

## 선박 부유물 감김사고의 시·공간적 분석

유상록\* · 김득봉\*\* · 장다운\*\*\*\*

\* 충북대학교 컴퓨터과학과 연구원, \*\* 목포해양대학교 교수, \*\*\* 목포해양대학교 대학원 박사과정

## Spatiotemporal Analysis of Ship Floating Object Accidents

Sang-Lok Yoo\* · Deug-Bong Kim\*\* · Da-Un Jang\*\*\*\*

\* Researcher, Department of Computer Science, Chungbuk National University, Cheonju, 28644, Korea

\*\* Professor, Mokpo National Maritime University, Mokpo 58628, Korea

\*\*\* PhD Candidate, Graduate School of Mokpo National Maritime University, Mokpo 58628, Korea

**요 약** : 선박의 해양사고 중 부유물 감김사고는 운항지연에 그치지 않고 대형 인명 피해사고까지 이어질 수 있어 이에 대한 예방책이 요구되고 있다. 이에 본 연구는 영해와 배타적경제수역 등을 포함한 해역의 최근 5년간 선박의 부유물 감김사고 데이터를 시·공간적 측면에서 분석하고, 관련 연구 분야에 기초 자료를 제공하고자 한다. 부유물 감김사고의 상대적 밀도 분포를 시각화하기 위하여 이차원 평활 히스토그램을 적용하였으며, 시간대, 주·야간, 계절에 따른 각 변수가 감김사고에 미치는 영향을 분석하기 위해 다항 로지스틱 회귀모형을 적용하였다. 공간적 분석결과 전체 사고에 대해 평활화된 밀도 값이 높은 곳은 진해만을 포함한 거제도~통영 해상이었으며, 서해 전국항 인근 해상, 제주도 북부 해상으로 나타났다. 시간적 분석결과 부유물 감김사고는 주간에 71.4%로 가장 많이 발생하였으며, 계절별로는 가을철이 다른 계절에 비해 가장 많이 발생한 것으로 분석되었다. 또한, 어선, 수상레저기구, 낚시어선의 감김사고 발생 가능성이 화물선보다 높은 것으로 조사되었다. 본 연구의 시·공간적 분석결과는 향후 부유물에 대한 단속강화 및 제거를 위한 해양경찰함정 배치와 시간·계절별 사고방지를 위한 부유물 사전 제거작업 대책 마련의 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

**핵심용어** : 선박 부유물 감김사고, 해양사고, 시·공간 분석, 이차원 평활 히스토그램, 다항 로지스틱 회귀모형

**Abstract** : Ship-floating object accidents can lead not only to a delay in ship's operations, but also to large scale casualties. Hence, preventive measures are required to avoid them. This study analyzed the spatiotemporal aspects of such collisions based on the data on ship-floating object accidents in sea areas in the last five years, including the collisions in South Korea's territorial seas and exclusive economic zones. We also provide basic data for related research fields. To understand the distribution of the relative density of accidents involving floating objects, the sea area under analysis was visualized as a grid and a two-dimensional histogram was generated. A multinomial logistic regression model was used to analyze the effect of variables such as time of day and season on the collisions. The spatial analysis revealed that the collision density was highest for the areas extending from Geoje Island to Tongyeong, including Jinhae Bay, and that it was high near Jeongok Port in the West Sea and the northern part of Jeju Island. The temporal analysis revealed that the collisions occurred most frequently during the day (71.4%) and in autumn. Furthermore, the likelihood of collision with floating objects was much higher for professional fishing vessels, leisure vessels, and recreational fishing vessels than for cargo vessels during the day and in autumn. The results of this analysis can be used as primary data for the arrangement of Coast Guard vessels, rigid enforcement of regulations, removal of floating objects, and preparation of countermeasures involving preliminary removal of floating objects to prevent accidents by time and season.

**Key Words** : Ship floating object accident, Marine accident, Spatiotemporal analysis, Two-dimentional smoothed histogram, Multinomial logistic model

## 1. 서 론

해양안전심판원 통계자료에 의하면 연평균 2,526여건의

해양사고가 발생하고 있다(KMST, 2020). 사고 종류 중 인명 피해를 동반한 주요 6대 사고는 충돌, 전복, 화재폭발, 기관 손상, 안전사고, 부유물 감김사고였다. 부유물 감김사고는 항해 중 추진기에 페로프, 페어망 등 해상부유물이 추진기에 감겨 항해를 계속할 수 없는 사고를 의미한다.

