

## 수협이 어선원 재해보상보험 자료를 이용한 대형선망어업 선원의 위험요인 연구

최준익 · 김형석<sup>1\*</sup> · 이춘우<sup>1</sup> · 오택윤<sup>2</sup> · 서영일<sup>3</sup> · 이유원<sup>4</sup> · 류경진<sup>5</sup>

부경대학교 글로벌수산대학원 어업생산학과 학생, <sup>1</sup>부경대학교 해양생산시스템관리학부 교수,

<sup>2</sup>국립수산과학원 연구협력과 연구원, <sup>3</sup>국립수산과학원 연근해자원과 연구원,

<sup>4</sup>부경대학교 실습선 교수, <sup>5</sup>한국해양수산연수원 선박운영팀 교수

## A study on the risk factors of the fishermen's in offshore large powered purse seine fishery using the accident compensation insurance proceeds payment data of NFFC

Jun-Ik CHOI, Hyung-Seok KIM<sup>1\*</sup>, Chun-Woo LEE<sup>1</sup>, Taeg-Yun OH<sup>2</sup>, Young-II SEO<sup>3</sup>,  
Yoo-Won LEE<sup>4</sup> and Kyung-Jin RYU<sup>5</sup>

*Student, Department of Fishery Production, Graduate School of Global Fisheries, Pukyong National University,  
Busan 48513, Korea*

<sup>1</sup>*Professor, Division of Marine Production System Management, Pukyong National University, Busan 48513, Korea*

<sup>2</sup>*Researcher, Research Cooperation Division, National Institute of Fisheries Science, Pohang 37709, Korea*

<sup>3</sup>*Researcher, Coastal Water Fisheries Resources Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea*

<sup>4</sup>*Professor, Training Ship, Pukyong National University, Busan 48513, Korea*

<sup>5</sup>*Professor, Ship Operation Team, Korea Institute of Maritime and Fisheries Technology, Busan 49111, Korea*

The International Labor Organization (ILO) selected fishing as the most dangerous group of jobs in the world, and it is well known in Korea as a 4D industry. Offshore large purse seine accounts for the largest portion of the fishing industry in the coastal region with high death rate and the accident rate. The repeated disaster rate survey by the Korea Maritime Institute (KMI) shows offshore large purse seiner is the highest at 22.3 percent and coastal gill nets and offshore stow net are following at 12.4 percent and 11.9 percent in order. Therefore, risk factors occurring in offshore large purse seiners were analyzed based on data from the National Federation of Fisheries Cooperatives (NFFC) for three years from 2015 to 2017 and 4M (Man, Machine, Media, Management) 3E (Engineering, Education, Enforcement) techniques were used to provide a safe fishing environment. The number of accidents on offshore large purse seiners each year was more than 150, and the number of accidents on every fishing boats was as high as 17 percent in 2015. If the accident rate and the

\*Corresponding author: pelamis@pknu.ac.kr, Tel: +82-51-629-5894, Fax: +82-51-629-5886

risk level were divided by insurance, the accident resulting from contact with machinery was the highest, and the risk of a contact with gear was low but frequently occurring. This was caused by collisions and contact with gear in situations where death and disappearance risk are not high, and accident types in situations where death and loss risk are considered to be contact with machinery, falls or other accidents. Through these analysis techniques, the frequency and risk of each type of accident on a offshore large purse seiners can be demonstrated, and it is expected to raise awareness of a safer fishing environment and contribute to the reduction of accidents.

Keywords : Fishermen's safety, Offshore large powered purse seiner, Hazard analysis, Insurance, 4M3E

## 서론

국제노동기구(International Labour Organization: ILO)는 세계에서 가장 위험한 직업 중의 하나로 어선원과 어업인이라 선정하였고(ILO News, 1999.12.3.), 고용노동부에서 보고한 최근 3년간 우리나라 전체 재해율도 2015년 0.50%, 2016년 0.49%, 2017년 0.48%로 점점 감소하는데 비해 어업의 재해율은 2015년 1.06%, 2016년 0.77%, 2017년 1.12%로 여전히 높게 나타났다. 그리고 전체 산업의 업무상사고 재해 발생률(%)은 2015년 5.02%, 2016년 4.92%인데 비해 어업의 산업재해 발생률은 2015년 10.64%, 2016년도 6.98%로 약 1.6~2.1배 높게 나타났다. 또한 우리나라 동력어선 해양사고 발생률은 2015년 66,234척 중 1,621척으로 2.45%, 2016년 66,067척 중 1,794척으로 2.71%, 2017년 66,736척 중 1,939척으로 2.91%로 매년 증가하는 추세를 나타내었다.

한편, 최근 3년간 우리나라 일반 해면어업 생산량은 907,580톤에서 1,058,319톤으로 그 중 업종별 생산량은 선망어업이 197,274톤에서 255,700톤으로 약 21.3~26.4%를 차지하였다(KOSIS, 2017). 선망어업은 크게 연안선망, 소형선망 및 대형선망으로 구별할 수 있으며, 그 중 가장 많은 비중을 차지하는 대형선망 생산량은 148,677톤에서 218,267톤으로 선망어업 생산량의 약 75.3~86.7%를 차지하였다. 대형선망어업은 그 비중만큼이나 사망률과 재해 발생률도 높게 나타나고 있는데 해양수산개발원(KMI)에서 실시한 반복 재해율에 관한 연구에서도 대형선망어업(22.3%), 연안자망어업(12.4%), 근해안강망어업(11.9%) 등으로 대형선망어업이 가장 높게 나타났다.

어선원들의 안전에 관한 연구로서는 Kim et al. (2014)의 수산업협동조합중앙회의 재해 보험급여 분석을 통한 연근해 어선원 재해현황과 저감 대책에 관한

연구, Kim and Chang (2006)의 설문조사와 인터뷰를 통한 어선원 직업관련 질병 실태에 관한 연구, Ryu et al. (2018)의 연근해어선 안전관리체제 도입에 관한 기초에 관한 연구로 대부분 어선원 전체 재해현황과 안전관리체제에 관한 연구들이 주를 이루고 있다. 한편, 선종별 어선원 재해와 관련된 연구로는 Lee et al. (2015a; 2015b; 2016)의 수협 재해 보험급여를 이용한 근해 안강망 어선원의 안전 위험 요소 평가와 2013년 수협 재해 보험급여를 이용한 대형선망 어선원의 안전 위험 요소 평가, 수협 재해 보험급여를 이용한 근해 트롤선 어선원의 안전 위험 요소 분석이 있으나, 단일 연도의 자료를 이용하여 분석한 연구이며, 대형선망어업의 경우 본선, 등선, 운반선으로 나누어 발생위험, 형태별 발생빈도, 위험도를 분석하는 연구가 이루어졌다.

