



はじめに

- 木質バイオマスの地域エネルギー利用が拡大し、木質バイオマス燃焼灰（以下、木質燃焼灰）の有効利用が求められています。
- 木質燃焼灰は、カルシウムやカリウム等の無機元素を多く含み、水溶液は強いアルカリ性を示します。
- 北海道内では、農用地土壌の酸性化に対して炭酸カルシウム等のアルカリ性資材が施用され、pH矯正が行われています。
- そこで、木質燃焼灰の新たな利用法としてpH矯正資材化について検討し、利用法を取りまとめました。

木質燃焼灰の化学的性状

■ 道内で地域エネルギー利用に使用されている木質専焼ボイラー*より採取した木質燃焼灰12試料について、化学的性状を調べました。

*出力50～1200kW。燃料に防腐剤や塗料、接着剤等の化学物質を含まないクリーンな木質バイオマスを使用。燃焼状態が良好（未燃分10%未満）なもの。

- **表1**に木質燃焼灰の化学的性状を示します。pHは11.8～12.8を示し、強アルカリ性でした。また、水溶性塩類の濃度指標であるEC（電気伝導度）は3.3～13.2mS/cm、アルカリ3成分（CaO、MgO、K₂O）の合計%は60.9～81.9%であり、試料間で値に幅がありました。
- **図1**に木質燃焼灰の酸化物換算での組成を示します。組成中、最も大きな割合を占めるのはCaOであり、次に割合が大きいのはK₂Oでした。これらにSiO₂やMgOが続き、さらにAl₂O₃、P₂O₅、Fe₂O₃、MnOの順となりました。
- なお後述しますが、木質燃焼灰のpH矯正力には、CaOやMgOに加えてK₂Oも寄与します。

表1 木質燃焼灰(12試料)の化学的性状

項目	平均値	最小値	最大値
pH	12.5	11.8	12.8
EC (mS/cm)	8.6	3.3	13.2
CaO+MgO+K ₂ O (%)	71.8	60.9	81.9

*EC:電気伝導度。pHとECは固液比1:50で測定。

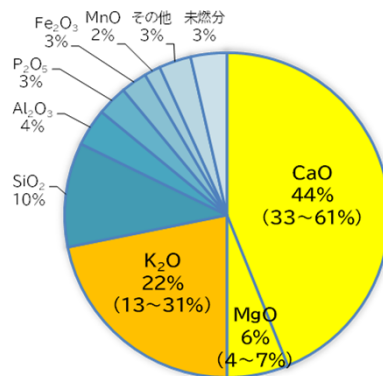


図1 木質燃焼灰(12試料)の成分組成

*酸化物換算での組成。CaO、MgO、K₂Oは平均(最小～最大)値を、それ以外の成分は平均値を示す。

木質燃焼灰のpH矯正力

■ 木質燃焼灰12試料のpH矯正力を、**表2**に示す概要で調べました。

表2 木質燃焼灰のpH矯正力の測定概要

測定法	資材添加・通気法 *土壌20g、水50mLに、木質燃焼灰を添加。所定の操作の後、土壌溶液のpHを測定。添加量を数点変えて測定し、供試土壌のpHを6.50にするのに要した木質燃焼灰量を算出。比較用に炭酸カルシウムを使用。木質燃焼灰のpH矯正力は以下の式で算出。 pH矯正力=(供試土壌のpHを6.50にするのに要した炭酸カルシウム量)÷(同じく木質燃焼灰量)
供試土壌	畑地土壌 *道総研花・野菜技術センターにて採取。細粒灰色台地土、腐植2.8%、資材無添加の場合のpHは6.20。
供試木質燃焼灰	既述の木質燃焼灰12試料
供試炭酸カルシウム	粉末試薬 *富士フィルム和光純薬製、特級。

- **図3**に木質燃焼灰に含まれるアルカリ3成分の合計%とpH矯正力の関係を示します。炭酸カルシウムのpH矯正力を1とした時、木質燃焼灰のpH矯正力は0.67～1.08で、pH矯正力は木質燃焼灰に含まれるアルカリ3成分の合計%に比例していました。
- また、アルカリ3成分の合計%の平均値付近（約70%）では、pH矯正力は0.8程度になります（**表3**）。

