

6. 製造物の肥料原料利用に係る安全性・機能性・事業性の評価等

6-1. 安全性の確認・機能性の評価

6-1-1. 亜臨界水技術導入効果の想定（入口側・出口側）

食品廃棄物からの肥料製造工程に亜臨界水処理技術を導入した場合、入口側（原料）では、食品廃棄物等の多様な有機物の分解が可能となること、処理温度条件等を変更することで様々な原料に対応可能となることのほか、プラスチックの分解・細粒化の可能性といった効果が期待できる。

出口側（製造）では、高温水による殺菌効果に加え、加水分解効果による肥料化施設の規模縮小及び労力軽減が見込まれる。更に、付加価値の高いアミノ酸液肥やフルボ酸液肥の製造が期待される。

（表 6-1-1）

これらについて、先行事例分析や実機試験をもとに検証を行う。更に肥料化事業者へのヒアリング調査等をふまえて、事業性について検討する。

表 6-1-1 亜臨界水技術導入による入口側（原料）及び出口側（製造）の想定される効果

	入口側(原料)	出口側(製造)
先行事例を踏まえた可能性	・食品廃棄物等の多様な有機物の分解が可能 ・温度等の処理条件を変更することで様々な原料に対応可能 ・プラスチックの分解・細粒化の可能性	・生成物は高温水により殺菌されるので、安全で二次製品として利用しやすい生成物が得られる。 ・従来の一般的な堆肥完熟工程と比べ、発酵日数が短縮され、肥料化施設の規模縮小が期待される。 ・亜臨界水処理により、動物性たんぱく原料が遊離アミノ酸へ、植物性原料は有機酸やフルボ酸へ迅速に分解される。 ・アミノ酸やフルボ酸は液肥として植物への成長促進効果を期待できる。 ・有機酸を多く含むと酸性土壌となる恐れがあるが、土壌菌に分解させることで酸性度を下げることができる。 ・以上から、植物性と動物性の食品廃棄物が混合する食品廃棄物等を亜臨界水処理すれば、バイオマス原料として優位となる。
想定される効果	・多様な有機物の循環利用、食品廃棄物の再生利用 ・分別手間の解消、人件費縮減	・付加価値の高い肥料製造 完熟堆肥、動物性たんぱく質からのアミノ酸液肥、木質バイオマスからの高濃度フルボ酸液肥 バイオマスからフルボ酸 ・堆肥プラントの規模縮小、切返し労力等の削減

6-1-2. 先行事例にみる亜臨界水処理技術の機能性・安全性

亜臨界水処理技術による製造物の機能性及び安全について、先行事例に基づいて、以下に評価する。対象とする先行事例は、表 6-1-2 に示す通りである。

表 6-1-2 肥料製造部門における亜臨界水技術導入先行事例)

先行事例（国・地域）	亜臨界水の有用性（機能性・安全性）	備考
先行事例① 家畜排せつ物からの完熟堆肥製造事業モデル 完熟堆肥製造モデル （台湾）（中国）	- 豚糞や鶏糞等から完熟堆肥を生成。 - 亜臨界水処理により、高温水による殺菌、加水分解による原料の低分子化を果たし、土壌有用菌による発酵が進みやすい環境を形成、短期間で完熟堆肥を製造できる。	台湾（2009 事業化） 中国（2014 事業化） 地元の民間資本
先行事例② 動物たん白質からのアミノ酸液肥製造事業モデル （台湾）	- 廃豚類や水産廃棄物等の動物性たん白質を亜臨界水処理することで、アミノ酸液肥製造工程を簡素化。 - 茶園における施用栽培試験から、茶葉収量の増加と官能向上効果を確認。茶業界からの評価を高め、事業性を安定的に確保。	台湾(2017 事業化) アミノ酸濃度はトータルで約 35%（希釈水施用）
先行事例③ 木質バイオマスからの高濃度フルボ酸液肥抽出モデル（実証段階）	- 木質バイオマスを亜臨界水処理し、リグニンを可溶化、高濃度フルボ酸溶液を抽出。 - フルボ酸液肥施用による水耕栽培試験から、イネの成長促進効果やスギ苗木の発根促進効果等を確認。今後の実用化に期待。	自然界のフルボ酸濃度と比べ約 1,000 倍以上の高濃度（希釈水利用）

(1) 家畜排せつ物からの完熟堆肥製造事業事例

ア 事業概要（台湾の事例）

現地法人が亜臨界水処理装置(反応槽 2m³)を二基設置し、地域のバイオマス廃棄物を受け入れ、処理物から短期間で完熟堆肥等を製造し、販売している。受け入れ量は日量 20 トンである。

同社は、2007 年に創業。これまでに食品廃棄物からの液肥製造、家畜排せつ物からの完熟堆肥製造、更には廃豚等の動物性たんぱく質からの付加価値の高いアミノ酸液肥製造へと事業を多角的に展開し、実績として、経営的にも安定した資源循環産業モデルを形成している。

イ 亜臨界水処理技術による完熟堆肥製造工程の特徴

家畜排せつ物を原料として、亜臨界水処理生成物を完熟堆肥に仕上げる製造工程の特徴は、以下の通り。（図 6-1-1）。

- i) 原料が殺菌、高速加水分解されるため、植種する土壌有用菌が棲み付きやすい良好な環境条件を備えた堆肥素材を生産できる。

- ii) 植種する土壌有用菌効果により、熟度の高い堆肥が凡そ 7 週間ほどの短期間で製造できる。
従来の手法と比べて短期間で製造できることから堆肥製造プラントや用地の利用効率の向上が期待できる。

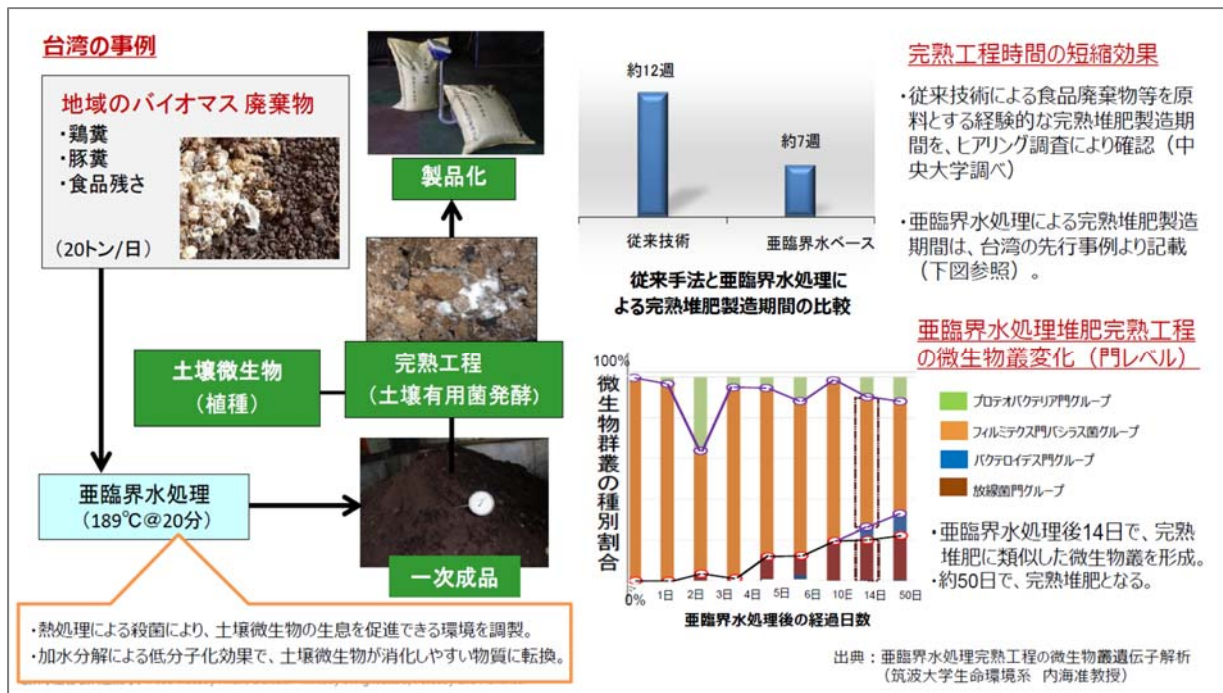


図 6-1-1 家畜排せつ物からの完熟堆肥製造工程（台湾）

ウ 完熟堆肥製造における亜臨界水技術の安全性・機能性

i) 従来の堆肥化プロセス

微生物が分解しやすいデンプン等を分解する 1 次発酵と残された繊維やリグニンを分解する 2 次発酵の二段階から成り、その後の熟成工程を経て、熟度の高い堆肥を得るまでに長時間を要する。（参考文献）藤原俊六郎：良い堆肥生産のポイント～微生物の働きを生かす堆肥の作り方，セミナー・生産技術

ii) 亜臨界水処理物の堆肥化プロセス（補遺参照）

処理物が殺菌、低分子化され、戻し堆肥中の土壌有用菌が繁殖しやすい条件が調製される。このため、1 次発酵とリグニンを分解する 2 次発酵が 2 週間（14 日）ほどで終わり、その後の熟成工程を経て、熟度の高い堆肥を得るまでの時間が短縮される。

iii) 従来の好気性発酵による堆肥化工程時間との比較（事例分析）

亜臨界水処理の導入により、完熟堆肥製造時間を従来の堆肥化工程の 12-16 週（専門家ヒアリング）から 7 週程度に短縮できることから、相応のプラント設備や用地面積の削減、或いは既往プラント規模の倍量程度の原料の受け入れが期待できる。