본 연구에서는 우리나라 산업에서 높은 재해율을 나타내고 있는 어업 중에서도 일반해면어업의 가장 큰 생산량 비중을 차지하고 있는 대형선망어업에서 발생하는 재해들에 대한 세밀한 분석을 위하여 최근 3년간(2015~2017년) 수산업협동조합의 어선원 재해보상보험 지급 자료를 이용하였다. 이 자료들을 바탕으로 대형선망어업의 재해현황 및 위험요인을 재해형태별, 선박별, 조업과정별로 분석하고 해양안전심판원의 대형선망어업 사고 재결서를 4M3E 기법을 활용하여, 사고 원인과 고려방안을 연구하여 대형선망어업 어선원들의 안전한 조업 환경을 제시하고자 한다.

## 자료 및 방법

### 분석자료

대형선망어업의 사고율 분석 및 어선원 안전 위험요소 식별을 위하여 이용된 자료는 수산업협동조합중앙회

에서 지급 승인 처리된 자료 중 사고발생일 기준 2015년에서 2017년까지 대형선망어업과 관련된 자료로 2015년 2,372건 중 286건, 2016년 1,762건 중 277건, 그리고 2017년 2,259건 중 150건을 분석하였다. 또한, 대형선망어업의 어선별 재해발생률 계산에 이용된 어선원수는 한국선원복지고용센터에서 조사한 한국선원 통계연보의 선원·재해보상 및 보험가입현황 통계와 대형선망수산업협동조합의 최근 3년간의 보험등록 자료를 활용하였고, 다른 산업재해와의 비교를 위하여, 고용노동부에서 발행한 2015년에서 2017년까지의 산업재해현황분석 자료에서 우리나라 전체 산업 및 어업에서의 재해현황을 참고하였다(MOEL, 2017).

한편, 대형선망어업에서 발생한 재해의 원인분석 및 고려방안을 파악하기 위하여 해양안전심판원의 대형선망어업과 관련된 사망·실종 사고의 재결서 중 2가지를 선택하여 분석하였다.

### 분석방법

최근 3년간 대형선망어업의 보험금 지급내역으로 조사된 전수를 재해형태별, 선박별, 조업과정별로 재해발생률 및 사망·실종사고율을 분석하여 대형선망어업에서의 안전 위험요소 발생 원인을 찾는 기초자료로 활용하였으며, 선박별 재해 발생 형태는 대형선망어업의 선단에서 조업 시 역할별로 선선, 등선, 운반선으로 나누어 분석하였던 자료의 분석방법을 활용하였다(Lee et al., 2013).

조업 중 어선원에게 위험을 입힐 수 있는 재해 위험요소 식별을 위하여 안전보건공단(Korea Occupational

Safety Health Agency: KOSHA)의 산업재해 기록·분류에 관한 지침의 발생형태 분류코드(8.10)의 대분류인 물체 및 설비에 접촉 항목에 해상에서 발생할 수 있는 분류 항목에 따라 Table 1과 같이 떨어짐(01), 물에 빠짐(01), 넘어짐(02), 미끄러짐(02), 부딪힘(03), 맞음(04), 끼임(05), 걸림(06), 기타(09) 등으로 나누어 분석에 활용하였다(KOSHA, 2016; KIM et al., 2014).

또한 대형선망어업에서 이루어지는 작업을 선박별로 출항 준비, 항해 및 어탐, 투망, 양망, 적재, 하역, 입항, 기타의 총 8가지 형태로 나누어 연도별 사고발생 빈도 및 위험도를 분석하였고 최근 3년간의 선박별 재해형태 빈도 및 위험도 분석은 연도별·선박별·재해형태별로 사고 횟수와 보험금의 최고치, 최저치, 평균과 표준편차를 이용하여 분석하고, 빈번하게 발생하고 위험도가 높은 재해에 대해서는 순위를 내어 위험요소들을 식별하였다.

한편 대형선망어업에서의 사고 분석을 위하여 해양안전심판원의 재결서 중 대형선망 사망·실종사고 관련 사건을 분류하여 Fig. 1과 같이 4M (Man, Machine, Media, Management) 3E (Engineering, Education, Enforcement) 기법을 활용하여 재결서에서 발행한 재해들의 Error가 무엇인지를 분석(Step 1), 사고의 재발·미연 방지 대책을 적절하게 세우기 위해 전체 프로세스를 파악(Step 2), Error를 단계별로 분석하고 본질적인 원인파악과 그에 따른 대책방안을 고려(Step 3)와 같이 3단계(Steps)로 구분하여 진행하였으며, 사고 재발 방지를 위하여 보다 세밀한 종합적인 평가로 사고 분석 및 고려방안을 나타냈다(Chiba et al., 2005; Park et al., 2018).

Table 1. The classification of accident pattern in fishermen accidents according to contact with object or facilities of KOSHA code

	KOSHA code	Accident pattern
Items	00	Insufficient data
	01	Falls from height
	02	Slips & trips
	03	Bumping
	04	Struck by object
	05	Contact with machinery
	06	Collapsing or Trapped collapsing
	07	Pressing · Vibration
	09	Etc.

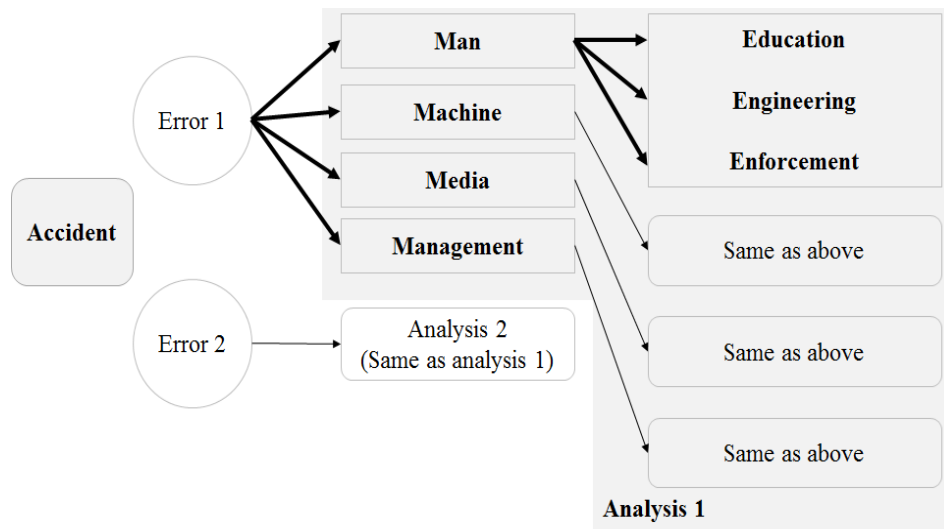


Fig. 1. 4M3E's Concept map of death and missing accidents in offshore large powered purse seiner.

