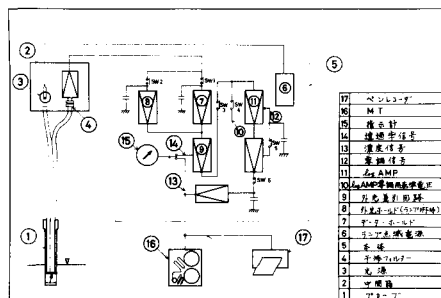


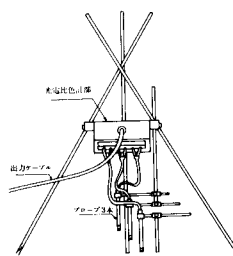
中国工業技術試験所 正会員 上嶋英機
橋本英資

はじめに : 水理模型を使用しての染料拡散実験では、採水により染料濃度を測定することが多い。この方法では種々の採水器の精度も技術に問題を残している上に、長期間、微小間隔での連続測定は不可能であった。そこで本報では、当所が開発した採水を不要とした直接濃度測定可能なプローブ型比色計についてその機能性、採水器との濃度比較、比色計より得た連続測定記録の利用（統計解析による拡散現象の検証法）について一例を紹介する。

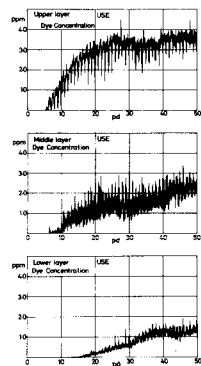


【図-1】

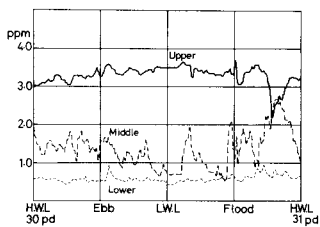
(1). プローブ型比色計の機能 : 染料拡散実験においては、染料溶液を連続放流し、模型内に拡散した染料水を、多くの場合採水して、分光光度計または、蛍光光度計により濃度測定されている。従来多く使用されている採水法には、ガラス管による採水(①手採水)、ビニールホースと真空ポンプによる定置式採水(②ターンテーブル型採水器(AT型))、電氣的に作動させる注射器方式の採水(③スポイド式採水器、用途によりタイプは分れる。)などがある。以上の中で②のAT型は現在最も多く使用されている採水器で模型内でも常設している所が多い。この方法は、ホースの長さにより前回採水の影響が残るやうい。以上の採水器は各々一長一短を持っているが、最大の欠点は、水位計、流速計のように連続して測定できず、②、③のタイプで1サイクル最少数分を必要とする。②の手採水に於ても最少10秒間隔でしか採水できず、精度が心配される。以上の経験から採水することなく、染料濃度を連続測定できるプローブ型比色計を開発した。(図-1に概念図を示す。)これは、比色計からファイバースコープで対照光を模型水中に没している先端のプローブ開口部に送り、開口部(10mm又は5mm)先端の凹面鏡で反射させ、戻って来た光の吸光度を測定するものである。(図-2に概要図を示す) 対照光は外部光線の影響を取り除く為、1秒毎に減滅させ、減時に測定した外部光線の吸光度と実時の吸光度から差し引いて模型染料水の測定吸光度とする。また染料の種類に合せて検出部に干渉フィルターを使用し濃度に依りてプローブ開口部長さをを変えて使用している。濃度値と出力値は、電気回路により線型化されており、ドリフトは常温、24時間使用して最高出力の0.5%以下で安定している。この比色計は、プローブを多層に設置することにより鉛直方向の濃度分布を連続測定することが可能であり、出力値をデタログ等(当所ではデジタズして磁気テープ)に入力することによって直接解析が可能である。



【図-2】



【図-3】

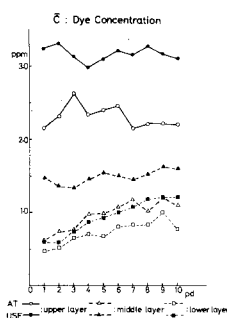


【図-4】

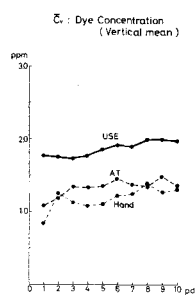
(2). 採水器との濃度比較 : プローブ型比色計と他の採水器による濃度の比較を拡散実験の中で、同地点、同期間内での多層について行った。実験は、瀬戸内海水理模型で河川より 20ppm のロータミンB染料溶液を連続放流(流量:1L/分)し、河口沖に測点を設け、表層、中層、下層の3層にプローブ及び、②のAT式のホース吸水口をセットし、AT式は、満、