エ 完熟堆肥製造における亜臨界水処技術の事業性

i) 亜臨界水処理コスト（2m3 装置）の目安は、トン当たり、ランニングコスト（人件費除く）

で4,200円、減価償却費（17年償還）で7,800円、合計12,000円である。

- ii) これに対して、現地の農家は製造された完熟堆肥を施用すると農作物の品質をよくなり、ニラなどの農作物の品質が市場で倍近い価格で取り引きできるようになった結果、完熟堆肥の販売価格はトン当たり20,000円以上の高い水準に設定できている。
- iii) 現地法人では、付帯設備等の現地調達により設備投資額を削減して減価償却費を抑える一方、2台並列運転により作業効率をあげるなどの工夫を取り入れ、事業性を確保している。

(2) 動物性たん白からのアミノ酸液肥製造事業事例

ア 事業概要（台湾の事例）

本事業は、処理困難物とされてきた廃豚類を受け入れ、亜臨界水処理による付加価値の高いアミノ酸液肥製造事業である。家畜排せつ物からの完熟堆肥製造事業を立ち上げた現地法人が、新展開中の事業である。1日当たりの原料受け入れ量は推計5トン、亜臨界水処理後のアミノ酸液の収率（原料中のたん白質の割合のこと）は約60%で、1日の生産量は凡そ3トンと見込まれる。

なお、台湾では患畜類の亜臨界水処理の業務委託も行われているが、日本の現行基準では患畜類の処理方法は焼却若しくは埋め立て処分以外には認められていない。この点は、豚コレラ（CSF）のウイルスのキャリアーであるイノシシについても同様の扱いとされている。（農林水産省消費安全局検疫担当官へのヒアリング結果より）

従って、日本で同様の事業を展開する場合は、水産加工残さなどを原料とする必要がある。

イ 亜臨界水処理技術によるアミノ木質飼料製造工程の特徴

同社は、廃豚類を原料として亜臨界水処理し（180-200℃、処理時間60分）、原料中のたん白質をアミノ酸液に転換し、抽出している。この製造工程の特徴は、次の通りである。（図6-1-2）

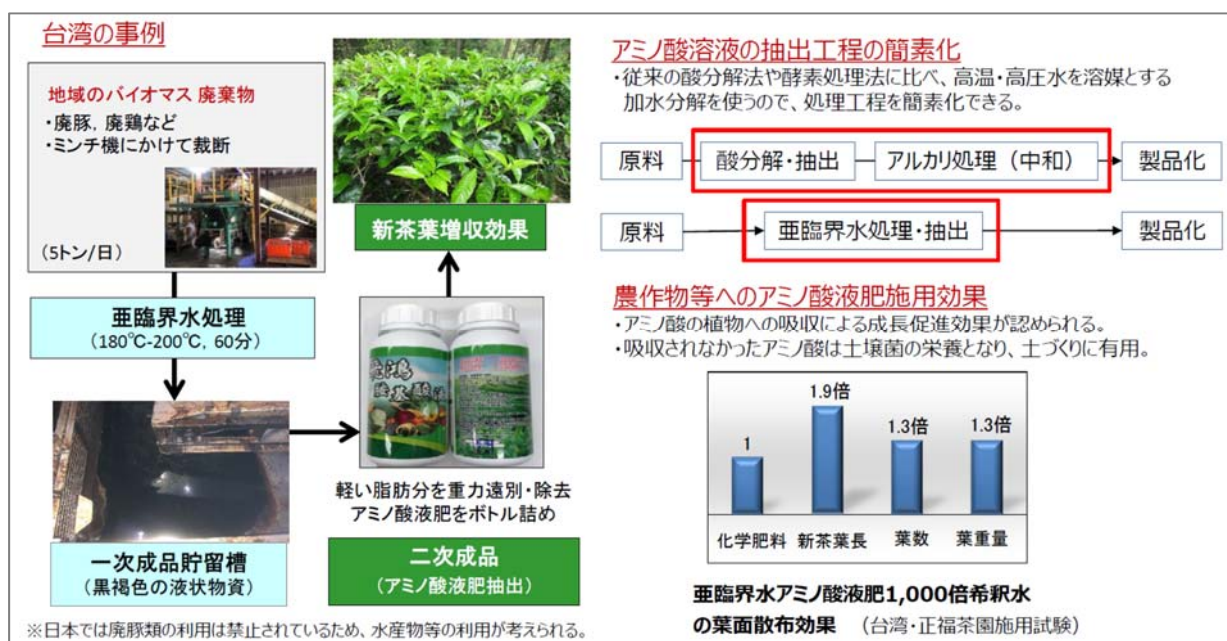


図 6-1-2 動物性たん白質からのアミノ酸液肥製造モデル

ウ アミノ酸液肥製造における亜臨界水処理技術の安全性・機能性

i) 酸分解法と亜臨界水処理法の比較

従来の酸分解法では、アミノ酸抽出に硫酸を使い、中和のために別にアルカリが必要となる。(参考文献) 肥料製造学：アミノ酸肥料, BSI 生物工学研究所

これに対して、亜臨界水処理法では、ボイラーからの水蒸気のみを溶媒とするので、特別な溶媒は必要でなく、製造工程を簡素化できる。(図 6-1-3)

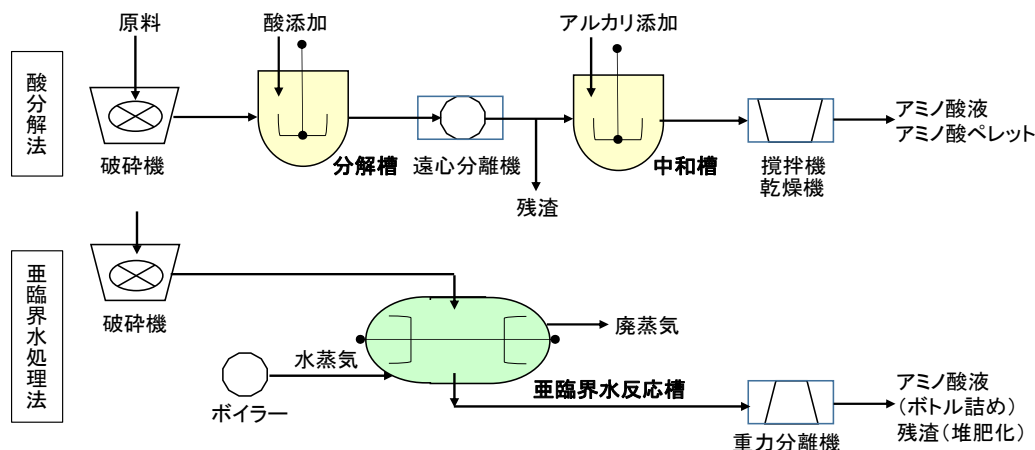


図 6-1-3 たん白質原料からのアミノ酸液肥製造工程比較図

(出典：酸分解法は肥料製造学、亜臨界水処理法はアミノ酸製造法を基に作成)

ii) アミノ酸液抽出に必要な時間工程

酸分解法の場合、硫酸を加えて加熱、攪拌しながらアミノ酸液を取り出すまでに 6-24 時間かかる。これに対して、亜臨界水処理法の場合は、亜臨界水処理時間は約 2 時間、生成物からのアミノ酸液分離時間は 4 時間ほどで、トータルの工程時間は 6 時間程度で済む。

