

・研究課題名・研究番号

= 「水熱反応による有機性循環資源の高品位液状飼料化」
(K 1 9 0 5, K 2 0 7 0, K 2 1 8 3)

・国庫補助金精算所要額 (円) = 61,410,000 (平成19~21年度の所要額)

・研究期間 (西暦) =2007~2009

・代表研究者名= 大門 裕之 (豊橋技術科学大学)

・共同研究者名= 鈴木 邦彦 ((株)小榎屋)

・研究目的 (400字) =バイオエタノール製造など穀物に関する事情が大きく変わってきている。また、原油および飼料価格の高騰、国内自給率の向上、食品リサイクル法の施行等がある中、食品副産物から、乾燥飼料と比べ多くの利点を有する液状飼料を製造する技術が注目されている。しかし、現在一般的に用いられている発酵液状飼料化法は、乳酸菌による発酵を用いて、飼料を製造していることから、多くの課題を残している。これらの課題の解決を目的として、本申請では、高い液状化能力をもつ水熱反応を用いて、従来の液状化が困難である食品、あるいは食品廃棄物もアミノ酸・低分子ペプチドレベルまでに短時間で分解・液状化し、高品位な飼料を安定的に製造する技術を開発する。さらに、この飼料化技術をベースとした液状飼料および資源循環ネットワークシステムの設計シナリオの提案を行い、有機資源の循環型社会形成の推進に貢献する。

・研究方法 (400字)

= ①ラボスケールによる食品廃棄物、廃棄物の液状化実験

- 様々な有機性循環資源の液状化実験 (19~21年度)
- 液状飼料の価値の評価 (20~21年度)
- 様々な付加価値の確認 (20~21年度)

②処理操作および処理装置の検討

- 処理装置の改良 (21~20年度)

③技術の総合的評価

- エネルギー消費量および温室効果ガス排出量の推計 (20年度)
- 乳酸発酵法等との比較検討 (21年度)

④ベンチスケールの反応装置を用いた液状化実験および成長試験用飼料づくり

- 200Lの反応容器を用いた、様々な食品循環資源の液状化実験 (19~20年度)
- 飼料認可の取得を目的とした化学分析および成長試験の飼料づくり (20~21年度)

- ⑤ラットを用いた成長試験 (20～21 年度)
- ⑥豚による成長試験(21 年度)
- ⑦液状飼料による資源循環ネットワークの提案 (21 年度)

・結果と考察 (800 字)

=①ラボスケールによる食品廃棄物、廃棄物の液状化実験

○ 様々な有機性循環資源の液状化実験 (19～20 年度)

図1に各試料における形態別炭素含有量を示す。タンパク質含有量が多い羽毛や毛髪、卵殻膜などは、溶存態にまで分解されていた。一般的に、溶存態のタンパク質成分生成(ペプチド等)は、豚体内に吸収可能な形態である。つまり、本法により高い消化率を持った液状飼料が製造できる可能性がある。この他にも、配合飼料、米ぬか、野菜くず、オガクズなどに対しても同様の検討を行っている。

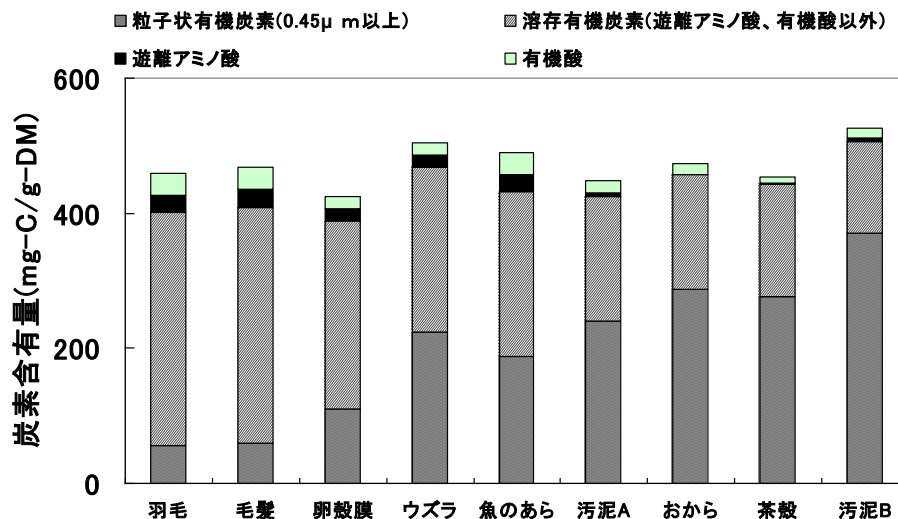


図1 各試料の形態別炭素含有量(DM: Dry Matter、羽毛: 食肉(鶏)加工工場からの加工残さ、汚泥A: 豆腐工場からの汚泥、汚泥B: 食品(魚)加工工場廃水、反応温度: 200°C、反応時間: 60分、固/液比: 1/50)

