拓殖大学北海道短期大学研究紀要 第 4 号：31-37（2024）

和寒町における木質バイオマス燃焼灰の活用法について

上西孝明＊・横井義雄＊＊

How to utilize woody biomass combustion ash in Wassamu Town

Takaaki Jonishi, Yoshio Yokoi

概要：和寒町では、町有林(1,050ha)の間伐で生産される木材（針葉樹および広葉樹 560t）の有効利用として、間伐材をチップに製造して冬期の暖房用燃料に活用している。チップをボイラーで燃焼後の燃焼灰約 1,500kg/年間は産業廃棄物となる。燃焼灰を産業廃棄物として処理するのではなく、融雪剤として有効利用することが可能か検討した結果、燃焼灰の融雪促進は市販されている防散融雪炭カルと同等かやや早い効果が認められた。また、土壌施用によって交換性カリウムが増加する傾向が認められた。燃焼灰を有効に活用することで、資源の再循環が促進され、同時に環境への負 荷が軽減される。これは SDGs において、クリーンエネルギーや持続可能な産業といった目標に繋がる取り組みである。

キーワード：木質バイオマス、燃焼灰、産業廃棄物、有効利用

Ⅰ　緒言

和寒町では、町有林(1,050ha)の間伐で生産される木材の有効利用として、間伐材をチップに製造して冬期の暖房用燃料に活用している。チップボイラーは、本庁舎と近くの保健管理センターおよび図書館で利用されている。

上川地方において木質チップを燃料としたボイラー施設は美深町、下川町、上川町、東神楽町（北海道健誠社）、南富良野町に設置され燃焼灰は産業廃棄物とされていた。

和寒町の町有林から出る間伐材は針葉樹、広葉樹合わせて約 560t/年で、それをチップに製造すると約 400t になる。チップをボイラーで燃焼後の燃焼灰は約 1,500kg/年（20kg 袋で 75 個）となる。燃焼灰は産業廃棄物となり、その処理に費用がかかるため、燃焼灰の有効利用を検討することは重要である。

折橋ら（2011)はカラマツの苗木にカラマツ全木ペレット燃焼灰の施用効果を検討していることから、ペレット燃焼灰はその形状や成分から土壌改良材や肥料、融雪促進剤として再利用が可能であると考えられた。

現在、融雪剤は商品名でサンアッシュ、融雪アッシュ、防散融雪炭カルなどが販売されている。広田ら（2008）は、農林水産系廃棄物（ホタテ貝殻と炭化鶏糞を粉砕した粉末）の融雪効果を日射反射率（アルドベ）との関係から検証し、廃棄物の有効利用が可能性を確認している。これらのことから、本試験では和寒町で製造し

＊：農学ビジネス学科　連絡先：jonishi@takushoku-hc.ac.jp
＊＊：和寒町農業活性化センター

たバイオマスペレットの燃焼灰を使用して、デントコーンへの土壌施用効果および融雪剤としての性能を評価した。また、燃焼灰の農作物に対する土壌施用効果は、まだ北海道では報告されていないので検討した。

なお、和寒町における木質バイオマス燃焼灰製造施設と熱源供給施設の概要は表１、２のとおりである。

表 1　木質バイオマス燃料製造施設 （チップ工場）

稼働開始日	平成25年4月10日
床面積	504㎡(旧中学校第2体育館)
チップ貯蔵量	40t
燃料ストック量	20t
製造機械設備	トラックスケール・一次破砕機：チッパー 林業機械：グラップルハーベスター・フォワーダ/ホイルローダー
年間チップ製造量	400t

表 2　熱源供給施設 （チップボイラー）

稼働開始日	平成25年4月15日
ボイラー床面積	118.89㎡
燃料ストック量	20t
製造機械設備	チップボイラー１基　700kw
熱供給施設	役場総合庁舎・図書館・保健福祉センター　配管IP管：Ｌ＝875.3m
年間チップ燃料消費量	400t これまでの燃料使用実績　灯油・Ａ重油：年間1,000万円相当分
燃焼後の焼却灰	約1,500kg/年間 （20kg袋で75個）

Ⅱ　材料および方法

１　試験１

１）目　的　バイオマスチップ燃焼灰のトウモロコシ（デントコーン）に対する施用効果を検討する。

２）試験地　和寒町農業活性化センター三笠圃場（細粒灰色台地土）

３）供試作物　トウモロコシ（デントコーン）

４）供試資材　バイオマス燃焼灰（pH12.9 EC5.4ms/cm トルオーグリン酸 15.6 mg/100g 交換性陽イオン CaO 6008mg/100g MgO 108mg/100g K_2O 586mg/100g）交換性陽イオンはショウレンベルガー法で抽出し、成分を分析した。

