

해양사고 예보 시스템 개발(I): 해양사고 수량화 D/B 구축과 분석

임 정빈*

* 목포해양대학교 해상운송시스템학부

Development of Marine Casualty Forecasting System (I): Construction and Analysis of Marine Casualty Numerical D/B

Jeong-Bin Yim*

* Division of Maritime Transportation System, Mokpo Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

요약 : 이 논문은 대한민국 해양사고 예보 시스템 (K-MACFOS)을 개발하기 위한 해양사고 수량화 D/B (N-D/B) 구성과 분석에 관하여 기술하였다. K-MACFOS의 주목표는 일기예보와 같이 해양사고의 예측건수와 위험수준을 방송하기 위한 것이다. 해양사고 데이터는 1990년부터 2000년까지 11년간 위도 33°N~35°N와 경도 124°E~127°E의 대한민국 서남해안 일대에서 발생한 총 724건을 수집하였고, 14가지 수량화변환 척도를 이용하여 양적 데이터로 변환하였다. 커터 콘토-맵 가시화를 이용한 통계분석을 통하여 N-D/B의 유효성과 연구대상 해역의 사고특징을 검토하였다. 또한, 올바른 N-D/B 분석과 정확한 해양사고 건수 예측을 위한 최적 적용기간 선정 방법을 제안하였다.

핵심용어 : 선박사고, 대한민국 해양사고 예보 시스템, 수량화 D/B, 수량화 척도, 최적 적용기간

Abstract : The paper describes on the construction and analysis of marine casualty numerical D/B (N-D/B) to implement Korean MArine Casualty FOrecasting System (K-MACFOS). The main target of K-MACFOS is to broadcast the prediction number and risk level of marine casualties as like daily weather forecasting. The data relating to a total of 724 ship casualties in the west-southern sea area (33°N~35°N, 124°E~127°E) of Korean peninsula for 11 years (1990~2000) have been compiled and converted into quantitative data with 14 numeric conversion scales. Through the statistical analysis using contour-map visualization, the usability of N-D/B and the casualty features of the target sea areas are discussed. In addition, the optimum year-band selection method is also proposed to provide correct N-D/B analysis and precise prediction of the number of marine casualties.

Key words : Ship casualty, Korean Marine Casualty Forecasting System, Numerical D/B, Numeric conversion scale, Optimum year-band selection

1. 서 론

이 연구의 최종목적은 해양사고 예측건수와 위험수준을 일기예보처럼 방송할 수 있는 대한민국 해양사고 예보 시스템 (Korean MArine FOrecasting System : K-MACFOS) 구현에 있다. K-MACFOS는 해양사고의 수량화 D/B(Numerical D/B : N-D/B), 해양사고 예측모델, 통계결과 가시화 시스템 등으로 구성되어 있다. 이 논문에서는 N-D/B 구축에 관해서 기술한다.

N-D/B 구축을 위한 해양사고 자료는 대부분 평문으로 기술되어 있는 질적정보(qualitative information)이다. 통계기법을 적용하기 위해서는 양적정보(quantitative information)로 변환시킨 N-D/B가 필요하다(임, 2003), (임 등, 2003b).

현재 국내에는 이러한 N-D/B 개발이 전무하여 과학적인 해양사고 분석과 예측이 불가능한 실정이다. 한편, 해양수산부 중장기 발전계획에 N-D/B 구축계획이 포함되어 있으나, 실행 계획은 결정되어 있지 않은 실정이다(해양수산부, 2002b; 해양

수산부, 2002c). 또한, 해양수산부에서는 1970년대부터 해양사고의 침계·분석 결과를 통계백서(해양수산부, 2002a), (해양 안전심판원, 2003)로 발표하고 있는데, 단순한 막대 그래프에 통계결과를 표시하는 수준에 머물고 있어 통계 전문지식이 없는 사람도 쉽게 이해할 수 있는 가시화 기법개발도 필요하다.

국내 해양사고 D/B 구축과 관련된 연구는 '해상교통 D/B 구축을 위한 기본설계'(해양수산개발원, 1999)가 유일한 것으로 조사되었으나, 연구내용이 선박의 입·출항 및 항만이용 현황 등의 D/B 구축 방법론을 제시한 것으로서 해양사고 분석과는 관련성이 없는 것으로 평가되었다.

국외 해양사고 통계 및 가시화 기법에 관한 연구는, P. Tuovinen *et al*(1984)이 발틱해(Baltic Sea)에서 선박 해양사고에 통계학을 적용·분석한 것이 시초이다. 그 후, John D. Lee *et al*(1998), DNV(Det Norske Veritas, 1998), Keith Michel *et al*(1999), Bilal M. Ayyub *et al*(1999), USCG(1999) 등에서 해양사고관련 연구를 수행한 바 있으나, N-D/B 구축에 대해서는 언급되어 있지 않다. 한편, DNV 소속의 Havard

* 대표저자 : 임정빈(종신회원), jbyim@mmu.ac.kr, 061)240-7051

J. et al(2001)은 노르웨이의 오슬로 해협(Oslofjord)에서 해상 수송 위기평가방법을 보고한 바 있는데, 광범위한 지역을 셀(cell) 분할하여 해상수송의 위험정도를 가시화한 것으로 이 연구와 많은 부분에서 유사한 점을 보이고 있다.

