

明石工業高等専門学校 正会員 檀 和秀
明石工業高等専門学校 学生会員 ○藤津 寛之

1. はじめに

流れを乱さずに同時に多くの点で波高を計測できる方法として、レーザライトシート法の応用が考えられる。レーザライトシートで水面を可視化するためには、気液境界面を明確に捉える必要がある。今回、蛍光剤としてフルオレセインナトリウムを用い、最適な混入量を決定するために 6 種類に混入量を変化させて、気液境界面での輝度変化について考察した。

2. 実験方法と画像処理

図-1 に実験装置の概要図を示す。これは、レーザ光が水面に対して鉛直に照射するようにレーザ、スキャナ、鏡の位置を設置したものである。

あらかじめ蛍光剤としてフルオレセインナトリウムを水中に混入し、暗室においてレーザ光を用いて、水と空気の境界を捉える。静水面の状態では、レーザ光に

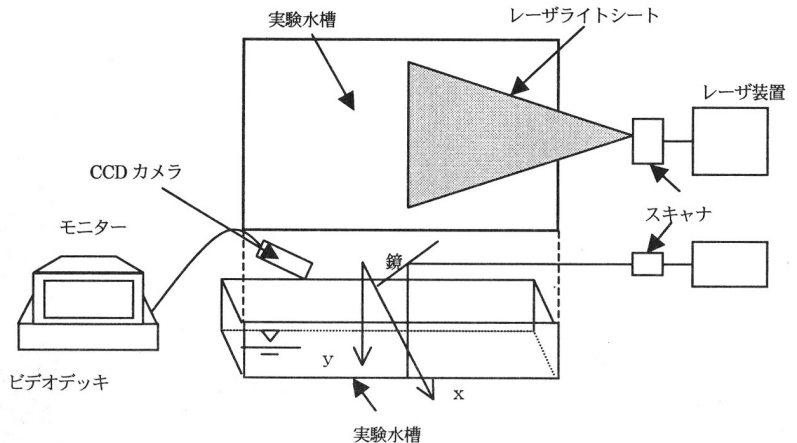


図-1 実験装置概要図

よって捉えられた水と空気の境界を CCD カメラで撮影し、ビデオテープに記録する。このときの撮影速度は、毎秒 30 フレームである。フルオレセインナトリウムの混入量を変化させて最適な量を決定するために、フルオレセインナトリウム濃度を 0.17, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50 (mg/l) の 6 ケースとする。また、CCD カメラの絞りを 8 段階に分け、ビーム状のレーザ光とスキャナを用いたシート状のレーザ光の 2 とおりで、計 96 ケースの実験を行った。絞りは最も絞ってある状態を絞り 1 とし、最も開いてある状態を絞り 8 とした。

実験によって得られたシート状のレーザ光の画像を図-2 に示す。図-3 は、図-2 における輝度分布測定位置での y 方向への輝度分布である。反射 1、反射 2 の領域でも輝度値は高くなっているが、これは反射に

