

해양사고 예보 시스템 개발(I): 해양사고 수량화 D/B 구축

임정빈* · 허용범** · 김창경***

*목포해양대학교 해상운송시스템학부, **중앙해양안전심판원, ***목포해양대학교 대학원 박사과정

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

Jeong-Bin Yim* · Yong-Bum Heo**, Chang-Kyung Kim***

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

**Judgement Department, Korea Maritime Safety Tribunal, Seoul 120-715, Korea

***Graduate School of Mokpo Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

ABSTRACT : *Marine Casualty Forecasting System (MCFS) is to broadcast the prediction number and risk level of marine casualties as like daily weather forecasting. The MCFS consists of marine casualty numerical D/B, prediction model and, three-dimensional statistics visualization system. The implementation procedure for the numerical D/B is described in the paper. The data relating to a total of 724 ship casualties in the west-southern sea area (latitude 33°N~35°N and longitude 124°E~127°E) of Korean peninsula for 11 years (1990~2000) have been compiled. The analysis method of numerical D/B is proposed and discussed its usability.*

KEY WORDS : ship casualty, marine casualty forecasting system (MCFS), numerical D/B, analysis method, statistical analysis

요 약 : 해양사고 예보 시스템(MCFS)은 해양사고의 예측건수와 위험수준을 일기예보와 같이 방송하기 위한 것이다. MCFS는 해양사고 수량화 D/B, 예측 모델, 3차원 통계 시스템 등으로 구성되어 있다. 이 논문에서는 수량화 D/B의 구현 절차를 기술했다. 해양사고 데이터는 1990년부터 2000년까지 11년간 위도33°N~35°N와 경도124°E~127°E의 대한민국 서남해안 일대에서 발생한 총 724건을 수집하였다. 수량화 D/B의 분석방법을 제안하고 그 유효성을 검토하였다.

핵심용어 : 선박사고, 해양사고 예보 시스템 (MCFS), 수량화 D/B, 분석방법, 통계분석

1. 서 론

이 연구의 최종 목적은 일기예보처럼 해양사고 예측건수와 위험수준을 방송하기 위한 예보 시스템 개발에 있다. 이러한 예보 시스템을 개발하기 위해서는 해양사고에 대한 통계처리가 필요하다. 그러나 대부분의 해양사고 자료는 평문의 질적정보 (qualitative information)이기 때문에 양적정보(quantitative information)로 수량화시킨 D/B (Numerical Data Base)가 우선하여 필요하다(임, 2003).

현재 국내에서 해양사고 발생가능 정도를 예측하여 미리 해

양사고 발생가능 지점이나 선박에 대해서 사전조치를 강구하기 위한 연구는 전무하다. 근본 원인은 해양사고의 과학적 분석에 필요한 수량화 D/B 구축이 전무한 것에 기인한다.

정부에서는 1970년대부터 해양사고를 집계 분석하여 그 결과를 통계백서(해양수산부, 2002a; 해양안전심판원, 2003)로 발표하고 있다. 이러한 통계백서에는, 단순한 가감산에 의한 통계 결과를 막대 그래프나 지도에 단순 표시하는 수준에 머물고 있다. 또한, 일부 통계결과는 지역구분 없이 과거 몇 년간의 기간별, 월별, 사고종류별 등으로 단순 구분되어 있기 때문에 과학적 분석에는 적용할 수 없는 실정이다. 따라서, 정부에서도 이러한 문제점을 해결하기 위하여 '사이버 해양강국 실현을 위한 중장기 발전계획서'(해양수산부, 2002b), '해양안전 중장기 발전 계획(안)'(해양수산부, 2002c) 등에 해양사고 통계기법 개발을

* 종신회원, jbyim@mmu.ac.kr 061)240 7051

** 정회원, pl Louise@chol.com 02)3148 6239

*** 정회원, chang_kyung_kim@hotmail.com 017)681 4261

위한 중·장기 계획을 수립하고 있는 설정이다.

국내 해양사고 관련 D/B 개발 연구는 '해상교통 D/B 구축을 위한 기본설계'(해양수산개발원, 1999)가 유일한 것으로 조사되었으나, 주요 내용이 선박의 입·출항 및 항만 이용 현황 등을 D/B로 구축하기 위한 방법론일 뿐이어서 과학적 분석 및 예측에는 사용할 수 없는 것으로 평가되었다.

국외 해양사고 통계 및 가시화 기법에 관한 연구는, P. Tuovinen *et al*(1984)이 발틱해(Baltic Sea)에서 선박의 해양사고에 통계학을 적용하여 분석한 것이 시초라 할 수 있다. 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, 해양사고 D/B 구축 연구는 보고된 바 없다. 한편, DNV 소속의 Havarid J. *et al*(2001)은 노르웨이의 오슬로해협(Oslofjord)에서 해상수송 위기 평가방법을 개발하여 구체적인 수치로 제시한 바 있는데, 광범위한 지역을 셀별로 분할하여 해상수송의 위험 정도를 수치화한 것으로 이 연구와 많은 부분에서 유사한 점을 보이고 있다.

이와 같이 해외에서는 다양한 해양사고 분석 및 예측관련 연구를 수행하고 있으나, 국내는 전무한 설정이다. 이 연구에서는 그 동안 국외에서 보고된 연구들을 참고하여 본 연구대상지역에 적합한 수량화 D/B를 개발하였다.

