

# 항만 도선사 상해사고와 준사고의 관계

박상원\* · 윤병재\*\* · 김소라\*\*\* · † 박영수

\*한국해양수산개발원 선임 연구원, \*\*여수항 도선사, \*\*\*한국해양대학교 해양과학기술전문대학원, † 한국해양대학교 항해융합학부 교수

## Relationship between Maritime Pilot Injury and Nearmiss

Sangwon Park\* · Byoung Jae Yoon\*\* · So-Ra Kim\*\*\* · † Young-soo Park

\*Senior researcher, Korea Maritime Institute, Busan 49111, Korea

\*\*Pilot, Yeosu Harbor Pilot's Associations, Yeosu 59724, Korea

\*\*\*Ph.D candidate, Ocean Science and Technology School, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

† Professor, Division of Maritime Sciences, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

**요 약** : 도선사는 해상에서 도선사용 사다리나 승하선사다리를 통해 선박에 승선하고 있어 예측할 수 없는 해상환경의 위험에 늘 노출되어 있다. 도선사는 항만으로 입항하거나 출항하는 선박의 안전을 확보하는 중요한 역할을 수행하고 있으므로 도선사 부상은 선박 전체 안전에 큰 영향을 미친다. 본 연구의 목적은 도선사 관련 준사고를 분석하고 사고를 예측하는 것이다. 이를 위해 도선사 상해사고 사례를 분석하고 설문조사를 통해 잠재상황을 식별하고자 했다. 그리고 도선사 상해사고 경향을 예측하였다. 설문조사의 분석은 IPA 분석법을 활용했으며, 상해사고 경향 예측을 하기 위해 이항분포 및 푸아송분포를 활용하였다. 연구결과 도선사 상해사고 1건당 316.8건의 준사고가 발생했으며, 사고 관리 시스템의 현행 유지 시 3개월 내 도선사 상해사고가 발생할 확률은 64.4%로 나타났다. 연구결과를 바탕으로 도선사 상해사고 예방을 위한 관리 시스템의 필요성과 도선사 승선용 사다리에 대한 유지보수 및 설치 강화를 제언했다.

**핵심용어** : 도선사, 준사고, 상해사고, 도선사용 사다리, 해상안전

**Abstract** : Maritime pilots are always exposed to unpredictable risks present in the marine environment because they are boarding ships through pilot ladders or accommodation ladders at sea. Since the pilot plays an important role in securing the safety of a ship entering or departing from a port, an injury to the pilot substantially affects the overall safety of the ship. The purpose of this study is to analyze pilot injuries and predict accidents. For this purpose, pilot injury cases are analyzed and potential situations are identified through a survey. Pilot injuries are also predicted. The survey was analyzed using the IPA (Importance-Performance Analysis) methodology, and the binomial distribution and Poisson distribution were used to predict injury trends. As a result of the study, 316.8 nearmiss occurred per pilot injury, and if the current accident management system is maintained, the probability of pilot injury occurring within 3 months is 64.4%. Based on the research results, the need for a management system to prevent pilot injuries and reinforcement of maintenance and installation for pilot ladders was suggested.

**Key words** : maritime pilot, nearmiss, injury, pilot ladder, marine safety

## 1. 서 론

「도선법」에 따르면, 도선은 도선사가 선박에 승선하여 그 선박을 안전한 수로로 안내하는 것을 의미한다(MOLEG, 2022a). 우리나라의 경우 총톤수 6천톤 이상 선박의 선장으로 3년이상 승무한 경력을 가진 자가 도선사 면허 시험에 응시할 수 있으며, 도선사는 필기시험, 면접시험 및 실기시험을 거쳐 도선사 면허를 취득한 후 각 지역 도선구에서 활동한다. 선장을 포함한 오랜 승선 경험을 바탕으로 도선 임무를 수행하고 있지만, 도선현장은 다양한 위험이 존재한다. 특히 도선사는 해상에서 도선사용 사다리나 승하선사다리를 통해서 선박에

승선하고 있기 때문에 예측할 수 없는 해상환경의 위험에 항상 노출되어 있다. 더욱이 도선사용 사다리나 승하선사다리는 선박에서 관리하기 때문에 도선사가 승선하기 전에 안전확보 여부를 완벽히 파악하기는 어렵다(Park, 2022).

도선사협회 자료에 따르면, 최근 15년 동안 도선사 상해사고는 62건 발생하였으며, 이는 연간 약 4회의 사고가 꾸준히 발생하고 있다는 것을 의미한다(KMPA, 2022). 도선사는 해당 항만으로 입항하거나 출항하는 선박의 안전을 확보하는 중요한 역할을 수행하고 있으므로 도선사의 부상은 선박 전체 안전에 큰 영향을 미칠 수 있다.

IMPA(International Maritime Pilots' Association, 국제도

† Corresponding author : 종신회원, youngsoo@kmou.ac.kr 051)410-5085

\* 정회원, psw6745@kmi.re.kr 051)797-4919

(주) 이 논문은 “우리나라 항만 도선사 준사고에 관한 연구”란 제목으로 “2022년 한국항해항만학회 추계학술대회 프로시딩(부산항국제 전시컨벤션센터(BPEX), 2022.11.10-11, pp.57-58)”에 발표되었음.

