

## 우리나라 다랑어선망어선의 어선원 안전 위험요소 분석

김오태 · 조현수<sup>1</sup> · 장호영<sup>1</sup> · 이유원<sup>2\*</sup>

군산대학교 산업대학원 수산과학과 대학원생, <sup>1</sup>군산대학교 해양산업운송과학기술학부(해양생산시스템전공) 교수,  
<sup>2</sup>부경대학교 해양생산시스템관리학부 교수

### Analysis of safety risk factors of fishermen on the Korean tuna purse seiner

O-Tae KIM, Hyun-Su Jo<sup>1</sup>, Ho-Young CHANG<sup>1</sup> and Yoo-Won LEE<sup>2</sup>

Graduate student, Department of Fisheries Science, Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea

<sup>1</sup>Professor, Marine Production System Major, Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea

<sup>2</sup>Professor, Division of Marine Production System Management, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

Tuna purse seine fishery (TPF) constitute more than 60% of distant water fishery production in Korea based on a statistic of 2018, and 28 ships from four different companies were under operation at the western and central Pacific Ocean. On this research, common risk factors during TPF were investigated via enumeration of five years Korean fisherman's insurance payment statement, followed by some counterplans to diminish the accident rate. The accident rate of TPF on the Pacific Ocean peaked by 43.0% in 2014 and constantly decreased to 23.0% until 2018, presenting an average of 33.6%. Meanwhile, the accident rate on the Indian Ocean reached the highest point 55.1% in 2014 and declined to 11.6% in 2016, having an average of 24.7%. The average accident rate of the Indian Ocean scored 8.9% lower than the rate of the Pacific Ocean, but no statistic significance was observed. Depending on the process of operation, 'casting or hauling of net' was the most frequent part that people received an injury (40.4%). When the accidents were classified by their types, 'falling down' was the most recurrent cause of the injuries (28.5%). At the point of severity, the worst injuries were induced by crush hazard. Considering aforementioned accident frequency and severity, all the factors on the accident type list were divided into three different groups including high risk, moderate risk, and common risk. This study is expected to contribute to the reduction of occupational accidents during the work of fishermen and establishment of a safety management system for distance water fishing vessels.

Keywords: Tuna purse seiner, Safety risk factor, Safety accident, Safety management system

#### 서론

근대화된 다랑어선망어업이 세계 최초로 시작된 것은 1914년 미국의 캘리포니아주 산 페드로(San Pedro)에서

의 시험조업이 효시라고 전해지고 있다. 그 후 1916년 미국 밴 캠프(Van Camp)사에서 선망어선 전용 선박을 건조하여 조업을 활발히 전개하였고, 이어 1940년 제2차

\*Corresponding author: yoowons@pknu.ac.kr, Tel: +82-51-629-5895, Fax: +82-51-629-5886

세계대전이 끝날 무렵 미국이 자국 해군함정을 다랑어선망어선으로 개조하여 많은 어획실적을 올리면서부터 다랑어선망어업이 본격화되기 시작하였다(NIFS, 2007).

우리나라 다랑어선망어업은 제동산업이 1971년과 1972년에 걸쳐 1945년에 건조된 중고선 3척(이스턴 스타호, 로얄 스타호, 웨스턴 스타호)을 도입하여 동부 태평양 해역을 중심으로 조업을 시작한 것이 그 시발이었다. 이는 우리나라 처음으로 시도한 다랑어선망 조업으로서 어선의 노후화, 어장탐색 및 조업기술 습득의 어려움으로 인하여 다랑어선망어업은 본격화되지 못하였지만, 그 가능성은 확인하는 계기가 되었다. 한편, 동원산업(주)은 1979년 우리나라에서 처음으로 헬리콥터 탑재식 다랑어선망어선인 807톤급 코스타 데 마필(Costa de Mafil)호를 도입하여 1979년 동부 태평양에서 제1차 시험조업을 실시하고, 1980년 제2차 시험조업 어장을 서부 태평양으로 변경하여 진출함으로써 본격적인 우리나라 다랑어선망어업이 시작되었다고 할 수 있다. 그 후 다랑어선망어업은 1985년 11척, 1990년에는 39척으로 증가하였다가, 이후 감소하여 2022년 현재 중서부 태평양 다랑어선망어선은 4개 선사 28척이 키리바시, 투발루, 파푸아뉴기니아, 마이크로네시아, 마셜군도, 나우루 등 수역에 입어하여 2021년 기준 243,199 M/T을 어획하여 우리나라 원양 산업 생산량의 약 55.5%를 차지하였다(NIFS, 2007; MOF, 2022).

우리나라 다랑어선망어업에 관한 연구로는 Hyun et al. (1992)의 우리나라 다랑어선망어업의 발달 과정, Kim and Kim (1995)의 선망어선의 어획량 분포, Moon et al. (1996)의 다랑어선망어선의 유목 조업 특성, Moon et al. (2005)의 조업 특성, Kim et al. (2015)의 기후변화가 가다랑어 어획량 분포와 생물학적 특성에 미치는 영향, Lee et al. (2015)의 우리나라 다랑어선망어업의 어획 특성, Lee et al. (2016)의 선망어업의 조업 특성 및 해양 환경에 따른 어장 변동, Lee et al. (2016)의 중서부태평양수산위원회(Western and Central Pacific Fisheries Commission: WCPFC) 보존 관리 조치가 우리나라 다랑어선망어업에 미친 영향과 향후 대응 방안, Lee et al. (2017)의 선박 역량에 따른 조업 효율성, Park et al. (2016)의 다랑어선망어선의 조업실태 분석과 Ryu et al. (2015)의 선망 어구의 구성변화 등 다랑어선망어업에 대한 다양한 연구가 이루어졌다. 그러나 이와 같이 다랑

어선망어업에 대한 많은 연구가 이루어졌음에도 불구하고 다랑어선망어선에 승선하는 어선원의 안전에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 다만, 연근해 어선원의 안전 위험 요소에 관한 연구는 Kim and Chang (2006)과 Song et al. (2005)의 설문조사와 인터뷰를 통한 어선원 직업 관련 질병 실태와 예방, Kim et al. (2014)의 수협중앙회의 재해 보험급여 분석을 통한 연근해 어선원 재해 현황과 저감 대책, Lee et al. (2015a; 2015b; 2016)과 Choi et al. (2019)의 재해 보험급여 분석을 통한 근해 고위험업종인 대형선망, 대형트롤, 근해안강망에 승선하는 어선원 위험 요소 평가 등이 이루어졌다.

