

亜臨界水処理技術の導入検討（まとめ）



農林水産省
食料産業局

1. 本委員会で整理したこと

○本委員会では、以下の先行事例、実機試験の結果より亜臨界水処理技術の可能性について整理した。

○先行事例

- 事例 1) 木質バイオマス由来の肥育牛向け飼料製造
- 事例 2) 鶏ふんや食料残さ由来の完熟有機肥料製造
- 事例 3) 動物性タンパク質由来のアミノ酸液肥製造
- 事例 4) 木質バイオマス由来のフルボ酸溶液製造

○実機試験

- 1) 食品廃棄物の亜臨界水処理 (亜臨界水処理条件 160°C/飽和蒸気圧、20分間)
- 2) ポリエチレン原材料の亜臨界水処理 (亜臨界水処理条件 190°C/飽和蒸気圧、30分間)
- 3) 食品廃棄物、プラスチック原材料 (PP,PE,PS)、おが粉の混合物
(亜臨界水処理条件 190°C/飽和蒸気圧、45分間)
- 4) 食品廃棄物のメタン発酵試験 (亜臨界水処理の有無で比較)
- 5) 食品廃棄物、プラスチック原材料 (PP,PE,PS)、おが粉の混合物のメタン発酵試験

2. 亜臨界水処理によるプラスチックの分解に対する委員の意見



- おが粉を混ぜて亜臨界水処理すれば、プラスチック原材料が溶解して一つの塊にならずに、分散して処理できることが判明した。
- ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、ポリスチレン（PS）の原材料で試験した結果であり、プラスチックすべてで同様の結果となるかは、不明。
- プラスチックの変容を確認するため、プラスチック原材料で試験をおこなったが、食品トレイなどの実際に排出されるプラスチックで検討が必要。なお、委員が過去に行った弁当殻の亜臨界水処理では、弁当の受け皿は塊状になり、薄いフィルムは非常に小さくなった。
- 亜臨界水処理により、プラスチックが小さくなり、環境中に放出される可能性はある。今後、適度な大きさに細粒化される処理条件が解明できれば、亜臨界水処理後に濾過するなどプラスチックが除去できる可能性がある。
- プラスチックを処理することで、プラスチックの結合に使われているかつ剤の毒性が問題になる可能性があるため、今後検証が必要。

3. プラスチックの分解における本委員会で判明した効果・今後の検討事項

- 今回試験した条件では、亜臨界水処理によりポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、ポリスチレン（PS）原材料の加水分解はできないものの、細粒化はできる。
- プラスチックの細粒化により環境中への放出が懸念されるが、細粒化したプラスチックを濾過等で除去できれば、分別手間の軽減につながる。

【判明したこと】

- 亜臨界水処理によりポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、ポリスチレン（PS）原材料の加水分解はできないものの、細粒化はできる。（9割以上のプラスチック原材料が細粒化）
- おが粉を混ぜて亜臨界水処理すれば、プラスチック原材料が溶解して一つの塊にならずに、分散して処理できる。
- 過去の試験では、亜臨界水処理により、弁当の受け皿は塊状になり、薄いフィルムは非常に小さくなる。

【懸念事項】

- 亜臨界水処理により細粒化されたプラスチックを適切に除去しなければ、環境中に放出される懸念がある。

【今後の検討事項】

- 今回の結果は、ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、ポリスチレン（PS）の原材料で試験した結果であり、食品トレイなど実際に排出されるプラスチックでの検討が必要。
- 今後、適度な大きさに細粒化される処理条件が解明できれば、亜臨界水処理後に濾過するなどプラスチックが除去できる可能性がある。
- プラスチックを処理することで、プラスチックの結合に使われているかつ剤の毒性が問題になる可能性があるため、今後検証が必要。
- プラスチックが分別できなくても、燃料利用やゴミの減容化を目的とした事業も期待される。

※ 今回委員会で整理した先行事例、実機試験の条件での結果であり、条件により結果が異なる場合がある。
実機試験により確認できたものについて、下線部で示す。

4. 飼料製造における亜臨界水処理導入に対する委員の意見



- 亜臨界水処理により、ウイルス等の不活化がなされる。事業においては、原料と処理物のコ
ンタミネーションが起こらないように扱う必要がある。
- 過去の試験では、マグロの頭などもほとんど形がなくなるぐらいに破碎ができています。牛の太い
骨は確認できていないが、骨と骨に付着するタンパク質が分解されることで、やわらかくなり、カ
ルシウムを有効に使えるようになる。
- 事業の採算性として、既存のプラントと同じぐらいの規模でなければ、優位性はない。今後、
きれいにプラスチックが分離できれば、処理費用の削減が見込まれ、効果があると言える。
- 亜臨界水処理はカルシウムを有効に使えるなど機能面のメリットがあるものの、亜臨界水処
理装置（6m³）に5億円の設備投資が必要であれば、飼料の製造現場に導入することは難し
い。
- 地域で飼料、肥料、メタン発酵等を連携した取組として行う場合は、亜臨界水処理装置を
有効に活用した事業として成り立つ可能性がある。

