해양환경안전학회 제10권 제2호, pp.29-34, 2004. 12. 31 (ISSN 1229-3431)
Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety

해양사고 발생의 확률모델 분석

장 운 재* · 금 종 수**
* 목포해양대학교대학원, ** 목포해양대학교 해상운송시스템학부 교수

An Analysis on the Models of Occurrence Probability of Marine Casualties

Woon-Jae Jang* · Jong-Soo Keum**
* Graduate school of Mokpo Maritime University, Mokpo 530-729, Korea
** Division of Maritime transportation system, Mokpo Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

요 약 : 최근 우리나라 연안해역은 선박교통량의 증가로 인해 해상교통이 폭주하고 있다. 이러한 교통폭주는 연안해역에 대해 인명, 재산, 환경오염 등의 심각한 해양사고를 야기할 수 있다. 본 연구에서는 우리나라 연안의 해양사고를 확률적으로 분석한다. 본 연구의 수행을 위해 해상교통량과 기상조건, 해양사고 등의 다양한 연관성을 기반으로 원인을 분석하였다. 그리고 해양사고의 형태를 선박의 크기, 선령, 선종 등 다양한 관점에서 분류하고 세부적으로 분석하였다.

핵심용어 : 해상교통, 해양사고, 연안해역, 해양오염, 교통량

Abstract : *The marine traffic congestion has increased due to the expansion of vessel traffic volume in Korean coastal waterway these days. Heavy traffic could bring serious marine casualties which cause the loss of human lives, properties and marine pollution in coastal area. In this paper, the probability analysis of marine casualties in Korean coast. To achieve this aim, clears up the cause of accident and examines closely the mutual relations among marine casualties, weather condition, and marine traffic volume. These casualties are classified into several patterns or the point of view of ship's size, ship's type and ship's age and its characteristics of each pattern are described in detail.*

Key words : marine traffic, marine casualty, coastal waterway, marine pollution, traffic volume

1. 서 론

우리나라는 지리적으로 3면이 바다에 접해 있고, 일본, 중국 등 주변국들에 둘러싸여 있어 우리나라 연안은 대단히 중요한 해상교통로를 형성하고 있다.

최근 우리나라 연안은 해상교통량이 증가함에 따라 해상교통이 폭주되고 있으며, 선박이 대형화, 고속화, 전용선화 되고 있어 해양사고의 양상이 복잡화, 대형화 추세를 이루고 있다. 또한, 해양사고가 매년 증가하고 있어 국가적으로 막대한 피해를 입고 있는 실정이다.

현재까지 우리나라에서는 해양사고에 관하여 많은 연구가 행해져 왔으나 단편적이고 개략적인 것에 불과하며 과학적이고 체계적인 연구는 거의 미미하다고 할 수 있다.

해양사고의 정의는 해양안전심판법, 상법, 선원법 등에서 다양하게 정의되어 있으나 가장 구체적으로는 해양안전심판법으로 알려져 있다. 그러나 해양안전심판법상의 해양사고는 광범위하게 정의되어 있고, 발생한 해양사고의 내용이 매우 다양하여 해양사고를 분석하고자 할 때에는 해양사고의 발생요인을 체계적이고 구체적으로 명확히 하여 분석할 필요가 있다.

한편 우리나라에서 발행되는 해양사고 통계자료는 해양수산부, 해양경찰청, 해양안전심판원등 여러 기관에서 다루고 있어서 우리나라에서 발행하는 해양사고의 정확한 실태를 파악하기는 어렵고 그 통계자료도 약간씩 차이가 있다.

본 연구에서 확률모델을 이용하여 해양사고를 분석하고자 한다. 이를 위해 본 연구에서는 해양경찰청에서 집계되고 있는 1996년부터 2001년까지 5년간의 해양사고 자료를 기초로 하며 일부 부족한 자료는 중앙해양안전심판원에서 집계하는 최근 5년간의 해양사고 자료를 이용하였다.

2. 해양사고의 발생구조

2.1 해양사고 발생요인

해양사고의 정의는 해양안전심판법상 해양사고의 정의가 일반적이며 그 내용은 다음과 같다.

