

# 搜索救助를 위한 漂流值 추정

朴 光 淳 <해양연구소 환경공학연구소>  
姜 始 桓  
姜 信 求 <한국해양대학>

## ■ 緒 論

해상 수색 및 구조에 관해 국제적으로는 IMO (International Maritime Organization)에서 해상수색 및 구조(Search and Rescue, SAR)에 관한 국제협약(SAR 1979)이 채택, 발효되어 인접 국가간 구난업무의 상호협력 및 범세계적 구조체제의 확립을 추진하고 있으며, 선진국의 경우 수색구조 시스템이 구축되어 해난으로 인한 인명 및 재산손실을 극소화하고 있다. 해상종사자가 직면하는 직업상 위험을 경감보장함으로써 해운 및 수산업의 간접적 진흥대책 및 기본적 복지대책 부여의 필요성에 따라 우리나라에서도 해상수색 및 구조체제의 확립이 요구된다.

해난사고 발생시 수색, 구조작업의 성공 여부는 조난목표물 위치의 정확한 예측에 달려있으므로, 수색구조 작업의 계획과 실행에 있어서 무엇보다도 중요한 것은 조난목표물의 위치를 신속하고 정확하게 평가하여 수색구역을 결정하는 것이다.

이러한 수색구역의 결정 방법은 IMCO(1980), 미연안경비대(U.S. Coast Guard 1986)등의 지침서에 기술되어 있고, 최근 전산기의 발달에 따라 수색과 구조를 위한 수치 표류치 모델들이 개발되고 있다.

본 보고에서는 CASP(Computer Aided Search Planning)모델에 사용되는 표류치 공식을 사용한 프로그램을 작성하여 외양 및 연근해에서의 해난사고 발생시 조난목표물의 위치를 추정하는 방법과 응용에 대해서 기술하였다. 이 방법은 해난·재해 예보 시스템 연구에서 실시간 모니터링시스템으로부터의 실시간 해양자료와 해양정보시스템에 축적된 해양환경자료와 연계하여 이용될 수 있을 것이다.

## ■ CASP(Computer Aided Search Planning)에 의한 표류치의 추정

CASP(Computer Aided Search Planning)에 의한 표류치의 추정은 National SAR Manual(U.S Coast

Guard 1986)에 근거를 두었으며, CASP에서 사용하는 Leeway information은 Table 1과 같다.

Table 1에서 Leeway Rate는 풍속과 Leeway speed에 의한 표류의 비율이며, Rate uncertainty는 실제 표류속도와 Base leeway rate간의 오차비율을 표시한 것이다.

「표」

Table 1. Current leeway information available in CASP

Type of Craft	Base Leeway Rate	Rate Uncertainty	Leeway Angle (degree)
Person in the water (zero leeway)	0.0	0.0	0.0
Light displacement vessel without drogue	0.07	0.33	35.0
Large cabin cruiser	0.05	0.33	60.0
Light displacement vessel with drogue	0.05	0.33	35.0
Medium displacement sailboat/fishing vessel	0.04	0.33	60.0
Heavy displacement deep draft sailing vessel	0.03	0.33	45.0
Surfboard	0.02	0.33	35.0

CASP는 Monte-Carlo Simulation으로서 표류물의 유형이 확인되면 기본변수들(시간, 위치, 유향 및 유속, 풍향 및 풍속, 풍압류)에 얼마간의 확률오차를 적용시켜 반복하여 표류위치를 추정한다. 매 반복시 풍향과 실제 표류방향의 사이각(leeway angle)은 최대각과 최소각의 사이를 균일 분포로 가정하여 무작위로 선택한다. 또한 풍압류 계산은 Base leeway rate에 Rate Uncertainty를 적용시켜 계산한다.

여기서는 미연안경비대의 CASP모델에 사용되는 Leeway공식을 채택하여 조난목표물의 위치를 추정할 수 있는 간단한 프로그램을 작성하였다. 그리고 IMOSAR(International Maritime Organization Search and Rescue Manual)의 Maximum 방식(IMCO, 1980)을 응용하여 표류치를 계산하여 목표물의 위치를 추정할 수 있도록 하였다.

본 프로그램의 입력변수는 다음과 같다.

1) 조난물체의 종류(Iship)

- 1: 소형선, 고무보트, 소형구명정
- 2: 중형범선, 어선
- 3: 심홀수 범선
- 4: 표류중인 사람
- 5: 뗏목
- 6: 심홀수 발라스트의 구명정

2) 조난위치(deg, min, sec)

최종적으로 보고된 위치의 좌표로서 위도와 경도

3) 해상환경 자료의 시간간격(dt)과 표류 시작후 예측시간(t)

4) 풍향(wd) 및 풍속(ws)

풍향은 정북(North)을 기준으로 하여 시계방향으로 360°로 구분(북쪽으로부터는 바람은 0°)하며, 풍속의 단위는 m/sec이다.

5) 유향(cd) 및 유속(cs)

유향은 정북을 기준으로 하여 시계방향으로 360°로 구분하며, 유속의 단위는 m/sec이다.