본 연구에서는 우리나라 원양어업 생산량의 약 60%를 차지하는 다랑어선망어선에 승선하는 어선원들에게 건강하고 안전한 조업환경을 제공하기 위한 기초자료로 활용하기 위하여 5년간(2014~2019년)의 선원 근로자재해보장책임보험(이하 선원근재보험) 지급명세서를 이용하여 다랑어선망어선에서 어선원들이 조업 중 발생하기 쉬운 안전 위험 요소들을 분석하여 대응 방안을 제시하고자 하였다.

## 재료 및 방법

우리나라 다랑어선망어선에 승선하는 어선원의 위험 요소 분석에 이용된 자료는 5년간(2014년 7월 31일부터 2019년 7월 31일까지) D사의 내국 선원 선원근재보험에서 지급 승인 처리된 근재보험 중 선망어업과 관련된 근재보험 급여 결정 및 지급명세서를 전수 조사하여 발생 위치별, 형태별 발생 빈도, 심각도를 분석하여 조업 과정별 위험도를 식별하는 기초자료로 활용하였다. 해역별 평균 재해율의 차이가 통계적으로 유의미한지를 검증하기 위해 SPSS를 이용하여 t-test를 사용하여 분석하였다.

또한, 재해 발생 형태는 선망 어선에서 조업 시 어선원에게 위험을 줄 수 있는 어선의 구조·설비 또는 운용에 의한 위험 요소의 식별을 위하여 Table 1과 같이 한국 산업안전보건공단(Korea Occupational Safety Health Agency: KOSHA)의 산업재해 기록·분류에 관한 지침(KOSHA, 2016)의 발생 형태 분류 중 해상에서 발생할 수 있는 분류 항목을, 떨어짐(01), 물에 빠짐(01), 넘어짐(02), 부딪힘(03), 맞음(04), 끼임(05), 깔림(06), 무너짐(06), 압박·진동(07), 이상 온도 노출·접촉(08), 기타(09), 불충분(00)으로 나누어 분석에 활용하였다.

**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	Insufficient data
	01 Falls from height	Falls from height, Falls into water
	02 Slips and trips	Slips and trips
	03 Bumping	Bumping
	04 Struck by object	Struck by object
	05 Contact with machinery	Contact with machinery, Contact with gear
	06 Collapsing or trapped collapsing	Collapsing by object Trapped by collapsing
	07 Pressing · vibration	Pressing by object Vibration by object
	08 Abnormal temperature exposure	Burning
	09 Etc.	Etc.

**Table 2. Hazard factors by items of 4M in fishermen accidents on the Korean tuna purse seiner**

Items	Causes of accident
Machine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difficulty of grasping the work, equipment and machine</li> <li>• Difficulty of the work and operation of machines</li> <li>• Poor visibility of signals and sign posts, etc.</li> </ul>
Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitation of work space</li> <li>• Poor working environment such as lighting and noise</li> <li>• Inclement weather, etc.</li> </ul>
Man	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inadequacy of knowledge, experience, and skills</li> <li>• Inadequacy of sensitivity to danger and of alertness</li> <li>• Do not wear a personal protection equipment</li> <li>• Physical problem, psychological problems, etc.</li> </ul>
Management	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inadequacy of instructions, notices, or human signals</li> <li>• Defective system of cooperation the organization and among work places</li> <li>• Inadequacy and inappropriateness of the work manual</li> <li>• Inadequacy of education and training</li> <li>• Inadequacy of health care</li> <li>• Inappropriateness of working systems, etc.</li> </ul>

그리고 재해 형태별 심각도는 부상 및 건강장애 정도로 파악할 수 있는데 선원근재보험에서는 부상 및 건강장애 정도를 분석할 근거가 부족하여 재해 형태별 보험급여의 최고치, 최저치, 평균 및 표준편차를 활용하여 심각도를 분석하여 다랑어선망어선의 조업 과정별 재해 형태별 위험도를 평가하였다. 더욱이 고위험 재해에 대하여 Table 2와 같이 4M (Man, Machine, Media, Management) 분석을 통하여 원인을 분석하고 재해를 저감하기 위한 방안을 제시하였다(Okada and England, 2021).

**결과 및 고찰**

**재해 현황**

분석된 5년간(2014~2019년) 다랑어선망어선의 국적선에 승선하는 내국인들에 대한 재해 현황은 Table 3과

같다. 사망·실종자는 5년 동안 태평양 해역에서 질병에 의해 1명이 사망하였음에도 불구하고, 사망·실종 만인율(‰)은 10.4로 2018년 산업재해에서 사망 만인율(‰) 1.1의 9.5배로 아주 높게 나타났다(KOSHA, 2018).

재해율은 태평양 해역에서 2014년 최대 43.0%를 나타낸 이후 점차 감소하여 2018년 최소 23.0%를 나타내었고, 평균은 33.6%이었다. 한편, 인도양 해역에서는 2014년 최대 55.1%를 나타낸 이후 점차 감소하여 2016년 11.6%를 나타내었고, 평균은 24.7%이었다. 평균 재해율은 인도양이 태평양보다 8.9% 낮았다.

한편, 해역별로 평균 재해율의 차이가 통계적으로 유의미한지를 검증하기 위하여 SPSS를 이용한 t-test 결과는 Table 4와 같다. t-test 결과 t 값은 1.03이고 유의확률이 0.35로 0.05보다 크므로 해역에 따른 재해율의 유의

**Table 3. The occurrence status of accident on the Korean tuna purse seiner from 2014 to 2019**

	2014 (2014.08 ~2015.07)		2015 (2015.08 ~2016.07)		2016 (2016.08 ~2017.07)		2017 (2017.08 ~2018.07)		2018 (2018.08 ~2019.07)		Average	
	Pac.	Ind.	Pac.	Ind.	Pac.	Ind.	Pac.	Ind.	Pac.	Ind.	Pac.	Ind.
Number of death and missing	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0
Accident	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
Disease	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0
Occurrence rate of death and missing (%)	46.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	0.0
Accident	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Disease	46.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	0.0
Number of victim	92	27	70	15	61	5	61	7	41	7	65.0	12.2
Accident	53	15	37	10	36	4	38	4	28	4	38.4	7.4
Disease	39	12	33	5	25	1	23	3	13	3	26.4	4.8
Occurrence rate of victim (%)	43.0	55.1	36.8	25.9	30.7	11.6	33.0	14.6	23.0	14.3	33.6	24.7
Accident	24.8	30.6	19.5	17.2	18.1	9.3	20.5	8.3	15.7	8.2	19.9	15.0
Disease	18.2	24.5	17.4	8.6	12.6	2.3	12.4	6.3	7.3	6.1	13.8	9.7
Number of crew on board	214	49	190	58	199	43	185	48	178	49	193.2	49.4

Pac.: Pacific Ocean, Ind.: Indian Ocean.

