

ビデオ画像を用いた浮遊物質濃度の逆解析手法に関する基礎的研究

熊本大学 学生員 ○木下 栄一郎 ・ 谷口 正 浩 正会員 ・ 滝川 清 ・ 山田 文彦

1. はじめに

有明海には、有機物や栄養塩などを多く含んだ微細粒子からなる底泥が広く堆積しており、潮汐や波浪の作用によって巻上げられ、海域の富栄養化や水質汚濁さらには海浜地形の変化を引き起こしている。これらを正確に予測するには、浮遊物質濃度の時空間分布を定量的に把握することが重要である。

本研究ではビデオ画像の輝度(256階調)情報から浮遊した底泥濃度の時間・空間分布を逆解析により推定する新たな計測手法の開発を目指すものである。今回は、その基礎的検討として輝度情報を用いた濃度場の逆解析精度の向上のため、懸濁溶液中の散乱・吸収係数の空間分布の同定を試みる。そのために、可視化実験により輝度分布と水中照度等を計測するとともに、モンテカルロ法により光粒子の放射伝達過程を計算し、輝度分布の再現や散乱・吸収係数の推定を行った。

2. 可視化実験

ビデオ画像の輝度は、照明の照度やカメラの絞り、また浮遊物質の濃度・粒径・色などの相違による光の減衰や放出・散乱などの影響を受けやすい。そこで今回は、基礎的研究としてこれらの影響を取り除くため、ビデオカメラの絞りを一定とし、さらに懸濁粒子として粒径が均一で白色のカオリナイトを用いて実験を行い、輝度、水中照度、前面照度を計測した。(実験方法は山田ら(2000)を参考) 今回の実験条件は表-1 に示す通りである。

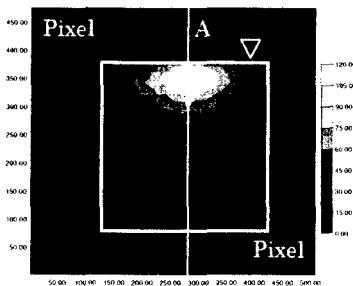


図-1 輝度の空間分布(1.0g/l)

2.1 輝度分布

図-1 は水槽前面(Y=1cm)の輝度分布を表し、白ほど明るいことを示す。図-2 は濃度別の断面 A での輝度の鉛直分布を表したもので、これの結果はメディアン・フィルタを施した結果である。水面下 3~5cm の所で最大値をとり、その後単調に減少する。濃度が高くなるほどその最大値の発生場所は水面側に推移し、その値も小さくなる。なお、今回の撮影は絞りを一定で撮影しているため輝度値を直接比較することが可能である。

2.2 照度分布

図-3 は調整濃度(1.0g/l)断面 A の水中照度を照度計の受光面を上向きにし、水面より 2cm ずつ計測し、入射光の減衰率(各水深での照度/水面での照度)として表したものである。図より、入射した光は水深方向に急激に減少しているのがわかる。なお、計算結果との比較は次節で述べる。

3. 光粒子の放射伝達過程のシミュレーション

本研究では、灘岡ら(1999)に基づいてモンテカルロ法を用い、個々の光粒子の伝達過程を再現した。計算のフローチャートを図-4 に示す。計算のパラメーターは消散係数 c 、散乱アルベド ω の 2 つであり、これを用いて散乱・吸収係数の空間分布が次のように求まる。消散係数 c (散乱係数 a + 吸収係数 b)、散乱アルベド ω (散乱係数 a / 消散係数 c) とおくと、 $a = c\omega$ 、 $b = c - a$ となる。図-5 はモンテカルロ法により調整濃度(1.0g/l)の輝度分布を再現したものである。計算では、粒子数 1 万個を水面よりランダムに入射させ、個々の光粒子の伝達過程を計算し、この一連の計算過程を合計 3 回繰り返した。さらに、水槽前面(Y=0cm)に飛び出した光粒子数を 1cm 角メッシュ内でカウントし、それぞれを水面の入射粒

表-1 実験条件

調整濃度 c (g/l) 計 3 ケース	1.0, 10.0, 20.0
可視化断面 Y (cm) (計 3 断面)	1, 3, 5
シャッタースピード(sec)	1/30
レーザーの出力(W)	4.0
レーザーの波長(nm)	514.5
カメラ-水槽前面間の距離(cm)	62.7
光源-水面間の距離(cm)	15

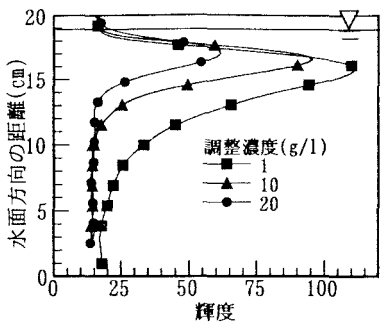


図-2 濃度別の輝度の鉛直分布 (断面A)