■ 수색구역 추정방법

조난물체의 종류가 정해지면 프로그램에 미리 저장된 풍압류 계산식(rate)과 이에 대한 확률오차(unc) 및 풍향과 표류방향과의 최대사이각(ang)이 결정되며, 다음의 식으로부터 주어진 시간(dt) 후의 표류추측 지역의 경계점들이 계산된다.

$$XPN = XPO + \{XCUR + (1 \pm unc) \times rate \times \sin(wd \pm ang)\} \times dt \quad (1)$$

$$YPN = YPO + \{YCUR + (1 \pm unc) \times rate \times \cos(wd \pm ang)\} \times dt \quad (2)$$

여기서, (XPN, YPN) : 새로운 추정위치

(XPO, YPO) : 이전의 추정위치

$$XCUR = cs \times \sin(cd)$$

$$YCUR = cs \times \cos(cd)$$

최대사이각(±ang) 및 확률오차(1±unc)를 각각

적용시켜 조난목표물의 최종확인 위치를 기점으로 하여 각각 계산하여 나가면 4개의 장소가 표시되는데, 수색지역은 이 4개의 추정점을 경계점으로 하는 4각형으로 결정한다.

## 정보의 이용

이 프로그램을 이용하고자 하는 사용자는 단말기를 이용하여 전화로 해양정보 시스템의 MicroVAX컴퓨터에 연결을 하면 다음과 같은 메시지가 표시되고, 이때 필요한 해양환경 자료를 입력하여 조난목표물의 표류추측위치를 얻을수 있다.

[표]

Iship	Case
1	Light displacement vessel (cabin cruiser), Rafts without canopies/ballast system Rafts with canopies and ballast buckets.
2	Medium displacement vessel (fishing boat, sail boat)
3	Heavy displacement vessel (deep draft sailing vessel)
4	Person in water
5	Surfboard
6	Rafts with canopies and deep draft ballast system

Enter your choice:

Enter Lat. of initial position (deg., min., sec.):

Enter Long. of initial position (deg., min., sec.):

Enter time interval and forecasting time in hour:

Enter wind speed (m/s) and direction (Northward is 0):

Enter current speed (cm/s) and direction (Northward is 0):

응용예로 다음과 같은 입력자료를 입력시켰을 때 출력결과는 Table 2와 같다.

- 조난선박의 유형(Iship) : 1
- 조난목표물의 최종확인 위치 : 35° 20' 30"N, 129° 50' 30" E
- 유향, 유속 : 50°, 40cm/sec
- 풍향, 풍속 : 130°, 12m/sec
- 해상환경 자료의 시간간격(dt)과 표류 시작후 예측시간

Table 2에는 조난목표물이 최종확인 위치로부터 12, 3, 4, 5시간 후의 표류위치가 매시간별로 각각 4개지점이 나타나 있다. 수색구역은 매시간마다의 4개의 추정점을 경계로 하는 4각형으로 결정되어 진다(Fig.1).

Table 2. Datum point in the example case

DATUM POINT				
Time	POINT 1	POINT 2	POINT 3	POINT 4
1.0	35°20'11"	35°21'09"	35°19'09"	35°21'03"
	129°51'37"	129°52'36"	129°51'57"	129°53'55"
2.0	35°19'53"	35°21'48"	35°17'48"	35°21'37"
	129°52'43"	129°54'42"	129°53'24"	129°57'20"
3.0	35°19'34"	35°22'27"	35°16'27"	35°22'10"
	129°53'50"	129°56'48"	129°54'52"	130°00'45"
4.0	35°19'15"	35°23'06"	35°15'05"	35°22'43"
	129°54'37"	129°58'54"	129°56'19"	130°04'10"
5.0	35°18'56"	35°23'45"	35°13'44"	35°23'16"
	129°56'04"	130°01'48"	129°57'46"	130°07'36"

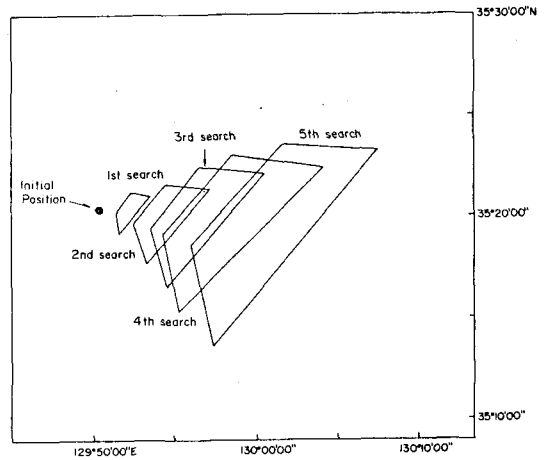


Fig. 1. Search areas computed by the SAR drift model

## 고찰

해난사고 발생시 조난목표물의 수색구조를 위한 표류치를 추정하는 데는 조난목표물의 표류에 영향을 미치는 바람, 해류, 조류, 취송류 등의 제반 해양환경요소에 대한 정확한 정보의 파악이 중요하다. 이러한 입력자료의 오차는 조난목표물의 추정점(Datum)추정에 큰 오차를 유발할 수 있다.