가. 선박의 구조·설비 또는 운용과 관련하여 사람이

* 대표저자 : 종신회원, jwj98@mmu.ac.kr 061)240-7151
** 종신회원, jskeum@mmu.ac.kr, 061)240-7075

사망 또는 실종되거나 부상을 입은 사고
나. 선박의 운용과 관련하여 선박 또는 육상·해상 시설에 손상이 생긴 사고
다. 선박이 멸실·유기되거나 행방불명된 사고
라. 선박의 충돌·좌초·전복·침몰이 있거나 조종이 불가능하게 된 사고
마. 선박의 운용과 관련하여 해양오염피해가 발생한 사고

해양사고에는 반드시 해양사고를 발생시킨 요인이 있으며 그 중에는 자료가 불충분하여 원인을 명확히 규명할 수 없는 경우도 있으나 원인이 없이 발생하는 경우는 없다. 이러한 원인에는 해양사고 발생에 직접적인 관련이 있는 직접 요인과 해양사고의 발생을 조장하는 간접적인 요인이 있으며 그 두 요인의 경중을 따질 수는 없다.

해상에서 일어나고 있는 해양사고의 주요 발생요인을 일본에서는 자연조건, 항로조건, 선박조건, 교통조건 및 운항자조건으로 분류하거나, 인적요인, 자연적 요인, 교통환경적 요인, 선박 요인 그리고 사회경제적 요인으로 분류하여 조사분석하고 있다. 영국의 해난조사국의 경우 선박 및 선박소유자를 대상으로 선박운용과 관련한 인명사고와 선박의 훼손, 포기 및 고장 등을 조사내용으로 하여 해양사고의 직접원인과 이 직접원인을 유발시킨 기초원인을 동시에 조사하는 방법을 취하고 있다. 그리고 미국의 연안경비대 및 연방교통안전국에서는 해양사고의 원인을 선박, 선원, 항로, 기상 및 연방감독 5가지의 원인을 조사 분석한다. 또한 국내에서는 자연조건, 항로조건, 선박조건, 교통조건, 운항자조건등으로 분류하거나 해양경찰청은 인적요인, 자연적요인, 교통환경적 요인, 선박소유자 요인 등으로 분류하고 있다(금, 1997).

따라서 이렇게 다양한 해양사고의 발생요인을 체계적이고 구체적으로 규명 할 필요가 있다.

2.2 해양사고 발생요인 계층구조 모델

인간의 인식을 구조화하는 기법으로는 Brain Storming법, Dematel법, KJ법등이 있으나 인간의 직관이나 경험적인 판단에 의한 인식의 애매성 및 모순점을 수정하여 문제를 보다 객관적으로 명확히 하여 계층구조화 하는 수법으로는 ISM법이 유효한 것으로 알려져 있다(木下, 1996; 1997).

ISM법을 이용하여 해양사고 발생요인을 계층구조화하기 위해서는 먼저 설문조사를 바탕으로 30개의 해양사고 발생요소를 쌍대 비교하여 요소 i가 요소 j에 영향을 준다면 1, 그렇지 않다면 0인 관계행렬(E)을 작성한다.

이때 각 속성에 대한 요소의 종속관계는 설문대상자 30명의 평균이 0.6이상인 경우 종속관계가 있다고 하고 행렬식에서 1로 표시한다. 그리고 단위행렬 I를 추가하여

$$N = E + I \qquad (1)$$

로 한다. 이 N의 멱승을 차례로 구하여 도달행렬 N^*을 계산한다. 다음, 이 도달행렬로부터 각 요소 t_i에 대해서

$$\text{도달집합 } R(t_i)=\{t_j \mid n^*_{ij} = 1\} \qquad (2)$$
$$\text{선행집합 } A(t_i)=\{t_j \mid n^*_{ji} = 1\} \qquad (3)$$

를 구한다. 각 요소의 계층구조에 있어서 레벨의 결정은 이 도달집합 $R(t_i)$과 선행집합 $A(t_i)$로부터

$$R(t_i) \cap A(t_i) = R(t_i) \qquad (4)$$

로 되는 것을 축차적으로 구하여 구조화행렬을 완성하고 이 구조화행렬에 의해 계층구조가 결정된다.

이상으로 구한 해양사고 발생요인의 중간계층과 최하위 계층을 계층구조로 표시하면 Fig. 1과 같다. 이러한 계층구조는 구조화하고자 하는 대상이 거대하고 복잡할수록 계층의 수는 많아지게 되고 하위 계층으로 갈수록 그 속성이 구체적으로 나타나게 된다.

