



「過熱水蒸気処理竹粉残渣の 固形燃料化研究会」

研究年度：令和元年度～2年度

福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター
株式会社 バンブーテクノ

放置竹林問題

かつて日本は竹を資源として
有効に活用



海外産の安価なタケノコの流入
竹材需要の減少・竹産業の衰退



放置竹林の増加

山林への侵食

農地・住宅地への侵入



竹材の新たな利用法（工業製品への活用）



過熱水蒸気処理

Super Heated Steam : SHS

- 約200℃の高温水蒸気処理
- **水のみ使用** → 薬品不用

※（株）バンブーテクノが製造実証研究



処理竹



過熱水蒸気(SHS)処理竹粉

プラスチック混練用粉末



排出蒸気



SHS竹酢液

有機酸含有液

SHS処理竹粉で製造できる製品

高い市場性

再生可能資源の活用
化石資源の削減
強度の向上



SHS処理竹粉

+

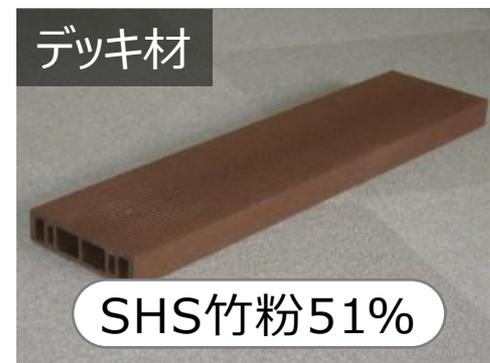


プラスチック

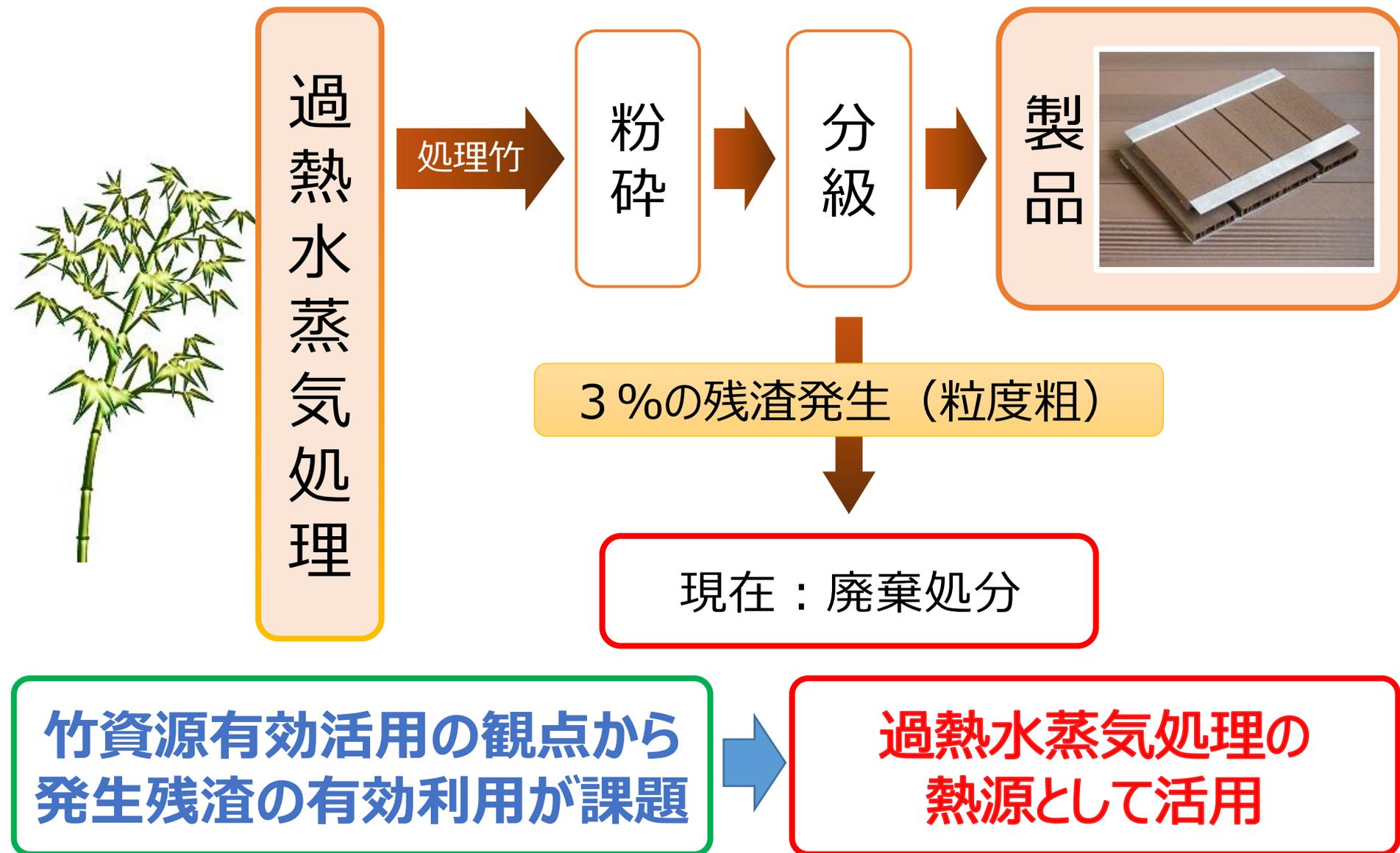


製品化

工業材料製品



SHS竹粉の製造工程：残渣の発生



