

ウッドバッグを用いた 薪乾燥システムの開発

NPO法人九州バイオマスフォーラム

理事長 薬師堂 謙一

事務局長 中坊 真



ウッドバッグ



ロールパレット



メッシュパレット

オーストリアの木質バイオマス利用状況

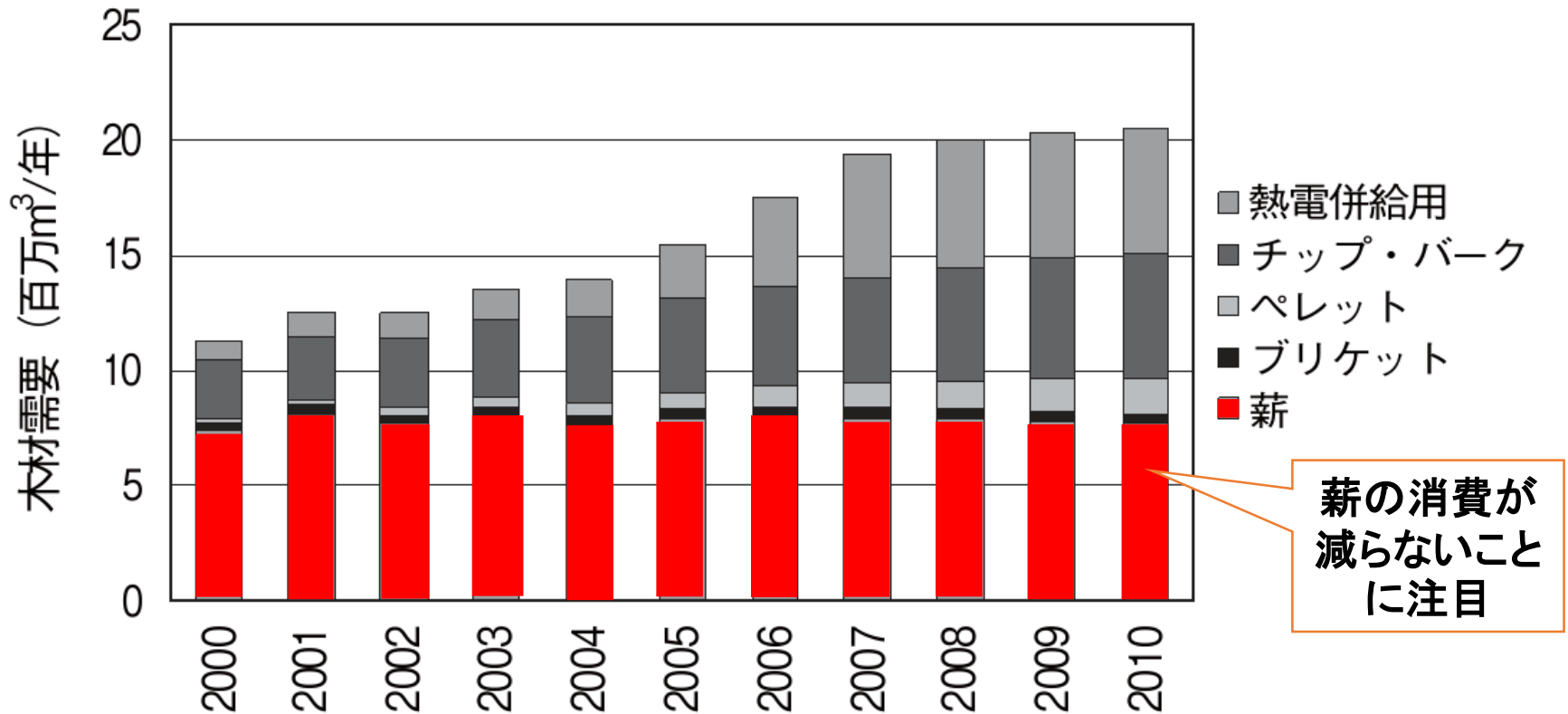


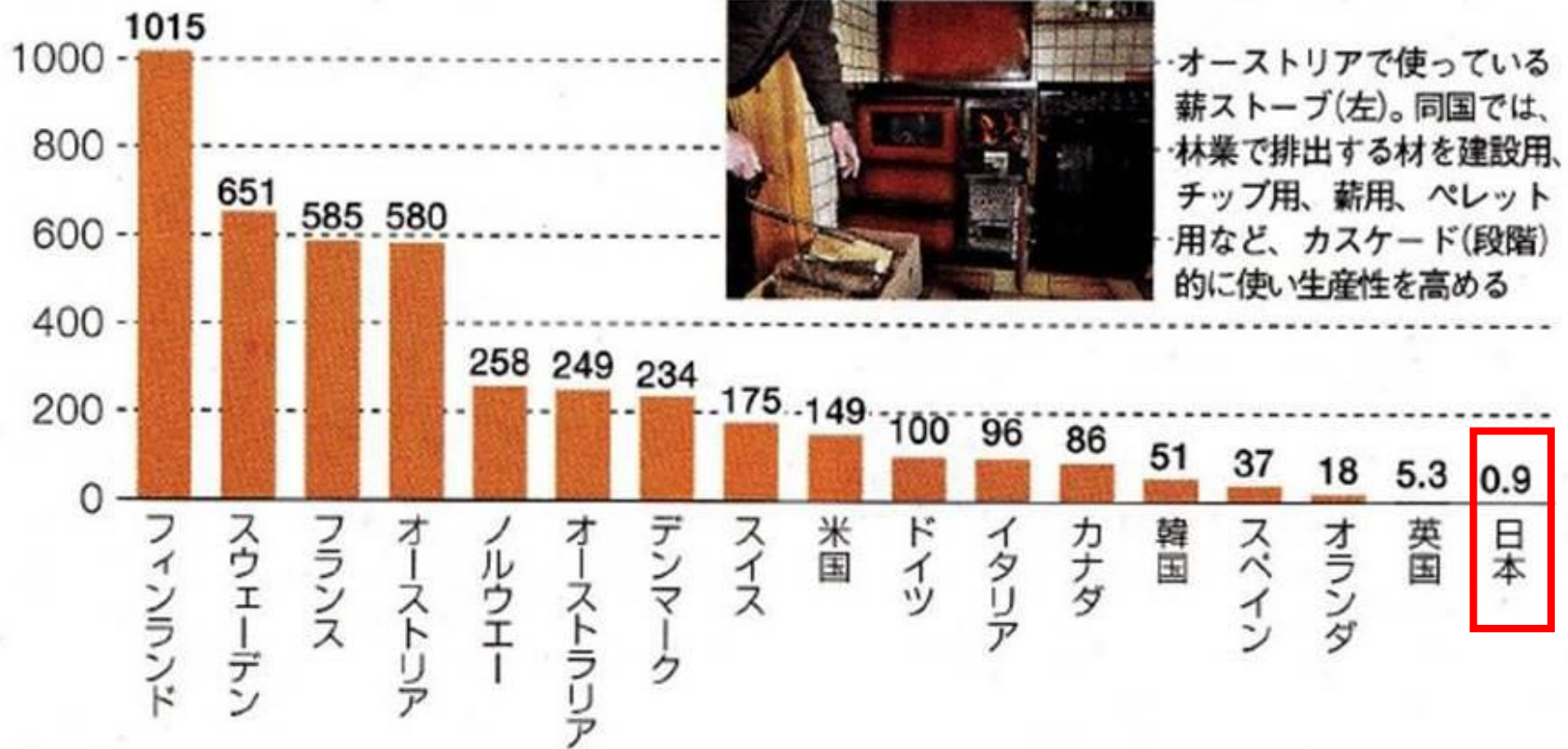
図2 オーストリアにおけるエネルギー用木材の需要
(2005年以降はオーストリア農林環境省予測)

出典：三浦修一（オーストリアにおける木質エネルギー利用、WEB）

海外と日本との薪の利用量比較

●先進国の人口当たりの薪生産量

1200 (m³/百万人・年)



出所：さいかい産業、元データはFAO(2006年)

引用元：日経エコロジー

日本国内の薪ストーブの販売台数

一般社団法人

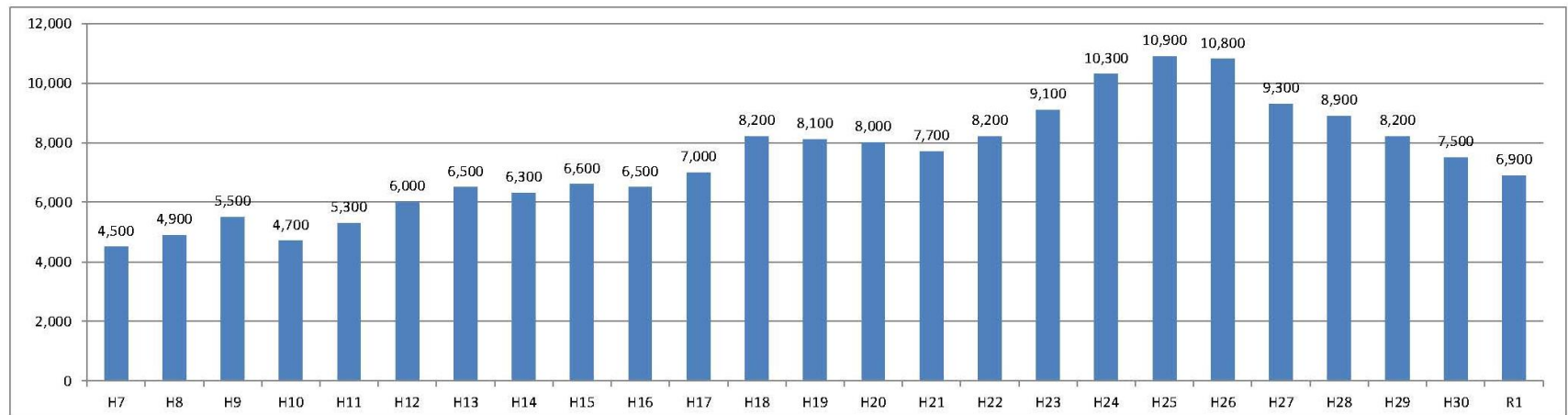
日本暖炉ストーブ協会

令和2年2月

暖炉・薪ストーブ販売台数推移表

年	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	25年間 合計
台数/台	4,500	4,900	5,500	4,700	5,300	6,000	6,500	6,300	6,600	6,500	7,000	8,200	8,100	8,000	7,700	8,200	9,100	10,300	10,900	10,800	9,300	8,900	8,200	7,500	6,900	185,900
申告社数	11社	11社	11社	11社	11社	11社	11社	10社	9社	9社	9社	9社	9社	8社	8社	12社	12社	9社	11社	11社	13社	15社	16社	15社	15社	

年 毎年1月～12月
台数 所属会員会社の申告数を合計



暖炉ストーブ協会の会員店が販売しているストーブは年間約7千台。
会員以外の販売数を考慮すると、年間1万台は販売されている模様。
薪年間消費金額 5万円/台とすると、年間5億円の市場拡大。

1. 目的・理念

1. 日本国内において、電気、ガス、水道に次ぐ地域社会インフラとして「薪産業」を育てる
2. 品不足を発生させない量の確保と、含水率が十分低い乾燥薪の質の確保が重要
3. 農研機構が開発した木質チップの乾燥技術を応用。シンプル・コンパクト・安価な薪乾燥システムを開発。