５）試験区

①無散布区

②バイオマス燃焼灰 100kg/10a 区（分析値から算出すると 10a 当たりカルシウムは 6kg マグネシウム 108g カリウムは 586g 施用される）

③バイオマス焼却灰 200kg/10a 区（分析値から算出すると 10a 当たりカルシウム 12kg マグネシウム 216g カリウム 1172g）

６）試験区の構成　１区 100 平方メートル　反復なしとした。

7）耕種概要　燃焼灰を散布後ロータリで混和した。播種日　7月2日　栽植密度　株間 30cm×畦間 80cm、施肥量は N 8kg/10a(リン酸とカリウムは無施用)、収量調査 9月4日(出穂前)

8）燃焼灰および土壌の化学性は、pH と EC はガラス電極法および電導率計で測定した。交換性陽イオン、可給態リン酸（トルオーグ法）は、土壌標準分析・測定法（土壌環境分析法編集委員会、1997）で測定した。

2　試験2

1）バイオマスチップ燃焼灰の融雪効果を、市販されている融雪剤と比較検討する。

2）試験地　和寒町農業活性化センター日の出圃場（細粒グライ土）

3）散布状況　平成 26 年（2014）3月 20 日　午前中風速 2m/s 以下、センター敷地内に設置されているアメダス積雪深 93cm、ソリに焼却灰を入れて移動しながらスコップで雪面に散布

4）調査方法　試験区の積雪深は、吹雪等の影響によって均一ではないので、スケールポールの積雪表面からの減少量を記録した。最終的には地表面が露出した日から融雪効果を判断した。

5）試験区の設定　1区　10m×10m 100 平方メートル　反復なしとした。

①無散布区
②バイオマスチップ焼却灰　30kg/10a 区
③バイオマスチップ焼却灰　50kg/10a 区
④防散融雪炭カル　40kg/10a 区

Ⅲ　結果及び考察

1　燃焼灰に含まれるカルシウム、マグネシウムおよびカリウムの効果

バイオマスチップ燃焼灰の形状は、軽鬆な草木灰とやや異なり黒色で粒状の重い灰であった。燃焼灰中の交換性陽イオンは、CaO と K2O、MgO の塩基類に富んでいた。そのため pH は 12.9 とアルカリ性を示した。一方リン酸含量は低かった。バイオマスチップ燃焼灰の性質は、和田ら（2016）が報告した徳島県の製材工程で出るスギ、ヒノキの木質燃焼灰の成分と pH やカルシウム、マグネシウム、カリウムの傾向が類似していた。

バイオマスチップ燃焼灰施用後の土壌分析結果を、表3に示した。pH はバイオマスチップ燃焼灰 100kg/10a 区、200kg/10a 区とも無散布区（pH5.61）に比較してほとんど変化がなく、酸性矯正効果は小さかった。焼却灰の成分中ではカルシウムが多かったが、pH を上昇させる効果は認められなかった。EC（電気伝導度）と有効態リン酸（トルオーグ法）も増加傾向は認められなかった。交換性陽イオン（CaO、MgO、K_2O）は、燃焼灰施用量の増加に伴いマグネシウムとカリウムがやや高くなる傾向が認められた。しかし、カルシムは増加する傾向は認められなかった。

以上のことから、バイオマスチップ燃焼灰は通常の土壌施用ではカリウムとマ

グネシウムを富化させるが、カルシウムの効果は少ないと考えられた。

表 3　土壌分析結果

区分	pH (H_2O)	EC ms/cm	ﾄﾙｵｰｸﾞﾘﾝ酸 mg/100g	K_2O mg/100g	MgO mg/100g	CaO mg/100g	熱水抽出性窒素 mg/100g
無散布区	5.61	0.13	24.2	25.3	23.9	366	2.2
ﾊﾞｲｵﾏｽﾁｯﾌﾟ焼却灰 100kg/10a区	5.56	0.18	29.1	28.8	25.2	351	2.7
ﾊﾞｲｵﾏｽﾁｯﾌﾟ焼却灰 200kg/10a区	5.69	0.15	20.3	30.6	27.2	350	2.0

次にバイオマスチップ燃焼灰施用による作物（デントコーン）の増収効果を表４に示した。なお、収量調査はデントコーンの播種日が遅かったため、出穂前の茎葉乾物収量で検討した。生草重は無散布区 2460kg/10a と比較してバイオマスチップ燃焼灰 100kg/10a 区、200kg/10a 区とも変わらなかった。

