

近畿大学理工学部 正員○江藤剛治

近畿大学理工学部 正員 竹原幸生

1. はじめに

筆者らは、水運動を追跡するためのトレーサー粒子として、直径 0.01-0.05 mm 程度の小さい水滴のまわりを、非常に薄いプラスチック膜で覆ったマイクロカプセルを使うことを提案した。この粒子の比重は約 1 に近いばかりでなく、周囲の水と熱膨張率も同じである。その後、この粒子の比重をより水に近くすること、さらにより高い付加価値を付けて、用途を広げることを目的として改良を続けている。本報告では、その現況を報告する。

主な改良点は次の 3 点である。

- (1) 比重をより 1 に近づける。
- (2) 内部に蛍光染料を入れ、レーザ光で蛍光を励起させ、フィルタでレーザ光をカットすることにより、粒子画像のみが写るようにする。
- (3) 内部に感温液晶を入れ、粒子位置のみならず、温度も同時に測定できるようにする。

2. 基本的な製法

- ・ジクロロメタンにポリスチレンを溶かす。
- ・ジクロロメタン中に水を入れ攪拌する。小さい水粒子がジクロロメタン中に分散する。
- ・そのジクロロメタンを少量のゼラチンを溶かした大量の水に入れ攪拌する。ジクロロメタンの粒子が水の中に分散し、さらにその中に小さい水粒子が分散しているという 2 重エマルジョンとなる。
- ・水をジクロロメタンの沸点(40℃)に保つ。ジクロロメタンが蒸発し、その中のポリスチレンが、さらにその中の水粒子を覆って、マイクロカプセルとなる。

3. 比重を 1 にする。

(1) 問題点

- ・ポリスチレンの比重は 1.03-1.04 であり、できたマイクロカプセルの比重も水よりやや重い 1.005 前後となる。
- ・比重 1 以下のプラスチックは少なく、あってもジクロロメタンに溶けない等の問題がある。例えば、ポリプロピレンは比重 1 以下であるが、ジクロロメタンに溶けない。溶媒としてベンゼンを使えば少し溶けるが、ベンゼンの沸点は約 80℃ 付近とやや高い。このため、できたマイクロカプセルを常温に冷やすと、表面に皺がよる、内部に薬品を入れる場合に化学的に変質する恐れがある、等の問題が生じる。

(2) 改良点

- ・色々調べた結果、ある種の EVA (エチレン酢ビコポリマー) がジクロロメタンに溶けることがわかった。EVA は透明で、比重が 0.95-0.96 であり、ポリスチレンとの混合の比率を変えることで、比重 0.96-1.03 のマイクロカプセルやマイクロパーティクル (中に水が入っていない) を自由に作るができる。

(3) 課題

- ・EVA とポリスチレンを十分混合するのは難しい。分離したり、表面があばたのマイクロカプセルができたりする。

4. 蛍光染料を入れる。

(1) 問題点

- ・ポリスチレンには弱い親水性がある。また製法上、膜は十分密になっていない。よって実際作ってみると内部の蛍光染料が外部の水に徐々に溶け出す。

- ・疎水性の蛍光染料もある。

(2)改良点

- ・内部の水が移動しないようにゲル化する。色々調べた結果、ゲル化には、手近な材料である寒天が良いことがわかった。一旦ゾル化した寒天は 25℃程度まではゲル化しない。よって 少量の寒天を加えた35℃程度の水に蛍光染料を溶かしておき、これを十分冷やしたジクロロメタンに入れると、内部の水がゲル化する。一旦ゲル化した寒天は 80℃程度までゾル化しないので、40℃でジクロロメタンを蒸発させている間も内部の水は移動しない。
- ・寒天を入れると比重は1以上になる。膜物質にEVAを用いることで比重を1近くにできる。
- ・疎水性の物質の場合は溶媒に溶かして、膜側に沈着させる。

(3)課題

- ・感じではEVAの方はやや疎水性のようである。この場合はEVAで膜を作れば膜を通しての水の出入りは防げる可能性がある。
- ・電子ビームやX線を当てると膜の繊維間に架橋作用がおこり、膜の耐久性が上がるということが知られている。これを防水効果の改善に使えるかもしれない。

写真-1に普通に撮影した場合、すなわち光源レーザーの散乱光と蛍光がともに写っている場合と、フィルタで光源の波長の光をカットし、蛍光のみ（粒子のみ）を写した場合の写真を示している。光源レーザー光をカットしない場合は散乱光により周囲の物体も写っているが、蛍光のみの場合は粒子画像のみが写っているのがわかる。

5. 感温液晶を入れる。

(1)問題点

- ・感温液晶は有機溶媒に触れると性質が変わる。
- ・最小でも温度幅が 2℃程度であり、実験室の乱流混合における温度変化の幅（0.5℃以内）よりはるかに大きい。
- ・マイクロカプセルそのものからの散乱光量に対する、液晶からの散乱光量が小さい。

(2)改良点

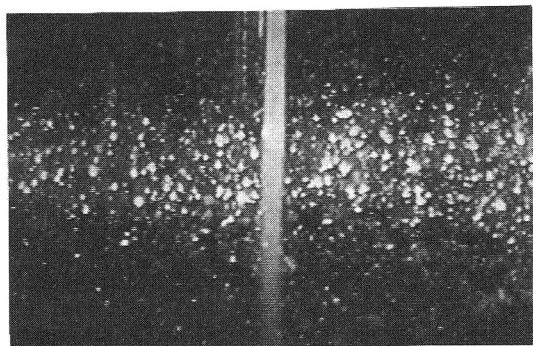
- ・寒天を使って内部の水が動かないようにする。

(3)課題

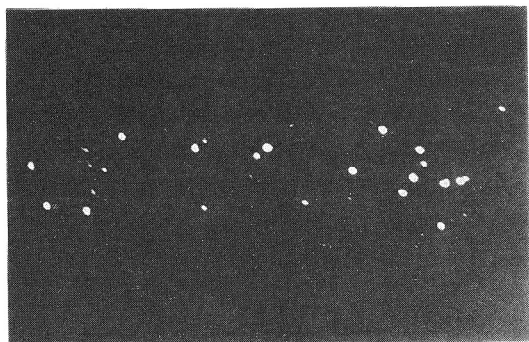
- ・アルゴンイオンレーザーのピーク波長として488 nm , 512 nm があるが、この2つの波長の散乱光の比を取ることで微妙な温度変化が計測できないか検討中である。
- ・光量不足はイメージインテンシファイヤを使うか、時間分解能は少し落ちて光量を積分するか、いずれかの方法を使う。これも現在検討中である。

6. 温度応答

検討の結果200μm程度のマイクロカプセルで、10 HZ以上の温度応答が期待できる。



(a) 普通に撮影した場合



(b) 光学フィルターにより蛍光のみを撮影した場合

写真-1 粒子画像