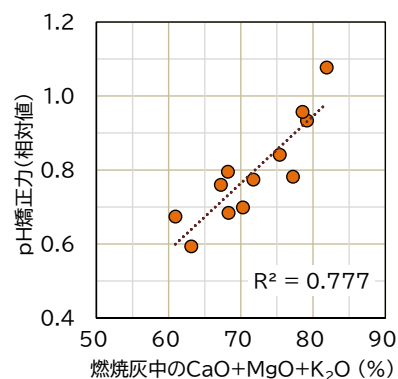


図3 木質燃焼灰中のアルカリ3成分の合計%とpH矯正力との関係

*pH矯正力:炭酸カルシウムのpH矯正力を1とした時の相対値。

表3 木質燃焼灰のpH矯正力の目安

木質燃焼灰中のCaO+MgO+K ₂ O (%)	炭酸カルシウムを1とした時の木質燃焼灰のpH矯正力の目安
60	0.6
65	0.7
70	0.8
75	0.9
80	1.0

農用地での木質燃焼灰のpH矯正資材としての利用法

- 上記の木質燃焼灰の化学的性状やpH矯正力に基づいて、農用地でpH矯正資材として木質燃焼灰を利用する際の方法を以下に記載します。

① 木質燃焼灰施用量の計算方法

1. 計算にあたっての留意事項

- 木質燃焼灰のpH矯正力は、アルカリ3成分（CaO、MgO、K₂O）の合計%により変わるため、その値に応じて施用量を定める必要があります。
- 木質燃焼灰はカリウムを含みます。土壌がカリウム過多とならないよう、1回あたりの施用量の上限を50kg/10aとし、足りない分は炭酸カルシウム（以下、炭カル）等の他の資材を併用します。

2. 施用量の計算方法

- 上記の留意事項に踏まえ、施用量の計算を行います。
- 計算は、炭カルの単独使用によりpH矯正を行う場合の所要量をもとに行います。
- 事前に、炭カル単独使用における所要量と、代替使用する木質燃焼灰のアルカリ3成分の合計%を把握してください。
- **表4**に施用量の計算に用いる記号の定義を、**表5**に木質燃焼灰のpH矯正力を、**表6**に計算式を示します。
- 計算例として、**表7**に木質燃焼灰中のアルカリ3成分の合計%が70%（pH矯正力が炭カル比0.8）の場合の施用量を示します。
- 炭カル以外の資材（生石灰、消石灰、苦土石灰等）と併用する場合は、まず、計算式で併用炭カル量を算出し、その値から使用する資材の所要量を計算してください。

表4 木質燃焼灰の施用量の計算に用いる記号の定義

記号	定義
A	炭カル単独使用における所要量(kg/10a)
B	代替使用する木質燃焼灰のpH矯正力 *代替使用する木質燃焼灰のCaO+MgO+K ₂ O (%)を表5に照らして求めます。
X	木質燃焼灰の施用量(kg/10a) *1回あたりの施用量の上限を50kg/10aとします。
Y	木質燃焼灰と併用する炭カルの施用量(kg/10a)

表5 木質燃焼灰のpH矯正力の目安

木質燃焼灰中のCaO+MgO+K ₂ O (%)	pH矯正力(炭カル比)
60	0.6
65	0.7
70	0.8
75	0.9
80	1.0

表6 木質燃焼灰の施用量の計算式

条件	計算式
A÷Bが50以下の時	X=A÷B、Y=0
A÷Bが50を超える時	X=50、Y=A-(50×B)

表7 木質燃焼灰の施用量の計算例

<木質燃焼灰中のアルカリ3成分(CaO、MgO、K₂O)の合計%が70%(pH矯正力が炭カル比0.8)の場合>

	A:炭カル単独使用における所要量(kg/10a)								
	10	20	30	40	50	100	200	500	1000
X:木質燃焼灰の施用量(kg/10a)	13	25	38	50	50	50	50	50	50
Y:木質燃焼灰と併用する炭カルの施用量(kg/10a)	0	0	0	0	10	60	160	460	960

