

木質バイオマス燃焼灰に含まれる六価クロム無害化に関する研究

香川大学大学院 学生会員 ○山谷健介

香川大学 フェロー会員 吉田秀典 正会員 松本直通 岡崎慎一郎

1. はじめに

化石燃料に替わるエネルギー資源や森林資源の有効活用手段として、木質バイオマス発電事業に関心が集まっている。木質バイオマスの固定価格買取制度（FIT）が導入されて以降、大小様々な規模の発電事業が推進されており、当面の間この流れは継続することが予想されることから、木質バイオマス燃焼灰（以下木質灰）についても増加しており、適正処理および有効利用が求められている。木質灰は、林地還元のための堆肥、農業用資材、建設用資材等が有効な処分法として期待されている¹⁾ものの、手法の確立には至っていない。その理由の一つとして、木質灰からの六価クロム（以下 Cr^{6+} ）溶出による環境汚染が挙げられる。木質灰には人体に有害な Cr^{6+} が含まれていることが報告されており²⁾、木質灰を有効に利用するためには、 Cr^{6+} の無害化が必須である。この無害化には、薬剤等を用いて Cr^{6+} を三価クロム(以降 Cr^{3+})に還元させるのが一般的である。還元には一般的に重亜硫酸ソーダか硫酸第一鉄が用いられるが高コストである。一方で、グルコースなどの単糖類は還元性を示すことが知られており、安価な Cr^{6+} の還元剤として期待されている³⁾。本研究では、さらに安価な還元剤として、賞味期限切れで廃棄処分となる廃シロップに着目し、 Cr^{6+} の還元作用を検討するものである。本研究で使用した廃シロップにはグルコースやフルクトースといった単糖類が多く含まれており、木質灰中の Cr^{6+} を還元することが期待される。

2. 試験方法

まず、木質灰に対して環境告示 46 号の溶出試験を実施した。木質灰 4g と蒸留水 40mL の混合液を、常温常圧で振とう機（毎分約 200 回、振とう幅 4~5cm 以下に調整したもの）を用いて 6 時間振とうした。その後、毎分約 3000 回転で 20 分間遠心分離を行い、混合液の上澄みを 0.45 μm のメンブレンフィルターでろ過したものを検液とした。検液に廃シロップを混合し、20 $^{\circ}\text{C}$ に調整した恒温槽内で養生を行うことで還元試験を実施した。なお、本研究では、 Cr^{6+} の溶出濃度が異なる 2 種類の木質灰（写真 1、写真 2）を対象に還元試験を行った。それぞれの木質灰に対する廃シロップの混合量と養生期間を表 1 に示す。

表 1 試験条件

	Concentration of waste syrup (%)	Curing period (hour)
Wood ash 1	0.25, 0.5, 0.75, 1	1, 24, 72, 168
Wood ash 2	1, 2, 3, 10	1, 24, 72, 168, 336



写真 1 木質灰 1



写真 2 木質灰 2

3. 試験結果

まず、木質灰 1 に関する還元試験結果を図 1 に示す。ここで Blank とは、廃シロップを混合しない供試体による試験結果を示す。木質灰 1 からはおよそ 0.04ppm の Cr^{6+} が検出されたが、廃シロップを混合することで養生期間の進行にともない Cr^{6+} の濃度が減少した。廃シロップに含まれる単糖類により Cr^{6+} が Cr^{3+} に還元されたことが要因と考えられる。

次に、木質灰 2 に関する還元試験結果を図 2 に示す。木質灰 2 からは土壤環境基準値 (0.05ppm) を大きく上回る 1.00ppm の Cr^{6+} が検出された。木質灰 1 と同様に養生期間の進行にともない Cr^{6+} 濃度が減少した。また、廃シロップの混合量を増加させると還元効果が上昇するという傾向が、木質灰 1 に比べて顕著に表れた。特に廃シロップを 10% 混合した供試体では 336 時間経過後に、 Cr^{6+} 濃度は 1 時間経過後の時の 1/20 程度になっており、土壤環境基準を満たした。以上の結果によれば、仮に本研究で設定した濃度を超過する高濃度の Cr^{6+} が検出されたとしても、廃シロップの濃度を高く設定するか、もしくは、養生日数を長期間に設定することで土壤環境基準を満たす程度にまで無害化できると考える。