エ アミノ酸液肥の肥効性

植物は、光合成で自らアミノ酸を細胞内で合成し成長している。植物に窒素肥料の代わりにアミノ酸を与えると、葉面や根から直接吸収され成長が促進される。余ったアミノ酸は土壌菌の栄養素となり、土づくりに役立つと考えられている。

i) アミノ酸液肥の成分分析データ

18 種のアミノ酸が含まれ、アミノ酸合計の濃度は 33.48% である。そのほかに、窒素が 2.3%、リンが 0.2%、カリが 0.3% 含まれる。

ii) 台湾の茶園での栽培試験の成果

化学肥料施肥による対照区と化学肥料+アミノ酸液肥を 300~1,000 倍に希釈し葉面散布した試験区とで比較した結果、試験区の茶葉の長さ、葉数、茶葉量は、対照区と比べ各々 1.9 倍、1.3 倍、1.3 倍の増量。抽出茶の官能試験でも、試験区の方が味が甘くなる、苦

みがなくなるとの成果が出ている。

iii) この結果、現地の茶業界からアミノ酸液肥への高い評価を得ることができた。

【補遺】日本の現状

参考に、北海道に、鮭のアラからのアミノ酸液肥の製造事業の事例がある。アミノ酸合計の濃度は5%である。販売価格は1キロあたり10,000円である。従来の化学肥料（硫安）に4,000倍の希釈水を併用することで、青梗菜の収率が6割強増えることが報告されている。（参考資料）亜臨界アミノ液肥：<http://arinkaihiryou.jp/about/index.html>（青梗菜の栽培試験は北海道農業研究センターとの共同研究成果）

オ アミノ酸液肥製造における亜臨界水処技術の事業性

- i) 亜臨界水処理コスト（2m³ 装置）の目安は、前述の通り、トン当たり、ランニングコスト（人件費除く）で4,200円、減価償却費（17年償還）で7,800円、合計12,000円である。
- ii) アミノ酸液肥の販売価格は、茶葉の増収効果が認められた結果、キロ当たり2,000円となっている。従って、この販売価格は、従来の完熟堆肥のトン当たり20,000円と比べると凡そ100倍であることから、収益性が高く、事業性を安定的に確保する原動力として期待される。

(3) バイオマスからの高濃度フルボ酸溶液抽出（実証段階）

ア 自然界におけるフルボ酸の効用

フルボ酸は、木材中のリグニンが分解されてできる可溶性の物質である。自然界では、不溶性のヒューマス、アルカリ可溶性の腐植酸（フミン酸）と共に土壌中の腐植物質として存在する。

腐植物質やフルボ酸の実用化に向けた研究は、以下の通り、日本腐植物質学会や国際腐植質学会を中心として、地球化学的な視点と植物・農業の視点から活発に進められている。

i) 地球化学的な視点

河川水中には、0.04～4.5 mg/lほどの腐植物質が存存し、そのうちフルボ酸が90%前後を占める。（参考文献）長尾誠也：河川を通して陸から海への物質輸送～腐植物質の特性と錯形成能，日本海洋学会研究会資料

北海道大学の松永勝彦は、森林から河川を通じて供給されるフルボ酸が、水中鉄イオンと結合してフルボ酸鉄となり海域の植物プランクトンを増殖させ、海域の環境を豊かにし、最終的に漁獲高を増やすことに繋がるという研究成果を発表し、流域圏としての自然環境保全の重要性を提唱している。（参考文献）松永勝彦：森が消えれば海も死ぬ，講談社，2007

ii) 植物・農業の視点

土壌生物・化学学会に発表されたフルボ酸の研究レビュー論文によると、分子量3000Da以下のフルボ酸には植物細胞の原形質膜に到着して細胞増殖の効果があり、分子量3000Da以上の

ものには硝酸等栄養物質を細胞に送り込む効果がある。更には、分子量には関係なく植物ホルモンと同様の成長促進効果が認められる。(参考文献) Nardia et al.: *Physiological effects of humic substances on higher plants* / *Soil Biology and Biochemistry*, Volume 34, Issue 11, Nov. 2002, PP.1527-1536

iii) 日本腐植物質学会の知見

第34回講演会(2018)で「これまでの農業生産における腐植物質研究と今後の課題」を基調テーマとし、産学界の研究者による討論会を開催した。発表されたフルボ酸に関する研究成果は、①植物ホルモン作用や他感機能効果(発芽や根の成長促進、高収率性)、②ストレス環境耐性効果(特に温度障害や貧栄養障害がある圃場では強い)③抗酸化効果(作物の鮮度維持効果)の3つの効果に集約される。

イ 亜臨界水処理により得られるフルボ酸の特徴

木質バイオマスを亜臨界水処理して得られる処理液には、リグニンが分解されて得られる高濃度のフルボ酸液(5000~7000mg/l)が含まれる。この処理液には、自然界におけるフルボ酸の1,000倍以上の濃度のフルボ酸が含まれる。(東レテクノ㈱の三次元蛍光分析結果による)

亜臨界水由来の高濃度フルボ酸液は、安定的に工業生産できる。日本腐植物質学会等の研究成果の通り、自然界におけるフルボ酸と同等の植物ホルモン作用や他感機能効果を持つならば、農業生産性の向上が期待される。

ウ 亜臨界由来のフルボ酸液施用によるイネ・スギ苗木水耕栽培試験

流木の資源化・利用の観点から、国土交通省委託研究事業のもとで、亜臨界水由来の高濃度フルボ酸液肥を使ったイネ・スギ苗木水耕栽培試験が実施されている。以下、その計画と結果を援用する。(参考資料) 国土交通省委託研究:流木災害対策に資する流木資源化・利用システム開発(2019-2021), 研究代表者: 中央大学理工学研究所 松下 潤

イネ・スギ苗木水耕栽培試験計画

亜臨界水由来フルボ酸液肥施用効果を確認するためのイネ・スギ苗木水耕栽培試験計画の概要を、表6-1-3に示す。本試験計画は(1)(2)の二つに分かれる。イネでは養液のみとフルボ酸1,000倍希釈水+養液、10,000倍希釈水+養液の三つのケースについて比較する。スギ苗木では水のみとフルボ酸1,000倍希釈水+水、10,000倍希釈水+水の三つのケースについて比較する。

(次頁図6-1-4)

表 6-1-3 イネ・スギ苗木水耕栽培試験計画の概要
(亜臨界水由来フルボ酸液肥施用有無の比較)

区分	試験内容	備考
(1) 水耕栽培の目的	・フルボ酸施用効果の確認 (発芽や根の成長促進、高収率性)	
(2) 栽培期間・栽培環境	・栽培期間：2019年9月～2020年2月 ・セラミック筒水耕栽培方式(図6-1-7) イネは、ナトリウムランプによる温度調整室内での栽培試験	
(3) 使用するフルボ酸	・模擬流木のヤナギの亜臨界水処理液	フルボ酸濃度 5,000ppm
(4) 試験計画 (1) 3 ケースの比較	・イネ(日本晴)水耕栽培試験 ①養液のみ (Plant Cell Physiol 22 1067~1074 使用) ②養液+フルボ酸 10,000 倍希釈水 ③養液+フルボ酸 1,000 倍希釈水	〔検証項目〕 背丈、茎数、穂数 穎花数、登熟歩合、千粒重(粳重)
(5) 試験計画 (2) 3 ケースの比較	・スギ(挿し穂)水耕栽培試験 ①水のみ ②水+フルボ酸 10,000 倍希釈水 ③水+フルボ酸 1,000 倍希釈水	〔検証項目〕 活着率(枯死しなかった苗木の割合)、 発根原器数、発根数



