

3 亜臨界水処理技術のメタン発酵における機能性検討

食品産業における食品リサイクル率を図 3.1-1 に示す。食品製造業から排出される廃棄物等は、量や性状が安定していることから、分別も容易なため既にリサイクルが進んでいる。一方、食品小売業や外食産業から排出される廃棄物等は包装された状態で廃棄されていたり異物が混入していたりして分別が難しく、また性状も安定しないため、リサイクルが進んでいない。食品リサイクル率を向上させるため、亜臨界水処理の対象物は食品小売業と外食産業から排出される原料に限定して調査を行った。

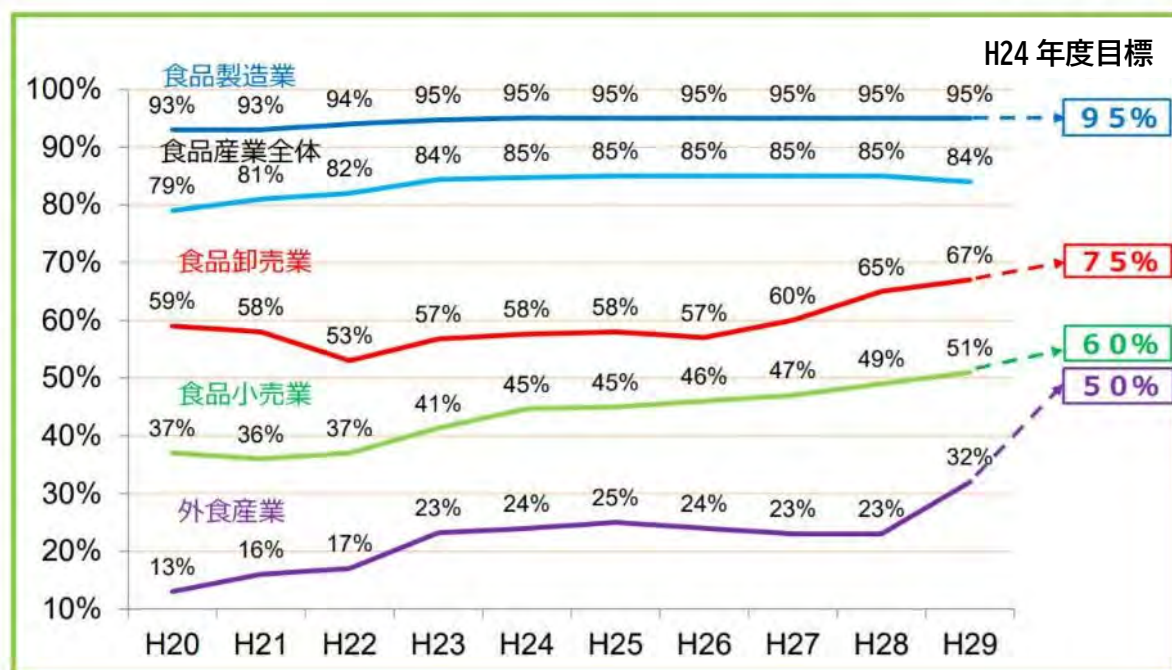


図 3.1-1 食品リサイクル率の推移（巻末資料 3 章－1）

3.1 試験計画

亜臨界水処理試験およびメタン発酵試験を実施するにあたり、事前に農林水産省食品産業局バイオマス循環資源課担当者様と協議し、有識者の意見も踏まえて試験計画を策定した。

3.1.1 亜臨界水処理試験計画

1) 目的及び概要

メタン発酵の前処理として亜臨界水処理が及ぼす影響を明らかとする。

- ・メタン発酵に適した亜臨界水処理条件（温度・プラスチック有無・プラスチックの種類）
- ・亜臨界水処理を導入した場合のマテリアル及びエネルギーフロー
- ・イニシャル及びランニングコスト

2) 試験装置

実施場所：明治大学 黒川農場

装置容量：200 ㍓、バッチ式

記録項目：装置内圧力・被処理物の装置内温度・装置内空間温度・

目標温度に到達するまでの時間・攪拌装置の回転速度 (0.1 秒毎に記録可)

