

〈特別研究課題〉 プラスチック包装容器を含む食品廃棄物
と樹脂を含む木質建築系廃材の
水熱処理による粉末燃料の製造

助成研究者 名古屋大学 長谷川 達也



プラスチック包装容器を含む食品廃棄物と 樹脂を含む木質建築系廃材の 水熱処理による粉末燃料の製造

長谷川 達也
(名古屋大学)

Making powdered fuel from wastes of wooden buildings
with resin wallpaper and food wastes with plastic boxes
by hydrothermal treatment

Tatsuya HASEGAWA
(Nagoya University)

Abstract :

Powdered fuel was made from wastes of wooden buildings with resin wallpaper and food wastes with plastic boxes by hydrothermal treatment around 190°C and 1.25 MPa. The following two points were investigated in this study:

1. Optimal temperature and drying period to maximize heating value.
2. The effect of desalination by hydrothermal treatment when wastes of wooden buildings were soaked in seawater.

It was proven that:

- 1) Higher heating value became maximum at the reaction temperature of 190 °C.
- 2) Higher heating value became maximum for drying period of 90 minutes.
- 3) Some salt contained in food waste was removed by hydrothermal treatment.
- 4) The salt concentration in the treated water increased as the period of time when wastes of

wooden buildings were soaked in seawater increased.

5) Salt in wastes of wooden buildings could be removed by hydrothermal treatment.

1. はじめに

コンビニ弁当のようなプラスチック包装容器を含む食品廃棄物と樹脂を含む木質建築系廃材を混合し、190℃、1.25 MPa 付近の水蒸気で30 分間攪拌しながら亜臨界水熱処理すると、食品廃棄物は炭状になり、プラスチック容器や樹脂は破碎されて細かくなり、水分は粉碎された木質建築系廃材に吸収されるため、結果として粉末状の燃料が得られる。この粉末燃料はボイラーで燃焼させることができ、廃棄物の処理、未利用資源のエネルギー活用に寄与することができる。本研究では以下の二点について研究を行った：

- 1) 処理温度、乾燥時間を調整し、高位発熱量が最も大きくなる粉末燃料製造に最適な条件を見いだす。
- 2) 木質建築系廃材が海水に浸かった場合を想定し、海水を異なる日数含浸させて水熱処理を行った場合の脱塩効果。

2. 実験装置

粉末燃料製造装置の概要を図2-1に示す。粉末燃料製造の手順は以下のようである：

- ① ボイラーから指定された温度の水蒸気を送り込み反応容器を設定温度まで昇温。
- ② 設定温度になったら水蒸気を脱気。
- ③ 木質建築系廃材、食品廃棄物、プラスチック容器を反応器に投入。
- ④ ボイラーから水蒸気を送り込み設定温度まで昇温。
- ⑤ 反応器内を攪拌し、反応物を粉碎しながら30分間水熱処理。
- ⑥ 水蒸気を脱気。
- ⑦ 反応容器下部から生成物(粉末燃料)と処理水を排出。

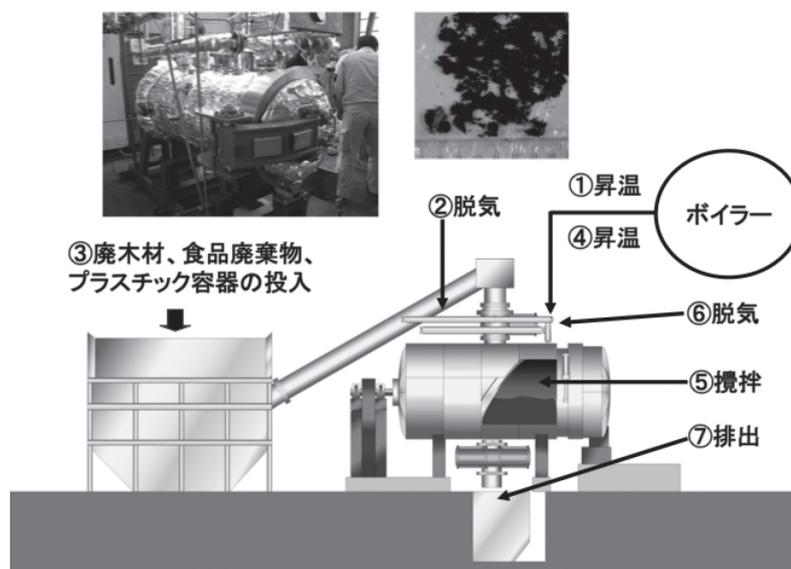


図2-1 水熱処理装置概要

3. 実験方法

写真3-1のように、ハンマークラッシャーで粉砕し、スクリーンで8 mm以下の粒度に分級した廃木材、写真3-2、3-3、3-4のようにコンビニの廃棄された弁当(食品廃棄物及びプラスチック容器)、塗料、壁紙を用意し、粉末燃料の原料として使用した。コンビニ弁当の食品廃棄物とプラスチック包装容器の重量比はほぼ一定で、10:1であった。