図 6-1-4 イネ・スギ苗木水耕栽培試験の概要

亜臨界水由来フルボ酸液肥施用によるイネ水耕栽培試験の結果

i) フルボ酸液肥によるイネの初期成長促進効果

養液+1,000倍希釈水のケースで、背丈と茎数を顕著に増加させることが確認できた。

成長期（6週目）は、養液＋フルボ酸1,000倍希釈水のケースの背丈と茎数は、各々72cm、3.5本で、溶液のみのケースと比べると各々2.3倍、3.5倍の違いがあった。

ii) 成熟期における収率増加効果

成熟期（20週目）になると、背丈と茎数で、養液のみのケースが、養液＋フルボ酸10,000倍希釈水のケースと養液＋フルボ酸10,000倍希釈水を逆転する。

当期の登熟歩合は、養液＋フルボ酸10,000倍希釈水のケースで80.5%と最大となり、養液のみのケースと比べると1.29倍。また、千粒重（籾重）は養液＋フルボ酸1,000倍希釈水のケースで30.6gと最大となり、養液のみのケースと比べると1.08倍となった。

iii) イネの水耕栽培試験のまとめ

イネの水耕栽培試験では、亜臨界水由来のフルボ酸液肥施用効果として初期成長期の成長効果と成熟期における増収効果を確認できた。今後は、初期成長期の成長効果を成熟期に引き継ぎ、最終的に収量を増やせるかどうか検討する必要がある。

亜臨界由来フルボ酸液肥施用によるスギ苗木水耕栽培試験結果

i) フルボ酸液肥によるスギ苗木（挿し穂）の活着率

水＋フルボ酸10,000倍希釈水のケースで活着率（枯死しなかった苗木の割合）は60%、対照区では40%であった。

ii) 発根原器数

水＋フルボ酸10,000倍希釈水のケースで、苗木本数5本に対して発根原器数は5個、対照区では0-1個であった。

iii) スギ苗木水耕栽培試験のまとめ

スギ苗木（挿し穂）の栽培試験は、晩秋から冬季にかけて加温装置のない温室内で実施したので、植物には厳しい環境条件での実験となった。そのなかで、水＋フルボ酸10,000倍希釈のケースで、活着率60%、発根原器数が苗木全数5本で認められたことから、フルボ酸がスギ苗木に対して一定の生理活性化ポテンシャル持つ可能性があると考えられる。

。

亜臨界水由来フルボ酸液肥施用コスト分析

水耕栽培の場合は、養液や水にフルボ酸液肥を混合し、1,000から10,000倍に希釈して利用するため、施肥に対する手間はそれほどかからないと考えられる。これに対して、圃場で使用する場合は、施用回数と1回当たりの人件費や散布機の損料がどの程度かかるかの分析が検討課題となる。この点について、ジャガイモなどを対象として、カナダ産の自然のフルボ酸液肥を用い実圃場で栽培試験を行っている帯広畜産大学農学部谷昌幸教授を訪問し、ヒアリング調査を行った。

その結果は、以下の通り。

【ヒアリング調査結果】

帯広畜産大学における実証栽培試験では、フルボ酸液肥の施用による新たな作業手間が極力発生しないように注意しながら、試験を実施した。具体的には、種芋等の植付け床への元肥施肥、その後の追肥や農薬散布に合わせてフルボ酸液肥を施用することとした。

この結果、フルボ酸液肥の施用により、初期の成長効果と2割程度の最終的な収率アップ効果を見込むことができた。

このことから、作物の種類や使用するフルボ酸液の違いにより効果は多少異なると推定されるが、極力新たな作業手間が発生しない形で施用をしても、初期の成長効果や一定の収率アップ効果を得ることが期待できると考えられる。

6-1-3. 実機試験による亜臨界水技術による機能性の検証

(1) 亜臨界水処理の有無による成分変化

同一の食品廃棄物試料に対し実機による亜臨界水処理（160℃・20 分）を行った試料（処理区）と未処理の試料（未処理区）の成分を比較し、亜臨界水処理による成分変化を確認した。また、参考として食品残さ加工肥料の公定規格記載値との比較を行った。（表 6-1-4）

ア 公定規格記載の基本成分比較

全窒素とリン酸を処理区と未処理区を比較すると、未処理区のほうが高い結果となったが、同じ原料におけるサンプル抽出による誤差が含まれるものと考えられる。

表 6-1-4 亜臨界水処理の有無による成分変化比較表（基本成分）

測定項目	単位	現物ベース			乾物ベース	
		処理区	未処理区 (堆肥)	(参考) 公定規格記載値 (食品残さ加工肥料)	処理区	未処理区 (堆肥)
pH		4.9	7.2		4.9	7.2
含水率	%	82.9	43.8			
全窒素	%	0.50	2.35	2.5	2.9	4.2
全炭素	%	7.78	26.9		45.5	47.9
リン酸 (P ₂ O ₅)	%	0.25	0.78	1.0	1.45	1.39
カリウム (K ₂ O)	%	0.31	0.40	1.0	1.69	0.71
カルシウム (CaO)	%	0.1(0.08)	1.67 (0.04)		0.56	2.97
C/N比		15.7	11.4		15.7	11.4
マグネシウム (MgO)	%	0.015 (0.02)	0.68 (0.008)		0.09	1.21
アミノ酸	%	2.46	—		13.11	—
遊離アミノ酸	%	0.08	—		0.50	—

※ カルシウム、マグネシウムの括弧書きは、製造されている堆肥の成分ではなく、実機試験で用いた試料を遠心分離し、溶液中に溶け出した含有量を記載。
肥料成分は、原料や製造工程により、変わるためご留意されたい。

処理区：食品小売店等から排出された食品廃棄物（肉・魚を含む）を亜臨界水処理したもの

未処理区：処理区と同一原料より、製造販売されている堆肥

公定規格記載値：「肥料取締法に基づき普通肥料の公定規格を定める等の件」に記載の“食品残さ加工肥料”の含有すべき主成分の最小値を記載。 6

・含水率

処理区の含水率は 80%を超え、かなり高い結果となった。また、亜臨界水処理により大きさがバラバラであった食品廃棄物は、スラリー状の均一な状態であり、スクリーン（径 6 mm）を 64%が通過する結果となった。

・pH 値

処理区の pH 値は 4.9 と酸性を示している。酸性を示す理由は、乳酸や酢酸等の弱酸性の有機酸が含まれるためである。

日本では酸性土壌が多いことから、汎用的な肥料とするには、pH 調整が必要である。

表 6-1-5 亜臨界水処理の有無による成分変化比較表（有機酸等）

測定項目	単位	亜臨界水処理区	
		現物ベース	乾物ベース
アンモニア態窒素	%	0.016	0.09
水溶性リン酸	%	0.38	1.08
酢酸	%	0.12	0.70
プロピオン酸	%	0.03	0.19
乳酸	%	0.40	2.34
シュウ酸	%	0.025未満	0.15未満
クエン酸	%	0.07	0.42
ギ酸	%	0.03	0.16
EC	mS/cm	1.1	

※ 肥料成分は、原料や製造工程により、変わるためご留意されたい。

・有機酸の生成

有機酸の含有量は、多い順に乳酸 0.40%、酢酸 0.12%、クエン酸 0.07%、プロピオン酸・ギ酸各 0.03%、シュウ酸 0.025%未満である。合計 0.65%となる。（現物ベース）

野菜くずの亜臨界水処理物には、この程度の濃度の有機酸が含有されることが報告されている。一方で、有機酸は植物の成長阻害要因となるため、液肥利用では施肥のやり方を工夫し、土壌菌に取り込ませる等対応が必要となる。また、亜臨界水処理物中の有機酸を減らすには、処理温度を下げることも有効である。ただし、これにより遊離アミノ酸も減るため、両者のバランスをとる観点からみると、160-170℃が適当な処理温度条件であると考えられる。（参考文献）特集「水熱分解技術の農業利用の可能性」JATAFF ジャーナル Vol. 7, No. 11

(2) 亜臨界水処理効果が期待できる成分比較

ア アミノ酸・遊離アミノ酸

アミノ酸は、植物に直接的に吸収されて成長促進効果をもたらす栄養成分として期待される。亜臨界水処理により、肉や魚などのたん白成分中のアミノ酸が分解され、一部が遊離アミノ酸となる。ただし、今回の試験では遊離アミノ酸がどれだけ増えたのかは把握できなかったため、今後再検討が必要である。

イ 水溶性リン酸

リン酸の濃度 0.12%に対して、水溶性リン酸の濃度は 0.087%である（現物ベース）。水溶性リン酸がリン酸に占める割合は 68%であることから、液肥利用する場合に有用である。

(3) 実機試験にみる亜臨界水技術の安全性・機能性（まとめ）

ア 亜臨界水技術の安全性及び機能性

i) 食品廃棄物の亜臨界水処理効果

肉や魚アラが加水分解され、アミノ酸が溶出し、植物が吸収しやすく即効性の高い液肥素材に転換できる。また、水溶性リンの割合も高いので、同様に、植物が吸収しやすく即効性の高い液肥素材として期待できる。