**Table 4. Statistical test for difference of average accident rate by fishing area on the Korean tuna purse seiner from 2014 to 2019**

	Levene's test for equality of variances		t-test for equality of means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean difference	Std. Error difference	95% confidence interval of the difference	
								Lower	Upper
Equal variances assumed	2.15	.18	1.03	8	.33	9.01	8.73	-11.13	29.15
Equal variances not assumed			1.03	5.30	.35	9.01	8.73	-13.06	31.08

미한 차이는 확인할 수 없었다.

5년(2014~2019년)간 태평양 해역에서 평균 재해율은 33.6%이었고, 인도양 해역에서 평균 재해율은 24.7%이었는데, 이것을 2018년 산업재해율 0.54%와 비교하면 각각 62.3배와 45.7배로 아주 심각한 수준이라는 것을 확인할 수 있었다(KOSHA, 2018).

또한, 다랑어선망어선에서 재해율의 특징은 재해율이 아주 높다는 것 이외에 재해율에서 질병이 차지하는 비율이 2018년도 산업재해에서는 약 11.1%이었으나, 태평양 해역에서는 40.9%이었고, 인도양 해역에서는 44.3%로 산업재해에서 질병이 차지하는 비율과 비교하면 약

3.7배와 4.0배로 아주 높게 나타나 질병에 대한 원인 분석과 적절한 대책을 강구한다면 질병으로 인한 재해를 줄일 수 있을 것으로 판단된다(KOSHA, 2018).

#### 조업 과정별 재해 형태별 발생 빈도

5년간(2014~2019년) 다랑어선망어선의 국적선에 승선하는 내국인들에 대한 재해의 조업 과정별, 형태별 발생 빈도의 결과는 Fig. 1과 같다. 재해의 조업 과정별 분석에서는 조업(투망과 양망) 중이 92건(40.4%)으로 가장 높았고, 양륙 33건(14.5%), 선박 정비 28건(12.3%), 어획물 처리 및 적부 25건(11.0%)의 순이었고,

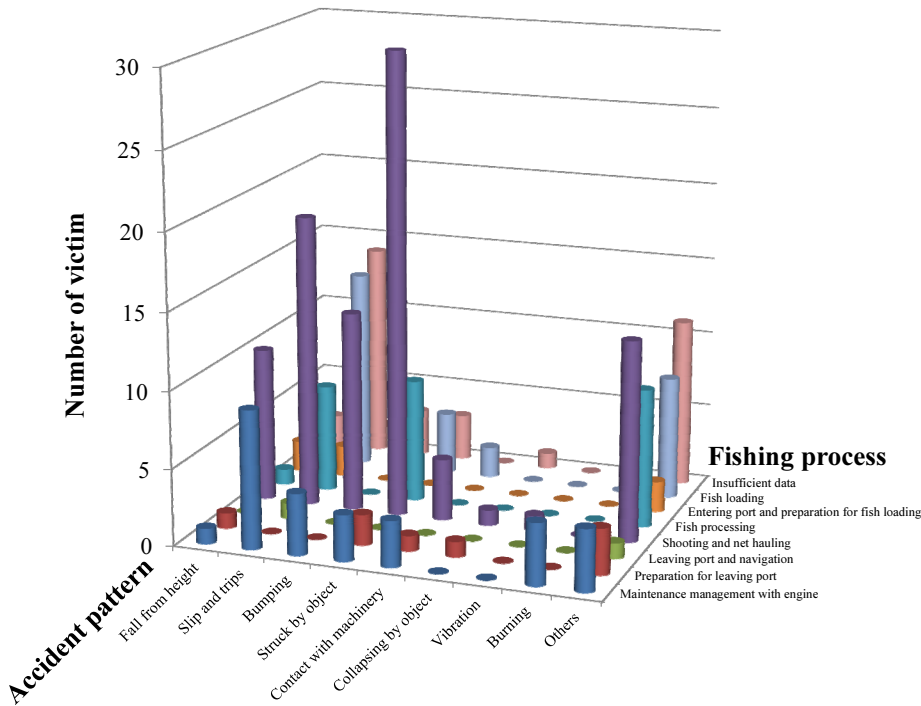


Fig. 1. Frequency of occurrence by accident pattern and fishing process in the Korean tuna purse seiner from 2014 to 2019.

분석자료 기술만으로 공종을 특정할 수 없는 것이 34건 (14.9%)이었다.

재해 형태별 분석에서는 넘어짐 사고가 65건(28.5%)으로 가장 높았고, 맞음 사고 51건(22.4%), 기타 사고 51건(22.4%), 부딪힘 사고 26건(11.4%), 떨어짐 사고 17건(7.5%)의 순으로 나타났다.

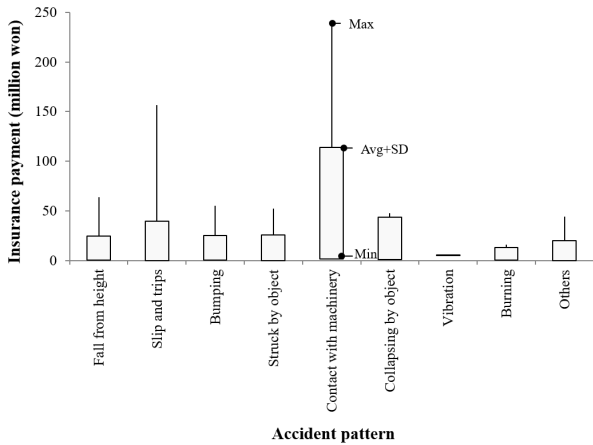
위와 같이 다랑어선망어업의 재해 형태별 사고 건수는 연근해어업과 마찬가지로 넘어짐 사고가 가장 빈번하게 일어나는 재해 형태인 것을 확인할 수 있었는데 (Lee et al., 2015a; 2015b; 2016), 넘어짐 사고는 단순히 넘어짐에 그치지 않고 골절 또는 떨어짐 사고로 연결될 수 있으므로 넘어짐 사고를 줄이기 위한 대책이 시급한 것으로 사료되었다.

