

蛍光砂による漂砂調査法の研究

鳥取大学 大学院 学生員 ○ 小林 幹和
 鳥取大学 大学院 学生員 的場 善博
 鳥取大学 工学部 正 員 野田 英明

1【はじめに】 現地における漂砂の特性を把握するために本研究では、蛍光砂をトレーサーとして用い、前回示した写真撮影装置に改良を加え、再度現地観測を行なうとともに、蛍光砂の拡散理論を誘導し、理論値と観測値とを比較し検討した。その結果を報告する。

2【撮影装置の概要】 図-1は海底面上にある蛍光砂を撮影する装置であって、鋼製の台形箱体の上面は二重蓋になっており、容易にフィルム交換ができるようになっている。底面は厚さ10mmのガラス板が張り付けてあり、200mm×300mmの範囲内にある蛍光砂を写真撮影できるようにしてある。また、この装置内には蛍光砂を発光させるための紫外線ランプ、カメラの自動シャッターと自動巻とり装置、およびその電源である電池も内蔵されている。紫外線ランプは陸上の発電機から送電され、写真撮影のためのスイッチも陸上にあり、キャプタイヤ・ケーブルでカメラのシャッターと連動され、同時にブザーとランプの同期信号により写真撮影が確実に行われたことを確認出来るようになっている。なお、カメラのシャッター速度は1/4秒、しぼりは1.8、焦点距離は56cmとした。

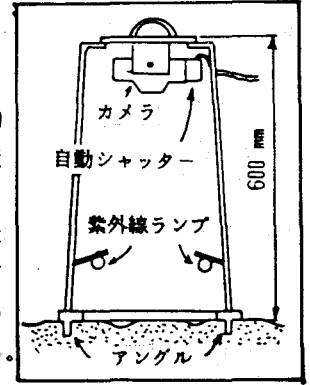


図-1 撮影装置

3【蛍光砂の拡散理論】 図-2に示すように、X軸およびY軸をとり、海底表面における蛍光砂濃度をC、XおよびY軸方向における蛍光砂の平均移動速度をそれぞれUおよびV、XおよびY軸方向の蛍光砂の拡散係数をそれぞれ K_x および K_y とすると、t時間後の二次元拡散方程式は

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U \frac{\partial C}{\partial x} + V \frac{\partial C}{\partial y} = K_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} - \lambda C \quad (1)$$

となり、ここに λ は表面蛍光砂減少率である。

初期条件 $t=0$ で $C(x, y, 0) = f(x, y) \quad (2)$

境界条件 $y=0$ で $\partial C / \partial y = 0 \quad (3) \quad x=\pm\infty$ で $C=0 \quad (4)$

$y \rightarrow \infty$ で $C=0 \quad (5)$

式(2)～(5)をもとに式(1)を解くと

$$\frac{C}{C_0} = e^{-\lambda t} \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{(x+l-Ut)/\sqrt{K_x t}}^{(x-l-Ut)/\sqrt{K_x t}} e^{-\lambda^2} d\lambda \times \left[\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{(y-y_0+l-Vt)/\sqrt{K_y t}}^{(y-y_0-l-Vt)/\sqrt{K_y t}} e^{-\lambda^2} d\lambda - \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{(y+y_0-l-Vt)/\sqrt{K_y t}}^{(y+y_0+l-Vt)/\sqrt{K_y t}} e^{-\lambda^2} d\lambda \right] \quad (6)$$

ここに、C₀は蛍光砂の投入時の濃度、 y_0 はy軸方向の投入点の位置、 l は蛍光砂投入幅の1/2とする。

4【観測結果と理論値との比較・検討】 1984年12月に鳥取砂丘海岸で観測を行った。800kgfの蛍光砂を汀線より33mの地点（水深約1m）に投入し、24時間後に観測を始めた。この際、蛍光砂投入幅は1m×1mであった。図-3はその観測値（破線）と理論値（実線）とを示したものである。図-4は図-3の結果にもとづいて、ある点(x, y)のある時間tにおける C/C_0 、UおよびVの値を与え、式(5)に代入して

