

# 脂肪微粉末－水系エマルジョンの解乳化プロセスの研究開発

大阪府立大学大学院工学研究科 武藤明德

## 1. 緒言

脂肪粉末は食品工業において重要な製品である。最近では消費者の趣向の多角化に合わせて、脂肪微粉末は小規模多品種の製造が求められている。このため、製造ラインの水洗により発生する脂肪微粉末－水系エマルジョン廃水が増加している。この廃水は大部分が水で、適切な処置には経費がかかり、食品製造工業の企業活動に負担を与えている。

本研究は、この脂肪粉末由来のエマルジョン廃液(脂肪粉末分散液)を、高速に脂肪粉末と水に分離する装置およびプロセスの開発を目的として実施した。具体的には、脂肪粉末を構成する代表的成分のカゼインナトリウム(カゼイン Na)に注目した。既往の研究では、カゼイン Na により安定化されたエマルジョンは pH3-5 で不安定になり、凝集が起こることが報告されている<sup>1)</sup>。また、微細管を用いて気液スラグ流で気液接触させると従来のガス吸収装置に比べて、迅速なガス吸収ができると報告されている<sup>2)</sup>。そこで、カゼイン Na を含む脂肪粉末分散液と二酸化炭素を気液スラグ流で接触させて、脂肪粉末の凝集分離を試みた。

## 2. 実験方法

### 2.1 脂肪粉末

食品用脂肪粉末は、油脂、界面活性剤および賦形剤から成る複合材である。本研究では、パーム核極硬油 30%、カゼイン Na 2%、コーンシロップ 65.4%の試験用脂肪粉末(粉末 A)、これに pH 調整剤としてリン酸水素二ナトリウム 2.4%、リン酸二水素ナトリウム 0.2%を添加した実用に近い脂肪粉末(粉末 B)の 2 種類を使用した。

### 2.2 脂肪粉末分散液の調製

秤量した脂肪粉末に純水を加えて、ホモジ

ナイザを用いて 24000 rpm で 1 分間攪拌し、脂肪粉末分散液を調製した。ただし、 $1000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  よりも低濃度の分散液は  $1000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  の分散液を希釈して調製した。

### 2.3 分散液中の脂肪粉末濃度の測定

分散液中の脂肪粉末濃度は分光光度計を用いて、波長 300 nm の光に対する吸光度を測定することで求めた。分散液中の凝集が吸光度に影響を与えることを避けるため、濃度を測定する分散液はろ過後、ろ液 10 mL に  $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  水酸化ナトリウム水溶液 0.1 mL を加えた。さらに 45 kHz の超音波を 15 分間照射することで凝集を再分散させた。その後、必要に応じて純水で希釈し、吸光度を測定した。

### 2.4 実験装置

実験に使用した気液スラグ流発生装置を Fig. 1 に示す。流量を制御したガスと脂肪粉末分散液を Y 字に合流させ、内径 3 mm、長さ  $L$  [m] のフッ素系ポリマーチューブに供給した。その出口にて、保留粒子径  $3 \mu\text{m}$  のろ紙を用いて、凝集した脂肪粉末をろ過分離した。

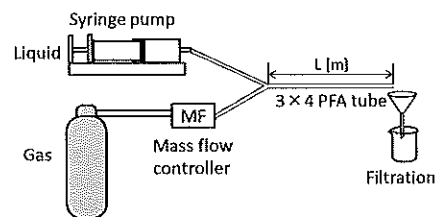


Fig. 1 Gas-liquid slug flow generator.

### 2.5 気液スラグ流による凝集分離

#### 2.5.1 ガスが凝集に及ぼす影響

粉末 A の  $1000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  脂肪粉末分散液と二酸化炭素または窒素を接触させた。液流量を  $5\text{--}20 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$  の所定の流量に、ガス流量を  $10 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$  に設定した。また、分散液を装置に流すことによる凝集の有無を評価するため、ガス流入部を塞ぎ、液だけを供給した。

### 2.5.2 気液接触時間が凝集に及ぼす影響

粉末AおよびBの各々の脂肪粉末について、1000-3000 mg・L<sup>-1</sup> 脂肪粉末分散液と二酸化炭素を Fig. 1 の装置に供給した。液流量，ガス流量をそれぞれ 10 mL・min<sup>-1</sup>，管長を L=0.05-0.25 m の所定の長さにし，気液接触時間を変化させた。