\* First Author : sanglokyoo@cbnu.ac.kr

† Corresponding Author : dujang@mmu.ac.kr, 061-240-7452

부유물 감김사고는 선박의 운항 지연에 그치는 것이 아니라, 선체 전복으로 이어져 대형 인명피해를 가져오기도 했다. 1993년 10월 전라북도 부안군 위도 해상에서 발생한 여객선 서해훼리호 전복사고도 부유물 감김이 한 원인이었다. 이 사고로 탑승인원 362명 중 292명이 사망했다. 2015년 9월 추자도 해상에서 발생한 낚시어선 돌고래호 전복사고(탑승인원 21명 중 15명 사망) 역시 부유물 감김이 원인이었다 (Lee et al., 2018). 이처럼 부유물 감김사고는 중·소형 선박에서 발생하게 될 경우 대형 인명 피해사고의 원인이 될 수 있으므로 이에 대한 연구가 필요하다.

Ki and Kim(2015)는 해상 부유물 수거를 위한 수상 로봇 개발에 관한 연구를 수행하였다. Lee et al.(2018)은 선박 추진기에 감긴 해상 부유물을 제거하기 위해 선박에 설치된 로프 커터의 효용성을 실증하였으며, Lee et al.(2019)은 로프 커터의 설치 만족도를 조사하기 위해 설문조사를 실시하였다.

본 연구는 부유물 감김사고의 시·공간적 분석을 통해 관련 연구 분야에 기초 자료를 제공하고자 한다. 공간적 분석을 통해 선박 종류별 부유물 감김사고의 상대적 밀도 분포를 식별하고자 하였으며, 다항 로지스틱 회귀분석을 통해 시간대, 주·야간, 계절별 변수 등이 부유물이 감긴 선박 종류에 미치는 영향을 분석하고자 하였다.

## 2. 부유물 감김사고 현황

부유물 감김사고 현황 자료를 수집하기 위해 중앙해양안전심판원의 해양사고 통계와 재결서를 이용하였다. Table 1은 최근 5년간(2015~2019년) 선박 종류별 부유물 감김사고를 나타낸다. 부유물 감김사고는 연평균 약 292건이 발생하였다. 선박 종류별로는 어선에서 998건(68.2%)으로 가장 많이 발생하였으며, 수상레저기구(동력보트, 동력요트 등 포함) 186건(12.7%), 낚시어선 155건(10.6%) 등 순으로 나타났다.

Table 2. Number of float object accidents by ship type

Ship type	Number of float object accidents (%)
Fishing vessels	998 (68.2%)
Water leisure vessels	186 (12.7%)
Fishing leisure vessels	155 (10.6%)
Passenger vessels	28 (1.9%)
Cargo vessels	18 (1.2%)
others	79 (5.4%)
Total	1,464 (100%)

## 3. 시·공간적 분석 방법

### 3.1 공간적 분석

부유물 감김사고 밀도가 높은 해역을 시각화하기 위해 이차원 평활 히스토그램(two-dimensional smoothing histogram) 기법을 적용하였다(Eilers and Goeman, 2004). 분석 범위는 우리나라 영해와 배타적경제수역 등을 포함한 해역으로 설정하였다. 먼저, 분석 해역을 격자(200×200)로 구성하고, 수집한 데이터를 해당하는 격자에 분류하였다. 각 격자의 데이터 수를 상대적인 밀도값으로 나타내기 위해 총 데이터 수로 나눴다. 다음으로 각 격자의 밀도값( $H_{i,j}$ )을 수식 (1)과 (2)를 사용하여 평활화된 밀도값( $F_{i,j}$ )으로 산출하였다.

$$(I + 2\lambda D_1^T D_1 + \lambda^2 D_2^T D_2)^{-1} H = G \quad (1)$$

여기서,

$I$  : 격자 크기(200×200)의 단위행렬(identity matrix)

$i$  : 격자의 행(row) 인덱스(index) ( $i = 1, 2, \dots, 200$ )

$j$  : 격자의 열(column) 인덱스(index) ( $j = 1, 2, \dots, 200$ )