SHS竹粉残渣燃烧利用の問題点と対策

問題点

カリウム含有量が高い



灰の融点が低く、
燃烧炉内にクリンカが固着

SHS竹粉は粉末状



燃烧時の空気混合が難しく、
燃烧しにくい



対策

灰の融点を上昇：脱カリウム処理＋他資材との混合

燃烧時の空気混合を改善：固形燃料（ペレット）化

目標：既存ペレットボイラーに使える固形燃料の開発



クリンカとは

灰が燃烧炉内で融解固着したもの。燃烧を妨げる。
燃料にカリウムが多いと、灰の融点が下がり発生しやすくなる。

本研究の検討内容

課題A 脱カリウム処理

- A-1 竹粉残渣洗浄処理条件
- A-2 竹粉残渣洗浄溶媒

課題B 他資材混合

- B-1 他資材混合物のグリンカ抑制効果
- B-2 脱カリと他資材混合の相乗効果

課題C ペレット化

- C-1 混合物ペレット試作
- C-2 燃料としての評価



最終目標とする固形燃料

課題A：脱カリウム処理

目的

S H S 竹粉残渣はカリウム含量が高く、燃焼するとクリンカを生成しやすいため、洗浄処理によりカリウム含量を低減化する。

試験方法

操作方法

- ① S H S 竹粉残渣に溶媒を添加
- ② 処理時間経過後、ろ過
- ③ ろ液のカリウム含有量を原子吸光光度法により測定
- ④ 添加溶媒への溶出割合を算出