生成物重量、燃料使用量、電力使用量、水使用量

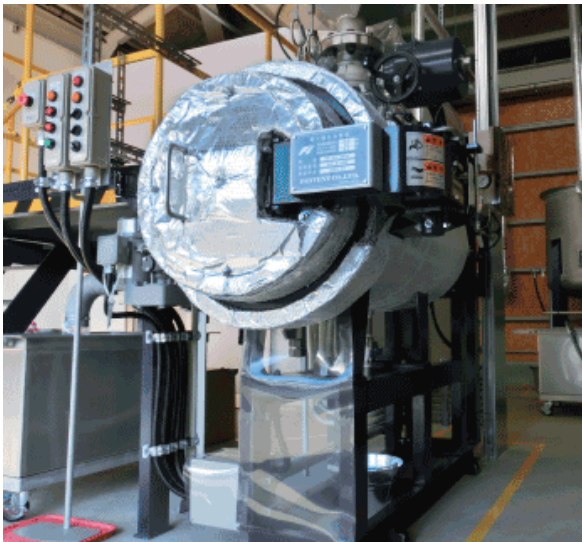


写真 3.1-1 明治大学の亜臨界水処理装置

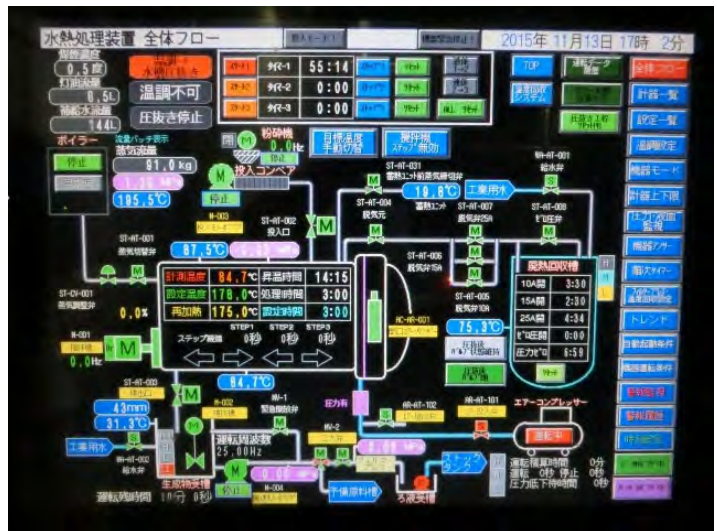


写真 3.1-2 亜臨界水処理装置制御盤

3) 使用原料

(1) 標準食品残さ

今回対象とする食品残さはリサイクル率の低いコンビニの食品残さを対象とする（原料検討の詳細は、「3.2.2 標準食品残さの検討」に記載）。原料の成分がメタン発酵に影響するため、食品残さの種類と混合割合を決めた標準食品残さを用いる。メタン発酵試験で用いる標準食品残さを表 3.1-1 に示す通り用意した。

亜臨界水処理試験 1 バッチで用いる食品残さは 30Kg、合計 6 バッチで 180Kg 使用する。

表 3.1-1 1 バッチの原料内訳

食品の種類	使用量 (g)
ごはん	15,000
食パン	4,000
豚肉もも (焼き)	1,650
魚 (鮭・焼き)	1,650
キャベツ (ゆで)	4,360
ジャガイモ (水煮)	1,500
なたね油	1,600
食塩	240
計	30,000

（２）廃プラスチック

コンビニ、スーパー、レストランから廃棄される食品残さについて、事前に廃棄される食品残さと廃プラスチックの重量割合、含まれているプラスチックを調査した（調査の詳細は、「3.2.2 標準食品残さの検討」を参照）。調査結果より、含まれているプラスチックは、おにぎりの包装、パン・サンドウィッチの包装、弁当容器、麺類の容器、惣菜の容器などで、プラスチックの種類は PP, PS, PE, PET であり、全体の 6.1%がプラスチックであった。

４）亜臨界水処理条件

表 3.1-2 亜臨界水処理原料および処理条件

番号	原料	温度条件	処理時間
1	標準食品残さ（プラなし）	150℃	30 分
2	標準食品残さ＋コンビニ廃プラ 6.1%混合	160℃	30 分
3	標準食品残さ（プラなし）	160℃	30 分
4	標準食品残さ＋コンビニ廃プラ 6.1%混合	180℃	30 分
5	標準食品残さ（プラなし）	180℃	30 分
6	標準食品残さ（プラなし）	200℃	30 分

処理時間については、早く分解される物については 30 分以内に分解され、分解に時間がかかる物は 60 分処理しても大きな差が無いことが有識者へのヒアリングにて明らかになった事から、処理時間は 30 分と設定した。