$D_1$  :  $I$ 의 차분행렬(first order difference matrix, matrix size 199×200)

$D_2$  :  $D_1$ 의 차분행렬(second order difference matrix, matrix size 198×200)

$D_1^T, D_2^T$  :  $D_1, D_2$ 의 전치행렬(transpose matrix)

$\lambda$  : 조정 매개변수(tuning parameter)

$H$  : 각 격자의 데이터 수를 상대적인 밀도값으로 나타낸 행렬(matrix size 200×200)

$$((I + 2\lambda D_1^T D_1 + \lambda^2 D_2^T D_2)^{-1} G^T)^T = F \quad (2)$$

여기서,

$G^T$  :  $G$ 의 전치행렬(transpose matrix)

$F$  : 평활화된 행렬(matrix size 200×200)

다음으로 각 격자의 평활화된 값( $F_{i,j}$ )을 0과 1 사이의 밀도값( $F_{i,j}^d$ )으로 산출하기 위해 수식 (3)을 이용하여 행렬  $F$ 에서 가장 큰 값으로 나누었다.

$$\frac{F}{\max(F)} = F^d \quad (3)$$

각 격자의 평활화된 밀도 값 ( $F_{i,j}^d$ )을 RGB 색상  $c$ 개로 표현하기 위해 수식 (4)를 이용하여 0부터 1사이의  $c$ 개로 범주화된 값의 인덱스( $v$ )를 산출하였다.

$$F_{i,j}^d = \left( \frac{v-1}{c}, \frac{v}{c} \right] \quad (4)$$

여기서,

$v$  :  $c$ 개로 범주화된 값으로부터 평활화된 밀도 값 ( $F_{i,j}^d$ )의 인덱스(index) ( $v = 1, 2, \dots, c$ )

$c$  : 표현하고자 하는 RGB 색상 총 개수 ( $c = 64$ )

수식 (5)를 이용하여 각 격자의 평활화된 밀도 값 ( $F_{i,j}^d$ )의 인덱스  $v$ 에 상응하는  $R_v, G_v, B_v$ 로 시각화하였다.

$$\begin{bmatrix} R_v \\ G_v \\ B_v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \min \left\{ \max \left( \min \left( \frac{4v}{c} - 1.5, -\frac{4v}{c} + 4.5 \right), 0 \right), 1 \right\} \\ \min \left\{ \max \left( \min \left( \frac{4v}{c} - 0.5, -\frac{4v}{c} + 3.5 \right), 0 \right), 1 \right\} \\ \min \left\{ \max \left( \min \left( \frac{4v}{c} + 0.5, -\frac{4v}{c} + 2.5 \right), 0 \right), 1 \right\} \right\} \quad (5)$$

### 3.2 시간적 분석

시간대, 주·야간, 계절에 따른 각 변수가 부유물이 감진 선박 종류에 미치는 영향을 분석하고자 다항 로지스틱 회귀 분석을 실시하였다. 로지스틱 회귀분석은 종속변수가 범주형일 때 변수들의 영향력을 통계적으로 추정하기 위해 사용하며, 종속변수가 3가지 이상의 범주형일 경우 다항 로지스틱 회귀분석을 한다(Kooperberg et al., 1997).

시간대 변수는 4시간 단위(00-04시, 04-08시, ..., 20-24시)로 범주화하였다.

주·야간 변수는 사고 위치에 따라 일·출몰 시간이 매일 달라지는 것을 반영하기 위해 미 해군 관측소(US Naval Observatory) 홈페이지의 박명시간을 활용하였다(USNO, 2020). 시민박명은 태양의 중심이 수평선에서부터 수평선 아래 6° 사이의 구간에 위치할 때의 박명이다. 즉 태양이 뜨기 약 30분전부터 태양이 뜨기 전까지의 여명시간과 태양이 지고 30분까지의 박모시간이다. 이 시기에는 육안으로 사물의 구분이 가능하며 조명 없이도 일상적인 야외 생활이 가능한 시기이다. 한편 항해박명은 태양 고도가 수평선 아래 6~12°에 있을 때의 박명으로 하늘은 어둡고 밝은 별이 보이기 시작한다. 천문박명은 태양고도가 수평선 아래 12~18°가 될 때의 어두컴컴한 상태를 말한다. 천문박명과 항해박명시간의 조도는 0.001~5 lx이지만, 시민박명시간의 조도는 5~1,000 lx로 육안으로 선박의 구분이 가능하다. 따라서 본 연구에서는 시민박명의 여명과 박모시간을 기준으로 주·야간으로 범주화하

였다(Yoo and Jung, 2018).

