

# 食品廃棄物の微粉碎および可溶化技術に関する研究

橋本寿之, 田中聖子

## Study of Minute Crushing and Solubilizing Technology of Food Wastes

HASHIMOTO Toshiyuki and TANAKA Seiko

As a preprocessing technology of the hydro-thermal reaction, we searched for the minute crushing technology of food wastes. Most of the heated ingredient was able to be crushed minutely below 0.1 mm size with a stone mill type crushing device. Vegetable, meat or fish was solubilized by treating with high conc. alkaline solution.

水熱反応の前処理技術として、食品廃棄物の微粉碎技術を探索した。石臼式粉碎装置を用いることで、加熱食材のほとんどを 0.1mm 以下に微粉碎することができた。また、強アルカリ処理によって、野菜、魚、肉を可溶化することができた。

キーワード：食品廃棄物，微粉碎，水熱反応

### 1. 緒 言

食品廃棄物は、含水率が非常に高く腐敗しやすいため、現状では大部分が焼却処分されている。また、焼却処分する際には、水を蒸発させるためのエネルギーを余分に必要とする。

一方、有機物から可燃ガスを得る技術として、メタン発酵や水熱反応が知られている。水熱反応は、高温高压（400℃、30MPa 以上）の水に、優れた有機物の溶解作用と激しい加水分解作用があることを利用するものである。水除去が不要である利点を持っているが、その反面、耐熱・耐圧装置中で多くの熱エネルギーを導入させる必要がある。

本報告では、西部工業技術センターが新たに開発している連続式水熱反応装置（反応管内径：3mm、反応管内にニッケル系粉末触媒を充填）に食品廃棄物を導入させる際の前処理工程として、食品廃棄物の湿式微粉碎技術および可溶化技術を探索した。

### 2. 方 法

#### 2.1 材料

被粉碎物として、食品素材（キャベツ・ごぼう・じゃがいも・さつまいも・玉ねぎ・しいたけなどの生野菜、合い挽肉、鮭切り身、米飯）および市販とんかつ弁当内容物を用いた。市販とんかつ弁当内容物の組成を表 1 に示す。

表 1 市販とんかつ弁当内容物の組成

内容物	重量%
米飯	53.4
とんかつ	22.6
スパゲッティ	5.0
レモン	3.1
漬物	1.1
ポテトサラダ	8.5
レタス	0.6
キャベツ	5.5

#### 2.2 粉碎装置

粗粉碎装置として、フードプロセッサー（株式会社テスコム製、刃の回転速度：2,500rpm）とブレンダー（ヤマト科学株式会社製、容量：1 リットル、刃の回転速度：22,000rpm）を適宜用いた。微粉碎装置として、ウィレー式粉碎装置（三田村理研工業株式会社製）、ボールミル式粉碎装置（ミル回転台：日陶科学株式会社製、ポットミル：容量 1600ml、外径 150mm）および石臼式粉碎装置（増幸産業株式会社製、型番：MKCA6-3）を用いた。

#### 2.3 粉碎工程

被粉碎物を、包丁で 2~3cm 角に切断し、フードプロセッサーで 5mm 角程度に粗粉碎した後、ボールミルならびにウィレー式粉碎装置に導入した。石臼式粉碎装置に導入する際は、フードプロセッサー処理後の食品素材およびそれと同量の水をブレンダーに投入して 1 分間処理した後、食品素材の 2 倍量の水をさらに加えながら導入した。

#### 2.4 粒度分布

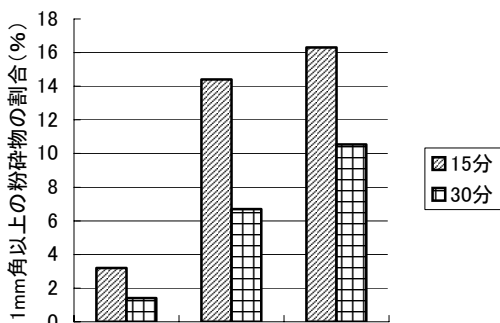
粒度分布は、ふるいを用いて測定した。含水率の高い粉

砕物は振とうさせただけでは下位のふるいに落下しないため、水を注ぎながら下位のふるいに落下させた。各分画の重量は、ふるい残留物の乾燥重量を測定した後、あらかじめ測定しておいた粗粉砕物の重量および含水率を用いて算出した。

### 3. 粉碎結果および考察

#### 3.1 ボールミル

はじめに、キャベツを用いた結果を図1に示す。キャベツ 150g とボール（アルミナ製、25mmφ）をポットに入れて 150rpm で回転させた結果、ボール 2kg を使用した場合はキャベツをほぼ完全に1mm以下に微粉碎することができた。ただし、ボールを1kgに減らした場合、もしくは、キャベツと同量の水を添加した場合は未粉碎物が増加したことから、微粉碎に最適な条件のレンジは狭いものと推定される。キャベツ以外の食材として、ごぼう、にんじん、さつまいも、じゃがいも、加熱処理した鮭については、上記条件で1mm以下に微粉碎することができた。一方、しいたけ、とうもろこし、玉ねぎ、肉、米飯などは微粉碎することはできなかった。微粉碎可能な食材に限られること、および、ボールと被粉碎物の分離が困難であることから、本方法は水熱処理の前処理として適していないと思われる。