이 논문에서는, 먼저 N-D/B 구축을 위한 변환척도(conversion scale) 개발과정과 N-D/B 구축내용을 기술하고, 구축한 N-D/B를 분석하여 연구대상지역의 해양사고 특징을 추출한 후, 그에 따른 N-D/B 유효성을 평가하였다. 그리고, 예측 모델을 개발할 때 고려해야 할 사항을 검토하였다.

2. 수량화 D/B 개발

2.1 D/B 개발범위

수량화 D/B(Numerical D/B : N-D/B) 개발대상 해역은 Fig.1에 나타낸 바와 같이 해양사고 다발지역인 목포를 중심으로 위도 33N~35N, 경도 124E~127E(제주도 연근해 포함)의 서남권 해역으로 한정하였다. 대한민국 전체 해역에 대한 N-D/B 구축은 그 양이 방대하기 때문에 향후 정부주도로 추진되어야 할 것으로 사료된다.

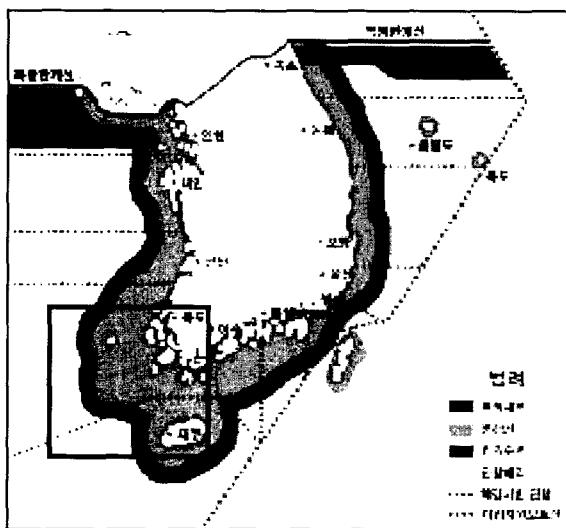


Fig. 1 Geographical location of target area

해양사고 자료는 주로 CD(Compact Disk)로 발간된 해난심판사례집(해양안전심판원, 2001)과, 책자로 발간되는 해난심판사례집(중앙해양안전심판원, 1994~2001)의 ‘목해심’ 사건 중에서, D/B 개발범위의 사건만을 발췌하였다.

N-D/B 개발 대상기간은 비교적 해양사고 통계자료가 체계적으로 정리되고 발표된 1990년부터 최근 2000년까지 11년간으로 정하였다. 그리고, 11년간의 기간 중에서 해양사고 분석과 예측에 적용할 최적기간 결정은 다시 평가하였는데, 이 내용에 대해서는 상세하게 후술한다. 2000년 이후의 최근 ‘목해심’ 자료는 이 연구개시일인 2002년 1월에는 보고되지 않은 상태여서 입수할 수 없었다.

2.2 변환척도 개발과 N-D/B 구축

수집한 자료를 토대로 수량화 D/B에 이용할 11년간 총 724건의 ‘목해심’ 재결 목록을 Appendix의 Table 1과 같이 작성하였다. 그리고, Appendix의 Table 2에 나타낸 바와 같이 ‘목해심’ 재결사건을 ‘년도’부터 ‘유속’까지 총 14개의 항목으로 분류하여 재구성한 후, Table 4와 Table 5의 변환척도를 이용하여 Table 3과 같은 수량화 목록을 작성하였다.

이러한 수량화 과정에서 대부분의 ‘목해심’ 재결서 내용에 유향과 유속에 대한 정보가 결여되어 있었으며, 풍향, 풍력, 파고 등의 경우에도 부분적으로 정보결여 상태를 나타냈다. 그래서 최종 N-D/B 구축에는 이러한 정보들에 대한 항목은 제외하였다. 해양안전심판원에서도 이러한 재결서 작성시의 문제점을 인식하여 향후 표준화된 재결서양식(나 등, 2003)을 개발할 예정이다. Appendix의 Table 4와 Table 5에 나타낸 변환척도는 질적 데이터(qualitative data)를 양적 데이터(quantitative data)로 변환하기 위하여 상선의 로그북(Log Book)에 기록되는 항목과 해양사고백서 등에 제시되고 있는 해양사고 분류기준을 따른 것이다.

Fig.2의 좌측그림에 N-D/B 개발과정을 나타냈고, 우측그림은 구축한 N-D/B의 유효성 평가과정을 나타내었다.