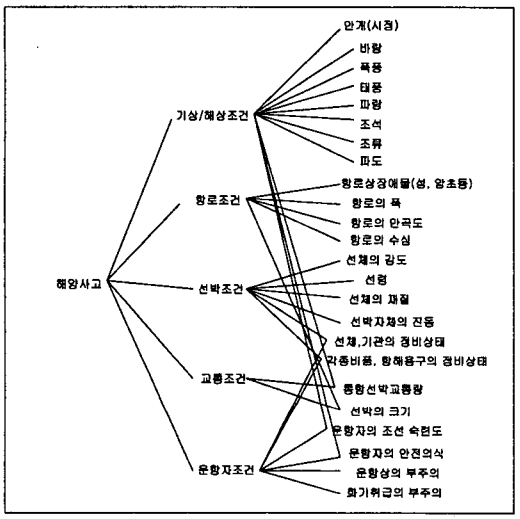

Fig. 1 Occurrence structure of marine casualty

Fig. 1에 보이는 바와 같이 최상위 계층은 해양사고가 되고 중간계층은 자연조건, 항로조건, 선박조건, 교통조건, 운항자조건 등 5개로 분류 되었으며, 중간계층의 각 요소는 상호 독립적이라고 할 수 있다. 그러나 중간계층의 하위요소인 최하위 계층은 중간계층의 요소에 어느 정도 중복이 있다.

한편 해양사고의 발생은 Fig. 1에서와 같이 각 요소가 독립적으로 작용하여 발생되기 보다는 여러 요소에 의해 복합적인 작용을 통하여 일어난다는 것을 알 수 있다. 따라서 해양사고를 분석할 때에는 해양사고를 유발하는 요인에 대한 종합적인 고려가 필요하다.

3. 해양사고 현황분석

3.1 선박보유척수와 해양사고 현황

최근 5년간 (1997 ~ 2001) 해양경찰청이 집계한 해양사고 발생척수는 Table 1에서 보이는 바와 같이 연평균 661척, 인원은 4,342명이다. 한편 해양사고 발생척수 중 구조 해양사고척수는 연평균 해양사고 발생척수의 72%인 530척, 인원은 4,173명이며 인명피해로는 사망 및 실종이 연평균 84명이며 재산피해는 42,485,487천원이다.

특히 1999년은 구조 해양사고척수 644척, 인원은 4,571명으로 다른 연에 비해 가장 빈발하고 있다.

Table 1 Statistics of marine casualty (1997~2001)

구분	선박보유척수	발생			구조		인명피해		재산피해(천원)
		척	발생률	명	척	명	사망	실종	
1997	86,134	572	0.6	3,411	444	3,227	151	33	27,908,523
1998	95,903	659	0.7	4,515	521	4,343	67	105	30,605,750
1999	101,307	803	0.8	4,722	644	4,571	71	80	46,216,743
2000	102,384	657	0.6	4,731	549	4,561	81	89	64,117,420
2001	102,476	614	0.6	4,334	491	4,166	51	117	43,579,000
평균	97,640	661	0.66	4,342	530	4,173	84	84	42,485,487

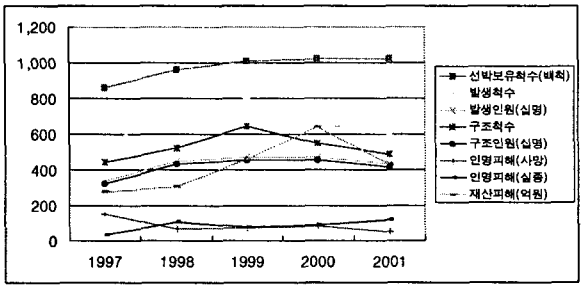

Fig. 2 Statistics of marine casualty

지난 5년간 (1997 ~ 2001) 선박 보유척수는 Fig. 2에서 보이는 바와 같이 '97년 86,134척에서 매년 증가하여 '01년 102,476척에 이르고 있으며 해양사고 발생척수도 '97년 572척에서 점차 증가하여 '99년에는 803척이고 이후 '00년 657척, '01년 614척으로 다소 감소하였다.

한편, 해양사고 발생률을 비교하면 '97년 0.6 %에서 '99년까지 매년 0.1 %씩 증가하다 2000년부터는 0.6 %정도로 안정적인 형태로 나타난다.