５）分析項目

表 3.1-3 亜臨界水処理試験の分析項目

項 目	対象
かさ比重	原料
粒度分布（5mm, 2mm）	生成物
水分含有量、VS、炭素、窒素、pH	生成物

亜臨界水処理後の生成物について、5mm, 2mm のフィルターでそれぞれ固液分離を行い、粒度分布を明らかとする。また、顕微鏡によりマイクロプラスチックの有無も確認する。これにより、処理条件が分解に及ぼす影響が明らかになり、後に行うメタン発酵においても、亜臨界水処理条件の違いによる粒度分布とそれぞれのメタン発酵試験の結果を検証する事で、より詳細な機能性が評価できると考える。また、消化液の農業利用まで考えてマイクロプラスチックの有無も確認する。

3.1.2 メタン発酵試験計画

1) 目的及び概要

メタン発酵の前処理として亜臨界水処理を導入した場合の効果を明らかにする。また、最適な亜臨界水処理条件を検証する。

- ・ バイオガスの組成、生成量及び期間
- ・ メタン発酵の分解速度
- ・ 消化液に及ぼす影響
- ・ 亜臨界水処理有と無でのメタン発酵マテリアル及びエネルギーフロー
- ・ イニシャル及びランニングコスト

2) 試験方法

実施場所：豊橋技術科学大学

今回の試験は、回分式で試験を7検体×3反復行う。その中から、ガス発生量および分解率が良かった2条件のみを選定し、連続式メタン発酵試験を行う。

まず、試験は100mlガラス瓶に種汚泥と原料を投入し、混合する。原料はTSで5%になるよう水分調整を行う。亜臨界水処理をしていない標準食品残さはミキサーで良く混合し、成分を均一にしてから成分分析を実施する。また、これらとは別に種汚泥のみの試験区も設定する。

表 3.1-4 メタン発酵試験（回分式）試験条件

発酵方式	湿式
温度	中温（36℃～38℃）
処理	回分式（バッチ）／100ml ガラス瓶

表 3.1-5 メタン発酵試験（回分式）の原料

番号	原料	温度条件	処理時間
1	標準食品残さ（プラなし）	150℃	30 分
2	標準食品残さ＋コンビニ廃プラ 6.1%混合	160℃	30 分
3	標準食品残さ（プラなし）	160℃	30 分
4	標準食品残さ＋コンビニ廃プラ 6.1%混合	180℃	30 分
5	標準食品残さ（プラなし）	180℃	30 分
6	標準食品残さ（プラなし）	200℃	30 分
7	標準食品残さ（プラなし）	未処理・粉碎	

表 3.1-6 メタン発酵試験（回分式）の分析項目と測定頻度

項目	測定頻度
バイオガス発生量	試験後
バイオガスの組成 (CH ₄ , CO ₂ , N)	試験後
消化液中のTS(蒸発残留物)	試験前後
消化液中のVS(有機物量)	
TC(全炭素)	
TN(全窒素)	
NH ₄ (アンモニア態イオン)	
有機酸(C1-C5)	
CODCr	
DOC	
DN	

試験のガス発生量および分解率の結果を踏まえて、2種類の原料を選定する。その後連続式のメタン発酵を30日間実施する。

表 3.1-7 連続式メタン発酵試験の分析項目と測定頻度

項目	測定頻度
バイオガス発生量	毎日
バイオガスの組成 (CH ₄ , CO ₂ , N)	5日後、10日後、 30日後
消化液中のTS(蒸発残留物)	試験前、5日後、 10日後、30日後
消化液中のVS(有機物量)	
TC(全炭素)	
TN(全窒素)	
NH ₄ (アンモニア態イオン)	
有機酸(C1-C5)	
CODCr	
DOC	
DN	

3.2 亜臨界水処理試験

3.2.1 原料について

亜臨界水処理技術のメタン発酵における機能性を検討するうえで、使用する廃棄物について検討する。対象とする廃棄物は、リサイクル率の低いスーパーや飲食店の食品廃棄物、コンビニから廃棄される売れ残り弁当などの食品廃棄物が対象になる。そこで、それぞれについて調査を行った。

1) スーパーや飲食店からの食品廃棄物

調査は、スーパーや飲食店などの食品廃棄物のリサイクルに取り組む会社の協力を得て、愛知県下にあるスーパー2社合計14店舗と大型ショッピングセンター1店舗を対象に実施した。

