



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

이학박사 학위논문

안강망어업 작업 중 안전사고 저감에
관한 연구



2020년 8월

부경대학교 대학원

수산물리학과

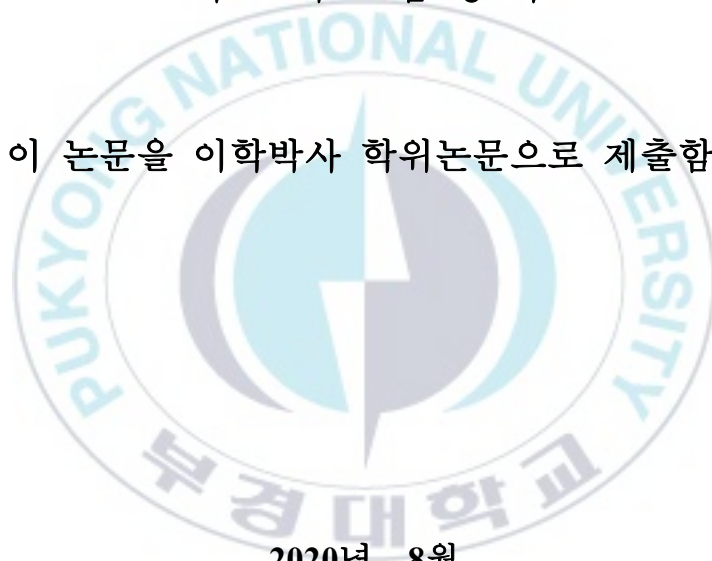
현 윤 기

이학박사 학위논문

안강망어업 작업 중 안전사고 저감에
관한 연구

지도교수 김 형 석

이 논문을 이학박사 학위논문으로 제출함.



2020년 8월

부경대학교 대학원

수산물리학과

현 윤 기

현윤기의 이학박사 학위논문을 인준함.

2020년 8월 28일



주 심 수산학박사 이 춘 우 (인)

위 원 이 학 박 사 김 욱 성 (인)

위 원 이 학 박 사 류 경 진 (인)

위 원 수산학박사 이 유 원 (인)

위 원 수산학박사 김 형 석 (인)

목 차

List of Figures	iv
List of Tables	vi
Abstract	viii
제1장 서 론	1
1.1. 연구 배경	1
1.2. 연구 사례	5
1.3. 연구의 목적과 구성	8
제2장 안강망어업 작업 중 안전사고 위험성 평가	10
2.1. 서 언	10
2.2. 재료 및 방법	13
2.2.1. 수협 어선원재해보상보험 자료	13
2.2.2. 작업 중 안전사고 위험성 평가 방법	15
2.2.3. 안강망어업 작업 중 안전사고 위험성 평가	19
2.3. 결과 및 고찰	26
2.3.1. 사고현황	26
2.3.2. 4M에 따른 사고원인 분석	28
2.3.3. 작업 중 안전사고 위험도 계산	29
2.3.4. 작업 중 안전사고 위험도 평가	32
2.3.5. 안전사고 관련 원인 물체	34
2.3.6. 안전사고로 인한 신체 손상부위	37

2.4. 요 약	39
제3장 안강망어업 작업 중 안전사고 현장 실태조사 및 재결서 분석	42
3.1. 서 언	42
3.2. 재료 및 방법	43
3.2.1. 전문가 설문조사	43
3.2.2. KMST 인명사상(안전사고) 재결서 분석	44
3.3. 결과 및 고찰	45
3.3.1. 설문조사의 기본정보	45
3.3.2. 어업작업 및 위험요소 인식	48
3.3.3. 어업작업 중 안전사고 원인	52
3.3.4. KMST 인명사상 재결서 분석	57
3.3.5. KMST의 인명사상 재결서와 4M 사고원인과의 관계	64
3.4. 요 약	68
제4장 안강망어업용 작업 중 안전사고 예방 지침 개발	71
4.1. 서 언	71
4.2. 재료 및 방법	72
4.3. 결과 및 고찰	74
4.3.1. 4M별 주요 작업 중 안전사고 시나리오 분석	74
4.3.2. 안강망어업 작업 중 안전수칙	84
4.4. 요 약	89
제5장 안강망어업용 작업 중 안전사고 저감의 경제적 효과 분석	91
5.1. 서 언	91

5.2. 재료 및 방법	92
5.2.1. 경제적 효과 분석 방법	92
5.2.2. 경제적 효과 분석의 가정	95
5.2.3. 편익의 추정	97
5.2.4. 비용의 추정	102
5.3. 결과 및 고찰	104
5.3.1. 시나리오(1)	104
5.3.2. 시나리오(2)	105
5.4. 요 약	106
제6장 종합 고찰	108
감사의 글	114
참고문헌	115

List of Figures

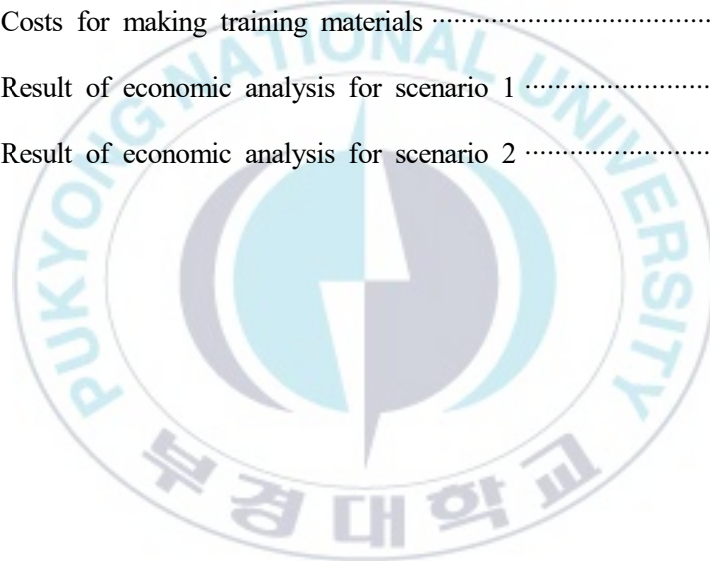
Fig. 2-1. FSA flowchart for a rational and systematic process for accessing the risk related to maritime safety and the protection of the marine environment and for evaluation the costs and benefit for IMO's options for reducing these risk.	16
Fig. 2-2. Relation between analysis and database structure in the accident analysis process using CASMET approach.	17
Fig. 2-3. Risk assessment process using ISO 45001.	18
Fig. 2-4. Risk assessment matrix using likelihood and severity.	24
Fig. 2-5. Frequency of occurrence by accident pattern and fishing process in the offshore stow net.	30
Fig. 2-6. The severity analysis using the statistic value of insurance payment with accident pattern in the offshore stow net fishery.	31
Fig. 2-7. Risk evaluation using severity and likelihood.	33
Fig. 3-1. Accident type of person who experienced working safety accident. ...	47
Fig. 3-2. Risk awareness of fishing process using questionnaire.	48
Fig. 3-3. Relative occurrence rate (a) and occurrence place rate (b) of accident with fishing process using questionnaire.	50
Fig. 3-4. Cause in the machine part of working safety accident.	52
Fig. 3-5. Structure of ball roller and uses in the net hauling.	53
Fig. 3-6. Cause in the media part of working safety accident.	54

Fig. 3-7. Cause in the man part of working safety accident.	55
Fig. 3-8. Cause in the management part of working safety accident.	56
Fig. 3-9. Fishing equipments arrangement in stow net fishing vessel.	61
Fig. 3-10. Number of fishing vessel on the serious injury and fatality with launched year.	62
Fig. 3-11. Relationship between causes of working safety accident with 4M factors of adjudication on KMST.	66
Fig. 4-1. Diagram of sequentially timed events plotting analysis.	73
Fig. 4-2. Diagram of sequentially timed events plotting analysis of stow net occupational accident on major causes.	75

List of Tables

Table 2-1. State of safety accident in marine casualties of total fishing vessel in Korea from 2014 to 2018	10
Table 2-2. The subscriber to fisher's occupational accident compensation insurance of the National Federation of Fisheries Cooperatives	13
Table 2-3. The classification of accident pattern in fisher's accidents according to contact with object or facilities of KOSHA code	20
Table 2-4. Hazard factors by items of 4M	21
Table 2-5. The typical classifications by likelihood	22
Table 2-6. The typical classifications by severity of injury	23
Table 2-7. State of working safety accident in stow net fishery	26
Table 2-8. Cause state of working safety accident using 4M	28
Table 2-9. Risk level of working safety accident related objects in offshore stow net fishery	34
Table 2-10. Injury body state by working safety accident in the offshore stow net ...	37
Table 2-11. Type of working safety accident and injured body that can be dealt with by use of personal protective equipment	38
Table 3-1. State of respondents on the questionnaire of risk and working safety accident in offshore stow net	45
Table 3-2. State between rate of adjudication and rate of vessel in main fishery ...	57
Table 3-3. Cause of working safety accident with 4M factors of adjudication on KMST	65
Table 3-4. Comparison of very important 4M causes sort by questionnaire	

survey and adjudication	70
Table 4-1. State number of 4M cause with working safety accident related line ·	79
Table 4-2. State number of 4M cause with working safety accident related hauler ·	82
Table 5-1. Average number of accident and amount of insurance per case in the stow net fishery from 2016 to 2018	98
Table 5-2. Predicted number of accident per year for 10 years	99
Table 5-3. Predicted benefit per year for 10 years	101
Table 5-4. Costs for making training materials	102
Table 5-5. Result of economic analysis for scenario 1	104
Table 5-6. Result of economic analysis for scenario 2	105



**A study on the reduction of accidents at fishing work
in stow net fishery**

Yun-Ki HYUN

*Department of Fisheries Physics, Graduate School,
Pukyong National University*

Abstract

Stow net fishery is one of the fishery with high fishing work accidents in southwestern sea of Korea. We conducted to serve as basic data for improving the healthy and safe working environment of fisher using risk assessment process (ISO45001) with fishermen's occupational accidents of the National Federation of Fisheries Cooperative (NFFC) from 2016 to 2018. The average occurrence rate of victim in this fishery was 9.04%, 16.7 times more than such rate in all industries. In addition, the average fatality rate was found to have a very serious level management to 31.06‰, 27.7 times more than such rate in all industries. The safety hazards of stow net fishery was more likely to occur by other general industrial groups, with more severe consequences after the accident. According to 4M analysis, 58.6% of all accidents were caused by human factors, 24.0% by environmental factors, 16.0% by mechanical factors, and 1.5% by managerial factors, respectively. The occurrence frequency by accident type was the highest in 187 cases (32.2%) for struck by object, 158 cases (27.2%) for slipping, and 94 cases (16.2%) for being in contact with machinery. Severity is the highest for others such as diseases etc., in the order of being struck by object, being in contact with machinery, falling from above slipping, collapsing, bumping, and burning. Being struck by object, being in contact with machinery, and slipping are high-risk

groups, falling from above others, bumping, and burning are medium-risk groups based on the risk assessment using the occurrence frequency and severity of accident. The obtained results are expected to contribute to the safe operation environment subsidy for fishing crews on the stow net fishing vessel.

The questionnaire survey was carried out to collect basic data to identify the cause of the risk that did not appear in the current data provided by the fishermen's occupational accidents of NFFC to the onsite specialist, such as a fishing master, chief engineer and fisher in stow net fishing vessel from June to July 2018. The results are as follows. A total of 134 cases were surveyed, including 53 cases in Yeosu, 44 cases in Mokpo, 30 cases in Boryeong and 7 cases in Gunsan. Approximately 60% of the respondents on board the stow net fishing vessel were more than 20 years old, and the boarding experience was seasoned and suitable for the respondents. In the 4M analysis by safety accident factor during fishing work, the mechanical factors included 51 cases (25.0%) of decrepit equipment or poor maintenance and 49 cases (24.0%) of systemic error of fishing equipment. The environmental factors exhibited 71 cases (33.5%) of poor communication by mixed manning of foreign fishermen and 63 cases (29.7%) of poor environment such as heavy weather etc. The human factors showed 78 cases (37.3%) of personnel's carelessness and 45 cases (21.5%) of unskillfulness of operating net and haulers. The management factors exhibited 59 cases (32.1%) of work practice of poor safety precautions and 56 cases (30.4%) of inadequacy of education on hazard factor. The results are expected to contribute to the creation of a safe operating environment for stow net fishery, such as a fisher boarding a stow net fishing vessel, enabling the analysis of major causes of working safety accidents by cause.

The adjudication of Korean Maritime Safety Tribunal (KMST) was analyzed to collect basic data to identify the cause of the risk that did not appear in the current data provided by the fishermen's occupational accidents of NFFC in stow net fishing vessel from 2015 to 2019. The personnel's carelessness was the most common in 29 out of 33 accidents (87.9%), followed by 25 cases (75.8%) of inadequacy of instructions, 24 cases

(72.7%) of inadequacy of education on hazard factor, 20 cases (60.6%) of no personal protection equipment, 18 cases (54.5%) of poor guard, 17 cases (51.5%) of inadequacy of work method, 16 cases (48.5%) of absence of emergency stop button, 14 cases (42.4%) of work practice of poor safety precautions that affected more than 40% of all accidents as accident causes. These causes had a strong influence on each other, and the ratio of accident causes is high. With this relationship, accidents can be prevented or the severity of human injury can be reduced if types of accident process can be estimated with a scenario, and the key points before the accident in the scenario are switched to safe points.

This study aimed to analyze the economic feasibility of the reduction of working safety accidents in stow net fishery through the prevention education to fishing crews. The benefit was evaluated by estimating insurance payment amount that was reduced through the prevention education. The decreasing rate of working safety accidents was assumed following the experience in Japan. The cost was assumed as the cost of textbook development. Results indicated that IRR was estimated to be 71.6% in case of scenario assuming no additional operating costs, while IRR was 46.9% in case of scenario assuming 10% additional operating costs. In addition, the result of sensitivity analysis showed that the economic feasibility would be secured when annual operating costs increased to 200 million won.

제1장 서 론

1.1. 연구 배경

우리나라는 통계법 제18조에 따라 산업재해조사를 실시하고 있으며, 위험도가 높은 산업인 광업, 농업, 어업, 건설업 등에 대하여 산업별 안전재해 예방 활동을 실시하고 있다.

