

선박 충돌사고의 원인요소 간 상관관계 및 충돌시간에 따른 원인요소 분석

윤동협* · 신일식**†

* 중소조선연구원 해양레저장비연구본부, ** 중소조선연구원 해양IT융복합소재연구본부

Correlation Analysis of Cause factor through Ship Collision Accident, and Cause factor Analysis through Collision Time

Youn Donghyup* · Shin Ilsik**†

* Marine Leisure Equipment Research Division, Research Institute of Medium & Small Shipbuilding, Busan 46757, Korea

** Ocean ICT & Advanced Materials Technology Research Division, Research Institute of Medium & Small Shipbuilding, Busan 46757, Korea

요 약 : 선박의 대형화, 고속화 및 선종의 다양화는 운송수단 중 해양 운송수단의 비중을 크게 증가시켰다. 선박사고 유형 중 기관손상 다음으로 충돌이 사고발생 빈도가 높았으며, 인적 요인에 의한 사고비율이 높은 것으로 보고되고 있다. 선박 충돌사고는 한 가지 원인으로 발생하는 경우보다 복합적인 원인요소로 발생하게 되며 여러 개의 원인요소를 재결서를 통하여 원인요소를 조사할 필요가 있다. 본 연구에서는 해양안전심판원에서 제공하는 재결서 중 선박 충돌사고에 대해서 인적 요인을 바탕으로 선박 충돌사고의 원인요소를 도출하였으며, 상관관계분석을 통하여 원인요소들을 규명하였다. 또한, 선박충돌을 인지한 시점에서부터 충돌이 일어난 시점까지 걸린 시간을 바탕으로 충돌을 피할 수 없는 충돌시점에서의 발생하는 주요 원인요소와 20분 내에 발생하는 선박 충돌사고의 원인요소를 분석하여 선박 충돌사고를 예방하고자 하였다. 상관분석은 상용소프트웨어인 Statistical Package for Social Sciences(SPSS Ver21.0)을 사용하였다. 시간 분석은 재결서를 바탕으로 상대방 선박을 인지한 시점에서부터 충돌이 일어난 시점까지 걸린 시간을 분석하였다. 선박 충돌사고의 원인요소는 2가지 이상에 의해 발생한 사고가 많았으며, 상대선박 감시소홀은 항해업무 외 다른 작업과 높은 상관관계가 있었다. 충돌을 피할 시간 여력이 없는 경우(0분)이 36.1%이며, 경계 또는 상대 선박 감시소홀과 줄임항해 또는 음주가 원인요소이었다.

핵심용어 : 선박충돌사고, 상관관계분석, 원인요소, 충돌 시점, SPSS

Abstract : Enlargement and speed-up of a ship and diversification of ship's type have served to greatly increase the importance of marine transport means. It's reported that accident occurrence frequency of collision is high next to engine damage among the ship accident types, and that the accident ratio according to human factors is also high. In addition, ship accidents come to occur caused by complex cause factors rather than a sole cause factor, it is necessary to investigate the cause factors through the written verdict. This study proposed the cause factors of collision ship accident on the basis of human factors in collision ship accident among the written verdicts provided by the Korean Maritime Safety Tribunal, and inquired into the cause factor and effect through the correlation analysis of accident occurrence factors. Also, this study predicted the collision accident through analyzed the major cause factor of the occurrence at the zero minute when collision on the basis of the time taken from the time point of detecting collision of ships to the time point of collision occurrence. This study used commercial software-Statistical Package for Social Sciences (SPSS Ver21.0) to do correlation analysis. For time analysis, this study analyzed the cause factor and time by analyzing the time taken from the time point of detected ships to the time point of collision occurrence on the basis of the written verdicts. The study analysis showed that there were many cases of collision ship accidents occurrence caused by more than two sorts of cause factors, and that the case (zero minute) where there is no time to spare for collision avoidance accounted for 36.1 %, and negligence in guard or surveillance of the other ship, and sailing while drowsy, or drinking was a contributor to an accident. Poor watch keeping is very strong relationship with pool ready for sail.