※薪の品質

一般的に乾燥薪というのは、含水率が20%以下であることが求められている。薪ストーブや薪ボイラーで、含水率が高い薪を燃焼すると、煙の発生や煙突に煤やタールが付着する可能性が高く、大気汚染や燃焼機器のトラブル・安全性に問題が生じる。

※既存技術

これまでの薪乾燥技術は、天日乾燥もしくは既存の木材乾燥技術を使ったものであった(ハイスpekクすぎる)。

2. 実施概要

①事例調査・ニーズ調査

既存の薪乾燥システムの事例調査、薪製造販売事業者にヒアリング

②薪乾燥実験

薪の乾燥特性の把握、薪乾燥システムの仕様決定

③薪乾燥システム開発

燃焼装置、熱交換機、貯湯タンク、温風発生器、制御システム

④実証試験

薪乾燥システムの連続運転、薪乾燥試験

⑤検討委員会

専門家による助言・意見交換

事例調査報告



長野県A社 屋根のみ



長野県B社 ファーネス+コンテナ



長野県C社 ファーネス+コンテナ



青森県D社太陽光パネル屋根



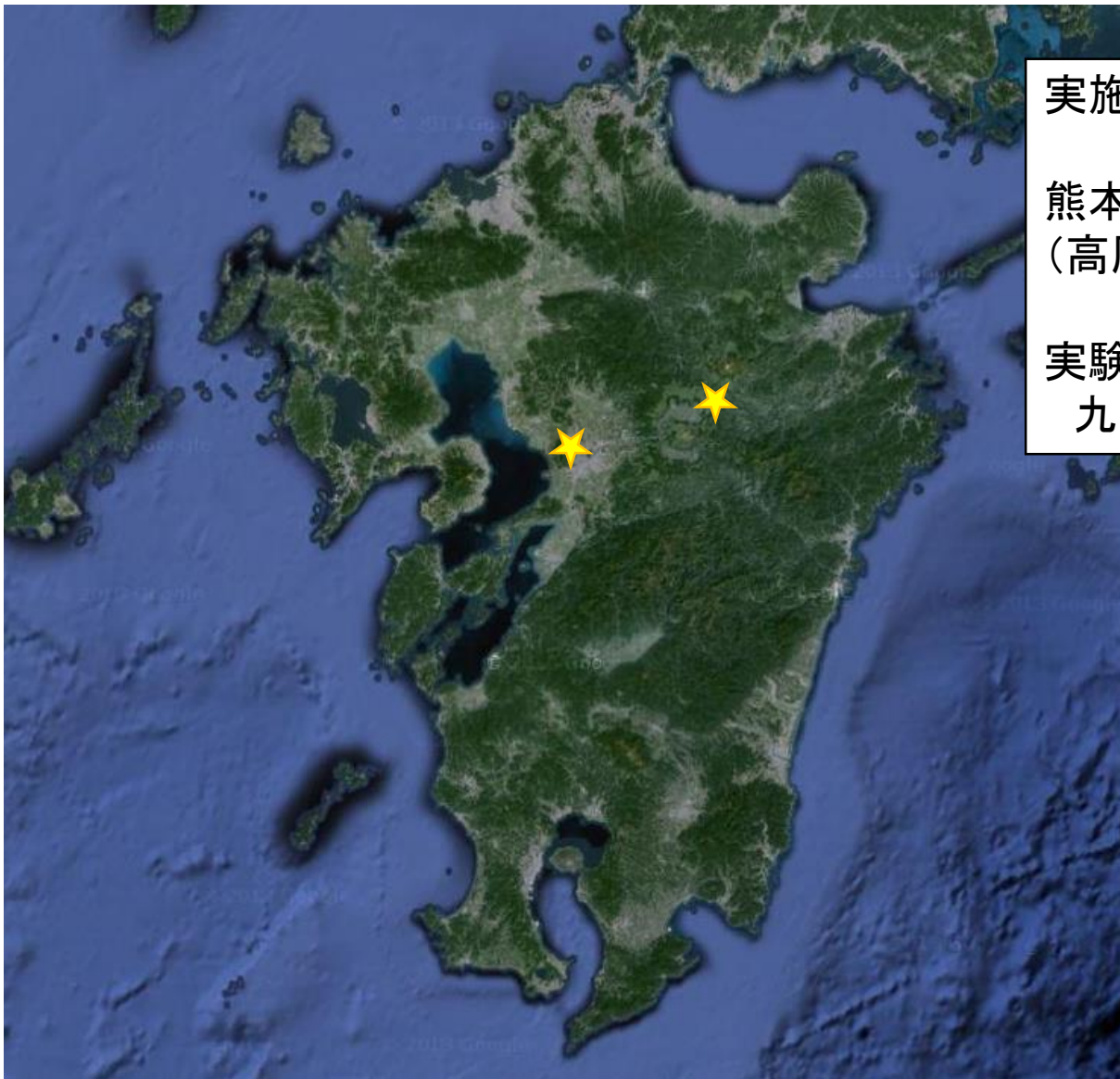
福島県E社 農業用ハウス



群馬県F社 ボイラー+乾燥小屋

薪の売上が年間3000万円を超えているところは、薪乾燥施設に、数百万～数千万円の設備投資を行っているところが多かった。→乾燥システムのニーズはある。

3. 実施場所



実施予定場所

熊本県阿蘇市波野
(高原地域・阿蘇森林組合所有地)

