

長岡技術科学大学大学院
長岡技術科学大学
長岡技術科学大学

学生員 ○増山幸衛
正会員 中村由行
正会員 早川典生

1. 目的

海洋拡散現象をモデル化した実験的研究において、一般には連続源より瞬間源が多く用いられている。これは、連続源に比べ瞬間源は、実験などで解析し易い為と考えられる。一方、解析手法としての連続源に対する研究は比較的少ない。また、海域での拡散を論ずる場合、そのほとんどは水平拡散についてであり、鉛直拡散についての知見はいまだに少ない。本研究では、1. 連続源と瞬間源とで得られた水平拡散を比較し、手法としての相異を調べる。2. 瞬間源において、5つある既応の理論解の比較検討を行なう。3. 濃度分布より鉛直拡散係数を求める。以上の3つを目的とする。

2. 実験

図1のような $6m \times 6m \times 1.2m$ の循環式平面水槽において、新潟沖をモデルとした、水平縮尺 $1/1000$ 、鉛直縮尺 $1/100$ の垂模型を作成した。本模型において、岸に平行な一様流を予え、染料拡散実験を行った。実験条件については、表1のように、平行流の流速を4段階に変化させ、それぞれについて、瞬間源及び連続源で染料を投入した。染料放流口は、図において河口から沖向きに $1m$ 、上流側に $1m$ の地点で行なつた。各実験ケースについて、ビデオによる染料外縁の撮影（染料、ウラン）、濁度計を用いた濃度測定（染料、メチレンブルー）、及び超音波流速計による流速測定を行なつた。

3. 解析手法

Gifford (1967) の大気拡散理論において、瞬間源に対する分散は、ランダム歩行を考へる事により、

表1 実験条件

RUN NO.	V (cm/s)
1	2
2	5
3	7
4	10

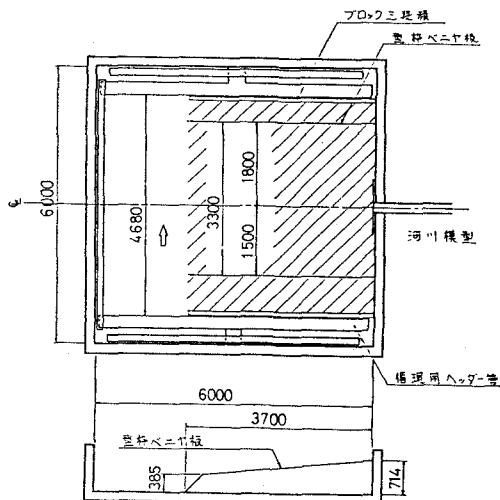


図1 実験水槽

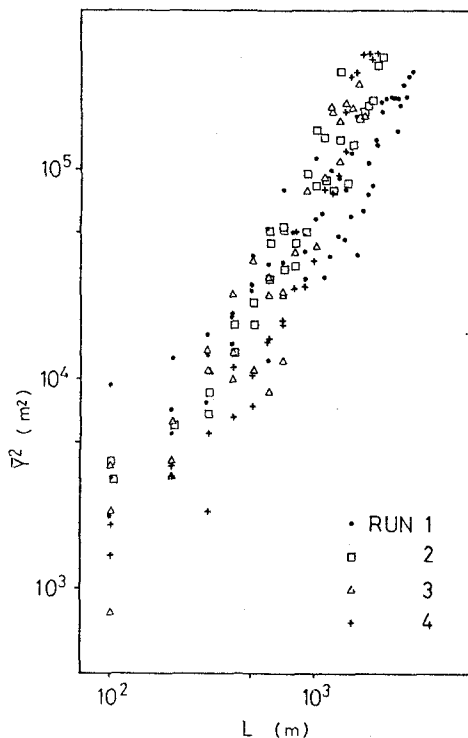


図2 連続源における $\overline{y^2}$ -L の関係

$$\sigma_t^2 = \frac{r_E^2}{2} \left[\ln \frac{\rho^2 e}{2} - \ln \sigma_t^2 \right] \quad (1)$$

で表わす事ができる。ここで σ_t^2 , r_E^2 , ρ^2 はそれぞれ、分散、染料雲半径、最大半径時の分散である。式(1)で未知数は、 σ_t^2 だけであるから、式(1)を解く事により、 σ_t^2 が与えられ、これより拡散係数を求める事ができる。一方鉛直方向の拡散を考えた場合、Hinge (1975) が次式(2)を与えており、ここでの未知数は k_y , k_z となる。ここで C_0 ,

$$\frac{C}{C_0} = \frac{Q}{4\pi(k_y k_z)^{1/2} x} \exp \left[-\frac{U}{4x} \left(\frac{y^2}{k_y} + \frac{z^2}{k_z} \right) \right] \quad (2)$$

