

補助事業番号 2022M-234

補助事業名 2022年度 複合微生物系による高含水率でのワカメ加工残渣の分解プロセスと
分解液の利活用方法の開発 補助事業

補助事業者名 宮城大学 柳澤満則

1 研究の概要

本事業では、ワカメの養殖において大量に排出されるワカメ加工残渣の適正処理、および有効活用する方法を開発することを目指し、複合微生物系によるワカメ加工残渣の分解や、分解した後に得られる分解液の利活用方法の検討を進めた。

ワカメ加工残渣の分解においては、4種類の微生物資材(種菌)を用意し、それぞれワカメ加工残渣に加えて分解したところ、安定して高い分解率(可溶化率)で分解可能な種菌を選抜することができた。また、高い可溶化率にはワカメ加工残渣に多く含まれるアルギン酸の分解が大きく影響しており、アルギン酸分解菌の存在や高いアルギン酸分解活性を確認することができた。

さらに、分解液の利活用方法として、液体肥料としての利用やメタン発酵基質としての利用を検討した。明確な結果は得られなかったものの、液体肥料やメタン発酵基質として利用できる可能性が示唆され、今後、条件や方法を最適化することで有効活用できることが期待された。

2 研究の目的と背景

ワカメの養殖においては、茎などの食用以外の部分が加工残渣として大量に排出されており、その適正処理方法の開発が求められている。ワカメ加工残渣は、水分を多く含むため、焼却処理にはエネルギーがかかり、堆肥化処理にはおがくずなどの添加物にコストがかかる。このことから、エネルギーやコストを抑えたワカメ加工残渣の処理方法の開発や、ワカメ加工残渣の利活用用途の開拓が求められている。

本事業では、多種類の微生物により有機物を分解する複合微生物系を利用し、ワカメ加工残渣を高い含水率の状態での分解処理を試みる。このプロセスでは、30℃程度の温度で分解処理するため大きなエネルギーを必要とせず、添加物についても最初に種菌が必要となるものの、分解液を引き続く分解処理の種菌として用いることでコストを抑えた処理が可能になると期待される。さらに、得られた分解液については、液体肥料やメタン発酵基質として利用できる可能性があり、ワカメ加工残渣の利活用用途の開拓も期待される。

以上のことから、複合微生物系を利用したワカメ加工残渣の分解において、高効率で分解可能な微生物資材の種類や条件を明らかにすることを目的とした。さらに、得られた分解液について、液体肥料やメタン発酵基質としての利用可能性や、利用可能にするための条件についても検討した。

3 研究内容

(1)種菌を用いたワカメ加工残渣の分解と分解過程の解析

(<https://www.myu.ac.jp/teacher/food/yanagimi/>)

4種類の市販の種菌(種菌A~D)を用いてワカメ加工残渣を分解し、ワカメ加工残渣の分解に適した種菌の種類を選抜することを試みた。選抜にあたっては、ワカメ加工残渣の不溶性成分が分解によって可溶化した割合を可溶化率とし、分解の程度を表す指標として用いた。30°Cで7日間分解したところ可溶化率は図1のようになり、種菌Bを用いた場合に安定しておおよそ60%に達することが確かめられた。種菌AやDを用いた場合にも高くなることはあるものの安定せず、種菌Cを用いた場合には最も低くなることがわかった。さらに、種菌Bと種菌Cで分解した後の様子を確認すると、種菌Bを用いた場合にはほぼ液体状態に分解されるが、種菌Cを用いた場合には分解が不十分な不溶性部分が多く残ることも確認できた(図2)。

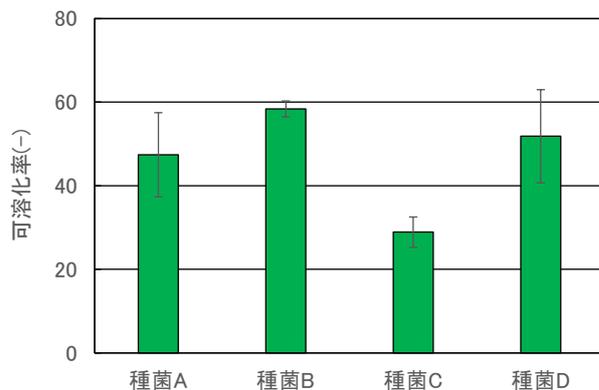


図1 4種類の種菌でワカメ加工残渣を分解したときの可溶化率の比較
(3回の実験の平均値と標準偏差)