3.2 선박용도별 해양사고 현황

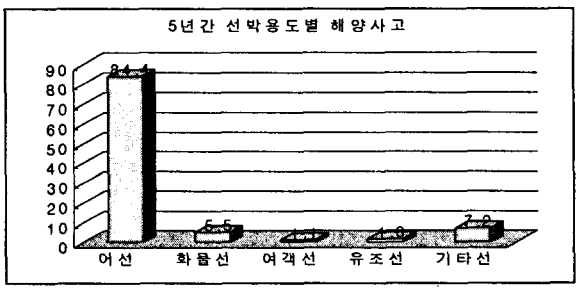

Fig. 3 Marine casualty of ship's type

선박을 용도별로 분류하면 어선, 화물선, 여객선, 유조선 및 기타선(예선, 관공선 등)으로 나눌 수 있는데 선박 용도별 해양사고 수는 Fig. 3에 보이는 바와 같이 어선이 전체의 84.4 %로 가장 비율이 높고 기타선 7.2 %, 화물선 5.5 %, 유조선 1.8 %이며, 여객선 1.1 %로 가장 낮게 나타났다.

Table 2에서 보이는 바와 같이 선종별 연추이를 보면 화물선의 경우 매년 증가추세에 있으며 어선은 0.6 %, 기타선은 1.1 %로 안정적인 추세에 있다.

Table 2 Statistics of marine casualty for ship's type

구분		1997	1998	1999	2000	2001	평균
어선	등록척수	81000	90997	94852	95890	95890	91725.8
	해양사고	509	581	692	544	464	558
	발생비(%)	0.6	0.6	0.7	0.6	0.5	0.6
화물선	등록척수	766	702	696	711	706	716.2
	해양사고	17	22	40	36	68	36.6
	발생비(%)	2.2	3.1	5.7	5.1	9.6	5.1
여객선	등록척수	187	175	171	168	175	175.2
	해양사고	3	11	4	10	8	7.2
	발생비(%)	1.6	6.3	2.3	6.0	4.6	4.1
유조선	등록척수	637	628	647	674	697	656.6
	해양사고	12	10	6	12	19	11.8
	발생비(%)	1.9	1.6	0.9	1.8	2.7	1.8
기타선	등록척수	3544	3401	4941	4941	5008	4367
	해양사고	31	35	61	55	55	47.4
	발생비(%)	0.9	1.0	1.2	1.1	1.1	1.1

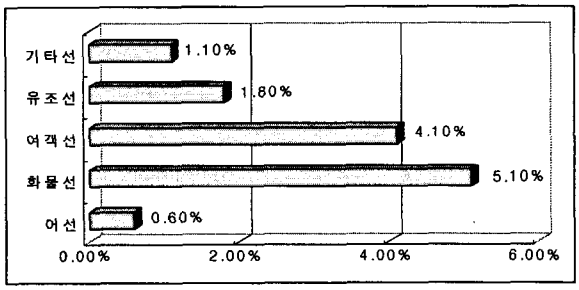

Fig. 4 Ship's type of accident rate

Fig. 4에서 보이는 바와 같이 등록 척수에 대한 해양사고 발생척수를 비교하면 화물선의 사고비율은 5.1 % 여객선 4.1 %, 유조선 1.8 %, 기타선 1.1 %, 어선 0.6 % 순으로 나타났다.

3.3 선령별 해양사고 현황

선령별 해양사고 발생척수는 Fig. 5에서 보이는 바와 같이 선령이 5년 이상 ~ 20년 미만이 전체의 60%를 점유하며 5년 미만인 경우 25%, 20년 이상인 경우 15%를 나타내고 있다.

한편, 등록척수대 해양사고 발생척수를 비교한 해양사고 발생률은 Table 3과 Fig. 6에서 보이는 바와 같이 10년 이상 ~ 20년 미만이 0.9%로 가장 높고, 20년 이상이 0.88%, 5년 이상 ~ 10년 미만이 0.7%, 5년 미만이 0.44%순으로 낮게 나타나 전반적으로 선령이 10년 이상인 경우 사고 확

률이 높다는 것을 알 수 있다.