### 재해 형태별 심각도

5년간(2014~2019년) 다랑어선망어선의 국적선에 승선하는 내국인들에 대한 재해 형태별 심각도를 분석한 결과는 Fig. 2와 같다. 가로축은 재해 형태이고, 세로축은 보험급여의 최고치, 평균과 표준편차, 최저치를 나타낸 것으로, 재해 심각도는 보험급여가 많이 지급된 것이

심각한 재해로 판단하였다. 재해 심각도는 끼임 사고가 아주 심각하였고, 그다음으로 넘어짐 사고, 깔림 사고가 심각하였으며, 떨어짐 사고, 부딪힘 사고, 맞음 사고, 기타 사고, 이상 온도 노출·접촉 사고는 보통이었고, 압박·진동 사고는 그다지 심각하지는 않았다.

재해 심각도가 가장 심각한 끼임 사고는 선박 정비 시 두 물체 사이의 움직임에 의하여 일어난 것으로서 회전부와 고정체 사이의 끼임, 롤러 등 회전체 사이에 물리거나 또는 회전체, 돌기부 등에 갇힌 경우로 컨베이어벨트 수리 중 벨트 사이에 손이 빨려 들어가 절단된 사고이었다. 그다음으로 심각한 재해인 넘어짐 사고는 단순히 넘어짐에 그치는 것이 아니라, 사고 시 다른 물체 등에 충돌하여 2차 손상되거나 골절 등이 일어나는 경우가 많았다. 그리고 깔림 사고는 주로 양망 작업 중 그물이 떨어지면서 어선원을 덮쳐 요추 및 십자인대 등이 손상된 사고였다. 보통으로 분류된 떨어짐 사고는 사람이 인력(중력)에 의하여 구조물, 사다리 등의 높은 장소에서 떨어지는 것으로서 어군 탐색을 위해 마스트에 설치된 장루(Crow's nest; copa)에 오르내리면서 떨어지거나 양망 작업 중 그물의 뜸(Cork) 정리 중에 중심을 잃고

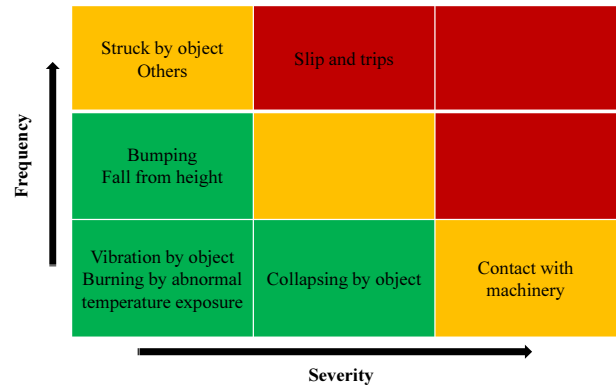


**Fig. 2.** The severity using the insurance payment by accident pattern in the Korean tuna purse seiner from 2014 to 2019.

갑판으로 떨어지는 사고였다. 부딪힘 사고는 재해자 자신의 움직임·동작으로 인하여 선박 구조물에 부딪히는 것으로 기상이 좋은 얇은 상태에서 네트보트를 오르내릴 때와 작업 도중 어구 또는 어로 설비에 부딪히거나 어획물 이적 작업 중에도 빈번하게 컨베이어 등에 부딪힘 사고가 발생하고 있었다. 맞음 사고는 구조물, 기계 등에 고정되어 있던 물체가 중력, 원심력, 관성력 등에 의하여 고정부에서 이탈하여 어선원을 가해하는 것으로 양망 중 파워블록(Power block)으로 어구 정리 중에 그물에 걸려 있던 다랑어에 머리를 맞거나, 양망 중 퍼스링(Purse ring)을 벗겨내는 과정에 링이 튕기면서 신체를 가격하거나, 동결 어획물을 드라이 어창으로 옮기는 중에 어획물에 맞아서 생기는 사고였다. 기타 사고는 Table 1에 분류되지 않은 조업과 이적 작업 중 반복적인 동작 및 과도한 동작으로 허리 부상 등 근골격계 사고로 최근 5년 동안 51건이 발생하여 재해의 22.4%를 차지하였다. 이상 온도 노출·접촉 사고는 고·저온 환경 또는 물체에 노출·접촉된 것으로 냉각수 캡을 개방하다가 분출된 온수에 화상을 입은 사고이었다. 압박·진동 사고는 재해가 물체의 취급과정에서 신체 특정부위에 과도한 힘이 편중·집중·눌려진 경우나 마찰접촉 또는 진동 등으로 신체에 부담을 주는 것으로 조업 중에 스피드보트를 타며 충격과 진동 등으로 허리에 통증이 심화된 사고였다.

**위험도 평가**

5년간(2014~2019년) 다랑어선망어선의 국적선에 승



**Fig. 3.** Risk assessment by frequency and severity of accident pattern in the Korean tuna purse seiner from 2014 to 2019. ■: high risk; ■: moderate risk; ■: common risk.

선하는 내국인들에 대한 재해 형태별 발생 빈도(F)와 심각도(S)를 이용한 위험도(R) 평가 결과는 Fig. 3과 같다. 위험도 평가에서 고위험 재해는 발생 빈도가 낮고 심각도는 보통인 넘어짐 사고로 분석되었고, 중위험 재해는 발생 빈도가 낮고 심각도는 낮은 맞음 사고와 기타 사고, 또한 발생 빈도는 낮으나 심각도가 높은 끼임 사고가 포함되었다. 보통 재해는 발생 빈도와 심각도가 높지 않은 사고로 부딪힘 사고, 떨어짐 사고, 깔림 사고, 이상 온도 노출·접촉 사고, 압박·진동 사고로 평가되었다.

위험도 평가에서 발생 빈도와 심각도를 정성적인 평가로 3단계로 분류하였으나, 향후 정성적으로 분류한 것을 정량적인 방법으로 분류하는 연구가 필요하고, 정량적으로 분류할 수 있다면 위험도 평가에 있어서 보다 높은 신뢰도를 확보할 수 있을 것이다.