계절 변수는 부유물 감진사고가 발생한 월에 따라 봄(3~5월), 여름(6~8월), 가을(9~11월), 겨울(12월~2월) 4계절로 범주화하였다.

## 4. 결과 및 고찰

### 4.1 공간적 분석에 따른 결과

Fig. 1(a)는 전체 선박의 부유물 감진사고에 대한 밀도 분포를 0부터 1사이의 값으로 시각화한 것이다. 평활화된 밀도 값 ( $F_{i,j}^d$ )이 0.6 이상인 곳은 진해만을 포함한 거제도~통영해상이 부유물 감진사고 밀도가 높았으며, 서해 전곡항 인근 해상, 제주도 북부 인근 해상에서 발생 밀도가 높은 것을 식별할 수 있다.

Fig. 1(b)~Fig. 1(d)는 부유물 감진사고가 상대적으로 많이 발생하는 선박 종류별 밀도 분포를 나타낸 것이다. 어선은 거제도~통영해상과 제주도 북부해상에서 발생 빈도가 높은 것을 알 수 있다(Fig. 1(b)). 수상레저기구는 부산 광안리~해운대와 서해 전곡항 앞 해상에서 부유물 감진사고 발생 빈도가 상대적으로 높은 것을 알 수 있으며(Fig. 1(c)), 낚시어선은 진해만과 서해 대천항 앞 해상에서 발생 빈도가 높은 것을 식별할 수 있다(Fig. 1(d)).

Fig. 1(e)~Fig. 1(f)는 주·야간 구분에 따른 부유물 감진사고의 밀도 분포를 나타낸 것이다. 주간에는 진해만을 비롯 거제도~통영해상에서 발생 빈도가 높으며(Fig. 1(e)), 특히 야간에는 제주도 북부해상에서 발생 빈도가 높은 것을 확인할 수 있다(Fig. 1(f)).

### 4.2 시간적 분석에 따른 결과

시간적 각 변수별 부유물 감진사고 현황은 Table 2와 같다. 시간대에 따른 부유물 감진사고는 08-12시에 333건(22.7%), 12-16시 328건(22.4%) 등 순으로 많이 발생하였다. 주·야간 구분에 따른 부유물 감진사고는 주간 1,046건(71.4%), 야간 418건(28.6%) 순으로 나타났으며, 계절별로는 가을 431건(29.4%), 여름 379건(25.9%) 순으로 많이 발생하는 것으로 나타났다.

Table 3과 Table 4는 다항 로지스틱 회귀모형의 적합 정보와 유사 R-제곱을 나타낸 것이다. 카이제곱 값은 2391.6이고 유의확률은 .000이므로 모형은 적합하게 나타났으며, 모형의 설명력은 80.5~82.8%이다.

Table 5는 우도비 검정 결과를 나타낸 것이다. 시간대, 주·야간, 계절 변수 모두 유의확률이 유의수준 .05보다 낮아 유의한 변수임을 알 수 있다.