○ 液状飼料の価値の評価 (20～21 年度)

飼料の価値を測る指標の一つである可消化率を測定した。各試料における水熱反応前後の可消化率を図3に示す。水熱反応法の適用により、従来に比べ可消化率の高い液状飼料の製造が可能であることが示された。

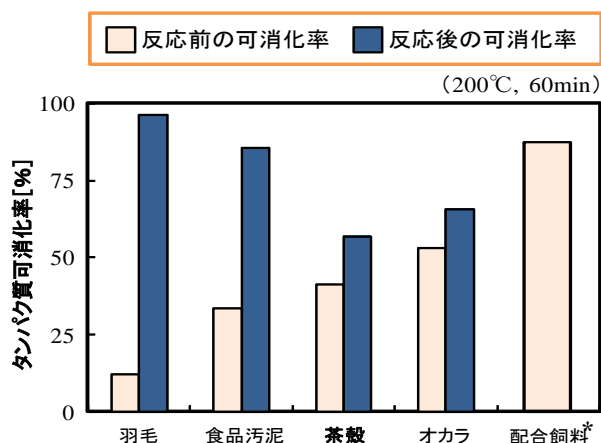


図3 各試料における水熱反応前後のタンパク質可消化率
* 中央畜産会：日本標準飼料成分表(2001年度版)

○ 様々な付加価値の確認 (20～21 年度)

図4にタンニンを含むポリフェノールの分解挙動に与える反応温度および反応時間の影響を示す。これより水熱反応における消化阻害成分であるタンニンの分解温度と時間が明らかとなり、本法の適用により茶殻を飼料原料として利用量を増加できる可能性が示された。

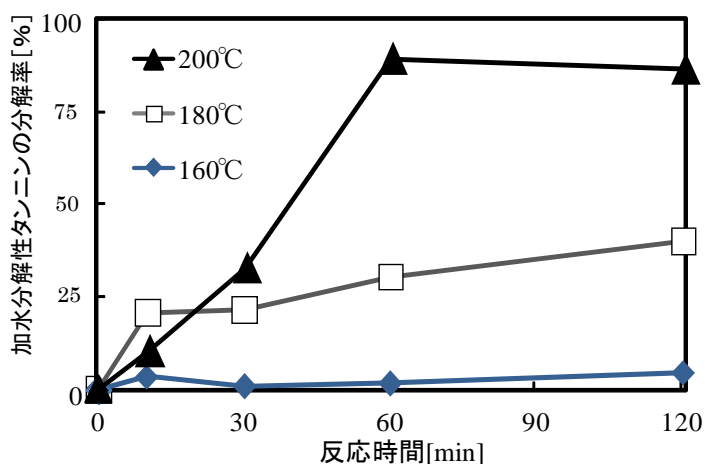


図4 緑茶ポリフェノール試薬中の加水分解性タンニンの分解挙動

ここでは、図5に各水熱反応温度におけるフィチン酸溶液からのリン酸生成率の変化を示す。これにより、本法による液状飼料を用いることにより、鉱物由来のリン資源の飼料への添加量が低減できるだけでなく、糞尿中のリン濃度の低減にもつながる。

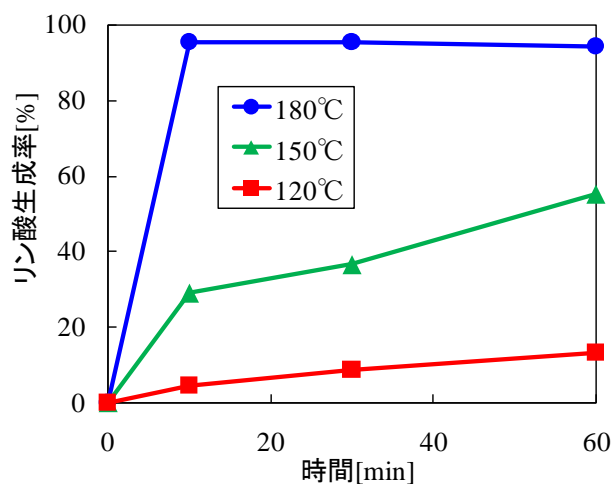


図5 各反応温度におけるフィチン酸溶液からのリン酸生成率

②処理操作および処理装置の検討

○ 処理装置の改良 (21~20年度)