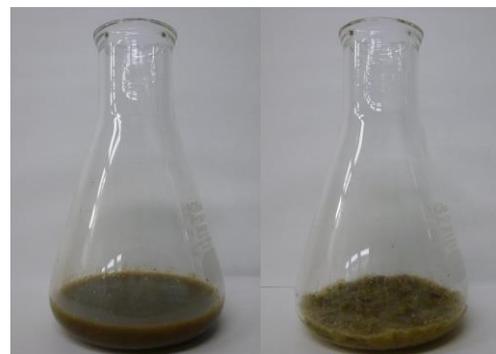


図2 種菌B(左側)と種菌C(右側)で分解した後の混合物の様子

また、種菌の種類により可溶化率に差が生じたことから、その原因を明らかにするために、分解物に含まれる細菌の総菌数(菌体濃度)を測定した。その結果、どの種菌を用いた場合も、 $10^8 \sim 10^9$ CFU/g-wet程度で大きな違いはなく、可溶化率の高さとは関係が低いことが考えられた。一方で、分解物のアルギン酸分解活性を測定したところ、種菌Bで分解したものが格段に高くなり、アルギン酸の分解が可溶化率の差に影響していることが示唆された。なお、アルギン酸分解活性は、分解物の上澄み液をアルギン酸ナトリウムに加えて24時間反応させ、波長235nmの吸光度の上昇を測定することで評価した(図3)。また、種菌AとBの分解物からはアルギン酸分解菌も検出できた。

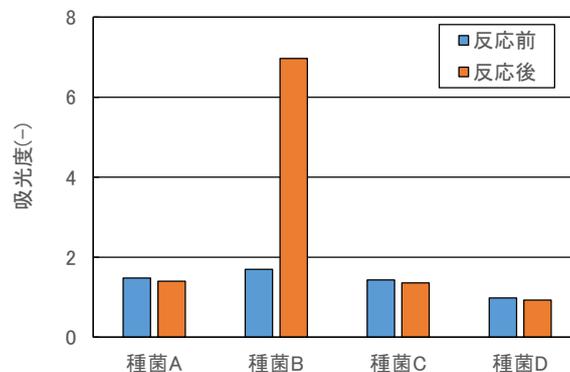


図3 分解物上澄みとアルギン酸ナトリウムの反応前後の吸光度の比較

(2) ワカメ加工残渣の分解におけるアルギン酸の分解の効果

アルギン酸の分解が可溶化率の高さに影響していることが考えられたため、可溶化率が低かった種菌Cによるワカメ加工残渣の分解において、市販のアルギン酸分解酵素、種菌AとBによる分解物から単離した5種類のアルギン酸分解菌(分解菌1~5)を加えることによる効果を確認した。その結果、アルギン酸分解酵素を加えることで可溶化率が60%以上に達することがわかり、アルギン酸の分解を促進することで可溶化率も向上させることが可能であることが確かめられた(図4)。分解菌1~5を加えたものについては、分解菌4を加えたときに可溶化率が上昇し、効果があることがわかった(図4)。一方で、その他の4種類の分解菌を加えた場合には可溶化率が60%まで上昇せず、分解菌が定着しなかったことやアルギン酸の分解活性が低いことが示唆された。

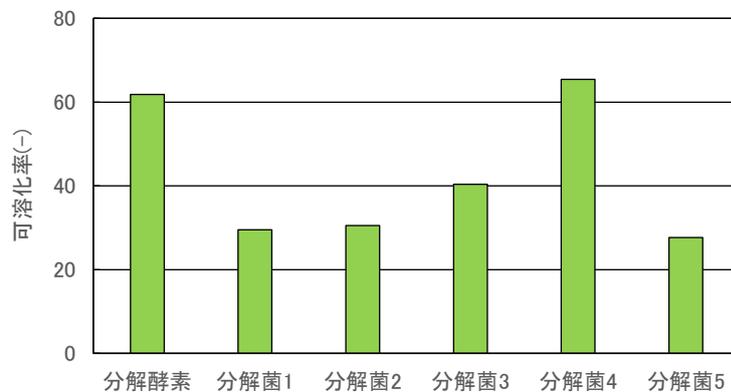


図4 種菌Cによる分解にアルギン酸分解酵素やアルギン酸分解菌を加えたときの可溶化率の比較

(3) 分解液の液体肥料としての利用

ワカメ加工残渣の分解物を液体肥料として利用することを検討するために、分解物に含まれる窒素を無機化し、養液栽培の養液として利用することを試みた。異なる条件で種菌による分解をおこない、窒素の無機化と引き続きサラダ菜の栽培をおこなったところ、種菌Aを用いて長期間分解したものが最も良い生育を示し(図5)、ワカメ加工残渣を分解することで液体肥料として利用できる可能性が示唆された。