2018년 발표된 한국산업안전공단의 산업별 재해율을 살펴보면, 전 산업평균 재해율이 0.54%인 가운데 광업 19.02%, 어업 1.21%, 임업 1.16%, 건설업 0.94% 순으로 높았으며, 어업은 전 산업평균 재해율 보다 2.2배 높았다. 그러나 한국산업안전보건공단의 재해율은 산업재해보상보험법 적용사업체에서 발생한 산업재해 중 산업재해보상보험법에 의한 업무상 사고 및 질병으로 승인을 받은 사망 또는 4일 이상 요양을 요하는 재해(지방 고용노동관서 산재 미보고 적발재해 포함)를 대상으로 재해율을 산정하고 있으므로, 어업분야는 산업재해보상보험법 가입 실적이 극히 저조하여 어업분야의 지표값으로 보기에는 타당성이 부족하다. 실제 Kim et al. (2014)의 연구에 따르면 2013년 연근해 어선 및 천해양식과 어획물 운반선에서의 재해율은 2.95%라고 보고하여 같은 해 한국산업안전공단이 발표한 어업의 재해율 1.36%보다 2.2배 높은 것으로 나타났다.

한편, 광업은 산업통상자원부에서 광산안전위원회에 위임하고, 농업은 농림축산식품부에서 농촌진흥청에 위임하며, 건설업은 국토교통부에서 산업안전관리공단에 위임하여 2018년을 기준으로 예산(광업 42억원, 건설업 300억원, 농업 100억원)과 전담 인력(광업 24명, 건설업 167명, 농업 8명)이 배치되어 안전재해 예방활동을 실시하고 있다. 한편, 어업의 경우는 어업작업 안전재해의 발생 원인과 전체 어업에서의 발생 현황을 파악할 수 있는 기초

통계 자료가 미흡할 뿐만 아니라 이에 대한 연구도 부족하였다. 이에 2015년 1월 6일 농어업인의 안전보험 및 안전재해예방에 관한 법률(약칭, 농어업인 안전보험법)이 제정되어 2016년 1월7일부터 시행되면서부터 해양수산부에서 국립수산물과학원에 위임하여 안전재해예방에 관한 기초 조사와 운영을 실시하고 있으나, 2018년 기준으로 전담 예산(3억원)이나 인력(1명)이 타 산업의 규모에 비해 크게 부족한 실정이다.

국외에서는 어업작업 안전재해에 관한 예방을 위해 어업작업 안전재해의 발생 원인과 전체 어업에서의 발생 현황을 파악할 수 있는 기초 통계자료를 지속적으로 수집하고 관리하며, 위험요소 분석을 실시하고 이를 통해 작업 환경 개선, 안전장비 개발 등 안전재해 조치 사항을 만들어 어업인들에게 지속적인 예방 교육과 설비 개선을 실시하고 있다. 예를 들어 일본은 어선에서의 재해율이 1967년 4.8%이었으나, 1968년부터 시작된 선원재해방지기본계획에 따라 선원재해방지협회 및 어업안전추진원 등의 활동으로 제10차 선원재해방지기본계획이 종료된 2017년에는 1.2%로 크게 감소하였다(MLIT, 2019). 노르웨이는 1990년부터 2011년까지 21년간 1990년대(1990~2000) 사망·실종율 12.12‰를 정부와 업계가 협업 체계를 이루어 어업재해 예방 활동 강화를 지속적으로 실시하여 2000년대(2001~2011)에는 5.26‰로 크게 감소시켰다 (McGuinness et al., 2013).

이에 우리나라 어업작업 안전재해의 발생 원인에 대하여 가용할 수 있는 통계 자료를 확보하고, 어업작업의 업종·과정별 재해 현황을 제대로 반영할 수 있는 실태 조사와 분석을 근거로 재해예방과 응급상황에 대처할 수 있는 매뉴얼을 개발하여 어업현장에 보급하고, 어업인의 자발적 참여를 유도함으로써 어업작업 현장에서 안전재해의 예방과 지속적 현장관리를 할 수 있도록 하여야 할 것이다.

우리나라 수산업법 제41조제1항과 제2항, 수산업법 시행령 제24조와 제25조의 연근해어업 29종 중 근해어업의 사고율이 13.02%로 연안어업의 사고율 1.69%보다 약 7.7배 높게 나타나며, 근해어업 중 안강망은 서남구기선저인망(쌍끌이, 외끌이)과 함께 고위험업종에 속하고, 연안어업 중에는 개량안강망이 고위험업종이라고 보고하였다(Kim et al., 2014).

안강망어업은 조류가 빠른 곳에서, 어구는 조류에 밀려가지 않게 고정해 놓고, 어군이 조류의 힘에 의하여 강제로 그물에 들어가게 하여 잡는 강제 함정어구이며, 어구의 형상은 입구가 넓고 길이가 긴 자루 모양의 형태이다. 안강(鰵鰯, アンコウ)이란 단어도 어류 중 아귀를 뜻하는 일본어로 어구 자체가 아귀와 같이 입을 크게 벌리고 먹이가 들어오기를 기다리는 모습과 흡사하다 하여 안강망이라 하였다.

안강망은 우리나라 미중선(尾中船)과 안경선(眼鏡船)에서 사용하는 중선망(中船網)과 유사하였다. 그래서 처음 보급되었을 때 우리나라 사람들은 안강망 어선을 일중선(日中船)이라고 불렀다고 한다. 원추형의 기다란 낭망(囊網)을 사용하는 점이 중선망과 같지만 중선망은 어망을 어선에 달고 다니는데 반해, 안강망은 어선이 어장에 이르러 닻을 내리고 어망을 해저에 설치한다는 차이가 있었다.

안강망어업은 19세기 중반 일본 큐슈 서북부의 작은 만인 아리아케해(有名海)에서 개발되어 1899년 일본 나가사키현(長崎縣)의 한 어민이 우리나라 서해안에 조기가 풍부하다는 점에 착안해 전남 목포에서 첫 조업에 성공한 이래 안강망어선의 수가 급격히 증가하였다고 보고하였다(Oh, 2014). 그 후 안강망어업은 어구, 어선 및 어로설비 등에서 많은 개량과 발전에 힘입어 현재 우리나라 서남해의 전통적인 어업으로 2018년 말 기준 근해안강망어선은 207척, 연안개량안강망어선은 407척으로 등록어선척수 65,906척 중 약 0.9%에 불과하나, 어업생산금액은 약 3.0%에 달하는 비교적 생산성이 높은 업종이다.

그러나 어법이 조류가 빠른 해역에서 무거운 닻과 규모가 큰 그물어구를 수중에 전개하고 갑판적하는 과정에서 작업 위험이 높은 업종으로 인식되어 왔다. 안전하고 생산성이 높은 안강망어업을 위해 어구는 개량안강망으로 진전이 있었으나, 선형과 어로설비분야는 1997년 생력화 근해안강망어선 개발에서 네트드럼을 이용한 선미식 안강망어선과 설비, 어구가 제안된 바 있으나 실용화 되지 못하였고, 현용 어로 설비는 현장에서 효율성 위주로 채택 되어 기존의 횡축 캡스틴 윈치(드럼식 윈치)와 볼롤러 양망기가 주로 사용되고 있다. 이에 따라 어구의 각 부분을 투·양망하는 조업과정이 복잡하고 보통 5종 정도의 어로용 윈치를 독립적으로 운용하게 됨에 따라 조업 통제도 용이하지 않아 줄, 그물, 윈치 사용과 관련된 작업으로 인한 인명피해가 크게 나타나고 있다.

이러한 작업으로 인한 인명피해는 안전사고 비용뿐만이 아니라 어선원들에게 고위험업종으로 인식되어 어선원의 원활한 수급관리에도 어려움을 겪고 있으므로 어업작업에서 나타나는 안전사고를 줄이고 근절하여 안전하고 경제적인 어업으로 전환함으로서 생산성이 높은 전통적인 어법을 계승 유지하여야 할 것이다. 따라서 안강망어업에서 나타나는 각종 작업 중 안전사고에 대하여 위험성을 평가하고, 이에 대응할 수 있는 방안을 도출하여 안전사고 예방교육을 시행할 필요가 있다.

1.2. 연구 사례

안강망어업에 관련된 국내 연구는 대부분 어구를 개량하여 어획성능을 향상시키기 위한 연구였는데, NFRDI (1971)의 국립수산물과학원을 중심으로 안강망 어구개량을 위한 전개장치 시험, Ko and Kim (1979)의 성능개량을 위한 모형실험, Jo et al. (1983)의 안강망을 고정시키기 위한 닻 개량 실험, Han et al. (1980)의 전개장치 및 개량망을 이용한 모형실험, Han et al. (1981)의 전개장치인 범포 개발, Kim and Ko (1985)는 수해·암해를 없애고 범포를 사용함에 따른 문제를 최소화하기 위해 띠 모양의 소형 범포들로 구성된 전개장치 개발, Lee et al. (1988; 1989a; 1989b)의 어획성능 개량과 어장확대를 위한 선미식 조업방법에 관한 해상실험, Kim (1990)의 어구의 전개성능 향상, Kim et al. (1994)의 재래식과 개량식 안강망의 어획성능 비교 등이 있었다.

2000년도 이후에는 소형어 어획, 혼획과 어구유실에 따른 고스트피싱(ghost fishing)과 해양오염이 대두됨에 따라 안강망어업과 관련한 연구는 Cho et al. (2010)의 끝자루 망목크기에 따른 어획 비교, Cho et al. (2011)의 끝자루 망목 크기에 따른 주요 어종의 어획과 혼획, Lee et al. (2018)의 어구 유실 감소를 위해 범포 하단에 부착되는 원기둥 형태의 종대 개선, Kang et al. (2018)의 어구 자동식별부이의 설치 등이 보고되었다.

한편, 안강망어선에 대한 연구로는 MOF (1997)의 생력화를 위한 근해안강망 어선 개발, Park and Lee (1997)의 89톤급 선미식 안강망어선의 선형치수에 대한 보고와 Jeong et al. (2019)의 우리나라 연근해 어선의 외관과 선체내부 구조 및 어로설비 배치에 대한 보고가 있었다. 이와 같은 안강망어업에 대한 다양한 연구에도 불구하고 안강망어선에 승선하는 어선원의 안전에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

최근 Lee et al. (2015)의 수협중앙회의 재해보상보험 급여 분석을 통한 근해 안강망어선에 승선하는 어선원의 안전 위험요소 평가가 있었으나, 그 평가는

안정성 평가(safety assessment)로서 제1단계인 안전 위험요소 식별단계에서 마무리되어, 어선원들에게 실질적으로 필요한 제2단계 평가/위험의 결정, 제3 단계 위험요소의 조치/통제(제거, 차단, 최소화)와 제4단계 재검토 단계는 제시 되지 않고, 향후 연구로 남겨두었다(Park et al., 2012).

지금까지 우리나라 어선원의 안전에 대한 연구는 Kim and Chang (2006)과 Song et al. (2005)의 설문조사와 인터뷰를 통한 어선원 직업관련 질병 실태와 예방, Kim et al. (2014)의 재해보상보험 급여 분석을 통한 연근해 어선원 재해현황과 저감 대책, Lee et al. (2015a; 2015b; 2016)과 Choi et al. (2019)의 재해보상보험 급여 분석을 통해 근해 고위험 업종인 대형선망, 대형트롤, 근해 안강망에 승선하는 어선원 위험요소 평가 등이 있었다.

어업관련 사고 조사에 관한 연구는 대부분 어선 해양사고 연구들이었는데, Choi et al. (2006)은 어선 해양사고 사고 유형별 발생 빈도가 가장 높은 기관 손상을 줄이기 위해 사고가 빈번한 기관보조 부위에 대한 효과적인 점검, 정비 방법과 사고대처 방안, Jung et al. (2012)은 전복사고에 대한 원인분석, Kang et al. (2007)의 어선 해양사고에 대한 안전대책, Kim et al. (2017)의 결함수 분석 (fault tree analysis: FTA) 기법을 이용한 어선 해양사고 분석, Kim et al. (2008)의 소형어선의 기관 사용실태에 대한 개선방안, Kim and Kang (2011)의 어선 해양사고와 기상요소의 관계, Kim et al. (2013)의 어선 해양사고 제어 요소, Lee and Kim (2003)의 소형어선의 해양사고 저감 방안, Lee et al. (2013)의 어선-비어선간 충돌사고, Park et al. (2014)과 Park et al. (2016)의 어선의 업종별 해양사고의 원인과 예방 대책 등이 있었다. 또한, 사고조사 분석에 있어서 Kim et al. (2011)은 국제해사기구(International Maritime Organization: IMO)의 국제해양사고조사코드(Code for the Investigation of Marine Casualties and Incidents: IMO Res. A.849(20), IMO, 1997)의 인적요인 조사 절차를 기반으로 Maritime HFACS (Human Factors Analysis and Classification System)

모델을 개발하고 적용하여 실효성 있는 안전대책 수립을 위해서는 인적과실을 중심으로 한 요인분석과 사고 절감을 위한 교육의 필요성을 주장한 연구가 있었다.



1.3. 연구의 목적과 구성

본 연구에서는 안강망어업의 안전사고 현황 및 작업과정에서 나타나는 위험요인을 파악하고 평가하여 작업 중 안전사고를 예방하고, 응급상황에 대처하는 안전지침 개발을 목적으로 한다. 즉 안강망 어선원의 작업 중 발생한 안전사고의 원인 분석을 위하여 최근 3년간(2016~2018년)의 수협중앙회의 재해보상보험 급여 자료를 이용하여 어로작업의 위험성을 평가하였다. 더욱이 작업현장 전문가의 작업위험에 대한 인식도를 설문조사를 통하여 안전사고의 심각한 정도를 비교하여 보다 객관성 있는 평가를 수행하고자 하였다. 사망·실종·중상 등 어로작업 과정에서 심각한 안전사고를 구분하고, 해양안전심판원(Korean Maritime Safety Tribunal: KMST, 이하 KMST라 한다)의 재결서를 통하여 보다 상세한 원인을 규명하고 이에 대한 예방적 요소와 대응 방안을 제시하고자 하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같다.

제1장은 우리나라 산업별 재해조사와 안전재해예방활동, 어업 사고율과 고위험업종인 안강망어업의 도입과정 및 작업과정의 문제점, 연구 사례, 연구 목적 등에 대하여 소개하고 연구방향을 제시하였다.

제2장은 안강망어업에서 작업 중 일어난 안전사고 자료를 근거로 위험성을 평가하여 위험도가 높은 유형들을 분석하고, 제어하기 위한 방안에 대하여 고찰하였다.

제3장은 어업작업 중 안전사고 실태를 현장 작업 전문가들의 관점에서 어떻게 인식하고 있는지를 설문을 통하여 조사·분석하였고, 보다 상세한 원인 분석을 위하여 KMST의 재결서를 분석·고찰하였다.

제4장은 어선 작업현장에서 작업자 스스로가 제 2장과 3장에서 평가된 위험요인을 식별·대응할 수 있는 핵심 지침을 마련하여 제시하였다.

