

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

近畿大学大学院 ○学生員 小川 貴義

1. はじめに

流れを高精度に可視化するために、トレーサー粒子としてのマイクロカプセルの研究を行ってきた。これまで、マイクロカプセルの比重を水に近づけるために膜物質にEVA（エチレン酢ビコポリマー、比重0.935）とPS（ポリスチレン 1.04）の混合物を用いてきた。しかしEVAには弱い粘着性があり、粒子同士の接着等の問題が生じた。そのためにEVAに代わる物質としてPE（ポリエチレン 0.918）を使うことを考えた。PEは化学的に非常に安定であり、加工性に難があった。しかし現在は直径数 μm の超微粒子PEが市販されており、これをPSに分散させることにした。この材料を用いてマイクロパーティクル及びマイクロカプセルの製作を行った。製作したマイクロカプセルの膜厚は非常に薄く製作されているので、カプセル全体の比熱も水と等しい粒子を作ることができることが分かった。現在これらの粒子に流速測定機能の他に、付加価値として温度計測機能や酸素濃度計測機能を付ける方法を検討している。これが可能になると速度分布と同時に、水中温度の酸素濃度分布などの計測が可能になる。

2. PS・PEを用いたマイクロパーティクル

マイクロパーティクルとは芯物質として水を包み込まず、PS・PEのみで製作された粒子である。この粒子により流速計測は可能になる。マイクロカプセルに比べ製作が容易であるので、マイクロカプセルの製作を行う前にマイクロパーティクルの製作を行い、比重を水に近付けるためのPSとPEの割合、攪拌時間などの製作条件の検討を行った。

表-1 PS, PEの割合

PS(g)	4.8	4.7	4.6	4.5	4.4	4.3	4.2	4.1
PE(g)	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1

〔製作条件〕 PS・PEの割合を表-1に示す。

〔制作方法〕 以下のようにしてマイクロパーティクルの製作を行う。

- ① PS・PEにジクロロメタンを加える。このとき全体で100 gになるようにする。
- ② ①をスターラーを用いて攪拌させる。
- ③ ②の作業を行う間にゼラチン水溶液2000ccを用意し、約30℃になるまで加熱する。
- ④ ②のなかから20gを取り出し③に加え、温度を40℃に上げることによってジクロロメタンを気化させる。このとき薄膜のゴミが出てくるので取り除く。
- ⑤ ジクロロメタンの異臭が消えたら、ふるいにかけてながらゼラチンを洗い流す。このときに1000 μm 以上のものは取り除く。

〔結果・考察〕 (1)PS=4.7g, PE=2.5gの時、粒子は5時間後にもほとんど水中にとどまっていた。

(2)粒子の数、大きさから見てスターラーの回転速度は5.5が最適であると思われる。

(3)ゼラチン濃度の違いによる変化は見られなかった。

3. PS・PEを用いたマイクロカプセル

膜物質にPEとPSを、芯物質に水を用い、PS・PEマイクロカプセルの製作を行う。PEを用いることにより、EVAを用いた場合の弱い粘着性の欠点を補うことができる。

takayoshi OGAWA

takeharu ETOH

kousei TAKEHARA

〔製作条件〕実験条件を表-2に示す。スターラーの回転速度5.5，ゼラチン濃度0.7%で行う。

〔制作方法〕マイクロカプセルの製作は、マイクロパーティクル

表-2 実験条件

ルの制作方法に準じ②の工程に水を加えてやればよい。制作したマイクロカプセルを、顕微鏡で目視する。

〔結果・考察〕(1)水の量が少ないと粒子の数は多いが、粒子は小さい。水の量が多いと粒子の数は減るが、粒子は大きい。

	I	II	III	IV	V	VI
水(g)	35	45	55	35	45	55
PS(g)	4.6			4.7		
PE(g)	2.6			2.5		

(2)マイクロカプセルの製作条件はV（水：35g，PS：4.7g，PE：2.5g）が最も適している。

4. 温時計測のための照明用マイクロカプセル

感温マイクロカプセルスラリーは、水温により色が変化するので流れ場での水の温度変化を可視化することができる。マイクロカプセルの膜中に、感温マイクロカプセルスラリーを直接分散させることを試みたが、感温マイクロカプセルは性質が変わりやすい。そのため水中に市販の感温マイクロカプセルスラリーを分散させておき、照明用マイクロカプセルに、白色光に近い蛍光を発する蛍光染料を入れ、この光でトレーサーの周囲を光らせることを考えた。蛍光の励起には紫外線を用いる。撮影時にはこの励起波長をフィルターでカットする。画像計測する際には照明用マイクロカプセルを黒くマスクしてやれば、粒子の動きから水の動きがわかり、粒子周辺の色の変化により水の温度がわかる。現段階では、紫外線で照明用マイクロカプセルが光るところまで来ている。

〔蛍光染料〕選定条件として蛍光波長，励起波長，などを考えて、表-3の蛍光染料を選び出した。

〔制作方法〕照明用

表-3 選出した蛍光染料

マイクロカプセルの	色素番号	分子式	分子量	蛍光波長	溶媒	毒性	保器方法
制作は、マイクロパ	NK-1474	$C_{18}H_{20}N_2O_2S_2$	328.43	477nm	ジクロロメタン	無し	容器保存
ーティクルの制作に	NK-91	$C_{19}H_{21}IN_2S$	436.35	525nm	ジクロロメタン	無し	容器保存
準じ②の工程に、蛍	NK-5	$C_{25}H_{25}IN_2$	480.39	707nm	ジクロロメタン	無し	容器保存

光染料を加え十分に攪拌してから、水を加えればよい。

〔レーザー照射実験〕照明用マイクロカプセルが、窒素レーザーを照射することにより、蛍光を発するかを目視する。また感温マイクロカプセルスラリーの中に、照明用マイクロカプセルを入れ、窒素レーザーを照射することによる、感温液晶マイクロカプセルスラリーの色の変化を目視する。

〔結果・考察〕(1)粒子の大きさ，比重ともに問題なく製作できた。

(2)マイクロカプセルはそれぞれ色の付いたものができ，制作方法には問題はない。

(3)青，黄，赤で着色した照明用マイクロカプセルはそれぞれ青，緑，赤の蛍光を示した。

(4)感温マイクロカプセルスラリー自体がレーザーの光により青白く光っていたので，目視では粒子周りの色の変化を確認することは出来なかった。

5. まとめ・課題

(1)EVAの代わりにPEを用いたマイクロパーティクル，マイクロカプセルの製作が可能になった。

(2)照明用マイクロカプセルの制作方法については問題ない。

(3)画像解析により，目視では確認できなかった粒子周辺の微妙な色の変化を調べる。

(参考文献)

(1)日本流体力学会：流れの可視化

朝倉書店 1996年発行

(2)化学工業日報社：11290の化学薬品

(3)浅沼 強

：流れの可視化ハンドブック 朝倉書店 1977年発行

(4)佐藤 進

：液晶とその応用