実験協力

九州沖縄農業研究センター

4. 試験の実施状況



天日乾燥試験の様子



おが粉・木くずをボイラーに投入



ボイラーと排ガス熱交換機の設置の様子



燃焼の様子



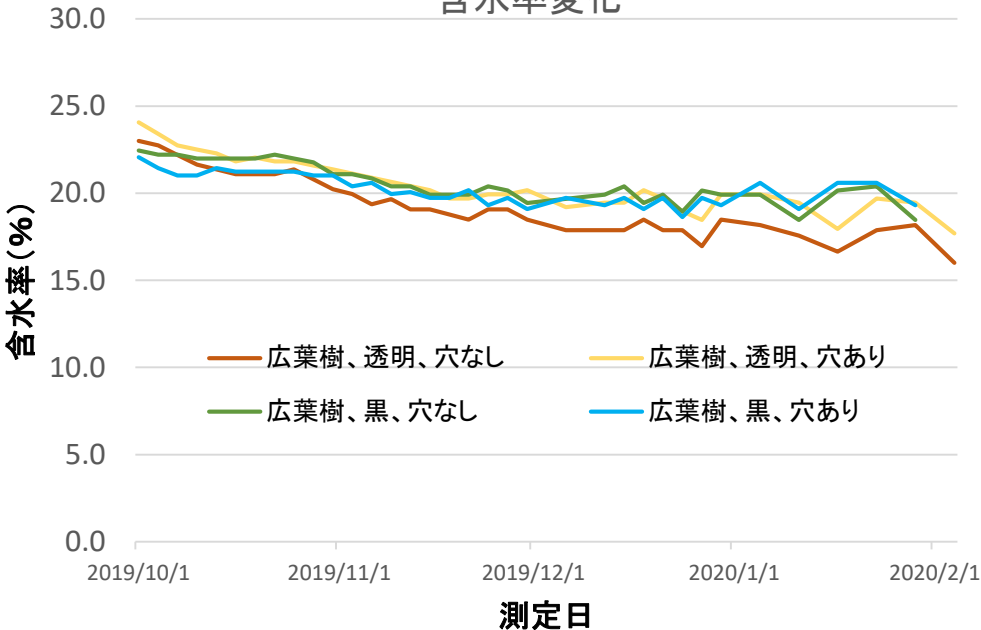
排ガスは水蒸気のみ



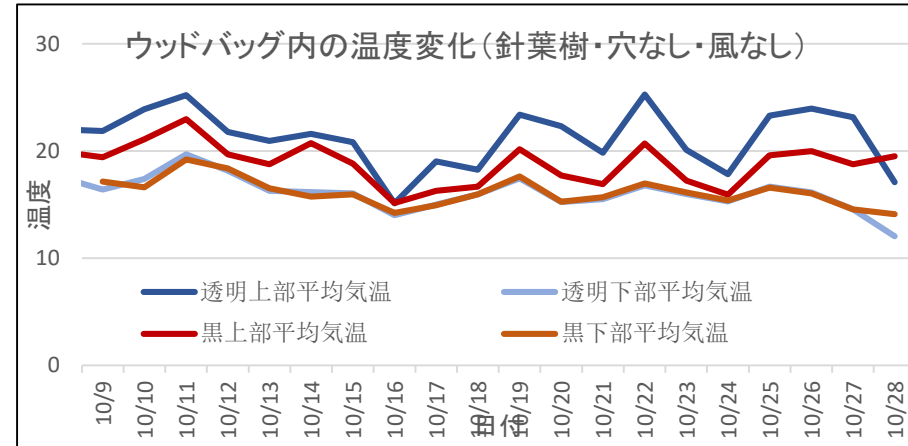
火山灰もしくは火山灰に含まれる硫黄分の影響により、当初数年は耐久性があると思われた耐候剤入りカバーが、硬化して裂けるようになった。

ウッドバッグにポリ袋をかぶせた天日乾燥試験

含水率変化



- ・上記で最も乾いたのは、広葉樹・透明・穴ありで、126日間で54kg乾いた(平均0.43kg/日)。
- ・広葉樹の場合は、ポリ袋の穴あり・穴なしでは、明瞭な違いは認められなかった。
- ・透明と黒色では、透明の方が若干乾燥が早かった。
- ・含水率が15%に近づくにつれて、乾燥速度が落ちてくる。



透明と黒色のポリ袋を比較した場合、上部の温度は透明の方が高い、下部の温度は変わらない



ウッドバッグの乾燥効率向上技術



自然乾燥用補助通風装置の試作

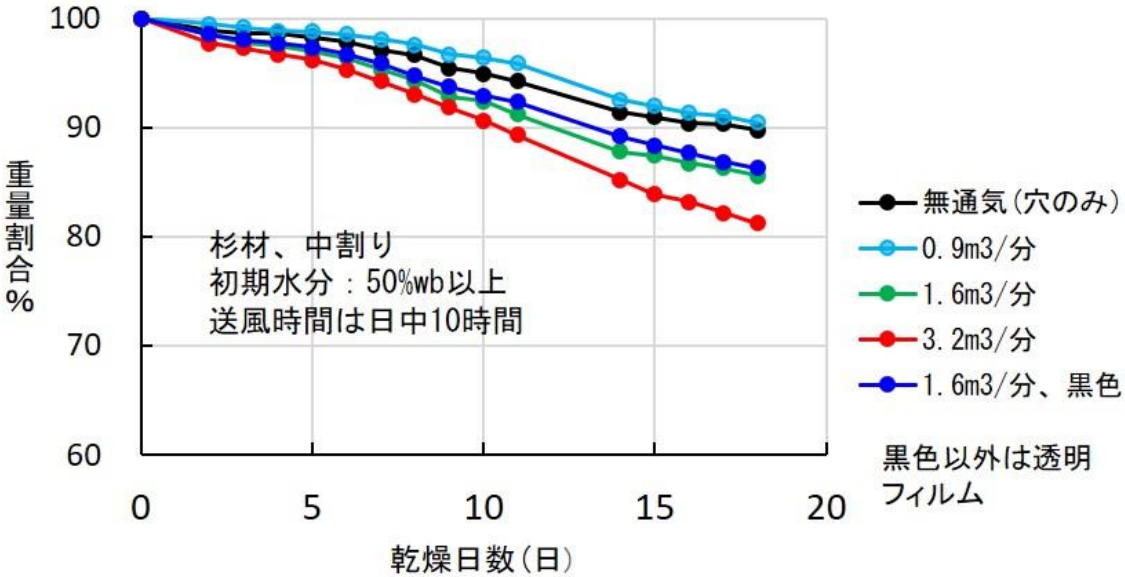
- ・ポリフィルムをかけるのみでは排気量が少なく乾燥速度が遅いので、日中に上部からファンで空気を送り込み薪の乾燥を促進する。
- ・コンピューター用の冷却ファンを使用。風量別の試作例、太陽光パネルの利用も可能。