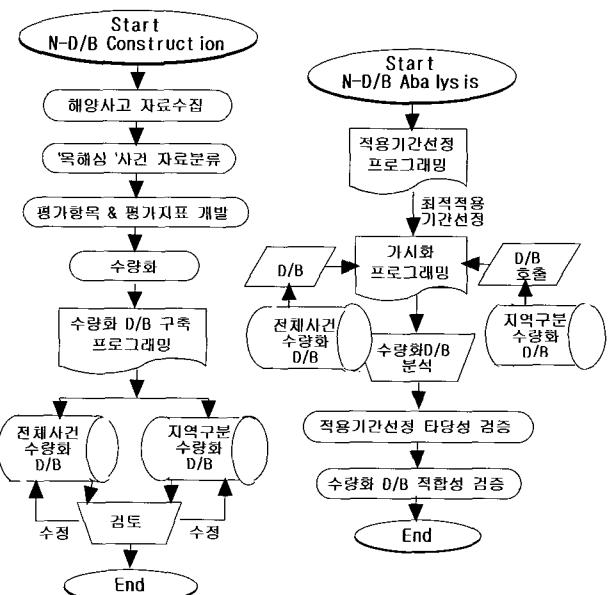


Fig. 2 Procedures of N-D/B construction and analysis

N-D/B는 MATLAB[®]을 이용하여 D/B 구축 프로그램을 작성한 후, Appendix Table 3의 수량화 목록을 기반으로 구축하였다. 구축한 N-D/B는 지역구분 없이 전체사건을 수량화한 것과, 지역별로 해양사고를 재분류한 것으로 구분하였다. 지역구분 N-D/B는 정밀한 해양사고 분석을 위하여 연구대상지역의 위도 33N~35N 사이를 10분 간격으로 분할하고, 경도 124E~127E 사이를 20분 간격으로 분할하여 108(9×12)개의 셀(cell)에 연도별, 월별 등으로 해양사고 데이터를 입력한 것이다.

3. N-D/B 분석

3.1 전체 해양사고 분석

Fig. 3은 개발한 N-D/B를 이용하여 연도별 전체 해양사고 건수를 나타낸 것으로, 기존 막대 그래프 방식과 달리 연구대상지역을 108개의 셀(위도12×경도9)로 세분한 후, 각 셀의 해양사고 발생 총 건수를 컬러 콘토-맵(contour-map) 방식으로 나타낸 것이다. x-축은 각 셀을 숫자 1부터 108까지로 나타낸 지역구분 숫자이고, y-축은 1990년부터 2000년까지의 연도를 나타내며, 사고건수는 컬러로 나타냈다. 사고건수를 나타내는 지표는 맵의 우측에 컬러 막대로 나타냈고, 적색에서 청색으로 이동할수록 사고건수가 작음을 나타낸다. 이 그림의 경우 적색은 약 4건 정도, 청색은 약 1건 정도의 총 사고건수를 의미한다.

여기서, 본 학회지 논문은 후백 인쇄되기 때문에 컬러가 나타나지 않는다. 컬러 결과는 임 등(2003a)이 보고한 '가상현실 모델링 기법을 적용한 해양안전사고 예보 시스템 개발'에 나타나 있다.

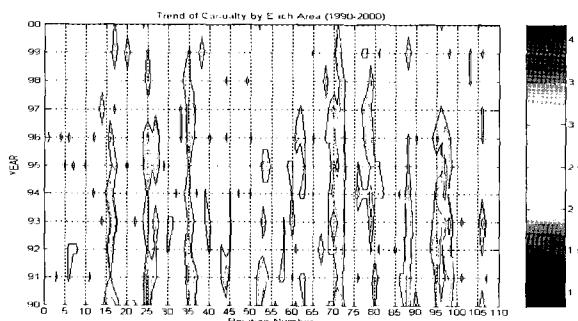


Fig. 3 Total number of casualties shown by each sell versus each year

Fig. 3에서, 전반적으로 1990~1996년까지 해양사고 건수가 일정하게 유지되는 경향을 나타내다가, 1996년 이후부터 급격히 감소하고 있다. 특히, x-축의 셀번호 15, 25, 35, 71, 80, 87, 97, 98, 105 등의 지역에서는 11년간 지속적으로 해양사고 다양특성을 나타내고 있는데, 이 지역은 목포, 완도, 제주도 등으로서 어로활동이 가장 활발한 곳이다.

여기서, 연구대상지역은 서남권 다도해 지역으로서 타 지역과 달리 어선척수가 가장 많고, 어업활동이 가장 활발하며, 기로는 어업이 활성화되어 있고, 해양관광 단지가 많은 관계로 어류 소비가 많다. 또한, 1996년 이후부터 정부의 어선감축 계획에 의해서 어선척수가 급감한 바 있다. 따라서, 이러한 지역적 해양활동 특성을 고려해 볼 때, N-D/B를 이용한 Fig. 3의 가시화결과가 유효함을 알 수 있다.

또한, Fig. 3에서 1990~1996년까지 해양사고가 일정하게 발생한 지역이 1996년 이후에도 지속적으로 발생하고 있다. 이러한 특징은 후술하는 최적기간선정 기법에 고려하였다.

3.2 시간관련 해양사고 분석

11년간 해양사고 건수를 1~12월까지 월별로 분류하여 컬러 콘토-맵으로 Fig. 4에 나타냈다. x-축은 월, y-축은 연도이며, 사고건수 표시방법은 Fig. 3과 같다.