선사협회)에서도 도선사 업무의 중요성과 작업의 위험성을 알리기 위해 도선사용 승하선설비 안전 캠페인을 실시한 바 있다(IMPA, 2021). 해당 캠페인은 매년 실시되고 있으며, SOLAS 상의 도선사 사다리 설비 기준을 함께 제공하여 설비 안전기준 준수를 환기하고 있다.

한편 이러한 도선사와 관련하여 국내·외 많은 연구가 진행되고 있다. Park(2021)은 도선사용 승강장치 결합에 대해서 분석하고 도선사용 승강장치의 안전강화 필요성을 제안한 바 있다. 해당 연구는 도선사협회와 중앙해양안전심판원의 자료를 바탕으로 실제 발생한 사고에 대하여 분석하였다. Kang(2021)은 2016년부터 2020년까지 발생한 도선 중 발생한 해양사고 사례를 분석하였으며, 도선사가 승선한 선박에 대한 사고를 중심으로 23건의 사례를 제시하였다. Park et al.(2019)은 도선사 나이와 해양사고 간의 상관관계를 분석하였다. 분석결과 65세 이후 해양사고 발생률은 증가하는 것으로 나타났으며, 이를 바탕으로 도선사 정년 연장을 승인하지 않은 해양수산부의 정책은 적절하였다고 했다. Tunçel et al.(2022)는 도선사의 해상이동 시 위험도 분석을 FFTA(Fuzzy Extended Fault Tree Analysis)를 활용하여 분석했다. 분석결과 해상이동의 위험도는  $3.95 \times 10^{-3}$ 으로 나타났다. 그리고 해상이동 사고의 확률이 높아지는 조건은 악천후 시 선박조종, 불안정한 도선사 승용용 사다리, SOLAS 미준수, 피로 등이 있는 것으로 분석되었다. Aydin et al.(2022)은 도선사 해상이동 중 발생하는 사고의 인적요인을 최소화하기 위해 HFACS와 SLIM을 통합한 방법론을 사용하여 인적요인의 가능성을 예측했다. 그 결과 ‘Accommodation ladder 하단과 도선사 사다리 높이 확인’, ‘도선사 승선 작업을 위한 승무원 배정’, ‘도선사 에스코트를 위한 사관의 현장위치’가 주요 업무로 나타났다. Oraith et al.(2021)은 도선사의 안전에 인적 요소의 영향을 조사 분석하였다. 도선사 관련 해양사고 사례 분석을 통해 인적 위험요소를 도출하고 AHP 분석을 통해 인적 요인 간 우선순위를 도출했다. Zhang et al.(2020)은 도선사 관련 해양사고를 줄이기 위해 인적요소와 조직적인 요소를 결합하여 HFACS와 시스템다이나믹스를 활용하여 분석하였다. 상하이 도선사협회의 자료를 활용하여 분석했으며, 과실, 습관, 도선경력 및 위반 등의 4가지 불안정한 행위와 이에 대한 두가지 전제조건(팀워크 및 개인안전의식)이 가장 주의가 필요하다는 결론을 도출했다. Darbra et al.(2007) 호주와 뉴질랜드 도선사 대상으로 안전문화와 위험인식에 대한 설문조사를 수행했다. 그 결과 관련 규제기관 식별, 일부지역 도선사에 대한 상업적 압력, 사고보고에 대한 매커니즘, 선교자원관리 등에서 문제가 있음을 식별했다. 그리고 도선사관련하여 발생하는 10대 위험 이벤트 중 2위는 도선사 사다리 설치 불량 등 불안정한 승선 상황이라 했다. Xu et al.(2021)은 구조방정식을 활용하여 도선사 위험행동의 결정 요인을 분석했으며, 가장 큰 영향을 미치는 요소는 군중심리라 하였다. 이러한 결과를 바탕으로 도선사는 정기적인 정신건강 관리 프로그램을 받아야 함을 권고했다.

Lee et al.(2017)은 도선사와 관련된 해상 사고사례 및 국내외 규정 등을 분석하여 도선사가 선박에 안전하게 승·하선하는데 필요한 교육과정 개설, 안전문화 정착, 추락방지시스템의 강제화 등의 정책 제언을 했다. Camliyurt et al.(2022)는 FTA와 ETA 방법을 활용하여 도선사 관련 사고를 대상으로 위험도 평가를 수행했다. 평가결과 도선사용 승강장치의 결합과 절차 미준수 등의 위험성이 높았다.

지금까지의 연구는 도선사가 관련한 해양사고나 도선사의 직접피해가 있는 사고에 집중하였으며, 잠재적인 위험에 대한 논의는 부족했다. 이에 본 연구는 도선 과정의 잠재적인 위험을 식별하고 예방책 제시를 위해 도선사 관련 준사고를 분석하여 발생할 수 있는 모든 사고의 경향을 예측하고자 한다. 이를 위하여 도선사 상해사고 사례를 분석하고 타 분야와 피해수준을 비교하고자 한다. 또한 도선사 대상 설문조사를 통해 도선 시 잠재된 위험상황을 식별하고 도선사 상해사고를 예측하고자 한다.