*炭カル以外の資材(生石灰、消石灰、苦土石灰等)と併用する場合は、Yの値から使用する資材の所要量を計算してください。

② 木質燃焼灰をpH矯正資材として利用するための確認事項

- 木質燃焼灰をpH矯正資材として農用地で利用するために、以下の事項を確認し、必要な情報整理や対策を行ってから利用を開始してください。

木質燃焼灰の種類	<ul style="list-style-type: none"> ● 燃料に防腐剤や塗料、接着剤等の化学物質を含まないクリーンな木質バイオマスのみを使用し、燃焼状態が良好(未燃分10%未満)な木質専焼ボイラーから得られた燃焼灰であること。
木質燃焼灰に含まれる無機成分の分析	<ul style="list-style-type: none"> ① アルカリ成分(CaO、MgO、K₂O)の含有割合を事前に把握すること。 ② 無機微量元素(Cu、Zn)の含有割合を事前に把握すること。 ③ 無機微量元素(重金属類等)の溶出量、含有量について、污泥肥料の適合要件を準用し、その基準を満たすこと。 溶出量: 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準 (対象元素: Cd、Cr⁶⁺、Hg、Se、Pb、As) 含有量: 污泥肥料等に許容される最大含有量 (対象元素: As、Cd、Hg、Ni、Cr、Pb)
施用量の計算	<ul style="list-style-type: none"> ● 2ページ目に記載の「①木質燃焼灰施用量の計算方法」により計算すること。
木質燃焼灰の施用上の留意事項	<ul style="list-style-type: none"> ● 木質燃焼灰はカリウムを含有する。木質燃焼灰の1回あたりの施用量を50kg/10aまでとし、足りない場合は炭酸カルシウム等の他資材を併用すること。 ● 木質燃焼灰の施用により土壌にカリウムが供給されるため、この分のカリウムを減肥すること。 ● 木質燃焼灰は銅、亜鉛を含有する。農用地においてはこれらの土壌中含有量が規制されている(乾物土壌1kgあたり銅125mg、亜鉛120mg)ことから、定期的に土壌診断を実施し、施用に伴うこれら元素の土壌中含有量の上昇に注意を払うこと。 ● 木質燃焼灰の施用に伴って、土壌および作物に異常が認められる場合は、使用をやめること。 ● 木質燃焼灰は強いアルカリ性の粉末である。施用地外への飛散を防ぐため、天候を選んで施用すること。また、施用従事者が吸引したり、皮膚等に触れることのないよう、施用時の服装等に注意すること。
木質燃焼灰の保管時の留意事項	<ul style="list-style-type: none"> ● 木質燃焼灰は強いアルカリ性の粉末であるので、風雨等による飛散や流出を防ぐ対策をして保管すること。 ● また、同様の理由から、不特定多数の人々が安易に触れられる状態では保管しないこと。
「焼却灰(天然木由来)の利用の手引き」に沿った情報整理	<ul style="list-style-type: none"> ● 北海道が発行する「焼却灰(天然木由来)の利用の手引き」沿って事前の情報整理を行うこと。 http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/rrm/chizai/syokyakubainoriyounotebiki.htm ● 手引きに記載のとおり、販売・譲渡を行う場合は、特殊肥料にかかる届出(特殊肥料生産業者届および肥料販売業務開始届)を行うこと。

おわりに

- 木質燃焼灰は強アルカリ性の粉末であり、農用地でのpH矯正資材として利用可能です。本資料ではその利用法を示しました。
- 木質燃焼灰の利用においては、北海道が発行する「焼却灰(天然木由来)の利用の手引き」沿って情報整理を行うことが推奨されます。その際に本資料をご活用ください。
- 研究の実施、本資料の取りまとめにあたりご協力いただきました関係各位に厚くお礼申し上げます。

本資料に関する問い合わせ先



(地独)北海道立総合研究機構 森林研究本部林産試験場 利用部バイオマスグループ 担当: 折橋 健
 電話: 0166-75-4258 メール: orihashi-ken@hro.or.jp