

東京大学大学院 学主員 林 鋭 崇
 東京大学工学部 正会員 堀 川 清 司
 東京大学工学部 正会員 水 口 優

1. はじめに

Harwell¹⁾および Enman²⁾の研究で明らかにされているように、砕波帯内の混合過程は二つの作用から成り立っている。その一つは砕波による乱れであり、一つは砕波に伴う海峽流の移流作用である。そして、また汀線に直角方向の拡散および汀線方向の分散の二つにおいて取り扱うことができる。ここでは、沿岸方向の混合問題に焦点を絞り、現地海岸での観測結果に基づき、混合過程について考察する。

2. 観測方法

実験地域である福島海岸付近の海底勾配は $1/50$ の程度であり、狭いながらも前浜が形成されている。観測は昭和51年9月5日及び7日に行った。まず、沿岸方向25m間隔で砕波帯内の流向、流速を測定した。9月5日のケースでは、このような調査より判断して、沿岸流がその方向を變える地点と考えられた所に 10^{-5} の染料(ウランコンク溶液)を投入した。砕波帯内汀線方向675mの区間に9点、岸側と沖側との互いに約10m離れた2点、合計18点において採水した。また、9月7日には、温排水の噴流中に投入された染料は一部砕波帯内を汀線方向に分散し、海峽流の作用を強く受け、その採水は汀線方向の6点において実施された。

3. 観測結果と考察

3.1 沿岸方向の濃度変化

砕波帯内に投入した染料の分散過程は、まず汀線と直角方向に拡がり、次第に砕波帯幅一面に混合するような二次元的な拡がりから、汀線に平行な一次元的な拡がりに移行すると考えられる。図1は染料投入後の濃度分布を示したものである。沖側と岸側ではほとんど異がなく、砕波帯内では

砕波による乱れのために濃度は一様化されている。一方、染料雲の沿岸方向における拡散幅の変化をプロットしたものが図2である。その拡散幅は汀線直線的に減少し、砕波帯内では混合されるにつれて拡散は一次元的なものとなる。

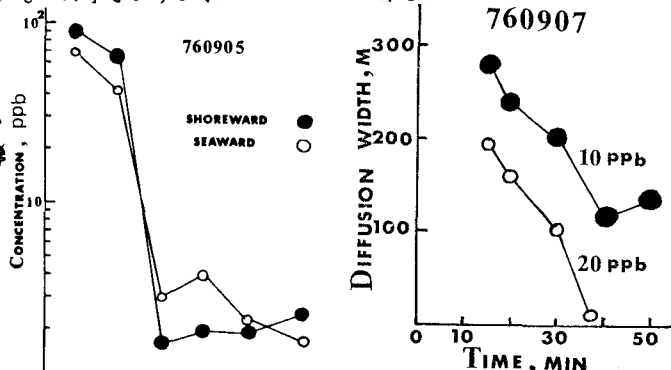


図1. 濃度分布

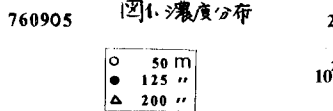


図2. 拡散巾の変化

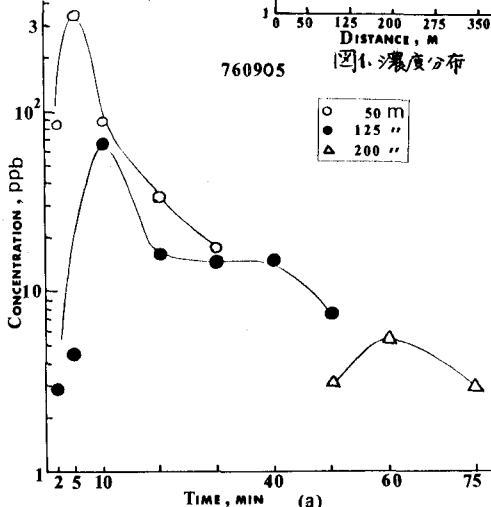
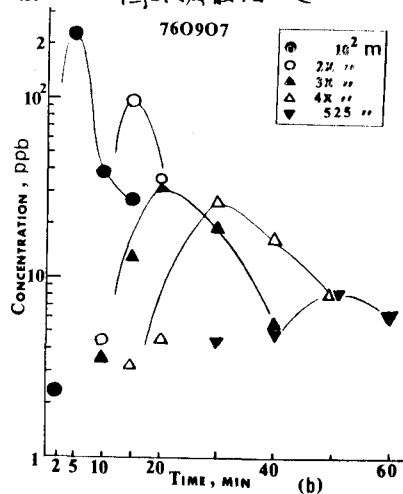


図3(a). 沿岸方向の濃度変化



(b)

なお、染料濃度の沿岸方向は、時間至るに距離と共に変化する状況を図3に示す。これらの図より、時間と距離の増大に伴い、ピーク濃度は減少し、パルスの幅は増大することが認められる。