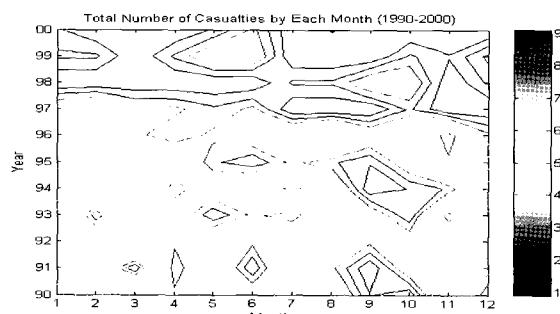


Fig. 4 Total number of casualties shown by each month versus each year

Fig. 4의 월별 사고발생 특징을 살펴보면, Fig. 3의 연도별 분석결과와 마찬가지로 1996년 이후부터 해양사고가 급격히 감소하고, 1990부터 1996년까지는 2, 3, 7, 8, 11월 등에서 현저하게 나타나고 1997년부터는 2, 6, 9, 10월 등으로 이동하는 독특한 특징을 보이고 있다. 이러한 이동현상은, 기상변화에 따른 어업자원의 지역이동에 기인한 것으로 추정할 수 있다.

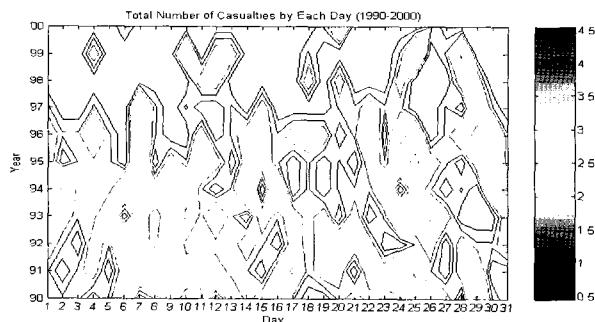


Fig. 5 Total number of casualties shown by each day versus each year

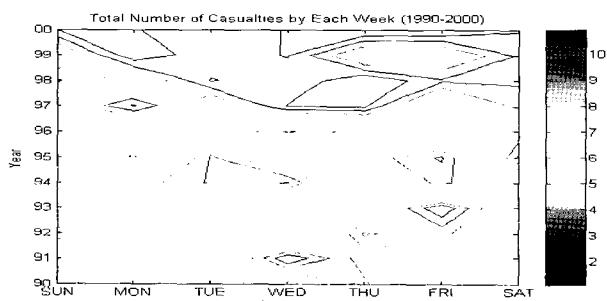


Fig. 6 Total number of casualties shown by each week versus each year

Fig. 5는 일별 분석결과이다. 7~9일, 25~26일 등에서 사고

건수가 많고, 연도증가에 따라 사고건수는 감소하고 있다. 특히 한 현상으로 연도가 증가할수록 23~31일에서의 사고발생이 31, 29, 28, 25일 등의 역 슬래쉬(\) 형태로 이동하고 있다.

Fig. 6은 일요일부터 토요일까지 주별로 분류하여 나타낸 것이다. 1990~1995년까지는 화~금요일에 고르게 사고가 발생하고 있으나, 1996년 이후부터는 사고건수가 급격히 감소하면서 목~금요일에 사고가 집중되는 경향을 나타내고 있다.

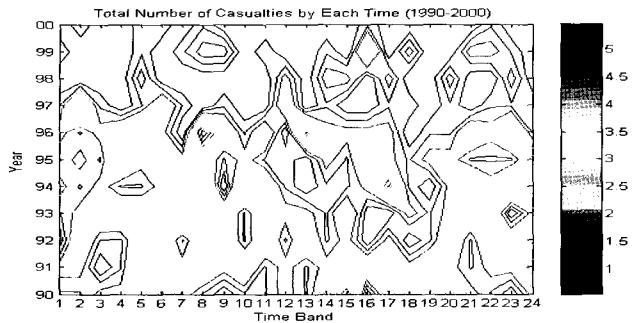


Fig. 7 Total number of casualties shown by each time band and each year

Fig. 7은 1시부터 24시까지 시간별로 분석한 결과이다. 연도 증가에 따라서 해양사고 발생 시간대가 이동함을 알 수 있다.

이러한 Fig. 4부터 Fig. 7까지의 결과는 연도에 따른 월별, 일별, 주별, 시간대별 등 시간관련 분석결과 들인데, 대부분 과거 11년간의 데이터 모두를 적용한 분석보다는 1996년부터 최근 5년간의 데이터를 적용하여 분석하는 것이 최근의 어업 환경 변화를 보다 적절하게 반영할 수 있음을 알 수 있다.

3.3 비시간관련 해양사고 분석

Fig. 8은 Appendix의 Table 4에 나타낸 변환척도 중에서 21가지의 사건종류를 분석한 결과로서, x-축에 21가지의 사고 종류를 숫자로 나타냈다. 집중적으로 1번사고(충돌)와 3번사고(좌초)등 특정사고가 전체 연도에 집중되어 있다. 연구대상 지역에 어업구역이 가장 많고, 선박 통항량이 많은 결과에 기인한 것으로 볼 수 있다. 그리고, 11년간의 데이터에서는 1, 3, 7, 9, 5번 순서로 사고건수가 감소하고 있으나, 5년간은 1, 3, 5, 7, 9번 순서로 사고건수가 감소하는 특징을 나타내고 있다.