### 결과 및 고찰

#### 대형선망어업 어선원의 재해발생현황

대형선망어업의 최근 3년간(2015~2017년) 재해발생 현황은 Table 2와 같다. Table 2에서의 재해발생률은 매년 작업 척수와 작업인원이 상이하기 때문에 단순 비교가 불가능 하므로, 이를 안전성적 평가시 가장 흔히 사용하는 방법인 연도별 승선원 수를 재해 발생자 수로 나누어 1,000배 한 천인율(‰)로 환산하여 비교한 결과, 2015년도에는 155척 기준 총 승선원 1,843명 중 사고건수는 286건으로 재해발생률은 155.2‰로 재해가 가장 빈번하게 발생하였고, 2016년도 159척 기준 총 승선원 1,844명 중 사고건수는 277건으로 150.2‰, 2017년도에는 164척 기준 총 1,912명 중 150건의 사고로 78.5‰로 가장 낮게 나타났다.

2015년도 고용노동부 산업재해현황분석 기준 산업별 재해발생률은 광업(126.47‰)이 가장 높고, 임업(18.80‰), 어업(10.64‰), 농업(9.42‰), 건설업(7.48‰), 제조업(6.49‰), 운수·창고·통신업(5.04‰) 기타산업(3.42‰)의 순으로 나타났다. 이와 같은 다른 산업의 재해발생률과 대형선망어업의 3년간의 평균 재해발생률 128.0‰은 얼마나 심각한 수준인지를 알 수 있다(MOEL, 2016).

재해발생 중 사망·실종 발생률은 안전성적 평가시 사용하는 만인률(‰)을 사용하여 구하였을 때, 2015년이 21.7‰로 가장 높았고, 2016년이 10.8‰로 가장 낮았으며, 2017년은 20.9‰로 나타났다. 최근 3년간 대형선망어업에서 사망·실종 발생률이 가장 높았던 2015년을 기준으로 다른 산업과 비교하면 2015년 사망·실종 발생률이 가장 높았던 광업의 359.02‰에 비교하면 상당

Table 2. The occurrence status of accident over the last 3years in large powered purse seine fishery

Items	Year			Average
	2015	2016	2017	
Number of accident (A)	286	277	150	238
Occurrence rate of accident (‰)*	155.2	150.2	78.5	128.0
Number of death and missing (B)	4	2	4	3.33
Occurrence rate of death and missing (‰)**	21.7	10.8	20.9	17.8
Estimated number of fisherman on board during the year (C)	1,843	1,844	1,912	1,866

\*Number of accident per year in thousands= $(A/C) \times 1,000$  (‰)

\*\*Number of death and missing per year in ten thousand= $(B/C) \times 10,000$  (‰).

히 낮은 수준이라 할 수 있으나, 전 산업의 사망·실종 발생률이 1.01‰이며, 광업을 제외하고는 사망·실종 발생률이 2번째로 높았던 어업이 1.87‰임을 감안하면 어업 내에서 대형선망어업의 사망·실종 재해발생률 21.7‰이 얼마나 심각한 수준이고, 관리가 시급한 것이지 알

수 있다(MOEL, 2016).

**재해발생률 및 사망·실종률**

대형선망어업의 선박별 재해 발생 빈도 및 재해발생률은 Table 3과 같다.

**Table 3. The frequency and occurrence rate of vessel type over the last 3years in large powered purse seiners**

	Type	CG	B1	FW	SO	FH	B2	S	T	O	Total
2015	N (‰)*	3 (4.63)	14 (21.60)		17 (26.23)	3 (4.63)	1 (1.54)	26 (40.12)	6 (9.26)	33 (50.93)	103
	L (‰)*	1 (2.60)	8 (20.83)	1 (2.60)	5 (13.02)		1 (2.60)	9 (23.44)	2 (5.21)	23 (59.90)	50
	F (‰)*	1 (1.39)	11 (15.28)	1 (1.39)	19 (26.39)	4 (5.56)	2 (2.78)	38 (52.78)	2 (2.78)	55 (76.39)	133
2016	N (‰)*		27 (41.67)		5 (7.72)	2 (3.09)	1 (1.54)	26 (40.12)	12 (18.52)	32 (49.38)	105
	L (‰)*		5 (13.02)		1 (2.60)	1 (2.60)	1 (2.60)	17 (44.27)	4 (10.42)	22 (57.29)	51
	F (‰)*		34 (47.22)		2 (2.78)	8 (11.11)		27 (37.50)	12 (16.67)	38 (52.78)	121
2017	N (‰)*		20 (30.86)			3 (4.63)		6 (9.26)	6 (9.26)	23 (35.49)	58
	L (‰)*		9 (23.44)					9 (23.44)	5 (13.02)	11 (28.65)	34
	F (‰)*		16 (22.22)			7 (9.72)	1 (1.39)	9 (12.50)	3 (4.17)	22 (30.56)	58

\*Number of accident per year in thousands = (A/C) × 1,000 (‰)  
 N: Net vessel, L: Light vessel, F: Fishing carrier  
 CG: Contact with gear, B1: Bumping, FW: Falls into water, SO: Struck by object,  
 FH: Falls from height, B2: Burning, S: Slipping, T: Trapping, O: Other.