2. 수량화 D/B 개발

2.1 D/B 개발범위

D/B 개발 대상해역은 해양사고 다발지역인 목포를 중심으로 하는 위도 33N~35N, 경도 124E~127E까지(제주도 연근해 포함)의 서남권 해역으로 한정하였다. 대한민국 EEZ를 포함하는 전체 해역은 그 양이 방대하기 때문에 향후 개발할 예정이다. Fig.1에 수량화 D/B 개발 범위를 지도에 나타냈다.

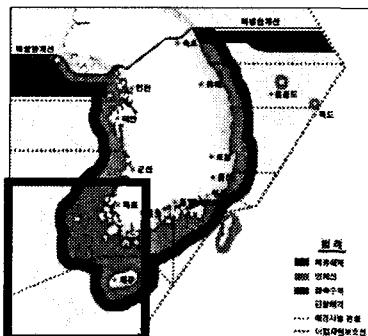


Fig.1 Target area of numerical D/B construction

2.2 자료 수집 및 수량화 D/B 구축

해양사고 자료는 주로 CD(Compact Disk)로 발간된 해난심판사례집(해양안전심판원, 2001)과, 책자로 매년 발간되는 해난

심판사례집(중앙해양안전심판원, 1994~2001)의 '목해심' 사건에서 발췌하였다. 발췌한 자료는 이 연구대상 지역 범위에서 발생한 사건만을 발췌하여 수량화 D/B를 구축하였다. 그리고, 2001년과 2002년 자료는 연구개시일인 2002년 2월에 확보할 수 없었기 때문에 수집한 자료는 1990~2000년까지 11년간이다.

먼저 수량화 D/B에 이용할 1990년부터 2000년까지 총 724건의 '목해심' 재결목록 일부를 나타냈다. Appendix의 Table 1에 '목해심' 재결목록 일부를 나타낸다. Appendix의 Table 2는 724건의 '목해심' 재결사건을 '년도'부터 '유속'까지 총 14개의 항목으로 분류한 결과 중 일부를 나타낸다. Table 2를 보면, 유향과 유속에 대한 정보가 없으며, 풍향, 풍력, 파고 등의 경우에도 부분적으로 정보결여 상태를 나타내고 있다. 정보결여 자료는 통계의 신뢰성 저하를 초래하기 때문에 사건분류 항목에서 제외하였다. 향후 해양안전심판원에서 재결서 작성시 보다 과학적인 기법을 개발하여 자료를 기록해야 할 것으로 사료된다.

Appendix의 Table 3은 결격자료를 제외한 통 439건의 사건분류 결과를 숫자로 변환한 사건분류 수량화 결과의 일부를 나타낸다. 각 항목에 대해서 숫자를 부여한 수량화 척도(scale)는 Table 4부터 Table 15에 나타냈다.

Appendix의 Table 16은 '년도'부터 '사고장소'까지 총 11가지 항목으로 구성한 해양사고 수량화 D/B 목록의 일부이다. Table 3의 439건 수량화 데이터 중에서 연구 대상지역에 대한 데이터만 수량화한 결과, 392건으로 축소되었다. 최종 구축한 수량화 D/B는, 전체사건 수량화 D/B와 지역구분 수량화 D/B 등 두 가지 D/B로 구분하여 PC에 저장한 후, 각 통계분석 목적에 따라 이용하였다.

전체사건 수량화 D/B는 지역구분 없이 연구대상지역 전체의 연도별, 월별, 일별, 주별, 시간별, 시간별, 대상선박별 등으로 세분하여 구축한 D/B이다. 지역구분 수량화 D/B는 정밀한 해양사고 분석을 위하여 연구대상지역의 위도 33N~35N 사이를 10분 간격으로 분할하고, 경도 124E~127E 사이를 20분 간격으로 분할하여 9×12(총 108)의 셀(cell)에 연도별, 월별, 일별, 주별, 시간별, 선박별 등으로 구분한 것이다.

이와 같은 D/B 분류작업과 분석 프로그램은 모두 MATLAB 6.1(Mathwork, 200a: Mathwork, 200b)를 이용하여 작성한 후, 자동으로 저장하였다.

3. 수량화 D/B 분석

3.1 분석적용기간 설정방법

Fig.2는 개발한 수량화 D/B를 이용하여 11년간 연구대상지역에서 발생한 해양사고 총 건수에 대한 막대그래프이다. 그리고, 분석적용기간에 따른 해양사고 통계결과의 변동양상을 검토하기 위하여 11년간, 10년간, 9년간 등 각 기간별 해양사고 건수에 선형파리미터법(Linear-In-the-Parameter: LIP)을 적용하여 2001~2005년의 해양사고 예측결과를 함께 나타냈다.