散布区の乾物重 418kg/10a を 100 とした収量比をみても、各区は 99 と増収効果は認められなかった。その要因として、無散布区の土壌中のカリウム、マグネシウム含量とも土壌診断基準値内（K_2O：15～30mg/100g　MgO：25～45mg/100g）であるため、増収効果は示さなかったと考えられる。

表 4　デントコーンの収量調査結果

区分	生草重 kg/10a	乾物重 kg/10a	収量比 %
無散布区	2460	418	100
ﾊﾞｲｵﾏｽﾁｯﾌﾟ焼却灰 100kg/10a区	2430	413	99
ﾊﾞｲｵﾏｽﾁｯﾌﾟ焼却灰 200kg/10a区	2430	413	99

和田ら(2016) は、燃焼灰に含まれるカリウムの肥料効果を、カリウム含量の少ないマサ土、砂土、水田土（交換性カリウム１～４mg/100g)の 3 種類を用いてコマツナの幼植物試験で検討した。その結果、全ての土壌でコマツナの新鮮重の増加が認められた。さらにコマツナ体内のカリウム、マグネシウム、カルシウム含有率の増加を確認している。

バイオマスチップ焼却灰は、pH12.9 のアルカリ性であるが、カルシウム補給による酸性矯正効果は認められなかった。しかし、カリウムとマグネシウムは富化されることが明らかとなった。

２　バイオマスチップ焼却灰の融雪促進効果

散布時の積雪面を０㎝として、地面が見えるまでの深さを測定した。また、3月30日に１㎝、31日に２㎝、４月１日に１㎝、４日に14㎝（アメダス観測）の降雪で一時的に融雪が止まった。

各種の融雪剤を散布後４日目（3月24日：アメダス積雪深88cm)の積雪深は、無散布区は3月20日より16.1cm低くなり、バイオマスチップ燃焼灰30kg/10a区は36.1cm、50kg/10a区は31.4cm、防散融雪炭カル40kg/10a区は32.2cm低くなって、無散布区より15～20cm多く融けていた（表５）。

表　５　融雪剤散布による積雪減少量の推移

測定日 （散布後日数）	無散布区	ﾊﾞｲｵﾏｽ 焼却灰30kg区	ﾊﾞｲｵﾏｽ 焼却灰50kg区	防散融雪 炭ｶﾙ40kg区
3月24日　（ 4日）	16.1	36.7	31.4	32.2
3月26日　（ 6日）	27.0	49.5	43.1	41.0
3月28日　（ 8日）	39.0	66.6	59.5	59.3
3月31日　（11日）	55.1	83.0	78.3	81.8
4月3日　（14日）	66.4	99.0	90.0	100.1
4月7日　（18日）	51.5	92.5	86.0	86.9
4月9日　（20日）	64.2	103.2	96.1	98.6
4月14日　（25日）	80.9	110.0	121.2	112.5
地表面露出日	4月18日	4月 9日	4月 9日	4月14日
積雪0cm日	4月23日	4月14日	4月14日	4月20日

散布後14日目（4月3日：アメダス積雪深44cm)における融雪深は、無散布区が66.4cmであったが、バイオマスチップ燃焼灰30kg/10a区は99.0cm、バイオマスチップ燃焼灰50kg/10a区は90.0cm、防散融雪炭カル40kg/10a区は100.1cmと無散布区より24～34cm多く融けており、バイオマスチップ燃焼灰は、市販の防散融雪炭カル炭カル区とほぼ同等の融雪効果を示した。

図１に各区の積雪減少量の推移を示した。4月3日ではバイオマスチップ燃焼灰30kg/10a区が50kg/10a区より約10cm多く融けているが、散布ムラの影響と考えられた。なお、4月4日に降雪があったが4月3日から4月7日の間に無散布区と防散融雪炭カル区では13～15㎝の積雪の増加がみられたのに対して、バイオマスチップ燃焼灰区は4～6.5㎝と積雪の増加は小さかった。

融雪剤の散布によって畑の地表面が部分的に露出した日を調査観察した。バイオマスチップ焼却灰区は4月9日、防散融雪炭カル区は4月14日と無散布区より4～9日早かった。とくにバイオマスチップ燃焼灰区は防散炭カル区より5日早かった。この原因は、バイオマスチップ燃焼灰の色が黒く、防散融雪炭カル区より太陽熱の吸収が大きいと推察された。