調査結果は表 3.2-1 の通り。

表 3.2-1 食品廃棄物の調査対象

	種類	店舗数	特徴
調査対象 1	スーパーA	2 店舗	愛知県下に多数の店舗展開 内容は、キャベツの外葉 8 割、白菜とレタス 2 割
調査対象 2	スーパーB	12 店舗	愛知県、岐阜県、三重県に多数の店舗展開 内容は、レタス 8 割、ご飯類 1 割、フルーツ 1 割
調査対象 3	ショッピング センター	1 店舗	スーパー（パン屋含む）、フードコート 11 店舗、専門 飲食店 4 店舗 内容は、スーパーとその他飲食店の廃棄物が半分ず つ。廃棄される種類は多様。



写真 3.2-1 廃棄物回収時の荷姿



写真 3.2-2 スーパーA の廃棄物写真



写真 3.2-3 スーパーB の廃棄物（レタス類）



写真 3.2-4 スーパーB の廃棄物（フルーツ類）



写真 3.2-5 スーパーB の廃棄物（ご飯類）



写真 3.2-6 ショッピングセンターの廃棄物
（スーパー関係）



写真 3.2-7 ショッピングセンターの廃棄物
（惣菜類）



写真 3.2-8 ショッピングセンターの廃棄物（パン屋）



写真 3.2-9 ショッピングセンターの廃棄物
（飲食店）



写真 3.2-10 ショッピングセンターの廃棄物
（飲食店）

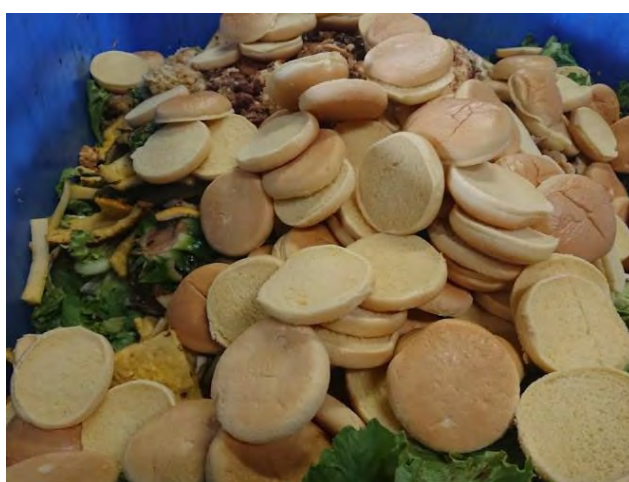


写真 3.2-11 ショッピングセンターの廃棄物
（飲食店）

荷姿は、いずれも 45 ㍓ごみ袋であった（写真 3.2-12 参照）。なお、ごみ袋（容器）と廃棄物（内容物）は表 3.2-2 の通りごみ袋 0.5%、食品廃棄物 99.5%となった。



スーパーA



スーパーB



ショッピングセンター

写真 3.2-12 ごみ袋（容器）

表 3.2-2 スーパー等から排出される食品廃棄物の調査結果

	廃棄物総量	袋数	1 袋当たりの重量	袋の重量
スーパーA	543kg	84 袋	6.5 kg／袋	27g／袋
スーパーB	293kg	59 袋	5.0 kg／袋	27g／袋
ショッピングセンター	140kg	28 袋	5.0 kg／袋	27g／袋
平均	—	—	5.7kg／袋 (99.5%)	27g／袋(0.5%)

2) コンビニからの食品廃棄物に関する調査

・食品廃棄物中の容器と内容物の比率

写真 3.2-13 は、愛知県下のコンビニから排出されている 1 日分の食品廃棄物である。これらを対象に容器重量と内容物重量の調査を行い、結果は以下の通りとなった。



写真 3.2-13 コンビニから排出される食品廃棄物全体

表 3.2-3 コンビニから排出される食品廃棄物の容器と内容物の比率
(調査日：令和2年9月14日)

種 類	重 量	重 量 比
内容物（食品廃棄物）	9.56 kg	93.9%
容器（廃プラ等）	0.62 kg	6.1%

3) まとめ

今回調査したスーパーや飲食店の食品廃棄物、コンビニから廃棄される売れ残り弁当などの食品廃棄物を比較した結果、スーパーなどから廃棄される食品廃棄物は、大型のごみ袋（45ℓ袋）で運搬されることが多く、プラスチックの重量比率も小さい。このことから、ごみ袋等のプラスチック類を分別する手間も比較的容易であることがわかった。一方、コンビニからの食品廃棄物は、容器等のプラスチックと内容物を分別することが困難であり、飼料、肥料にリサイクルすることが難しいと思われた。

以上を踏まえ、有識者、農林水産省担当者と協議した結果、本事業で対象とする食品廃棄物をコンビニ食品廃棄物とした。