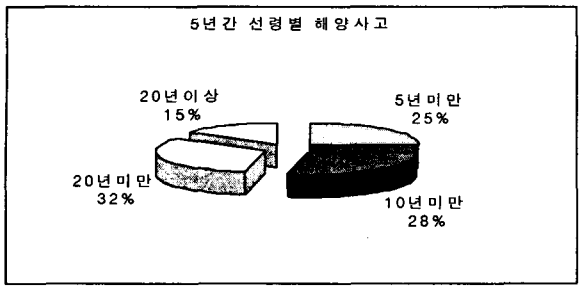

Fig. 5 Ship's age of marine casualty

Table 3 Statistics of ship's age for marine casualty

구분		1997	1998	1999	2000	2001
5년미만	등록척수	31427	37964	40386	40085	39853
	발생척수	145	144	213	171	146
	발생비(%)	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4
10년미만	등록척수	23549	24781	25639	26760	26784
	발생척수	137	178	242	240	108
	발생비(%)	0.6	0.7	0.9	0.9	0.4
20년미만	등록척수	22156	23567	23726	23764	23913
	발생척수	171	239	240	210	185
	발생비(%)	0.8	1.0	1.0	0.9	0.8
20년이상	등록척수	9002	9591	11557	11775	11926
	발생척수	119	98	108	62	80
	발생비(%)	1.3	1.0	0.9	0.5	0.7

※ 2001년의 등록척수에서 어선척수는 2000년 등록어선척수를 이용.

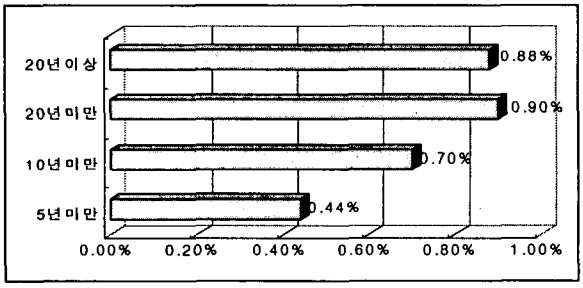

Fig. 6 Ship's age of accident rate

3.4 발생위치별 해양사고 현황

발생위치별 해양사고 발생척수는 Fig. 7에서 보이는 바와 같이 연안에서 20마일 미만의 해역이 전체의 73 %를 차지하고 20 ~ 50마일 13.8 %, 50 ~ 100마일 6.8 % 100마일 6.4 %비율로 나타난다.

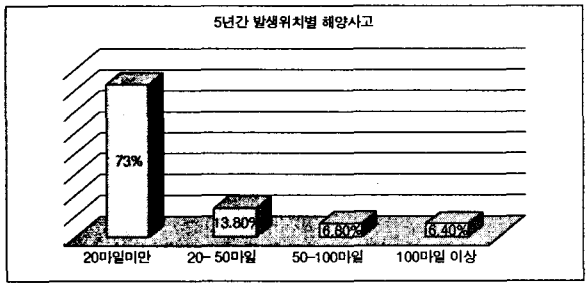

Fig. 7 Distance of accident from the coast

발생위치별 년추이를 보면 Table 4에서 보이는 바와 같이 연안에서 50마일 미만에서는 증가 추세이며 50마일이상에서는 감소추세에 있다.

Table 4 Distance of marine casualty from the coast

구분	20마일미만	20-50마일	50-100마일	100마일이상
1997년	399	87	40	46
1998년	484	80	40	55
1999년	619	74	59	51
2000년	486	92	52	27
2001년	425	124	35	30

한편, 해안거리와 해양사고와의 관계를 통계적으로 분석하기위해 해안거리를 X(해리), 해양사고척수를 y(척수)를 식(4)를 이용하여 모델화 할 수 있다.

$$y = cX^{\lambda} \quad (X:\ 0 < X < 400;\quad c, \lambda : \text{파라메타}) \qquad (4)$$

X: 해안거리(해리), y: 해양사고 척수(척수)

양변에 상용로그를 취한 각 년도의 해양사고 척수를 사용한 회귀모형을 이용한 결과, 파라메타는 λ=-1.094, c =3.965 이다. 피어슨 상관계수= 0.922로써 두변수간에는 매우 강한 관련성이 있으며, 결정계수 R^2= 0.849, 조정된 R= 0.841로 해양사고 발생척수의 변동 중에서 84.9%가 연안거리에 의해 설명된다. F통계량에 대한 $Sig.\ F$=0.000 < 0.05이므로 이 회귀식은 통계적으로 유의하다. 한편 λ는 해안거리에 대하여 해양사고 발생척수로써 해안거리가 1 % 증가되면, 해양사고는 1.094 % 감소하게 된다.