## 2. 도선사 상해사고 현황 분석

본 절에서는 한국도선사협회에서 제공받은 받은 15년간 도선사 상해사고 자료를 기반으로 현황을 분석하고자 한다(KMPA, 2022). 아울러 우리나라 산업재해 통계와 비교하여 도선사 상해사고의 재해 수준을 파악하고자 한다.

### 2.1 도선사 상해사고 현황

Fig. 1은 15년간 도선사 상해사고를 연도별로 나타낸 것이다. 15년간 총 62건의 도선사 상해사고가 발생하였으며, 연평균 약 4건 정도이다. 우리나라에는 12개의 도선구역이 있으므로, 평균 3년에 1번은 동일한 도선구역에서 사고가 발생한다고 볼 수 있다. 2019년은 상해사고가 발생하지 않았으며, 2017년도에는 8건 발생하여 증가 추세를 보이다, 최근 2021년에는 2건으로 줄어들었다.

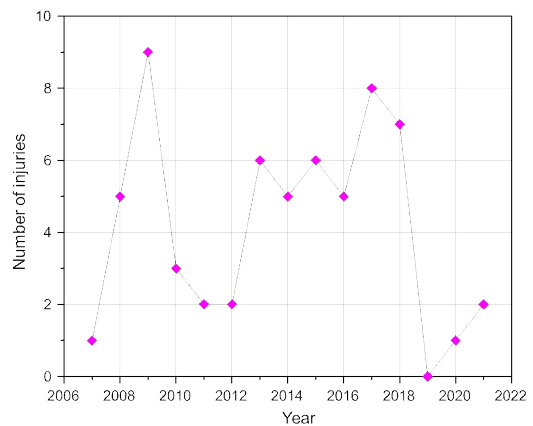


Fig. 1 Number of injuries by year

Table 1은 도선구역 인원과 발생한 상해사고 현황을 나타낸다. 도선사 상해사고는 부산구역이 18건으로 가장 많았으며, 여수, 울산 순으로 나타났다. 반면 도선사 인원대비 상해사고율을 보면, 동해는 도선사 1명당 0.429건으로 가장 많았으며, 울산(0.406건), 마산(0.353건) 순으로 사고가 많았다. 인천과 평택은 각 도선사 수가 38명, 28명이지만 상해사고는 각 1건만 발생하여 인원당 상해사고 수가 현저하게 낮은 것이 특징이다.

Table 1 Number of Injuries by pilot area

Pilot area	Injuries(A)	No. of Pilot (B)	(A)/(B)
Busan	18	60	0.300
Yeosu	15	44	0.341
Incheon	1	38	0.026
Ulsan	15	32	0.469
Pyeongtaek	1	28	0.036
Masan	6	17	0.353
Daesan	3	19	0.158
Pohang	-	8	-
Gunsan	-	6	-
Mokpo	-	6	-
Donghae	3	7	0.429
Jeju	-	2	-
Total	62	267	0.232

Source : KMPA(2022)

Table 2는 작업상황에 따른 상해사고 건수를 나타내는 표이다. 상해사고가 가장 많았던 장소는 승선과 하선 중으로 33건(55.9%)이 도선선과 승선 혹은 하선하는 선박 사이에서 발생하였다. 선행연구에 따르면, 도선용 사다리의 부적합 상황이 가장 많다는 결과가 있어, 전 세계적으로도 도선사의 승선과 하선 중에 사고가 많은 것을 알 수 있다(IMPA, 2021; Aydin, 2022; Darbra et al., 2007; Lee et al., 2017). 그 이외에서는 선박 내 이동, 부두 및 해상 중에서 발생하였다. 한편 IMPA(2021)는 결함의 약 90%는 협회에 보고되지 않는다고 나타나 잠재되어 있는 사고나 결함은 더욱 많을 것으로 예상된다.

Table 2 Number of Injuries by location

Injury location	No. of Injuries
On embarking	20
On disembarking	15
On pilot boat	10
On navigation	3
On passing onboard	12
Can't be identified	2
Total	62

Source : KMPA(2022)

## 2.2 산업재해 현황과 비교분석

Table 3은 우리나라 최근 5년간 산업재해 현황을 나타낸다. 산업재해통계는 근로자가 업무와 관련하여 사망 또는 부상을 입거나 질병에 걸린 근로자(재해자)를 집계한 것이다(KOSIS, 2022). 산업재해란 「산업안전보건법」 제2조에서 근로자가 업무에 관계되는 건설물·설비·원재료·가스·증기·분진 등에 의하거나 작업 또는 그 밖의 업무로 인하여 사망 또는 부상하거나 질병에 걸리는 것으로 정의하고 있다(MOLEG, 2022b). 「근로기준법」에 따르면, 근로자란 직업의 종류와 관계없이 임금을 목적으로 사업이나 사업장에 근로를 제공하는 사람이다(MOLEG, 2021). 우리나라 도선사는 독립된 형태로 근로를 제공하고 있지만, 협회를 통한 단체의 형태로 근로를 제공하고 있어 법적으로 다소 분쟁이 있을 수 있다. 여기서는 이런 법적인 문제에 대하여 논의하는 것이 아니라, 우리나라 산업재해 현황과 도선사의 재해 현황을 살펴보고 어느 정도 수준인지 확인하고자 한다(Park, 2022).