試験処理：処理時間、振とう、溶媒量、溶媒種類、温度



課題A：脱カリウム処理（処理時間、溶媒量、振とう処理）

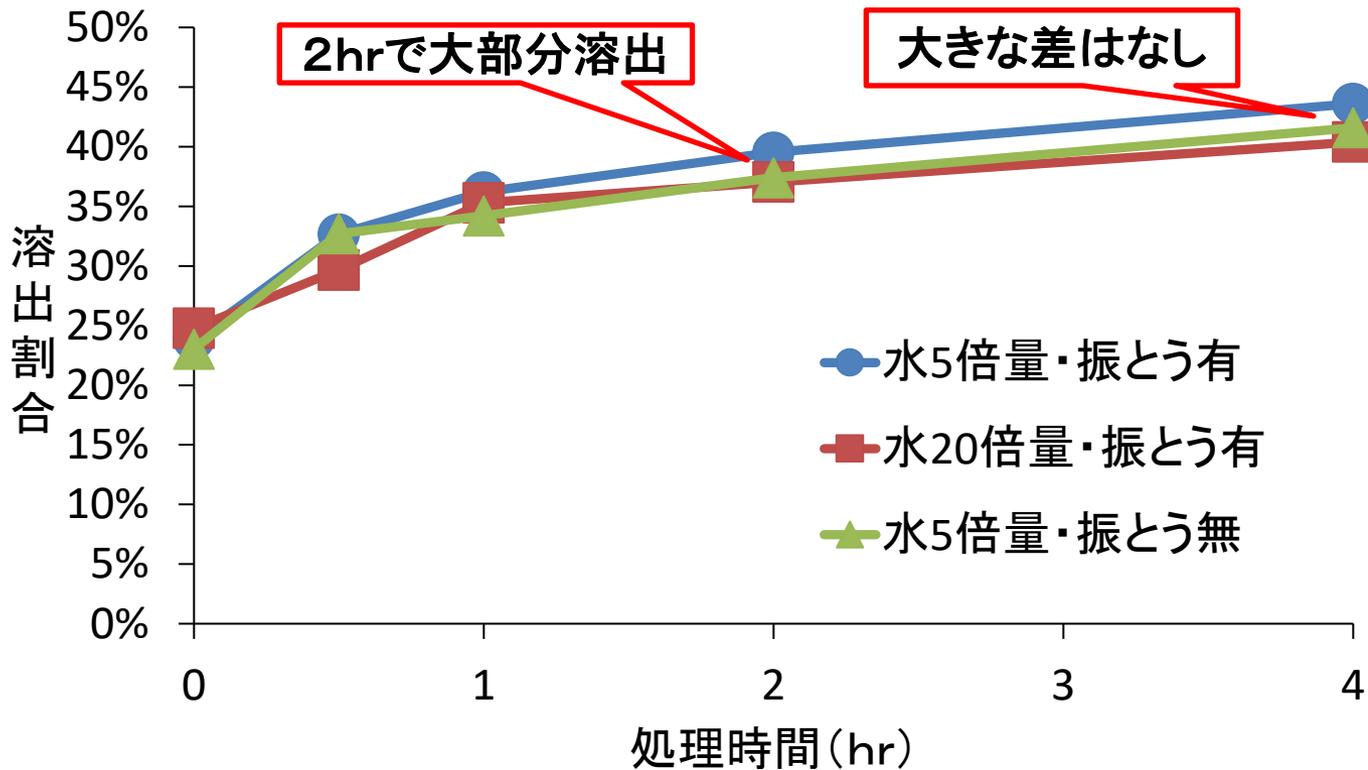


図 処理時間、溶媒量、振とう処理とカリウム溶出割合

注) 処理条件：25℃

【結果】 処理時間：2時間程度で十分
溶媒量：影響は小→5倍量程度で十分
振とう：効果は小→浸漬のみで可

課題A：脱カリウム処理（浸漬温度、溶媒の種類）

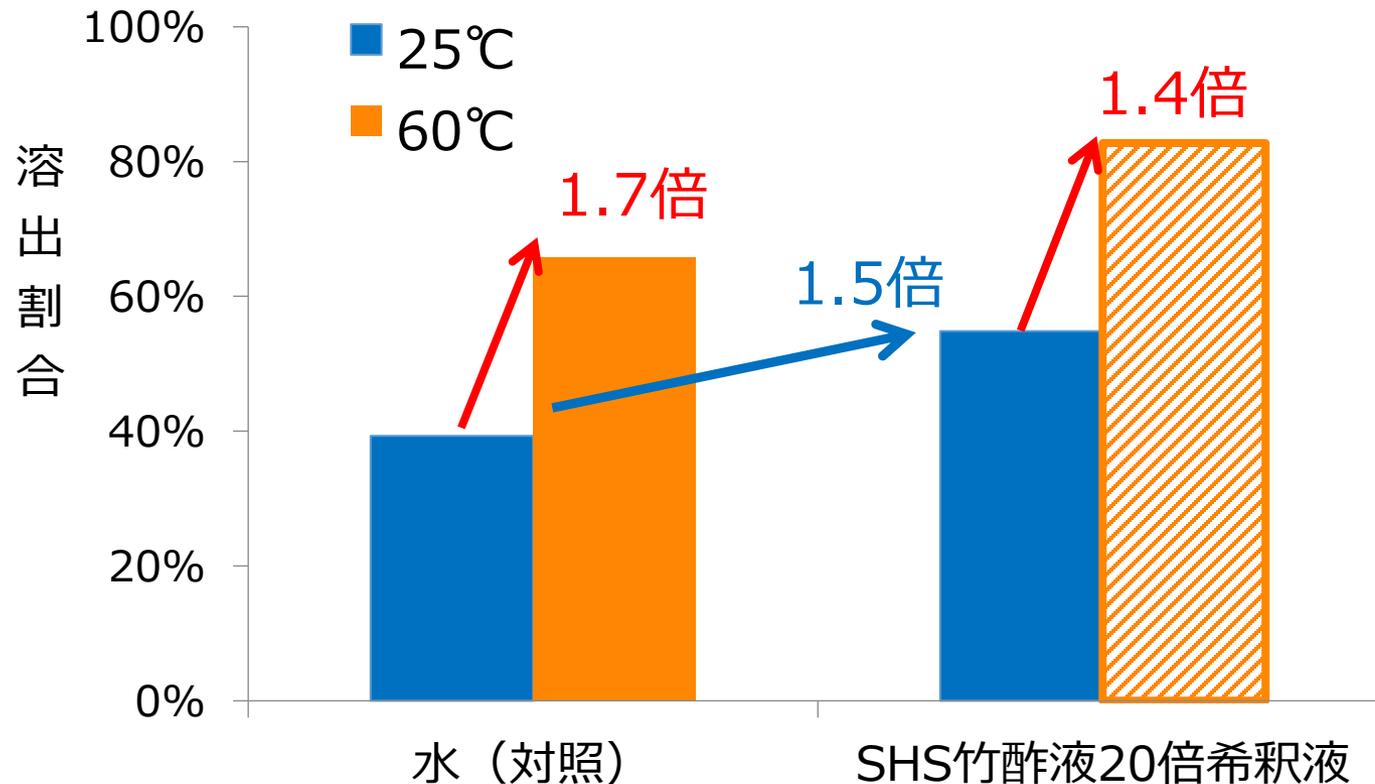


図 浸漬温度、溶媒種類とカリウム溶出割合