Key Words : Collision ship accident, Correlation analysis, Cause factor, Time point of collision, SPSS

* First Author : dhyoun@rims.re.kr, 051-974-5569

† Corresponding Author : issin@rims.re.kr, 051-974-5528

1. 서론

선박의 대형화, 고속화 및 선종의 다양화는 운송수단 중 해양 운송수단의 비율을 크게 증가시켰다. 이에 해상 교통량의 증가와 복잡성을 해결하고 선박사고를 예방하기 위하여 선박 관련 각종 정책들이 시행되고 있으며 선박 항법기기의 개발연구가 지속적으로 진행되고 있으나 선박사고는 여전히 발생하고 있다. 선박사고의 발생은 생명과 재산의 손실뿐만 아니라 환경재해까지 일으키기 때문에 막대한 경제적, 환경적인 영향을 끼치게 된다. 2012년에서 2016년까지 발생한 선박사고 유형 중 기관손상 다음으로 충돌이 사고발생 빈도가 높았으며, 충돌의 경우 비어선 혹은 어선과의 사고가 비슷하게 일어났다(Korean Maritime Safety Tribunal, 2016). 이러한 해양사고와 관련하여 국내외 대부분의 선박사고 통계에 의하면 인적 요인에 의한 사고의 비율이 60%에서 80%로 보고되고 있다. 국제해사기구(International Maritime Organization; 이하 IMO)에서는 이러한 해양사고의 80% 이상이 인적 오류와 조직의 문제에 의해 발생한다고 보고하고 있다(Anderson et al., 1997; IMO, 1997; IMO, 2000; Yang et al., 2004). 대부분 선장과 항해사의 운항 중 주의력 부족과 미숙한 조작이 주요 원인이었다. 이와 별개로 러더나 추진시스템, 다른 기계 장치들의 오작동도 충돌로 이어질 수 있으며, 충돌 예방 규칙 또는 충돌 회피 규칙을 준수하지 않거나 운항 중에 육상 운항 보조 직원의 실수 또는 부주의로 사고가 발생하기도 한다(Lee et al., 2011; Jung, 2014). 인적 오류에 있어서도 선박사고를 발생시키는 요인은 다양하게 존재하고 있으며 인적요인이 한 개의 요인 때문에 발생한다고 할 수 없기 때문에 이를 분석할 필요가 있다. 선박사고에는 반드시 선박사고를 발생시킨 요인이 있으며 복잡적으로 작용하며 그 중에는 자료가 불충분하여 원인을 명확히 규명할 수 없는 경우도 있다. 하지만, 원인이 없이 발생하는 경우는 없으므로 복합적인 원인을 찾는 것이 필요하다.

선박 충돌사고는 두 대 이상의 선박이 서로 충돌하거나 정지된 해양 부유물 등과 부딪히면서 발생하는 해양사고이다. 일반적으로 선박 충돌은 선박과 선박 및 선박과 잠수함간에 발생한다(Jang, 2009). 선박 충돌사고는 한 가지 원인으로 발생하는 경우보다 복합적인 원인으로 발생한다. 해상에서 일어나는 선박충돌사고의 경우 대한민국 중앙해양안전심판원의 경우 크게 3가지(운항과실, 취급불량 및 결함, 기타)의 범주로 나누고, 3가지 범주 중 운항과실은 출항에서 입항까지의 전 과정에서 항해관련자의 준비불량, 정해진 항로로의 운항 미이행, 범규 위반, 감독 소홀 등 12가지의 원인으로 분류하여 해양사고 인적 오류 분석모델을 개발하였다(Kim et al., 2011). 또한, 일본에서는 인적요인, 자연적 요인,

교통 환경적 요인, 선박적 요인 그리고 사회경제적 요인으로 분류하고 있으며, 영국에서는 직접원인과 직접원인을 유발시킨 기초 원인을 동시에 조사하는 방법을 취하고 있다(Baker and Seah, 2004). 대한민국 중앙해양안전심판원의 경우 3가지 범주로 충돌원인에 대한 통계자료를 제공하고 있어 세부적인 통계자료가 필요하다. 또한, 복합적인 원인요소 규명보다는 최종적으로 발생한 사고의 원인으로 역학적으로 조선공학적인 근거와 환경에 대해서 원인을 규명하고 있으므로 각 원인요소간의 상관관계의 분석이 필요하다.