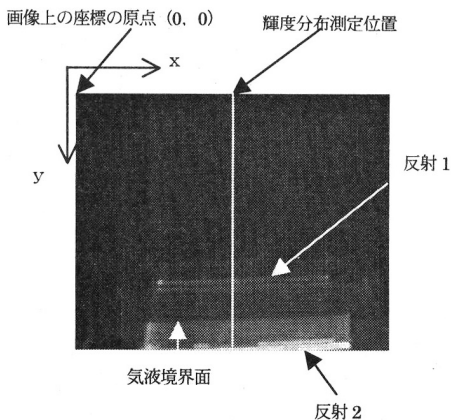


図-2 シート状のレーザ光による画像

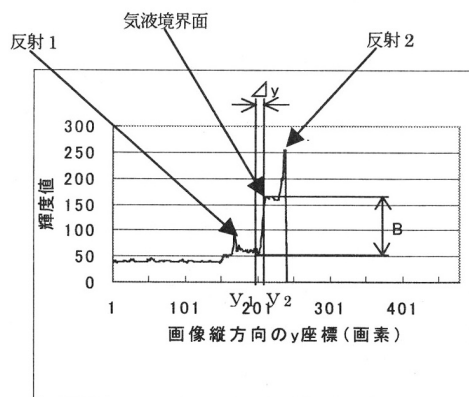


図-3 Δy と B

よる輝度値の変化と考えられる。したがって、気液境界面の位置は、図-3 の $y=200$ 付近で輝度値が急激に増加している部分に対応する。図-3 において、反射 1、反射 2 は気液境界面での輝度値上昇とは関係ないので考慮しない。したがって、気液境界面で輝度値が上昇し始めた画像の y 座標を y_1 とし輝度値が落ちていた座標を y_2 とする。気液境界面は $y_1 \sim y_2$ 画素の間に存在すると考えられるので、輝度上昇の距離 Δy を y_2 と y_1 の差とする。つまり Δy の値が小さければ小さいほど気液境界面の位置は明確になるわけである。また、気液境界面を明確に表す輝度差 B の値がどれぐらいかについても調べ、気液境界面での輝度勾配 $B/\Delta y$ についても考察する。

3. 結果と考察

シート状のレーザ光を水面に照射させたときの B の値は、フルオレseinナトリウム濃度が 1.00 (mg/l) 以上になると増大しなくなりほぼ一定となる。この値は江藤・竹原らの実験値とほぼ同じである¹⁾。

シート状のレーザ光を水面に照射させたときの $B/\Delta y$ の値を濃淡でグラフ表示したものを図-4 に示す。シート状のレーザ光の場合、 $B/\Delta y$ の値が最も大きく表れているのは、

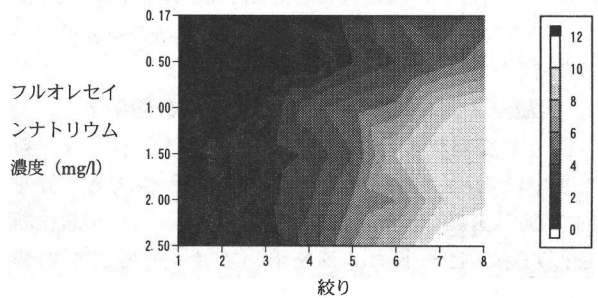


図-4 シート状のレーザ光を水面に照射させたときの $B/\Delta y$ の値

図-4 からフルオレseinナトリウム濃度 2.50 (mg/l)、絞り 8 の場合である。この条件での画像を図-5 に示し、その輝度分布を図-6 に示す。シート状のレーザ光の場合、全体的にフルオレseinナトリウム濃度が濃くなるほど、絞りを開くほど $B/\Delta y$ の値は大きくなっている傾向がある。 $B/\Delta y$ の値は、大きいほど気液境界面を明確に表すと考えている。しかし、図-5 の画像から気液境界面はぼやけていて、目で見た感じでは気液境界面を捉えにくい。 B の場合と同様に、 $B/\Delta y$ の上限値を設けて最適条件を決定する必要がある。

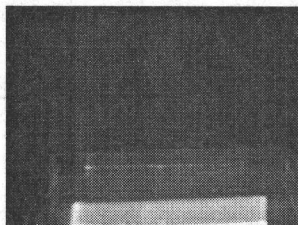


図-5 シート状のレーザ光、フルオレseinナトリウム濃度 2.50 (mg/l)、絞り 8 の画像

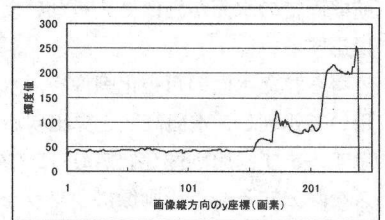


図-6 シート状のレーザ光、フルオレseinナトリウム濃度 2.50 (mg/l)、絞り 8 の輝度分布

4. 結論

レーザ光の出力が 25mW の条件では、以下のように結論できる。

- ① 全ての条件で気体の部分の輝度値は、一定値 (約 40) であるのに対して、気液境界面での輝度上昇は各条件に影響を受けて変化し、同じ y 座標で表れ、気液境界面の位置を推定することができた。
- ② B の値は大きければ大きいほど気液境界面を明確に表しているわけではなく、反射、散乱や画像のぼやけの影響を受ける。
- ③ B 、 Δy 、 $B/\Delta y$ において、気液境界面を明確に表すと考えられる条件が目で見えた感じと異なっておりどの条件が最良であるか判断できなかった。 B 、 $B/\Delta y$ の上限値などの指標を考えて考察する必要がある。

【参考文献】

- 1) 江藤剛治他:風波による炭酸ガスの取り込み過程の可視化,平成 10 年度土木学会関西支部年次学術講演会概要集, p. II - 73 - 1, 1998.