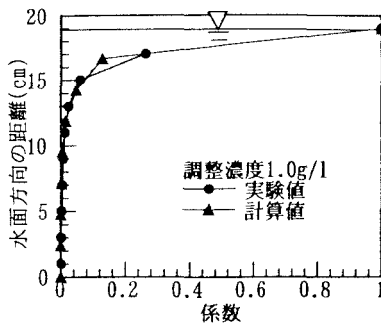


図-3 光の減衰率の鉛直分布(断面A)

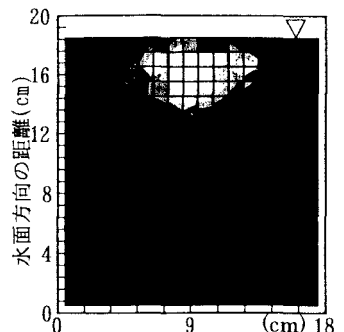


図-5 輝度の空間分布(1.0g/l) (モンテカルロ法)

子総数(30,000個)で割った値を等高線で表したものである。図は、その値が高いほど白くなるように表示している。なお、今回の計算は実験で得られた輝度分布に近くなるように消散係数 c と散乱アルベド ω を試行錯誤的に決定した。図-1と比較するとこのような計算を行っても、ある程度輝度分布を定性的に再現できることがわかる。次に、計算結果を定量的に比較するために鉛直方向での入射光の減衰率を比較した。図-3の計算値は、図-5と同条件で断面Aの水深方向検査断面の通過粒子数を入射粒子総数で除した値を表したものであり、実験値をよく再現している。また、濃度10.0g/lの場合においても同様に輝度分布を本手法で再現できることを確認した。これらの結果より、モンテカルロ法を用い散

乱・吸収過程を仮定することで、輝度分布を定量的に再現可能であることがわかった。

本計算より得られた吸収係数の空間分布を図-6に示す。水平方向では、中心よりも両端ほどその値は大きくなっており、水深方向にはその分布形状を保ち、相対的に値が大きくなっていく傾向がみられる。吸収係数が大きくなると輝度や照度の値は小さくなると考えられるが、輝度分布や前面照度の実験結果でも中心より両側に向かうほど明るさや照度は小さくなり、また水深方向にそれらの値が減少しており、現象をよく説明する結果となっている。図-7は散乱係数の空間分布を示す。散乱係数が大きければ、より多くの方向への光の散乱が起こるため、輝度は高くなると考えられる。計算結果は中心が両端よりも大きな値となっており、これも実験結果と一致する結果であると考えられる。

4. おわりに

今後は散乱・吸収係数の空間分布を用い、浮遊物質濃度の逆解析を行う予定であり、これらの結果の詳細については講演時に発表する。

参考文献

- 1) 瀧岡ら(1999): 海岸論文集, 第46巻, pp.1316-1320
- 2) 山田ら(2000): 海岸論文集, 第47巻, pp.1356-1360

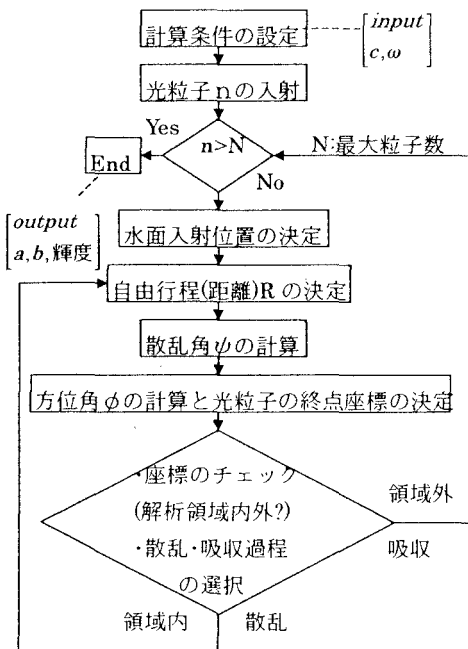


図-4 モンテカルロ法のフローチャート

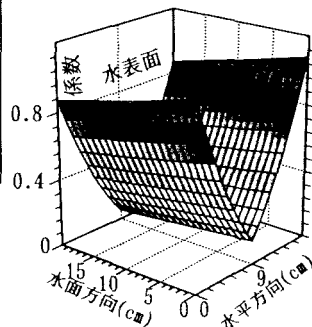


図-6 吸収係数bの空間分布 (1.0g/l)

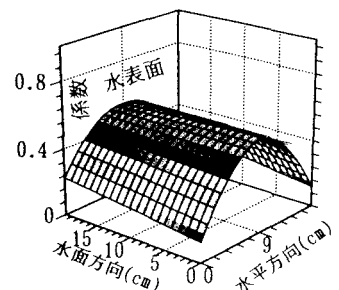


図-7 散乱係数aの空間分布 (1.0g/l)