제5장은 안강망어업용 작업 중 안전사고 예방 지침을 개발하고, 어선원에

대하여 안전사고 예방교육을 실시하였을 때, 기대되는 경제적 효과를 분석하였다.

제6장은 본 연구의 결과를 종합적으로 고찰하여 본 연구의 의의, 기대효과 및 차후 연구방향을 제시하였다.



제2장 안강망어업 작업 중 안전사고 위험성 평가

2.1. 서 언

2014년 일어난 대형 해양사고인 세월호 전복사고이후 모든 선종에 있어 민관의 부단한 사고 예방 노력에도 불구하고 해양사고는 줄어들지 않고 있다. KMST의 2014년부터 2018년까지 해양사고현황 통계에 따르면 어선에서도 Table 2-1과 같이 사고 건수는 계속 증가하고 있다. 이 사고들 중에서 안전 사고도 증가 추세에 있으며, 전체 어선 해양사고에서 안전사고 발생 비중은 평균 6.8%이고, 인명피해 비중은 평균 28.7%로 높게 나타나고 있다 (KMST, 2019). 이것은 여러 유형의 어선 해양사고 중에서 안전사고는 매우 위험한 사고라는 것을 알 수 있다.

Table 2-1. State of safety accident in marine casualties of total fishing vessel in Korea from 2014 to 2018

Items	2014	2015	2016	2017	2018	Average
Number of marine casualty	1029	1621	1794	1939	2013	1679.2
Number of safety accident	82	119	113	121	136	114.2
Rate of safety accident (%)	8.0	7.3	6.3	6.2	6.8	6.8
Number of injured person by total marine casualty	710	395	411	523	455	498.8
Number of injured person by safety accident	117	154	139	163	143	143.2
Rate of injured person by safety accident (%)	16.5	39.0	33.8	31.2	31.4	28.7

어선 해양사고에서 안전사고를 줄이기 위해서는 각 어업별 조업특성에 맞는 위험성 평가 및 관리가 선행되어야 할 것이다. 위험성 평가는 제1장 서론에서 위험도가 높은 광업, 농업, 건설업 등에서 이미 실시되고 있는데, 작업 활동에 잠재된 위험요인을 도출하여 위험성을 평가하고, 대책을 수립하여 쾌적한 작업환경 조성으로 생산성 및 품질 개선을 도모하고 사업주의 재해예방 의무를 확립하여 사전 예방적 안전보건관리체제를 구축하고 있다.

그러나 우리나라의 모든 어선어업은 위험성을 평가하는 단계에도 미치지 못하고, 위험관리에 대한 대책도 미흡하다. 원래 위험한 업종이라는 대중 인식은 어선어업에 근로를 기피하는 원인이 되고, 이에 따라 어선어업은 구인 곤란에 따라 사라질 위기에 처해질 수도 있으므로 지속가능한 어업을 위해서는 무엇보다 작업에 따른 위험관리체계의 구축이 시급하다.

특히 안강망어업은 강한 조류 해역에서 조업 효율성 위주의 어로설비를 이용하여 다수의 대형어구를 투·양망하는 조업 강도가 높은 업종이고, 출·입항하는 항구도 조차가 큰 곳이기 때문에 작업 중 안전사고의 위험이 매우 높아 조업과정별 위험요소를 식별하고, 안전사고 발생을 억제할 방안을 찾아야 할 것이다.

한편 우리나라의 해양사고 조사·통계는 KMST의 해양사고 통계가 정부의 공식 통계로서 공인되고 있으며, 2014년 세월호 전복사고 이후 2015년부터 기관손상 등 단순·경미한 사고가 포함되어 통계상 2014년 이전의 통계 자료와 이후 자료가 섞이어 통계 분석에 사용하기 곤란한 문제점이 있다. 또한 사고로 보고되어 접수된 것만 통계처리 되고 있어 경미하거나 보고되지 않은 안전사고의 현황을 파악하기에는 어려움이 있다.

한편, 수산업협동조합중앙회(이후 수협이라 한다)에 위탁되어 운영되는 어선원 및 어선재해보상보험은 어선으로 등록한 어선의 어선원, 가족어선원 및 어선의 소유자가 어업활동과 관련하여 입은 부상·질병·신체장애 또는

사망 즉 어업인의 재해를 보상하는 보험으로 3톤 이상의 안강망어선은 모두 가입되어 있고, 보상보험 급여의 청구와 지급에 대하여 관련된 사고기록이 유지된다.

본장에서는 안강망어업의 작업 중 안전사고에 의한 인명 피해 저감을 위한 기초 연구로 작업 중 안전사고 위험도 평가 방법을 모색하고, 사고 자료를 분석하여 위험도가 높은 작업과 안전사고 유형을 도출하고, 제어하기 위한 방안에 대하여 고찰하였다.



2.2. 재료 및 방법

2.2.1. 수협의 어선원 재해보상보험 자료

근해안강망어업과 연안개량안강망어업의 안강망어선과 어선원 및 소유자는 법률 「어선원 및 어선 재해보상보험법」 제6조(적용범위) 및 제16조(보험 가입자)에 의거하여 수협의 재해보상보험에 당연 가입하여야 하고, 가입자 수는 승선 중인 어선원과 소유자의 실제 인원수로 볼 수 있을 것이다. 또한 사고 후에 보상보험금 지급이 승인된 사건은 안전사고로 볼 수 있다.

수협의 어선원재해보상보험에 가입된 안강망 어선원 등의 수는 Table 2-2와 같이 2016년에서 2018년까지 누적 인원이 9,659명으로 나타났다.

Table 2-2. The subscriber to fisher's occupational accident compensation insurance of the National Federation of Fisheries Cooperatives

Items	2016	2017	2018	Accumulated fisher
Coastal stow net	1,130	1,104	1,107	3,341
Offshore stow net	2,021	1,997	2,300	6,318
Total	3,151	3,101	3,407	9,659

수협의 어선원 보상보험금 지급 승인 현황자료에는 사고연월일, 사고자 연령, 어선의 톤수, 업종, 사고원인, 사고결과, 연간 지급승인액, 사고신고 내용, 안전사고발생형태, 사고접수번호, 지역 등이 기재된다. 사고원인은 단순히 안전사고, 선박침몰 등으로 기재되었고, 사고 당시의 신고내용은 통일된 조사 항목 없이 기재되어 있으며 사고발생형태는 사고접수 창구 직원의 판단에 따라 기재되어 사고 신고 내용과 일치하지 않은 것이 상당수 나타났으며, 동

법 제23조의5(추가상병) 및 제23조의6(재요양) 등으로 동일한 사건으로 치료
시일 경과에 따라 추가 지급분이 혼재되어 있었다.

본 연구에서는 최근 3년간(2016~2018년) 작업 중 안전사고 현황자료에서
선박 침몰 등 KMST의 해양사고 분류상 안전사고 즉 작업 중 안전사고만 선별
하였고, 사고 신고내용을 근거로 안전사고 발생형태를 전수 검정하여 수정하였
으며 하나의 사고접수번호에 여러 번 지급된 보상보험금은 사고접수번호 기준의
연도에 발생한 사고로 단일화하고 보상보험금은 합산하여 정리하였다. 정리된
현황자료에서 나타난 작업 중 안전사고 건수는 근해안강망 581건, 연안개량
안강망 292건으로 총 873건이었다. 기본적인 사고율 현황 분석에는 안강망어선
모두를 대상으로 하였고, 위험성 평가에는 작업의 규모가 상대적으로 크고
사고발생 빈도가 비교적 높으며 안전사고 신고내용이 좀 더 상세한 근해안강망의
작업 중 안전사고 581건의 자료를 사용하였다.

2.2.2. 작업 중 안전사고 위험성 평가 방법

국외의 선박 해양사고 평가방법으로는 Fig. 2-1과 같은 IMO의 공식안전성 평가(Formal Safety Assessment: FSA, IMO, 2002) 방법, Fig. 2-2와 같은 유럽 연합의 해사 작업에 대한 해양사고 분석법(Casualty Analysis Methodology for Maritime Operations: CASMET, Caridis, 1999) 등이 있고, 우리나라에는 IMO의 FSA를 반영하여 한국조선협회에서 공인한 공식안전성평가 일반지침(General guidelines on Formal Safety Assessment, SPS-KMS 007:2010, KMS, 2010)이 있다.

우리나라의 사업장 작업 위험성 평가에 관한 기준은 고용노동부 고시 제 2020-53호(2020.1.14.) 사업장 위험성 평가에 관한 지침이 있고, 이의 근거는 산업안전보건경영시스템의 국제 표준인 ISO45001:2018이다(NQA, 2018).

본 연구는 작업 중 안전사고가 해양사고의 범주 안에 있지만, 어로작업을 평가하는데 보다 적합한 Fig. 2-3과 같은 ISO45001의 위험성 평가 절차와 방법을 모델로 하였으며, 각각의 안전사고 위험요소에 대한 위험성을 정량화 하는 방법에 대하여 고찰하였다.

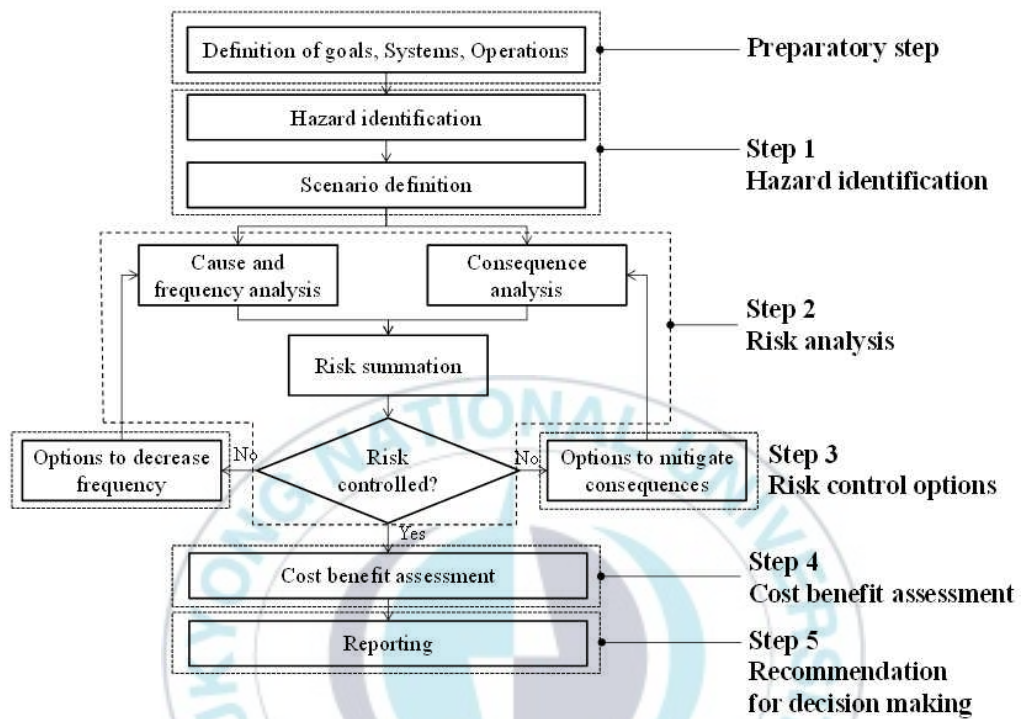


Fig. 2-1. FSA flowchart for a rational and systematic process for accessing the risk related to maritime safety and the protection of the marine environment and for evaluation the costs and benefit for IMO's options for reducing these risk.

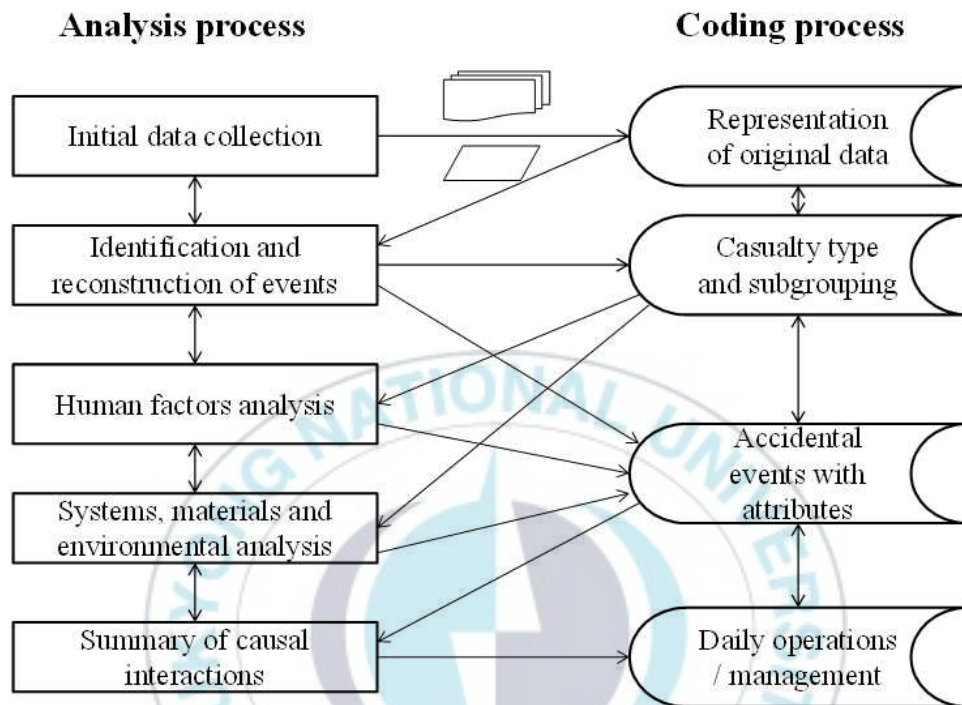


Fig. 2-2. Relation between analysis and database structure in the accident analysis process using CASMET approach.