5. まとめ

廃シロップを還元剤として用いることで、木質灰に含まれる Cr^{6+} を土壤環境基準以下にまで処理できることが明らかになった。今後、無害化処理を施した木質灰の堆肥、農業用資材、建設用資材としての有用性を検証することで、木質灰の有効利用につながることが期待される。今回は廃シロップを用いて還元試験を実施したが、廃シロップには様々な糖類が含まれているため、主たる還元作用を呈した糖を特定できていない。今後、各糖類単体での試験により、各糖の還元性を検証する必要がある。また、木質灰には Cr^{6+} の他、様々な物質が含まれているため、廃シロップの還元性を低減させる等の影響が及ぶ可能性があり、この影響を念頭に今後の研究を実施したい。

参考文献

- 1) 折橋健, 山田淳, 高橋徹, 田代直明, 古賀信也: 木質バイオマス燃焼灰の林地還元に向けた基礎知見, 九州大学農学部演習林報告 (2011), Vol.92, pp.13-18
- 2) 佐藤邦彦, 立野雄也, 奥山幸俊, 坂口貴啓, 近藤笑加, 肴倉宏史: 木質バイオマス焼却灰の再生利用に係る安全性についての基礎的調査研究, 廃棄物資源循環学会発表会講演集 (2018), Vol.29, pp.219-220
- 3) 新井田良一, 新田弘之, 西崎到: 還元糖などを用いた再生路盤材からの六価クロム溶出低減方法に関する研究, 土木学会論文集 E1 (2015), Vol.71, No.3, pp.211-216

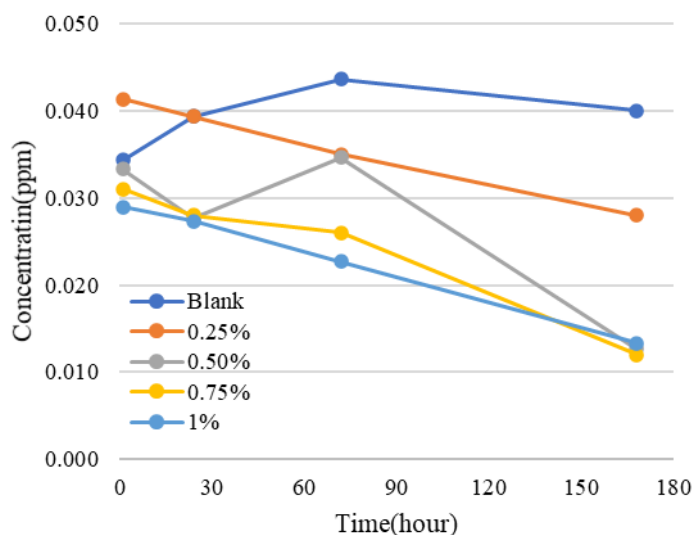


図 1 還元試験結果 (木質灰 1)

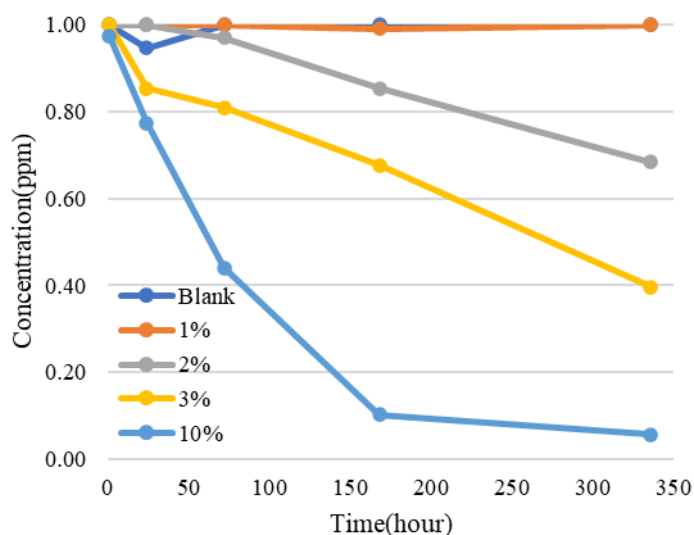


図 2 還元試験結果 (木質灰 2)