Q はそれぞれ、初期濃度、染料流量である。今、ビデオ撮影によつて、 Y 方向の拡がり幅から k_y を求める事ができるので、式(2)の未知数は k_z だけとなり、 k_z を決める事ができる。

4. 結果及び考察

i). 連続源において、Run No 1~4 のビデオ撮影によつて $L-\sigma^2$ の関係を求めた。図2にその結果を示す。縦軸、横軸のスケールは現場の値に換算してある。以下の図も同じ。それより水平拡散係数を算出すると、4 ケースとも $k_y \propto L^m$, $m \approx 1$ で示す事ができる。これは、 k_y を見かけ上、流速 U に依存しない事を示す。オズミトフ・リチャードソン則によると、 $k = \frac{1}{2} \cdot U \cdot d\bar{v}/dL = A \varepsilon^{1/3} L^{2/3}$ であり、ここでも A は普遍定数、 ε はエネルギー逸散率である。本実験においては、 U の増加とともに ε も増加し、見かけ上 k が U に依存しない結果となったものと考えられる。

ii). 図3, 4に瞬間源の場合における解析結果を示す。ビデオ撮影により拡がり面積を求め、Gifford の式(1)を用いて分散値 σ^2 を計算した。Gifford の式を用いるにあたり、水平拡散に対する Joseph-Sendoner のモデルを使った。 $L-\sigma^2$ の関係は、連続源に比べ急な傾きを示す。その原因としては、今回の解析では Joseph-Sendoner の解だけを用い、他の解との比較を行なっていない為、Joseph-Sendoner の解によるものなのか、又は瞬間源という手法そのものに問題があるのか明かではない。さらに多くのケースについての検討が必要と思われる。

iii). 鉛直拡散係数 k_z の値は、水平拡散係数に比べ、かなり小さい事が報告されている。又、歪模型では、 k_z が過小評価される事が報告されている。式(2)を用いて、測定した相対濃度 C/C_0 の鉛直分布に最も良く合う k_z を求めた。図5では $k_z = 3.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ が得られた。この値は、密度成層していない場合の報告例(大久保, 1971 年)のオーダーとはほぼ一致している。

<参考文献>

- (1) F. Gifford, Jr. 1957, JOURNAL OF METEOROLOGY, VOLUME 14
- (2) HINZE 1975, Turbulence, Second Edition, McGRAW-HILL
- (3) 大久保明 1971, 海洋物理 Ⅲ, 東海大学出版会

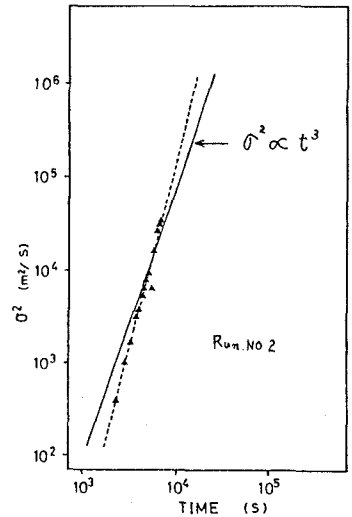


図3 瞬間源における σ^2 - T の関係

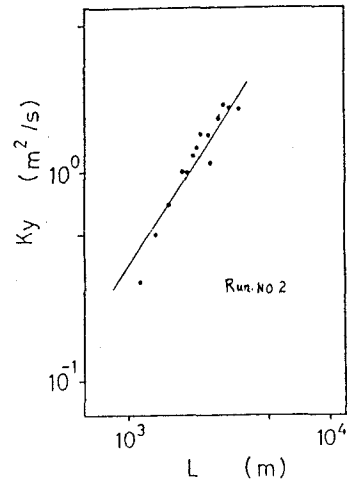


図4 瞬間源における k_y - L の関係

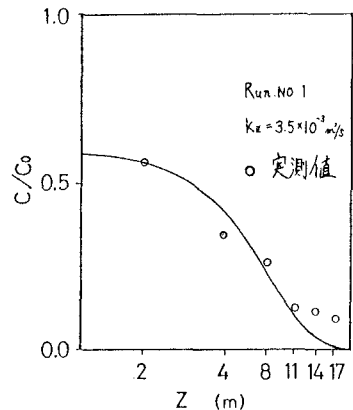


図5 鉛直拡散係数の決定