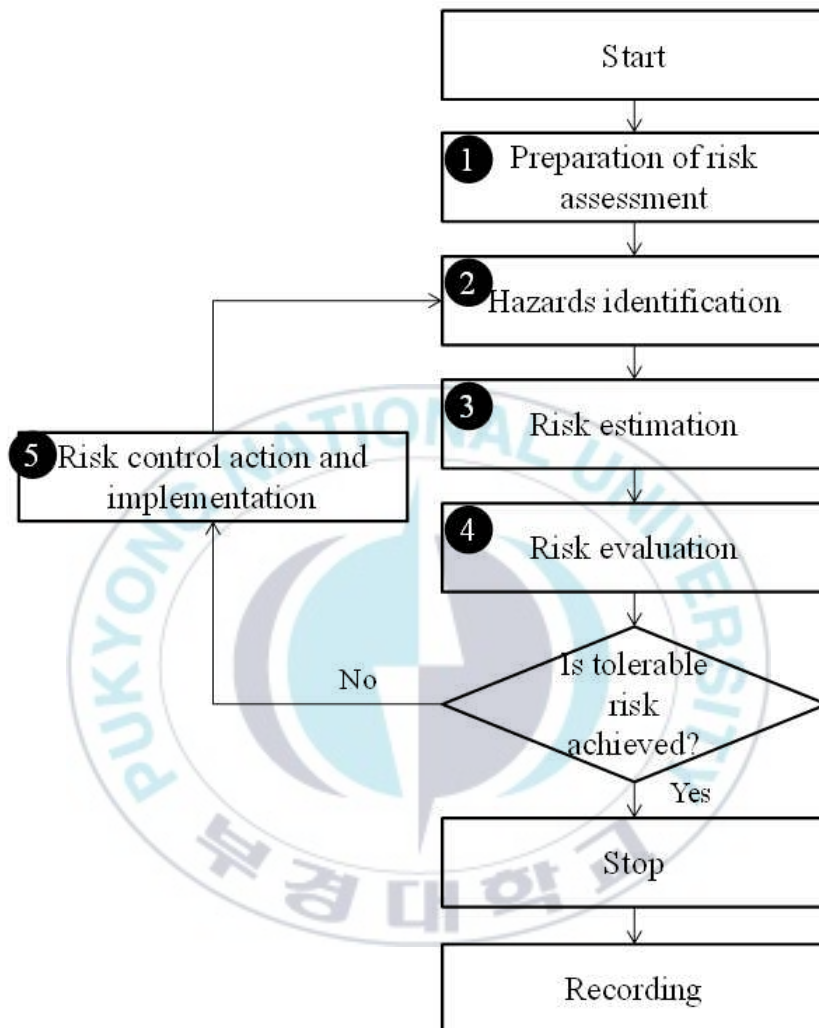


Fig. 2-3. Risk assessment process using ISO 45001.

2.2.3. 안강망어업 작업 중 안전사고 위험성 평가

위험성 평가의 대상

위험성 평가의 대상은 설비, 어떤 작업, 어선원 즉 작업장의 조직내부 또는 외부에서 제공되는 모든 설비와 정상적인 작업 또는 비정상적인 모든 작업과 작업장에 출입하는 모든 사람이 된다. 따라서 본 연구의 위험성 평가 대상은 선체 및 어선 내의 각종 설비, 육상의 지원 크레인, 어획물 하역에 사용되는 차량 등 어업 작업에 관계되는 모든 설비와 보상보험 가입대상자 전원 및 안강망어선의 전 작업과정이 대상이 된다.

위험성 평가 방법

위험성 평가의 흐름도는 Fig. 2-3과 같고, 본 연구에서는 안강망어업에 대한 위험도를 평가하고 위험을 저감하기 위한 대책을 제시하고자 하였다.

제1단계는 사전준비로서 안강망어선의 작업과정 분류는 근해어업 국가직무 능력표준 분류(NCS, 2020)에 정의된 선박정비, 어구준비, 출어준비, 어선운항, 어로준비, 어로작업, 어획물처리, 어획물보관, 어구관리, 어획물양륙, 선원관리, 안전관리 총12개의 작업과정(능력단위)을 선박정비, 출어준비, 출항 및 어로준비, 어로, 어획물처리 및 적부, 입항 및 하역준비, 어획물양륙의 총7개 작업과정으로 단순화하였다.

또한, 2.2.1에서 기술한 수협 어선의 안강망어업 어선원 재해보상보험 자료는 한국 산업안전보건공단의 산업재해 기록·분류에 관한 지침(KOSHA, 2016)의 발생 형태 분류 중 해상에서 발생할 수 있는 분류 항목은 Table 2-3과 같이 떨어짐(01), 물에 빠짐(01), 넘어짐(02), 부딪힘(03), 맞음(04), 끼임(05), 깔림(06), 무너짐(06), 압박·진동(07), 이상온도 노출·접촉(08), 기타(09)로 나누어 분석에 활용하였다.

Table 2-3. The classification of accident pattern in fisher's 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 Others	• Others

제2단계는 유해위험요인 도출로서 Table 2-4와 같이 안전사고 원인을 기계적(machine), 환경적(media), 인적(man), 관리적(management) 요소로 분류하여 분석하는 4M 분류 기법을 사용하였다.

Table 2-4. Hazard factors by items of 4M

Items	Causes of accident
Machine	• Difficulty of grasping the work, equipment and machine • Difficulty of the work and operation of machines • Poor visibility of signals and sign posts, etc.
Media	• Limitation of work space • Poor working environment such as lighting and noise • Inclement weather, etc.
Man	• Inadequacy of knowledge, experience, and skills • Inadequacy of sensitivity to danger and of alertness • Do not wear an personal protection equipment • Physical problem, psychological problems, etc.
Management	• Inadequacy of instructions, notices, or human signals • Defective system of cooperation the organization and among work places • Inadequacy and inappropriateness of the work manual • Inadequacy of education and training • Inadequacy of health care • Inappropriateness of working systems, etc.

제3단계인 위험도 계산은 식 (1)과 같이 안전사고 빈도(Frequency of damage: F)에 강도(Severity of damage: S)를 곱하여 계산하였다.

$$Risk = F \times S \quad (1)$$

안전사고 빈도(F)는 각 과정별 형태별 사고 빈도를 구하고, Table 2-5와 같이 사고 발생빈도를 주(weekly), 월(monthly), 연(yearly), 그 이상(3years, 5years)과 같이 상대적인 등급을 평가하여 반영하였다.

Table 2-5. The typical classifications by likelihood

Level	Probability of accident	Likelihood over 3years
Very likely	• Likely to occur often in the fishing operation • The most likely consequence is considered to have an incident occurrence rate of at least once per week	>14.3%
Likely	• Will occur several times in the fishing operation • The most likely consequence is considered to have an incident occurrence rate of at least once per month	>3.3%
Feasible	• Likely to occur some time in the fishing operation • The most likely consequence is considered to have an incident occurrence rate of at least once per year	>0.3%
Unlikely	• Unlikely but possible to occur in the fishing operation • The most likely consequence is considered to have an incident occurrence rate of at least once every 3years	>0.09%
Very unlikely	• So unlikely, it can be assumed occurrence may not be experienced • The most likely consequence is considered to have an incident occurrence rate of at least once every 5years	>0.05%

안전사고 강도는 일반적으로 산업현장에서는 손실조업일수로 계산하였으나, 본 조사에서는 손실조업일수에 대한 자료가 없으므로 지급된 보험금액의 평균값과 표준편차를 구하여 Table 2-6과 같이 등급을 구분하고, 안전사고 빈도와 강도를 이용하여 Fig. 2-4와 같이 위험도를 계산하였다.

Table 2-6. The typical classifications by severity of injury

Level	Severity of injury	Degree of injury	Insurance payment (thousand won)
Extreme	• Single or multiple fatalities • Severe injury or illness, resulting in permanent injury / disability or ill health to one or more persons • Extreme stress and an inability to perform work duties in the foreseeable future	Fatality	>50,000
Major	• Major or multiple injuries resulting in temporary disability or ill health to one or more persons • Significant lost time injury impact (10 days or more) • Major stress and an inability to perform work duties in the medium to long term • Dangerous near miss or threat	Serious injury	>10,000
Moderate	• Injury or illness requiring medical or psychological treatment to one or more people • Lost time injury impact (less than 10 days) • Significant stress and a noticeable reduction on ability to perform regular duties in the immediate future	Slight injury	>1,000
Minor	• Minor injury, first aid treatment required. No lasting impact • Minor concern and some reduction in ability to perform regular work duties in the short term	Minor injury	>100
Insignificant	• No treatment required • No concern or slight apprehension isolated to an event / situation and no impact on regular work duties.	Near miss	>10

Risk rating key	Minimal (1~2)	Low (3~9)	Medium (10~15)	High (16~20)	Extreme (25)
	Severity				
	Insignificant	Significant injury	Seriously injury	Major injury	Fatality
Likelihood					
Very likely	5	10	15	20	25
Likely	4	8	12	16	20
Feasible	3	6	9	12	15
Slight	2	4	6	8	10
Very unlikely	1	2	3	4	5

Fig. 2-4. Risk assessment matrix using likelihood and severity.

Fig. 2-4를 이용한 위험성의 결정은 유해 위험요인별 허용가능 여부를 판단하는 단계로 극심한 수준(25)과 고위험 수준(16~20) 영역은 고위험군, 중위험(10~15) 수준과 저위험(3~9) 수준을 중위험군, 최소한 위험(1~2)을 저위험군으로 결정하였다.

고위험군은 작업현장에서 즉시 안전사고를 줄이기 위한 대책수립 후 필수 관리대상으로 판단하였다. 그리고 중위험(10~15)의 재해는 쉽게 발생하지는 않지만, 발생한다면 사망과 같은 심각한 결과를 초래할 수 있으므로 사고의 결과가 사망·실종으로 나타난 것은 현장 필수 관리 대상으로 간주하여 이들 안전사고에 대해서는 사고 형태별로 사고를 줄이기 위한 점검사항(체크리스트)을 제시하였다.



2.3. 결과 및 고찰

2.3.1. 사고현황

최근 3년간(2016~2018년) 안강망어업의 안전사고 현황은 Table 2-7과 같다. Table 2-7에서 연안개량안강망어업의 사고자수는 2016년 123명에서 점차 감소하여 2017년 99명, 2018년 70명을 나타내어 작업 중 안전사고율은 8.74%이었고, 사망·실종자는 2016년 8명에서 2017년 5명, 2018년 3명을 나타내어 사망률은 47.89‰이었다.

근해안강망어업의 사고자수는 2016년 231명에서 점차 감소하여 2017년 203명, 2018년 147명을 나타내어 작업 중 안전사고율은 9.20%이었고, 사망·실종자는 2016년 7명에서 2017년 4명, 2018년 3명을 나타내어 사망률은 22.16‰이었다.

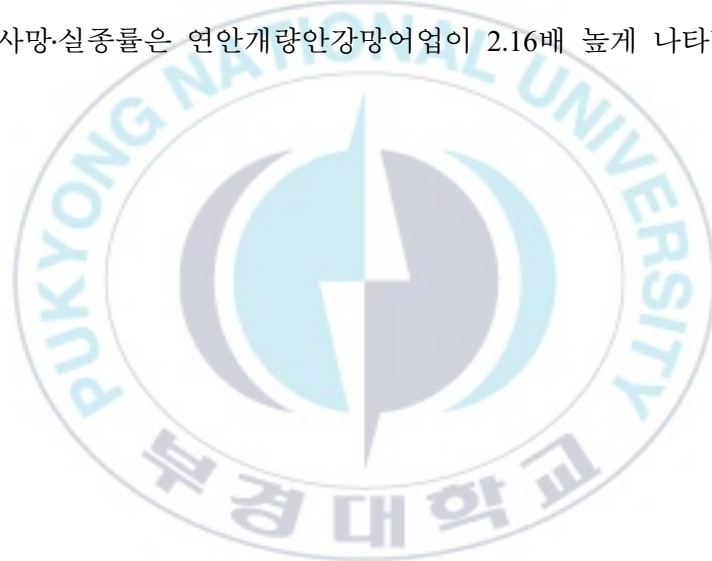
Table 2-7. State of working safety accident in stow net fishery

Items		2016	2017	2018	Total/ average*
Number of victim (A)	Coastal	123	99	70	292
	Offshore	231	203	147	581
Occurrence rate of victim (%) ¹⁾	Coastal	10.88	8.97	6.32	8.74*
	Offshore	11.43	10.17	6.39	9.20*
Number of fatality (B)	Coastal	8	5	3	16
	Offshore	7	4	3	14
Occurrence rate of fatality (‰) ²⁾	Coastal	70.80	45.29	27.10	47.89*
	Offshore	34.63	20.03	13.04	22.16*
Number of crew on board (C)	Coastal	1,130	1,104	1,107	3,341
	Offshore	2,021	1,997	2,300	6,318

¹⁾Occurrence rate of victim = $(A/C) \times 100(\%)$,

²⁾Occurrence rate of fatality = $(B/C) \times 10,000(\text{‰})$.

연안개량안강망어업과 근해안강망어업의 최근 3년간 누적 재해보상보험 가입자수는 9,659명이었고, 이중 안전사고자수는 873명, 이 사고로 인한 사망·실종자수는 30명이었다. 안강망어업 작업 중 안전사고율은 9.04%로 우리나라 전체산업의 2018년 산업안전재해율 0.54% 보다 16.7배 높게 나타났다. 더욱이, 사망·실종률은 31.06‰로 우리나라 전체산업의 2018년 사망·실종률 1.12‰ 보다 27.7배 높게 나타나 안강망어업의 안전사고가 일반 산업군에 비하여 매우 발생하기 쉽고, 심각하다는 것을 알 수 있었다. 연안개량안강망어업과 근해안강망어업과의 비교에서는 어업작업 안전사고율은 근해안강망어업이 다소 높았으나, 사망·실종률은 연안개량안강망어업이 2.16배 높게 나타났다.



2.3.2. 4M에 따른 사고원인 분석

근해안강망어업 안전사고의 4M별 원인 분석결과는 Table 2-8과 같다. 분석에서 1건의 사고에 복수의 원인이 기여한 경우도 있었으며, 581건의 사고에서 17건은 원인을 알 수 없었고, 546건 중에서 식별된 4M별 원인은 789건이었다. 전체 안전사고의 58.6%가 인적 요인에 의하여 발생하였고, 환경적 요인이 24.0%, 기계적 요인이 16.0%, 관리적 요인이 1.5% 기여한 것으로 나타났다.

분석에서 사고내용이 상세하지 않아 구체적인 관련물 또는 제도의 조사·분석이 용이하지 않았으며, 특히 관리적 요인은 사고 내용에 거의 기술되지 않아 비중이 매우 낮게 나타났다. 그러나 어선마다 그 선박에 맞는 안전수칙이 구비되지 않은 현실을 감안하면 전체 사고에서 기여하였을 것으로 추정되므로 상세한 현장 조사가 필요할 것이다. 또한, 현행 수협 정책보험금 신청서에서는 4M의 세부 원인 식별에 한계가 있어 보상보험금을 청구하거나, 사고를 보고할 때에 사고 경과와 원인에 대한 보다 세밀한 기록이 요구되고 통일된 사고 조사 형식과 방법의 법제화가 요구된다.