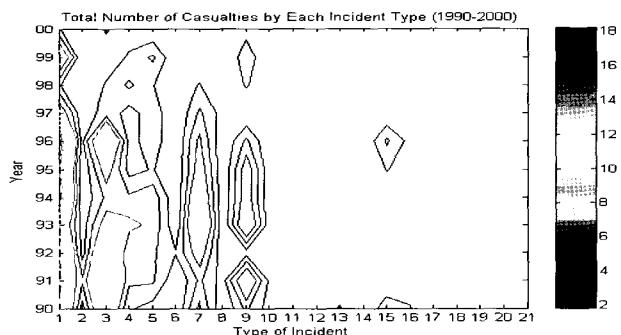


Fig. 8 Total number of casualties shown by each incident type versus each year

Fig. 9는 Appendix의 Table 5의 55종 사고대상선박에 대한 분석결과이다. x-축에 55종의 사고대상선박을 1부터 55까지의 숫자로 나타냈다. 7번(어선-어획물운반선)이 1990년부터 지속적으로 가장 강하게 나타나고, 다음으로 1번(여객선 단독), 25번(어선/어획물운반선-화물선), 50번(어선/어획물운반선-다른 어선/어획물운반선) 순으로 나타났다. 1번 사고의 경우 1996년에 마지막으로 나타났고, 25번은 1994년 이후에는 나타나지 않으며, 50번의 경우는 간헐적으로 나타나고 있다.

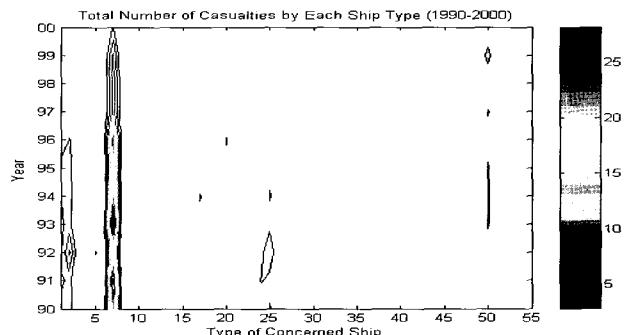


Fig. 9 Total number of casualties shown by each concerned ship type versus each year

결론적으로, Fig.3부터 Fig.9까지의 분석결과로부터 연구대상지역의 시대적 어업환경변화와 해상교통 환경변화 등을 감안할 때 구축한 N-D/B가 유용함을 알 수 있다. 그리고, 연구대상지역의 경우, 1996년부터 2000년까지 5년간의 데이터를 적용하여 해양사고를 분석하는 것이 타당함을 알 수 있다.

한편, 향후 해양사고 예측모델을 개발하는 경우를 고려할 때, 해양사고 분석과 마찬가지로 5년간의 데이터를 적용하는 것이 타당한지를 검토할 필요가 있다.

4. 최적적용기간 선정기법 개발

4.1 최적 적용기간 검토

Fig. 10은 N-D/B를 이용하여 11년간 연도별 연구대상지역에서 발생한 해양사고 총 건수에 대한 막대그래프이다. 적용기간에 따른 해양사고 예측결과를 검토하기 위하여, 1990~2000년의 11년간, 1991~2000년의 10년간, 1992~2000년의 9년간 등 9가지의 적용기간별 해양사고 총 건수에 하나의 예측 모델로서, 선형파라미터법(Linear-In-the-Parameter: LIP)을 적용하여 2001년 이후의 해양사고를 예측하였다. x-축은 연도, y-축은 사고건수이다. Fig. 10에서, 선행 분석한 Fig. 3와 마찬가지로 해양사고가 지수함수적으로 급감하고 있다. 이러한 지수함수적인 특징을 나타내는 통계결과의 예측에는 일반적으로 LIP 모델이 적용된다. LIP 모델의 유효성과 그 외의 모델들에 관해서는 후속 논문에 상세히 기술한다.

우선, Fig. 10의 LIP를 적용한 2001년 이후의 예측결과가 그림에 수직화살표로 나타낸 바와 같이 적용기간에 따라 현재

한 차이를 나타내고 있다. 한 예로, 3년간(1998~2000)의 단기간에 대한 예측결과(일점 쇄선)는 마이너스(-) 건수를 나타내는 오류를 범하고 있고, 11년간(1990~2000)의 장기간에 대한 예측결과(가장 위쪽의 실선)는 1990년부터 1996년까지 일정수준 유지된 해양사고 건수가 바이어스(bias)로 유입되어 과도한 예측결과를 나타내고 있다. 통계자료에 대한 예측과정에서 이러한 바이어스는 예측결과의 신뢰성을 저하시킨다.