**Table 4. The frequency and death-missing rate of vessel type over the last 3years in large powered purse seiners**

	Type	CG	B1	FW	SO	FH	B2	S	T	O	Total
2015	N (‰)*								1 (14.88)		1
	L (‰)*			1 (26.04)							1
	F (‰)*							1 (13.89)		1 (13.89)	2
2016	N (‰)*				1 (14.88)						1
	L (‰)*				1 (26.04)						1
	F (‰)*										0
2017	N (‰)*								1 (14.88)	1 (14.88)	2
	L (‰)*										0
	F (‰)*			2 (27.78)							2

\*\*Number of death and missing per year in ten thousand = (B/C) × 10,000 (‰)  
 N: Net vessel, L: Light vessel, F: Fishing carrier  
 CG: Contact with gear, B1: Bumping, FW: Falls into water, SO: Struck by object,  
 FH: Falls from height, B2: Burning, S: Slipping, T: Trapping, O: Other.

Table 3에서는 최근 3년간 본선·등선·운반선의 재해형태별 발생 빈도와 재해발생률을 동일한 승선원 수로 측정하기 위하여, 각 선박의 기준 승선원 수를 본선은 1척\*28명, 등선은 2척\*8명, 운반선은 3척\*10명으로 24통을 계산하였을 때, 각각의 총 승선원은 본선은 672명, 등선 384명, 운반선 720명이었고, 이를 천인율(‰)로 환산하여 계산하였으며 최근 3년간의 각 선박별 재해발생률을 평균하였을 때 본선 375.3%, 등선 195.2%, 운반선 429.5%로 운반선의 재해발생률이 가장 높게 나타났다.

또한, 각 선박의 재해형태별 발생률은 기타를 제외하고 2015년도 운반선에서의 넘어짐에 의한 사고가 52.78%로 가장 높았으며, 2016년 운반선에서의 부딪힘(47.22%), 등선에서의 넘어짐(44.27%) 순으로 높게 나타났다.

한편, 재해 발생 빈도는 기타를 제외하고 넘어짐>부딪힘>맞음>끼임 순으로 나타났으며, 이는 공통적으로 해상에서 이루어지는 작업 특성상 넘어짐과 부딪힘에 의한 사고가 많이 발생한다고 볼 수 있다. Table 4는 선박별 재해에 따른 사망·실종률에서 승선원 수는 Table 3과 동일한 승선원으로 계산하여 만인률(‰)로 나타내었으며, 최근 3년간의 사망·실종률의 평균을 계산한 결과, 본선 59.5‰, 등선 52.0‰, 운반선 55.6‰로 본선이 가장 높게 나타났다.

재해 형태별 사망·실종률은 2017년도에 물에 빠짐으로 인한 사고가 27.8‰로 가장 높았으며, 2015년도 물에 빠짐, 2016년도 맞음으로 인한 사고가 26.0‰로 두 번째로 나타났다. 그리고 끼임 14.9‰, 기타 13.9‰

순으로 사망률이 계산되었다. 또한, 사망·실종 발생빈도는 물에 빠짐(3건)>맞음, 끼임, 기타(2건)>넘어짐(1건) 순이었다.

### 재해 형태별 빈도와 위험도

최근 3년간의 재해 발생 형태별 위험도와 빈도 현황은 Fig. 2, 3과 같다. Fig. 2에서 나타난 것과 같이 재해발생 빈도는 기타(36.3%)>넘어짐(23.4%)>부딪힘(20.2%)>끼임(7.3%)>맞음(6.9%) 순이었고, 위험도는 물에 빠짐(22.6%)>떨어짐(20.8%)>끼임(20.7%)>맞음(11.3%)>기타(10.2%) 순이었다.

한편, 최근 3년간의 보험료 지급을 통한 위험성 평가는 Fig. 3과 같이 나타났다. Fig. 3에서는 각 선박별 3년간 지급 보험료를 합산하여, 건수로 나누어 평균값으로 계산하였고, 최대 지급보험료는 따로 표시하여 나타났다.

우선 가장 많은 보험료가 지급된 재해는 물에 빠짐(45.1%)에 의한 사고였으며, 떨어짐(14.8%), 끼임(13.7%), 어구걸림(6.4%) 순으로 나타났으며, 1건당 지급 보험료는 기타를 제외하고 떨어짐에 의한 사고가 192,592,750원으로 가장 높았고, 끼임(178,380,400원), 물에 빠짐과 넘어짐(153,832,860원) 순으로 나타났다. 즉, 평균 보험료가 높게 지급된 재해일수록 위험도가 높다는 것을 나타내고, 1건당 지급 보험료가 높은 재해는 사망·실종률이 높다는 것을 알 수 있다.

Fig. 4는 위험도와 빈도를 함께 활용하여 평가하는 방법을 그림으로 나타내고 있다(Ryu et al., 2018).

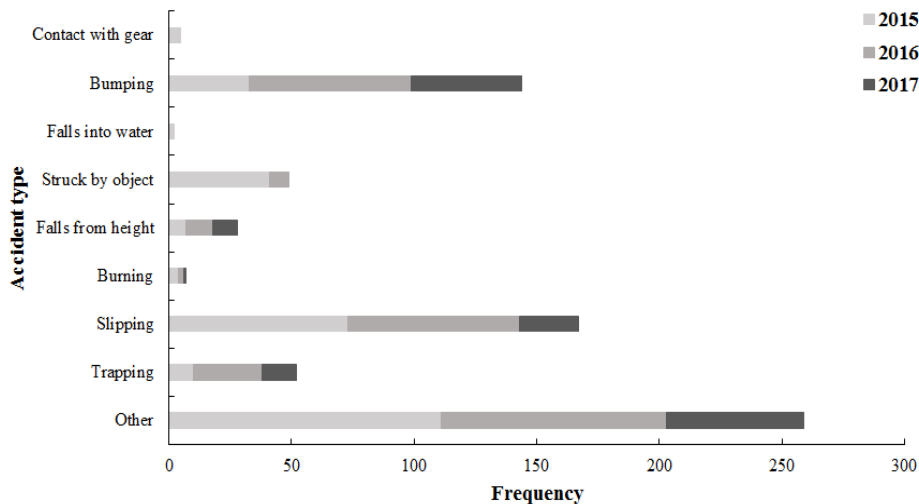


Fig. 2. Frequency of occurrence by accident type in large powered purse seiners.