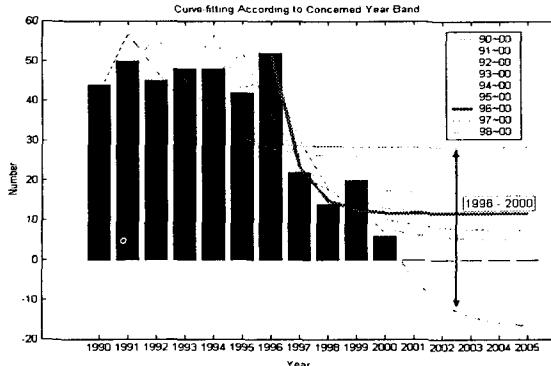


Fig.2 Number of marine casualties during 11 years and LIP prediction according to concerned year band

Fig.2에서, 연구대상지역의 해양사고 건수가 1996년을 기점으로 지수함수적으로 급격히 감소하고 있다. 이러한 이유는 최근 정부의 적극적인 해양사고 방지노력과 어선감축 시행에 따른 결과로 보여진다. 2001년 이후의 예측결과에 상당한 차이를 보이고 있는데, 특히 3년간(1998~2000)의 단기자료를 이용하여 예측한 결과는マイ너스(-) 예측건수를 나타내는 오류를 범하고 있고, 11년간(1990~2000)의 장기자료의 경우는 반대로 과도한 예측건수를 나타내고 있다. 이러한 원인은 1990년부터 1996년까지 일정하게 높게 유지된 해양사고 건수가 전체 예측결과에 바이어스(bias)로 유입된 것으로 해석할 수 있다. 이러한 바이어스는 예측결과의 신뢰성 저하 원인이 되기 때문에 최적 데이터 적용기간의 결정은 해양사고 분석에 중요함을 알 수 있다.

이 연구에서는 적용기간에 따른 데이터의 평균, 표준편차, 중간값 사이에 차가 가장 크게 나타나는 기간을 최적 데이터 적용기간으로 선정하는 방법(P. Tuovinen *et al*, 1984)을 다음과 같이 수식으로 개발하여 이용하였다. 연도 $y_1 \sim y_2$ 사이의 평균, 표준편차, 중간값 사이의 차는 다음 식(1)으로 계산한다.

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

위의 식(1)의 $\overline{N_{year}}_{y_1}^{y_2}$ 은 다음 식(2)로 나타나는 $y_1 \sim y_2$ 사이의 평균을 나타내고,

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

$\widehat{N_{year}}_{y_1}^{y_2}$ 은 다음 식(3)로 기술되는 $y_1 \sim y_2$ 사이의 표준편차를 나타내며,

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

$\overline{N_{year}}_{y_1}^{y_2}$ 는 $y_1 \sim y_2$ 사이의 중간값을 나타내고, $N_{year}^{y_2}_{y_1}$ 는 y_1 부터 y_2 까지의 해양사고 데이터를 의미한다.

Fig.3는 위의 식(1)에서, $y_1=1990 \sim 1999$ 로 변화시키고, $y_2=2000$ 으로 고정했을 때의 $D_{y_1}^{y_2}$ 이다. x-축은 적용기간을 나타내고, y-축은 계산 값이다.

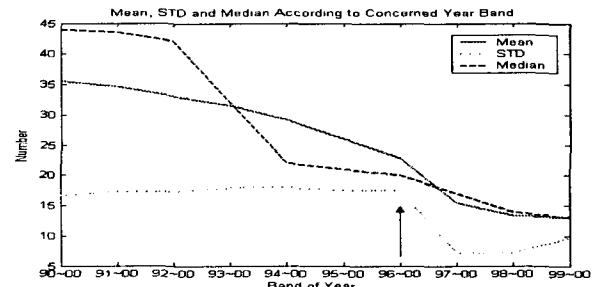


Fig.3 $D_{y_1}^{y_2}$ with varying band of years

Fig.3에서, 화살표로 나타낸 5년간(1996~2000) 데이터를 적용한 $D_{y_1}^{y_2}$ 가 가장 크게 나타났다. 이 결과는 Fig.2에 나타낸 바와 같이, 1996년부터 해양사고가 지수함수적인 감소추세를 나타내는 것과, 5년간 데이터에 대한 LIP 예측결과 역시 지수함수적인 특징을 나타내고 있는 것이 일치하기 때문에 우선 5년간의 데이터를 적용하는 것이 타당하게 보여진다.

Fig.3의 결과를 검증하기 위하여 Fig.4에 연도별 전체 해양사고건수를 연구대상지역별로 구분하여 컬러 콘토-맵(colour contour-map)으로 나타냈다. x-축은 연구대상 지역을 총 108셀(위도12×경도9)로 구분한 후 각 셀을 숫자 1부터 108까지로 나타낸 지역구분 숫자이다. y-축은 1990~2000년까지 연도를 나타내고, 사고건수는 컬러로 나타냈다. 적색이 가장 사고건수가 많음을 나타내고, 청색으로 이동할수록 사고건수가 작음을 나타낸다. 사고건수를 나타내는 지표는 맵의 우측에 컬러 막대로 나타냈다.

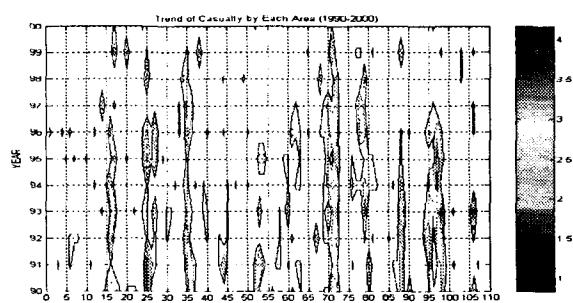


Fig.4 Total number of casualties shown by each sell versus each year

Fig.4에서, x-축의 셀번호 15, 25, 35, 71, 80, 87, 97, 98, 105

등의 지역에서는 1990~2000년까지 지속적으로 해양사고가 다발로 발생하는 특징을 나타내고 있다. 전반적으로 1990~1996년까지 일정하게 유지되는 경향을 나타내다가 1996년 이후부터 급격히 감소하는데, 1990~1996년까지 해양사고가 일정하게 발생하는 지역이 1996~2000년에도 지속적으로 발생하고 있다. 이러한 특징을 고려할 때, 5년간(1996~2000) 데이터를 적용하더라도 통계적으로 유의한 예측이 가능할 것임을 확인할 수 있고, Fig.3의 결과가 타당함을 알 수 있다.