ボール添加量 (kg)	2	1	1
水添加量 (g)	0	0	150

図1 ボールミル粉碎装置によるキャベツの微粉碎結果

#### 3.2 ウィレー式

ウィレー式粉碎装置はハンマーミルの一種であり、高速回転する衝撃刃と固定刃の間の繰り返し衝突によって粉碎を行う装置である。フードプロセッサーで粗粉碎したキャベツを本装置に導入した結果、粉碎室内にキャベツが付着・滞留してしまい、微粉碎することができなかった。ただし、凍結乾燥処理した野菜（キャベツ・ニンジン）を粗粉碎したものは、速やかに粒径 1mm 以下に微粉碎することができた。

#### 3.3 石臼式

石臼式粉碎装置は、間隔を自由に調整できる上下2枚の砥石で構成され、上部砥石は固定され、下部砥石は高速回転する構造を持つ。被粉碎物は、遠心力によって上下砥石の間隔に送り込まれ、圧縮・せん断力により粉碎される。上下砥石が僅かに接する状態で稼働させた場合、食品素材は砥石の間を“すり抜けて”しまい、1mm角以下に微粉碎することはできなかった。次に、上下砥石をかなり密に接した状態で稼働させた場合、ほとんどの食品素材を0.1mm角以下に微粉碎することができた。図2に主な食品素材の粒度分布結果を示す。

ただし、玉ねぎの皮に代表される紙様のものや、肉・魚の筋などのゴム様のものを石臼式粉碎装置で処理すると、被粉碎物は砥石の間で詰まってしまい、微粉碎することはできなかった。肉および魚は、あらかじめマイクロウェーブ処理することにより、砥石の間に詰まることなく微粉碎することができた。

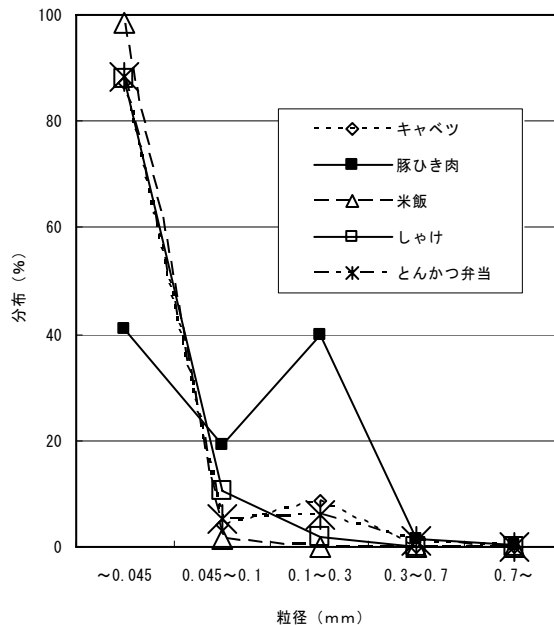


図2 石臼式粉碎機による粉碎結果

#### 3.4 アルカリ処理

微粉碎技術とは異なるアプローチだが、可溶化技術としてアルカリ処理を試みた。フードプロセッサーで粗粉碎したキャベツを強アルカリ存在下、80℃で30分間攪拌した結果、アルカリの濃度に応じて可溶化した。結果を図3に示す。

また、ブレンダー処理（水を等量加え、22,000rpmで一分間攪拌）で1mm角程度に粉碎したキャベツを5mol/l水酸化ナトリウム溶液で80℃、30分間攪拌した結果、0.7mm角以上の残留物は1%未満であった。3~5mm角程度に粗粉碎した魚・肉については、1mol/l水酸化ナトリウム溶液で80℃、30分間攪拌することで、ほぼ完全に可溶化することができた。ただし、米飯は、アルカリ処理によって大

きな固まりになってしまい、可溶化することはできなかった。

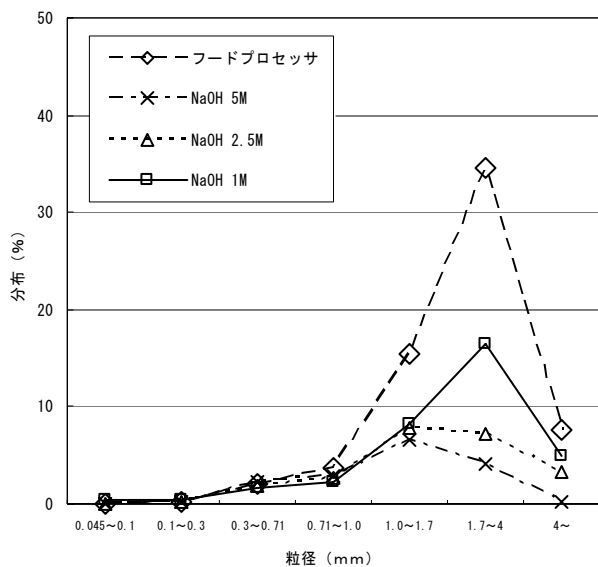


図3 アルカリによる可溶化処理

#### 4. 結 言

石臼式粉碎装置を用いることで、ほとんどの食品素材を0.1mm角以下に微粉碎することができた。また、食品素材によっては、ボールミル式粉碎装置やアルカリ処理によっても微粉碎できることが判明した。

本研究によって微粉碎した食品素材は、バッチ式水熱反応装置によってガス化できることが確認されている。連続式水熱反応装置によるガス化実験の結果は、西部工業技術センター研究報告の続報を参照されたい。

#### 文 献

- 1) 今村，樋口，宗綱ら：広島県立西部工業技術センター研究報告，**49**，43-46（2006）。