- ii) 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 12－16 週間から 7 週間に短縮)。
- iii) 原料の原料の食品廃棄物を破碎し、均一なスラリー状の生成物ができる。
高温・高圧水で処理することで、原料の食品廃棄物を殺菌できる。

イ 堆肥化事業における亜臨界水処理装置の導入可能性 (図 6-1-5)

- i) 亜臨界水処理により食品廃棄物がスラリー化されるので、処理物を濾過し液肥利用できる。
- ii) 亜臨界水処理により食品廃棄物を殺菌低分子化できるので、水分調整を行えば、植種した土壌有用菌を活用することで短時間で完熟堆肥を製造できる。

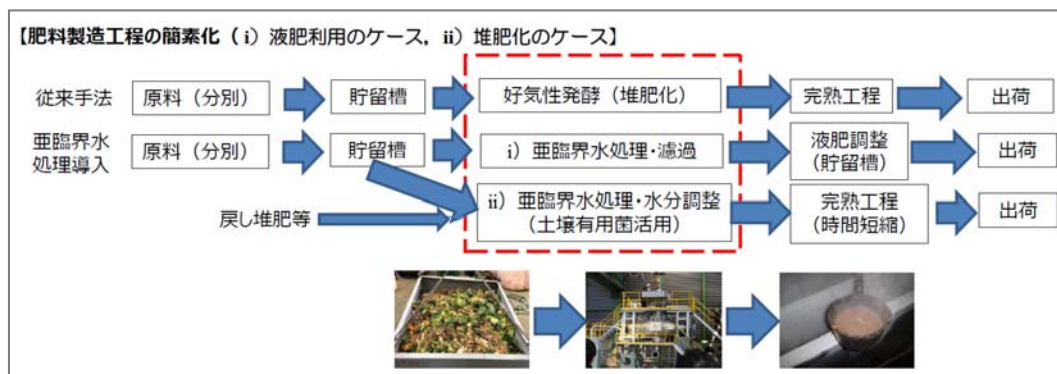


図 6-1-5 亜臨界水処理装置の導入／肥料製造前処理装置として導入

ウ 動物性たん白質からのアミノ酸製造事業における亜臨界水処理装置の導入可能性

たん白質を多量に含む原料ほどアミノ酸を高濃度で抽出できるので、液肥利用面で有効である。ただし、日本では廃豚類や豚コレラ (CSF) のウイルスのキャリアーのイノシシの処理は、現行の検疫基準から、焼却処理か埋立処分以外は認められていないことに注意する必要がある。

エ 木質バイオマスからのフルボ酸液肥製造事業における亜臨界水処理装置の導入可能性

原料の適性として、木質飼料製造には向かない土砂が付着する流木や林地残材などもフルボ酸液肥製造では幅広く原料として利用することができる。

オ プラスチックの処理

プラスチックの加水分解が確認できなかったため、プラスチックの分別手間の軽減にはならない。また、細粒化されることはわかったが、プラスチックの分別手間の軽減に繋ぐには、適切な濾過方法の研究開発が必要である。

6-2. 事業性の検討

6-2-1. 食品廃棄物の肥料化における亜臨界水処理装置に関するヒアリング調査

(1) ヒアリング調査の概要

ア ヒアリング調査の目的

食品廃棄物等の肥料製造販売事業の省力化や簡素化等に向け、亜臨界水技術の新たな展開の検討に当たり、現状の事業の調査と亜臨界水技術の導入に対する考え方を把握するため、事業者への聴き取りやヒアリング調査票の回収による調査を行った。

イ ヒアリング対象者

表 6-2-1 ヒアリング対象者

区分	依頼業者数	回答業者数
肥料販売業者	2	1
食品廃棄物の再生利用者※	5	4

ウ 文書で回答をいただけなかった方の意見は以下のとおり。

・肥料販売会社（X 社）

飼料販売事業は、半径 100-200km 程度の圏域を一事業単位とし、肥料を畜産業者にひろく販売する業態である。販売は化学肥料がメインで、堆肥や液肥等は農家のニーズが小さいので、もともと扱い量は限られている。肥料取締法改正で化学肥料と堆肥等を混合した複合肥料が認められることは承知するが、堆肥等の販売価格は高くてもトン当たり 5,000 円程度であることから、亜臨界水処理装置への投資額を回収するのは容易ではない。

・食品廃棄物の再生利用者（Y 社）

原料調達量は凡そ日量 10-20 トンで中小規模、近傍農家等に堆肥を供給する。中間処理費はキロ当たり約 20 円、堆肥の販売価格はキロ当たり 1 円ほど。年間の事業収入は凡そ 3 億円に過ぎない。弊社には、亜臨界水処理装置（2m³）への投資は資金的負担が大きい。

エ ヒアリングの方法

電話で趣旨を説明後に、「ヒアリング調査票」を送付して記入いただいた。一部の企業には訪問の上、聞き取り調査を行った。ヒアリング調査様式は、有識者委員会に諮り、その結果をふまえ、ヒアリング調査様式を作成した。

【ヒアリングの前提条件】

・亜臨界水反応装置の基本的な性能

メーカーは国内に複数あり、反応槽の大きさは 2～10m³ であり、本調査では、2m³ 装置をプロトタイプとした。

1 回の投入量は 1.8m³（反応槽容量の 90%），1 サイクル（バッチ）約 1 時間。1 日 8 時間稼働で 6～7 回転が可能。1 日 6 回転の場合、10.8m³（5.4 トン）、年間（261 日稼働）で、2,820m³（約 1,410 トン）の処理可能とした。

・装置価格及びランニングコスト・減価償却費

装置メーカーへの聞き取り調査や見積りの結果を参考として、以下の通りとした。

表 6-2-2 亜臨界水処理装置のコスト

区分	コスト	備考
装置価格 （反応槽 2m ³ ）	平均 2.75 億円（2.5～3 億円）	本体、ボイラー等の付帯設備及び設置工事を含む。（建屋、電気、給水等工事費は含まない）
処理量	5.4 トン/日（1,410 トン/年）	6 バッチ/日，年間稼働日数：261 日
ランニングコスト	処理物 1 トン当たり平均 4,200 円（3,400～5,000 円）	電気・水道・燃料＋保守費（人件費は含まない）
減価償却費	平均年額 14,600 千円 処理物 1 トン当たり 10,400 円	17 年定額法による。

(2) ヒアリング調査結果（回答内容）

ア 亜臨界水処理装置に関する質問

- ・「食品廃棄物の亜臨界水処理効果として期待されること」（回答 3/4）
 - i）1 時間程度の処理により肥料の素材が得られること（1/4）
 - ii）亜臨界水処理によりタンパク質は一部アミノ酸に、デンプンは糖類に、脂肪は脂肪酸に転換されること（1/4）
 - iii）処理物は嫌気・好気性発酵が進みやすく、凡そ七週間で完熟堆肥が生産できること（1/4）
 - iv）亜臨界水処理工程で初期段階の発酵を終えているので、悪臭の発生が抑えられること（2/4）

イ 食品廃棄物再生利用事業の状況に関する質問

- i) 食品残さの入手先及び種別（回答 3/4）

表 6-2-3 食品残さの入手先及び種別

業 種	回答	食品残さの種類	回答
食 品 製 造	3	大豆粕・米ぬか	
		パン・菓子類	
		おから等	1
		食品残さ（工場）	4
		返品・過剰生産分	1
食品卸・小売り	2	調理残さ（店舗）	3
		売れ残り（加工食品）	3
		売れ残り（弁当等）	1
外食	3	調理屑（店舗）	3
		食べ残し	
家庭		調理屑（店舗）	
		食べ残し	

iii) 入手区域 (回答 4/4)

- ・近傍市町村 (1/4), 県内の市町村 (4/4), 県外の市町村 (1/4)

iv) 受入費用 (回答 2/4)

20 円/kg (1/4), 25 円~30 円/kg (1/4)

- ・受入費用は自治体によりまちまちであるが、関東地域における一般廃棄物処理費を参考にすれば、妥当な価格であると考えられる。

vi) 受入量 (回答 3/4)

10 トン/日 (1/4), 20 トン/日 (1/4), 25~30 トン/日 (1/4) ・ 20~30t/日

- ・10 トン/日規模の自己完結型のものと、20-30 トン/日規模の地域密着型のものがある。

v) 製品出荷量 (回答 3/4)

