

IV-173 水面の分光反射率の測定による濁度の推定

岡山大学 正 森 忠次
岡山大学 正 服部 進
岡山県 奥山 峰広

1. はじめに

河川や湖沼の濁りのモニタリングは、従来から行われてきた各点観測では広い範囲の概括的な探査は不可能であつて、人工衛星や航空機からの遠隔探査を利用する試みがなされるようになった。ところが遠隔探査から得られる分光情報と、濁水の物理指標の間の定量的なモデルが十分に準備されていないので、その効果は必ずしも満足すべきものではなかつた。そこで、両者の関係を調べるために、実験用の水槽を用いて水面からの反射光のスペクトル強度と濁度、浮遊固形物(SS)の測定を行っているので、ここではこれまでの成果を述べる。

2. 方法と機材

実験用の水槽は $700\text{ cm} \times 150\text{ cm} \times 60\text{ cm}$ (高さ) で、耐水性塩化ビニルで黒色塗装を施した。緑藻類が発生しないよう、内側に裸銅線を取り付けてある。試量土として、真砂土を用い、 0.25 mm 以下の直径するもののみを使った。絶乾状態の試量土の分光反射率を図-1に示す。濁水はコンクリート養生用の攪拌機で、常時攪拌しておき、水槽内全体に渡って均質な水質になるようにした。また、風で水面に立つ表面波は、著るしく測定の際げになるが、水を攪拌することでこれをほとんど抑えることができた。

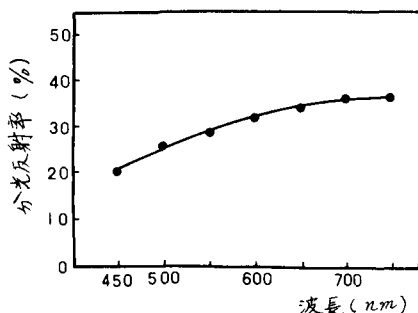


図-1 試量土の分光反射率

分光反射率の測定は、ISCO社のMODEL SR型分光光度計と、MODEL SRR型同記録計を使った。受光部はママチエカメラを改造して、焦点面からガラスファイバ(2.95 m)で光度計に光を伝達した。今回は鉛直真下からの反射光量のみを計測し、受光部は水面から1 m離れれば、これです直径10 cmの水面が視野角に入る。また測定波長域は500 nm ~ 750 nmの可視域とした。反射率の基準にはKODAKテストカードを使用し、水面からの反射光量を計測する前後にこれを参照することで、精度の良い計測値が得られる。なお、テストカードは劣化が激しいので、2~3回の実験でとりかえるようにした。さらに実験の前に、島津製ゴースト分光計により、テストカードの分光方向反射特性を計測し、実験時の補正係数を求めた。

濁度の計測には、京都電子工業社製ボーテール濁度計を用い、浮遊物の計測は環境庁が示す簡易測定法に準じた。

実験は昭和54年1月16日から2月12日までの快晴日のみを選んで、午前10時から午後2時まで実施した。実験中、太陽の天頂角は 50° から 64° まで変化した。濁度は10~80まで変化させたが、この場合、攪拌機の攪拌能力は一定にしておいて、混入土量を变化させる方法をとった。濁度10以上では、底面や側面からの反射光の影響は無視できる。一般河川で通常10~30、台凡時で130程度の値を示す。

3. 結果の考察

図-2は濁度と浮遊物の関係をプロットしたものである。実験範囲内では、両者は極めて良い線型関係を持っている。一方は他方から求められるので、以下では、指標として濁度のみを用いて示すことにする。

図-3-1, (2)は、濁度と水面の分光反射率の関係を、波長550 nm, 600 nm, 650 nm, 700 nmについて表示したものである。また図-4には水面の輝度と濁度の関係を示す。水面の輝度は同時に測定した水面照度の値を用いて換算した数値である。これは数回の測定について平均した値であつて、水面からの反射光量と濁度の原計

測値の例を波長 700 nm に
ついて図-5 に掲げる。こ
れから次のことが分かる。

(1) 分光反射率と濁度の曲
には実用の範囲で明白な一
次関係があり、しかも長波
長になる程相関係数は大き
くなる。これは短波長では
大気の影響、測定値のノイ
ズが大きいからである。