通風装置の設置状況



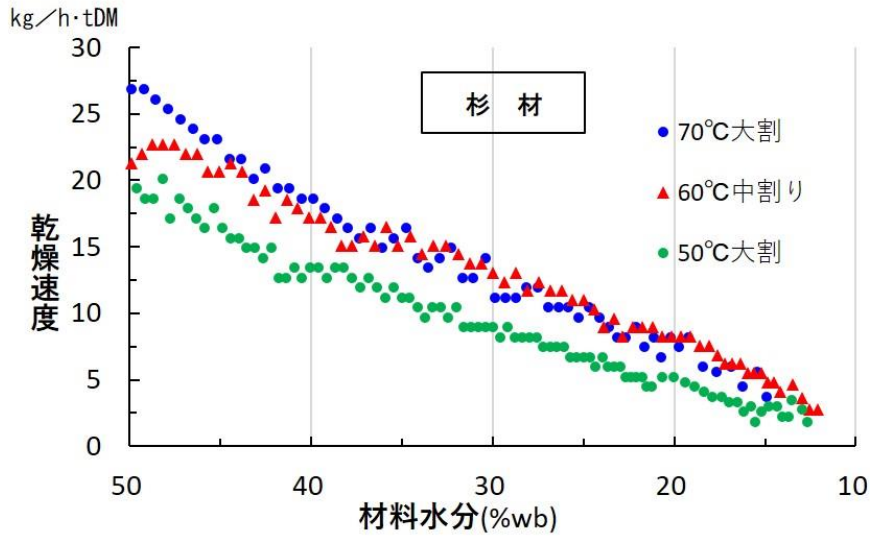
- ・ポリフィルムに送風量3.2m³/分の補助送風装置を設けることにより、無通気に比べ乾燥能力を2倍にできる。
- ・価格7千円/袋、消費電力30W
- ・送風量が少ないと効果がでない場合がある。