본 연구에서는 2012년부터 2016년까지의 해양안전심판원에서 제공하는 재결서 중 충돌사고를 분석하여 충돌사고 발생요인을 도출하고 원인요소 간 상관관계를 분석하여 충돌사고 예방대책에 대하여 제시하고자 한다. 또한, 선박 충돌 위험을 인지한 시점에서부터 충돌이 일어난 시점까지 걸린 시간을 바탕으로 충돌위험을 인지 못한 주요 원인요소와 충돌위험 인지 후 20분 내에 발생하는 선박 충돌사고의 원인요소를 분석하여 선박 충돌사고를 예방하고자 한다.

2. 선박 충돌사고 원인요소 분류

선박 충돌사고는 동력선과 동력선, 동력선과 무동력선 등에서 발생을 하게 되며 본 연구에서는 동력선과 동력선의 경우에 대해서 사고원인을 분류하였다. 여기에서 동력선은 동력 기관을 가지고 있는 선박을 뜻하며, 비동력선은 동력선을 제외한 선박을 뜻한다. 동력선과 동력선 중 1척이라도 총톤수가 1,000톤 이상인 선박 충돌사고를 분석하였으며 이는 총톤수가 1,000톤 이상의 선박 충돌사고는 사고 후 상대 선박의 좌초, 침몰과 함께 인명사고를 발생시키는 요인이 되기 때문이다(Korean Maritime Safety Tribunal, 2016).

2012년에서 2016년까지 해양안전심판원에서 재결된 선박 충돌사고 403건이며 동력선과 동력선, 1,000톤급 이상의 선박의 경우 선박 충돌사고 건수는 총 108건으로 사고 선박 수는 216척이다.

Table 1에서는 선박 충돌사고와 관련하여 선박을 크게 ‘피항선’과 ‘유지선’ 그룹으로 나누어 살펴보았으며, 그 결과 피항선과 유지선 그룹 모두 선박 충돌사고에 가장 많이 관련된 선종은 화물선(유지선 32.4%, 피항선 25.9%)인 것으로 나타났다.

여기서, 화물선의 경우 일반화물선, 컨테이너선, 유조선, 케미컬탱커, 케미컬운반선, 산적화물선, 원유운반선, 냉동운반선 등이 포함되며, 여객선은 여객선, 카페리 등을 말하며, 조종제한선은 어획운반선, 폐기물운반선, 모래채취운반선 및 동력기관 문제로 인해 발생한 조종불능상태의 선박 등을 포함한 것으로 하였으며, 기타선은 군함 등을 포함하고 있

다(Cockcroft and Lameijer, 1976).

선박 충돌사고 중 1,000톤 이상이 한척이라도 포함되어있을 경우이기 때문에 상대적으로 화물선이 많은 비중을 차지하고 있다. 어선과 화물선이 32.4%, 화물선과 어선이 30.6%로서 63.0%를 차지하고 있으며, 화물선과 화물선이 25.9%로서 전체의 88.9%를 차지하고 있는 것을 알 수 있다.

Table 1. Analysis of causation ratio in the judged ship collision cases by vessel type

Vessel Type	Stand on Vessel					Total (Case)
	Fishing vessel (Case)	Cargo ship (Case)	Passenger ship (Case)	Vessel not under command (Case)	Other ship (Case)	
Fishing Vessel (Case)	1	35	1	2	0	39
%	0.9	32.4	0.9	1.9	0.0	36.1
Cargo ship (Case)	33	28	1	1	1	64
%	30.6	25.9	0.9	0.9	0.9	59.3
Passenger ship (Case)	0	0	0	0	0	0
%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vessel not under command (Case)	2	3	0	0	0	5
%	1.9	2.8	0.0	0.0	0.0	4.6
Other ship (Case)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
%	0	0	0	0	0	0
Total (Case)	36	66	2	3	1	108
%	33.3	61.1	1.9	2.8	0.9	100.0

각각의 선박 충돌사고를 바탕으로 시간 순으로 선박 충돌사고가 발생한 원인요소를 조사하였으며, 사고원인요소의 상관관계를 분석하기 위하여 Table 2와 같이 10개의 주요 원인요소로 나타내었으며 108건의 선박 충돌사고의 주요 원인요소가 모두 포함되어있다. 조선부적절은 선박운항을 잘못된 경우, 육안 경계소홀은 육안으로 상대선박을 발견하였으나 아무런 조치를 취하지 않은 경우, 항법조치 부적절은 상대선박과 교행방법에 대한 잘못된 조치, 줄음이나 음주, 항해 업무 외 다른 작업 수행, 레이더를 보지 않거나 고장이 났을 경우, 상대선박의 늦은 발견 또는 발견하지 못한 경우, 작업등이나 항해등 오판, 무중항법조치 부적절 그리고 자연적인 요소로 구분되어 있다(Shin, 2016).