3.5 해기사 면허별 해양사고 징계현황

최근 5년간(1996 ~ 2000) 징계를 받은 해기사는 Table 5에서 보이는 바와 같이 연평균 전체 410.8명중 항해사는 연평균 274.4명이며 기관사는 68.6명, 소형면허 조종사 61.6명, 도선사 5.2명 순으로 나타났다. 해기 면허별 징계는 항해사가 67%로 가장 높고 도선사가 1%로 가장 낮다. 면허 급수별로는 항해사 6급이 39%로 가장 높게 나타났으며, 항해사 3급이 17%, 항해사 4급이 15%, 항해사 2급이 12%, 항해사 5급이 11%, 항해사 1급이 6% 순으로 나타났다.

Fig 10에서 보이는 바와 같이 기관사의 경우 기관사 6급이 61%로 가장 높으며, 기관사 4급이 13%, 기관사 3급이 9%, 기관사 5급이 8%, 기관사 2급이 6%, 기관사 1급이 3% 순으로 나타났다.

한편, 해기사 면허등급 변화에 따른 해양사고 징계자수와 관계를 식(5)를 이용하여 모델화 할 수 있다.

$$y = cX^{\lambda} \quad (X:\ 0 < X < 6;\quad c, \lambda : \text{파라메타}) \qquad (5)$$

단, X: 항해사급수, y : 해양사고 징계자수

양변에 상용로그를 취한 각 년도의 해양사고 징계자수를

사용한 회귀모형을 이용한 결과, 파라메타 λ=0.664, c =1.295 이다. 피어슨 상관계수= 0.760으로써 두변수간에는 매우 강한 관련성이 있으며, 결정계수 R^2= 0.578, 조정된 R = 0.563으로 해양사고 징계자수의 변동 중에서 57.8%가 항해사면허에 의해 설명된다. F통계량에 대한 $Sig.\ F$=0.000 < 0.05이므로 이 회귀식은 통계적으로 유의하다. 따라서 항해사면허가 1% 감소함에 따라 해양사고 징계자수는 0.664% 증가하는 것으로 나타났다.

Table 5 Marine casualty accoding to competency

구분			1996	1997	1998	1999	2000	평균
항해사	1급	교부수	2694	2785	2889	2721	2825	2783
		징계수	19	15	22	17	11	16.8
		발생비(%)	0.7	0.5	0.8	0.6	0.4	0.6
	2급	교부수	2204	2279	2513	2594	2678	2454
		징계수	35	41	28	30	31	32.4
		발생비(%)	1.6	1.8	1.1	1.2	1.2	1.3
	3급	교부수	4488	4480	4712	4794	4805	4656
		징계수	66	36	47	41	45	47
		발생비(%)	1.5	0.8	1.0	0.9	0.9	1
	4급	교부수	2839	2877	2883	2656	2636	2778
		징계수	56	48	36	31	39	42
		발생비(%)	2.0	1.7	1.2	1.2	1.5	1.5
	5급	교부수	3538	3487	3463	3165	3164	2793
		징계수	49	37	37	31	31	30.2
		발생비(%)	1.4	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1
	6급	교부수	8375	8669	8976	7951	8015	8397
		징계수	147	94	115	88	86	106
		발생비(%)	1.8	1.1	1.3	1.1	1.1	1.3
기관사	1급	교부수	2191	2264	2359	2224	2338	2255
		징계수	2	3	2	0	2	1.8
		발생비(%)	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1
	2급	교부수	2279	2281	2450	2460	2445	2383
		징계수	6	4	3	4	5	4.4
		발생비(%)	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2
	3급	교부수	4826	4806	4822	4573	4621	4730
		징계수	12	4	4	4	7	6.2
		발생비(%)	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
	4급	교부수	3925	4043	4129	3629	3699	3885
		징계수	15	12	13	15	4	9
		발생비(%)	0.4	0.3	0.3	0.4	0.1	0.2
	5급	교부수	2618	2519	2513	2229	2281	1961
		징계수	3	7	2	6	8	5.2
		발생비(%)	0.1	0.3	0.1	0.3	0.4	0.3
	6급	교부수	6529	6727	6865	6041	6212	6475
		징계수	47	43	44	44	32	42
		발생비(%)	0.7	0.6	0.6	0.7	0.5	0.6
도선사		교부수	117	-	-	-	-	23
		징계수	9	3	6	6	2	5.2
		발생비(%)	7.7	-	-	-	-	22.6
소형면허		교부수	11877	13318	15979	18716	21728	16324
		징계수	56	53	60	76	63	61.6
		발생비(%)	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4