(2) 反射光量の最大値は、
600 nm 付近であるが、反

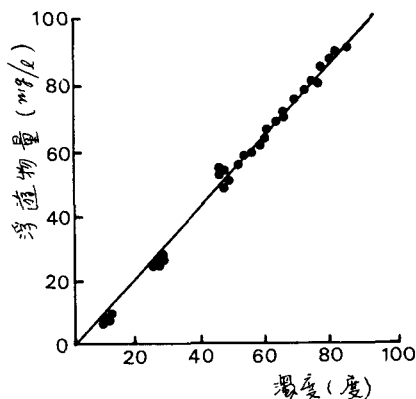


図-2 浮遊物と濁度の関係

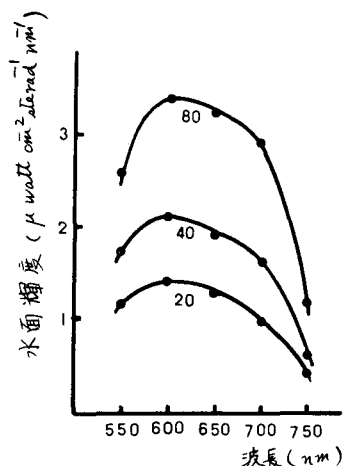


図-4 濁度と水面輝度の関係

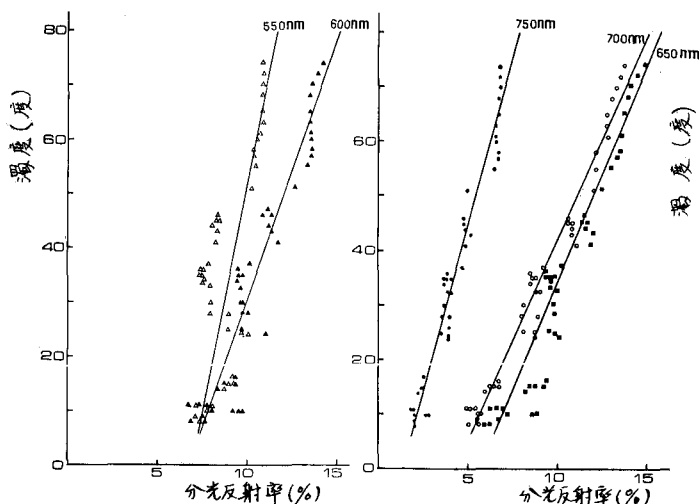


図-3-1) 濁度と分光反射率

図-3-2)

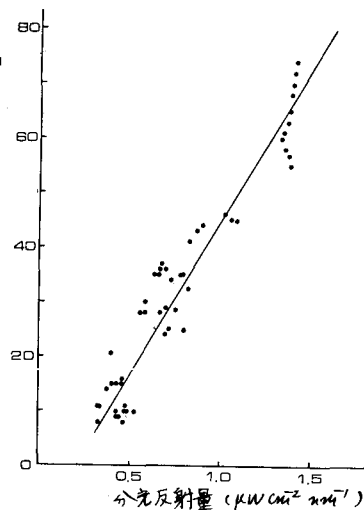


図-5 700 nm の分光反射率と濁度

射率から濁度を推測するのに最も有効な波長は 700 nm 付近であって、これは米国での野外測定の結果と一致する(文献参照)。

(3) 水面輝度を横軸にとると濁度との 1 次関係はかなり密になる。太陽高度は比較的一定であるから、照度変動は比較的小く、むしろ測定の際の種々のノイズを含んでいるためと思われる。

(4) 濁度、浮遊物の変動に対して、反射率の変化の応答は割合鈍感であるから、航空機、人工衛星から得られる分光情報だけで濁度を推定することは困難で、現地で同時観測を行って両者の対応をつけることが必要である。遠隔探査では大気による光の吸収やパースペクティブのために、反射光量の絶対値を計測するのは困難で、地上に反射の基準になるものが必要であって、これによればかなり微かな反射率の差異を検出できることが分かっている。

分光反射率は太陽高度、試量土の種類によっても変化する。濁度計測の基準となっている白陶土を材料にして太陽高度、濁度と分光反射率の関係を調べた結果について講演時に発表することにする。

参考文献 Ritchie, Jerry C., Frank R. Schiebe, J. Roger Henry, Remote Sensing of Suspended Sediments in Surface Waters, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 42, No. 12, December 1976, pp. 1539~1545