Table 2. Classification of cause factors of ship accident

Number	Accident cause
1	Inappropriate maneuver
2	Poor watch keeping (After discovered)
3	Inappropriate navigation
4	Sleeping or drinking
5	Poor ready for sail
6	Radar neglection or breakdown
7	Undiscovered
8	Wrong working light, Navigation light
9	Inappropriate fog signal
10	Others (Natural causes)

대한민국 중앙해양안전심판원의 경우 크게 3가지 중대과실(운항과실, 기관취급불량, 기상 등 불가항력)에서 12가지의 원인을 규명하였지만, 본 연구에서는 중대과실의 여부가 아닌 선박에서 발생할 수 있는 원인요소를 수평적으로 나열함으로써 원인요소 간의 상관관계를 분석하고자 하였다.

Table 2에서 제안한 선박충돌사고의 원인요소를 토대로 108건의 선박 충돌사고(216척)에 대해서 분석한 결과는 Table 3에 나타내었다. 선박 충돌사고의 원인요소가 1가지일수도 있으나 복합적으로 일어나는 경우가 많기 때문에 중복을 허용하였다(Shin, 2016).

Table 3. Statistics on cause factors of ship accident

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Number of Case	52	84	65	16	11	50	67	14	39	34	432
%	12.0	19.4	15.0	3.7	2.5	11.6	15.5	3.2	9.0	7.9	100

Table 3에서 보는 바와 같이 육안 경계소홀에 의해 발생한 사고가 약 19.4%로서 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 상대선박의 늦은 발견 또는 미발견이 15.5%로 두 번째를 차지하고 있었다. 대한민국 중앙해양안전심판원의 운항과실부분이 약 98%를 차지하고 있음에 따라 자연적인 요소보다는 인적 과실로 보고 있는 점에서 유사한 통계를 가지고 있다(Korean Maritime Safety Tribunal, 2016).

Table 2에 제안한 10개의 사고원인요소 분류에 따라 1건의 선박충돌사고에 의한 원인요소 개수는 Table 4와 같다.

선박 충돌사고의 원인요소 간 상관관계 및 충돌시간에 따른 원인요소 분석

Table 4. Number of accidents according to number of causes of ship accident

Number of cause factor of ship accident	1	2	3	4	5	Total
Number of accident	67	95	43	9	2	216
%	31.0	44.0	19.9	4.2	0.9	100

Table 4에서 보는 바와 같이 두 가지 이상 원인요소에 의해 발생한 선박충돌사고는 전체 대비 69.0%이며 3가지 이상 원인요소에 의해 발생한 선박충돌사고도 25%를 차지하고 있다. 한 가지 원인요소만 선박충돌사고가 발생하는 경우는 전체 대비 31%로서 선박 충돌사고는 한 가지 원인요소보다는 복합적으로 발생한다고 볼 수 있다.

3. 선박 충돌사고 원인요소 상관관계 분석

상관관계 분석은 변수들 간의 어떤 관계를 갖는지를 분석하는 것으로, 변수들 간의 관련성의 정도와 방향을 파악하기 위하여 분석을 실시한다. 상관관계의 정도는 0에서 ±1 사이로 나타나게 되며 ±1에 가까울수록 상관관계는 높아지고 0에 가까울수록 상관관계는 낮아진다. 변화의 강도가 절대 값 1에 가까울수록 높으며 변화의 방향은 +의 경우 정방향, -의 경우 음방향으로 하며 상관관계 분석에서 변수들 간의 관련성의 정도를 판단하는 기준은 Table 5와 같다(Song, 2015).

Table 5. Relevance among variables in correlation analysis

Range of correlation coefficient	Degree of correlation
±0.9 and more	Very strong relationship
±0.7 and more ~ less than ±0.9	Strong relationship
±0.4 and more ~ less than ±0.7	Moderate relationship
±0.2 and more ~ less than ±0.4	Weak relationship
less than ±0.2	Very weak relationship

10가지 선박 충돌사고 원인요소에 대한 관련성을 분석하기 위하여 상관관계 분석을 실시하였다. 상관관계 분석을 위하여 상용소프트웨어인 SPSS ver21.0을 이용하였으며, 유의수준 0.05 이하 높은 상관관계(±0.7 이상)를 적용하였다(Song, 2015).