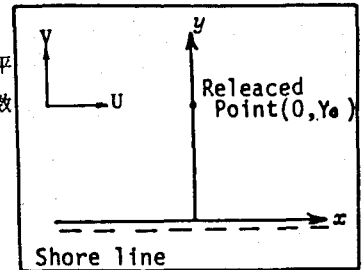


図-2 基礎式説明図

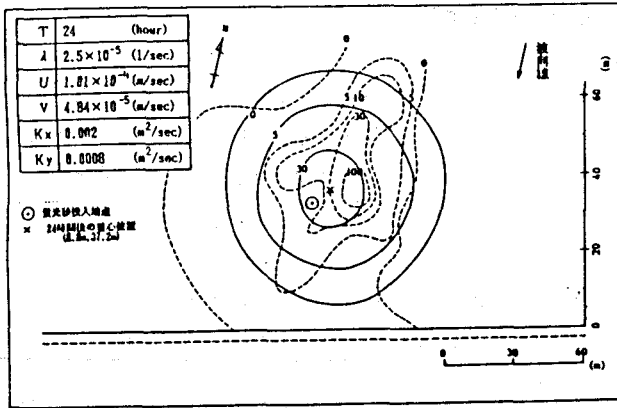
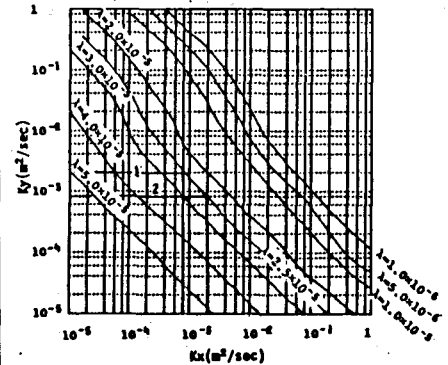


図-3 鳥取砂丘海岸における理論値と観測値

図-4 鳥取砂丘海岸における
KxとKyとの関係

Kx, Kyおよびλの値を逆算した結果であって、λの値をパラメーターとしてKx, Kyとの関係を示したものである。この図から明らかなようにCおよびλの値を一定にしてもKxとKyの値は一意的に定まらない。KxおよびKyの値の推定法については波や底質の特性と関連づけて考える必要がある。つぎに、1961年6月、カリフォルニア州 LA JOLLA 海岸においてINGLE が観測した例を示す。

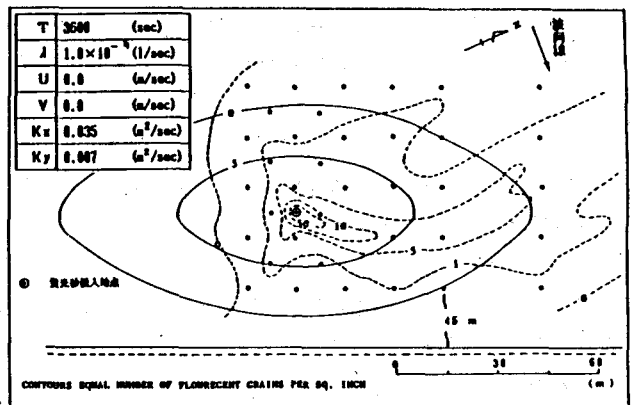


図-5 LA JOLLA海岸における理論値と観測値

図-5は蛍光砂投入後60分の観測値（破線）と理論値（実線）とを示したものである。こ

の際、9 kgf の蛍光砂が汀線より67.5 mの地点に投入された。なお、XおよびY軸方向の蛍光砂の平均移動速度U, Vは蛍光砂濃度分布の重心移動速度とした。以上、表面蛍光砂減少率λ, XおよびY軸方向の拡散係数KxおよびKyの推定を行ったが、必ずしもよい一致が得られず、その推定法を確立するのも困難であった。特に、LA JOLLA海岸における蛍光砂分布（図-5）を見ると、ここでの理論的取り扱いにおける蛍光砂の瞬間投入という考え方にも問題があるようで、むしろ連続投入として取り扱った方が、より現実に近い解が得られるようである。こうした問題はさらに数多くのデータを収集し、調べる必要がある。

5【おわりに】 得られた結果を要約すると以下ようになる。

- 1) 本研究で採用した蛍光砂撮影法は、比較的簡単に観測資料を得ることができる。
- 2) 得られた資料の分析法については、拡散理論を用いて比較・検討し、蛍光砂の移動・拡散や海底下潜入に関する各係数の推定を試みたが満足すべき成果は得られなかった。
- 3) 蛍光砂を一点において瞬間投入するという条件で検討したが、蛍光砂の投入時の濃度の設定や、従来の観測資料を比較すると連続投入として理論的に検討すべき場合のあることも明らかとなった。

<参考文献> 1) 野田英明・的場善博; 海底表面における蛍光砂の波による移動と分布に関する研究, 第38年秋講演会集, pp175~176 2) JAMES C. INGLE Jr.; THE MOVEMENT OF BEACH SAND pp45~46