3.2 분석결과

Fig.5(a)는 11년간 해양사고 데이터를 1~12월까지 월별로 분류하여 나타낸 것으로, 11년간(1990~2000), 6년간(1995~2000), 3년간(1998~2000) 각각의 평균을 적색, 녹색, 검은색으로 나타냈다. 적용기간에 따라 바이어스에 의해서 평균값 변동이 크며, 이러한 경우 Fig.3에 나타낸 바와 같이 부정확한 예측을 초래하게 된다. Fig.5(b)는 5년간(1996~2000) 데이터에 대한 결과로서, 11년간의 경우보다 월별 해양사고 발생특징을 현저하게 나타내고 있음을 알 수 있다.

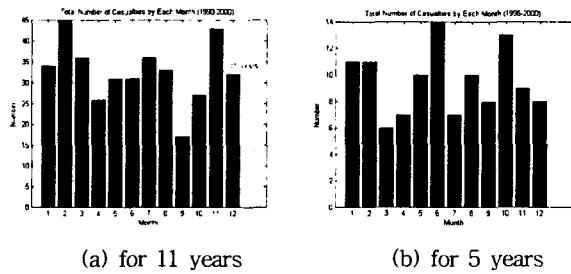


Fig.5 Total number of casualties by each month

보다 정확한 분석을 위하여 각 월별 해양사고건수를 연도별로 분할하여 콘토-맵으로 Fig.6에 나타냈다. 이러한 가시화 방법을 이용하면 연도별-월별 해양사고 의존성을 쉽게 알 수 있다.

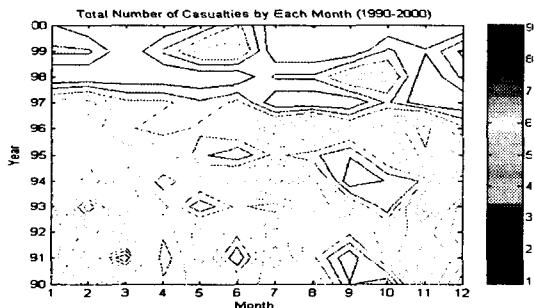
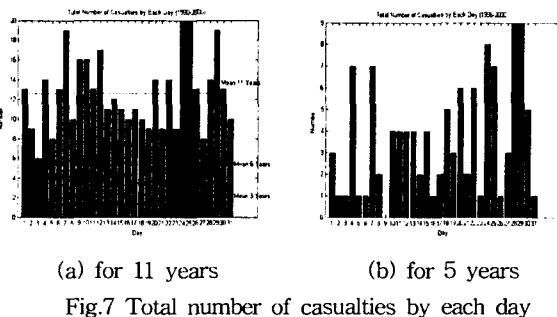


Fig.6 Total number of casualties shown by each month versus each year

Fig.6에서, 연도증가에 따라 월별 사고건수 증가추세가 1990부터 1996년까지는 2, 3, 7, 8, 11월 등에서 현저하게 나타나다가 1997년부터는 2, 6, 9, 10월 등으로 이동하는 특징을 나타

고 있다. 이러한 이동 현상은, 최근 정부의 어선감척 시행과 기상이변에 따른 어업자원의 지역이동 등에 기인한 현상으로 볼 수 있다. 따라서, 5년간의 데이터만 이용하는 것이 최근의 해상교통환경을 적절하게 반영할 수 있음을 알 수 있고, Fig.3의 분석기간 선정방법이 타당함을 알 수 있다.

Fig.7은 1일부터 31일까지 일별로 분류하여 분석한 결과이다. 그림에 대한 설명은 Fig.5와 같다. 5년간의 데이터를 적용한 경우가 Fig.5의 월별 데이터 보다 현저하게 일별 특징을 잘 나타내고 있다.



(a) for 11 years (b) for 5 years
Fig.7 Total number of casualties by each day

Fig.8은 연도별-일별 해양사고를 콘토-맵에 나타낸 결과이다. 7~9일, 25~26일 등에서 사고건수가 많고, 연도증가에 따라 사고건수는 감소하고 있다. 특히한 현상으로 연도가 증가할수록 23~31일에서의 사고발생이 31, 29, 28, 25일 등의 역슬래쉬(\) 형태로 이동하고 있다. 또한, 1996년 이후부터는 11, 18, 25, 28일 등에 사고가 집중되는 현상을 볼 수 있다. 이러한 현상은 서남권 지역의 관광 활성화에 따른 월말의 어류소비 증가에 따른 현상으로 고려할 수 있다. 결과적으로, 5년간의 데이터를 적용하는 것이 예측결과의 신뢰성 향상에 기여할 것으로 보여진다.