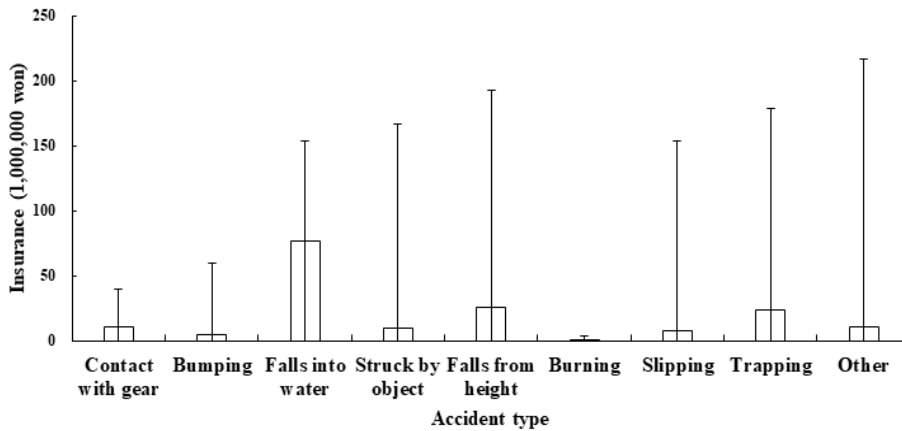


Fig. 3. The hazard assessment using the payment of insurance proceeds by accident occurrence patten over the last 3years in large powered purse seiners.

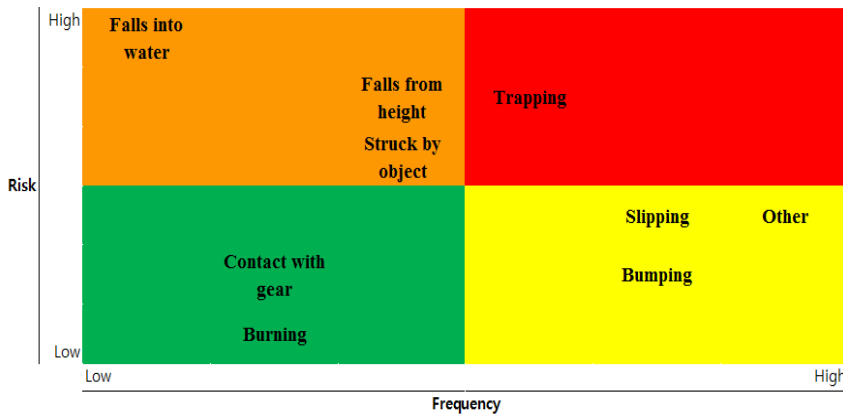


Fig. 4. Risk and frequency assessment by accident patten in offshore large powered purse seiners.

선박별 재해발생 위험도와 빈도 조사에서는 본선의 재해발생 빈도는 기타(33.1%)>부딪힘(22.9%)>넘어짐(21.8%)>끼임(9.0%)>맞음(8.3%) 순이었으며, 위험도는 끼임(49.2%)>기타(15.8%)>맞음(11.5%)>넘어짐(9.4%)>어구걸림(7.4%) 순으로 나타났으며, 등선에서의 재해발생 빈도는 기타(41.5%)>넘어짐(25.9%)>부딪힘(16.3%)>끼임(8.1%)>맞음(4.4%) 순이고, 위험도는 맞음(36.1%)>물에 빠짐(33.3%)>떨어짐(12.5%)>넘어짐(6.7%)>끼임(4.6%) 순으로 나타났다. 그리고 운반선에서의 재해발생 빈도는 기타(36.9%)>넘어짐(23.7%)>부딪힘(19.6%)>맞음(6.7%)>떨어짐(6.1%) 순이었으며, 위험도는 떨어짐(43.4%)>기타(17.5%)>끼임(14.1%)>넘어짐(9.9%)>부딪힘(9.0%) 순으로 조사되었다.

또한 넘어짐과 부딪힘은 선박 종류에 상관없이 약 15.0% 이상으로 많은 부분을 차지하였다. 위험도는 선박별 조업형태에 따라 본선은 끼임(49.2%), 등선은 맞음(36.1%), 운반선은 떨어짐(43.4%)이 가장 높게 나왔으며, 이는 선박별 가장 많은 비중을 차지하는 작업에 따라서 차이가 나타났다.

선박별 재해 형태별 발생 빈도에서 기타는 본선 33.1%부터 등선 41.5%까지 가장 많은 부분을 차지하였고, 기타의 주요 원인으로는 근·골격계가 119건으로 가장 많았으며, 주로 작업 중 무거운 물건을 옮길 때 발생한 어깨나 허리 부상, 손·발목이나 무릎 통증으로 인한 부상이 대부분이었다. 다음으로 소화기 계통이 48건으로 두 번째로 높게 나타났는데, 이는 조업이나 기타

작업 중 갑작스런 복통 및 통증으로 부상을 당한 어선원들이 많고 그 외에 가려움, 굽힘, 복통, 요통 등 가벼운 타박상에서부터 개인 질환까지 다양한 원인이 다수 포함되어 있었다.

### 조업 과정별 위험요인

대형선망어업에서의 조업 과정을 8단계로 구분할 수 있으며, 각 과정에서 발생하는 재해를 최근 3년간의 수산업협동조합중앙회에서 지급 승인 처리된 자료를 분석한 결과는 Table 5와 같다.

먼저, Table 5에서는 각 선박에서 조업 과정별 일어난 사고의 빈도를 나타냈으며, 선박별로 본선은 양망 중 112건, 등선은 항해 및 어탐이 43건, 운반선은 적재가 79건으로 가장 높게 나왔으며, 항해 및 어탐의 경우 모든 선박에서 공통적으로 40건이 넘는 사고발생 빈도를 보였다. 이는 항해 및 어탐 중 선박이 이동하면서 생기는 선체 동요에 의해 어선원들이 넘어지거나, 부딪히는 재해가 많이 발생하는 것으로 나타났다.

최근 3년간 조업과정에서 발생한 사고를 선박별로 나

타내었다. 항해 및 어탐이 147건으로 가장 높았으며, 기타(141건)>양망(125건)>적재(79건)>하역(77건)>투망(62건)>항해준비(57건)>입항(25건) 순이었다. 여기서, 출항준비, 항해, 입항, 기타의 경우 모든 선박에서 공통적으로 발생하는 재해이며, 투망과 양망은 본선과 등선, 적재와 하역의 경우 운반선에만 해당하는 재해로 작업 특징에 따라 구분하여 나타났다.

또한 Table 6은 최근 3년간 발생한 재해건수를 선박별, 조업과정별로 분류하여 단순화 하였으며, 발생 빈도에 따라 1~10건은 †, 11~20건 ††, 21건 이상은 †††으로 표시를 하여 식별하였다. 그리고 Table 7은 조업과정별 발생하는 주요 위험요인들을 나타냈다.