Table 2-8. Cause state of working safety accident using 4M

Items	Number of accident (%)
Machine	126 (16.0)
Media	189 (24.0)
Man	462 (58.6)
Management	12 (1.5)
Insufficient data	17 (-)

2.3.3. 작업 중 안전사고 위험도 계산

안전사고 발생빈도

최근 3년간(2016~2018년) 발생한 근해안강망어업의 작업 중 안전사고 581건을 조업과정별 사고형태별로 분석한 결과는 Fig. 2-5와 같다. Fig. 2-5에서 가장 빈번한 안전사고는 맞음 187건(32.2%)이었고, 그 다음 넘어짐 158건(27.2%), 끼임 94건(16.2%) 순으로 나타났다. 맞음과 넘어짐을 고 발생빈도, 부딪힘과 끼임을 중 발생빈도, 데임·갈림·떨어짐과 질병을 포함한 기타 안전사고를 저 발생빈도로 분류하였다.

작업과정별 안전사고 발생빈도는 어로작업 중에 393건(67.6%)으로 가장 빈번하게 발생하였고, 그 다음 어획물처리 및 적부작업 52건(9.0%), 어획물 양륙 51건(8.8%)이었으며, 다른 작업 중에는 거의 5%미만 비율로 낮은 사고 발생빈도를 나타내었다. 어로작업을 고 발생빈도, 어획물처리 및 적부작업과 어획물 양륙작업을 중 발생빈도, 선박정비·출어준비·출항 및 어로준비·입항 및 하역준비를 저 발생빈도로 분류하였다.

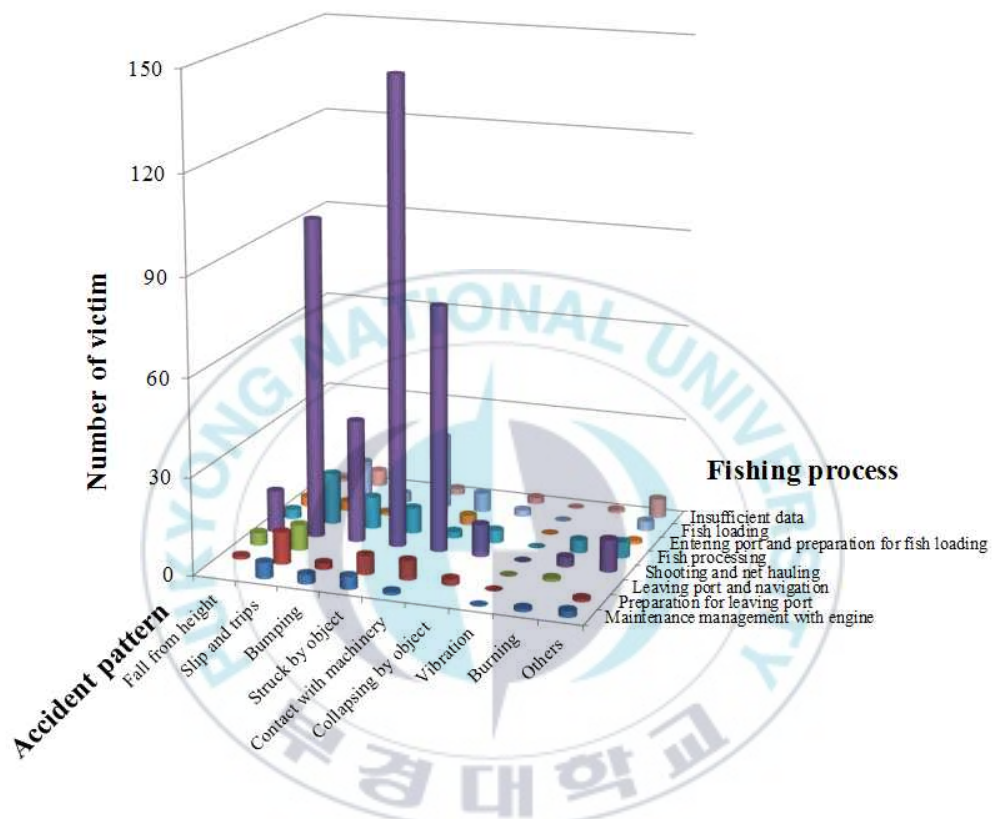


Fig. 2-5. Frequency of occurrence by accident pattern and fishing process in the offshore stow net.

심각도

최근 3년간(2016~2018년) 발생한 근해안강망어업의 작업 중 안전사고 581건의 안전사고 형태별 보상보험금의 평균, 표준편차와 최대치를 이용하여 나타낸 결과는 Fig. 2-6과 같다. Fig. 2-6에서 보상보험금의 최대치가 1억 이상 나타낸 맞음, 끼임, 기타, 넘어짐, 떨어짐(물에 빠짐)은 사망·실종 사고이었다. 또한, 평균과 표준편차를 이용하여 분석한 결과, 고위험 안전사고는 질병 등의 기타가 가장 높았고, 맞음, 끼임, 떨어짐(물에 빠짐), 넘어짐, 깔림, 부딪힘, 데임 순이었다.

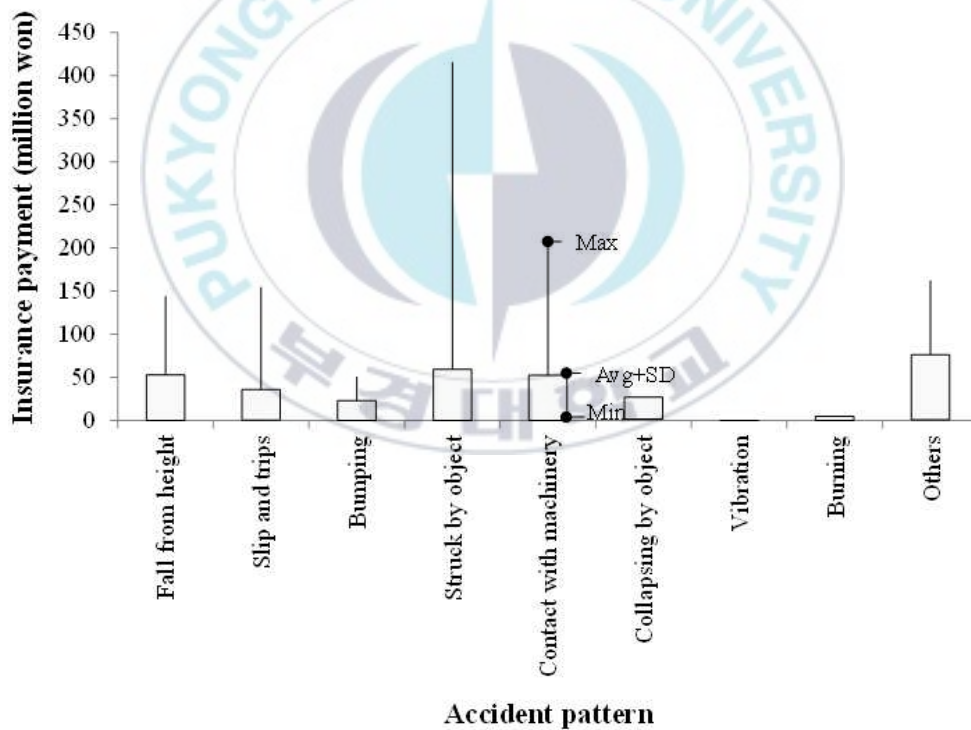


Fig. 2-6. The severity analysis using the statistic value of insurance payment with accident pattern in the offshore stow net fishery.

2.3.4. 작업 중 안전사고 위험도 평가

안전사고 발생빈도와 심각도를 이용한 위험도 평가 결과는 Fig. 2-7과 같다. Fig. 2-5의 안전사고 발생빈도를 Table 2-5의 발생확률로 정량화한 결과, 발생빈도 Level 5에 해당되는 안전사고 형태는 없었으며, Level 4는 맞음, 넘어짐, 끼임이었고, Level 3은 부딪힘, 떨어짐(물에 빠짐), 기타, 깔림, 데임이었다.

그리고 Fig. 2-6의 안전사고의 심각도를 Table 2-6의 보상보험 지급액으로 정량화한 결과, 심각도 Level 5는 기타, 맞음, 떨어짐(물에 빠짐), 끼임이었고, Level 4는 넘어짐, 깔림, 부딪힘이었으며, Level 3은 데임이었다.

안전사고 유형별 위험도는 Fig. 2-7과 같이 맞음, 끼임, 넘어짐이 고위험군으로 작업현장에서 즉시 대책수립 후 중점 필수 관리대상으로 나타났다. 고위험군 중 맞음과 넘어짐은 발생빈도의 억제, 맞음과 끼임은 안전사고결과 나타나는 신체 상해의 저감을 중점으로 대책마련을 하여야 할 것이며, 원인 분석의 결과에 따라 어선별로 보유한 시설과 설비를 고려하여 특별 안전수칙을 제정·시행하고 설비의 개선도 시급한 것으로 사료되었다.

중위험군으로는 부딪힘, 떨어짐(물에 빠짐), 기타(질병), 깔림, 데임으로 나타났다. 떨어짐 중 물에 빠짐은 사망·실종으로 연결되는 경우가 많으므로 고위험군에 대한 대책이 필요할 것으로 판단되었다. 중위험군의 대책으로는 개개의 어선에 적합한 일반작업안전수칙의 강화와 철저한 준수가 선결되어야 할 것이다.

Risk rating key	Minimal (1~2)	Low (3~9)	Medium (10~15)	High (16~20)	Extreme (25)
	Severity				
	Insignificant	Significant injury	Seriously injury	Major injury	Fatality
Likelihood					
Very likely					
Likely				Slip and trips	Struck by object Contact with machinery
Feasible			Burning	Bumping Collapsing by object	Fall from height Others
Slight					
Very unlikely					

Fig. 2-7. Risk evaluation using severity and likelihood.

2.3.5. 안전사고 관련 원인 물체

근해안강망어선에서 발생한 581건의 안전사고의 현황자료에서 사고와 관련 되는 물체를 식별한 결과는 Table 2-9와 같으며, 안전사고로부터의 사고 원인 물체는 14종이 식별되었고, 기타는 구체적이지 않은 갑판 구조물이었다.

Table 2-9. Risk level of working safety accident related objects in offshore stow net fishery

Items	Number of accident	Frequency		Severity		Risk level
		Rate (%)	Level	Avg. payment (× 1,000won)	Level	
Net	32	0.51	3	14,257	4	12
Rope	140	2.22	3	19,934	4	12
Anchor	28	0.44	3	21,460	4	12
Anchor rope	9	0.14	2	10,586	4	8
Roller, capstan	31	0.49	3	22,720	4	12
Net hauler	36	0.57	3	28,216	4	12
Frozen fish block	16	0.25	2	15,710	4	8
Fish box	28	0.44	3	11,359	4	12
Anchovy process device	11	0.17	2	13,634	4	8
Slippery deck	42	0.66	3	11,131	4	12
Wave	19	0.30	3	8,659	3	9
Gangway ladder	5	0.08	1	25,968	4	4
Conveyer crane	16	0.25	2	19,709	4	8
Weight ironwork	27	0.43	3	22,386	4	12
Others	61	0.97	3	8,709	3	9
Insufficient data	80	1.27	3	15,832	4	12
Total	581	9.20				

안전사고 581건 중 원인 물체가 식별된 것이 501건이었고, 80건은 식별되지 않았다. 식별된 물체에 대해서는 각 사고마다 인명피해를 일으킨 직접 원인 물체의 위험도를 발생빈도와 관련 물체의 각 사고마다 나타난 심각도의 평균을 곱하여 계산하였다. 각 물체의 심각도를 판정할 경우, 평균 보상보험 급여를 구하여 심각도 구간으로 구별할 수 있지만, 위험한 물체 간에 위험한 순서의 변별력이 나타나지 않는다.

관련 물체의 사고율은 줄(2.22)>미끄러운 갑판(0.66)>양망기(0.57)>그물(0.51)>롤러 · 캡스틴(0.49)>닻(0.44) · 어상자(0.44)>중량철제(0.43) 등의 순으로 높게 나타났는데, 안강망어업에서는 옆줄, 윗갈래줄, 고삐줄, 닻줄, 배잡잇줄, 배돌림줄, 수해 · 압해 걸잇줄, 돈웁줄, 꼬리줄 등 많은 줄이 사용되고 있는데 이들 많은 용도의 줄들이 안강망어업 작업 중 안전사고에서 가장 많은 사고를 일으키는 원인 물체로 나타났고, 두 번째로 미끄러운 갑판은 기타 갑판 구조 물질과 함께 넘어짐의 사고를 일으키기 쉬운 것으로 나타났다.

심각도 레벨을 평균 지급액으로 나타내었는데 가장 높은 수준은 1,000만원 이상 5,000만원 이하인 4이었으나, 평균 지급액의 순으로 나열하면 승 · 하선 도구>양망기>중량철제>닻>컨베이어 · 크레인>롤러 · 캡스틴>냉동고기 블록>줄과 닻줄>어상자 등의 순으로 높게 나타났으며, 승 · 하선 도구 외에 양망기와 같은 회전 기계와 중량물에서 사고가 발생하면 인명피해가 높게 나타나는 것을 알 수 있었다.

위험도는 그물, 로프, 닻, 롤러 · 캡스틴, 양망기, 어상자, 미끄러운 갑판, 중량철제 등이 위험수준 12로 높게 나타났는데, 닻과 같은 중량물 작업을 양망기와 롤러 · 캡스틴과 같은 어로 기계와 줄을 이용하여 작업할 때가 가장 위험하다는 것을 확인할 수 있었다.

관련 물질 사고의 빈도 · 심각도와 위험도를 고려하여 줄작업 안전과 승 · 하선 안전, 불롤러, 롤러 · 캡스틴 등의 조업용 회전기계의 작업 안전, 중량물

작업 안전에 대한 작업 절차와 안전 수칙, 올바른 사용 지침을 사용하고 있는지 실태 파악을 통하여 시급히 개선해야 하며, 양망기, 롤러, 캡스톤과 같은 회전 어로설비는 안전하지 않은 것으로 판단되므로 추가적인 조사·분석이 요구되고 안전한 어로 설비의 개발이 시급하다.

심각도가 가장 높은 승·하선 도구 부재에 의한 사고에서 승·하선 도구를 사용하지 못하는 이유가 계류지의 큰 조차로 인해 갱웨이(gangway) 설치가 용이하지 않기 때문이기도 하다. 따라서 선박에서의 개선 조치뿐만 아니라 폰툰(pontoon)과 같은 육상 계류 보조 시설의 설치도 고려되어야 할 것이다.



2.3.6. 안전사고로 인한 신체 손상부위

안전사고로 인한 신체 부상 부위를 조사한 결과는 Table 2-10과 같다. Table 2-10의 분석에서 안전사고자의 신체 손상 부위는 한 사고로 여러 신체 부위를 다칠 수 있으므로 사고 내용에 나타나는 모든 부위를 조사하였는데, 손(24.3%)이 가장 빈번하게 다쳤고, 그 다음이 발(16.4%)>다리(8.2%)>가슴(6.7%)>허리(6.2%)>어깨(4.9%) 등의 순으로 빈번하게 다친 것으로 나타났다.