**재해에 따른 신체 손상 부위**

5년간(2014~2019년) 다랑어선망어선의 국적선에 승선하는 내국인들에 대한 재해에 따른 신체 손상 부위를 사고와 질병으로 분류하여 나타낸 결과는 Fig. 4와 같다. 신체 손상 부위별 집계 방식은 추락하는 다랑어에 머리와 어깨를 동시에 맞은 경우에는 머리와 어깨를 중복으로 집계하였으며, 사고로 인한 표본 수는 326건이고, 질병은 191건이었다. 사고로 가장 많이 다친 신체 손상 부위는 과도한 힘·동작과 반복적 동작으로 인한 허리가 77건(23.6%)이었고, 그다음으로 어깨 42건(12.9%), 치아 41건(12.6%), 손 30건(9.2%), 팔 24건(7.4), 기타

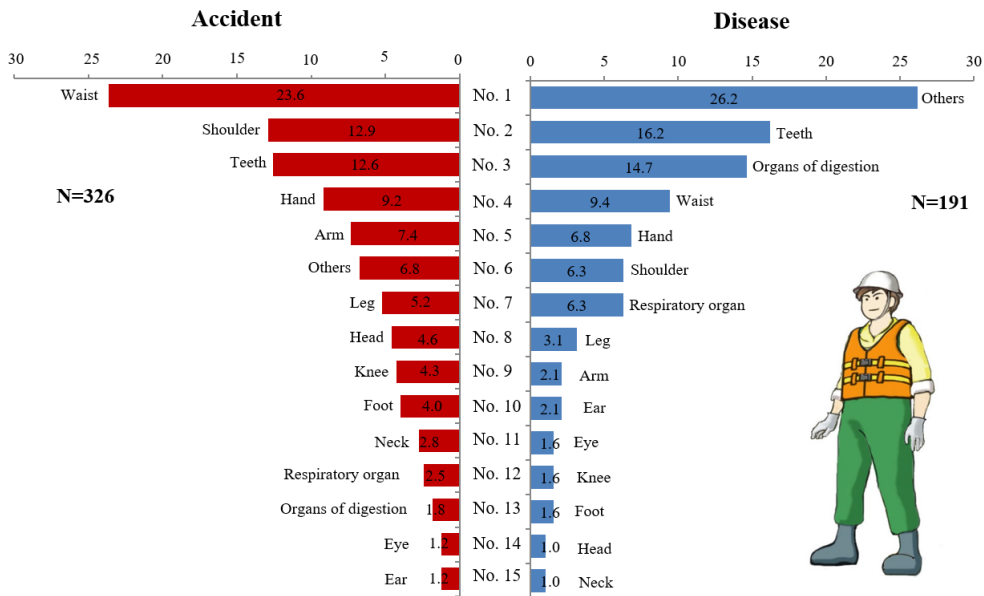


Fig. 4. Body part where damage occurred due to accident and disease in the Korean tuna purse seiner from 2014 to 2019.

22건(6.8%) 순이었다. 한편, 질병으로 가장 많이 다친 신체 손상 부위는 치아 31건(16.2%), 그다음으로 소화기 28건(14.7%), 허리 18건(9.4%), 손 13건(6.8%), 어깨와 호흡기 각각 12건(6.3%)의 순이었으며, 신체를 특정할 수 없는 기타도 50건(26.2%)이었다.

질병으로 인한 신체 손상 부위에서 치아는 원양 조업으로 치아 관리가 필요할 때 제때 병원을 방문하지 못하는 것이 가장 큰 원인으로 생각되며, 또한 조수기로 만들어진 중류수 사용으로 인하여 우리 몸에 필요한 각종 미네랄 불균형으로 인한 원인도 일부 있을 것으로 판단된다.

그리고 질병으로 인한 신체 손상 부위에서 순위가 다소 차이가 나지만, 사고로 인한 신체 손상 부위였던 허리, 어깨 등이 포함되어있는 것으로 보아 다랑어선망어선에서 장기 조업 기간 동안 투·양망, 어획물 처리 및 적부, 양륙 등 부자연스러운 자세에서 반복적으로 과도한 힘·동작으로 인한 질병으로 이에 대한 적절한 관리가 시급히 요구된다.

**위험도가 높은 안전사고의 원인 및 대응 방안**

**끼임 사고**

5년간(2014~2019년) 다랑어선망어선의 국적선에 승선하는 내국인들에 대한 끼임 사고의 경우 심각한 사고

로 분류되며, 끼임 사고의 사례로는 컨베이어벨트 수리 중 벨트 사이로 손가락이 끼임, 선박수리 작업 중 기관 엔진에 손가락이 끼임 사고, 양망 작업 중 블록과 와이어 사이에 손가락이 끼임 사고, 어획물 이적 작업 시 어획물을 밀어 넣는 과정에서 손이 끼임 사고, 컨베이어에 걸린 어획물 제거 중 롤러에 손이 끼임 사고, 네트보트 하강 작업 중 너울로 인해 중심을 잃고 발 및 손가락 끼임 등 끼임 사고의 경우 발생 시 신체 일부 절단이나 압박으로 회복이 힘든 사고로 연결되고 있다. 이러한 사고를 4M (Man, Machine, Media, Management)을 이용한 원인을 분석하면 첫째, 작업자의 안전의식 부족과 새로운 작업자가 투입되어 작업 상황과 절차를 정확히 인지하지 못하여 발생하고 있다. 둘째, 기기적인 요인으로는 기기의 장비 교체, 수리 시 안전장치를 소홀히 하는 것이다. 셋째, 작업 환경적인 요인으로는 작업 진행 시 작업 환경 특성을 파악하지 않고 안이하게 진행하여 발생하고 있다. 넷째, 관리적 요인은 작업자 간 사전 의사소통을 정확하게 진행하고 인지하려는 노력이 미흡한 것이 사고로 연결되고 있다.