먼저, 출항준비 과정에서 발생하는 재해요인으로는 주로 출항 전 주부식이나 선용품 선적시 계단 또는 사다리에서 미끄러지거나 선체에 부딪히는 재해가 주로 많았으며, 항해 중에는 선박에서 작업 준비나, 선내 이동 중에 미끄러지거나, 선체에 부딪혀 발생하였다. 투·양망 중에는 파단 된 로프나 와이어, 뭉친 그물 등에 맞거나 투·양망기 등의 어로장비에 신체 일부가 끼여 재해가

Table 5. Frequency analysis of the fishing process over the last 3years in offshore large powered purse seiners

	Preparation for sailing	Navigation and search	Setting net	Hauling net	Loading of catch	Unloading	Entering port	Others at sea
Net vessel	25	48	35	112	-	-	5	41
Light vessel	10	43	27	13	-	-	7	35
Fish carrier	22	56	-	-	79	77	13	65

Table 6. Mainly occurred accident pattern in working process

Accident pattern	A				NL		F	
	P	N	E	O	S	H	L	U
Contact with gear			†			†		†
Bumping	††	†††	†		††	†††	†††	††
Falls into water			†				†	
struck by object	†	†	†	†	†	††	†	†
Falls from height	†	†	†	†	†	†	†	†
Burning	†	†		†	†			
Slipping	††	†††	†	†	††	†††	††	†††
Trapping	†	†	†	†	†	†††	†	†
Other	†††	†††	†	†††	†	†††	††	†††

\*Number of accident: † (1 ~ 10), †† (11 ~ 20), ††† (21 ~ )

A: All vessel, NL: Net vessel & light vessel, F: Fish carrier

P: Preparation for sailing, N: Navigation and search, E: Entering port,

O: Others at sea, S: Setting net, H: Hauling net, L: Loading of catch, U: unloading.



**Table 7. Major risk factors and number of case by operating process**

Operating process	No. of case	Factor
Preparation for sailing	57	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Slipping on stairs or ladders bumping into a hull</li> <li>- A fall while repairing a fishing net before sailing</li> <li>- Slip during food shipment</li> <li>- Burn while welding</li> <li>- Drop of ice in the fishing space to set sail</li> <li>- Hit the equipment during maintenance</li> <li>- Boarding one's wrist while holding the rail to get on a ship</li> </ul>
Navigation and search	147	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sliding during work preparation or on-board movements over a rope or net</li> <li>- A fall due to bad weather on duty</li> <li>- Slide up and down the stairs</li> <li>- Kitchen utensils fell off during the voyage</li> <li>- Slip of luggage</li> <li>- Fall on the wire in the preparation of the lights</li> </ul>
Setting net	62	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Struck by object or trapped with fishing gear such as rope or wire</li> <li>- A net wound in the waist</li> <li>- Road equipment damaged due to ageing</li> <li>- The body part is wrapped in the rope during the setting net</li> <li>- Shackles bounce off during the setting net</li> </ul>
Hauling net	125	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Struck against a mesh or trapped in fishing gear the rope or wires burst and struck</li> <li>- Slip and fall while hauling</li> <li>- Road equipment damaged due to ageing</li> <li>- Risk of net lumps falling off and getting hit</li> <li>- Struck in rope or wire during the hauling net</li> <li>- Fits lines or fishing nets that pass through the block</li> <li>- Hull shaking and falling in the stern</li> <li>- Lift a net and hurt one's waist</li> </ul>
Loading of catch	79	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Struck by net, slipping due to fish or ice</li> <li>- Wire rope burst and hit by net</li> <li>- Trap wire entrapment between winch and wire rope</li> <li>- Hitting the fishing equipment while loading of catch</li> <li>- Shackle released while loading</li> <li>- Ladders fell and hit while working on ice in fishing space</li> </ul>
Unloading	77	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fell into a fish hold or struck by net</li> <li>- Hits the yard with fish during unloading operations</li> <li>- Lift weights during loading and unloading operations</li> <li>- Fall of ice hit while unloading</li> <li>- Fall from the sea due to bad weather</li> <li>- Broken rope and hit by body</li> </ul>
Entering port	25	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moved to the ground or on another ship, fell on the water</li> <li>- Fits rope for mooring</li> <li>- Falls in the net while cleaning up the fishing net after entering port</li> <li>- Entrapped winch while winding a rope to secure a ship</li> <li>- Slip across a ship</li> <li>- Fall in the water between ship and ship</li> </ul>
Others at sea	141	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feeling of pain while lifting heavy objects, a mysterious pain</li> <li>- Knife cut finger on knife while preparing meal</li> <li>- Slide up and down the stairs</li> <li>- Sudden feeling of stomachache</li> <li>- Entrapped lock the door of a ship</li> <li>- Heart attack of unknown details</li> <li>- Cancer</li> <li>- Discharge of blood or urine</li> </ul>

발생하는 경우가 많았으며, 적재 및 하역 시에는 고기나 얼음을 옮길 때 사용하는 목구에 맞거나, 옮기는 도중 떨어진 잔여물에 의해 미끄러져 재해가 발생하였다. 그리고 입항시에는 육상 또는 선박간의 이동시 부주의로 인해 넘어지거나, 물에 빠지는 경우가 많았으며, 기타 상황에서는 작업 중 무거운 물체를 들거나 옮길 때 허리 통증, 어깨통증 등 근·골격계에 통증을 느껴 재해를 입는 경우가 많이 발생하였다.

본선과 등선의 경우 투·양망시 파단된 로프에 맞거나 그물이나 로프 등에 걸려 넘어지거나, 어로장비에 끼이는 재해가 많이 발생하며, 운반선의 경우 적재, 하역시 고기비늘이나 얼음 등으로 인해 미끄러지거나, 얼음이나 고기를 담는 목구에 부딪히는 재해가 빈번하게 발생하였다. 이처럼 각 선의 작업 특징에 따라서 발생하는 재해빈도수가 달랐으며, 공통적인 부분 외에 해당 선박의 재해 종류에 따라 선박별로 예방대책을 개선할 필요가 있을 것이다.