Table 3 Industrial accidents for 5 years

Items	5 year Ave.	Pilot
Accident rate at workplaces with fewer than 300 employees	0.60	-
Accident rate at workplaces with fewer than 5 employees	1.10	1.54
Number of workers	18,752,994	267
Number of casualties	100,106	62
Total accident rate	0.53	23.22

Source : KOSIS(2022); KMPA(2022)

재해율은 근로자 100명당 재해자수의 비율을 나타내며, 우리나라 산업계 재해율은 0.5~0.6% 사이를 유지하고 있다. 300인 미만 사업장 재해율은 0.55~0.62%, 5인 미만 사업장 재해율은 1.05~1.15%로 근로자 수가 적은 사업장의 재해율이 높은 것을 알 수 있다.

한편 상해사고는 질병을 제외한 예기치 아니하고 우연하게 발생하는 외래 사고를 의미하고 있어 급격성, 우연성, 외래성을 갖춘 사고로 교통사고, 추락, 충돌, 넘어짐 등의 외부원인에 의하여 사고가 발생한 경우를 의미하여 재해사고와 상해사고는 다소 차이가 있을 수 있다(Lim, 2017). 하지만 도선사 관련 상해사고는 그 구분이 어려워 동일한 개념으로 사용하여 분석하고자 한다.

도선사 재해율은 도선사 상해사고를 재해로 간주하고 도선구별 도선사수를 기반으로 분석한 것으로, 도선사 관련 재해율은 약 1.54로 분석되었다. 이 수치로 다른 업계와의 단순 비교는 어렵겠지만, 우리나라 5인 미만 사업장 재해율과 비교했을 때에는 약간 높은 수준을 보이고 있는 것으로 추정할 수 있다.

### 3. 도선사 대상 인식조사

#### 3.1 설문조사 개요

우리나라 도선사 상해사고의 잠재적인 위험을 식별하기 위해 도선사를 대상으로 설문조사를 시행하였다. 설문조사는 2022년 8월 1일부터 8월 5일까지 총 5일간 온라인으로 수행되었으며, 도선사 상해사고 관련 준사고 유형, 빈도 및 원인에 대한 내용을 조사했다. 특히 준사고 발생 원인은 원인해결을 위한 도선여건의 만족도와 중요도를 함께 조사했다. 여기서 준사고는 작업 도중 사고가 발생할 뻔 했으나, 직접적으로 인적/물적 피해 등이 발생하지 않은 사고를 의미한다(IMO, 2008). 이는 실제로 발생하지는 않지만, 잠재적인 위험 정도를 도출하기 위함이다. Table 4는 설문 응답자 현황이다. 2022년 8월 기준, 267명 도선사 중 총 130명이 응답했으며, 응답률은 48.69%로 나타났다.

Table 4 Survey respondents

Pilot area	Respondents	No. of Pilot	Rate (%)
Busan	30	60	50.00
Yeosu	34	44	77.27
Incheon	15	38	39.47
Ulsan	12	32	37.50
Pyeongtaek	11	28	39.29
Masan	8	17	47.06
Daesan	11	19	57.89
Pohang	2	8	25.00
Gunsan	2	6	33.33
Mokpo	3	6	50.00
Donghae	2	7	28.57
Jeju	-	2	-
Total	130	267	48.69

#### 3.2 설문조사 결과

##### 3.2.1 준사고 경험

설문조사에 응답한 도선사 중 124명(95.3%)은 준사고를 경험했다고 응답했다. 준사고 발생 빈도는 도선 30회당 1회 발생이 가장 많았으며, 평균 약 102.3회 도선 당 1회 준사고가 발생한다고 응답했다. Fig. 2는 발생장소 별 준사고 현황을 나타내는 그래프이다. 상해사고 발생장소와 동일하게 승하선, 선내이동, 해상이동, 항해 중으로 구분하고 하여 조사한 결과, 승하선(Fig. 2(a))은 121.88회, 선내이동(Fig. 2(b))은 115.58회, 해상이동(Fig. 2(c))은 171.61회, 항해중(Fig. 2(d))은 177.03회 도선 중 1회 준사고가 발생하는 것으로 조사되었다. 해상이동과 항해중 발생하는 준사고의 평균은 대략 170회 정도이지만, 몇 명의 도선사는 5,000번 도선 중 한 번 정도로 거의 발

생하지 않는 수준이라고 응답하여 도선 과정 중 거의 준사고가 발생하지 않는다고 응답한 사례도 있었다.