5. 飼料製造における本委員会で判明した効果・今後の検討事項

- 亜臨界水処理技術の活用は、飼料製造において、有効な機能を発揮する。
- 亜臨界水処理技術の導入は、導入コストが高くハードルが高く、地域でメタン発酵と連携するなど亜臨界水処理装置を有効活用する取組の検討が必要。
- 実用化に向けては、様々な原料・処理条件でデータを積み重ね、コストに見合う高機能を発揮する仕組みを検討する必要がある。

【機能面】

- ・食品廃棄物を亜臨界水処理をすることで、肉や魚が分解されアミノ酸やカルシウムが溶出し、家畜が吸収しやすく骨を強くする等の付加価値を持つ飼料素材が製造できる。(遊離アミノ酸0.47%、カルシウムは未処理に比べて約3.5倍の含有量)
- ・過去の試験ではマグロの頭もほとんど形がなくなるぐらいに破碎され、骨等もやわらかくなるため、飼料として利用しやすい状態にできる。
- ・木質バイオマスを亜臨界水処理することで、ヘミセルロース等を低分子化し、肥育牛向けの嗜好性の高い粗飼料が製造できる。
- ・「食品残さの飼料利用に関する規制」の新たな基準（案）である「攪拌しながら90℃60分以上、121℃絶対圧力3気圧10分以上の加熱処理」に対応でき、食品廃棄物由来の養豚飼料の製造現場での活用が期待できる。
- ・原料の破碎と殺菌を同時に行うことができる。

以上のことから、亜臨界水処理技術の活用は、飼料製造において有効な機能を発揮する。

ただし、

- ・飼料製造において、亜臨界水処理によるプラスチック（PE,PP,PS）原材料の加水分解は期待できない。
- ・原料と処理物にコンタミネーションが起こらないように扱う必要がある。

【事業性】

- ・亜臨界水処理装置（6m³）に5億円の設備投資が必要であれば、飼料の製造現場に導入することは難しい。
- ・地域で飼料、肥料、メタン発酵等を連携した取組として行う場合は、亜臨界水処理装置を有効に活用した事業として成り立つ可能性がある。

【今後の検討事項】

- ・今回の試験条件より、さらに亜臨界水処理の温度を上げたり、長時間処理することで、肉や魚に含まれるアミノ酸やカルシウムがさらに溶出され、遊離アミノ酸、カルシウム含有量の増加が期待される。（ただし、処理条件によってはメイラード反応により、飼肥料の品質が低下する恐れがある。）
- ・様々な原料でデータを積み重ね、コストに見合う高機能を発揮する仕組みを検討する必要がある。

※ 今回委員会で整理した先行事例、実機試験の条件での結果であり、条件により結果が異なる場合がある。
実機試験により確認できたものについて、下線部で示す。

6. 肥料製造における亜臨界水処理に対する委員の意見



- 原料により成分が異なるため、様々な原料で細かなデータを積み重ねなければ事業として利用しにくい。一方で、安定した原料の入手はなかなか困難であることから、原料を大まかな系統分けを行い、品質を整理していくことが必要。
- 亜臨界水処理は機能面のメリットがあるものの、亜臨界水処理装置（6m³）に5億円の設備投資が必要であれば、肥料の製造現場に導入することは難しい。
- 地域で飼料、肥料、メタン発酵等を連携した取組として行う場合は、亜臨界水処理装置を有効に活用した事業として成り立つ可能性がある。
- 液体肥料は輸送が難しいことから、目的、原料、どこで生産して、どこで利用するかをしっかりと検討して事業を考えることが重要。

7. 肥料製造における本委員会で判明した効果・今後の検討事項

- 亜臨界水処理技術の活用は、肥料製造において、有効な機能を発揮する。
- 亜臨界水処理技術の導入は、導入コストが高くハードルが高く、地域でメタン発酵と連携するなど亜臨界水処理装置を有効活用する取組の検討が必要。
- 実用化に向けては、様々な原料・処理条件でデータを積み重ね、コストに見合う高機能を発揮する仕組みを検討する必要がある。