#### 4M3E 분석

휴먼에러 분석방법의 하나로서 소위 4M3E 분석이 있다. 이 방법은 NTSB (National Transportation Safety Board)의 사고조사 방법이 기원이며, 현재 산업계에서도 여러 분야에서 사용되고 있다. 이 분석방법은 Error요인을 다양하게 분석하고, 동시에 대책방안 또한 넓은 관점에서 검토 할 수 있어 실무자에게도 이해하기 쉬운 방법으로 판단되므로 이것을 베이스로 하는 분석방법이 검토되고 있다(Seo et al., 2008).

따라서 대형선망어업에서 일어나는 사고와 관련하여 해양안전심판원의 어선사고현황에서 대형선망 사망·실종사고 재결서의 재해 형태별 대표적 사례 중 2가지를 골라 발생한 재해들의 Error가 무엇인지를 복합적으로 분석하고 사고의 재발·미연 방지 대책을 적절하게 세

우기 위해 전체 프로세스 파악하였으며, Table 8, 9와 같이 Error를 단계별로 분석하고 본질적인 원인파악과 그에 따른 대책방안을 나타내었다.

첫 번째 사례는 끼임으로 인한 선원 사망 사건으로 본선에서 양망 중 회전하고 있는 사이드롤러와 선체 사이에 끼인 그물을 손으로 빼내려고 하다가 부주의로 팔이 그물과 함께 사이드롤러 밑으로 딸려 들어가 사망한 사고이다. 우선 이 사건의 Error를 인적 요인, 기계적 요인, 환경적 요인, 관리적 요인으로 구분하여 분석하고, 기술적, 교육적, 규제 및 규정으로 대책방안 고려한 결과 Table 8과 같이 분석되었다.

두 번째 사례는 물에 빠짐으로 인한 선원 사망사건으로 운반선의 난간 높이가 낮은 우현 갑판에서 얼음 분쇄 작업을 하던 선원이 이동하다가 그물망의 줄에 걸려 뒤로 넘어지면서 바다에 추락하여 사망한 사고이다. 이 또한 첫 번째 사례 분석과 마찬가지로 Table 9에 나타내었다.

재결서 분석에서 나타난 것처럼 하나의 사고는 복수의 요인이 겹쳐서 발생하고 있는 경우가 많다. 따라서 사고의 재발·미연 방지 대책을 적절하게 세우기 위해서는 전체 프로세스를 파악하는 것이 중요하다. 그 다음 Error의 표면적인 문제를 Man, Machine, Media, Management의 4M 단계별 분석으로 파악하고, 본질적인 요인에 이르는 것을 목적으로 원인파악을 하는 것에 중점을 두었다. 그리고 Education, Engineering, Enforcement의 3E 대책방안을 고려하고 사고 재발 방지를 위한 보다 세밀한 종합적인 평가가 필요할 것이다.

어선원과 어선의 안전평가를 위하여 위험요소를 식별하고, 평가 및 결정, 조치 및 통제연습(위험요소의 제거, 차단, 최소화), 재검토와 같이 4단계로 나누어 실시하고 있다(Park et al., 2012). 따라서 본 연구에서는 최근 3년간의 수산업협동조합의 재해 보험급여 결정 및 지급명

Table 8. 4M Analysis and 3E consideration of countermeasures, a written verdict example 1

	Man	Machine	Media	Management
Main cause	Cognitive ability	Mechanical equipment	Lack of vision Operation type	Management director Education and training
Education		Safety education Management director		
Engineering		Rule of law		
Enforcement		Installation of safety equipment Placement of safety personnel		

Table 9. 4M Analysis and 3E consideration of countermeasures, a written verdict example 2

	Man	Machine	Media	Management
Main cause	Lack of recognition	Mechanical equipment	Condition of the deck	Management director Lack of education
Education		Safety education Management director		
Engineering		Rule of law		
Enforcement		Wearing safety equipment		

세서를 이용하여 대형선망어업에서 발생하기 쉬운 재해 요소들을 선박별, 재해형태별, 조업과정별로 나누어 분석하고 해양안전심판원의 재결서를 분석, 재검토하여 어선원들의 안전 위험요소들을 식별하고 평가하였다.

이와 같은 재해발생요소들의 평가를 바탕으로 이들을 제거, 차단 및 최소화하기 위한 노력을 기울인다면 어선원들의 보다 안전한 어로환경을 조성하여 재해율 및 사망·실종률을 낮출 수 있을 것으로 판단된다.

다만, 현재의 자료는 2013년 수협 재해 보험급여를 이용한 대형선망 어선원의 안전 위험 요소 평가(Lee et al., 2015)의 연구를 바탕으로 최근 3년간 대형선망어업에서 발생한 수산업협동조합의 통계자료만을 이용하여, 재해형태별, 조업과정별, 선박별로 나눈 분석 및 평가였다.

선상에서 일어날 수 있는 재해원인들은 복합적으로 발생하는 경우가 대부분이므로 이를 보다 세밀하게 분석하기 위해서는 다년간의 축적된 자료를 이용하여 발생할 수 있는 재해를 다양한 각도로 식별하고 분석할 필요가 있을 것이다.

### 결 론

본 연구는 재해 발생률 및 반복 재해율이 가장 높은 대형선망 어선원들의 산업재해 예방과 안전한 조업환경을 만드는 기초자료로 활용하기 위하여 최근 3년간의 수산업협동조합중앙회 보험급여 결정 및 지급명세서를 이용하여 대형선망어선에서 조업 중 발생한 재해요소들을 식별한 결과, 최근 3년간 대형선망어업의 재해발생률은 2015년 155.2%, 2016년도 150.2%, 2017년도 78.5%이었으며, 사망·실종 발생률은 가장 높았던 해가 2015년으로 21.7‰, 가장 낮은 해가 2016년도 10.8‰로 다른 산업재해에 비해 심각한 수준으로 관리가 시급한 것을 알 수 있었다.

선박별 재해 발생률은 본선 375.3%, 등선 195.2%,

운반선 429.5%로 운반선의 재해발생률이 가장 높게 나타났다. 또한, 2015년도 운반선에서의 넘어짐에 의한 사고가 52.78%로 가장 높았다. 또한, 선박별 재해에 따른 사망·실종률에서는 본선 59.5‰, 등선 52.0‰, 운반선 55.6‰로 본선이 가장 높게 나타났다.