本水熱反応による液体飼料化技術の実用化を想定し、高温高圧反応装置を用いた液状飼料の製造時の処理操作(反応槽の加温方法、臭気対策、製造した飼料の排出方法およびその保管方法)が液体飼料製造に及ぼす影響について検討を行い、反応装置の改善を行った。また、蒸気の耐圧槽内への投入方法等の改善も行った。

③技術の総合的評価

既往の液状飼料製造方法である乳酸発酵法と本法の特徴の比較を行った。乳酸発酵法は、保存性の向上を主目的にしていることに対し、水熱反応法は、加水分解による飼料価値の向上を主目的としている点が大きく異なる。また、水熱反応法は、乳酸発酵法に比べると製造エネルギーを必要とする。

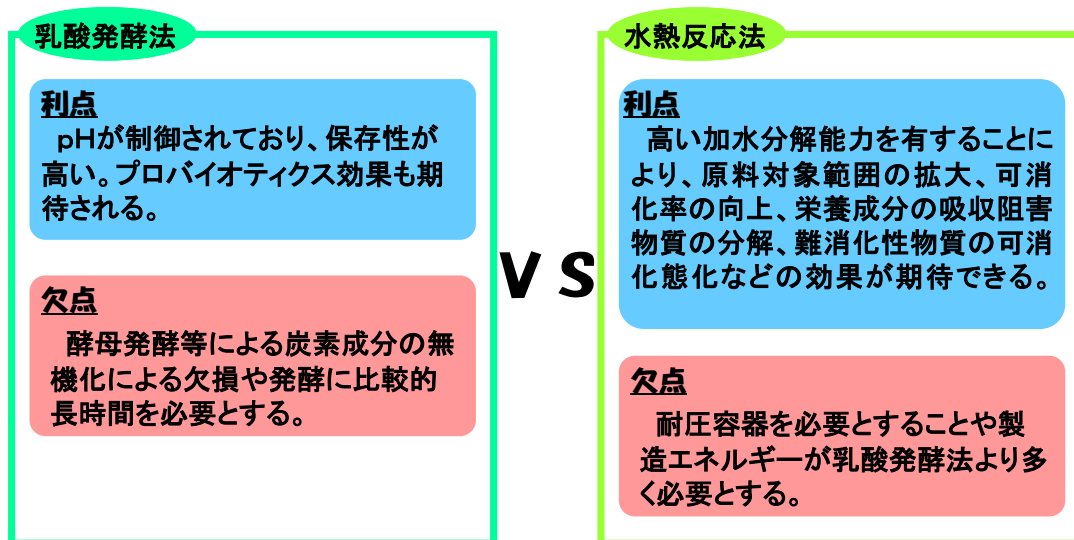


図3 乳酸発酵法と水熱反応法の特徴比較

③ベンチスケールの反応装置を用いた液状化実験および成長試験用飼料づくり

豚およびラットの成長試験のために、ベンチスケールの反応装置を用いて、食肉加工場から排出された鶏羽毛などを原料として用いた飼料製造実験を行った。製造条件は、昨年度と同じ160℃・15分→180℃・20分→200℃・5分で行った。製造した飼料中の重金属の測定を行ったところ、問題となる成分は検出されなかった。

④ラットを用いた成長試験

茶殻を原料とした飼料において、水熱処理を行った飼料を添加した飼料を給餌したラットの摂取量(嗜好性)が低下した。フェザー、米ぬかを原料とした飼料のラット試験結果は、化学分析結果の結果から推測できるものであった。図4に、一例として、カゼインおよびフェザーミール(蒸煮処理したフェザー)、加水分解フェザー(本法により製造したもの)のラット試験により求めた可消化率を示す。加水分解フェザーは、カゼインと同程度の高い可消化率を示した。従来から存在する飼料であるが可消化率が低いことなどから飼料としてほとんど使用されていないフェザーミールは、文献値通り比較的低い消化率であった。