이러한 사고를 예방하기 위해서는 Table 5와 같이 4E (Engineering, Education, Enforcement, Environment) 기법을 통한 대안이 필요하다. 기술적으로 컨베이어의 조

**Table 5. Contact with machinery accident by 4M to 4E for the Korean tuna purse seiner**

4E	4M	Man	Machine	Media	Management
Engineering	Safety equipment	Cover the actuator	Clarify of work	System of the communication	
Education	Clarify of the produces	Understanding of the scale of pressure	Understanding of that the characteristics	Discussion between the fisherman	
Enforcement	Awareness of safety	Safety in each parts of the equipment	Guideline of the working environment	Display of work procedure	
Environment	Space for work on deck	Improvement of fishing gear	Reject of night work	Building the network in an emergency	

작자가 사고 발생 시 긴급 대응이 어려울 수 있기 때문에 긴급 제동장치를 작업자의 복부 또는 무릎 위치에 설치하여 비상정지가 가능하도록 설치하여야 할 것이다. 끼임 사고의 대부분은 선원 실수(Human error)에 의하여 발생하기 때문에 교육적 방안으로는 과거 발생하였던 사고 사례를 지속적으로 공유하여 선원 실수를 최소화함으로써 사고 발생을 사전에 방지할 수 있을 것이다. 규제적으로는 수인식 안전장치(Pullout safety device)를 설치하여 작업자의 손이 위험구역에 접근하지 않도록 하며, 환경적으로는 작업 공간 확보와 작업절차에 따른 원양어선 안전 보건관리 매뉴얼 지침에 따라 각 작업별 안전 수칙을 준수하도록 해야 할 것이다.

**넘어짐 사고**

5년간(2014~2019년) 다랑어선망어선의 국적선에 승선하는 내국인들에 대한 넘어짐 사고의 경우 선박에서 빈번하게 발생한 사고로 분류되며, 그 원인으로는 작업자가 보호 장구를 착용하지 않고 작업하는 것과 작업자가 안전 지침을 지키지 않아 발생하는 것으로 분석되었다. 넘어짐 사고의 사례는 작업 중 카고 샷클에 걸려 넘어짐 사고, 드레인 작업 중 바닥에 흘린 기름에 의해 넘어짐 사고, 어획물 처리 작업 중 고기 핏물과 분비물에

의한 넘어짐 사고, 선박 정비 중 기관실을 내려가다 계단에서 발생하는 넘어짐 사고, 양망 중 기상악화 상황에서 선수 펀치 라인(Bunches line)을 풀어 주던 중 발생하는 넘어짐 사고, 네트 보트(Net boat) 작업 중 후크를 걸다 발생하는 넘어짐 사고, 조업을 위해 장루를 오르내리던 중 미끄러져 발생하는 넘어짐 사고, 처리실에서 작업 중 미끄러져 넘어지는 등 부주의로 인해 일어나는 사고가 대부분으로서 주로 근육·골격계 및 치아 손상 등이 빈번하게 일어나고 있다. 그 원인으로는 작업자가 보호 장구를 착용하지 않고 작업하는 경우와 다국적 선원들의 원활한 언어 소통 부족으로 정확한 의사전달이 미흡하여 안전 지침을 지키지 않아서 발생하는 것으로 추정되고 있다.

넘어짐 사고 대응 방안으로서는 Table 6과 같이 4E 기법을 이용한 기술적인 문제보다는 사람의 실수에 의한 사고가 대부분인 넘어짐 사고의 경우에는 고소 작업 시 안전대 착용과 아울러 물기, 기름 등이 작업 표면에 남겨지지 않도록 청결 유지, 작업장 밝기 최소 75 Lux 이상의 조도 유지, 계단 끝단부 미끄럼방지 테이프 부착, 계단 난간대 설치, 미끄러운 바닥 미끄럼 방지제 시공 등 원칙을 지킬 수 있도록 조치가 필요할 뿐만 아니라 교육적 방안에서는 선박 내 미끄럼 위험성 구역을 식별

**Table 6. Fall down accident by 4M to 4E for the Korean tuna purse seiner**

4E	4M	Man	Machine	Media	Management
Engineering	Safety equipment	Automate equipment	Risk assessment	System of the communication	
Education	Awareness of safety	Education for operation of equipment	Education for accident example	Do education regularly	
Enforcement	Keep the work regulations	Safety in each parts of the equipment	Display of work procedure	Safety guideline	
Environment	Space for work on deck	Improvement of fishing gear	Guideline of the working environment	Clarify safety regulation by all language	



할 수 있도록 해당 구역 안전 수칙 교육과 포스터 부착을 통해 시각적 주의와 중량물 이송, 고소 작업 등에 대한 안전 수칙 교육을 철저하게 실시해야 할 것이다. 규제적으로 원양어선 안전 보건관리 매뉴얼 지침에 따라 각 작업별 안전 수칙을 준수하도록 국가별 언어로 번역하여 배치하여야 한다. 또한 환경적으로 미끄러짐 위험구역 표시판 설치, 미끄럼 발생 방지 포스터 선내 게시를 통한 의식개선이 지속적으로 진행되어야 한다.

**그 외 사고**

5년간(2014~2019년) 다랑어선망어선의 국적선에 승선하는 내국인들에 대한 그 외 사고의 경우 선박에서 빈도에서는 넘어짐 사고보다 낮고, 심각도에서는 끼임 사고보다 상대적으로 낮게 발생한 사고에 해당된다. 그 외 사고 사례로는 양망 중 파워 블록(Power block)에서 떨어지는 다랑어에 머리를 맞음 사고, 어창에서 하역 작업 중 쏟아지는 어체에 얼굴 및 허리를 맞음 사고, 스키프 보트(Skiff boat)에 무릎을 맞음 사고, 양망 중 브라이들 체인(Bridle chain)의 링이 벗겨지며 치아를 맞음 사고, 초커 윈치(Chocker winch)에서 초커 라인을 풀어내는 중 손잡이에 앞니를 맞음 사고, 양망 중 각종 어구 및 고기에 맞음 사고, 어획물 처리(Gill and Gut: GG) 중 손을 베임 사고, 이적 중, 허리 및 무릎 다짐 사고, 어창에 어획물의 부패로 인한 가스 등 원인불명의 가스 흡입 사고, 조업 시 어창 커버를 들다가 허리를 다치는 사고 등이 발생하고 있다. 이러한 사고를 4M을 이용한 원인을 분석하면 첫째, 작업자가 안전 수칙을 지키지 않고 작업을 진행하였고 둘째, 기기적인 요인으로는 작업자의 기기 오작동과 센서 미부착에 의한 인지 부족으로 사고로 연결되었고, 작업 환경적인 요인으로는 위험구역에 대한 주의 및 작업 전 확인이 미흡하고,

관리적 요인은 사전 교육 미흡과 작업자 간 의사소통(외국인)이 부족하였고 사전 인지할 수 있는 포스터 등 안전 주의에 대한 시각적 표시판 등의 설치가 미흡한 것이 사고로 연결되었다고 추정된다.