선박 부유물 감감사고의 시·공간적 분석

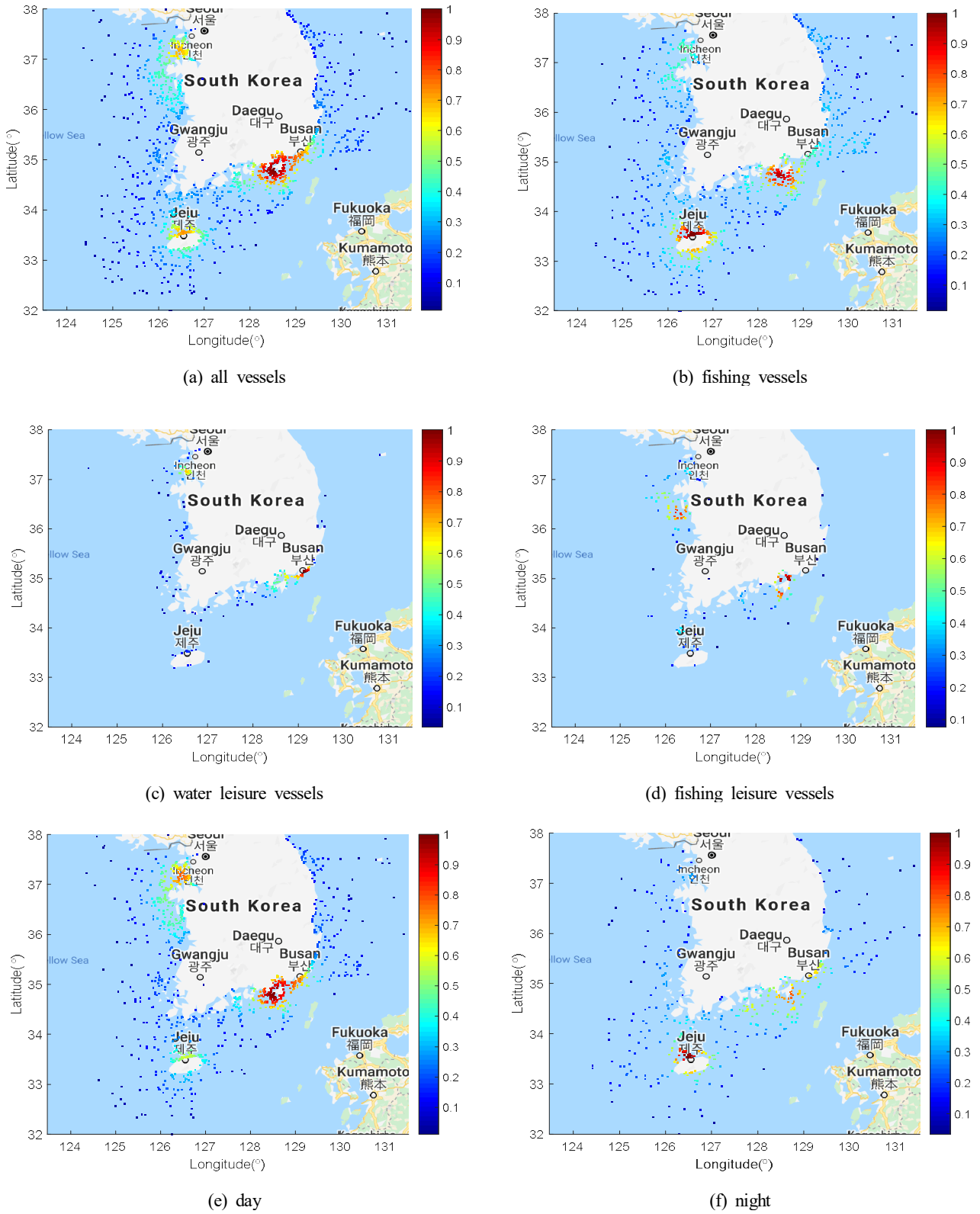


Fig. 1. Density distribution of float objects accidents.

Table 2. Number of float object accidents by variables

Variables	Number of float object accidents (%)	
hour	00-04	90 (6.1%)
	04-08	262 (17.9%)
	08-12	333 (22.7%)
	12-16	328 (22.4%)
	16-20	296 (20.2%)
	20-24	155 (10.6%)
day or night	day	1,046 (71.4%)
	night	418 (28.6%)
season	spring	335 (22.9%)
	summer	379 (25.9%)
	autumn	431 (29.4%)
	winter	319 (21.8%)

Table 3. Model fitting information

Model	Model fitting criteria	likelihood ratio tests		
	-2 Log Likelihood	chi-square	d.f.	p
Null	2793.012			
Final	401.373	2391.6	50	.000

Table 4. Pseudo R-Square ratio test

Model	
Cox and Snell	.805
Nagelkerke	.828

Table 5. Likelihood ratio tests

Effect	Model fitting criteria	likelihood ratio tests		
	-2 Log Likelihood	chi-square	d.f.	p
hour	508.430	107.058	25	.000
day or night	416.327	14.954	5	.011
season	474.515	73.143	15	.000

Table 6은 선박 종류별 모수 추정값을 나타낸 것으로 부유물 감김사고가 상대적으로 많이 발생하는 어선과 수상레저기구, 낚시어선을 나타낸 것이다.