또한, 기관사 면허급수 변화에 따른 해양사고 징계자수와 관계를 식(6)을 이용하여 모델화 할 수 있다.

$$y = c + \lambda X \quad (X:\ 0 < X < 6;\quad c, \lambda : \text{파라메타}) \qquad (6)$$

단, X: 기관사급수, y : 해양사고 징계자수

각 년도의 해양사고 징계자수를 사용한 결과, 파라메타 λ =5.971, c=-9.000 이다. 피어슨 상관계수= 0.720으로써 두 변수간에는 매우 강한 관련성이 있으며, 결정계수 R^2= 0.519, 조정된 R= 0.502로 해양사고 징계자수의 변동 중에서 51.9%가 기관사면허에 의해 설명된다. F통계량에 대한 $Sig.\ F$=0.000 < 0.05이므로 이 회귀식은 통계적으로 유의하다. 따라서 기관사면허가 1급 감소함에 따라 해양사고 징계자수는 5.971명 증가하는 것으로 나타났다.

3.6 시간별 해양사고 현황

해양사고 발생 시간대별 해양사고 발생척수는 Fig. 8과 Table 6에서 보이는 바와 같이 12 ~ 15시 사이가 전체의 18%로 가장 많고 6 ~ 9시가 17% 3 ~ 6시가 16% 순으로 많이 발생하고 있다. 반면에 해양사고 발생척수가 적은 시간대는 21 ~ 3시까지로 전체의 13%를 차지하는 것으로 나타났다.

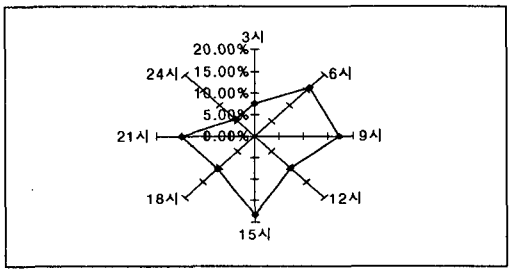

Fig. 8 Time of marine casualty

Table 6 Statistics of time for marine casualty

구분	3시	6시	9시	12시	15시	18시	21시	24시
1997년	51	81	126	52	83	53	93	33
1998년	36	95	124	56	130	73	105	40
1999년	44	124	156	80	171	85	118	25
2000년	72	121	65	74	119	69	106	32
2001년	44	99	97	76	99	79	66	54

해양사고 발생시각을 0시부터 23시까지 6시간마다 바다의 상태변화에 따라 해양사고 발생확률은 식(7)과 같이 마코브 모델을 이용하여 설정할 수 있다(Ethier, 1986; 이, 1997).

$$P(n) = \{P_1(n),\ P_2(n), \cdots,\ P_i(n)\}\ i = 1,2,3,4 \qquad (7)$$

단, $P_i(n)$ = 시점 n에서 상태 i의 확률

여기서 $n-1$ 시점에 대한 안정상태는 식(8)과 같다.

$$P(n) = P(n-1)P = P(n-1) \qquad (8)$$

단, $P(n-1)$ = 시점 $n-1$ 에서의 상태확률 벡터
P = 전이확률 행렬

따라서 최근 4년간의 해양사고를 토대로 전이확률을 작성하고 안전상태 확률벡터를 나타내면 Table 7에서 보이는 바와 같다.

Table 7 Transition probability of marine casualty

구분	0~6시	6~12시	12~18시	18~24시
0~6시	0.20	0.28	0.30	0.22
6~12시	0.21	0.29	0.32	0.18
12~18시	0.29	0.21	0.29	0.21
18~24시	0.23	0.28	0.29	0.20
안전상태 확률벡터	0.24	0.26	0.30	0.20

Table 7에서 보이는 바와 같이 해양사고에 대한 하루 중 6시간마다 해양사고 발생확률은 0 ~ 6시의 경우 24%, 6 ~ 12시는 26%, 12 ~ 18시는 30%, 18 ~ 20시는 20%로 산출되었다.

