

## 東京湾漂流計算プログラムについて

佐藤 敏：海洋研究室

### Program for Surface Drift in the Tokyo Bay

Satoshi Sato : Ocean Reseach Laboratory

#### 1. はじめに

東京湾を対象とする海面浮遊物体の漂流計算プログラムは、既に1986年にパソコンで計算するプログラムが開発されている(日本水路協会, 1986)。このプログラムでは、潮流調和定数(10分潮)と吹送流重回帰係数が1'×1'メッシュで用意されており、漂流開始時刻(年, 月, 日, 時, 分)、漂流物の初期位置、風圧係数及び漂流開始時刻の54時間前から1時間毎の東京湾の風向風速を入力することによって、潮流と吹送流を計算し、漂流物の移動経路を素早く算出することができるようになっているので、開発以来ずっと実際の業務に活用されている。しかしながら、このプログラムの開発は10年以上前であるため、N88-BASICシステムで実行するようになっていることから、紙への図の出力は画面のハードコピーしか方法がないなどの問題がある。また、漂流経路の計算は単線の計算であるため、拡散する物質の場合には、初期位置や条件を変えて何度か計算を繰り返す必要があるという問題もある。

以上のように、1986年に開発されたプログラムは当時の状況としては完成度の高いプログラムではあったが、その後の計算機の発達や普及状況から、やや時代遅れとなってきている。このため、東京湾漂流計算プログラムの更新を行うことにした。

#### 2. 更新プログラムの概要

更新したプログラムは、基本的には1986年のプログラムと同じプログラムで、潮流と吹送流の計算値と風圧流から漂流物の移動経路を計算して表示するプログラムとなっており、同様に漂流開始時刻(年,

月, 日, 時, 分)、漂流物の初期位置、風圧係数及び漂流開始時刻の54時間前から1時間毎の東京湾の風向風速と後述するパラメータを入力することにより漂流計算を行う。ただし、以下の点では1986年のプログラムと異なる。

第1点は単線の漂流計算を乱れを加えて計算を行うようにしたことである。第2点はパソコンでの計算だったものを、プログラムをFORTRANとCにより作成し、ワークステーションで計算できるようにした点である。乱れを加えた計算は多数の漂流物をランダムウォークさせてそれぞれの移動経路を計算するもので、計算量が多くなるのでワークステーションでの処理が必要となる。第3点は、潮流計算については、海洋情報システムの1'×1'メッシュの潮流調和定数を用いて計算を行う点である。海洋情報システムの潮流メッシュデータについては水路部技報第4号(小田巻・熊谷, 1986)に紹介されているので、詳細はそれを参照されたい。第4点は出力を計算結果を動画により表示するようにしたことである。第5点は陸への漂着について、1'×1'メッシュの海陸判別メッシュで判断していたものを、経度方向に5", 緯度方向に4"の海陸判別メッシュを作成して、それにより判断するようにしたことである。

#### 3. 更新プログラムの実行

プログラムを実行するには、事前に風データとパラメータデータの2つのファイルを用意しなければならない。

風データファイルは、漂流計算開始54時間前から漂流計算終了時刻までの1時間間隔の風向風速を入力する。東京湾は、湾口と湾奥では風向は異なるこ

ともあり、湾の中央部の風速は陸岸付近よりも強い（日本気象協会，1982）が、ここでは、1986年のプログラムに倣い、各時間1組の風向風速データを入力する。この風データを用いて風圧流と重回帰式により吹送流が計算される（日本水路協会，1986）。なお、風データ入力については対話形式で入力するプログラムが用意されている。