Table 2-10. Injury body state by working safety accident in the offshore stow net

Items	Head	Face	Neck	Shoulder	Arm	Hand	Chest
Number	24	24	4	31	24	155	43
Rate (%)	3.8	3.8	0.6	4.9	3.8	24.3	6.7
Items	Body	Waist	Leg	Knee	Foot	Insufficient data	Total
Number	11	40	52	19	105	107	639
Rate (%)	1.7	6.3	8.1	3.0	16.4	16.7	100.0

가장 빈번하게 손상되는 손의 경우, 양망 중 양망기 등에 끼임에 의해서 발생하거나 안전장갑과 부적절한 작업복 착용으로 소매 등이 말려들어가서 발생할 수도 있으므로 먼저 적절한 개인보호구를 보급하고, 착용을 생활화 하여야 할 것이다. 개인보호구를 갖추었을 경우 대응 할 수 있는 안전사고 유형과 발생한 신체 손상 부위의 비율은 Table 2-11과 같다. Table 2-11에 나타낸 것과 같이 어로작업 중 개인보호구를 착용하는 것이 사고 피해 예방 효과가 상당히 있을 것으로 기대된다.

Table 2-11. Type of working safety accident and injured body that can be dealt with by use of personal protective equipment

Safety device	Accident type	Injured body (rate, %)
Safety gloves, working clothes	Contact with machinery	Hand (24.3), Chest (6.7), Shoulder (4.9), Arm (3.8), Body (1.7)
Safety boots	Slips and trips, Falls from height, Bumping	Foot (16.4), Chest (6.7), Waist (6.3), Shoulder (4.9), Arm (3.8), Knee (3.0),
Safety helmet	Struck by object, Bumping, Slips and trips	Head (3.8)
Safety belt	Falls from height	Whole body

2.4. 요 약

본 장에서는 안강망어업의 작업 중 안전사고에 의한 인명 피해 저감을 위한 기초 연구로, 작업 중 안전사고 평가 방법을 모색하고 사고 기록 자료를 정리·분석·평가하여 위험도가 높은 작업들과 사고 유형들을 도출하고 사고에 대응하기 위한 중요한 요소들을 식별하고 고찰하였다. 사고 기록 자료는 2016년부터 2018년까지의 수협인재보험의 재해보상보험 급여 지급 현황자료 전 건에 대하여 안전사고만 선별하고, 단일 사고로 보험금이 여러 번 지급된 사례는 하나의 사고로 정리한 결과, 근해안강망 581건, 연안개량안강망 292건으로 총 873건의 자료를 확보하였다. 기본적인 사고율 현황 분석에는 안강망어선 모두를 대상으로 하였고, 위험성 평가에는 작업의 규모가 상대적으로 크고, 안전사고 발생빈도가 비교적 높으며, 사고 신고내용이 좀 더 상세한 근해안강망의 작업 중 안전사고사 581건의 자료와 같은 연도의 3년간 누적 보험가입자 수 9,659명을 이용하였다. 분석·평가 절차 등의 방법은 어업작업을 평가하는데 적합하고 국제 표준으로 인정되는 ISO45001의 위험성 평가 절차와 방법을 모델로 하였으며, 안전재해 발생형태 분류는 한국산업안전보건공단(KOSHA) 가이드(G-83-2016)에 따랐다.

안강망어업의 안전사고율은 9.04%로 우리나라 전체산업의 2018년 산업안전 재해율 0.54% 보다 16.7배 높고, 사망·실종률은 31.06‰로 우리나라 전체산업의 사망·실종률 1.12‰ 보다 27.7배 높아 안강망어업의 안전재해가 일반 산업군에 비하여 매우 발생하기 쉽고 사고 발생 후의 결과는 더욱 심각하였다. 연안개량안강망의 사고율은 8.73%, 사망률은 47.89‰이었고, 근해안강망의 안전사고율은 9.20%, 사망률은 22.16‰으로 어선의 규모가 상대적으로 큰 근해안강망에서 사고율이 더 높았고, 사망·실종률은 연안개량안강망이 더 높게 나타났다.

안전사고 형태별 발생 비중은 맞음이 187건(32.2%), 넘어짐이 158건(27.2%),

끼임이 94건(16.2%) 순으로 높게 나타났으며, 이 유형이 전체 사고의 75.6%를 차지하고 있다. 보상보험금 지급액의 평균과 표준편차를 이용하여 분석한 심각도는 질병 등의 기타가 아주 심각, 맞음, 끼임, 떨어짐(물에 빠짐), 넘어짐, 깔림, 부딪힘은 중간 정도의 심각, 데임은 낮은 심각도로 분류되었다.

안전사고 발생빈도와 심각도를 이용한 위험도 평가에서 맞음, 끼임, 넘어짐이 고위험군, 부딪힘, 떨어짐(물에 빠짐), 기타(질병), 깔림, 데임이 중위험군이었다.

사고에 관여하는 물체의 위험도는 그물, 로프, 닻, 롤러·캡스틴, 양망기, 어상자, 미끄러운 갑판, 중량철제 등이 위험수준 12로 높게 나타났는데, 닻과 같은 중량물 작업을 양망기와 롤러·캡스틴과 같은 어로 기계와 줄을 이용하여 작업할 때가 가장 위험하다는 것을 확인할 수 있었다.

안전사고로 부상을 가장 많이 당하는 신체 부위는 손(24.3%)이었고, 이어서 발(16.4%), 다리(8.2%), 가슴(6.7%), 허리(6.2%), 어깨(4.9%) 등의 순이었다.

4M별 사고 원인은 전체사고의 58.6%에 인적요인이 기여하였고, 환경적 요인이 24.0%, 기계적 요인이 16.0%, 관리적 요인이 1.5% 기여한 것으로 나타났다.

본 연구에 사용된 보상보험금 승인현황자료의 사고내용이 상세하지 않아 사고의 경과와 원인의 조사·분석에 한계가 있었다. 향후 현행의 수협 보상보험금을 청구하거나 사고 보고를 할 때에 사고 경과와 원인에 대한 보다 세밀한 기록이 요구되고 통일된 사고 조사 형식과 방법의 법제화가 요구되며, 본 연구를 보완하여 현장 전문가의 인식조사와 보다 상세한 자료를 찾아 사고의 원인 파악을 보다 세밀하게 할 필요가 있을 것이다.

그리고 본 연구에서 식별된 위험한 어업작업을 주로 하여 위험한 물체의 사용에 대한 특별안전수칙의 제정과 숙지 및 방호 대책이 요구되며 조업용 회전기계의 올바른 사용 지침의 확보와 안전한 회전 어로설비의 개발이 시급

하였다. 또한, 사고내용에 안전 수칙과 관련된 내용이 나타나지 않고, 이에 해당하는 관리적 요소도 식별되지 않고 있으므로 선내 안전관리의 제도화가 시급하였다. 식별된 작업안전수칙으로는 각각의 어선에 적합한 일반안전수칙, 줄 작업 안전수칙, 중량물 작업안전수칙, 승·하선안전수칙, 회전기계작업 안전수칙이 있다. 각 어선마다 안전관리제도가 거의 도입되지 않고 있는 실정이고, 작업안전사고는 현장에서의 평가를 근거로 대응해야 하므로 안강망어업에 특화된 표준화된 안전수칙을 개발 보급하고, 위험평가 관리에 대한 방법을 구체화하여 보급 교육의 실시로 어선마다 자생적 안전관리가 이루어지도록 하여야 할 것이다.



제3장 안강망어업 작업 중 안전사고 현장 실태조사 및 재결서 분석

3.1. 서 언

제2장에서는 안강망어업에서 발생하고 있는 작업 중 안전사고를 수협 재해보상보험 급여 지급현황 자료를 이용하여 분석하고 평가하였다. 그 결과 안강망어업의 작업 중 사고율은 우리나라 전체 산업 재해율에 비해 16.7배 높게 나타났고, 사망·실종률은 27.7배 높게 나타났다. 안강망어업의 안전사고가 매우 발생하기 쉽고, 사고 발생 후의 결과는 더욱 심각하였지만, 이의 대책 마련을 위한 위험성 평가에서 자료에 나타난 사고내용이 사건마다 일정한 형식 없이 보고자의 진술에 따라 간략히 기재되어 상세한 원인파악에 한계가 있었다.

수협 재해보상보험 급여 지급 현황자료 조사에 대한 비교 검증과 현황자료 조사에서 나타나지 않은 위험요인 식별 및 어업재해예방 정책 수립의 기초 자료 수집을 목적으로 현직 안강망어선 선장 등의 현장 전문가를 대상으로 안전사고 발생 경험, 작업 중 신체의 부상 부위, 어업작업 중 사고 및 재해 발생에 대한 위험도, 안전사고 발생원인, 안전사고 예방 관련 요청 사항 등에 대해 설문 및 청취조사를 실시하였다. 또한, KMST의 재결서 중에서 안강망어업 안전사고에 대한 재결서를 4M 기법을 이용하여 사고 원인을 분석, 보완하고자 하였다.

3.2. 재료 및 방법

3.2.1. 전문가 설문조사

설문 및 청취조사 대상 및 기간

본 조사는 충남 보령시 근해안강망협회 116척, 전남 목포시 근해안강망수협 목포지점 소속 53척, 여수시 근해안강망수협 여수지점 소속 28척, 전북 군산시 근해안강망 군산지점 소속 11척으로 총 209척 중에서 무작위로 50% 이상, 즉, 105건 이상의 설문 취득을 목표로 하였고, 선장, 기관장, 부원, 안강망 승선근무 경험이 있는 선주 등의 안강망어업 전문가를 대상으로 2019년 6월과 7월 2개월 동안 안강망어선의 입항이 이루어지는 조금 물때에 각 현장을 직접 방문하여 설문 및 청취조사를 실시하였다.

설문의 구성과 내용

설문의 구성은 설문자의 기본정보로서 성별, 연령, 질환 유무, 직책과 경력 등의 선택형 5문항과 안전사고 경험의 주관형 1개 문항으로 구성하였고, 어업 작업과정의 위험성 인식 정도와 위험요소 식별을 위한 선택형 8개 문항, 어업작업 중 안전사고의 4M분야별 원인들의 관여 비중을 분석하기 위한 선택형 1개 문항, 어업작업 중 안전사고 저감을 위한 시급한 조치사항에 대한 주관형 1개 문항으로 구성하였다.

설문 분석 방법

본 연구는 안전사고 원인 규명과 위험성 인식 정도를 파악하기 위하여 빈도수를 조사하여 빈도수의 백분율과 분포 조사를 실시하였다.

3.2.2. KMST 인명사상(안전사고) 재결서 분석

해양안전심판원에서 2015년부터 2019년까지 재결한 안강망어선의 해양사고 중에서 인명사상(안전사고)으로 분류된 33건의 재결서 전수에 대하여 사고 원인과 상해를 일으킨 관련 물체, 재결서에는 나타나지 않으나 추정되는 숨은 원인들을 조사·분석하였다. 사고원인의 분류는 Table 2-4와 같이 사고원인을 기계적(machine), 환경적(media), 인적(man), 관리적(management) 요소로 분류하여 분석한 4M 기법으로 원인을 구체화하였다.



3.3. 결과 및 고찰

3.3.1. 설문조사의 기본정보

현장 설문조사 결과는 여수 53건, 목포 44건, 보령 30건 및 군산 7건으로 총 134건을 취득하였으며, 설문 기본정보에 대한 결과는 Table 3-1과 같다.

Table 3-1. State of respondents on the questionnaire of risk and working safety accident in offshore stow net

Items		Number of respondent	(%)
Gender	Male	133	(99.3)
	Female	1	(0.7)
Age	Under 30years	0	(0.0)
	30~39years	6	(4.5)
	40~49years	12	(9.0)
	50~59years	55	(41.0)
	60~69years	58	(43.3)
	Over 70years	3	(2.2)
Job class	Skipper	62	(46.3)
	Chief engineer	33	(24.6)
	Fisher	11	(8.2)
	Owner	28	(20.9)
Sea going service on stow net	>10years	22	(16.4)
	10~19years	34	(25.4)
	20~29years	21	(15.7)
	<30years	57	(42.5)
Disease besides working safety accident	Yes	14	(10.4)
	No	120	(89.6)

Table 3-1에서 응답자의 성별은 남성 133명(99.3%), 여성 1명(0.7%)이었고, 연령분포는 60세 이상이 62명(45.5%)이고 40대 이하가 6명(4.5%)으로 근해 안강망어업에서도 다른 연근해어업과 마찬가지로 고령화가 심각하였다.

응답자의 선내 직책에 대해서는 선장이 62명(46.3%), 기관장이 33명(24.6%), 부원이 11명(8.2%), 선주가 28명(20.9%)이었고, 선주들도 대부분 과거 안강망 어선 승선 경험을 가진 분들이 많았다. 안강망어선 승선경력은 10년 미만 22명(16.4%)이었고, 20년 이상이 78명(58.2%)으로 응답자의 약 60%가 20년 이상의 승선경험이 풍부한 어선원을 대상으로 설문조사가 이루어졌음을 알 수 있었다. 한편, 안전사고 이외의 질환 유무에 대한 질의에 대해서는 대부분 가지고 있지 않은 것으로 응답하였고, 14명(10.4%)이 질환을 가지고 있다고 응답하였는데 질환의 대부분은 고령으로 인한 심혈관계 질환이었다.

작업 중 안전사고 경험에 대한 질의에 대해서 경험 하지 못했다가 96명(71.6%), 경험 있다가 36명(26.9%), 무응답이 2명(1.5%)이었고, 작업 중 안전 사고 경험자 36명 중 사고가 장애가 된 경우는 12명(9.0%)이었다. 사고 경험이 있는 응답자 36명에 대한 사고의 유형은 Fig. 3-1과 같다. Fig. 3-1에서 끼임이 24건(66.6%)으로 가장 높았는데 그 중 양망기가 16건(44.4%), 롤러가 4건(11.1%), 어구 투망 시 끼임 4건(11.1%)이었다. 그 외, 기관정비작업 시에 맞음이 1건(2.8%), 갑판작업 중 넘어짐이 6건(16.7%)이었고, 사고를 입었지만 어떻게 다쳤는지 구체적으로 응답하지 않은 것이 5건(13.9%)이었다.