4. 결 론

해양사고의 주요원인은 여러 가지가 있는데 본 연구에서는 Brain Storming법을 이용하여 해양사고 발생요인 30개를 추출하고 ISM법을 이용하여 계층구조화한 결과 자연조건, 항로조건, 선박조건, 교통조건, 운항자조건등의 5가지 요인으로 구조화 하였다.

본 연구에서의 최근 5년간 ('97 ~ '01) 해양경찰청 및 해양안전심판원의 데이터를 이용하여 분석하였고, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 최근 5년간 우리나라 해양사고는 매년 증가하였으나 2000년부터는 점차 감소하고 있다. 그러나 선박 보유척수대 해양사고척수로 분석한 사고율은 1997년 0.6%부터 매년 0.1%씩 증가하다 2000년 이후 다시 0.6%로 안정적 추세에 있다.

2) 선박용도별로는 어선이 84.4%로 가장 높고 기타, 화물선, 유조선, 여객선 순이지만 사고율의 경우 화물선의 사고율이 5.1%로 가장 높고 여객선, 유조선, 기타, 어선 순으로 나타났다.

3) 선령별 해양사고는 10년 이상 ~ 20년 미만이 32%로 가장 높고, 5년 이상 ~ 10년 미만, 5년 미만, 20년 이상 순이다.

4) 발생위치별 해양사고는 20마일 미만이 전체의 73%를 차지하고, 20 ~ 50마일, 50 ~ 100마일, 100마일 이상 순으로 발생빈도가 높은 것으로 나타났다. 연안거리와 해양사고와의 관계를 통계적으로 분석한 결과 연안거리가 1 % 증가되면, 해양사고는 1.094 % 감소하게 된다.

5) 해기사 면허별 해양사고 징계자수는 항해사, 기관사, 소형면허 조종사, 도선사 순이며 항해사는 6급, 3급, 4급, 2급, 5급, 1급 순으로 징계자수가 많으며 기관사의 경우 6급, 4급, 3급, 5급, 2급, 1급 순으로 나타났다. 한편 해양사고 징계율로는 항해사는 4급의 경우 1.5%로 가장 높고 1급이 0.6%로 가장 사고비율이 낮다. 또한 기관사는 6급이 0.6%로 가장 사고비율이 높고 가장 낮은 비율은 0.1%로 기관사 1급과 3급으로 나타났다. 해기사 면허급수와 해양사고 징계자수의 관계를 통계적으로 분석한 결과 항해사는 항해사면허가 1% 감소함에 따라 해양사고 징계자수는 0.664% 증가하고 기관사의 경우 기관사면허가 1급 감소함에 따라 해양사고 징계자수는 5.971명 증가하는 것으로 나타났다.

6) 시간별 해양사고는 12 ~ 15시 사이가 전체의 18%로 가장 많고, 21 ~ 3시가 13%로 가장 적다. 하루 중 6시간마다 해양사고 발생확률을 마코브 분석법으로 산출한 결과 0 ~ 6시의 경우 24%, 6 ~ 12시는 26%, 12 ~ 18시는 30%, 18 ~ 20시는 20%로 산출되었다.

참 고 문 헌

[1] 금종수 · 윤명오(1997), 해상교통관리론, 세종출판사.
[2] 이상문(1997), 경영과학개론-의사결정기법의 분석과 적용-, 법문사.
[3] 木下榮藏(1996), 意思決定論入門, 近代科學社.
[4] 木下榮藏(1997), わかりやすい 數學モデルによる 多変量解析入門, 近代科學社.
[5] 해양경찰청(2002), 해난사고통계연보(2001).
[6] 해양수산부(2000), 항행구역합리적 조정을 위한 기초연구 용역 중간보고서.
[7] Ethier, S.N(1986). Markov Processes, New Yok, *John Wily&Sons.*
[8] M.S.Bazaraa, J.J.Jarvis, H.D.Sherali(1990), Linear programming and network flows, *John Wiley&Sons.*

원고접수일 : 2004년 10월 15일
원고채택일 : 2004년 12월 24일