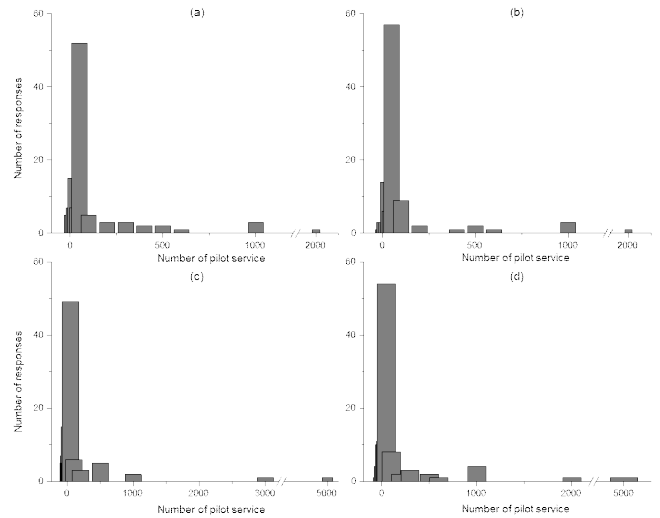


Fig. 2 Pilot service related Nearmiss by place of occurrence

##### 3.2.2 준사고 발생 원인

중복을 허용한 설문으로 준사고 원인을 조사했으며, Fig. 3은 응답한 준사고 원인의 결과를 나타낸다. 도선사 사다리 유지보수 불량이가 원인이라고 응답한 인원이 93명으로 가장 많았다. 그리고 기상 불량 및 도선사 사다리 설치 절차 미준수가 각 75명, 61명 순이었다.

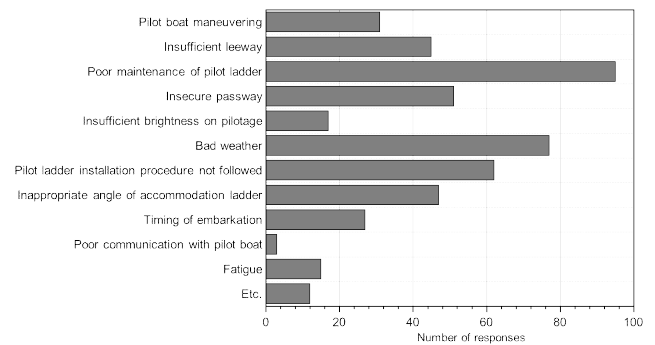


Fig. 3 Cause of nearmiss

준사고 발생 원인을 바탕으로 현재 준사고 발생 원인 해결을 위한 도선여건의 만족도와 중요도 정도를 조사했다. 만족도와 중요도는 리커트 5점 척도를 활용하여 조사했으며, 해당 결과를 활용하여 IPA 분석을 수행했다.

IPA 분석은 다양하고 복잡한 성격 가진 항목을 평가할 수 있으며, 평가속성의 평균값과 매트릭스를 활용하여 결과를 쉽게 도출할 수 있는 특징이 있다(Matilla & James, 1977).

IPA 분석결과는 4분면에 나타낼 수 있으며, 1사분면부터 ‘지속유지영역’, ‘과잉투자영역’, ‘낮은 우선순위 영역’, ‘집중개선 영역’으로 구분하여 개선방안을 제안할 수 있다. Table 5와 Fig. 4는 도선 준사고 원인해결을 위한 도선여건의 중요도와 만족도를 나타낸다. ‘집중 개선영역’의 4사분면에는 도선사 사다리 유지보수, 기상불량, 도선사 사다리 설치 절차 미준수에 대한 원인이 현재 도선여건 상 중요하지만 만족스럽지 못한 과제로 도출되었다.

Table 5 IPA result for pilot injuries

Quadrant	contents		Importance (X-axis)	Perfomance (Y-axis)
1 <sup>st</sup>	-		-	-
2 <sup>nd</sup>	1	Pilot boat maneuvering	3.58	3.38
	10	Poor communication with pilot boat	3.52	3.36
	11	Fatigue	3.64	3.20
	2	Insufficient leeway	3.64	3.12
	9	Timing	3.62	3.12
3 <sup>rd</sup>	4	Insecure passage	3.68	2.88
	5	Insufficient brightness on pilotage	3.64	3.00
	8	Inappropriate angle of accommodation ladder	3.72	2.87
4 <sup>th</sup>	3	Poor maintenance of pilot ladder	4.08	2.66
	6	Bad weather	3.92	2.82
	7	Pilot ladder installation procedure not followed	3.91	2.74

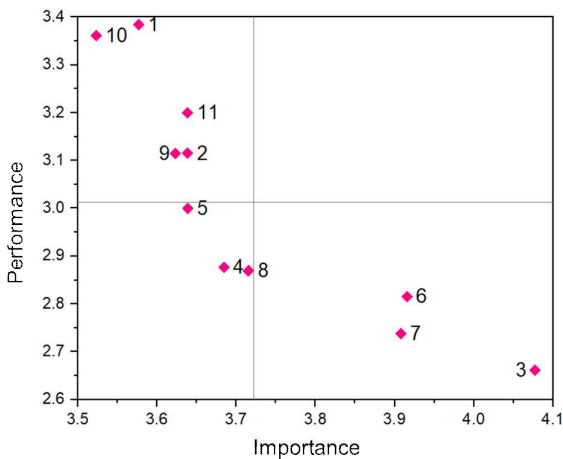


Fig. 4 IPA result for pilot injuries

#### 4. 도선사 상해사고의 경향 예측

현재의 사고 방지 시스템이 향후 몇 년 간 동일하게 유지된다고 가정한다면, 지금까지 발생한 준사고와 상해사고를 활용하여 미래 상해사고의 경향을 예측 할 수 있다(Collins, 2011). 즉 잠재적인 사고의 분석은 추후 발생할 대형사고를 예측할 수 있다는 의미이다. 이러한 맥락에서 본 연구에서는 도선사

의 준사고에 대한 설문조사 결과를 바탕으로 미래 도선사 상해사고의 경향을 예측하고자 한다. 도선사 상해사고의 경향을 예측하면, 발생가능성에 따라 집중적으로 사고 예방을 위한 활동이 필요한 시기 등을 결정하는 기준 등을 설정할 수 있는 기초 자료로 활용이 가능하다. 그리고 잠재적인 사고 분석을 통해 상해사고 종류별 발생 시기예측을 하고 이를 위한 예방 정책을 제시할 수 있다.