注) 処理条件：SHS竹粉残渣の5倍量の溶液で2時間、浸漬（振とうなし）

【結果】 溶媒にSHS竹酢液20倍希釈液を用い、60℃に加温すると効果大
竹粉残渣カリウム濃度：0.62% → 0.16%に低減可能

課題 B : 他資材混合

目的

燃烧炉内のクレンカ発生を抑制するため、灰の融点を上昇できる混合資材を明らかにする。

試験方法

試験区の構成

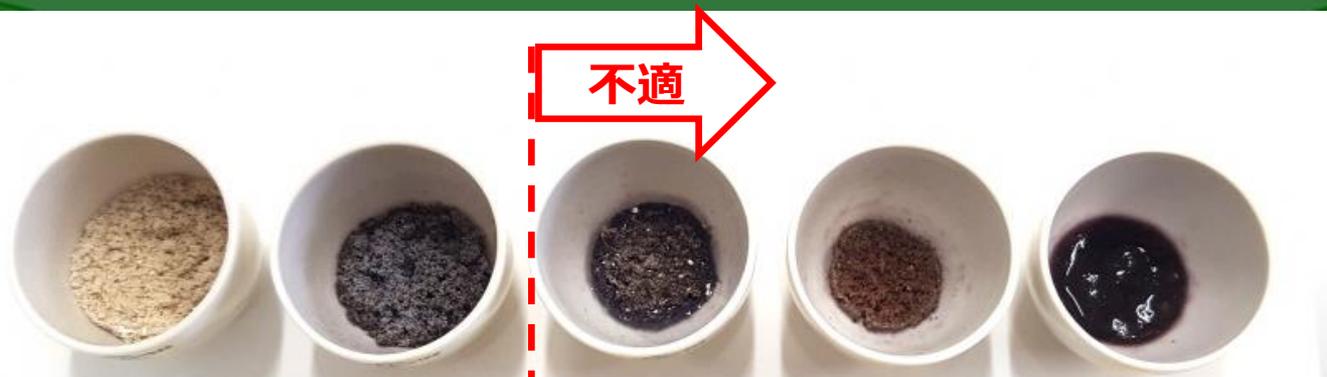
混合資材の種類	混合割合
①炭酸カルシウム	①10% ②25% (灰に対する重量比)
②きのこ廃菌床	①2%②4%③8% (SHS竹粉残渣に対する重量比)