## 3. 結果および考察

### 3.1 ガスが凝集に及ぼす影響

分散液からの脂肪粉末の除去率  $E$  [%]を式(1)で求めた。

$$E = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100 \quad (1)$$

ここで， $C_0$  [mg・L<sup>-1</sup>]， $C$  [mg・L<sup>-1</sup>]は，それぞれ脂肪粉末分散液の初濃度およびろ液の濃度である。ガスの有無および二酸化炭素，窒素が，粉末Aの除去率に及ぼす影響を Fig. 2 に示す。二酸化炭素を使用した場合の除去率は，流速によらず75%より大きくなった。これに対し，窒素を使用した場合とガスを流さない場合では，除去率が約10%にとどまった。二酸化炭素と接触させた場合は，分散液に溶解した二酸化炭素によりカゼイン Na の界面活性剤としての働きが不安定になる pH となり，除去率が増加したと思われる。

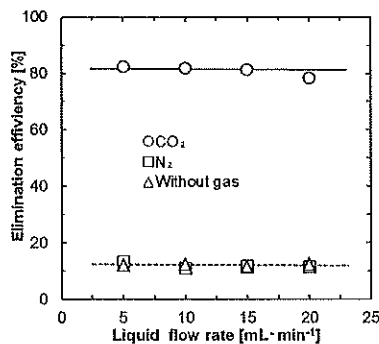


Fig. 2 Effect gases on elimination efficiency at constant gas flow rate 10 mL・min<sup>-1</sup>.

### 3.2 気液接触時間が凝集に及ぼす影響

粉末Aの場合(Fig. 3(a))は初濃度に影響されず，約1秒の短い気液接触で75%以上の脂肪粉末を分離できることが分かった。粉末Bの場合(Fig. 3(b))，約1秒の気液接触では除去率の変化が見られなかった。1000 mg・L<sup>-1</sup>の場合，3秒以上接触させることで，pH調整剤

を含まない場合と同程度の除去率に達した。また，初濃度が2000，3000 mg・L<sup>-1</sup>の場合，約5秒の気液接触では，除去率がpH調整剤を含まない脂肪粉末と同程度まで上昇しなかった。そこで，pH調整剤を含む脂肪粉末の初濃度が2000，3000 mg・L<sup>-1</sup>の分散液について，さらに気液接触時間を長くした実験を行った。その結果，12秒以上接触させると除去率が90%以上になることが分かった。このことから，pH調整剤を含む脂肪粉末が分散した場合についても，調整剤の緩衝作用を上回る量の二酸化炭素を溶解させることで，脂肪粉末を凝集分離できることが示唆された。

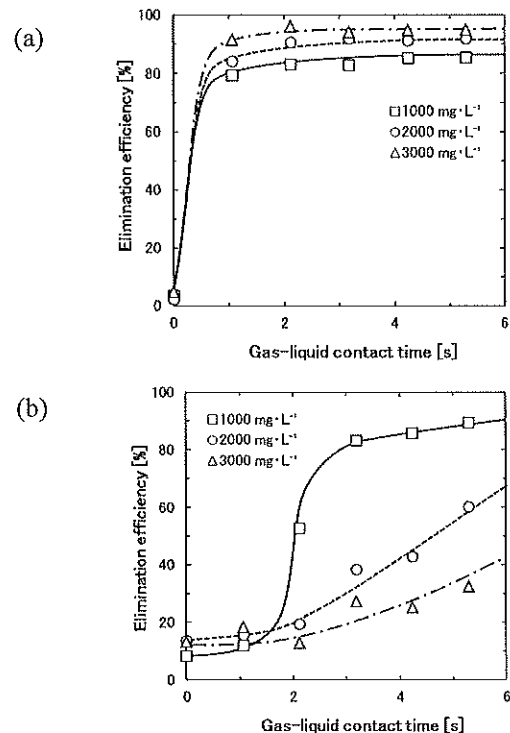


Fig. 3 Relationship between gas-liquid contact time and elimination efficiency: (a) not including pH adjuster powdered fat; (b) including pH adjuster powdered fat.

## 4. 結言

本研究では，カゼイン Na を含む脂肪粉末分散液の連続的な凝集分離プロセスについて検討を行った。脂肪粉末分散液と二酸化炭素をスラグ流接触させることで，脂肪粉末を凝集分離することができると分かった。

## 引用文献

- 1) J. Suth et al., Food Hydrocolloids, 20(5), 607-618(2006)
- 2) 伊藤ら，日本機械学会論文集 B 編，72(715)，584-589(2006)