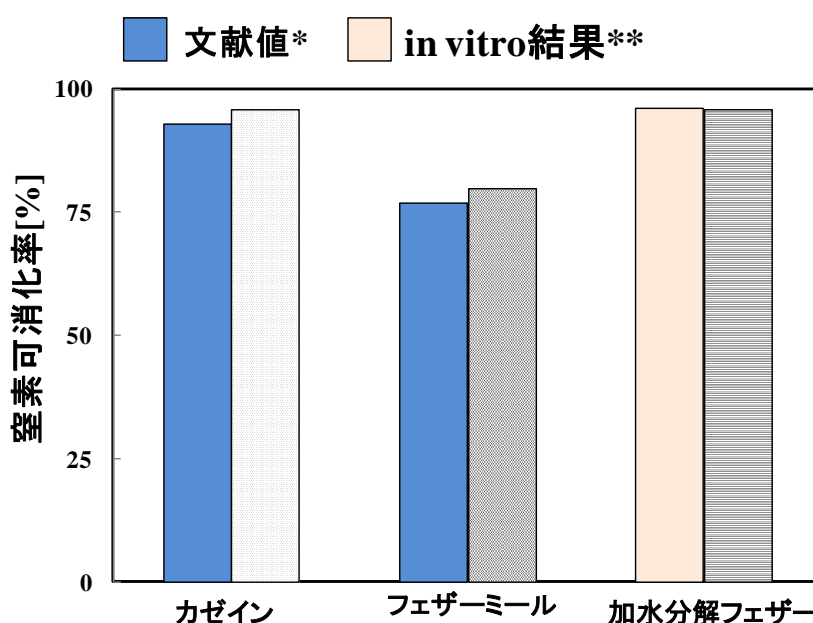


図4 カゼインおよびフェザーミールならびに加水分解フェザーの文献値および化学的(in-vitro)試験とラット試験による可消化率の比較

*日本標準飼料成分表(2001) *多田 遊 第39回化学工学会(2007)

⑤豚による成長試験

本法により鶏羽毛より製造した液状飼料を添加した配合飼料を用いて豚により成長試験を行った。図5に豚による成長試験における体重の変化を示す。各試験区とも体重変化に大きな差はなく、この結果からは、本飼料に問題は見られなかった。

表1 各試験区の栄養成分分析値

	対照区	フェザーミール (蒸煮)区	フェザーミール (水熱)区
水分(%)	12	12	12
CP(%)	13.2	13.4	13.1
Ca(%)	0.58	0.67	0.65
TP(%)	0.44	0.48	0.49
Arg(%)	0.68	0.65	0.64
Gly(%)	0.65	0.68	0.78
His(%)	0.40	0.33	0.25
Ile(%)	0.47	0.43	0.47
Leu(%)	1.29	1.33	1.19
Lys(%)	0.73	0.71	0.62
Met(%)	0.20	0.23	0.17
Cys(%)	0.16	0.17	0.14
Met+Cys(%)	0.36	0.40	0.31
Phe(%)	0.62	0.62	0.54
Tyr(%)	0.30	0.35	0.37
Phe+Tyr(%)	0.92	0.96	0.91
Thr(%)	0.54	0.56	0.47
Trp(%)	0.14	0.10	0.17
Val(%)	0.59	0.60	0.68
Ser(%)	0.72	0.78	0.98