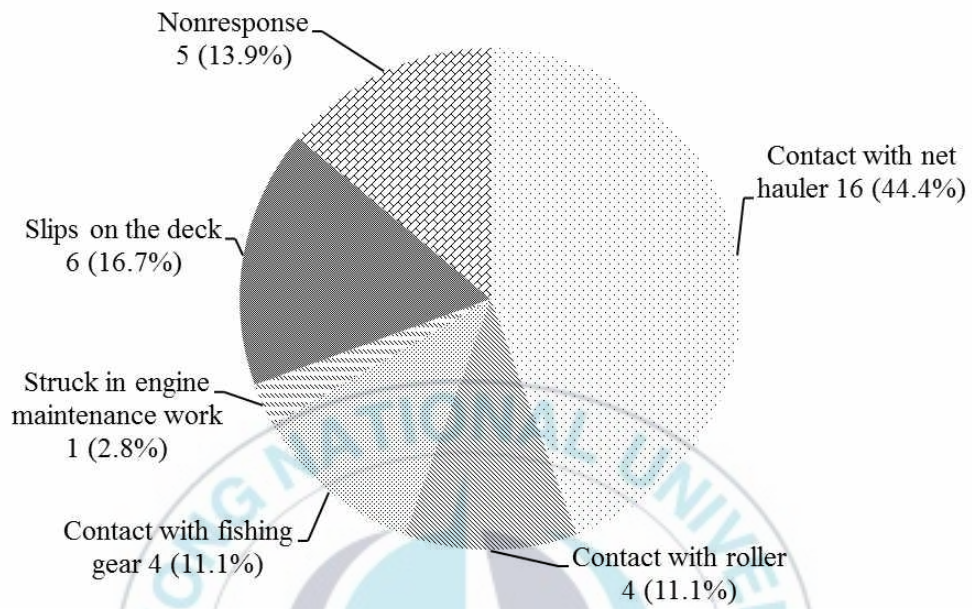


Fig. 3-1. Accident type of person who experienced working safety accident.

3.3.2. 어업작업 및 위험요소 인식

어업작업 과정별 위험인식도를 조사한 결과는 Fig. 3-2와 같다. Fig. 3-2에서 어업작업 중 고위험의 비율은 투·양망이 이루어지는 조업이 가장 높은 45.7%를 나타내었고, 다른 작업과정에서는 0.8~6.3%로 비교적 낮게 나타났다. 이와 같은 결과는 제2장의 수협인재보험을 이용하여 분석한 과정별 안전사고 발생빈도에서 어로작업 중에 393건(67.6%)으로 가장 빈번하게 사고가 발생하는 것과 일치하는 결과를 얻을 수 있었다.

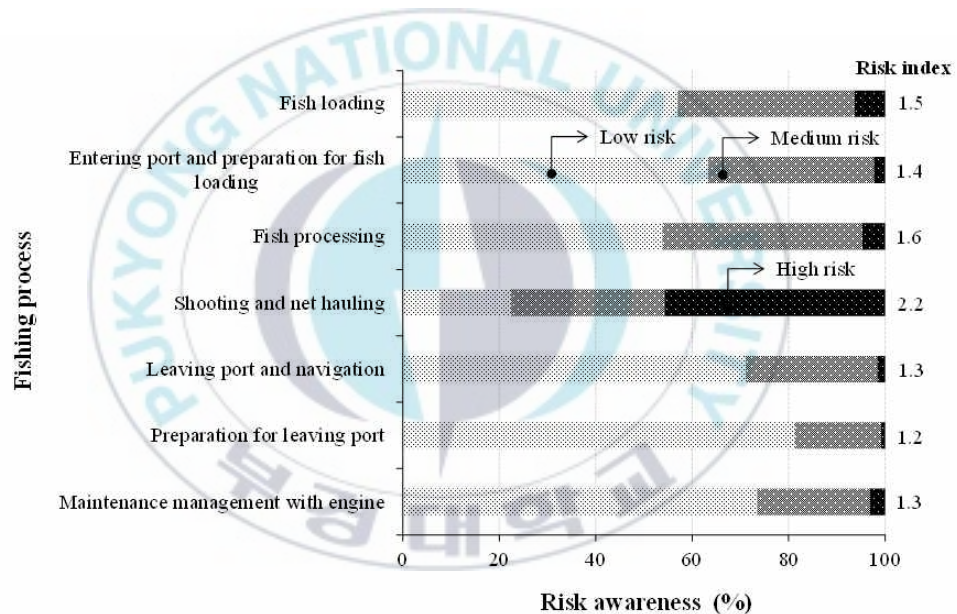


Fig. 3-2. Risk awareness of fishing process using a questionnaire.

위험정도를 고위험 3, 중위험 2, 저위험 1의 3단계로 나누어 점수화한 결과, 투·양망이 이루어지는 조업이 위험 인식도 2.2로 중위험 이상의 위험 인식도를 나타내었다. 조업을 제외한 나머지 전 과정에서는 중위험 이하의 위험 인식도인 1.2~1.6을 나타내었는데, 중위험 이하의 위험 인식도를 가지는 과정 중에서도 어획물 처리 및 적부, 양륙은 위험 인식도 1.5~1.6으로 비교적 높은 수준을 나타내었다. 이와 같은 결과는 제2장의 수협인재의 재해보상보험을 이용하여 분석한 과정별 안전사고 발생빈도에서 어로작업 다음으로 빈도가 높은 어획물처리 및 적부 52건(9.0%), 어획물 양륙 51건(8.8%)의 결과와 유사한 결과가 얻어졌다.

어업 작업별로 빈번하게 발생하는 안전사고 형태와 발생장소에 대한 결과는 Fig. 3-3과 같다. Fig. 3-3의 (a)에서 선박정비 작업 중 위험한 사고 유형은 넘어짐 35건(35.7%)과 부딪힘 31건(31.6%)이었고, (b)의 발생장소는 선박정비를 위하여 오르내리는 과정에서 선수19건(20.4%)과 기관정비 중 기관실 19건(20.4%)으로 상위 순위를 나타내었다.

출어준비 작업 중 위험한 사고 유형은 넘어짐 28건(38.9%)과 부딪힘 19건(26.4%)이었고, 발생장소는 선수 28건(35.9%)과 좌현갑판 17건(21.8%)으로 상위 순위를 나타내었다.

출항 및 어로준비 작업 중 빈번하게 일어나는 위험한 사고 유형은 넘어짐 24건(29.6%)과 부딪힘 18건(22.2%)이었고, 발생장소는 선수 22건(23.9%)이 상위에 있는 가운데 어창과 기관실을 제외한 좌현갑판 15건(16.3%), 우현갑판 14건(15.2%), 좌·우현 통로(각 12%), 선미(13%)의 폭로 갑판이 비슷하게 일어나는 것으로 조사되었다. 이것은 출항 시, 폭로갑판 전반에 걸쳐 작업이 분주하게 이루어지므로 이와 같은 결과가 얻어진 것으로 추측되었다.

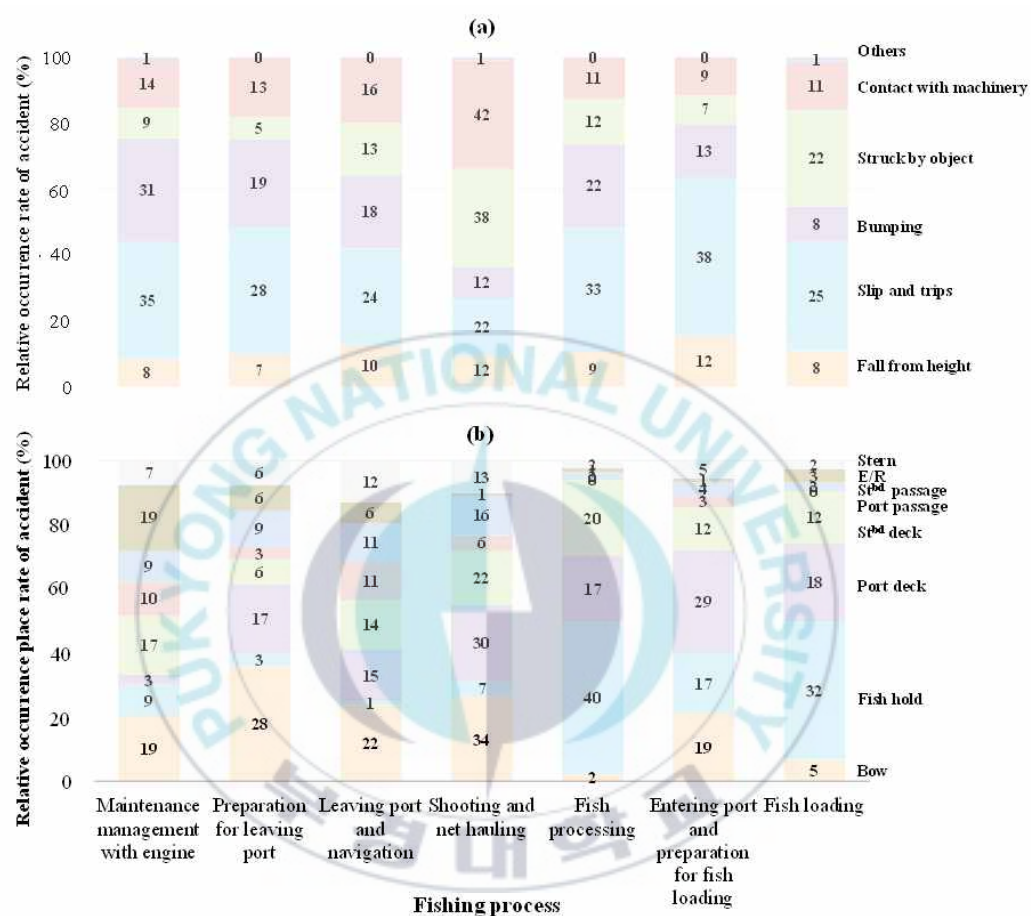


Fig. 3-3. Relative occurrence rate (a) and occurrence place rate (b) of accident with fishing process using a questionnaire.

어로작업 중 위험한 사고 유형은 끼임 42건(33.1%)과 맞음 38건(29.9%)으로 다른 과정에 비해 어로 설비, 어로 설비의 조작과 관련된 작업 안전사고가 특징적으로 나타났다. 이들 사고의 발생장소는 선수 34건(26.3%), 좌현갑판 30건(23.2%), 우현갑판 22건(17.1%)으로 어구를 투·양망하는 설비 거치 장소와 작업장이 있는 장소가 상위에 있는 것으로 조사되었다.

어획물처리 및 적재 작업 중 위험한 사고 유형은 넘어짐 33건(37.9%)과 부딪힘 22건(25.3%)이었고, 발생장소는 어획물이 적재되는 어창 40건(47.6%)으로 가장 높았고, 어획물을 처리하는 우현갑판 20건(23.8%)과 좌현갑판 17건(20.2%) 순으로 상위에 있는 것으로 조사되었다.

입항 및 하역준비 작업 중 위험한 사고 유형은 넘어짐 38건(48.1%)으로 어획물 처리 및 적재, 선박정비와 함께 비중이 매우 높았는데, 이것은 작업장 바닥이 물, 고기의 진액, 유성물질 등 미끄러운 물질이 많기 때문인 것으로 추측되었다. 발생장소는 좌현 갑판 29건(32.2%), 선수 19건(19.0%), 어창 17건(18.9%) 순으로 상위에 있는 것으로 조사되었다.

어획물 양륙 작업 중 위험한 사고 유형은 넘어짐 25건(33.3%)과 맞음 22건(29.3%)이었고, 발생장소는 어획물양륙이 이루어지는 어창 32건(43.2%)과 좌현 갑판 18건(24.3%) 순으로 상위에 있는 것으로 조사되었다.

3.3.3. 어업작업 중 안전사고 원인

기계적 원인

기계적 부분에 대한 설문조사 결과는 Fig. 3-4와 같으며, 총 사고 원인 건수는 204건이었다. Fig. 3-4에서 나타난 것과 같이 장비의 노후나 정비 불량 51건 (25.0%)과 어로기계의 구조적 결함 49건(24.0%)이 주요 원인이었다. 그 외, 어로 설비의 불안정한 배치 30건(14.7%), 위험할 때 긴급 정지장치 부재 29건 (14.2%), 비정상 작업 시 경고장치 부재 26건(12.7%)도 사고 원인으로 조사 되었다. 설문 중 여러 유압장비 중 가장 위험한 장비에 대한 질문에 Fig. 3-5의 볼볼러 양망기라고 응답하였고, 그 이유는 강제 구동성이 지나치게 강하고, 방호대를 설치하기 곤란한 구조적 결함과 사고 시 조작 레버의 접근에 위험성이 크기 때문이라고 응답하였다.

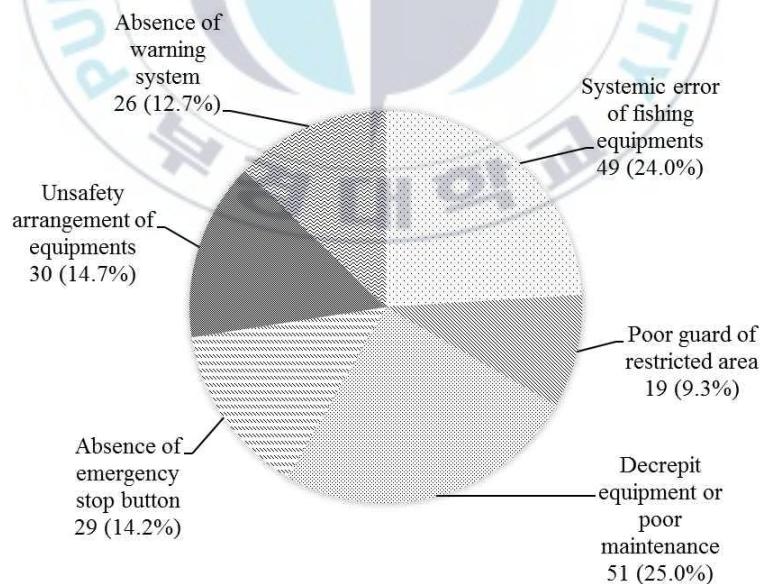


Fig. 3-4. Cause in the machine part of working safety accident.



Fig. 3-5. Structure of ball roller and uses in the net hauling.

환경적 원인

환경적 부분에 대한 설문조사 결과는 Fig. 3-6과 같으며, 총 사고 원인 건수는 212건이었다. Fig. 3-6에서 나타난 것과 같이 외국인 혼승으로 인한 의사소통 불량 71건(33.5%)과 파도 등의 열악한 자연환경 63건(28.7%)이 주요 원인으로 나타났다. 그 외 심한 소음과 진동으로 의사전달불량 24건(11.3%), 피할 곳이 없는 좁은 작업공간 23건(10.8%), 정리되지 않은 작업장 19건(9.0%), 안강망 어업에 사용되는 방대한 양의 각종 로프류 12건(5.7%)도 사고 원인으로 조사되었다.