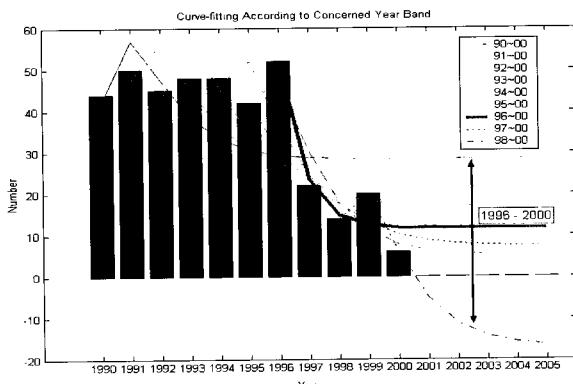


Fig. 10 Total number of marine casualties and LIP prediction results according to the concerned year band

4.2 최적 적용기간 선정 방법

이 연구에서는 y_1 년도부터 y_2 년도까지의 적용기간에 따른 해양사고 건수의 평균, 표준편차, 중간값 사이에 차가 가장 크게 나타나는 기간 $D_{y_1}^{y_2}$ 를 최적 적용기간으로 선정하는 방법(P. Tuovinen *et al*, 1984)을 이용하여 다음 수식(1)을 정리하였다.

$$D_{y_1}^{y_2} = \min [\overline{N_{year}}_{y_1}^{y_2} \sim \widehat{N_{year}}_{y_1}^{y_2} \sim \widetilde{N_{year}}_{y_1}^{y_2}] \quad (1)$$

여기서, $\overline{N_{year}}_{y_1}^{y_2}$ 는 y_1 년도부터 y_2 년도까지의 해양사고 건수 N_{year} 의 평균 값, $\widehat{N_{year}}_{y_1}^{y_2}$ 는 표준편차, $\widetilde{N_{year}}_{y_1}^{y_2}$ 는 중간값 등으로서 다음 식으로 계산된다.

$$\overline{N_{year}}_{y_1}^{y_2} = \frac{1}{y_2 - y_1 + 1} \sum_{i=y_1}^{y_2} N_{year(i)} \quad (2)$$

$$\widehat{N_{year}}_{y_1}^{y_2} = \left[\frac{1}{y_2 - y_1 + 1} \sum_{i=y_1}^{y_2} (N_{year(i)} - \overline{N_{year}}_{y_1}^{y_2})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

여기서, $N_{year(i)}$ 는 i 년도의 해양사고 건수, ($i = 1990, 1991, \dots, 2000$).

Fig. 11은 $y_2=2000$ 으로 고정하고 $y_1=1990 \sim 1999$ 로 변화시키면서 계산한 평균, 표준편차, 중간값을 나타내고, 위의 식(1)의 $D_{y_1}^{y_2}$ 계산결과 획득한 적용연도는 수직화살표로 나타났다. 그림에서, x-축은 적용기간을 나타내고, y-축은 계산 값이다.

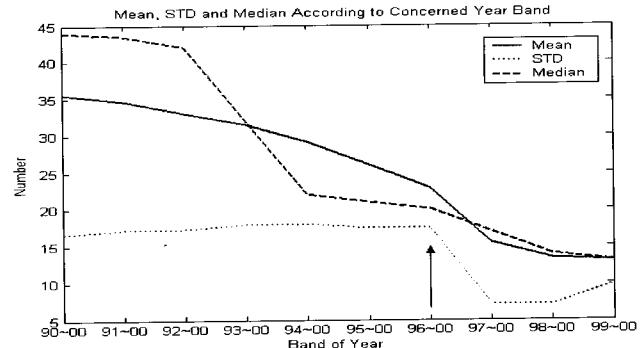


Fig. 11 $D_{y_1}^{y_2}$ through band of years

Fig. 11에서, 1996년부터 2000년까지의 기간을 적용한 $D_{y_1}^{y_2}$ 가 가장 작게 나타났다. 이 결과는 Fig.10의 예비검토 결과와 일치하는 것이고, 또한 앞의 N-D/B 분석결과들에서 언급한 내용과 일치하는 것이다. 따라서, 해양사고 예측모델 개발시에도 1996년부터 2000년까지의 5년간 데이터를 적용하는 것이 타당함을 알 수 있다.

5. 결 론

해양사고 예보 시스템(K-MACFOS) 개발을 위한 첫 번째 과정으로서, 해양사고 수량화 D/B 구축과 그 유효성 평가방법에 관해서 연구하였다. 연구결과 요약은 다음과 같다.

- (1) 평문으로 구성된 해양사고의 질적 데이터(qualitative data)를 양적 데이터(quantitative data)로 변환할 수 있는 평가지표들을 개발한 후, 목표를 중심으로 하는 연구대상지역의 해양사고 수량화 D/B를 구축하고, 그 유용성을 확인하였다.
- (2) 수량화 D/B 분석결과, 연구대상지역의 해양사고는 1996년을 기점으로 지수함수적으로 감소하며, 기간경과와 함께 해양사고 특징이 다양한 형태로 변하기 때문에 올바른 해양사고 분석을 위해서는 분석 적용기간 선정에 유의해야한다.
- (3) 정확한 해양사고 분석과 향후 해양사고 예측을 위한 모델 개발을 위하여 최적기간선정 방법을 제안하고 유효성을 평가하였다.

현재 해양안전심판원에서는 중·장기 발전계획으로 표준화된 재결서양식을 개발할 예정(나 등, 2003)이다. 본 연구는 이러한 재결서양식 개발에 유용한 자료로 사용될 수 있을 것으로 생각한다.