도선사 상해사고 경향 예측을 위해 이항분포와 푸아송분포를 사용하고자 한다. 이항분포는 연속된 n번 독립 시행에서 각 시행 확률 p를 가질 때의 이산확률 분포이다. 도선사 상해사고와 다음 상해사고 발생은 독립으로 가정하고 준사고에서 상해사고로 이어질 확률을 이용하여 이항분포에 적용하고자 한다. 이항분포를 활용하면, 준사고 발생에 따른 상해사고 발생 확률을 분석할 수 있다. 이항분포의 식은 다음과 같다.

$$probability = \left[ \frac{n!}{z!(n-z)!} \right] p^z (1-p)^{(n-z)} \quad (1)$$

여기서, n : 준사고 횟수

z : 1회 이상 상해사고가 발생하는 경우

p : 준사고에서 상해사고로 이어질 확률

설문조사를 통해 평균 102.3회 도선 당 1회 준사고가 발생하는 것을 확인했으며, 연평균 4.133건의 상해사고가 발생하는 것을 확인했다. 그리고 Kang(2021)의 도선척수 통계자료를 활용하면, 2016년에서 2020년까지 5년간 우리나라 도선 척수의 평균은 133,992척임을 알 수 있다. 이를 통해 연간 평균 1,309.57건의 준사고가 발생하는 것을 알 수 있으며, 1년간 발생하는 연평균 상해사고에 적용하면, 1건의 상해사고 당 316.83건의 준사고가 발생하는 것을 도출할 수 있다. 즉 316.83건 중 1건은 상해사고로 이어진다는 것을 의미하며, 이항분포에 적용하기 위한 p값은 1/316.83으로 활용할 수 있다. Fig. 5는 이항분포를 활용한 준사고 건수 당 1건 이상 상해사고 발생 확률이다. 1건 이상 상해사고가 발생할 확률이 50%이상일 때에는 준사고가 약 219건 발생하는 시점이며, 준사고가 727.55건 발생했을 때에는 상해사고가 발생할 확률이 90%인 것을 알 수 있다.

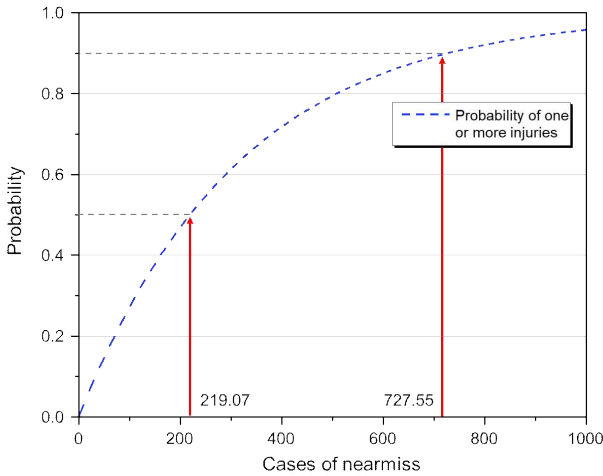


Fig. 5 Probability of one or more injuries

푸아송분포는 단위시간 동안 사건이 발생하는 횟수를 나타내는 이산확률분포이며, 특정 사건이 발생할 가능성이 적을 때 사용한다. 해상교통공학에서는 단위시간당 게이트라인을 통과하는 선박 척수를 파악할 때에도 사용한다(Park et al., 2013; Park and Park, 2016). 푸아송분포를 적용하기 위해서는 단위시간 당 상해사고가 발생하는 건수가 필요하다. 단위시간 당 발생건수는 준사고 당 상해사고가 발생하는 확률과 준사고 발생 장소 별 발생건수를 활용하여 도출할 수 있다.

$$\lambda = p \times f \quad (2)$$

여기서,  $\lambda$ : 연간 상해사고 발생 건수

$p$ : 준사고에서 상해사고로 이어질 확률

$f$ : 연간 준사고 발생 건수

설문조사를 통해 도출된 발생장소 별 준사고 발생건수를 활용하면, 평균적으로 승·하선 시에는 연간 3.46건, 선내이동 시에는 연간 3.65건, 해상이동 시에는 연간 2.64건, 항해 중에는 연간 2.38건 상해사고가 발생하는 것으로 나타났다.

Fig. 6은 우리나라 도선구 내 발생장소 별 도선사 상해사고 발생 대기시간을 지수분포로 나타낸 그래프이다. x축은 다음 도선사 상해사고가 발생할 때까지의 대기시간, y축은 그에 따른 확률을 나타낸다. 도선사 상해사고 관리 시스템이 유지된다면, 3개월이내 우리나라 도선구에서 상해사고가 발생할 확률은 64.4%이며, 발생구역별로 승·하선 시에는 58%, 선내이동시 59.9%, 해상이동 중 46.0%, 항해 중은 45.0% 발생할 것으로 예측된다.