【機能面】

- ・食品廃棄物を亜臨界水処理することで、肉や魚が分解され、アミノ酸が溶出し、植物が吸収しやすく即効性の高い等の付加価値を持つ肥料阻害が製造できる。
- ・また、木質バイオマスを亜臨界水処理した場合は、木質中のリグニンが分解、液化化され、フルボ酸を多く含んだ溶液を製造できる。
(フルボ酸濃度5,000~7,000ppm)
- ・土壌有用菌が生息しやすい環境が形成され、完熟有機肥料の製造期間を短縮できる。約12週間が、7週間に短縮)
- ・動物タンパク質由来の原料から、アミノ酸溶液を精製する作業の簡素化が図れる。

以上のことから、亜臨界水処理技術の活用は、飼料製造において有効な機能を発揮する。

ただし、

- ・肥料製造において、亜臨界水処理によるプラスチック (PE,PP,PS)原材料の加水分解は期待できない。

【事業性】

- ・亜臨界水処理装置 (6m³)に5億円の設備投資が必要であれば、肥料の製造現場に導入することは難しい。
- ・地域で飼料、肥料、メタン発酵等を連携した取組として行う場合は、亜臨界水処理装置を有効に活用した事業として成り立つ可能性がある。
- ・液体肥料は輸送が難しいことから、目的、原料、どこで生産して、どこで利用するかをしっかりと検討して事業を考えることが重要。

【今後の検討事項】

- ・今回の試験条件より、さらに亜臨界水処理の温度を上げたり、長時間処理することで、肉や魚に含まれるアミノ酸やカルシウムがさらに溶出され、遊離アミノ酸、カルシウム含有量の増加が期待される。(ただし、処理条件によってはメイラード反応により、飼肥料の品質が低下する恐れがある。)
- ・様々な原料でデータを積み重ね、コストに見合う高機能を発揮する仕組みを検討する必要がある。

※ 今回委員会で整理した先行事例、実機試験の条件での結果であり、条件により結果が異なる場合がある。
実機試験により確認できたものについて、下線部で示す。

8. メタン発酵における亜臨界水処理導入に対する委員の意見



- 今回試験で用いた原料は、バイオガス発生量が多く非常にメタン発酵に適した原料であった。このため、本試験結果で得られた事業性に関する数値（バイオガス1.8倍、発酵残さ1/5倍など）が、食品廃棄物全般で言えるかは不明。
- プラスチック（PE,PP,PS）が混合した原料によるメタン発酵試験は、おが粉の樹種による影響や、メイラード反応、有機物の無機化など様々な理由により、バイオガス発生量が少なかったと推測されるものの、プラスチックが混在していても、メタン発酵がある程度は起こる。

9. メタン発酵における本委員会で判明した効果・今後の検討事項

- 亜臨界水処理技術は、メタン発酵において機能、事業性ともに、有用な効果を発揮する。
- 今後は、メタン発酵に最適な亜臨界水処理条件の検討、発酵残さの処分方法の検討が必要。

【機能面】

- ・食品廃棄物を亜臨界水処理することで、
 - 1) メタン発酵に適した形状で、発酵槽の保温に有利な原料が生成できる。
 - 2) 亜臨界水処理の導入によりバイオガス発生量が約1.8倍となる。
 - 3) 固形発酵残さ量は約1/5となる。

以上のことから、亜臨界水処理技術の活用は、メタン発酵において有用な機能を発揮する。

- ただし、メタン発酵消化液の量が約1.8倍となる。
- ・プラスチック、おが粉を含んだ食品廃棄物は、従来よりもバイオガス発生量が約2/5に下がる。

【事業性】

- ・バイオガス発生量が多くなり、売電収入が増える。
- ・固形発酵残さ量が少なくなり、発酵残さ処分費の削減ができる。
- ・12t/日（6m³の亜臨界水処理装置を5バッチ/日）以上の処理ができる施設規模では、16年間の事業期間で追加投資に見合う効果が期待できる。

以上のことから、亜臨界水処理技術の活用は、メタン発酵の事業性に対して有用な効果を発揮する

ただし、今回の試験原料は、バイオガス発生量が多くメタン発酵に適した原料であったため、今回の試験結果が食品廃棄物全般で言えるかは不明。

【今後の検討事項】

- ・今回の試験条件から亜臨界水処理の温度、時間を変化させることで、さらなるバイオガス発生量の増加が期待される。
- ・亜臨界水処理によりメタン発酵消化液が従来の約1.8倍に増加する。今後、亜臨界水処理後のメタン発酵消化液の成分分析を行い、肥料としての効果を明らかにした上で、農地への散布の普及を図る必要がある。
- ・メタン発酵では、プラスチックの減容化による発酵残さ処分コストの削減が期待され、残渣の処分方法の検討次第で、プラスチックの分別手間の軽減になる可能性がある。

※ 今回委員会で整理した先行事例、実機試験の条件での結果であり、条件により結果が異なる場合がある。
実機試験により確認できたものについて、下線部で示す。