

Q&A 先月の技術相談から

木質燃焼灰の有効利用

Q：木質ボイラーの導入を検討しており、燃焼後に残った灰も有効利用したいと考えています。燃焼灰の特徴、利用法と利用上の留意点について教えてください。

A：回答の対象とする燃焼灰について

以下、質問にお答えする前に、回答の対象とする燃焼灰について述べます。

燃焼灰は、木質燃料の燃え殻です（写真1）。燃焼灰の元となる木質燃料の製造では、使用する原料によっては樹木が本来含有しない薬剤（塗料や接着剤、防腐剤など）が混入します。後で触れますが、燃焼灰の利用においては安全性が重視されます。薬剤中の成分は、燃焼灰の安全性を損なうことが懸念されます。そこで、本稿で対象とする燃焼灰は、薬剤等を一切含まない無垢材を原料とした木質燃料の灰に限定します。

■燃焼灰の特徴について

燃焼灰は、木質燃料に含まれる元々燃えない成分（無機物）と燃える成分（有機物）のうちの燃えきらなかった部分（未燃分）からなります。

無機物は、木部よりも樹皮に多く含まれています。このため、燃料中の樹皮の割合が高くなると燃焼灰の量も増えます。一方未燃分は、ボイラーの燃焼性に左右され、完全燃焼であれば発生しませんが、燃焼性が悪いと多くなり、燃焼灰量の増加につながります。燃焼灰の発生量は、このように使用する燃料とボイラーの燃焼性の影響を受けるため、実際の発生量はケースバイケースとなりますが、重量ベースでのだいたいの発生量は、木部のみの燃料であれば使用量の1%前後（乾物100tの燃焼で1t前後）、樹皮込みの燃料であれば使用量の数%程度（乾物100tの燃焼で数t前後）と考えられます。

燃焼灰は、ボイラー燃焼室の底部から得られるもの（主灰）と排ガスから分離して得られるもの（飛灰）の2種類に分けられ、主灰の方が多く発生します。主灰と飛灰では、物性や成分の特徴に違いが認められる場合があります。例えば、燃焼灰は数十～数百 μm の細かな粒子を多く含む粉体で、かさ密度は数百

kg/m^3 ですが、主灰よりも飛灰の方が細かい粒子（数十 μm ）が多く、かさ密度も小さい傾向があります。

燃焼灰は、上記のように無機物と未燃分からなりますが、大半（通常は8～9割以上）は無機物が占めています。無機物の中ではカルシウムやカリウムが多く含まれており、炭酸塩や水酸化物、酸化物などの形態をしていると考えられます。これらの化合物は、無機物の5～7割程度を占めます。また、その他の化合物で比較的多いのは、ケイ素、マグネシウム、リン、アルミニウム、鉄、マンガンなどの化合物で、それぞれ数%ずつ含まれています。以上の他、微量ですが、重金属等も含まれています。

無機物を主体とする燃焼灰は、水と混ぜると一部が溶解し、強いアルカリ性と高い電気伝導度を示します。燃焼灰と水を1：10の割合で混合すると、多くの場合、pHは12～13、電気伝導度は10～20mS/cm程度になります。



写真1 木質ボイラーから排出される燃焼灰

■燃焼灰の利用法と利用上の留意点について

まず、燃焼灰の利用法について触れます。先にも述べたように、燃焼灰はカルシウムやカリウムをはじめとする無機物を主体としており、これらの成分は植物の生育にも有効であることから、肥料としての利用が考えられます。実際に国内で、カリウム肥料としての実用化に取り組む事例があります¹⁾。また、燃焼灰は強いアルカリ性を示すことから、土壌改良資材（酸性土壌のpHを矯正する資材）としての

利用が挙げられます。一方、燃焼灰が黒色に近い粉体であることから、融雪資材としての利用可能性もあります。この他、大規模な燃焼施設で大量に燃焼灰が発生するような場合には、セメントと混合して石ころ状の路盤材とする事例もあります²⁾。

次に、利用上の留意点に触れます。燃焼灰は、排出者が自ら利用する場合には事前の届出等を行う必要はありません。一方、販売や譲渡を行う場合には、目的（例えば肥料）によっては所定の届出が必要となります。

燃焼灰は、不要物であれば廃棄物処理法（廃棄物の処理および清掃に関する法律）に従って処分する必要があります。燃焼灰の利用にあたっては、不要物の違法投棄とみなされることがないように、合理的な利用に努めるとともに、必要な情報を整理しておき、求めに応じて説明責任を果たしていく必要があります。先ほど、排出者自らが燃焼灰を利用する場合には届出は不要と述べましたが、届出するしないに関わらず、説明責任を果たす備えはしっかりと行わなくてはなりません。

道では、平成29年3月に「焼却灰（天然木由来）の利用の手引き」を発行し、燃焼灰の排出者が灰を利用、販売する場合に整理しておくべき事項についてガイドラインを示しています³⁾。なお、手引きで対象としている燃料は化学物質を含まない無垢材を原料としたもの、またボイラーは焼却炉を除く専焼ボイラーです。手引きの要点は、①：利用目的に合致した適切な方法と量で燃焼灰を使用すること、②：周囲の生活環境に悪影響を及ぼすことのないよう、燃焼灰の管理および使用における安全性を確保すること、③：①、②およびその他の必要な情報を

整理し、いつでも説明できる状態にしておくこと、です。この手引きの中には記載事項の雛形もついていしますので、それに合わせて情報を整理しておくことをお勧めします。

最後に林産試験場では、多くの方から要望をいただいている燃焼灰の融雪資材としての利用について、皆様の情報整理の一助となるよう①、②の部分の検討を行っています（写真2）。①に関しては平成29年11月に情報を公開したところであり⁴⁾、②についても早く情報発信できるように検討を急ぎたいと考えています。

■引用文献

- 1) 井藤ら：タクマ技報23(2)，126-132，2015.
- 2) 北海道環境生活部環境局循環型社会推進課：平成28年度版北海道認定リサイクル製品パンフレット(1).
(<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/jss/recycle/2/t28mintaisei/hir01.pdf>)
- 3) 北海道水産林務部林務局林業木材課ら：焼却灰（天然木由来）の利用の手引き.
(<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/rm/gmp/03/rivounotebiki.pdf>)
- 4) 折橋ら：日本木材学会北海道支部講演集49，61-64，2017.
(<http://lab.agr.hokudai.ac.jp/wrsh/files/kouensyu/Volume49RR.pdf>)

(利用部 バイオマスグループ 折橋 健)



写真2 融雪試験の様子（手前枠線内の無散布区では雪が融けていないのに対し、奥の燃焼灰散布区では融雪が進んでいる）