향후, 개발한 수량화 D/B를 토대로 해양사고 예측모델을 개발하여 해양사고 예보 시스템을 구축할 예정이다.

후 기

이 논문은 2002년도 해양수산부 해양한국발전 프로그램에 의하여 지원되었음. (MOMAF-2002-100-00000)

참 고 문 헌

- [1] 나송진, 김상수, 박진수, 정재용(2003), "해양사고 조사모델의 개발에 관한 연구," 한국항해항만학회 2003 춘계공동학술대회 논문집, 제27권, 제1호, pp.42-50
- [2] 임정빈(2003a), 가상현실 모델링 기법을 적용한 해양안전사고 예보 시스템 개발, 2003년도 해양한국발전프로그램(KSGP) 연구개발사업 연구보고서
- [3] 임정빈, 허용범, 김창경(2003b), "해양사고 예보시스템 개발(I) : 해양사고 수량화 D/B 구축," 한국항해항만학회 2003 춘계공동학술대회논문집, 제27권, 제1호, pp.51-57
- [4] 중앙해난심판원(1994), 1994년 해난심판사례집(1993.1-12)
- [5] 중앙해난심판원(1995), 1995년 해난심판사례집(1994.1-12)
- [6] 중앙해난심판원(1996), 1996년 해난심판사례집(1995.1-12)
- [7] 중앙해난심판원(1997), 1997년 해난심판사례집(1996.1-12)
- [8] 중앙해난심판원(1998), 1998년 해난심판사례집(1997.1-12)
- [9] 중앙해양심판원(1998), 1999년 해난심판사례집(1998.1-12)
- [10] 중앙해양심판원(1999), 2000년 해난심판사례집(1999.1-12)
- [11] 중앙해양심판원(2000), 2001년 해난심판사례집(2000.1-12)
- [12] 한국해양수산개발원(1999), 해상교통D/B구축을 위한 기본설계
- [13] 해양수산부(2002a), 해양사고 분석 및 평가, 해양수산부 정책자료
- [14] 해양안전심판원(2003), 2002년 해양사고 발생건수
- [15] 해양수산부(2002), 해양안전 중장기 발전계획(안)
- [16] 해양수산부(2002), "사이버 해양강국 실현을 위한" 해양수산정보화촉진기본계획(안) (2002-2006)
- [17] 해양안전심판원(2001), 해양안전심판 검색프로그램(CD)
- [18] Bilal M. Ayyub and William J. Bender (1999), Assessment of the Construction Feasibility of the Mobile Offshore Base-Part I -Risk-Informed Assessment Methodology, Technical Report No.CTSM-98-RBA-MOB-1
- [19] Det Norske Veritas (1998), Statement of Capability Safety Assessments for Offshore Facilities
- [20] Havard J. Thevik, Eirik Sorgard, and Tim Fowler (2001), A Method for Assessing the Risk of Sea Transportation: Numerical Examples for the Oslofjord, Det Norske Veritas (DNV)
- [21] John D. Lee and Kim J. Vicente (1998), Safety Concerns at Ontario Hydro: The Need for Safety Management Through Incident Analysis and Safety Assessment, HESSD 1998, pp.17-26
- [22] Keith Michel and Thomas S. Winslow (1999), "Cargo Ship Bunker Tankers: Designing to Mitigate Oil Spillage," SNAME Joint California Sections Meeting, pp.1-11
- [23] P. Tuovinen, V. Kostilainen and Hamalainen (1984), Studies on the Ship Casualties in the Baltic Sea 1979-1981, Baltic Sea Environment Processing, No.11
- [24] U.S. Department of Transportation, United States Coast Guard(1999), "OPERATIONAL RISK MANAGEMENT," COMDTINST 3500.3

원고접수일 : 2003년 5월 26일

원고체택일 : 2003년 7월 29일

임정빈

Appendix

Table 1 List of Mokpo KMST decision letters

사건번호	사건제목	년도	재결번호	사건종류	선박종류
1	어선 제 69문성호 좌초사건	1989	1990-001	좌초사건	어선
2	유조선 제 1서진호 좌초사건	1989	1990-002	좌초사건	유조선
3	예선 제 21 홍화호 침몰사건	1989	1990-003	침몰사건	예선
.
724	어선 351 금강호 기관손상사건	2000	2000-78	기관손상	어선

Table 2 Classification result of the Table 1

연번	년도	월	일	시간 (시:분)	사건 종류	대상 선박	사고원인	사고장소 (위도/경도)	시정	풍향 (방위)	풍력 (knot)	파고 (m)	유향 (방위)	유속 (knot)
1	1995	10	30	09:15	침몰	어선	노후된 소형어선이 폭풍주의보가 발효된 가운데 무리하게 항해를 김행함으로써 사고 발생. 사고 발생시 신속대응 못함	33-35-45N 126-37-30E	폭풍주 의보 발효중	서~ 북서	14~18	3~4	-	-
2	1994	10	24	12:00	전복	무등록 어선	소형어선이 악천후속에서 무리하게 어망 설치작업 하던 중 복원력상실	34-35-25N 127-51-40E	폭풍주 의보 발효중	북동~ 남동	14~18	3~4	-	-
.
724	2000	8	20	21:15	좌초	어선	주기관의 점검 정비를 소홀히 함	33-13-30N 126-29-12E	흐리고 비	남서	9~13	2~3	-	-

