

(様式1)

令和4年度 経常研究報告書

1. テーマ名：

新規バイオプラスチックの製造法検討

2. 担当者所属・氏名：

材料・分析技術部 食品・バイオグループ 今井岳志

3. 達成目標(自主宣言)：

申請者はこれまでに油脂中の不飽和脂肪酸を原料とする新規バイオプラスチック(FADP)を開発し、権利化に向けて取り組んでいる。FADPはバイオ由来であるほか、粒子や繊維材料と複合化した際に高い強度・剛性を示す特徴を持つ。既に企業から技術移転の要請もあり、更なる改良を急いでいる最中である。特に油脂原料の遊離脂肪酸への変換と、反応に使用されない飽和脂肪酸の効率的な分離は重要な課題である。

4. 目標に対する成果：

油脂からの脂肪酸の取得は、主に石鹼の製造工程と同様になることが想定される。工業スケールで最も普及している手法は、高温・高圧の水蒸気によってトリグリセリド中のエステル結合を直接的に加水分解するものだが、当該の手法は特殊な機器類が無い限り小規模の生産現場あるいはラボスケールでの実施は難しい。そこで、生体触媒であるリパーゼを用いた加水分解法と、ケン化反応によるエステル結合の切断後に生成する金属石鹼に強酸を添加することで遊離脂肪酸を取得する2つの手法を試した。

リパーゼはエステル結合を加水分解する酵素であるが、市販で手に入るものは比較的安定性が高く、工業用途では食品や洗剤で用いられている。リパーゼはトリグリセリドへの選択性が比較的低いとされる **Amano Lipase PS** を用いた。当該酵素を 10 mM Tris-HCl 中の水溶液中に 2-20% (w/w) となるよう添加した。等量(v/v)のコーン油およびブドウ種子油をフラスコ中に注ぎ、37°Cで激しく攪拌することで乳化しつつ 24 h 反応させた。その後ケン化価を測定したところ、3割程度しか反応が進行しておらず、コスト面や労力面においてリパーゼを活用する手法は今回の用途では厳しいことがわかった。全体のエステル結合の3割程度が分解されるに留まっていたことから、ジグリセリドやモノグリセリドへの反応効率が低下したことが予想される。

次に油脂を一旦全てケン化する手法を試した。油脂のモル数に対し、2 倍の過剰量となる NaOH を溶かした油脂と等量(v/v)の水溶液をブドウ種子油に添加し、250°Cにて攪拌した。水層側の粘度が上昇する度に NaCl を添加し、塩析によって粘度を低下させながら、油層が完全に石鹸状の固体になるまで加熱・攪拌を続けた。その後、規定数が添加した NaOH の 2 倍量となる希硫酸を添加し、150°Cで攪拌することで、石鹸を液状の遊離脂肪酸に変換した(図 1)。油脂のほぼ全てが遊離脂肪酸に変換されており、収率は約 95%であった。ブドウ種子油の脂肪酸組成は約 70%がリノール酸であることから、FADP 合成に用いてきた市販の試薬に匹敵する組成となった。最終的なコストは市販の試薬の 1/10 程度となり、ラボスケールである程度安価かつ大量にリノール酸原料を入手できるようになった。

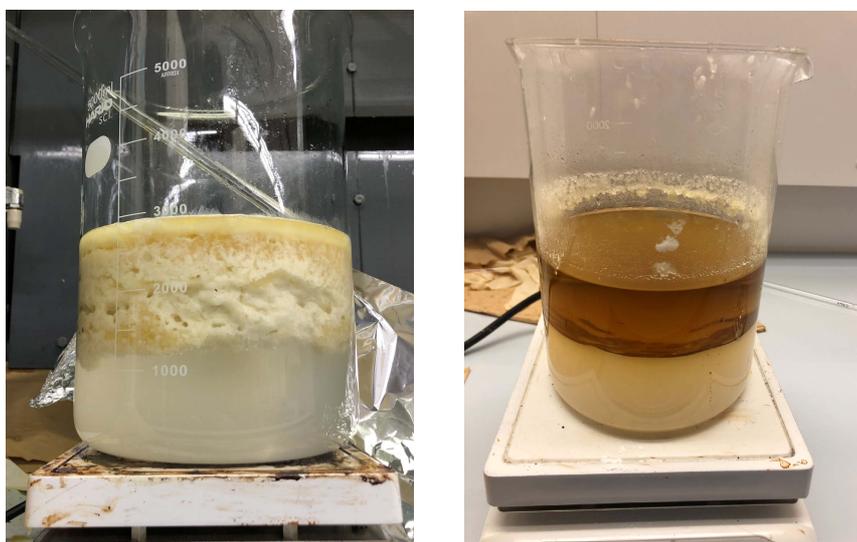


図1 ケン化した油脂（左、上層固体）と遊離脂肪酸への変換（右、上層）

一方で、飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸の分離試験実施は現状未達成となった。脂肪酸や油脂の重合は不飽和脂肪酸間の結合を中心に多数の研究報告があるが、高温大気下においては飽和脂肪酸が蒸発前に熱分解や縮合を起こすことも知られており(油化学 1992 年 41 巻 1 号 18-22)、飽和脂肪酸が FADP の重合に寄与しうる可能性もある。実際に FADP : セルロース粉末 = 1 : 1 の組成で硬化を完了させた複合体の曲げ強さは、飽和脂肪酸を一定量含むコーン油を原料とした場合においても、試薬のリノール酸を用いた場合と大きな差は無かった。そのため、FADP の製造においては飽和脂肪酸を分離する必要性自体が低い可能性が、本研究を実施する中で判明した。一方で、200°C以上の高温下では、重合度の低い FADP において油煙が一定量発生しているため、重合に使用されない

副産物を減らす目的で、今後はその組成解明と抑制法もしくは有効活用法を検討する予定である。