기타 사고의 경우 다른 사고와 마찬가지로 작업자의 안전의식을 고취 시키고 작업별 주의사항에 대하여 작업자가 망각하지 않도록 지속적인 교육을 진행하는 교육적 대책이 필요하며, 더불어 사고에 대한 원인을 면밀히 분석하여 이를 대체할 수 있는 항목이 잔존 하는지 추가적인 프로세스 투입으로 사고를 예방할 수 있는지 Table 7과 같이 4E 기법을 이용하여 대책 마련이 필요하다. 기술적으로 각 장비 사용 지침서를 제작 배부하고 사용법에 대해 승선 중인 다국적 선원의 국가별 언어로 번역 배치하여 실수를 줄여야 한다. 교육적으로 정기적 반복적 교육을 통해 항상 경각심을 갖도록 진행하고 위험 요소에 대한 작업 시 안전 수칙에 의거 작업하도록 조치해야 한다. 규제적으로 원양어선 안전 보건관리 매뉴얼 지침에 따라 각 작업별 안전 수칙을 준수하여 진행해야 하며, 환경적으로 작업 공간 확보는 물론 새로운 장비로 개선하고 작업절차를 마련하여 안전에 대한 경각심을 고취 시켜야만 사고를 사전 예방하고 줄일 수 있다. 특히 기타 사고의 경우 중량물의 이적 등과 같이 신체의 근육을 지속적으로 과하게 사용하다 발생된 사고 사례가 많다. 이를 방지하기 위해서는 작업 전 작업자의 신체를 작업 컨디션에 맞추기 위한 사전 스트레칭 시간을 갖는 것도 필요해 보인다. 각 사고 별 관리적 부분에 있어 다국적 선원 승선으로 인한 언어장벽이 사고 발생 원인을 제공하고 있기 때문에 커뮤니케이션 오류를 방지하기 위한 작업 신호의 강화 역시 필요한 것으로 분석되었다.

2007년 어선원노동협약 및 권고에서도 어선에서 조

**Table 7. Others accident by 4M to 4E for the Korean tuna purse seiner**

4E	4M	Man	Machine	Media	Management
Engineering	Safety in each parts of the equipment	Automate equipment	Risk assessment	System of the communication	
Education	Do education regularly	Education for operation of equipment	Education for accident example	Do education regularly	
Enforcement	Keep the work regulations	Keep the regulations of maintenance	Display of work procedure	Safety guideline	
Environment	Space for work on deck	Improvement of fishing gear	Guideline of the working environment	Clarify safety regulation by all language	

업 중 안전사고를 줄이기 위하여 위험성 평가 및 관리를 권고하였고(Chong and Park, 2007), 우리 정부도 2014년 원양어선에서 대형 해양사고를 줄이기 위하여 안전관리 체제의 필요성을 인지하고 도입하려 하였으나, 원양산업 현장의 인력 등 현실적인 문제로 인하여 아직 도입하지 못하고 있다. 본 연구는 원양어선에서 조업 중 안전사고를 줄이기 위하여 안전 보건 경영시스템(ISO45001) 도입과 아울러 통합형 안전관리체제 구축이 필요한 주요 기초자료가 될 것으로 기대된다.

### 결 론

다랑어선망어업은 중서부 태평양에 4개 선사 28척이 조업 중이며, 2018년 기준 우리나라 원양어업 생산량의 약 61.9%를 차지하고 있는 큰 산업 중 하나이다. 본 연구에서는 5년간(2014~2019년) 다랑어선망어선의 국적선에 승선하는 내국인들에 대한 선원근재보험 지급명세서를 이용하여 어선원들이 조업중 발생하기 쉬운 안전 위험 요소들을 분석하여 대응 방안을 제시하였다. 다랑어선망어선에서의 재해율은 태평양 해역에서 2014년 최대 43.0%를 나타낸 이후 점차 감소하여 2018년 최소 23.0%를 나타내었고, 평균은 33.6%이었다. 한편, 인도양 해역에서는 2014년 최대 55.1%를 나타낸 이후 점차 감소하여 2016년 11.6%를 나타내었고, 평균은 24.7%이었다. 평균 재해율은 인도양이 태평양보다 8.9% 낮았으나 통계적으로 유의미한 결과는 확인되지 않았다. 조업과정별 재해 빈도는 조업(투망과 양망) 중이 92건(40.4%)으로 가장 높았고, 양륙 33건(14.5%), 선박 정비 28건(12.3%), 어획물 처리 및 적부 25건(11.0%)의 순이었으며, 재해 형태별 분석에서는 넘어짐 사고가 65건(28.5%)로 가장 높았고, 맞음 사고 51건(22.4%), 기타 사고 51건(22.4%), 부딪힘 사고 26건(11.4%), 떨어짐 사고 17건(7.5%)의 순으로서 넘어짐이 가장 빈번하게 일어나는 재해 형태인 것을 확인할 수 있었다. 재해 심각도는 끼임 사고가 아주 심각하였고, 그 다음으로 넘어짐 사고와 깔림 사고가 심각하였고, 떨어짐 사고, 부딪힘 사고, 맞음 사고, 기타 사고, 이상 온도 노출·접촉 사고가 보통이었고, 압박·진동 사고는 그다지 심각하지는 않았다. 재해 형태별 발생 빈도와 심각도를 이용한 위험도 평가에서 고위험 재해는 넘어짐 사고, 중위험 재해는 끼임 사고, 맞음 사고, 기타 사고, 보통 재해는 부딪힘

사고, 떨어짐 사고, 깔림 사고, 이상 온도 노출·접촉 사고, 압박·진동 사고로 평가되었다. 사고로 가장 많이 다친 신체 손상 부위는 과도한 힘·동작과 반복적 동작으로 인한 허리가 77건(23.6%)이었고, 그다음으로 어깨 42건(12.9%), 치아 41건(12.6%), 손 30건(9.2%), 팔 24건(7.4%), 기타 22건(6.8%)의 순이었다. 한편, 질병으로 가장 많이 다친 신체 손상 부위는 치아 31건(16.2%), 그 다음으로 소화기 28건(14.7%), 허리 18건(9.4%), 손 13건(6.8%), 어깨와 호흡기 각각 12건(6.3%)의 순이었으며, 신체를 특정할 수 없는 기타도 50건(26.2%)이었다. 위험도가 높은 안전사고의 원인은 작업자의 안전 인식 미흡, 안전 작업 프로세스 미흡, 그리고 작업자의 인지능력 부족으로 등으로 볼 수 있는데 작업자의 안전 인식 미흡이 상대적으로 높았다. 본 연구는 어선에서 조업 중 재해율 저감과 안전관리체제 구축에 기여할 것으로 기대된다.