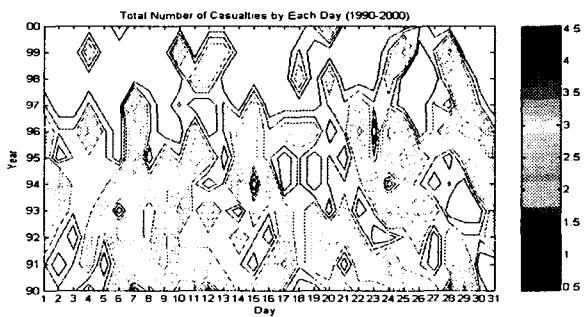
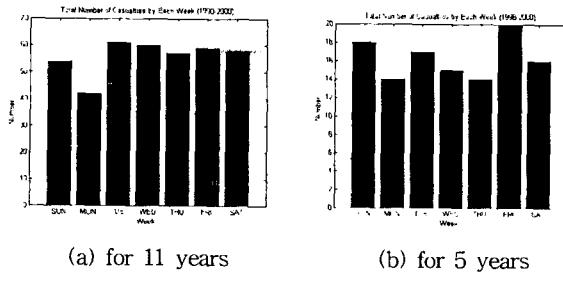


Fig.8 Total number of casualties shown by each day versus each year

Fig.9는 일요일부터 토요일까지 주별로 분류하여 나타낸 것이다. 주별 분석결과는 11년간이나 5년간 데이터에 큰 차이를 나타내지 않지만, 5년간의 결과는 11년간 결과와는 달리 금요일에 사고건수가 가장 크다. 이러한 현상은 최근 전남권 관광활성화에 따라 토요일과 일요일을 대비한 금요일의 어업활동 증가에 기인한 것으로 보여지기 때문에 5년간의 결과가 타당할 것

으로 고려된다.



(a) for 11 years

(b) for 5 years

Fig.9 Total number of casualties by each weeks

Fig.10은 콘토-맵으로 나타낸 연도별-주별 결과이다. 1990~1995년까지는 화~금요일에 고르게 사고가 발생하고 있으나, 1996년 이후부터는 사고건수가 급격히 감소하면서 목~금요일에 사고가 집중되는 경향을 나타내어, Fig.9의 결과와 같다.

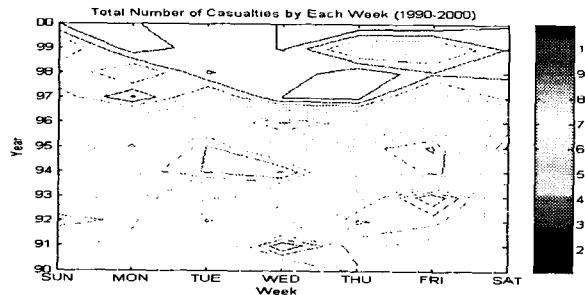
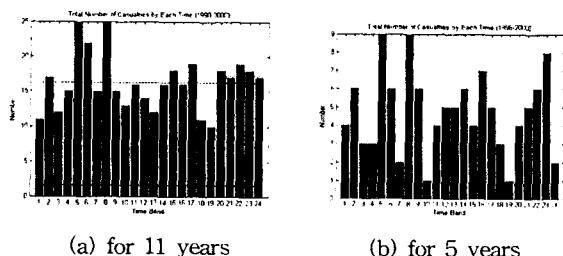


Fig.10 Total number of casualties shown by each week versus each year

Fig.11은 1시부터 24시까지 시간별로 분석한 결과이다. 역시 5년간의 시간별 통계결과가 시간별 특징을 잘 나타내고 있다.



(a) for 11 years

(b) for 5 years

Fig.11 Total number of casualties by each time band

Fig.12는 시간별-연도별 사고건수에 대한 콘토-맵 표시이다. Fig.11과 마찬가지로 연도증가에 따라서 해양사고 발생 시간대가 이동함을 알 수 있다. 따라서, 5년간의 최근 데이터를 적용하는 것이 예측 신뢰성 향상을 가져올 것으로 보여진다.

Fig. 13은 21가지의 사고종류를 분석한 결과로서, x-축에 21 가지의 사고종류를 숫자로 나타냈다. 각 숫자에 대한 사고종류는 Appendix의 Table 9에 나타났다. 11년간의 데이터에서는 1, 3, 7, 9, 5번 순서로 사고건수가 감소하고 있으나, 5년간은 1, 3, 5, 7, 9번 순서로 사고건수가 감소하는 특징을 나타내고 있다.

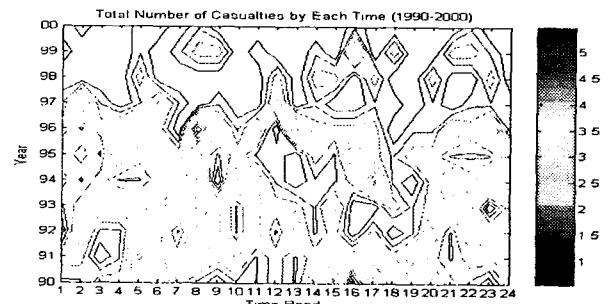
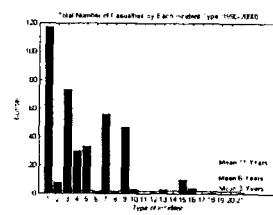


Fig.12 Total number of casualties shown by each time band and each year



(a) for 11 years

(b) for 5 years

Fig.13 Total number of casualties by each incident type

Fig.14는 사고종별-연도별 사고건수에 대한 결과이다. 집중적으로 1번사고(충돌)와 3번사고(좌초)가 전체 연도에 걸쳐서 강하게 나타나고 있고, 특정사고에 집중되어 있다. 따라서, 5년간의 데이터를 적용하더라도 11년간의 전체 데이터를 적용하는 것과 유사한 예측이 가능함을 알 수 있다.