상관계수는 피어슨 상관계수(Pearson's correlation coefficient)를 사용하였다.

$$r = \frac{N\sum XY - (\sum X\sum Y)}{\sqrt{(N\sum X^2 - (\sum X)^2)[N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (1)$$

여기에서 X와 Y는 변수를 뜻하며 N은 X와 Y변수가 포함된 쌍의 자료로 총 개수를 뜻한다.

선박 충돌사고의 상관관계 분석을 위하여 선박 충돌사고의 원인요소에 대한 점수화가 필요하며, 선박충돌사고의 원인요소에 대해 발생순서대로 점수를 두었으며 가장 먼저 발생한 원인요소가 10, 그다음으로 일어난 경우는 9로 하였다. 각 원인요소 간 간격은 1로 하여 시간개념보다는 상관관계에 초점을 맞추었다. 이에, 총 216척에 대해서 순서와 점수화를 시켰다. Table 6에서는 선박 충돌사고 원인요소 상관관계 분석 결과를 나타내었다. 상관관계계수는 ±0.7 이상일 경우 높은 상관관계로 나타내어 *을 표시하였으며 ±0.9 이상일 경우 매우 높은 상관관계로 나타내어 **을 표시하였다. 또한, 통계적으로 유의한 수준을 0.05이하로 나타내었으며, N은 쌍의 자료 개수를 나타낸다.

상관관계 분석결과 육안 경계소홀(2)은 항해업무의 다른 작업(5)과 0.944, 상대선박의 늦은 발견 또는 미발견(7)과는 0.904로서 매우 높은 상관관계를 보이고 있으며 육안 경계소홀(2)은 부적절한 작업등, 항해등, 기타형상물 원인요소(8)와 상관관계는 1.000으로서 상관이 있다라고 할 수 있다.

항해업무의 다른 작업(5)는 육안 경계소홀(2)과 0.944로 매우 높은 상관관계를 보이고 있으며, 레이더 경계 소홀 또는 고장(6)은 상대선박의 늦은 발견 또는 미발견(7)과 0.784로서 높은 상관관계를 보이고 있으며, 상대선박의 늦은 발견 또는 미발견(7)과 육안 경계소홀(2)은 0.904로서 높은 상관관계를 보이고 있으며 레이더 경계 소홀 또는 고장(6)과는 0.784로 높은 상관관계를 나타내고 있다. 또한, 부적절한 작업등, 항해등, 기타형상물 원인요소(8)은 육안 경계소홀(2)과 1.00으로 상관이 있음을 나타낸다. 따라서, 육안 경계소홀을 강화하기 위해서는 항해 업무 외 다른 작업을 하지 않으며 또한, 상대선박의 늦은 발견 또는 미발견이 줄어들 것으로 보인다. 항상, 작업등, 항해등, 기타형상물을 지속적으로 감시하는 것이 필요로 하며, 레이더 경계를 지속적으로 해야 되는 것을 상관관계를 통하여 알 수 있다.

4. 선박 충돌사고 원인요소 시간 분석

선박 충돌사고에서 상대방 선박을 인지한 시점부터 충돌이 일어나는 시점까지 걸린 시간을 바탕으로 원인요소를 분

Table 6. Analysis of correlations between causes of ship accident

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Correlation	1									
	S.P										
	N	52									
2	Correlation	.192	1								
	S.P	.529									
	N	13	84								
3	Correlation	.049	.257	1							
	S.P	.874	.336								
	N	13	16	65							
4	Correlation	.686	.395	0	1						
	S.P	.201	.292								
	N	5	9	1	17						
5	Correlation	0	.944**	.143	0	1					
	S.P		.005	.909							
	N	0	6	3	1	11					
6	Correlation	.645	.003	.139	.250	.577	1				
	S.P	.117	.990	.635	.685	.423					
	N	7	19	14	5	4	50				
7	Correlation	.286	.904**	.229	.775	0	.784*	1			
	S.P	.641	.000	.553	.070	0.000	.000				
	N	5	22	9	6	4	24	66			
8	Correlation	0	1.00**	.557	0	0	.083	.289	1		
	S.P		0.000	.251	0		.876	.530			
	N	2	3	6	0	0	6	7	14		
9	Correlation	.259	.022	.447	0	0	0.000	.655	0	1	
	S.P	.471	.949	.374			1.000	.158			
	N	10	11	6	2	0	5	6	1	39	
10	Correlation	.487	.218	0	0	.756	0	0	0	0	1
	S.P	.066	.639	0.000		.454	0.000	0.000		0.000	
	N	15	7	3	0	3	7	5	1	6	34