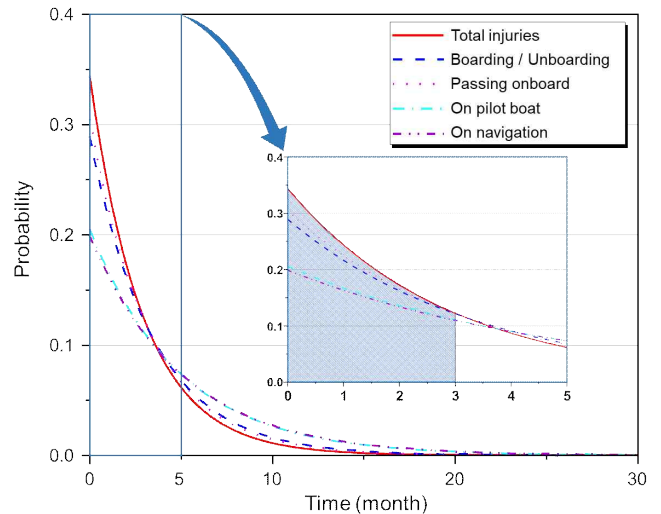


Fig. 6 Injury probability per month by place of occurrence

## 5. 고 찰

하인리히 법칙에 따르면, 어떠한 대형사고가 발생하기 전에는 같은 원인으로 수십차례 경미한 사고와 수백번의 징후가 나타난다고 한다(Heinrich, 1931). 그러므로 사소한 징후 단계에서 대형사고를 예방할 수 있는 원인을 파악하고 수정할 필요가 있다. 해양계에는 이러한 준사고를 관리하기 위해서 IMO 해양사고 조사 코드에서 준사고를 관리하도록 하고 있으며, 우리나라는 「해양사고의 조사 및 심판에 관한 법률」에 포함되어 준해양사고 통보제도를 통해 관리하고 있다. 또한 ISM Code에서도 준사고를 회사의 안전경영시스템에 포함하여 관리토록 권고하고 있다. 이는 「해사안전법」 제46조(선박의 안전관리체제 수립 등)에 포함하여 관리하고 있다.

도선사 대상 설문조사를 분석한 결과, 도선사 상해사고 1건당 대략 316.83건의 준사고가 발생하고 있는 것으로 나타나, 도선사 상해사고를 1로 본다면, 준사고는 1:29:300의 하인리히 법칙과 유사하다. 즉 도선사 상해사고도 준사고의 관리가 필요하다는 것을 의미한다. 그러나 현재는 도선사 상해사고 관련 준사고를 관리하는 법적근거는 없는 상황이다. 그러므로 도선사 상해사고를 관리할 수 있는 방안마련이 시급하다. 특히 도선사가 중요하지만 현재 만족도가 낮아 최우선 과제로 제시했던 '도선사 승선용 사다리에 대한 유지보수 및 설치'에 대한 집중 관리가 필요한 것으로 판단된다.

## 6. 결 론

본 연구는 도선사 상해사고 및 준사고 현황 분석을 통해 예방책을 제시하고자 도선사 대상 설문조사를 수행하고 도선사 상해사고 경향을 예측하였다. 본 연구를 요약하면 다음과 같다.

(1) 도선사 상해사고는 도선사 승하선시 가장 많이 발생하고 있으며, 근로자 100명당 재해자수를 나타내는 재해율을 적용하면, 1.54로 2020년 기준 5인미만 산업체의 재해율(1.13)에 비해 다소 높은 것으로 나타났다.

(2) 도선사 대상 설문조사 결과 응답 인원 중 95.3%는 준사고를 경험했다고 응답했으며, 평균 약 102.3회 도선당 1회 준사고가 발생하는 것으로 분석되었다. 준사고 예방을 위한 대책은 도선사 사다리 유지 보수와 설치 절차 준수 등이 우선순위가 높은 것으로 분석되었다.

(3) 도선사 준사고는 상해사고 1건당 316.83건 발생하고 있으며, 이항분포에 적용 시 219번의 준사고가 발생하면 1건 이상의 상해사고가 발생할 확률이 50% 이상 되는 것으로 분석되었다. 그리고 현재 도선사관련 상해사고 시스템이 유지된다면, 3개월이내 우리나라 도선구에서 상해사고가 발생할 확률은 64.4%임을 확인했다.

본 연구는 도선사의 설문조사를 기반으로 준사고 횟수를 파악하고 상해사고와의 관계를 도출하였다. 지금까지 도선사 사고에 대한 연구는 실제 발생한 사고를 바탕으로 수행한 연구가 대부분이었으며, 본 연구는 잠재적인 위험 및 준사고를 고려하여 분석한 것에 그 의의가 있다. 연구결과, 도선사 상해사고와 준사고와의 관계는 하인리히 법칙과 유사하며 상해사고 예방을 위해 도선사 상해사고관련 준사고를 관리할 필요가 있는 것으로 판단된다. 본 연구는 도선 중 도선사의 상해사고를 한정하여 분석했으며, 추후에는 도선사 항해, 접안 등을 포함한 도선사 전 작업을 대상으로 연구를 확장해 나갈 필요가 있을 것이다.

