

近畿大学大学院 学生員○山内 有紀, 小川 貴義

近畿大学理工学部 正 員 江藤 剛治, 竹原 幸生

1. はじめに

水流の温度場を画像計測することを目的として、温度に対する感温物質の散乱光の発色応答特性を調べた。本研究の最終的な目標は、この感温物質をトレーサー粒子としてのマイクロカプセルに内包することで、流速場と温度場の同時計測が可能なトレーサーを開発することである。

本研究では感温物質として感温液晶マイクロカプセルスラリーとラウリン酸の散乱光の発色応答特性を調べた。温度に対する感温液晶の散乱光変化はレーザーを用いて測定した。白色光を感温液晶に照射すると、温度により散乱光の代表的な波長が変化する。レーザー光の場合は波長がそろっているので、感温液晶の散乱光の代表波長がレーザー光の波長に近づくと、散乱光強度に大きな変化が生じると考えられる。感温液晶に3色のレーザーを照射し、それぞれの波長に対する画像をモニタリングしながら、その輝度比により温度場を高精度で推定できる可能性がある。次に感温液晶に代わる物質として、20～50℃で固体から液体に態変化する物質による、光の透過散乱特性の変化を利用することを考えた。この第1段階として、ラウリン酸(融点 44.2℃)を選び、散乱光の強度特性を調べた。

2. 散乱光抽出法

感温液晶を用いた実験では2つのレーザーを使用した。アルゴンイオンレーザーは高出力で発振し、波長 488nm・514nm の出力に特に優れている。半導体レーザーは可視性が良く、レーザー光の変調ができ、635nm が標準波長である。試料の撮影には同一画像を一度に3つ撮影できる光三分割装置を使用した。光三分割装置の CCD カメラの受光面には、光学フィルター(488・514・R フィルター)を装着した。これによりその特徴に合わせた画像を撮影することができる。撮影された画像は画像処理装置(nexus)にかけ A/D 変換を行い、デジタル処理し発色応答特性を求めた。

3. 感温液晶マイクロカプセルスラリー

感温液晶は(英国・Marck 社製)は温度により赤・緑・青と散乱光を変化させる。発色目安は 29.7℃で赤、32.4℃で緑、36.4℃で青である。実験結果を図-1,2 に示す。

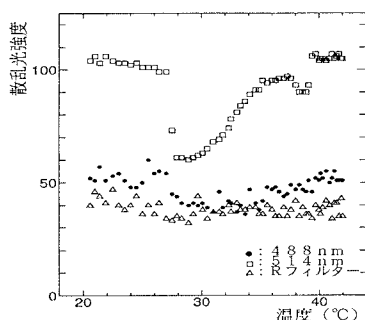


図-1 温度と散乱光強度の関係(温度上昇)

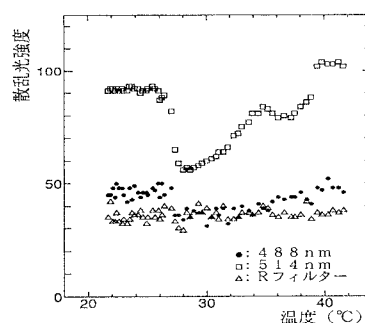


図-2 温度と散乱光強度の関係(温度下降)

図-1,2 は同一の感温液晶の温度上昇と下降であるが、散乱光の変化の様子は各フィルター共に類似している。しかし温度下降の散乱光は上昇の散乱光に比べて値が少し低い。514nm(緑)は温度上昇と下降で共に2度の散乱光の変化を示している。感温液晶の発色目安と各フィルターの図を対応してみると、488・514nm では上昇と下降共に3～4℃遅れてピークの落ちの後に一時的な落ちが微かに見られる。Rフィルター(赤)については終始一樣な変化は見られなかった。