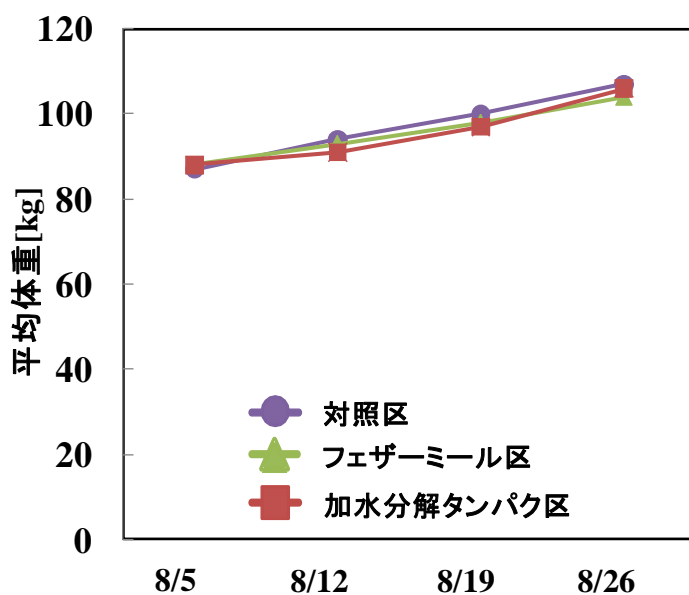


図5 豚による成長試験における体重の変化

⑥液状飼料による資源循環ネットワークの提案

本法と従来の技術である乳酸発酵法を相互補完に組み合わせた液状飼料製造プロセスを設計し、この液状飼料(スープ)工場を中心としたネットワークを提案した。

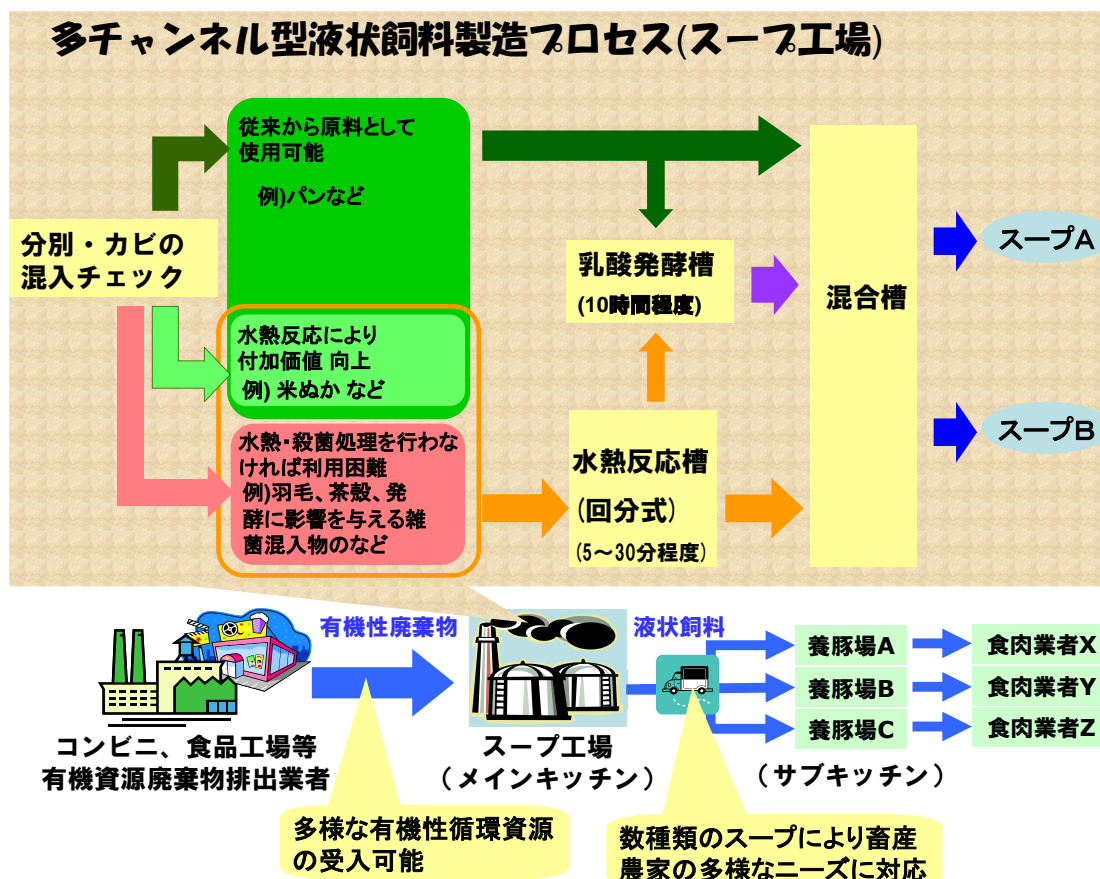


図6 液状飼料工場(スープ工場)を中心とした資源循環ネットワーク

・結論 (400字) =

○本液状飼料製造法により、従来まで液状飼料の原料として不向きであった羽毛等の有機性循環資源を利用が可能となった。さらに、本法は、従来法に比べ、消化率の向上や消化吸収阻害物質の分解などの効果により、飼料価値を向上させることが可能であることが、飼料の化学分析、ラット成長試験などから明らかとなった。それらの効果は、液状飼料の製造方法として、短時間で得られることも優位点として挙げられる。このことは、食品リサイクル率の向上やリン等の糞尿中の富栄養化物質の排出低減なども期待できる。

○本法および従来の発酵法を相互補完的に組み合わせた液状飼料工場を中心とした有機性資源の循環利用ネットワークを提案した。

英語概要

- 研究課題名 = 「Production of High-Grade Liquid Feeds from Organic Wastes using Hydrothermal Reaction」

- 研究代表者名及び所属 = Hiroyuki Daimon, Toyohashi University of Technology

- 共同研究者名及び所属 = Kunihiko Suzuki, Komasuya Corporation

- 要旨 (200語以内) = This project dealt with producing liquid feeds of high grade from various organic wastes by hydrothermal reaction at a temperature range of 150-200°C and reaction time up to 60min. The project confirmed that the liquid feed produced with this method had high values from examinations using by chemical analyses, pigs and rats. This project also proposed a network of the liquid feed produced by this method to promote recycling of organic wastes.

- キーワード (5語以内) = Liquid Feed, Hydrothermal Reaction, Organic Waste Recycling, Amino Acid