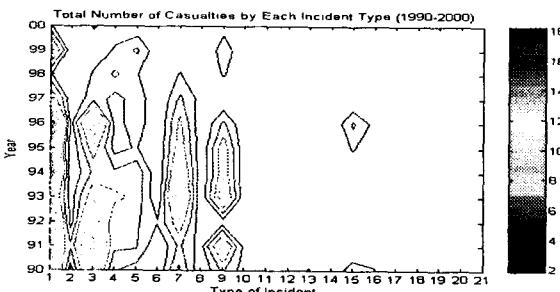


Fig.14 Total number of casualties shown by each incident type versus each year

Fig.15는 55가지로 분류한 사고대상 선박에 대한 분석결과이다. x-축에 나타낸 1부터 55까지의 숫자에 대한 대상선박 의미는 Appendix의 Table 11에 나타냈다. 11년간 데이터나 5년간 데이터 모두 공통적으로 7번(어선과 어업물 운반선의 사고) 사고가 지배적으로 가장 큰 해양사고를 유발하고 있다. 이러한 원인은 연구대상지역이 전국에서 가장 어선활동이 활발함에 기인하는 것으로 사료된다. 위의 결과들과 마찬가지로 5년간의 데이터를 적용하는 것이 타당함을 알 수 있다.

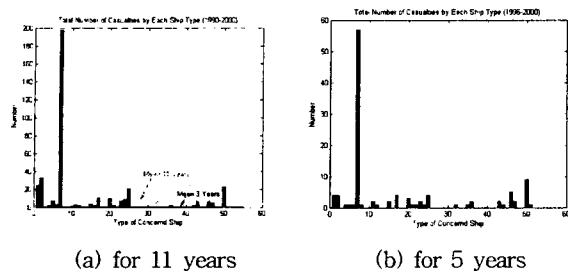


Fig.15 Total number of casualties by each ship's type

Fig.16은 대상선박별-연도별 사고건수에 대한 결과이다. 7번 대상선박(어선과 어획물운반선 사이의 사고)이 1990년부터 지속적으로 가장 강하게 나타나고, 다음으로 1번(여객선 단독 사고), 25번(어선/어획물운반선과 화물선 사이의 사고), 50번(어선/어획물운반선과 다른 어선/어획물운반선 사이의 사고) 순으로 나타나고 있다. 1번 사고의 경우 1996년에 마지막으로 나타났고, 25번은 1994년 이후에는 나타나지 않으며, 50번의 경우는 간헐적으로 나타나고 있다.

이와 같이 5년간의 데이터를 적용하는 경우, 1번 사고 또는 25번 사고 등의 예측이 곤란할 수 있다. 따라서, 예측 모델을 개발하는 경우, 장기간 데이터를 배제함에 따른 오류를 고려해야 함을 알 수 있다. 그러나, 단기적인 측면에서는 어업환경 변화와 정부의 해양사고 방지대책 등으로 이러한 사고가 향후 발생하지 않을 수도 있다. 이러한 중·장기 해양사고 예측에 관해서는 오랜 기간을 두고 검토해야 할 것으로 사료된다.

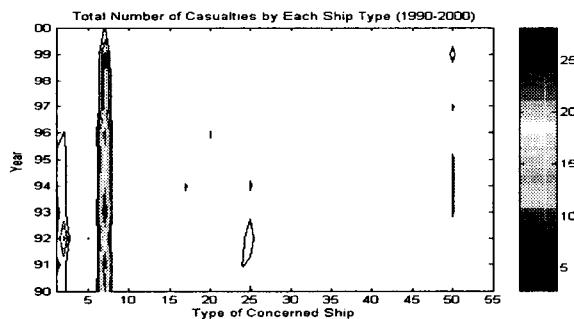


Fig.16 Total number of casualties shown by each concerned ship type versus each year

3.3 분석결과 고찰

이 연구에서 구축한 해양사고 수량화 D/B의 유용성을 확인하기 위하여 일별, 월별, 연도별 등 다양한 방면에서 수량화 D/B를 분석하였다. 과거와 현재 연구대상지역에서의 해양사고 발생 유형과 어업환경 변화 및 해상교통 환경의 변화 등을 통하여 개발한 D/B가 유용함을 확인하였다.

더욱 중요한 것은, 연구대상지역의 경우 해양사고 예측을 위해서는 통계적용 기간을 1996년부터 2000년까지 5년간으로 선정하는 것이 타당함을 알 수 있다. 또한, 전반적인 해양사고 건수가 1996년 이후부터 지수함수적으로 급속하게 감소하는 특징

을 고려하여 예측모델을 설정해야함을 알 수 있다. 또한, 단기간의 데이터 적용시의 오류를 피하기 위한 중·장기적인 해양사고 예측 방법에 대해서도 충분히 고려해야함을 알 수 있다.

4. 결 론

이 연구에서는, 해양사고 예보 시스템을 개발하기 위하여 첫 번째 연구로서, 해양사고 수량화 D/B를 구축하고, 향후 예측 모델 개발을 위한 D/B 분석을 수행하였다. 연구결과 요약은 다음과 같다.

(1) 평문으로 구성된 해양사고의 질적 데이터(qualitative data)를 양적 데이터(quantitative data)로 변환할 수 있는 평가지표들을 국내 최초로 개발하였다.