### 사 사

본 연구는 군산대학교 연구년 연구비 지원을 받아 수행된 연구의 일부이다.

### References

- Choi JI, Kim HS, Lee CW, Oh TY, Seo YI, Lee YW and Ryu KJ. 2019. 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. *J Kor Soc Fish Ocean Technol* 55, 82-93. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2019.55.1.082>.
- Chong DY and Park MK. 2007. Work in fishing convention (No. 188) and its recommendation (No. 199), 2007. Dasom Printing, Busan, Korea, 1-135.
- Hyun JS, Lee BG, Kim HS and Yae YH. 1992. Development of tuna purse seine fishery in Korea and the countries concerned. *J Fish Mar Sci Edu* 4, 30-46.
- Kim EJ, Moon DY and Kim SA. 2015. Effects of climate-induced variation in the catch distribution and biological characteristics of skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* in the Western and Central Pacific Ocean. *Korean J Fish Aquat Sci* 48, 484-497. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2015.0489>.
- Kim JH and Chang SR. 2006. A questionnaire survey on

- occupational disease of fisheries. *J Kor Soc Safety* 21, 84-91.
- Kim SW and Kim JK. 1995. The distribution of catch by Korean tuna purse seiners in the Western Pacific Ocean. *J Fish Mar Sci Edu* 7, 182-200.
- 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 Kor Soc Fish Technol* 50, 614-622. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2014.50.4.614>.
- Korean Occupational Safety Health Agency (KOSHA). 2016. Guide of records and classification for industrial accident. 1-64.
- Korean Occupational Safety Health Agency (KOSHA). 2018. Retrieved from <http://www.kosha.or.kr/board.do?menuId=554>. Statistics on occupational accidents in 2018. Accessed 1 Mar 2020.
- Lee MK, Lee SI, Kim DN, Ku JE and Kwon YJ. 2017. Fishing efficiency by vessel capacity of Korean tuna purse seiners operating in the western and central Pacific Ocean. *J Korean Soc Fish Technol* 53, 169-176. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2017.53.2.169>.
- Lee MK, Lee SI, Kim ZG, Ku JE, Park HW and Yoon SC. 2015. The fishing characteristics of Korean tuna purse seine fishery in the Pacific Ocean. *J Korean Soc Fish Technol* 51, 414-423. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2015.51.3.414>.
- Lee MK, Lee SI, Lee CW, Kim ZG and Ku JE. 2016. Changes in fishing characteristics and distributions of Korean tuna purse seine fishery by oceanographic conditions in the Pacific Ocean. *J Korean Soc Fish Technol* 52, 149-161. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2016.52.2.149>.
- Lee MK, Lee SI, Lee CW, Kim DN and Ku JE. 2016. Study on effects and strategies of Korean tuna purse seine fishery affected by conservation management measures of Western and Central Pacific Fisheries Commission. *J Korean Soc Fish Technol* 52, 197-208. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2016.52.3.197>.
- Lee YW, Cho YB, Kim SK, Kim SJ, Park TG, Ryu KJ and Kim WS. 2015a. Hazard assessment for the fishermen's safety in offshore large powered purse seiner using insurance proceeds payment of NFFC in 2013. *J Kor Soc Fish Technol* 51, 188-194. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2015.51.2.188>.
- Lee YW, Cho YB, Kim SK, Kim SJ, Park TG, Ryu KJ and Kim WS. 2015b. 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, 1129-1135. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2015.27.4.1129>.
- Lee YW, Cho YB, Kim WS, Kim SJ, Park TG, Park TS, Kim HS and Ryu KJ. 2016. Hazard analysis for the fishermen's safety in offshore trawler using insurance proceeds payment of NFFC. *J Kor Soc Fish Technol* 52, 241-247. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2016.52.3.241>.
- Ministry of Oceans and Fisheries (MOF). 2022. Statistic database of deep sea fishery. Retrieved from <http://www.mof.go.kr/statPortal/cate/statView.do>. Accessed 31 May 2022.
- Moon DY, Lee JU and Kim JB. 1996. On the log-associated school fishery of Korean tuna purse seiners. *J Korean Fish Soc* 29, 197-207.
- Moon DY, Yang WS, Kim SS, Koh JR and Kim EJ. 2005. Characteristics of the Korean tuna purse seine fishery in the Western and Central Pacific Ocean. *J Korean Soc Fish Technol* 41, 263-270.
- National Institute of Fisheries Science (NIFS). 2007. 50years of overseas fishing ground development. Haein Printing Company, Busan, Korea, 14-21.
- Okada T and England G. 2021. 4M4(5)E Analysis. Analysis of accident cases. Japan P&I club, P&I Loss Prevention Bulletin, 50, 1-131.
- Park YE, Lee YW and Lee DJ. 2016. Analysis on fishing conditions of the Korean tuna purse seiner operating in the western and central Pacific Ocean. *J Korean Soc Fish Technol* 52, 356-363. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2016.52.4.356>.
- Ryu KJ, Lee YW and Kim HS. 2015. A change of rigging method for purse seine gear of Korea tuna purse seine fishery in the Western and Central Pacific Ocean. *J Korean Soc Fish Technol* 51, 50-60. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2015.51.1.050>.
- Song JS, Choi HS, Seo JC, Kwak YH, Park WS, Kim SA and Yoon YY. 2005. The present state of occupational injuries and prevention on east side of Korea fishing. *J Kor Mar Envir Eng* 8, 78-82.

---

2022. 06. 29 Received

2022. 08. 01 Revised

2022. 08. 08 Accepted