パラメータファイルは第1表に示した例のとおりに作成しなければならない。パラメータの第1行は漂流開始時刻、第2行は漂流計算を何時間行うか、第3行は漂流物の個数を指定する。このプログラムでは上述のように多数の漂流物がランダムウォークする経路を計算するようになっており、初期位置1点につき1万個の漂流物の移動を計算する。したがって、第3行に1と入力すれば1万個の漂流物の計算を行い、2と入力すれば2万個の計算を実行する。第4行、第5行は漂流物の初期位置の緯度経度を分の単位で、第3行に指定した数と同じ数の組を入力する。第6行は吹送流を加えて漂流計算を行うか、加えずに漂流計算を行うかを指定する。第7行は、海洋情報システムの潮流調和定数は恒流値を持っているが、その恒流を加えて漂流計算を行うか、加えずに漂流計算を行うかを指定するものである。第8行は、分散係数を指定する。漂流物のランダムウォークは、乱数とこの分散係数の大きさにより計算される。なお、乱数発生プログラムは伏見(1989)を参考に作成した。第9行は1986年のプログラムで計算される吹送流の流速に乗じる倍率で、1.0とすれば1986年のプログラムと同じ大きさになる。第10行、

第11行は漂流物の海中部分に対する海上部分の断面積比と風圧係数を指定する。第12行は作図を行う時間間隔を時間(hour)の単位で指定する。第13行は、漂流物が揮発性の物体などの場合に、どの程度の時間で漂流物の量が半減するかを指定するものである。負数を入力すれば、漂流物の量の変化はない。第14行は、風圧流の方向をすべて一定の方向にするよりも、風データが16方位であることやデータの精度の点を考慮し、風向には誤差があると仮定して、風向に幅を持たせて計算をできるように指定するパラメータで、例えば、10と入力すると、ある時間の風データが北風であれば、漂流物の1/3ずつの風圧流の方向はそれぞれ170度方向、180度方向、190度方向の3方向になる。第15行は出力図に初期位置を×印で表示するかどうかを指定する。第16行については、0と入力すると漂流物のうち400個の位置を第12行で指定した時間間隔でファイルに出力する。

以上の風データとパラメータファイルが準備されれば、計算の実行は可能となる。計算は、まず漂流経路の計算を最後まで行った後に、出力時間間隔に作図を行う。出力図は、第1図に示すようなカラー表示となり、漂流物が存在する海域を白く表示し、漂着した陸部を赤く表示する。この図は、ppmフォーマットの画像ファイルとして、ハードディスクに記録される。そして、そのppm画像ファイルがK.Ehrenfried氏作成のプログラムppm2fliにより、flcフォーマットの動画ファイルとなる。