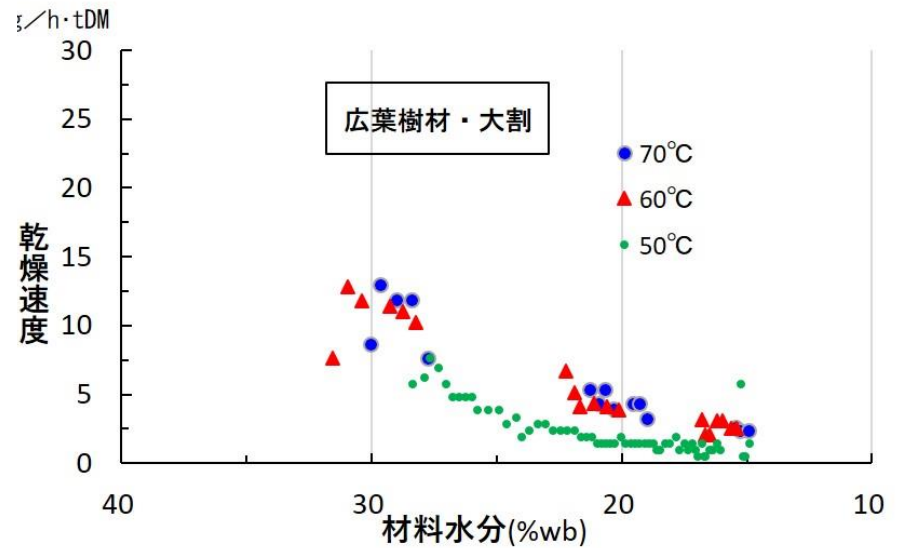
補助送風装置による薪の乾燥促進効果

18日目で無通気約60kg、3.2m³/分は約120kgの重量が減少した

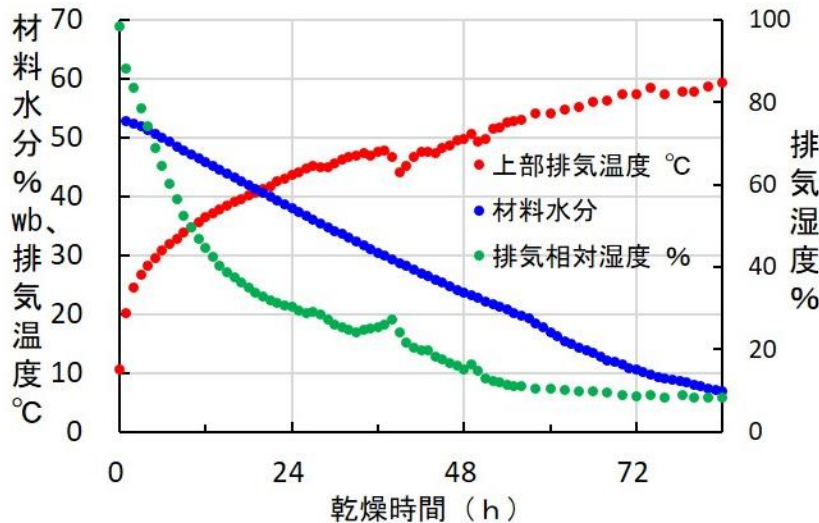
強制熱風乾燥での乾燥能力



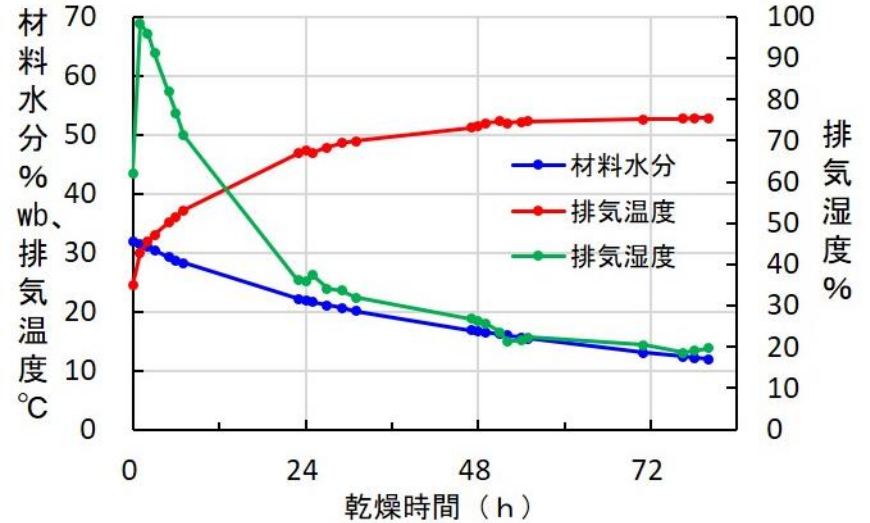
薪の水分・乾燥温度別の乾燥速度 (kg/h・tDM)



薪の水分・乾燥温度別の乾燥速度 (kg/h・tDM)



杉大割薪の通風乾燥結果 (乾燥温度: 70°C)



広葉樹大割薪の通風乾燥結果 (乾燥温度: 60°C)

強制熱風乾燥システムの概要

排気温200°C以下
強制吸引



冷却能力
30,000kcal
/h(35kW)

排気温400-600°C

水冷熱交換器

高温水

高温水

冷水

ステンレス鋼板製
貯湯容量5 t
断熱材100mm

貯湯タンク

乾燥温度は温水温の
-10~15°C程度、送
風量は6m³/分・基



ラジエーター式
放熱器(25-30kW)

温風



通風乾燥装置
ウッドバッグ
4基同時乾燥

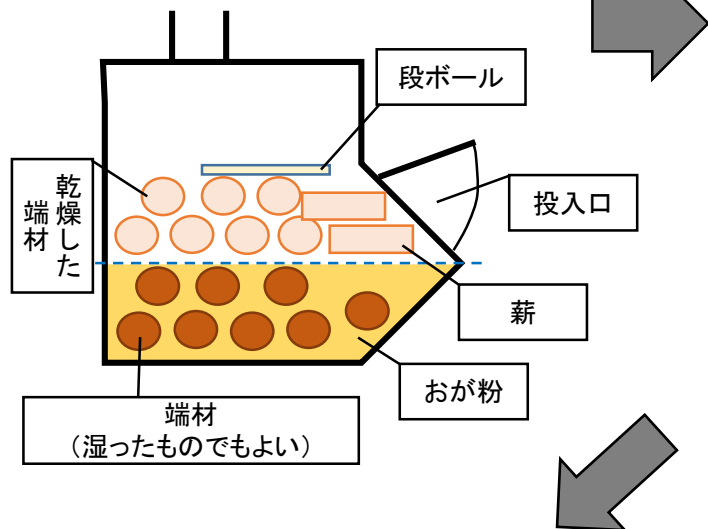
薪焚き式温水ボイラー

- ・市販の薪焚き温水ボイラーに水冷熱交換器を追加し熱回収率が約36%向上
- ・貯湯タンク付設により消火後も8時間程度通風乾燥が可能→乾燥速度の向上
- ・ラジエーター式放熱器(25~30kW)でウッドバッグ4袋を同時乾燥