## References

- [1] Aydin, M., Uğurlu, Ö. and Muhammet Boran, M.(2022), "Assessment of human error contribution to maritime pilot transfer operation under HFACS-PV and SLIM approach", *Ocean Engineering*, Vol. 266, No. 2, 112830.
- [2] Camliyurt, G., Choi, S. A., Kim, S. R., Guzel, A. T. and Park, Y. S.(2022), "Risk Assessment for Maritime Pilot Occupational Accidents using Fault Tree and Event Tree Analysis", *Journal of Navigation and Port Research*, Vol. 46, No. 5, pp. 400-408.
- [3] Collins, R.(2011), "Heinrich's Fourth Dimension", *Open journal of Safety Science and Technology*, Vol. 1, pp. 19-29.
- [4] Darbra, R. M., Crawford, J. F. E., Haley, C. W. and Morrison, R. J.(2007), "Safety culture and hazard risk perception of Australian and New Zealand maritime pilots", *Marine Policy*, Vol. 31, No. 6, pp. 736-745,
- [5] Heinrich, H. W.(1931), "Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach", McGraw-Hill, New York. Quoted in Hollnagel, E.
- [6] IMO(2008), Resolution MSC.255(84), Adoption of the code of the international standards and recommended practices for a safety investigation into a marine casualty or marine incident
- [7] IMPA(2021), IMPA Safety Campaign results 2021.
- [8] Kang, H. D.(2021), Maritime pilot accident for past 5 years, *The Journal of Korea Maritime Pilot's Association*, Vol. 71, pp. 88-93.
- [9] KMPA(2022), Korea maritime Pilot injuries data
- [10] KOSIS(2022), Industrial accidents status, [https://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuId=M\\_01\\_01&vwcd=MT\\_ZTITLE&parmTabId=M\\_01\\_01&statId=1977011#C\\_14.2](https://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuId=M_01_01&vwcd=MT_ZTITLE&parmTabId=M_01_01&statId=1977011#C_14.2) (Assessed on Nov. 2022)
- [11] Lee, J. W., Kim, E. W. and Lee, C. H.(2017), "A Basic Study on the Accident Prevention Measures of Maritime Pilot during Embarkation and Disembarkation", *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, Vol. 29, No. 1, pp. 137-147.
- [12] Lim, D. S.(2017), "Is it possible to define 'Injury' of Non-life Insurance and 'Disaster' of life insurance as a same concept?", *Kookmin law review*, Vol. 37, No. 4, pp. 201-228.
- [13] Martilla, J. A. and James, J. C.(1977), "Importance-Performance Analysis", *Journal of Marketing*, Vol. 41, pp. 77-79.
- [14] MOLEG(2021), Labor standard ACT. (enforcement date Nov. 2021)
- [15] MOLEG(2022a), Pilotage ACT. (enforcement date July 2022)
- [16] MOLEG(2022b), Occupational safety and health ACT. (enforcement date Aug. 2022)
- [17] OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ACT
- [18] Oraith, H., Blanco-Davis, E., Yang, Z. and Matellini, B. (2021), "An Evaluation of the Effects of Human Factors on Pilotage Operations Safety", *Journal of Marine Science and Application*, Vol. 20, pp. 393-409.
- [19] Park, J. S., Park, Y. S. and Lee, H. K.(2013), *Marine Traffic Engineering*, Dasom press, pp. 48-49.
- [20] Park, S. W. and Park, Y. S.(2016), "Predicting Dangerous Traffic Intervals between Ships in Vessel Traffic Service Areas Using a Poisson Distribution", *Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety*, Vol. 22, No. 5, pp. 402-409.
- [21] Park, Y. A., Yip, T. L. and Park, H. G.(2019), "An Analysis of Pilotage Marine Accidents in Korea", *The*

Asian Journal of Shipping and Logistics, Vol. 35, No. 1, pp. 49-54.

- [22] Park, Y. S.(2021), Safety Awareness for pilot ladder, The Journal of Korea Maritime Pilot's Association, Vol. 71, pp. 48-55.
- [23] Park, Y. S.(2022), Suggestion through the analysis of injuries related to Korean pilots, The Journal of Korea Maritime Pilot's Association, Vol. 73, pp. 40-47.
- [24] Tunçel, A. L., Akyuz, E. and Arslan, O.(2022), "Quantitative risk analysis for operational transfer processes of maritime pilots, Maritime Policy & Management, pp. 1-15.
- [25] Xu, T., Xiao, Y. and Jiang, Z.(2021), "Maritime Pilots' Risky Operational Behavior Analysis Based on Structural Equation Model", Discrete Dynamics in Nature and Society, Vol. 2021, pp. 1-11.
- [26] Zhang, X., Chen, W., Xi, Y., Hu, S. and Tang, L.(2020), "Dynamics Simulation of the Risk Coupling Effect between Maritime Pilotage Human Factors under the HFACS Framework". Journal of Marine Science and Engineering, Vol. 8, No. 2, pp. 1-14.

---

Received 11 November 2022

Revised 30 November 2022

Accepted 30 November 2022