干の2回、10周期間採水を行った。同時に、手採水もガラス管で表層より10cmの水柱(約15cc)を採水し鉛直平均濃度とした。その結果【図-3】に3層でのプローブ型比色計の連続記録を示す。また【図-4】に1周期間の濃度変動を示す。これらの記録から【図-5】にプローブ型比色計(USE)とAT式での1周期間平均値を3層について、【図-6】に手採水の値を含めた3種類の鉛直平均値の同期変動を示す。

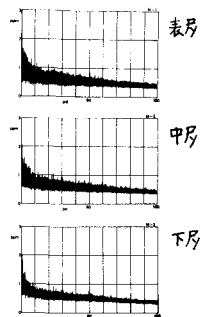
【図-5】では、比色計の方がAT式より各層とも濃度が高く、鉛直方向の濃度は成層を示し、表層が下層の3倍以上示している。この原因は、模型水の温度成層と染料水の比重差とShear効果により染料が成層し表層が高濃度となると考えられる。両方の値の差はAT式は設置点よりも深い層の水を吸いこむため低濃度を示すこと、AT式の吸水時間が長いことにより満干時周辺(10sec~15sec)の平均値を表わすこと、前回の採水の影響が残る可能性があることによるものと考えられる。【図-6】では、3種の内、手採水の値が最も低く、採水時に表層の染料水の採水量が少な目になり低層の低濃度の溶液を採水するためと考えられる。一方、比色計の各層の値を単に鉛直平均することは、表層高濃度の層の厚さを考慮することなく平均するため実際より高目になる心配がある。従って正確に鉛直平均値を求めるには、プローブ比色計で別に鉛直の細かな濃度分布を測り、鉛直分布を求め成層の厚さを考慮し鉛直平均すべきと考えられる。以上より、AT式は技術的、機械的な改善が必要であり、手採水は確率は高いが、社会性が生じ易く精度も個人差による。上記結果からプローブ型比色計の精度、有用性が示れた。



【図-5】



【図-6】



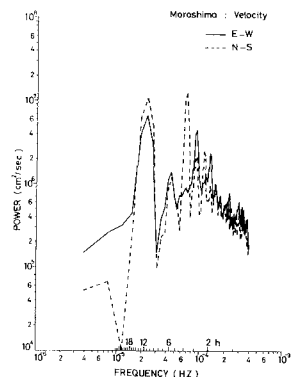
【図-7】

(3). 連続測定記録の利用 (拡散現象の検証法への試み)

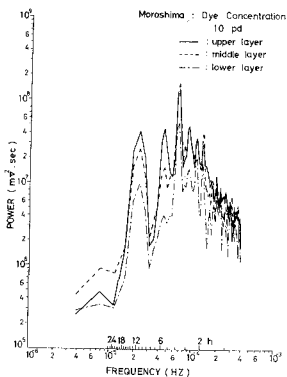
水理模型内で扱われる拡散現象が、沿岸海洋での拡散形態とどの様に相似するか。検証法の一つに、潮流連続測定による統計解析(パワースペクトル)がある。しかし拡散の形態を知るには物質の空間的な拡がり(輸送量)を知ることが直接的であるとされる。そこで上記と同様な解析法を用い、連続濃度記録に適用し、拡散現象の検証法として有効なものかの試算を行った。使用した資料は、広島湾での染料拡散実験での湾口海峡部で得た流速記録と、3層での染料濃度記録【図-7】の内10~40pd間の30周期間の(現地で15日間)の連続記録である。これから求めたパワースペクトルを【図-8】(流速)、9【濃度】に示す。流速は表層での2方向成分、濃度は3層について解析した。濃度については、スペクトル量に相当するものに濃度出力値(mV電圧)を用い $[mV^2 \cdot sec]$ の量で表現した。流れの速い海峡部に於ては定性的には乱れの大きさが流速と濃度では傾向が類似している。広島湾では潮汐潮流とも1/6日潮が大きく濃度スペクトルからも高く示されている。各層間では、一潮汐間の濃度変動が表層で大きく、下層で小さいことに対応して、下層のスペクトルのオーダーは低い。

実験後期(100~300周期)になると、各層の値は、前期より1オーダー低下し、時間的、混合の程度によりスペクトルオーダーは変動することが見られた。

以上まだ試行の域を越えず、現地資料との対応についても未検討である。本来、流れと、濃度の相関を確認することが先決であり、今後検討を進めていきたい。



【図-8】 流速 パワースペクトル



【図-9】 濃度 パワースペクトル