*S.P: Significant Probability

석을 하였다. 여기에서 상대방 선박을 인지한 시점은 충돌 사고를 발생시키는 상대 선박을 레이더나 육안 등으로 처음 발견 시점이 된다. 선박 충돌사고의 원인요소는 Table 2를 사용하였으며, Table 7에는 상대방 선박과 충돌에 걸린 시간을 표기하였다.

Table 7. Number of case of collision accident according to times

Time (Min)	0	10	20	30	40	50	60	> 60	Total
Case	78	63	41	18	8	3	2	3	216
%	36.1	29.2	19.0	8.3	3.7	1.4	0.9	1.4	100

Table 7에서 0분내의 사건이 36.1%로서 피할 시간도 없이 충돌이 일어난 경우이다. 이는 선박충돌이 일어나는 시점을 전혀 예측하지 못하였거나 선박충돌을 전혀 몰랐다고 할 수 있는 경우이다. 10분과 20분은 각각 29.2%, 19.0%로서 20분 내에 발생한 선박 충돌사고는 전체의 84.3%를 차지하고 있다.

전체 선박 충돌사고 216척에 대해서 선박충돌을 인지한 시점에서부터 충돌이 일어나는 시점까지 걸린 시간은 평균 10.13분으로 대부분의 선박 충돌사고는 10분 이내에 결정된다는 것을 알 수 있다.

Table 8에서는 충돌을 피할 시간이 없는 78건에 대한 원인요소 건수를 나타내었으며 선박 충돌사고의 84.3%는 20분 내에 발생하기 때문에 Table 9에서는 10~20분 내에 발생하는 충돌사고 원인요소의 비율을 나타내었다.

선박 충돌사고의 원인요소 간 상관관계 및 충돌시간에 따른 원인요소 분석

Table 8. Number of each cause factor of no temporal to avoid collision

Cause factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Case	5	20	2	11	3	4	7	4	5	17	78
%	6.4	25.6	2.6	14.1	3.8	5.1	9.0	5.1	6.4	21.8	100

Table 8에서 보면 경계 또는 상대선박 감시소홀이 25.6%를 차지하고 있으며 기타를 제외하고 줄음향해 또는 음주가 14.1%로 가장 많은 충돌의 원인요소를 나타내고 있다.

Table 9. Number of each cause of collision within 20 minute

Cause	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Case	6	22	26	1	3	20	1	3	8	14	104
%	5.8	21.2	25.0	1.0	2.9	19.2	1.0	2.9	7.7	13.5	100

Table 9는 0분미만을 제외한 20분내의 사건을 바탕으로 원인요소별로 분석을 수행한 결과이다. 0분미만을 제외한 20분내의 사건은 전체의 48.2%로서 원인요소별로 항법조치 부적절이 25.0%로 가장 많으며 레이더 경계 소홀 또는 고장이 19.2%로 두 번째로 나타났다.

5. 결론

해상 교통량의 증가와 복잡성으로 선박 충돌사고가 기관 손상 다음으로 사고발생 빈도가 높으며 인적 요인이 주요 원인요소로 나타나고 있다. 본 연구에서는 해양안전심판원에서 제공하는 재결서를 2012년에서 2016년도 사이에 발생한 충돌사고를 바탕으로 인적 요인을 토대로 사고원인요소를 제안하였으며, 각각 원인요소의 상관분석을 하였으며 다음과 같은 결론을 내렸다.

1) 유지선과 피항선의 관계가 어선과 화물선 혹은 화물선과 어선의 관계가 63.0%로서 가장 많았으며 선박 충돌사고는 어선과 화물선의 사고가 가장 많다는 것을 알 수 있다. 선박충돌사고의 절반이상이 어선과 화물선에서 발생하고 있으며 가장 많이 관련된 선종은 화물선임에 따라 화물선과의 선박충돌사고에 주의를 하여야 한다.