用意した以上の原料の重量割合を木質建築系廃材5 kg、生ゴミ2 kg、プラスチック容器 200 g、塗料50 g、壁紙 200 gとし、粉末燃料の原料として使用した。



写真3-1 木質建築系廃材(8 mm粉砕)



写真3-2 生ゴミと包装プラスチック容器



写真3-3 塗料



写真3-4 壁紙

実験条件は表3-1に示すように反応時間を30分に固定し、未処理で攪拌のみの場合(No.1)、反応温度を変えた場合(No.2-9)、反応容器の余熱による反応後の乾燥時間を変えた場合(No.4-9)、木質建築系廃材に海水を含浸させた日数の異なる場合(No.10-12)について、粉末燃料の製造を行い、高位発熱量を測定した。木質建築系廃材に海水を含浸させない場合でも、食品廃棄物には塩分が含まれているため、使用した生ゴミは事前に均一に混合し、No.10-12の実験において塩分濃度の不均一が生じないように配慮した。

製造した粉末燃料は2 mmメッシュのざるで水切りをして、粉末燃料と処理水に分離した後、粉末燃料は105℃で乾燥¹⁾し、カロリーメータで高位発熱量を測定²⁾した。また、海水に浸かった木質建築系廃材(No.11-12)については、処理水に含まれるナトリウムイオン濃度³⁾、塩化物イオン濃度⁴⁾を測定し、ナトリウムイオン濃度を塩分濃度に対応するものと考えた。

表3-1 粉末燃料製造実験条件

No.	反応温度 ℃	反応時間 min.	乾燥時間 min.	海水含浸日数 day	備考
1	—	0	0	—	未処理 攪拌のみ
2	120	30	30	—	
3	180	30	30	—	
4	170	30	60	—	
5	180	30	60	—	
6	190	30	60	—	
7	190	30	90	—	
8	190	30	30	—	
9	190	30	0	—	乾燥無
10	190	30	90	0	海水含浸無
11	190	30	90	1	
12	190	30	90	7	

4. 実験結果

4.1 未処理混合物の特性と最適反応温度

水熱処理を行わず、原料を30 min攪拌しただけの場合(No.1)の高位発熱量は19100 kJ/kgであった。

これに対して、乾燥時間30 min、120℃で水熱処理した場合(No.2)は、全体が炭状になり、高位発熱量が17900 kJ/kgと減少した。これは反応物に含まれる有機分が分解して処理水中に溶解したからだと考えられる。一方、乾燥時間30 min、190℃で処理した場合(No.8)は高位発熱量が増加し、21000 kJ/kgとなった。以上のことから、反応温度は190℃が最適であることが分かった。

表4-1-1 未処理混合物及び最適反応温度の検討

No.	反応温度 ℃	反応時間 min.	乾燥時間 min.	高位発熱量 kJ/kg	備考
1	—	—	—	19100	未処理
2	120	30	30	17900	
3	180	30	30	20000	
4	170	30	60	19400	
5	180	30	60	20000	
6	190	30	60	21100	
7	190	30	90	22200	
8	190	30	30	21000	

4.2 最適乾燥時間

最適反応温度190℃において、反応容器の余熱を利用する乾燥時間を変えて、水熱処理後の高位発熱量の変化を調べた。表4-2-1にその結果を示す。

乾燥時間0 min.(No.9)では高位発熱量が21200 kJ/kgとなった。一方、乾燥時間90 min.(No.7)では高位発熱量が22200 kJ/kgと最大となった。乾燥時間30 min.(No.8)では高位発熱量が21000 kJ/kg、乾燥時間60 min.(No.6)では高位発熱量が21100 kJ/kgとなった。以上のことから、乾燥時間が長くなるほど高位発熱量は増加し、90 min.で最大となることが分かった。

表4-2-1最適乾燥時間の検討

No.	反応温度 ℃	反応時間 min.	乾燥時間 min.	高位発熱量 kJ/kg	備考
6	190	30	60	21100	
7	190	30	90	22200	
8	190	30	30	21000	
9	190	30	0	21200	