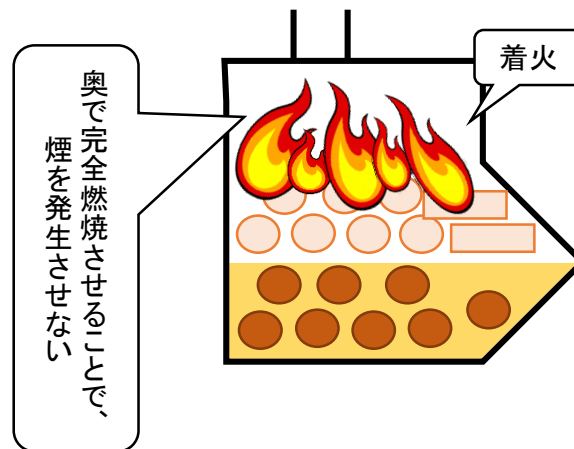
ボイラーの燃料投入



①原料投入

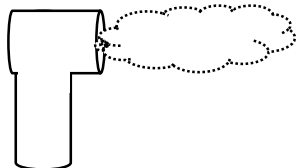


②着火する

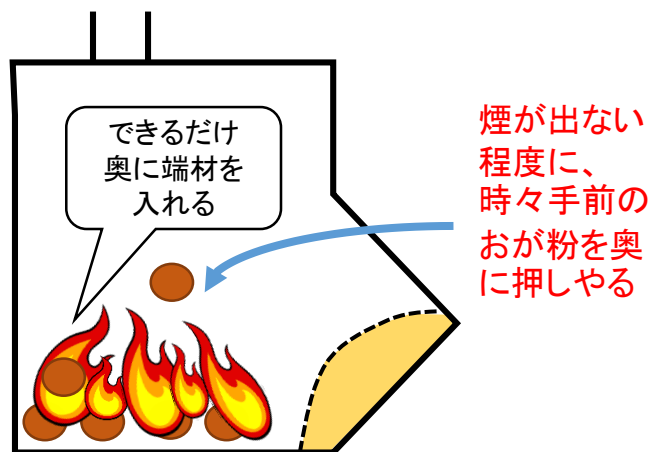


③煙の確認

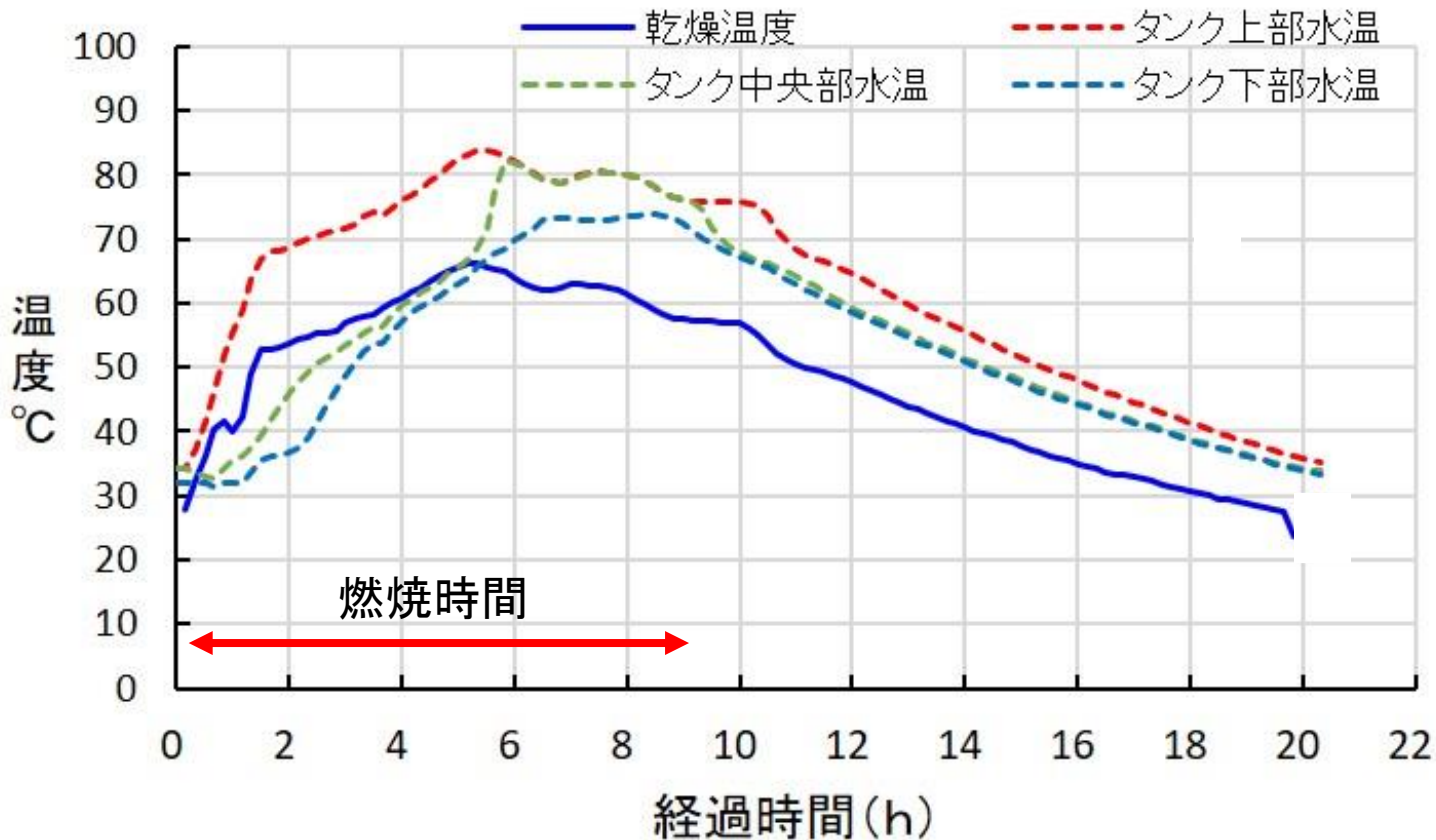
煙突から白煙が少なくなったことを確認する。
白煙が出ていたら、段ボールなどを追加して、火力を上げる。