2) 선박 충돌사고의 원인요소는 1가지 보다 2가지 이상 원인요소에 의해 발생한 사고는 전체 대비 69.0%를 차지하고 있으므로 선박 충돌사고는 복합적으로 발생하는 것을 알

수 있다.

3) 사고 원인요소의 상관관계를 알기위하여 상관관계 분석을 수행하였으며 분석결과 경계 또는 상대선박 감시소홀은 항해 업무 외 다른 작업과 상대선박의 늦은 발견 또는 미발견의 주요 원인요소가 된다. 항해 업무에 집중을 하면서 상대선박의 감시를 철저히 하는 것이 사고를 미연에 방지하는 방법 중 하나이다.

상대방 선박을 인지한 시점에서부터 충돌이 일어난 시점까지 걸린 시간을 바탕으로 각 시간에 대한 특정원인요소를 분석하였으며 다음과 같은 결론을 내렸다.

1) 경계 또는 상대 선박 감시소홀과 줄음향해 또는 음주는 충돌의 위험성을 인지할 시간조차 없기 때문에 주의가 필요하다.

2) 상대방 선박을 인지한 시점에서부터 충돌사고가 일어나는 시점까지 걸린 시간은 평균 10분 이내에 결정됨에 따라 순간적인 상황판단이 선박 충돌사고의 발생요인에서 매우 중요하다는 것을 알 수 있다.

추후, 좌초, 침몰 및 화재에 대한 사고사례의 원인요소와 각각의 원인요소 상관관계를 분석하여 선박해양사고의 전반적인 상관관계 분석 연구가 필요하다.

Acknowledgement

본 연구는 해양수산부의 “선박 및 인명 대피 지원 기술 개발” 사업의 지원으로 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

References

- [1] Anderson, D. E., F. R. Oberman, T. B. Malone and C. C. Baker(1997), Influence of human engineering on manning levels and human performance, Naval Engineers Journal, Vol. 109, No. 6, pp. 67-76.
- [2] Baker, C. C. and A. K. Seah(2004), Maritime accidents and human performance the statistical trail, MARTECH 2004, pp. 225-239.
- [3] Cockcroft, A. N. and J. N. F. Lameijer(1976), A guide to the collision avoidance rules: International Regulations for Preventing Collisions at Sea 1972, in force 1977, Stanford Maritime, p. 15.
- [4] IMO(1997), Code for the investigation of marine casualties and incidents, A20/Res.849, pp. 1-24.

- [5] IMO(2000), Amendments to the Code for the investigation of marine casualties and incidents, A21/Res.884, pp. 1-40.
- [6] Jang, I. S.(2009), A Study on the Effective Safety Management Measures for the Prevention of Marine Accidents, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 15, No. 1, pp. 33-39.
- [7] Jung, C. H.(2014), A Study on the Requirement to the Fishing Vessel for Reducing the Collision Accidents, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 20, No. 3, pp. 18-25.
- [8] Kim, H. T., S. Na and W. H. Ha(2011), A case Study of Marine Accident Investigation and Analysis with Focus on Human Error, Journal of the Ergonomics Society of Korea, Vol. 30, No. 1, pp. 137-150.
- [9] Korean Maritime Safety Tribunal(2016), Marine Accidents Statistics 2016, <http://data.kmst.go.kr>.
- [10] Lee, S. J., H. S. Kim, Z. J. Long and S. K. Lee(2011), A Study on the Korea Marine Accidents and the Countermeasures, Journal of Navigation and Port Research, Vol. 35, No. 3, pp. 205-211.
- [11] Shin, I. S.(2016), A Study on the Usability Evaluation of Navigation Assistance Service in e-Navigation MSP, Ph. D. diss., Korea Maritime and Ocean University, pp. 32-46.
- [12] Song, J. J.(2015), SPSS AMOS Statistical Methods (for writhing paper), 21th publisher, pp. 165-179.
- [13] Yang, W. J., S. J. Kwon and J. S. Keum(2004), An Analysis of Human Factor in Marine Accidents - Collision Accidents -, 2004 The Korean Society of Marine Environment & Safety spring conference, pp. 7-11.

Received : 2016. 11. 22.

Revised : 2016. 12. 19. (1st)

: 2017. 02. 09. (2nd)

Accepted : 2017. 02. 25.