図5 化成肥料、ワカメ加工残渣分解物を用いてサラダ菜を栽培した様子

(左から、化成肥料、種菌Aによる分解物、種菌Bによる分解物、種菌Dによる分解物を使用)

(4) 分解液のメタン発酵基質としての利用

ワカメ加工残渣と種菌Bを混合したもの（分解前の状態）、ワカメ加工残渣を種菌Bで分解したものをメタン発酵基質として用い、メタン発酵試験を実施した。それぞれの基質を種汚泥と混合して嫌気培養し、発生したバイオガスの量を比較することで、メタン発酵におけるメタン生成量の指標とした。その結果、分解前、分解後どちらを用いた場合もバイオガスが発生した（図6）。なお、種菌を用いてあらかじめ分解することで有機物が分解しやすくなるため、分解後を用いた方で多くバイオガスが発生すると予想していたが、実際は逆の傾向となった。このことから、メタン発酵基質として利用できる可能性はあるものの、種菌で分解してから利用する必要性は低いと考えられた。

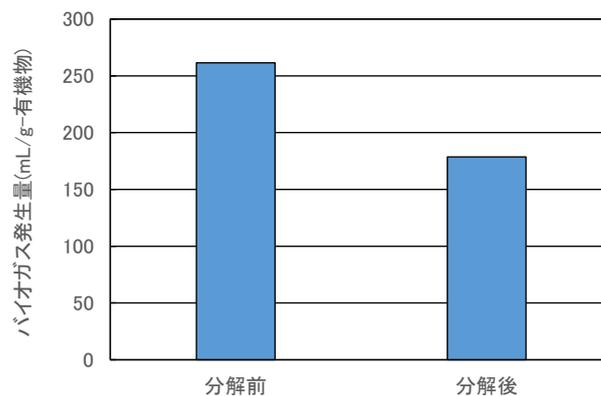


図6 種菌Bによる分解前と分解後の混合物を基質としたメタン発酵におけるバイオガス発生量
(縦軸は基質に含まれる有機物1gあたりから発生したバイオガス量)

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本研究の成果により、ワカメ加工残渣を適正処理、有効活用する方法が開発できれば、海洋投棄や埋め立てなどの違法な処理、焼却のような合法ではあるものの適してはしない処理を避けることができ、環境やSDGsに配慮した廃棄物処理が可能になると期待される。また、有機養液栽培の養液に利用できればそれを販売することで利益が出る可能性もあり、メタン発酵基質に利用できれば、加工工場などで使用する電気エネルギーにすることで電気代を抑えられる可能性もある。さらに、本研究で得られた知見は、ワカメ以外の海藻やその他のバイオマスの処理や有効活用にも応用できる可能性があり、エネルギー、コスト、環境負荷を抑えたバイオマスの有効活用の拡大に貢献することが期待される。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

補助事業者は、現在までに、バイオマスに含まれる多糖類から燃料や化学製品になるような有用物質を生産するプロセスについて研究を進めてきた。このようなプロセスでは、本事業のように微生物を用いることがあるものの、特定の微生物を純粋培養するものである。また、利活用するバイオマスについては、多糖類が多く含まれるものに限定され、多糖類以外の成分については利活用できていない状態であった。

そのため、本事業を進めることにより、複合微生物を扱い、プロセスにおける微生物叢を解析す

るための知見やスキルを新たに得ることができ、多糖類に限らずバイオマス全体を利活用する戦略も立てられるようになった。このような本事業での経験をこれまでの研究に組み合わせることで、バイオマスの種類や利活用プロセスに関する研究戦略の幅を大きく広げることができると考えている。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

知財: 該当なし

発表論文: 準備中

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

該当なし

(2) (1)以外で当事業において作成したもの

該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 宮城大学食産業学群(ミヤギダイガクシヨクサンギョウガクケン)

住 所: 〒982-0215

宮城県仙台市太白区旗立2-2-1

担 当 者: 准教授 柳澤満則(ヤナギサワミツノリ)

担 当 部 署: 宮城大学食産業学群(ミヤギダイガクシヨクサンギョウガクケン)

E - m a i l: yanagimi@myu.ac.jp

U R L: <https://www.myu.ac.jp/teacher/food/yanagimi/>