4.3水熱処理による脱塩効果

粉碎した木質建築系廃材に海水を異なる日数含浸させて、最適反応温度190℃、最適乾燥時間90 min.で水熱処理を行い、ざるで水切りをして、粉末燃料と処理水に分離した後、粉末燃料の高位発熱量、処理水中のナトリウムイオン濃度、塩化物イオン濃度を調べた。表4-3-1にその結果を示す。ただし、食品廃棄物には塩分が含まれているため、使用した食品廃棄物は事前に均一に混合し、各実験(No.10-12)で塩分濃度の不均一が生じないように配慮した。

海水に含浸させない場合(No.10)、高位発熱量は21200 kJ/kgとなった。この場合の処理水中のナトリウムイオン濃度は710 mg/Lで、これは食品廃棄物に含まれていた塩分の一部と考えられる。一方、海水含浸日数1 dayの場合(No.11)は、海水に含浸させない場合(No.10)に比べて高位発熱量はやや減少したものの、処理水中のナトリウムイオン濃度は3900 mg/Lと大きく増加した。さらに、海水含浸日数7 dayの場合(No.12)は、海水含浸日数1 dayの場合(No.11)に比べて高位発熱量はやや大きくなったが、処理水中のナトリウムイオン濃度は4900 mg/Lとさらに増加した。

以上のことから、水熱処理によって食品廃棄物に含まれる塩分の一部を脱塩できること、水熱処理によって海水に浸かった木質建築系廃材から脱塩できること、海水に浸かった日数が長いほど塩分濃度が高いことが分かる。

塩分は燃焼時に燃焼装置を腐食するため、粉末燃料には塩分が含まれないことが望ましい。従って、海水に浸かった木質建築系廃材、コンビニの廃棄された弁当(食品廃棄物及びプラスチック容器)、塗料、壁紙を用いて水熱処理で粉末燃料を製造する技術を用いて、東日本大震災で海水に浸かった木質建築系廃材をエネルギー資源化することが可能である。またアルカリ金属であるナトリウムイオンが除去できたことは、放射性核種(セシウムなどのアルカリ金属)に汚染された木質建築系廃材などの廃棄物を水熱処理すればセシウムなどのアルカリ金属イオンが除去できることを示唆している。

表4-3-1 海水に浸かった建築系廃材からの脱塩効果

No.	反応温度 ℃	反応時間 min.	乾燥時間 min.	海水含 浸日数 day	高位発 熱量 kJ/kg	ナトリウム イオン mg/L	塩化物 イオン mg/L
10	190	30	90	—	21200	710	1100
11	190	30	90	1	19600	3900	5100
12	190	30	90	7	20200	4900	6500

5. まとめ

粒度8 mm以下に粉碎した木質建築系廃材5 kg、生ゴミ2 kg、プラスチック容器 200 g、塗料50 g、壁紙 200 gを混合し、190℃、1.25 MPa 前後の水蒸気で30 分間攪拌しながら水熱処理して、

炭状の粉末燃料を製造した。本研究では処理温度、余熱による乾燥時間を変えて粉末燃料製造を行い、粉末燃料製造の最適条件を調べた。また、粒度8 mm以下に粉碎した木質建築系廃材に海水を異なる日数含浸させて、最適反応温度、最適乾燥時間で水熱処理を行い、粉末燃料の含水率、高位発熱量、処理水中のナトリウムイオン濃度、塩化物イオン濃度を調べた。その結果以下のことが明らかとなった。

- 1) 反応温度190℃で粉末燃料の高位発熱量が最も大きくなる。
- 2) 乾燥時間が長くなるほど高位発熱量は増加し、90 min.で最大となる。
- 3) 水熱処理によって食品廃棄物に含まれる塩分の一部を脱塩できる
- 4) 海水に浸かった日数が長いほど処理水の塩分濃度が高い
- 5) 水熱処理によって海水に浸かった木質建築系廃材から脱塩できる。

海水に浸かった木質建築系廃材、コンビニの廃棄された弁当(食品廃棄物及びプラスチック容器)、塗料、壁紙を用いて水熱処理で粉末燃料を製造する技術を用いて、東日本大震災で海水に浸かった木質建築系廃材をエネルギー資源化することが可能である。

また、3年かかっても焼却処分できないと言われている震災がれき(海水に浸かった廃木材)の資源化を図るため、岩手県陸前高田市をまるごと支援している名古屋市を通じて本技術導入を促した所、ルール上震災ゴミと一般ゴミ(食品廃棄物)は同時に処分できないとの理由から、被災地における実用化が実現していない。

参考文献

- 1) JIS M8812-5
- 2) JIS M8814
- 3) JIS K 0102-48.2
- 4) JIS K 0102-48.3