

# 廃水産資源および食品加工残渣を原料とする 高機能性発酵飼料製造技術の開発

分野 発酵 [一般枠]

川下の抱える課題及びニーズ

◆食料品製造業に関する事項  
高品質化／環境対応

高度化目標

未利用バイオマス等の高度利用に係る技術の高度化

## 研究開発の背景及び経緯

### ■エコフィードへの期待とその技術的課題

昨今の穀物高騰の折、畜産分野の生産者、特に、輸入穀物が原料の9割を占める濃厚飼料に依存する、養豚・養鶏業者は、飼料の値上がりによって、支出が4割以上増加するという経営逼迫に直面している。こうした日本の畜産の危機的状況を改善するため、農林水産省「飼料自給率向上・生産性向上に関する合同会議」において、食品加工残渣の飼料化（エコフィード）の推進が提言され、それに伴い、各地で導入支援等の施策が進められてきている。

エコフィードは、食品残渣が主原料であるため、穀物ベースの配合飼料と比較して、安価な入手が可能である。その一方で、組成の不均一性や原料の不透明性から、品質重視の生産者には敬遠される向きもあり、また、食品残渣の性状によっては、腐敗等の問題から、商業ベースでの実用化が難しいものも多く、食品残渣の飼料としての再生利用は、総排出量の2割程度にとどまっている。また、エコフィードのコストメリットを重要視する一方で、その技術的な検証、特に、品質や機能性に関する議論についてはあまり進んでいないのが実状である。

### ■地域の食品残渣を有効活用した高機能飼料化へ

このような、エコフィードのウィークポイントを払拭する

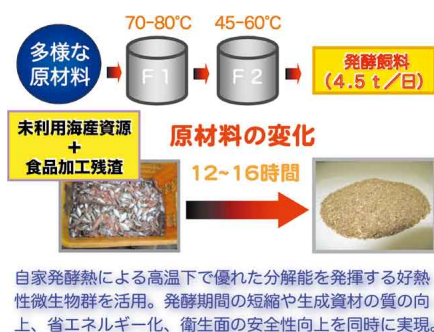


図1 本プロジェクトにおける発酵プロセスの特徴

ため、本プロジェクトでは、廃棄物の再利用／飼料自給率の向上効果のみならず、腸内菌相に対するプロバイオティクス様効果が期待される「高機能性発酵飼料」を、水産未活用資源と、地域コミュニティ特有の廃棄物残渣を有効に組み合わせて生産する、地産地消リサイクルチェーン型の発酵飼料製造プロセスの研究開発を実施した。

## 研究開発の概要及び成果

### ■本プロジェクトの概要

水揚げされても流通に廻らない海産未活用資源を、食品加工工程などで生じる残渣と組み合わせて、プロバイオティクス機能を有する飼料化を図るための、発酵制御技術の確立を目的として、外部からの熱源を必要とせず、80度程度の高温で発酵する「好熱性微生物群」を主導とした発酵プロセスを導入した(図1)。最新の「オーミクス」(生物データの包括的解析)技術により、発酵物の経時変化を定量的に評価し、発酵物中の有用微生物群を明らかにするとともに、これらのデータをフィードバックし発酵飼料製造ルーティンの最適化を図った。さらに、多角的な分析手法を活用して製造された発酵飼料の動物への投与効果を明確化した。

### ■平成21年度の研究開発成果

高機能性発酵飼料の製造試験においては、海産未活用資源＋焼酎粕ベース発酵飼料(タイプ1及び2)／海産未活用資源＋柑橘残渣ベース飼料(タイプ3)を設定し、各製品の特性に関しての実験研究を行った。各発酵飼料についてプロトタイプの試作品を製造し、タイプ1、2については、製造過程・製品の化学的特性・微生物学的特性を明らかにするとともに、動物への投与試験に供した。

#### ①畜産動物(肥育豚)に対する投与試験の結果

関東近郊の2つの農場において、タイプ1、2の発酵飼料を、それぞれ出荷直前の肥育豚に21～30日間投与した結果、タイプ1を投与した豚の増体重量が、非投与群と比べて平均で約3割、タイプ2では約1割の改善傾向が見られた。また、タイプ2においては、投与／非投与各群由来の豚肉について、肉質分析、及び官能士による食味試験を実施した結果、一方の農場分では、投与豚と非投与豚間で、脂肪酸組成など、分析結果の複数の項目において有意差が認められ、また、食味試験では投与豚の評価が優位であった。もう一方の農場分については、分析・食味試験とも殆ど変化が見られなかった。

タイプ1発酵試料投与による、豚糞便細菌構成の変動について、16SrRNA配列法による解析を行った結果、ストレプトコッカス属細菌の組成比は、投与群が非投与群の約0.4倍、また、ラクトバチラス属細菌の組成比は、

