開発状況についても報告する。

表 1. CO₂ 系での実験条件および結果

実験番号	圧力 (MPa)	温度 (°C)	時間 (hour)	炭酸ガス流量 (L)	重量減少 (%)
1	15	90	4	255.42	3.454
2	15	120	3	172.125	5.815
3	12	90	4	135.108	2.629
4	12	120	3	133.567	5.196
5	15	120	3	334.537	5.304
6 (AA浸漬)	15	120	3	245.495	5.014
7 (AA浸漬)	18	120	3	269.89	4.662
8 (AA浸漬)	15	90	3	246.603	2.670

表 2. 高温高压水系での実験条件

サンプル番号	反応時間[hour]	圧力[MPa]	温度[°C]
A1	1.0	0.1	100
A2		0.1	
A3		0.1	
A4		15	
A5		9	
A6		20	
A7		0.4	

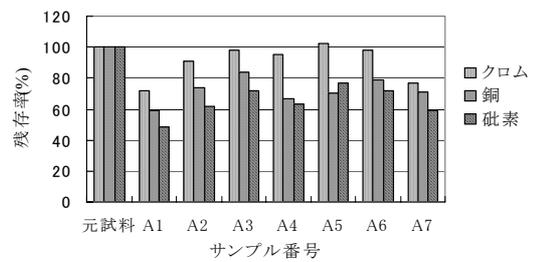


図 3. 木材表面の重金属の残存量

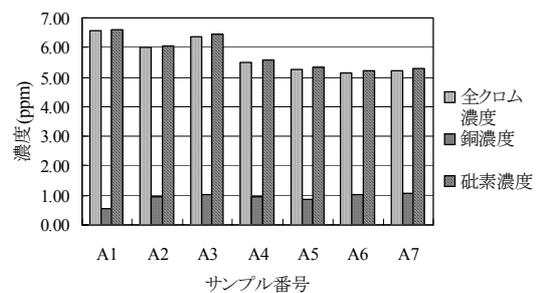


図 4. 回収液中の各重金属濃度