積雪が０㎝になった日は、バイオマスチップ燃焼灰区は4月14日、防散融雪炭カル区が4月20日、無散布区が4月23日であった。バイオマスチップ燃焼灰区

は、無散布区より 9 日早く融雪し、防散融雪炭カル区は 3 日早く融雪した。

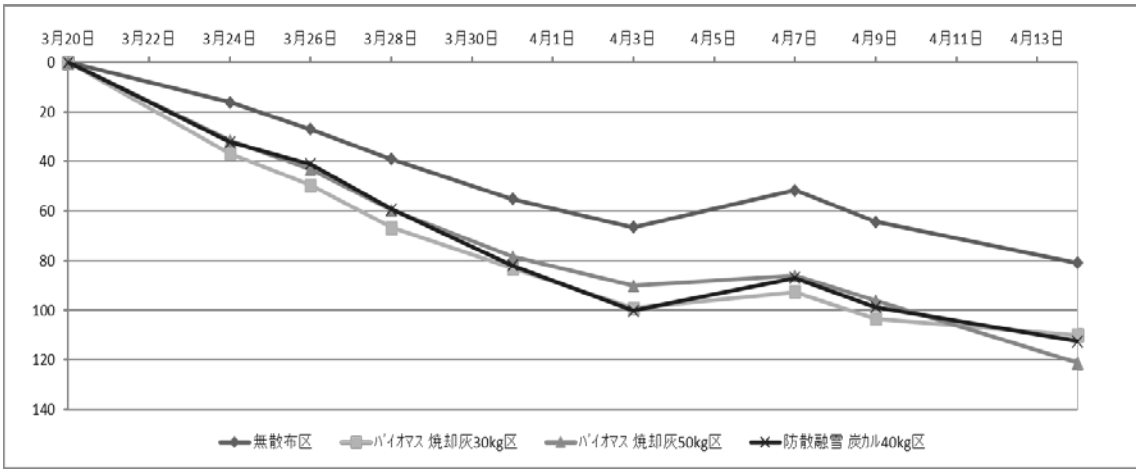

図 1　各処理区の積雪減少量の推移

以上のことから､バイオマスチップ燃焼灰は市販防散融雪炭カルと同等かそれ以上の融雪効果を示すことが明らかとなった｡散布にあたっては形状が粉末のため散布時に飛散するので、無風状態で散布することが望ましい。また、今後は飛散を防止するペレット化についても検討が必要と考えられる。

和寒町では燃焼灰の利用にあたり町有林の林道の融雪促進に活用している｡このことは燃焼灰の林地還元につながるものである。なお､燃焼灰には融雪を促進する効果があり、既存の融雪資材と同程度の使用量で使用できることが示されている（地方独立行政法人・北海道立総合研究機構 2019）。

Ⅳ　要約

1．バイオマスチップ燃焼灰の土壌施用効果は、土壌中の交換性カリウムとマグネシウムを増加させた。しかし、pH 上昇効果やカルシウムの富化は認めらなかった。

2．カリウム、マグネシウムのデントコーンへの生育促進効果は用いた圃場の土壌が土壌診断基準値の範囲にあるため認められなかったが、生育の抑制もなかった。

3．燃焼灰の融雪促進効果は、市販されている防散融雪炭カルと同等かやや早い効果が認められた。粉末状で防散処理がなされていないので町有林などの林道融雪に適している。

4．燃焼灰を有効に活用することで、資源の再循環が促進され、同時に環境への負荷が軽減される。これは SDGs において、クリーンエネルギーや持続可能な産業といった目標に繋がる取り組みである。

Ⅴ　謝辞

和寒町、和寒町農業活性化センター職員一同の協力を得て実施した。皆様に感謝いたします。

Ⅵ　引用文献

１）土壌環境分析法編集委員会・土壌肥料学会監修 1997. 土壌環境分析法. 博友社東京.

２）広田知良・長谷川益男・田中弘康・鈴木伸治・但野利秋 2008. 農林水産系廃棄物を利用して開発した融雪剤の融雪促進効果の検証. 農業気象 64(4):271-279.

３）北海道・水産林務部林務局林業木材課・環境生活部環境局循環型社会推進課・農政部生産振興局技術普及課 2017. 焼却灰（天然木由来）の利用の手引き. 1-8.

４）折橋健・山田敦・高橋徹・田代直明・古賀 2011. 木質バイオマス燃焼灰の林地還元に向けた基礎知見－カラマツペレット燃焼灰を用いた検討－. 九大演報 92：13－18.

５）折橋健 2019. 木質燃焼灰の有効利用について. 林産試だより 8 号：1-2.

６）地方独立行政法人・北海道立総合研究機構　森林研究本部・林産試験場・環境･地質研究本部・環境科学研究センター 2019. 木質バイオマス燃焼灰の融雪資材としての利用法. （利用者向け資料）1-13.

７）和田健太郎・内山知二 2016. 製材残材を燃料とするボイラーから排出された木質燃焼灰の肥料効果. 土肥誌 85：40-44.