Table 3 Numerical conversion result of the Table 2

연번	년도	월	일	요일	시간	사건종류	대상선박	위도	경도	사고장소		시정	풍향	풍속	파고
										위도	경도				
1	6	3	23	2	10	7	7	3336N	12638E	4	8	2	14	4	6
2	4	8	1	4	11	4	7	3437N	12550E	11	6	3	15	4	-
3	2	2	14	5	17	3	1	3423N	12519E	4	2	-	-	-	1
.
439	11	8	20	7	21	3	7	3314N	12629E	2	5	4	11	3	-

해양사고 예보 시스템 개발(I): 해양사고 수량화 D/B 구축과 분석

Table 4 Conversion scales

척도	년도	월	일	요일	시간	사건종류	위도 범위	경도 범위	시정 (Mile)	풍향			풍속		파고 (m)
										16방위	영문기호	방위(도)	Knot	m/sec	
0		-	-	-	-	-	-	-	< 1	무풍/ 정조	-	-	< 1	< 0.2	0.0
1	1990	1	1	일	0~1	충돌	33 00 00N~33 09 99N	124 00 00E~124 19 99E	1~2	북	N	000.0	1~3	0.3~1.5	0.0~0.1
2	1991	2	2	월	1~2	접촉	33 10 00N~33 19 99N	124 20 00E~124 39 00E	2~3	북북동	NNE	022.5	4~6	1.6~3.3	0.1~0.3
3	1992	3	3	화	2~3	좌초	33 20 00N~33 29 99N	124 40 00E~124 59 99E	3~4	북동	NE	045.0	7~10	3.4~5.4	0.3~1.0
4	1993	4	4	수	3~4	전복	33 30 00N~33 39 99N	125 00 00E~125 19 99E	4~5	동북동	ENE	067.5	11~16	5.5~7.9	1.0~1.5
5	1994	5	5	목	4~5	화재	33 40 00N~33 49 99N	125 20 00E~125 39 99E	5~6	동	E	090.0	17~21	8.0~10.7	1.5~2.5
6	1995	6	6	금	5~6	폭발	33 50 00N~33 59 99N	125 40 00E~125 59 99E	6~7	동남동	ESE	112.5	22~27	10.8~13.8	2.5~4.0
7	1996	7	7	토	6~7	침몰	34 00 00N~34 09 99N	126 00 00E~126 19 99E	7~8	남동	SE	135.0	28~33	13.9~17.1	4.0~5.5
8	1997	8	8		7~8	행방불명	34 10 00N~34 19 99N	126 20 00E~126 39 99E	8~9	남남동	SSE	157.5	34~40	17.2~20.7	5.5~7.5
9	1998	9	9		8~9	기관손상	34 20 00N~34 29 99N	126 40 00E~127 00 00E	9~10	남	S	180.0	41~47	20.8~24.4	7.5~10.0
10	1999	10	10		9~10	추진기손상	34 30 00N~34 39 99N		10~11	남남서	SSW	202.5	48~55	24.5~28.5	10.0~12.5
11	2000	11	11		10~11	키손상	34 40 00N~34 49 99N		11~12	남서	SW	225.0	56~63	28.5~32.6	12.5~16.0
12		12	12		11~12	속구손상	34 50 00N~35 00 00N		12 >	서남서	WSW	247.5	63 >	32.0 >	16.0 >
13		13			12~13	조난				서	W	270.0			
14		14			13~14	손망				서북서	WNW	292.5			
15		15			14~15	사망				북서	NW	315.0			
16		16			15~16	실종				북북서	NNW	337.5			
17		17			16~17	사상									
18		18			17~18	부상									
19		19			18~19	안전저해									
20		20			19~20	운항저해									
21		21			20~21	기타									
22		22			21~22										
..
31		31													

Table 5 Conversion scales for related ships

대상선박		-	여객선	화물선	컨테이너선	모래채취선	탱커	예인선 /부선	어선/ 어획물 운반선	군함 /해경정	기선/범선
		번호	-	1	2	3	4	5	6	7	8
		척도	연번								9
여객선	1	1/1	11/11								
화물선	2	2/2	12/12	22/20							
컨테이너선	3	3/3	13/13	23/21	33/28						
모래채취선	4	4/4	14/14	24/22	34/29	44/35					
탱커	5	5/5	15/15	25/23	35/30	45/36	55/41				
예인선/부선	6	6/6	16/16	26/24	36/31	46/37	56/42	66/46			
어선/어획물운반선	7	7/7	17/17	27/25	37/32	47/38	57/43	67/47	77/50		
군함/해경정	8	8/8	18/18	28/26	38/33	48/39	58/44	68/48	78/51	88/53	
기선/범선	9	9/9	19/19	29/27	39/34	49/40	59/45	69/49	79/52	89/54	99/55
기타	10	10/10									