3 トン/日 (受入 30 トン/日) (1/4), 3.3 トン/日 (受入 10 トン/日) (1/4), 10 トン/日 (受入 20 トン/日) (1/4)

vi) 稼働日数 (回答 3/4)

300 日/年 (2/4), 360 日 (1/4)

vii) 肥料の性状 (回答 4/4) 及び熟度

堆肥 (4/4), 液肥 (0/4)、その他(0/4)

完熟 (2/4), 中熟 (2/4)、その他 (1/4)

viii) 設備費用 (堆肥化装置) (回答 1/4)

190,616 千円 (稼働 14 年目)

ix) ランニングコスト (堆肥化装置) (回答 1/4)

表 6-2-4 ランニングコスト (堆肥化装置) (千円/年)

水光熱費	点検・保守費	ランニングコスト 合計	(人件費)
18,654	17,779	36,433	48,677

- ・1 社から回答を得た。

処理量 1 トン当たりのランニングコストは、3,370 円/トンである。

(計算根拠) ランニングコスト合計 36,433 千円 ÷ 10,800 トン (年間処理量)

- ・堆肥化では、処理施設として追加投資する必要があるため、亜臨界水装置を導入する場合のランニングコストは現在のランニングコストに上乗せされることが妥当である。亜臨界水処理装置 (2m³ 装置) 導入に伴うランニングコストの目安は平均 4,200 円/トンであるので、これを現行のランニングコストに上乗せすると、現行の 2.2 倍を超える 7,570 円になり、そのままでは事業性は低下する。従って、亜臨界水処理装置の導入には、既存プラントで相応量の原料を受け入れることによる増収効果を見込む必要があると考えられる。

xi) 減価償却費 (回答 1/4)

75,339 千円/年

- ・同じ会社から回答が得られた。

処理量 1 トン当たりの減価償却費は、6,980 円/トンである。

(計算根拠) 減価償却費 75,339 千円÷10,800 トン (年間処理量)

- ・亜臨界水処理装置 (2m³ 装置) 導入に伴う減価償却費の目安は 10,400 円/トンであるので、これを現行の減価償却費に上乗せすると、現行の 2.5 倍を超える 17,380 円/トンになり、そのままでは事業性は低下する。

従って、亜臨界水処理装置の導入には、ランニングコストと同様、既存のプラントで相応量の原料を受け入れることによる増収効果を見込む必要があると考えられる。

xii) 肥料の販売先 (回答 4/4) (複数回答可)

- ・農家から自治体等まで全業種に幅広く販売している会社は、農家や JA、一般家庭、自治体向けに完熟堆肥を、堆肥センター向けには中熟堆肥を生産している。

農家向けに販売している会社は、中熟堆肥を生産し、安価で農家に供給している。

xiii) 堆肥の販売価格 (回答 2/4)

完熟堆肥は 2,500 円/トン、中熟堆肥は 500 円/トン。

6-2-2. 農林事業者への食品廃棄物等のリサイクルへの亜臨界水処理技術の導入に関するヒアリング調査

(1) ヒアリング調査の概要

ア ヒアリング調査の目的

農林畜産業者に対して、亜臨界水処理技術を利用した動物性たん白質からのアミノ酸液肥と木質バイオマスからのフルボ酸液肥について先行事例をもとに説明し、事業性を検討するためのユーザーから見たニーズ等の確認を行った。

イ ヒアリング対象者

表 6-2-5 ヒアリング対象者リスト

区分	依頼業者数	回答業者数
農業者	4	4
林業者	5	5
畜産業者	7	5
計	16	14

ウ 書面での回答をいただけなかった方のご意見

書面での回答をいただけなかった方は、畜産業者のみで 2 者あった。いずれの場合も、肥育牛

ブランド産地の畜産業者で、ご意見は第5章 5-2 に示す通り、新たな飼料の導入に対するリスクへの懸念から慎重でありたいとするものであった。

エ ヒアリング方法

電話で趣旨を説明し、同意いただいた事業者に「ヒアリング調査票」を送付して記入いただいた。各分野1事業者とは面談で意見交換を行なった。

ヒアリング調査様式は、1月に有識者委員会に諮り、その結果をふまえ、ヒアリング調査票様式を作成した。

(2) 亜臨界水由来のアミノ酸液肥に関するヒアリング調査結果

ア アミノ酸液に対するご関心の有無等

表 6-2-6 アミノ酸液肥への関心の有無

関心度	農業者	林業者	畜産業者
関心がある	3	2	1
関心がない	0	0	0
どちらともいえない	2	2	0

イ 関心を持たれる理由

農業者から、以下の回答を得た（2/4）。

- i) 有用な肥料効果への期待
- ii) 水稻の育苗期間は通常 20-25 日、発根・発芽促進効果による育苗期間短縮への期待

ウ アミノ酸液肥の利用を推進するため、どのような情報がほしいか。

- ・農業者と林業者から、その他希望する情報について具体的なコメントを頂戴した。
 - i) 水稻等の成長促進効果に関する農業試験場等の実証データ（農業者）
 - ii) コスト情報（林業者）
 - iii) うるしや薬樹等の育苗に係る液肥の効果や科学的原理、生態系への影響（林業者）

エ アミノ酸液肥の希望価格

農業者、林業者 2 者から 5,000 円/ℓ、林業者 2 者から 3,000 円/ℓの回答を得た。

市販のアミノ酸液肥と同程度の価格を希望されていることが伺える。

(3) 亜臨界水由来の高濃度フルボ酸液肥に対するご関心の有無等

ア 亜臨界水由来の高濃度フルボ酸液肥へのご関心の有無

表 6-2-7 高濃度フルボ酸液肥への関心の有無

関心度	農業者	林業者	畜産業者
関心がある	3	2	1
関心がない	0	0	0
どちらともいえない	1	2	0

イ 関心を持たれる理由

農業者から、水稻の育苗期間は通常 20-25 日、発根・発芽促進効果による育苗期間短縮への期待や土壌活性効果への期待

林業者からは、ウルシや薬樹等の育苗促進、バイオマス発電用の伐採跡地におけるスギ苗木等の植樹促進効果への期待が伺えた。

ウ 高濃度フルボ酸液肥の利用を推進するため、どのような情報がほしいか。

農業者、林業者とも、特に施用指針・効果に関する希望が高いことが特筆される。

また、その他希望する情報について具体的なコメントを頂戴した。

- i) 水稻の成長促進効果に関する農業試験場等の実証データ、カビ菌抑制効果（農業者）
- ii) ウルシや薬樹等の育苗に係る液肥の効果や科学的原理、生態系への影響（林業者）

エ 高濃度フルボ酸液肥の希望価格

農業者、林業者とも 3,000～5,000 円/㍓の価格帯に回答が集中した。市販の農業用フルボ酸溶液と同等かそれ以下の価格水準を希望されていることが伺える。

(4) ヒアリング調査結果（まとめ）

i) 農業者

- ・農業の生産性を高めるためにこれまで様々な肥料や土壌改良剤を利用してきた経験から、アミノ酸液肥と高濃度フルボ酸液肥への関心が全般的に高いことが伺える。
- ・農業者に購入してもらうには、具体的に希望する水稻など植物の成長促進効果、抗カビ菌効果、農業試験場等の実証データを提供するとともに、費用対効果を明らかにする必要があると推察される。

ii) 林業者

- ・ウルシや薬樹の増産、バイオマス発電用の伐採跡地のスギ植樹等の促進などのニーズが背景にあり、アミノ酸液肥と高濃度フルボ酸液肥への関心が全般的に高いことが伺える。
- ・林業者に購入してもらうには、具体的に希望するウルシや薬樹、スギ苗木等の成長促進効果データ等を提供するとともに、費用対効果を明らかにする必要があると推察される。