시간대별 변수의 경우, 유의수준 .05 기준으로 어선의 00~04시 부유물 감김사고 발생 가능성은 화물선보다 약 52.0배, 04~08시 39.3배 등으로 높은 것을 알 수 있다.

주·야간 변수의 경우, 유의수준 .05 기준으로 주간이 야간에 비해 부유물 감김사고가 발생할 가능성은 화물선보다 어선이 약 5.9배, 수상레저기구는 약 9.3배, 낚시어선은 약 11.9배 높은 것을 알 수 있다.

또한, 계절별 변수의 경우 가을철이 겨울에 비해 부유물 감김사고가 발생할 가능성은 유의수준 .01 기준으로 화물선보다 어선이 약 7.2배 높으며, 유의수준 .05기준으로 수상레저기구는 약 30.0배, 낚시어선은 약 18.1배 높은 것으로 나타났다.

## 5. 결론

선박의 부유물 감김사고는 6대 해양사고 중 하나로 연평균 약 292건이 발생하고 있다. 부유물 감김사고는 선박의 운항지연에 그치는 것이 아니라, 대형 인명 피해사고로 이어지는 경우가 있어 이에 대한 예방대책이 요구되고 있다.

본 연구에서는 선박의 부유물 감김사고 데이터를 기반으로 공간적 분석을 통해 선박 종류별 감김사고의 상대적 밀도 분포를 식별하고, 다항 로지스틱 회귀분석을 통해 시간대, 주·야간, 계절별 변수 등이 감김사고 선박 종류에 미치는 영향을 분석하였다.

공간적 분석 결과, 전체 선박의 부유물 감김사고는 서해 전곡항 인근 해상, 제주도 북부 인근 해상에서 발생 밀도가 높은 것으로 식별되었다. 어선의 경우 거제도~통영 해상과 제주도 북부 해상에서 발생 빈도가 높고, 수상레저기구는 부산 광안리~해운대와 서해 전곡항 앞 해상, 낚시어선은 진해만과 서해 대천항 앞 해상에서 발생 빈도가 높았다.

시간적 분석 결과, 부유물 감김사고는 시야가 확보되는 주간에 71.4% 발생하고 있다. 어선, 수상레저기구, 낚시어선의 주간 발생 가능성은 화물선보다 높은 것으로 나타나 항해 중 철저한 견시가 요구된다. 또한, 가을철 부유물 감김사고는 봄, 겨울보다 발생 빈도가 높으며, 특히 어선, 수상레저기구, 낚시어선은 화물선보다 다른 계절에 비해 가을철 발생 가능성이 매우 높은 것으로 나타났다.

본 연구의 결과는 부유물 감김사고에 대해 선박 종류별로 제도 단속 및 홍보자료로 이용할 수 있을 것이며, 부유물 제거를 할 수 있는 해양경찰 구조대 인력배치의 기초자료로도 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