한편, 최근 3년간의 재해형태별 발생빈도는 기타>넘어짐>부딪힘>끼임>맞음 순이었고, 위험도는 물에 빠짐>떨어짐>끼임>맞음>기타 순이었다. 그리고 본선에서는 기타>부딪힘>넘어짐>끼임>맞음, 등선은 기타>넘어짐>부딪힘>끼임>맞음, 운반선은 기타>넘어짐>부딪힘>맞음>떨어짐 순이었다. 또한 재해발생 위험도는 본선은 끼임>기타>맞음>넘어짐>어구걸림 순이고, 등선은 맞음>물에 빠짐>떨어짐> 넘어짐>끼임 순이었으며, 운반선은 떨어짐>기타>끼임>넘어짐>부딪힘 순이었다.

즉, 넘어짐과 부딪힘은 선박 종류에 상관없이 빈도가 높게 나왔으나, 위험도는 본선이 끼임, 등선이 맞음, 운반선이 떨어짐이 가장 높게 나타난 것을 볼 때, 조업형태에 따라 선박별로 차이가 나는 것으로 나타났다.

최근 3년간의 보험료 지급을 통한 위험성 평가 중 가장 많은 보험료가 지급된 재해는 기타를 제외하고 물에 빠짐>떨어짐>끼임>어구걸림 순이었으며, 1건당 지급 보험료는 떨어짐>끼임>물에 빠짐과 넘어짐 순으로 나타났다. 조업과정에서 발생한 사고를 선박별 분석하였을 때 항해 및 어탐이 147건으로 가장 높았으며, 기타>양망>적재>하역>투망>항해준비>입항 순이었다. 이를 분석해보면 공통적으로 항해 및 어탐 중에는 부딪히거나 넘어지는 사고가 많았고, 본선과 등선의 경우 투망망시 파단 된 로프에 맞거나 그물이나 로프 등에 걸려 넘어지거나, 어로장비에 끼이는 재해가 많이 발생하였으며, 운반선의 경우 적재, 하역시 고기비늘이나 얼음 등으로 인해 미끄러지거나, 얼음이나 고기를 담은 목구에 부딪히는 재해가 빈번하게 발생하였다.

재해들은 복수의 Error가 겹쳐서 발생하고 있는 경우가 많으며, 사고의 재발·미연 방지 대책을 적절하게 세우기 위해 전체 프로세스를 파악해야 한다. 또한 Error를 단계별로 분석하여, 본질적인 원인파악과 그에 따른 대책방안을 고려하여야 할 것이다. 그리고 마지막으로 사고 재발 방지를 위하여 보다 세밀한 종합적인 평가가 필요하다.

이와 같은 연구결과는 현재 어업에 종사하고 있는 어선원들의 안전 위험요소들을 식별하고 평가하는 귀중한 자료가 될 것으로 판단된다.

## 사 사

본 연구는 2018년도 국립수산과학원 정책과제 어업인 안전보험(R2019020)의 일환으로 수행되었습니다.

## References

- Chiba T, Aonuma S, and Kusugami T. 2005. Research on method of human error analysis using 4M4E. Special edition paper, 1-61.
- Eom SH, Lee JS, Lee JE. 2015. A study on policy measures to enhance the safety of fishing industry. KMI, BUSAN, KOREA. 1, 24-65, 125-151.
- Kim JH and Chang SR. 2006. A questionnaire survey on occupational disease of fisheries. J Korean Soc Safety 21(5), 84-91.
- Kim WS, Cho YB, Kim SJ, Ryu KJ and Lee YW. 2014. A basic research on risk control measure for reducing the fisherman's occupational accidents in offshore and coastal fishing vessel. J Korean Soc Fish Technol 50(4), 614-622. DOI:10.3796/KSFT.2014.50.4.614).
- Korean Occupational Safety Health Agency (KOSHA). 2006. Guide of records and classification for industrial accident. 1-60.
- Korea statistical information service (KOSIS). 2017 Fishery production survey. 233-238.
- KOSHA. 2016. Guideline for recording and classifying industrial accidents. 24-26.
- Lee YW, Cho YB, Kim SK, Kim SJ, Park TG, Ryu KJ and Kim WS. 2015a. Hazard factors assessment for the fishermen's safety on the vessel of offshore stow nets on anchor using insurance proceeds payment of NFFC. J Fish Mar Sci Edu 27(4) 1129-1135, 1129-1135. (DOI :10.3796/KSFT.2015.27.4.1129).
- Lee YW, Cho YB, Kim SK, Kim SJ, Park TG, Ryu KJ, Kim WS. 2015b. Hazard assessment for the fishermen's safety in offshore large powered purse seiner using insurance proceeds payment of NFFC in 2013. J Korean Soc Fish Technol 51(2), 188-194. (DOI:10.3796/KSFT.2015.51.2.188).
- Lee YW, Cho YB, Kim WS, Kim SJ, Park TG, Park TS, Kim HS, Ryu KJ. 2016. Hazard analysis for the fishermen's safety in offshore trawler using insurance proceeds payment of NFFC. J Korean Soc Fish Technol 52(3), 241-247. (DOI:10.3796/KSFT.2016.52.3.241).
- Ministry of Employment and Labor (MOEL). 2016. Analysis of industrial disaster status in 2015. 9-35.
- Ministry of Employment and Labor (MOEL). 2016. Analysis of industrial disaster status in 2015. 39-43.
- Ministry of Employment and Labor (MOEL). 2018. Analysis of industrial disaster status in 2017, 12. 22-23.
- Park DJ, Yang HS, Yim JB. 2018. Identifying seafarer's behavioral error by marine accident type. Journal of navigation and port research 42(3), 159-166. (DOI: 10.5394/KINPR.2018.42.3.159).
- Park MK, Kim WS, Kim SK and Lee YW. 2012. Code of safety for fishermen and fishing vessel 2005, part A. Hangil Print, Busan, KOREA, 1-531.
- Park TG, Kim SJ, Chu YS, Park TS, Ryu KJ, Lee YW. 2018. Reduction plan of marine casualty for small fishing vessels. J Korean Soc Fish Technol 54(2), 173-180. (DOI :10.3796/KSFOT.2018.54.2.173).
- Ryu KJ, Kim HS, Lee YW, An YS. 2018. A basic study on the introduction of safety management system for the costal/offshore fishing vessels in Korea. J Korean Soc Fish Technol 54(1), 65-72. (DOI:10.3796/KSFOT.2018.54.1.65).
- Seo SB. 2008. Prevention of recurrence of similar accidents in the railway infrastructure work and 4M4E analysis. KSCE Journal of civil engineering 56(3), 29-35.

2019. 02. 01 Received

2019. 02. 21 Revised

2019. 02. 22 Accepted