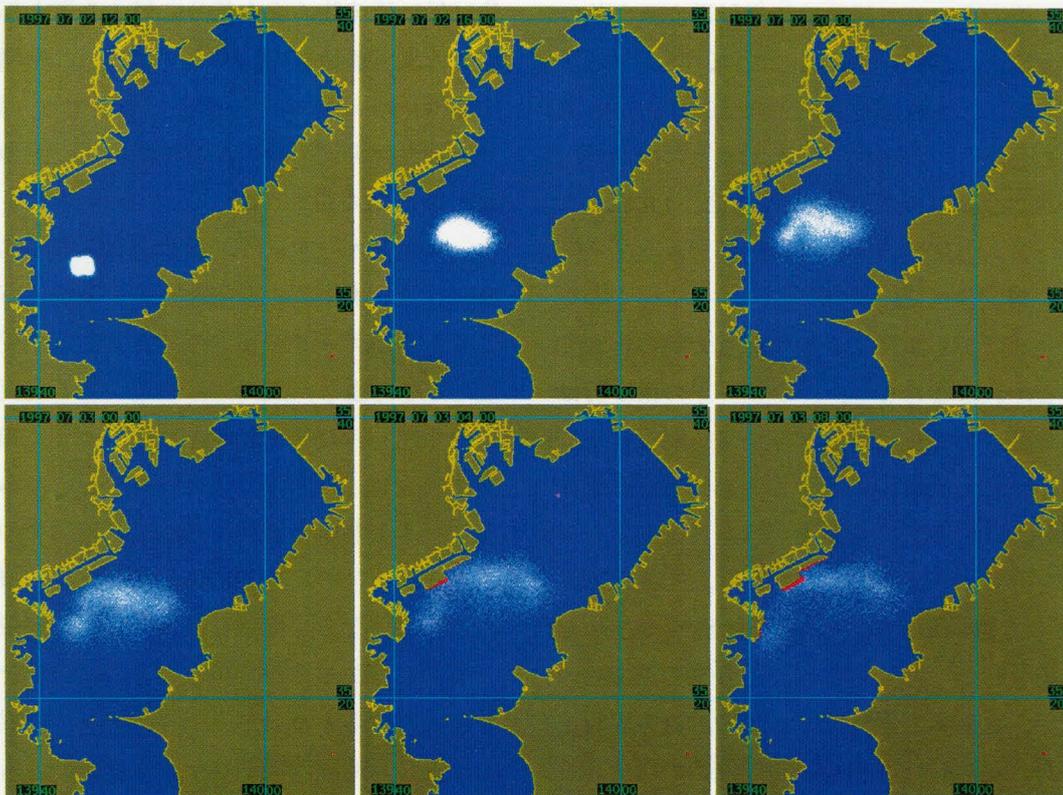
#### 4. 計算例

第1図は、1997年7月2日に発生したダイヤモンド・グレース号の原油流出事故を対象に計算を実施した例である。計算は7月2日11時から32時間の4万個の漂流計算を行い、1時間間隔で出力した図のうち、7月2日12時から4時間間隔で表示したものである。計算結果には、現実には7月3日の早朝に千葉県木更津沖約1kmまで油膜が接近したものが計算では現われないなどの相違点がある。

実行開始から動画ファイル作成終了まで、海洋研究室にあるEWS4800/320では5分強で計算できるので、事故発生時等の漂流計算の場合、風データの

第1表 パラメータファイル

第1行	199707021100	:	年月日時分
第2行	32	:	計算時間
第3行	4	:	漂流物の個数(1:10000個)
第4行	22.00 21.50 21.50 22.00	:	初期位置(緯度)
第5行	43.10 43.10 43.80 43.80	:	初期位置(経度)
第6行	1	:	1:潮流吹送流風圧流、2:吹送流なし
第7行	1	:	0:恒流あり、1:恒流なし
第8行	1.E6	:	分散係数
第9行	1.00	:	吹送流の係数
第10行	1.	:	断面積比(A/B)
第11行	0.030	:	風圧係数
第12行	1	:	出力時間間隔
第13行	-1	:	半減期(時間)
第14行	10	:	風向3分割
第15行	1	:	初期位置(0:初期位置表示、1:表示しない)
第16行	1	:	位置データ(0:出力、1:出力しない)



第1図 ダイヤモンド・グレース号原油流出事故を対象とした漂流計算例。1997年7月2日11時より漂流計算を実施。上左：7月2日12時，上中：7月2日16時，上右：7月2日20時，下左：7月3日0時，下中：7月3日4時，下右：7月3日8時。

入手とその入力迅速な対応への鍵を握るものとなる。

5. おわりに

日本海でのナホトカ号の事故，東京湾のダイヤモンド・グレース号の事故の立て続けに起こった大規模な油流出事故を契機に，水路部では漂流予測の高度化に取り組んでいる。ここで紹介した東京湾漂流計算プログラムはその高度化の一環として実施したものである。漂流計算の方法は基本的には従来通りであるので，詳しい内容については省略し，更新した部分の紹介にとどめた。

参 考 文 献

伏見正則：乱数，164p.，東京大学出版会（1989）  
 日本気象協会：港湾気象要覧・東京湾，180p.（1982）  
 日本水路協会：東京湾の流況及び漂流予測システム報告書，26p.（1986）  
 小田卷実・熊谷武：海洋情報システムにおける潮

流・潮汐予報，水路部技報，4，51-56（1986）