2) 離岸流による稀釈効果

碓波帯内に投入された染料は沿岸流によって沿岸方向に分散し、一部は離岸流に伴って沖合へ輸送され、残りのものは沿岸流と共に分散し続ける。図4は離岸流による稀釈効果を表わしたものである。ここには、 $R = C_{n+1}/C_n$ と定義する。 C_{n+1} , C_n はおのの $(n+1)$ セル、 n セル内での濃度である。また、 V は平均的沿岸流速である。沿岸流が強いほど稀釈比は大きくなることがわかる。

3) 拡散係数

碓波に直角方向の碓波による拡散係数の算定式として、もっとも合理的なのは Battjes³⁾ の式であるが、へま便宜上、Inman らの式 $K_x = \frac{H_b X_b}{T}$ によって求むると (ここに、碓波波高 $H_b = 1.2\text{ m}$, 碓波半幅 $X_b = 150\text{ m}$, 周期 $T = 12\text{ sec}$), $1.5 \times 10^6\text{ cm}^2/\text{sec}$ の値を得る。そこで、二次元的な拡がりから一次元的な拡がりの移行時間 $t_{tr} = X_b / 16 K_x$ によって算定すれば、僅か 94 sec である。したがって、ここでは、拡散を一次元的なものと考え、濃度は Gaussian 分布と仮定して沿岸方向の分散係数を計算した。その時間的及び距離的变化は図5に示す通りである。投入点より 400 m の所における投入後1時間の沿岸方向分散係数は、 $10^6\text{ cm}^2/\text{sec}$ である。理論的に、碓波帯を三角形断面の開水路と考え、かつ沿岸流が卓越しているとし、拡散方程式に対し、Concentration Moment 法を用いて、沿岸流のリア効果による分散係数 K_e を求めると、 $K_e = \alpha S^{-1/6} U_b^2 X_b^{1/2}$, $\alpha = \begin{cases} 0.047 & \text{急勾配の沿岸} \\ 0.074 & \text{緩} \end{cases}$ (1) を得る。ここには、Longuet-Higgins⁴⁾ の沿岸流速分布式並びに Battjes³⁾ の碓波による分散係数の式を用いた。 S , U_b はそれぞれ海底勾配、碓波点での沿岸流速である。いま、 $S = 1/50$, $U_b = 40\text{ cm/sec}$, $X_b = 150\text{ m}$ を代入して計算すると、 K_e は $10^6\text{ cm}^2/\text{sec}$ のオーダーであり、観測値とほぼ一致している。式(1)についての詳しいことをまた別の機会に寄表する。

4) おわりに

今後、より詳しい現地観測を実施すると共に、平面水層で詳細な海浜潮流速分布及び濃度分布を測定し、海浜潮流系における分散過程を解明する計画である。なお、調査にあたり、佐々木民雄博士はじめの J.N.A. 新土木研究所海岸海洋部の方々、東京都立大学土木工学科堀田新太郎助手ならびに東京大学土木工学科港湾研究室の方々の協力を得た。最後に、本研究は文部省科学研究費特定研究「海洋環境保全に関する基礎的研究」(総合班代表者堀田新太郎教授)による成果の一部であることを付記する。

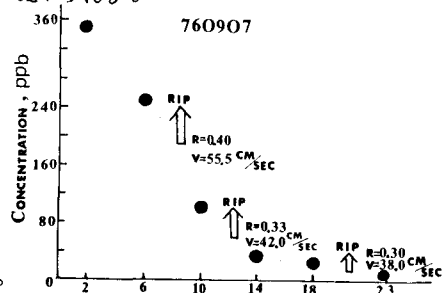


図4. 離岸流による稀釈

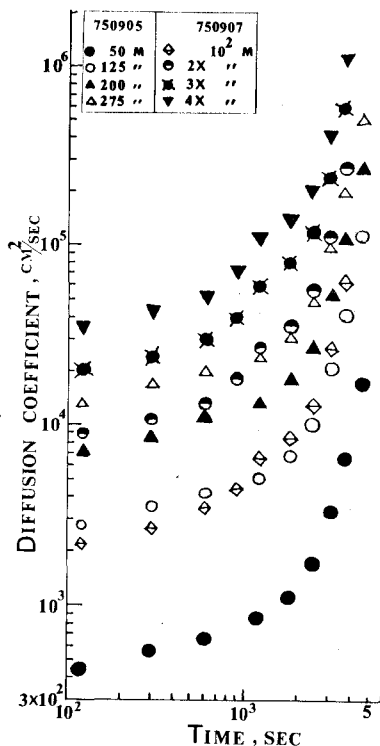


図5. 拡散係数

- <参考文献> 1) Harris, T. F. W. et al. (1964), Advances in Water pollution Research, Vol. 3, 197-198.
2) Inman, D. L. et al. (1971), J. Geophys. Res., Vol. 76, 3493-3514.
3) Battjes, A. J. (1975), Proc. Symp. on Modeling Techniques, ASCE, 1050-1061.
4) Longuet-Higgins, M. S. (1970), J. Geophys. Res., Vol. 75, 6778-6801.