④補充する



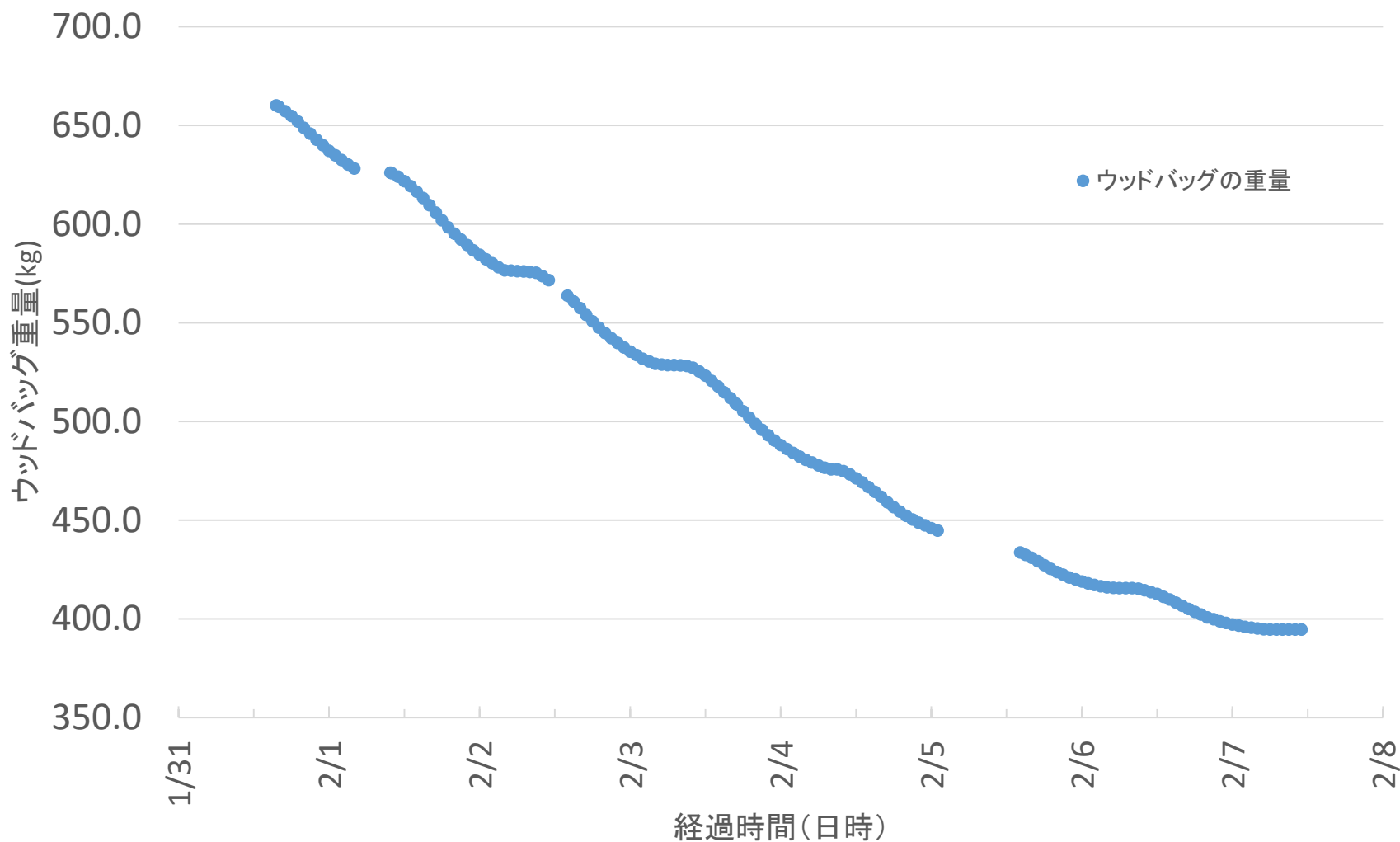
薪乾燥装置の運転状況



薪燃焼乾燥装置の運転状況 (9:40スタート)

- ・ボイラーの運転開始後タンク内水温は70°C程度まで上昇する。
- ・放熱器への供給水温はタンク上部水温と同等で、薪の乾燥温度は水温-15°C程度
- ・薪の乾燥温度は燃焼中は60°C以上に上昇し、燃焼終了後も10時間程度運転可能

ウッドバッグ(針葉樹)の重量変化



約7日間で265.4kgの減少。平均約38kg/日の乾燥能力。
含水率30%から15%まで、2~3日あれば乾燥する見込み。

5. 2019年度の事業実績、成果

当初の計画・目標	取り組み状況・得られた成果
①事例調査	長野県・福島県・青森県・群馬県を調査 薪乾燥システムの事例とニーズをヒアリング、300万円～数千万円の投資事例。
②薪乾燥実験	温風発生器で乾燥特性を解明。 長さや樹種を変えて試験中
③薪乾燥システム開発	薪乾燥システム完成。夜間貯湯タンクにより無人運転可、廃材利用可。
④実証試験	ポリ袋に穴の有無・色の有無で試験。天日乾燥の違いをモニタリング。 ポリ袋については、火山灰による耐久性の問題あり 天日乾燥と火力乾燥の使い分けを整理

成果

- ・含水率30%から15%まで乾燥させるのに、2～3日で乾燥が可能な温風乾燥システムを開発できた。
- ・含水率30%までの乾燥は、ポリ袋とウッドバッグの天日乾燥で可能。

6. 本事業実施による「地域内エコシステム」構築に向けた見通し

- 薪乾燥特性を解明したことで、乾燥に必要な温度・風量などの条件が明確になった。
- 薪生産現場で発生する木くずを熱源に利用し、含水率20%以下に薪を乾燥させるシステムを開発することができた。
- 残る課題としては、燃料投入時の煙、ユーザーインターフェース、メンテナンス性、マニュアル作成、コスト削減などがある。
- 上記の課題を解決することで、薪生産事業者にとって大きな課題であった薪の品質と量の確保(薪の乾燥)の解決を図る。
- 薪の安定供給体制を構築することで、欧米諸国並みの薪の需要拡大を図ることで、木質燃料の地産地消の仕組みづくりに寄与したい。



薪アートコンテスト作品事例

ご清聴ありがとうございました。

NPO法人九州バイオマスフォーラム
TEL 0967-22-1013 FAX 0967-22-1014

nakaboh@aso.ne.jp

kbiomass.org

理事長 薬師堂 謙一

事務局長 中坊 真