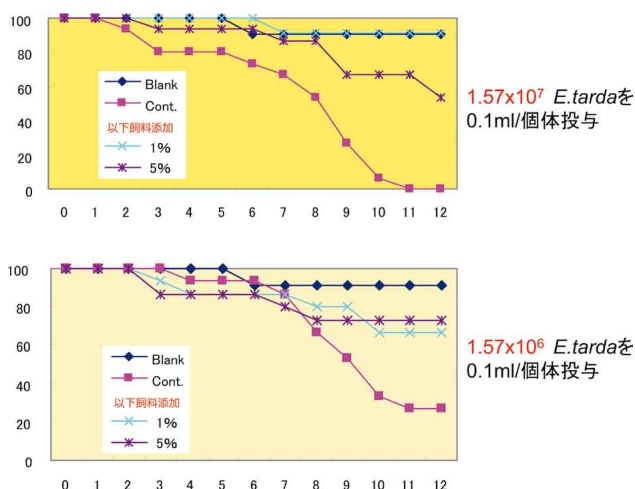


図2 マダイ稚魚へのエドワジエラ症抑制効果  
(縦軸：生存率%、横軸：経過日数)

投与群が非投与群の約1.4倍、といった明確な差異が認められた。このように、発酵飼料の投与により、腸内微生物の優占種が、腸内資化・代謝能の異なる微生物群へと変化することが、解析データから示唆された。

### ②水産動物（養殖マダイ）に対する投与試験の結果

タイプ1発酵飼料を投与したマダイ稚魚について、投与魚と非投与魚の比較において、成長量に関するの差異は認められなかったが、エドワジエラ症原因菌の感染実験を行った結果、対照群と比較してマダイ稚魚の生残率が著しく高く、明らかに、エドワジエラ症発症に対する抑制効果が認められた（図2）。また、成長期のマダイの、海面生簀での養殖実験の結果、投与群は非投与群と比べて肥満度、及び増肉係数の増加が認められた。

### ③その他の成果

近赤外スペクトル解析（NIR）法による、発酵プラントの運転管理手法の開発においては、発酵飼料に含有される各種栄養成分の定量を行うための検量線作成の前段階として、原材料候補サンプルの近赤外分光光度計による拡散反射光の測定、及びデータ解析を実施した。サンプルノイ

ズを低減するためのフィルタ設計を行い、スペクトル情報抽出の精度向上を実現した。フィルタ処理後のスペクトル波形の変曲点データから、最小二乗法（PLS）により、乾物率、及び全窒素比についての予測式を導出し、それぞれ、実測値との比較を行った結果、高精度の予測を行うことができた。

また、愛媛・大分・宮崎の各地域において、発酵飼料原材料としての未利用資源を調査・分析し、本開発技術の適用可能性を検討するため、導入に適したコミュニティの件数・市場規模／予測される原料・製品の流通体制と経済効果などの事業実施案を策定した。その結果、各地域において、本技術に基づく発酵飼料製造のための原材料調達が可能であり、また、販売価格にも依存するが、十分な事業採算性が認められた。

## 開発された製品・技術のスペック

### ■高機能性発酵飼料製造プラント

水産未活用資源、及び地域食品残渣等を原材料として、2t/日（将来的には10t/日）の高機能性発酵飼料製造能力を有する高温発酵プラント一式。遠隔監視・制御システム、及び発酵産物の性状解析サービスを含む。

### ■高機能性発酵飼料

畜産動物（豚、及び鶏）、及び水産動物（養殖魚）を対象とした発酵飼料。既存配合飼料への0.5～数%の配合で、生育促進効果を発揮し、被投与動物のトータル飼料コストを10%以上削減することを目標とする。

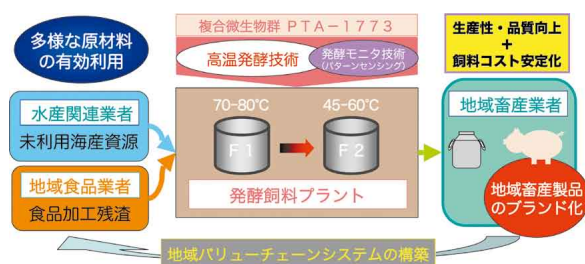


図3 地域バリューチェーン構築の模式図

## この研究へのお問い合わせ

### 京葉プラントエンジニアリング株式会社

◎担当者：小川 和男 ◎所在地：〒272-0033 千葉県市川市市川南2-8-8  
◎TEL：047-323-2011 ◎FAX：047-325-1323 ◎E-mail：k-ogawa@kpeng.co.jp

### 事業管理者名 財団法人千葉県産業振興センター

◎所在地：〒261-7123 千葉県千葉市美浜区中瀬2-6 WBG マリブイースト 23階  
◎TEL：043-299-2653 ◎FAX：043-299-3411 ◎E-mail：kaneta@ccjc-net.or.jp  
◎プロジェクト参画研究機関（大学、公設試等）：東京大学、愛媛大学、大分大学、宮崎大学、東京電機大学  
◎プロジェクト参画研究機関（企業）：京葉プラントエンジニアリング(株)、日環科学(株)、(株)三六九  
◎主たる研究実施場所：京葉プラントエンジニアリング(株)