선박 부유물 감김사고의 시·공간적 분석

Table 6. Parameter estimates

	Ship type <sup>a</sup>	B	std. error	wald	d.f.	p	exp(B)
Fishing vessels	[hour =00~04]	3.953	1.074	13.551	1	<b>.000</b>	52.075
	[hour =04~08]	3.671	.785	21.889	1	<b>.000</b>	39.308
	[hour =08~12]	2.744	1.081	6.439	1	<b>.011</b>	15.547
	[hour =12~16]	1.574	.979	2.588	1	.108	4.826
	[hour =16~20]	2.428	.649	13.988	1	<b>.000</b>	11.334
	[hour =20~24]	3.118	.636	24.023	1	<b>.000</b>	22.594
	[day or night=day]	1.781	.887	4.035	1	<b>.045</b>	5.937
	[day or night=night]	0 <sup>b</sup>					
	[season=spring]	.205	.658	.097	1	.756	1.227
	[season=summer]	-.149	.603	.061	1	.805	.862
	[season=autumn]	1.979	1.076	3.386	1	.066	7.238
	[season=winter]	0 <sup>b</sup>					
	Water leisure vessels	[hour =00~04]	.146	1.182	.015	1	.902
[hour =04~08]		-1.679	.988	2.888	1	.089	.187
[hour =08~12]		-.231	1.159	.040	1	.842	.794
[hour =12~16]		-1.126	1.065	1.119	1	.290	.324
[hour =16~20]		-.154	.754	.042	1	.838	.857
[hour =20~24]		.160	.713	.050	1	.823	1.173
[day or night=day]		2.239	.955	5.498	1	<b>.019</b>	9.386
[day or night=night]		0 <sup>b</sup>					
[season=spring]		1.314	.710	3.424	1	.064	3.720
[season=summer]		.958	.659	2.114	1	.146	2.607
[season=autumn]		3.404	1.105	9.491	1	<b>.002</b>	30.076
[season=winter]		0 <sup>b</sup>					
Fishing leisure vessels		[hour =00~04]	.941	1.153	.666	1	.414
	[hour =04~08]	.782	.853	.841	1	.359	2.185
	[hour =08~12]	-.372	1.146	.105	1	.746	.690
	[hour =12~16]	-1.286	1.050	1.501	1	.220	.276
	[hour =16~20]	-.563	.748	.566	1	.452	.570
	[hour =20~24]	-.204	.752	.073	1	.787	.816
	[day or night=day]	2.478	.938	6.977	1	<b>.008</b>	11.918
	[day or night=night]	0 <sup>b</sup>					
	[season=spring]	.368	.720	.261	1	.610	1.444
	[season=summer]	.792	.652	1.477	1	.224	2.209
	[season=autumn]	2.899	1.103	6.902	1	<b>.009</b>	18.151
	[season=winter]	0 <sup>b</sup>					

a: The reference category is cargo ships.

b: This parameter is set to zero because it is redundant.

특히 최근 5년간 부유물 감김사고가 가장 많이 발생한 어선과 낚시어선은 조업 중 기관 사용시 조류에 따라 위치를 이동하는 해묘 로프를 확인하고, 추진기 주변 장애물 유무 확인이 항상 필요할 것으로 보인다. 사고 발생 시에는 무리한 기관사용을 피해야 기관손상 등에 따른 2차사고를 예방

할 수 있을 것으로 사료된다. 또한, 부유물 감김의 원인으로 가을철에 발생하였던 여객선 서해훼리호와 낚시어선 돌고래호 전복사고와 같은 인명 및 해양사고 재발방지를 위한 계절별 부유물 제거작업 대책 마련이 필요할 것으로 판단된다.

## Reference

- [1] Eilers, P. H. and J. J. Goeman(2004), Enhancing Scatterplots with Smoothed Densities, *Bioinformatics*, Vol. 20, No. 5, pp. 623-628.
- [2] Ki, H. S. and H. S. Kim(2015), Development of Surface Robot for Floating Debris Removal, *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, Vol. 25, No. 4, pp. 342-348.
- [3] KMST(2020), Statics of Marine Accidents, Retrieved from <https://www.kmst.go.kr/>.
- [4] Kooperberg, C., S. Bose, and C. J. Stone(1997), Polychotomous regression, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 92, No. 437, pp. 117-127.
- [5] Lee, W. J., J. H. Kim, J. S. Jang, K. W. Lee, B. Y. Kim, W. K. Lee, B. S. Rho, J. S. Kim, and J. H. Choi(2018), A Study on Safety and Performance of Rope Cutter for Ship's Propeller, *Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety*, Vol. 24, No. 4, pp. 475-481.
- [6] Lee, W. J., J. H. Choi, J. H. Kim, W. K. Lee, and J. S. Kim(2019), A Study on Current Status of Entanglement Accident and User Satisfaction Survey for Ship with Rope Cutter in Domestic, *Journal of Fishries and Marine Science Education*, Vol. 31, No. 6, pp. 1536-1543.
- [7] USNO(2020), Complete Sun and Moon Data for One Day, Atronomical Application Department of the U.S. Naval Observatory, Retrieved from <http://usno.navy.mil/>.
- [8] Yoo, S. L. and C. Y. Jung(2018), Statistical Analysis of Ship Collision Accidents by Day and Night Times, *Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety*, Vol. 24, No. 3, pp. 339-345.

---

Received : 2021. 01. 26.

Revised : 2021. 02. 19.

Accepted : 2021. 12. 28.