Yuki YAMAUCHI, Takayoshi OGAWA, Takeharu ETOH, Kohsei TAKEHARA

感温液晶は温度上昇と下降において一部同様の変化を示しているが、かなり異なる点がある。温度上昇の撮影時には加熱機能の付いた攪拌機を使用している。しかしその温度を正確に制御することが困難なため、図にばらつきが生じるのかもしれない。温度下降は攪拌機の攪拌機能のみを用いて自然に冷めていく様子を撮影することから、温度上昇に比べて温度下降の方が正確なデータになるのではないかと考えられる。Rフィルターのノイズの原因は、透過率 50%以上の波長域(入射角 0 度)が $610 \pm 15\text{nm}$ 未満と透過する波長に幅があるためと、使用した半導体レーザーがアルゴンイオンレーザーより出力が弱いためではないかと考えられる。この実験では3色のレーザーを用いて実験を行ったが、レーザー光を用いた効果はRフィルターについては見られなかった。この実験の改善点を以下に列記する。

- 1) 温度を上昇するときの熱の伝達を、コントロールできるように工夫する。
- 2) 温度計測を現在の1分毎にしているが、30分毎の計測を行いより細かい温度計測を行う。

4. ラウリン酸

ラウリン酸は、ヤシ油、月桂樹の果実油などに存在する。白色結晶性のロウ状固体で、水に不溶。

この研究では加熱前と後のラウリン酸の状態が等しいことが求められる。市販のラウリン酸は室温では粉末である。しかし加熱により液化したラウリン酸は固体化する際に、ラウリン酸同士が大きな結晶になる。ラウリン酸を用いるためには大きな結晶に発達させないように工夫する必要がある。このためにラウリン酸をポリスチレン(PS)シート中に分散させたものを試作することにした。最終的には、シートではなく、微小な粒子かまたはマイクロカプセル化してトレーサーに使う。シートにしたのは、実験を容易にするためである。

実験①

薄いシートや比較的厚いシートの薄い部分では、温度上昇により白いシートが透明になる。この結果ではPS・ラウリン酸の割合においてのシートの出来には優劣がなかった。トレーに入れ乾燥させる段階で薄く引き伸ばすことが重要であると考えられる。シートの製作は試作の段階で改良の余地があるが、まず変化を示したシートについて散乱光抽出実験に使用した。ラウリン酸を用いた実験では3つの条件で行った。プラスチック板に粉末のラウリン酸を挟んだ実験①と、同様にプラスチック板にシートを挟んだ実験②を行った。また実験③はプラスチック板に挟むことによる熱伝達の誤差を除くために、水槽に直接シートを貼って実験を行った。

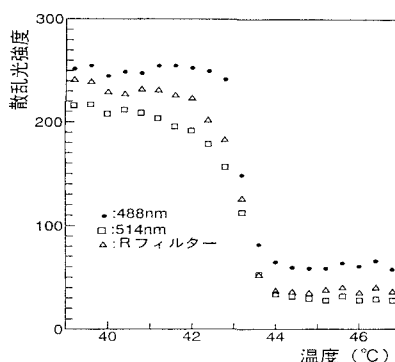


図-3 温度と散乱光強度の関係(温度上昇)

実験②

実験①の結果を図-3に、実験②の結果を図-4に示す。

ラウリン酸の状態は異なるものの温度上昇においての実験①と実験②の変化は類似していた。散乱光の変化域もほぼ等しく、ラウリン酸の融点 44.2°C 近傍で変化を示した。

温度上昇ではラウリン酸シートは狭い温度幅で散乱光を変化させる。しかし、温度下降では変化をほとんど示さず、可逆的な反応を示さなかった。実験①②は試料の場所ごとに散乱光が異なる。ラウリン酸シートの散乱光を計測する方法を改めて工夫する必要がある。実験③に関しては熱伝達に支障のない様に工夫したが、シートに物質変化が生じたのか散乱光に特徴を示さなかった。

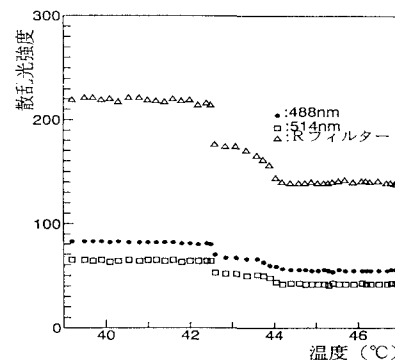


図-4 温度と散乱光強度の関係(温度上昇)