현재로서는 이러한 정보의 정확한 수집이 어렵고 수집방법 또한 한정되어 있다. 예로 미연안경비대에서는 해류, 조류 등에 의한 표류치 계산은 대개 해도상의 해류(수년간의 데이터를 기후별로 평균한 값)를 이용하는데 이는 실험결과 표류오차가 매우 큰 것으로 나타났고, 이러한 문제점을 극복하기 위

하여 최근 i)수색도중 관측된 몇개의 자료를 이용하여 해도상의 해류와 비교한 후 보정하여 사용하는 방법, ii)수색도중 수색지역 부근의 많은 장소에서 관측하여 current field를 구성하는 방법, iii)Ocean-circulation 예측 수치모델의 초기조건과 경계조건에 이용할 수 있는 충분한 자료들을 실제 관측하여 수치모델의 값을 이용하는 방법의 3가지 방법을 제시하고 있다.

한편 우리나라의 경우 해난·재해예방시스템연구에서 구축된 실시간모니터링 시스템으로부터의 실시간 해양자료와 해양정보 시스템내에 축적된 해양환경 자료(예를들면, 해상풍, 해·조류등의 추산 및 예측자료)와 연계하여 이용될 수 있을 것이다.

이 프로그램은 향후 Datum maker buoy나 무선부표를 이용한 현장에서의 실험을 통해 검증·보완되어야 할 것이며, 우리나라 연근해에 보다 적합한 SAR(Search and Rescue)수치모델 개선연구가 병행되어야 할 것으로 본다.

이 외에도 몇가지 SAR(Search and Rescue)모델이 사용되고 있으나, 현재 사용되고 있는 SAR모델은 전부가 풍속과 풍압류의 상관관계를 통계학적으로 찾아내어 그 실험식을 이용하여 표류지점을 예측한다고 해도 과언은 아니다. 이러한 방법은 실험이 수행된 지역적인 한계성과 표류물의 유형에 따른 한계성이 따르므로, 그 적용범위가 자연히 제한될 수 밖에 없고 수색구조에서의 성공확률도 적을 수 밖에 없다. 최근 컴퓨터 문화의 도래와 해양학, 기상학, 계측장비의 발달에 힘입어 보다 정확하고 일반적인 방법이 시도되고 있는데 이것은 Newton의 운동방정식에 기초를 두어 외력(Environmental loads)과 운동(Motion)간의 수학적 해를 컴퓨터를 이용하여 푸는 것이다. 이 방법은 외력, 표류물체의 형상, 표류상태 등에 대한 변화를 쉽게 알 수 있고 지역적 한계성도 없어 보다 안정되고 적용범위가 넓은 도구가 될 것이다.

## ■ 要 約

해난사고 발생시 수색구조 작업을 위해 CASP(Computer Aided Search Planning)모델에 사용되는 표류치 공식을 사용한 간단한 프로그램을 작성

하여 외양 및 연근해에서의 해난사고 발생시 조난 목표물의 위치를 추정하는 방법에 대해서 소개하였다. 조난목표물의 종류가 정해지고 필요한 해양환경요소들을 입력하면, 주어진 시간후의 표류추측 지역의 경계점들이 계산되는데, 수색지역은 이 4개의 추정점을 경계점으로 하는 4각형으로 결정된다. 이 프로그램은 해난·재해 예보시스템 연구에서 구축된 실시간모니터링 시스템으로부터의 실시간 해양자료와 해양정보 시스템내에 축적된 해양환경자료와 연계하여 이용될 수 있을 것이다.  $\Delta$

## 〈참 고 문 헌〉

- 강시환 등. 1987. 해난·재해 예보시스템 연구 (Ⅲ). 해양연구소 보고서. BSPG-00047-164-1.
- Chapline, W. E. 1960. Estimating the drift of distressed small craft. Coast Guard Alumni Association Bulletin 22(2), U.S. Coast Guard Academy, New London, CT.
- Hufford, G. L., and S. Brorida. 1974. Determination of small craft leeway. U. S. Coast Guard Research and Development Center Report No.39/74. December 1974.
- IMCO. 1979. International Conference on Maritime Search and Rescue 1979. London, England.
- IMCO. 1980. IMO Search and Rescue(IMOSAR) Manual. London, England.
- Nash, L and J.Willcox. 1985. Summer 1983 Leeway Drift Experiment. U.S. Coast Guard Report CG-D-35-85.
- Paskansky, D. F. 1986. Surface Current Real-Time Prediction for Search and Rescue. Proc. Offshore Technology Conference 1986, Paper OTC 5213.499-501.
- Scobie, R. W., and D. L. Thompson. 1979. Life-raft study, February 1978. U.S. Coast Guard Oceanographic Unit Technical Report 79-1, Washington, D.C.
- U.S. Coast Guard. 1986. National Search and Rescue Manual. COMDTINST M16120.5.