(2) 목포를 중심으로 하는 연구대상지역의 해양사고 수량화 D/B를 개발하였다.

(3) 해양사고 예측에 적합한 적용기간 선정기법을 개발하였다.

(4) 구축한 수량화 D/B를 분석한 결과, 연구지역의 해양사고 경향을 잘 나타내어 그 유용성을 확인하였다.

(5) 특히, 연구대상지역의 경우는 1996년부터 2000년까지 5년간 해양사고 데이터를 적용하는 것이 타당함을 알았다.

이상의 결과로부터, 해양사고 통계처리를 담당하는 관련기관에서는 적용기간에 따라서 통계결과가 달라짐에 유의해야 할 것이고, 수량화 D/B를 구성하는 경우 이 연구에서 제시한 수량화 방법이 유용하게 적용될 수 있을 것으로 예상된다.

향후 이 수량화 D/B를 토대로 해양사고 예측 모델을 개발하여 해양사고 예보 시스템을 개발할 예정이다.

후 기

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

참 고 문 헌

- [1] 임정빈(2003), 가상현실 모델링 기법을 적용한 해양안전사고 예보 시스템 개발, 2003년도 해양한국발전프로그램 (KSGP) 연구개발사업 연구보고서
- [2] 중앙해난심판원(1994), 1994년 해난심판사례집(1993.1-12)
- [3] 중앙해난심판원(1995), 1995년 해난심판사례집(1994.1-12)
- [4] 중앙해난심판원(1996), 1996년 해난심판사례집(1995.1-12)
- [5] 중앙해난심판원(1997), 1997년 해난심판사례집(1996.1-12)
- [6] 중앙해난심판원(1998), 1998년 해난심판사례집(1997.1-12)
- [7] 중앙해양심판원(1998), 1999년 해난심판사례집(1998.1-12)

- [8] 중앙해양심판원(1999), 2000년 해난심판사례집(1999.1-12)
- [9] 중앙해양심판원(2000), 2001년 해난심판사례집(2000.1-12)
- [10] 한국해양수산개발원(1999), 해상교통D/B 구축을 위한 기본설계
- [11] 해양수산부(2002a), 해양사고 분석 및 평가, 해양수산부 정책자료
- [12] 해양안전심판원(2003), 2002년 해양사고 발생건수
- [13] 해양수산부(2002), 해양안전 종장기 발전계획(안)
- [14] 해양수산부(2002), "사이버 해양강국 실현을 위한" 해양수산정보화촉진기본계획(안) (2002-2006)
- [15] 해양안전심판원(2001), 해양안전심판 검색프로그램(CD)
- [16] 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
- [17] Det Norske Veritas (1998), *Statement of Capability Safety Assessments for Offshore Facilities*
- [18] 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)
- [19] 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
- [20] Keith Michel and Thomas S. Winslow (1999), "Cargo Ship Bunker Tankers: Designing to Mitigate Oil Spillage," SNAME Joint California Sections Meeting, pp.1-11
- [21] Mathwork Inc.(2000a), *Using MATLAB (Ver. 6)*
- [22] Mathwork Inc.(2000b), *Using MATLAB Graphics(Ver. 6)*
- [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 월 일
원고채택일 : 2003년 월 일

Appendix

Table 1 해양안전심판원 '목해심' 재결서 분류목록

사건 번호	사 건 제 목	년도	제길번호	사건종류	선박종류
1	여선 제 69분석호 좌초사건	1989	1990-001	좌초사건	여선
2	유조선 제 1시신호 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 3 사건분류 수량화 결과

연번	년도	위	일	요일	시간	사건 종류	대상 선박	위도	경도	사고사례 위도/경도		시정	풍향	풍력	속도	파고
										사고사례 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	-	

Table 2 '목해심' 재결 사건내용 분류결과

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

Table 4 사건분류 항목에 대한 수량화 척도와 그 의미

항 목	의 미	척 도	용 도
연번	사건에 대한 일련번호	데이터 일련번호	데이터 분류에 이용
년도	사건 발생 년도	연도에 대한 척도 참조	연도별 사건발생 빈도 추측에 이용
월	사건 발생 월	월에 대한 척도 참조	계절별 사건발생빈도, 사건발생구역분포 등의 분석에 이용
일	사건 발생 일	일에 대한 척도 참조	일별 사건발생빈도, 사건발생구역분포, 기상 영향 분석에 이용
요일	사건 발생 일의 요일	요일에 따른 사건발생 영향 분석에 이용	요일에 따른 사건발생 영향 조사
시간	24시간제의 사건발생 시간	시간에 대한 척도 참조	시간별 사건발생빈도, 사건발생구역 분포 등에 이용
사건종류	사건의 종류	사건종류에 대한 척도 참조	사건종류에 따른 영향 조사
대상선박	사건 본문에 기재된 사고 해당 선박	대상선박에 대한 척도 참조	선종에 따른 영향 조사
위도	사건 발생 지역의 위도	4단위 숫자로 나타낸 위도	지역에 따른 사고분류에 사용
경도	사건 발생 지역의 경도	4단위 숫자로 나타낸 경도	지역에 따른 사고분류에 사용
사고 장소	사고 발생 지역 위도에 대한 지역구분 번호	사고장소에 대한 척도 참조	사고발생 해역에 따른 사고 발생빈도 예측에 이용
경도	사고 발생 지역 경도에 대한 지역구분 번호	사고장소에 대한 척도 참조	사고발생 해역에 따른 사고 발생빈도 예측에 이용
시정	기상에 따른 물체 실체 가능거리(mile)	시정에 대한 척도 참조	시정에 따른 사건발생 의존성 분석
풍향	16방위법 표시 진방위 기준의 바람방향	풍향에 대한 척도 참조	풍향에 따른 사건발생 의존성 분석
풍속	진풍속	풍속에 대한 척도 참조	풍속에 따른 사건발생 의존성 분석
파고	파의 높이	파고에 대한 척도 참조	파고에 따른 사건발생 의존성 분석

