

木質系焼却灰の安全性評価と有効利用の可能性

岐阜大学大学院 学生会員 ○白水 真和
 岐阜大学 正会員 佐藤 健
 南城建設協同組合代表理事 辻 哲夫

1. 背景

木質バイオマスは、二酸化炭素の排出削減のため化石燃料を代替するエネルギー源の一つとして近年注目されている。例えば、枯渇が懸念される化石資源の代替えである木質ペレットは、農林水産省が環境バイオマス政策として推進を図っており、今後の新エネルギーとしての活用が期待されている。しかし、焼却灰が産業廃棄物に指定され、木質バイオマス活用の普及の妨げになっているのも現状である。

本研究の目的は、廃棄物扱いになっている木質焼却灰の再利用技術を確立することである。我が国第5位の森林面積87万haを有する岐阜県飛騨地方の製材所ボイラーから採取した焼却灰を用いて再利用技術の開発に当たるわけであるが、今回は用いる焼却灰に対する成分組成を分析したので、その結果を北米・北欧での既往研究成果と比較しながら報告する。

2. 材料及び実験方法

2.1 材料の準備

本研究で用いた木質焼却灰は、製材所の木材乾燥施設に利用されているボイラーで発生する焼却灰である。ボイラーの燃焼温度は不明である。

2.2 実験方法

木質焼却灰の物理化学特性を測定するために0.425 mmで篩別した。焼却灰中の重金属含有量は、強酸分解(14.5 mol/L-HNO₃ 5 mL, 12 mol/L-HCL 2 mL)した検液を、ICP発光分光法によって分析した。また0.425 mm篩別後の粉末試料に対し、XRD解析を実施し、焼却灰中の含有鉱物の特定を行った。

また、焼却灰からの溶出成分を調べるために水抽出試験を行った¹⁾。0.425 mm篩別試料と純水を1:10の割合になるように純水20 mLを添加し、振とう機により24時間振とう後の検液に対し、ICP発光分析法によって重金属溶出量の測定を実施した。

3. 結果

3.1 重金属含有量結果

重金属含有量を表1に示した。主要成分として、Ca, K, Mg, Naのアルカリ金属塩、アルカリ土類金属塩が全体の56%を占め、Mn, Al, Feも637.0mg/kg, 32.0g/kg, 19.8g/kgと高い値を示した。土壤に高濃度で含まれている元素と燃焼による揮発による影響を伺わせる結果となった。

表1 焼却灰重金属含有量

資料名	木質焼却灰(岐阜県)	<i>Pinus banksiana</i> ²⁾
ICP元素	g/kg	
Al	32.0	33.3
Ca	437.5	387.4
Fe	19.8	35.0
K	84.0	22.5
Mg	35.1	33.2
Mn	0.637	39.0
Na	3.2	23.0
P	0.049	12.2
Si	0.186	74.8
S	-*	10.4

*は未計測である。

3.2 XRD 回折結果

XRD回折結果(図1)から、焼却灰には、方解石、酸化カルシウム、ポルトランド石のカルシウム鉱物が主要鉱物として存在することがわかり、酸化マグネシウム、珪酸カルシウムの存在も確認した。

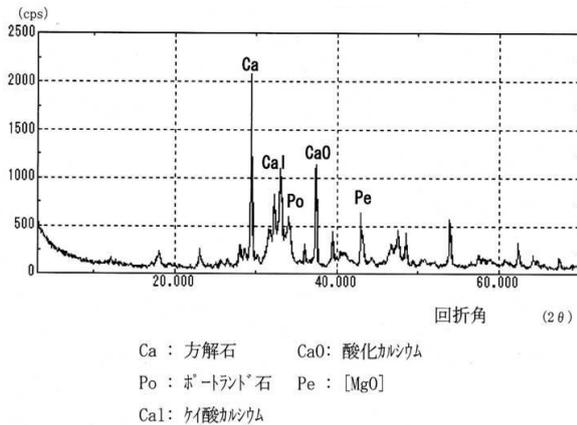


図1 XRD 回折計測結果

3.3 溶出試験結果

土壌環境基準に指定されている元素に焦点を当て溶出検液の分析を行った。その結果を表2に示した。pHが約14となり、表1でCa, K, Mg, Naが高い含有量を示したことの影響がpHの結果に反映された。表2より、B, Cr, Pbを除き、重金属溶出は検出限界以下で、環境基準を下回っていることを確認した。

表2 重金属溶出量

	平均	標準偏差
pH	14.01	0.046
ICP元素	mg/L	
B	0.03	0.01
Cd	0.003未満	-
Cr	0.03	0.004
Cu	0.005未満	-
P	0.002未満	-
Pb	0.01*	0.01*
CN	0.1未満	-
As	0.005未満	-
Hg	0.0005未満	-
Se	0.002未満	-
F	0.25未満	-

* 繰り返し3で溶出試験を実施し、2検体は検出限界以下であったが、1検体0.021mg/Lとなった。

4. 木質焼却灰の肥料成分

表1に示したように、今回調査した木質焼却灰の主要成分は、Ca, K, Mg, Na, Pで、Nは含有せずN-P-K肥料としての活用は難しいこと

が判明した。Scots pine 焼却灰に窒素肥料180kg-N/haを混合し、森林土壌に散布し、土中の微生物の活性化を確認した例³⁾はあるが、窒素肥料添加量が多くなると、土壌溶液の酸性化が圃場実験で確認されており、窒素肥料添加による肥効強化には注意が必要である。

木質焼却灰の化学組成は木質種の他に、燃焼温度にも依存することが分かっている⁴⁾。特に、木質のNは、NH₃, NO_x, N₂として、燃焼中に揮発するので焼却灰の主要成分に残存しない。また焼却灰は燃焼温度600℃と900℃で焼却灰成分が変化することが指摘され、600℃ではCaCO₃, K₂Ca(CO₃)が確認でき、1300℃ではCaO, MgOが主要成分になることが指摘されている。カルシウム、カリウムの炭酸塩は700-900℃で解離し、カリウムが揮発することが主な理由である。

表1以外の微量重金属成分を含めると、今回対象にした木質焼却灰は、植物の肥料成分であるCa, K, Mg, Naをはじめ、Cl, Si, P, Al, Fe, Zn, Cuが検出されたので土壌改良剤、資材としての活用の可能性が示唆された。環境省告示第80号に基づき、ダイオキシン類の分析も実施した結果、トータルダイオキシン類の毒性等量は0.000060 pg-TEQ/gとなり、環境基準値以下であることを確認した。

謝辞：実験を実施するに当たり、南城建設協同組合村山清仁様はじめ関係各位の多大なるご支援をいただきました。ここに感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 環境省 中環審第183号 「水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準等の見直しについて」(2003)
- 2) Hakkila, P. (1986): Utilisation of residual forest biomass, wood science, springer verlag.
- 3) Ozolincius R., et al. (2006): Influence of wood ash recycling on chemical and biological condition of forest Arenosols, Journal of Forest Science, vol.52, pp.79-86.
- 4) Mahendra K., et al. (1993): wood ash composition as a function of furnace temperature, Biomass and Bioenergy, vol.4, NO.2, pp.103-116.