6-2-3. 亜臨界水処理装置導入に係る事業性の検討

(1) 食品廃棄物肥料化事業での事業性検討

ア 検討骨子

食品廃棄物肥料化事業モデルの堆肥化装置の前処理施設として亜臨界水処理装置を置く場合の事業性を、現行の事業モデルとの比較として一覧表にまとめた。（表 6-2-8）

表 6-2-8 食品廃棄物肥料化事業モデル
（亜臨界水処理装置の導入検討）

項 目			現行の事業モデル	亜臨界水装置導入後の事業モデル	亜臨界水処理装置2台導入後の事業モデル
原料調達 （食品廃棄物）	調達事業所		食品製造業、食品卸・小売業、外食産業	食品製造業、食品卸・小売業、外食産業	食品製造業、食品卸・小売業、外食産業
	内 容		食品残さ（工場）、調理残さ、売残り（弁当・加工食品）、調理くず（店舗）	食品残さ（工場）、調理残さ、売残り（弁当・加工食品）、調理くず（店舗）	おから、食品残さ（工場）、調理残さ、売残り（弁当・加工食品）、調理くず（店舗）
	調達量	トン/日	30トン	30トン	60トン
		トン/年	10,800トン	10,800トン	21,600トン
	稼働日数		360日	360日	360日
	中間処理費	kg単価	27.5円（25～30円）	27.5円（25～30円）	27.5円（25～30円）
		年間総額	297,000千円	297,000千円	594,000千円
堆肥製造装置	必 要 台 数		堆肥製造装置1式	亜臨界水装置1台を前処理装置として導入 必要台数：6m3装置 1台	亜臨界水装置2台を前処理装置として導入・堆肥生産を倍増 必要台数：6m3装置 2台
	ランニングコスト （水光熱費+保守費）	トン当り	3,370円	(3,370+5,000=) 8,370円	(3,370+10,000=) 13,370円
		年間総額	36,400千円	90,400千円	288,800千円
	人件費	年間総額	45,700千円	45,700千円	45,700千円
	設備投資額			5億円	10億円
	減価償却費	年間総額	75,300千円	101,800千円	128,200千円
事業性	製品販売量	日販売量	3トン	3トン	6トン
		年間販売量	1,080トン	1,080トン	2,160トン
		単価	2,500円/トン	2,500円/トン	2,500円/トン
		事業収入	2,700千円	2,700千円	5,400千円
		総収入	299,700千円	299,700千円	599,400千円

亜臨界水処理装置の導入により、ランニングコスト、減価償却費とも経営上の負担が大きくなるため、事業性は高いとはいえない。亜臨界水処理による完熟堆肥工程時間短縮効果を生かした事業改善策や事業多角化などの改善策が求められる。

イ 食品廃棄物肥料化事業モデル

今回のヒアリング調査結果から、1日当たりの食品廃棄物受け入れ量 10～30 トンの範囲で、亜臨界水処理装置の導入に伴う設備投資への負担力が期待できる事業規模として 30 トン/日（年間の稼働日数 360 日／10,800 トン/年）の会社をモデルとして検討する。

ウ 食品廃棄物肥料化事業の経営採算性

・事業収入の構成

事業収入は、①食品廃棄物受け入れ中間処理費用と②製造物の販売収入の二つから成る。

今回のヒアリング調査結果から、①②合計の事業収入は 30 円/kg（30,000 円/トン）と見込む。

・支出の構成

破碎機と加熱装置に係るコストは、③水光熱費（保守費を含む）と人件費から成り、③④合計の支出は 14.85 円/kg（14,850 円/トン）と見込む。

・事業収支

以上から、単純に比較すると 15.15 円/kg（15,150 円/トン）の黒字で、他に製品運搬用トラックなどの経費を差し引き、事業として成立していると推察される。

エ 亜臨界水処理装置導入に係る事業性の検討（1）

・亜臨界水処理装置の装置台数及び投資規模

1 日当たり受け入れ量 30 トン（年間 10,800 トン）に必要な装置台数及び投資規模は、表 6-2-9 に示す通り。

表 6-2-9 亜臨界水処理装置の台数と投資規模（1）

区分	必要台数	投資規模	備考
6m3 装置	1 台	500 百万円※ （付帯設備含む）	5.4m3（4.32 トン/バッチ） 1 日 7 バッチ：30.2 トン 処理量：10,800 トン/年
合 計	1 台	500 百万円	

・ランニングコスト比較

既存の堆肥化装置の前処理装置として亜臨界水処理装置を置くことを前提として比較する。

i) 既存の堆肥化装置のランニングコスト（人件費込み）：82,100 千円/年（ヒアリング結果）

亜臨界水処理装置のランニングコスト：54,000 千円/年（装置メーカーデータ）

合計 136,100 千円/年となる。

ii) ランニングコスト比較

既存の堆肥化装置の前処理装置に亜臨界水処理を置くと、ランニングコスト（人件費込み）

は凡そ 1.7 倍増えるため、このままでは事業性は低下する。

・減価償却費比較

既存の堆肥化装置の前処理装置として亜臨界水処理装置 1 台を置くことを前提として比較する。

i) 既存の堆肥化装置の減価償却費：75,300 千円/年（ヒアリング結果）

亜臨界水処理装置の減価償却：26,500 千円/年（17 年定額法）

合計 101,800 千円/年となる。

ii) 減価償却費比較

亜臨界水処理装置 1 台を前処理装置として置くと、減価償却費は凡そ 1.35 倍増えるため、このままでは事業性は低下する。

オ 亜臨界水処理装置導入に係る事業性の検討（2）

次に、亜臨界水装置の導入による完熟堆肥工程時間短縮効果を見込み、既存のプラントの原料受入量を増やし、事業収入を増やすことで事業性がどこまで改善できるかについて検討する。

i) 前提条件

亜臨界水装置の導入による完熟堆肥工程時間短縮効果を、次の通り見込む。

食品廃棄物を堆肥化している事例では、完熟までに通常 12-16 週の時間をかけている。家畜排せつ物を亜臨界水前処理して完熟堆肥に仕上げている台湾の先行事例では 7 週程度の時間をかけていることから、同一プラントでの原料受け入れ容量増加効果で倍増と見込む。

ii) 亜臨界水処理装置の装置台数及び投資規模

1 日当たり受け入れ量 30 トン（年間 10,800 トン）を倍増するに必要な装置台数及び投資規模は、表 6-2-10 に示す通り。

表 6-2-10 亜臨界水処理装置の台数と投資規模（2）

区分	必要台数	投資規模	備考
6m ³ 装置	2 台	1,000 百万円※ (付帯設備含む)	10.8m ³ (8.64 トン/バッチ) 1 日 7 バッチ：60.4 トン 処理量：21,600 トン/年
合 計	2 台	1,000 百万円	

・ランニングコスト比較

既存の堆肥化装置の前処理装置として亜臨界水処理装置を 2 台置くことを前提として比較する。

i) 既存の堆肥化装置のランニングコスト（人件費込み）：82,100 千円/年（ヒアリング結果）

亜臨界水処理装置 2 台のランニングコスト：288,800 千円/年（装置メーカーデータ）

合計 334,500 千円/年となる。

ii) ランニングコスト比較,

既存の堆肥化装置の前処理装置として亜臨界水処理装置 2 台を置くと、ランニングコスト（人件費込み）は凡そ 4.0 倍増えるため、そのままでは事業性は低下する。

・減価償却費比較

既存の堆肥化装置の前処理装置として亜臨界水処理装置 2 台を置くことを前提として比較する。

i) 既存の堆肥化装置の減価償却費：75,300 千円/年（ヒアリング結果）

亜臨界水処理装置の減価償却：53,000 千円/年（17 年定額法）

合計 128,300 千円/年となる。

ii) 減価償却費比較

亜臨界水処理装置 2 台を前処理装置として置くと、減価償却費は凡そ 1.70 倍増えるため、そのままでは事業性は低下する。

・事業収入比較

既存の堆肥化装置の前処理装置として亜臨界水処理装置 2 台を置くことにより、年間の受入量が 10,800 トンから 21,600 トンに倍増。これに伴い、年間の収入は 297,000 千円から 594,000 千円に倍増。堆肥販売収入を含む年間の事業収入も 299,700 千円から 599,400 千円に倍増となる。これに対して、2 台導入時の年間のランニングコストと減価償却費の増加額は 224,800 千円/年ほどであり、事業収入の増加額 299,700 千円に比べ小さいことから、新規設備投資による資金負担を十分吸収しうる事業モデルとなると考えられる。

(2) 事業性改善策の検討

ア 地域が連携した食品リサイクルの取り組みへの展開策

第 2 回委員会において、①どこから排出された食品廃棄物を、どこで利用するのかを整理した上で、どこに亜臨界水処理装置を設置すべきか検討すべきとの意見や、②肥料・飼料製造単独での導入はコストが高く、メタン発酵等と組み合わせて有効に利用するなど模索すべきとの意見が出された。