Table 10 사건종류 척도

척도	사건종류	영문
1	충돌	Collision
2	접촉	Ramming
3	좌초	Grounding
4	전복	Capsizing
5	화재	Fire
6	폭발	Explosion
7	침몰	Foundering
8	행방불명	Missing
9	기관손상	Engine Failure
10	추진기손상	Propeller Failure
11	키손상	Wheel Failure
12	속구손상	Apparel
13	조난	Distress
14	손상	Damaged
15	사망	Death
16	실종	Disappearance
17	사상	Wounded
18	부상	Injured
19	안전저해	Safety Violation
20	운항저해	Navi. Violation
21	기타 (etc)	etc.

Table 5 년도에 대한 척도

척도	연도
1	1990
2	1991
.	.
11	2000
12	2001

Table 6 월에 대한 척도

척도	월
1	1
2	2
.	.
11	11
12	12

Table 7 일에 대한 척도

척도	일
1	1
2	2
.	.
30	30
31	31

Table 8 요일에 대한 척도

척도	요일
1	일
2	월
.	.
6	금
7	토

Table 9 시간에 대한 척도

척도	시간
1	0~1
2	1~2
.	.
23	22~23
24	23~24

Table 11 대상선박의 척도

대상선박	-	여객선	화물선	컨테이너선	모래채취선	탱커	예인선/부선	여선/여화물운반선	군함/해경정	기선/법선
	번호									
	척도									
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		
여선/여화물운반선	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/법선	9	9/9	19/19	29/27	39/34	49/40	59/45	69/49	79/52	89/54
기타	10	10/10								99/55

Table 12 사고장소 척도

척도	위도 범위	경도 범위
1	33-00-00N	124-00-00E
	33-09-99N	124-19-99E
2	33-10-00N	124-20-00E
	33-19-99N	124-39-00E
3	33-20-00N	124-40-00E
	33-29-99N	124-59-99E
4	33-30-00N	125-00-00E
	33-39-99N	125-19-99E
5	33-40-00N	125-20-00E
	33-49-99N	125-39-99E
6	33-50-00N	125-40-00E
	33-59-99N	125-59-99E
7	34-00-00N	126-00-00E
	34-09-99N	126-19-99E
8	34-10-00N	126-20-00E
	34-19-99N	126-39-99E
9	34-20-00N	126-40-00E
	34-29-99N	127-00-00E
10	34-30-00N	126-50-00E
	34-39-99N	
11	34-40-00N	127-00-00E
	34-49-99N	
12	34-50-00N	
	35-00-00N	

Table 13 시정 척도

척도	시정
0	암흑
1	1 mile 이내
2	2 mile 이내
3	3 mile 이내
4	4 mile 이내
5	5 mile 이내
6	6 mile 이내
7	7 mile 이내
8	8 mile 이내
9	9 mile 이내
10	10 mile 이내
11	12 mile 이내
12	12 mile 이상(청명한 날씨)

Table 14 풍속/파고 척도

척도	16방위	영문기호	방위(도)
	Knot	m/sec	파고(m)
0	SSSE	-	-
1	북	N	000.0
2	북북동	NNNE	022.5
3	북동	NE	045.0
4	동북동	ENE	067.5
5	동	E	090.0
6	동남동	SE	112.5
7	남동	SSE	135.0
8	남남동	SSSE	157.5
9	남	S	180.0
10	남남서	SSW	202.5
11	남서	SW	225.0
12	서남서	WSW	247.5
13	서	W	270.0
14	서북서	WNW	292.5
15	북서	NW	315.0
16	북북서	NNW	337.5

Table 15 풍향의 척도

척도	풍속		파고(m)
	Knot	m/sec	
0	< 1	< 0.2	0.0
1	1~3	0.3~1.5	0.0~0.1
2	4~6	1.6~3.3	0.1~0.3
3	7~10	3.4~5.4	0.3~1.0
4	11~16	5.5~7.9	1.0~1.5
5	17~21	8.0~10.7	1.5~2.5
6	22~27	10.8~13.8	2.5~4.0
7	28~33	13.9~17.1	4.0~5.5
8	34~40	17.2~20.7	5.5~7.5
9	41~47	20.8~24.4	7.5~10.0
10	48~55	24.5~28.5	10.0~12.5
11	56~63	28.5~32.6	12.5~16.0
12	> 63	> 32.0	> 16.0

Table 16 구축한 해양사고 수량화 D/B

연번	년도	월	일	요일	시간	사건종류	대상선박	위도	경도	지역구분	
										위도	경도
1	6	10	30	6	10	7	7	3336	12638	4	8
2	5	5	18	4	11	4	7	3437	12550	11	6
3	5	11	10	5	17	3	1	3423	12519	9	4
.
392	8	10	23	5	22	5	7	3424	12522	9	5