マッフル炉で2時間処理

温度
①900℃
②975℃
③1,050℃

課題B：他資材混合



1 (粉状) 2 (小粒状) 3 (中粒状) 4 (塊状) 5 (ガラス状)

クリンカ形成状況の指数

表 炭酸カルシウムの混合割合とクリンカ形成指数

温度 (°C)	SHS竹粉 (無処理)	炭酸Ca	
		10%	25%
900	2.0	1.5	1.5
975	5.0	4.5	1.5
1,050	5.0	5.0	2.5

注) 炭酸Caの混合割合はSHS竹粉残渣の灰 1 g に対する重量比

【結果】 炭酸カルシウムの混合でクリンカ抑制効果あり

課題B：脱カリウム処理＋他資材混合

表 脱カリ処理と廃菌床の混合割合およびクリンカ形成指数

温度 (°C)	SHS竹粉残渣 (脱カリ処理)	廃菌床		
		2%	4%	8%
900	2.0	1.5	1.0	1.0
1,050	5.0	4.0	3.0	2.0

注) 廃菌床の混合割合は、SHS竹粉残渣に対し乾物重量比2%、4%、8%
(この量はSHS竹粉残渣の灰分に対し、炭酸Caを50%、100%、200%混合
するのと同量のCaを含む)

【結果】 SHS竹粉残渣（脱カリ処理）にきのご廃菌床を乾物比8%混合すると、
既存^レットボイラーを想定した1,050°Cにおいてクリンカは発生しない

課題 C : ペレット試作

目的

SHS竹粉残渣の燃焼性を高めるため、ペレット製造方法を確認し、燃料としての評価を行う。

試験方法

試験区の構成

ダイス厚	原料水分
①24mm	①10%
②35mm	②15%
	③20%

原料

SHS竹粉残渣（脱カリウム）に
廃菌床を乾物比8%混合



ペレット成型機
DISK-PELLETER F-5S (Fuji Paudal)

課題C：ペレット試作

表 ペレット成型時の条件と成型化の評価

試験区		成型後 水分	成型化 評価	成型化の状況
ダイス厚	水分			
24mm	10%	7.1%	×	押出し負荷大、接着不良、崩壊
	15%	10.1%	○	良好
	20%	13.4%	×	成型圧縮不足、崩壊
35mm	10%	—	—	—
	15%	3.3%	×	押出し負荷極大、崩壊
	20%	14.7%	×	成型圧縮不足、崩壊

注) SHS竹粉残渣（脱カリウム処理）に廃菌床を乾物比8%混合

【結果】 SHS竹粉残渣に廃菌床を乾物比8%混合し、水分15%に調整した原料を、24mm厚のダイスで成型すると、成型状況が良好

課題C：ペレット試作

表 SHS竹粉と廃菌床の混合ペレットの成分含量、発熱量、クリンカ形成状況

	有機物 %	Ca %	Mg %	K %	発熱量 Kcal/kg	燃焼時 (1,050°C) クリンカ
廃菌床混合ペレット	97.2	0.52	0.13	0.14	4,656	発生なし
木質ペレット	—	—	—	—	4,708	—

- 注) 1. SHS竹粉残渣（脱かり処理）に廃菌床を乾物比8%混合
2. 成分は乾物中の含有量

↑
木質ペレット
と同等



【結果】

目標としていたクリンカ発生がなく、既存のペレットボイラーで燃焼できる固形燃料が製造できた

試作した8mm径の固形燃料
製造条件：水分15%、ダイス厚24mm

期待される成果



竹材の活用拡大



化石資源の
使用削減



竹由来ペレット燃料
(過熱水蒸気発生用の熱源)



竹材利用による高強度製品製造の事業化促進