地域連携の取組として、「バイオマス産業都市」がある。このような取組は、地域の関係者が連携した食品リサイクルの展開を促進し、事業性の改善に寄与する。また、亜臨界水処理技術を生かして、食品廃棄物からの肥料製造だけでなく、付加価値の高いメタン発酵や木質バイオマスからの高濃度フルボ酸液肥製造も組み合わせた新しいタイプの食品廃棄物肥料製造事業への展開が期待される

地域単位での具体的な亜臨界水技術をコアとする食品リサイクル・ループづくりへの地域単位での展開策を試論として図示すると、図 6-2-1 の通りである。

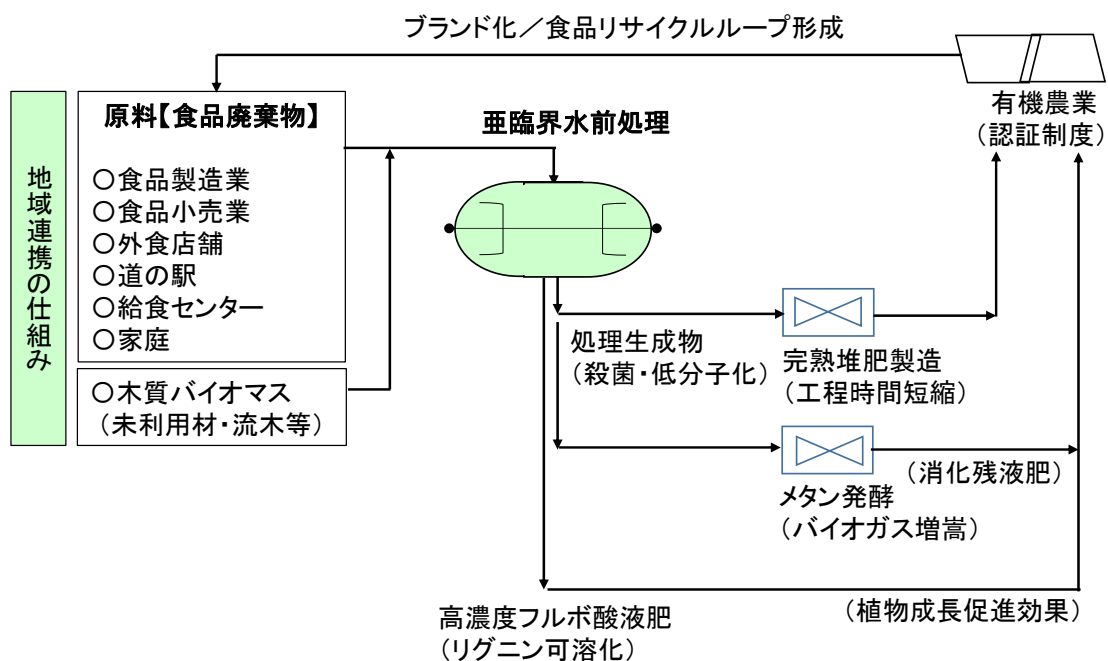


図 6-2-1 亜臨界水技術をコアとする食品リサイクル・ループ（展開策の枠組み）

ここで扱う原料は食品製造業から家庭に到る食品廃棄物である。それらを亜臨界水処理して完熟堆肥を製造、認証制度付きで地域の有機農業者向けに供給する。最終的に得られる農産物をブランド化し、食品廃棄物の排出源に供給する仕組みが想定される。

オプションとして、亜臨界水処理物をメタン発酵にかけ、バイオガスを増産して再生可能エネルギーを供給する仕組みを想定する。消化残液を下水道放流するのではなく、認証制度の下で液肥として有機農業利用し、最終的に得られる農産物をブランド化し、食品廃棄物の排出源に供給する仕組みが想定される。(メタン発酵の事業性は、第7章を参照されたい。また、メタン発酵の消化残液を有機農業利用し、最終的に得られる農産物をブランド化して地域で流通ルートに乗せて成功している代表的な事例に、福岡県大木町のバイオマスタウン事例がある。)(参考文献)中村修・遠藤はる奈:成功する生ごみ資源化〜ごみ処理コスト・肥料代激減,(社)農村漁村文化協会,2011

更には、従来は堆肥化に長時間がかかるため外されることが多かった木質バイオマスを積極的に受け入れ、植物成長促進効果を持つ高濃度フルボ酸液肥を製造して有機農業者に供給、最終的に得られる農産物をブランド化し、食品廃棄物の排出源に供給する仕組みが想定できる。(高濃度フルボ酸液肥の植物成長促進効果のポテンシャルは、6章 6-1 を参照されたい。)

6-3. 既存の制度との整合性

「肥料取締法」第6条では、公定規格への登録及び仮登録の申請について規定している。公定規格の登録にあたっては、植害試験の実施、一定の成分を保証できる製造工程を検証する必要がある。また、同法第25条では、異物の混入防止が規定されている。

同法の趣意に基づき、亜臨界水処理によりプラスチックの分別手間の軽減を行うには、プラスチックが分解処理できる処理条件が明らかにする必要がある。また、肥料成分については、原料に由来する部分が大きいいため、原料ごとに成分分析を実施する必要がある。

6-4. まとめ

本章では、製造物の肥料原料利用に係わる安全性・機能性・事業性について、次の六つのアプローチから検討した。

- i) 先行事例分析
- ii) 食品廃棄物の亜臨界水処理実機試験で得られた生成物の成分分析・評価
- iii) 肥料販売会社等への亜臨界水技術導入意向に関するヒアリング調査
- iv) 農林業畜産事業者への亜臨界技術を用いた肥料利用ニーズに関するヒアリング調査
- v) 有識者委員会における専門家等からの意見徴収
- vi) 既存の制度との整合性

(1) 亜臨界水技術の安全性

- ・動物性タンパク質由来の原料からアミノ酸液肥を生成するにあたり、特別な溶媒を用いる必要がなく、また生成過程で有害な物質が含まれるおそれがない。

(2) 亜臨界水技術の機能性

- ・食品廃棄物を亜臨界水処理することで、肉や魚のアラが分解され、アミノ酸等が溶出し、植物が吸収しやすく即効性の高い等の付加価値を持つ液肥素材が製造できる。
- ・木質バイオマスを亜臨界水処理した場合、木質中のリグニンが分解、可溶化され、高濃度のフルボ酸液肥を製造できる。（フルボ酸濃度は 5,000～7,000ppm, 自然界の 1,000 倍以上の高濃度）
- ・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 12-16 週間が 7 週間程度に短縮）
- ・動物タンパク質由来の原料から、アミノ酸液肥を抽出する作業工程の簡素化が図れる。

(3) 亜臨界水技術の事業性

- ・堆肥化施設の前処理に亜臨界水処理装置を導入する場合の事業性
ランニングコスト及び設備投資（減価償却費）ともに、そのままでは資金的負担が重く、事業として成り立ちにくい。このため、亜臨界水処理装置の導入によって、肥料製造工程の効率化を図り、原料の受け入れ量を倍増し、事業収入の増加を目指すことが課題となる。
- ・事業性改善策
 - i) 国のバイオマス産業都市をモデルとする地域連携のもとで、食品事業者や小売事業者、肥料製造業者、農家等が一体となった効率的、かつ安定的な食品リサイクルの仕組みの構築を検討する。
 - ii) 亜臨界水技術の特性を生かして、メタン発酵や木質バイオマスからの高濃度フルボ酸液肥製造という収益性の高い事業への展開を検討する。

(4) 今後の課題

・原料の選別・系統分類

食品廃棄物の肥料化事業における亜臨界水技術の導入に向けた課題には、排出源により成分が異なるため、様々な原料で細かな実機試験データを積み重ねなければ利用しにくいことと、安定した原料の入手が困難であることの二面性がある。

このため、各地域において入手可能な原料の系統分類を行い、亜臨界水処理生成物の成分や品質に関する整理を行うことが必要である。

- ・プラスチックの処理による分別手間の削減

今回の試験結果では、プラスチックの加水分解は確認できなかったが、大部分が熱溶解し、細粒化された。

細粒化されたプラスチックが分離できれば、分別手間や処理費用の削減が期待できる。

このため、実際の容器包装プラスチックを対象とした実機試験による細粒化の態様の検証，更にはプラスチック加工のために使われる可塑剤による毒性の有無の確認とともに、細粒化したプラスチックの分離・回収技術の開発が必要である。