외국인 혼승으로 인한 의사소통 불량은 설문조사 기본정보에서도 언급되었듯이 근해안강망어업에서도 다른 연근해어업과 마찬가지로 고령화와 승선기피 현상으로 국내 선원 수급이 점차 어려워져서 선장과 기관장을 포함하여 3~4명의 우리나라 선원과 외국인 선원 승선제도에 따라 최대 6명(선원수 60%) 승선으로 총 9~10명이 조업하고 있다. 더욱이 선장과 기관장은 고령화로 외국인과의 의사소통에 더욱 어려움을 겪을 것으로 추측된다. 그리고 파도 등의 열악한 자연환경은 근해안강망어업의 주 조업시기인 가을에서 봄까지 북서계절풍의 영향을 받으면서 사리 때 비교적 좁은 어장에서 0.2~0.3마일(n.mile) 거리를

두고 반복적으로 조업이 이루어지는 특성이 있으므로 선박간의 충돌 및 안정성은 물론 어선원의 안전도 다른 어업에 비하여 열악한 것이 반영된 결과라고 사료된다.

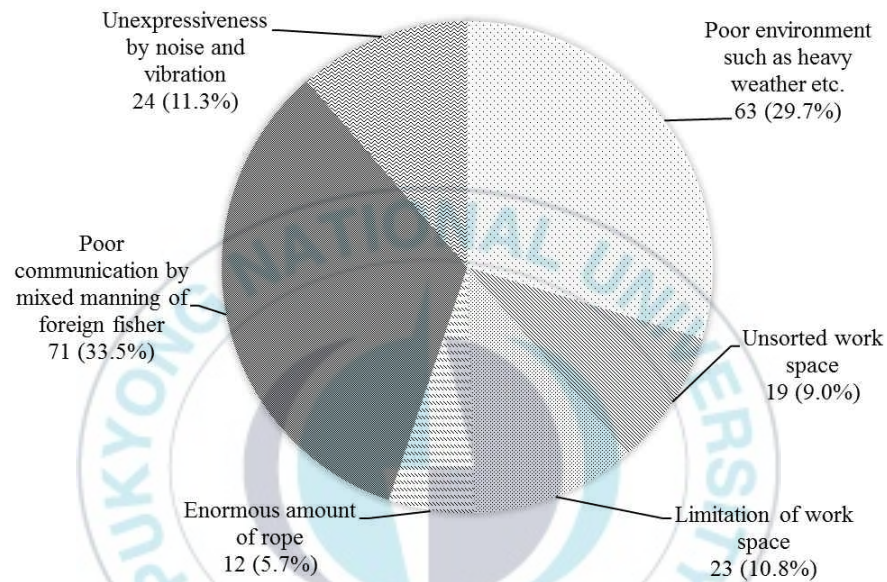


Fig. 3-6. Cause in the media part of working safety accident.

인적 원인

인적 부분에 대한 설문조사 결과는 Fig. 3-7과 같으며, 총 사고 원인 건수는 209건이었다. Fig. 3-7에서 나타난 것과 같이 개인의 부주의 78건(37.3%)과 기기조작 및 어업작업 미숙련 45건(21.5%)이 주요 원인으로 나타났다. 그 외 올바르지 않은 작업 자세 29건(13.9%), 반복작업 및 수면부족 등으로 인한 집중력 저하 28건(13.4%), 부적절한 작업방법 8건(3.8%)도 사고 원인으로 조사되었다.

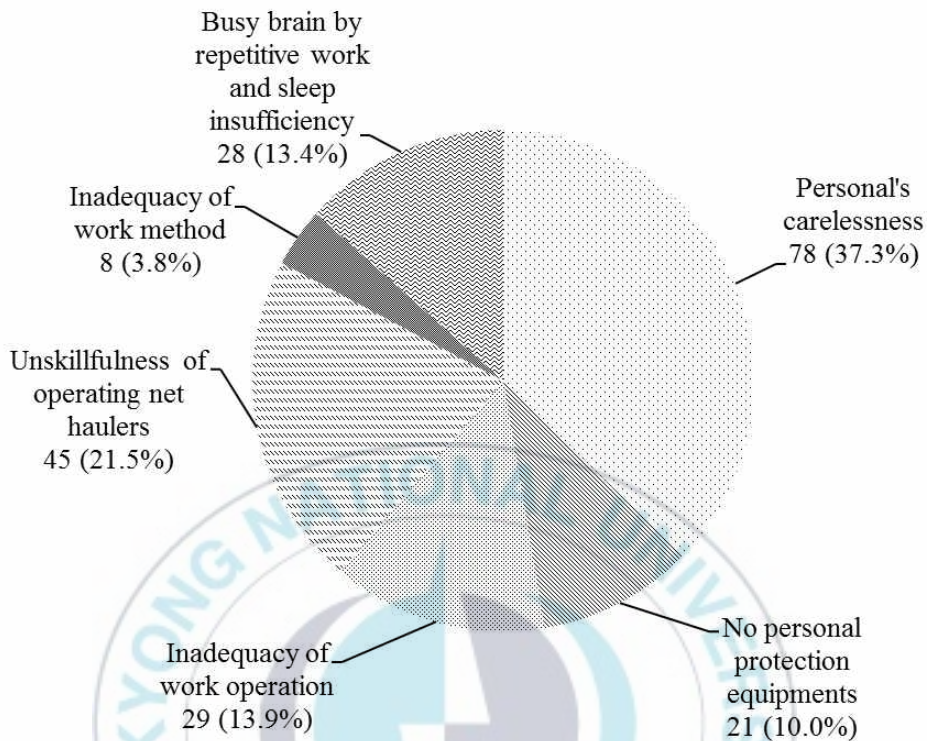


Fig. 3-7. Cause in the man part of working safety accident.

관리적 원인

관리적 부분에 대한 설문조사 결과는 Fig. 3-8과 같으며, 총 사고 원인 건수는 184건이었다. Fig. 3-8에서 나타난 것과 같이 안전을 우선하지 않는 어업작업 관행 59건(32.1%)과 위험요인/상황에 대한 사전 교육 부족 56건(30.4%)이 주요 원인으로 나타났다. 그 외 안전수칙 미게시 29건(15.8%), 위험표지판 미부착 10건(5.4%), 선원 건강검진/건강관리 미흡 7건(3.8%)도 사고 원인으로 조사되었다.

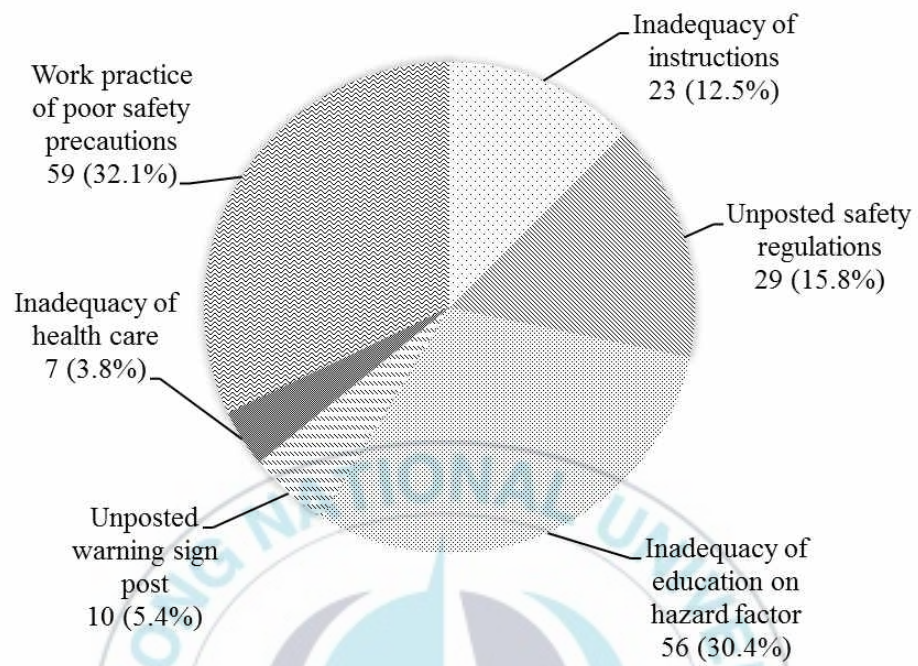


Fig. 3-8. Cause in the management part of working safety accident.

3.3.4. KMST 인명사상 재결서 분석

재결 현황

최근 5년(2015~ 2019년) 간 어선 해양사고 중에서 인명사상으로 분류되어 해양안전심판원(KMST)의 심판·재결된 사건은 Table 3-2와 같이 총 144건 이었고, 이 중에서 안강망어선은 33건이었다. KMST의 심판·재결은 사고의 성질이 복잡하여 사고원인이 단순하지 않은 심각한 사건을 대상으로 하기 때문에 업종별 어선 척당 재결 비율로 그 업종의 사고 심각도를 검토할 수 있을 것으로 생각되었다. Table 3-2와 같이 2018년 말 기준 안강망어선은 614척(근해안강망어선207척, 연안개량안강망어선 407척)으로 전체 등록어선 65,906척 중 0.9%에 불과하나, 심판·재결된 사건의 비중은 22.9%로 안강망 어선의 작업 중 안전사고가 매우 심각한 어업 중의 하나인 것을 알 수 있었다.

Table 3-2. State between rate of adjudication and rate of vessel in main fishery

Item	Stow net	Gillnet	Trawl and seine	Purse seine	Long line	Trap	Jigging	Coastal composite	Others
Number of adjudication	33	35	12	13	5	14	5	10	17
Rate of adjudication	22.9	24.3	8.3	9.0	3.5	9.7	3.5	7.0	11.8
Number of vessel	614	13,275	705	526	376	5,069	490	16,978	27,873
Rate of vessel	0.9	20.1	1.1	0.8	0.6	7.7	0.7	25.8	42.3

33건의 재결 사고 중 업종별로 보면, 연안개량안강망 15건, 근해안강망 18건 이었다. 2018년 등록어선 통계를 기준으로 최근 5년 동안 연안개량안강망어선 에서는 척당 약 0.037번의 재결이 있었고, 근해안강망에서는 약 0.087번의 재결이 있어서 규모가 큰 근해안강망어선이 연안개량안강망어선보다 척당 2.35배

사고가 더 많았다는 것을 알 수 있었다.

작업과정별 안전사고 형태별 사고 분석

사고가 발생한 작업과정은 어로작업 28건, 출항 후 항해 2건, 어구정비 2건, 어획물처리 1건이었다. 어로작업의 세부 과정은 양망이 22건, 투망이 6건이었다. 양망과정에서 세부 작업은 그물 줄 작업 9건, 그물 작업 6건, 양묘 줄 작업 5건, 데릭 줄 작업 1건, 뛰어 이동 보행 1건 이었고 투망과정에서 세부 작업은 그물 줄 작업 3건, 투묘 줄 작업 2건, 그물 작업 1건으로, 이들 어로작업 과정에서는 줄 작업이 20건(71.4%), 그물작업 7건(25.0%), 보행 1건(3.6%)으로 나타나 안강망 어구의 복잡한 줄을 용도에 부적합한 양망기를 통해 조출하는 과정에서 작업 안전사고가 많이 일어나는 것으로 평가할 수 있었다.

안전사고 형태는 끼임이 17건으로 가장 많았고, 다음으로 떨어짐(물에 빠짐) 9건, 맞음 6건, 깔림 1건 순으로 나타났다. 끼임 사고는 16건이 볼롤러 양망기에서 발생하였고 1건이 사이드 롤러 드럼에서 발생하였다.

인명피해는 사망 24명, 부상 7명, 실종 2명 순이었다. 사망 사고를 가장 많이 유발한 안전사고 형태는 볼롤러 양망기 끼임이 15건으로 가장 많았다.

사고 관련물체는 닻줄 등의 줄 20건, 양망기 16건, 그물 7건, 쇠막대, 사이드 드럼, 선체동요, 복장이 각각 2건, 도르래, 미끄러운 갑판, 노후된 데릭, 노후된 샤클(shackle), 방현대 상부가 각 1건이었다. 사고 관련물체는 모든 어업작업 과정에서 작업자가 직접 사용하는 물건이기 때문에 상세한 조사와 분석이 요구되었다.

줄 관련 작업 사고 20건에서는 사망 14건, 부상 6건의 심각한 인명피해가 있었고, 안전사고 형태로는 양망기 또는 선체와 줄 사이에 끼임 10건, 줄이 터지거나 강한 장력 상태의 줄에 튕겨져 맞음 5건, 신체에 줄이 걸려 떨어짐(물에 빠짐) 5건이었다.

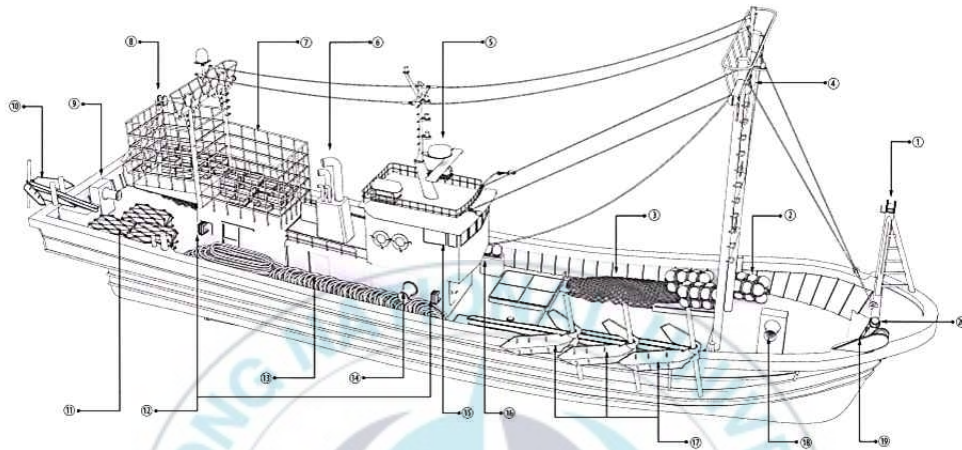
양망기 작업 사고 16건의 안전사고 형태는 모두 끼임으로 사망 피해가 15건으로 매우 심각한 사고이고 양망기 작업과 관련된 2차 관련물은 다양한 형태의 줄이 9건, 그물이 7건, 복장이 1건이었다. 양망기는 대부분 유압식으로 권상력 3.5톤 80rpm 수직축 400mm 볼롤러형으로 2000년대 중반부터 횡축 캡스톤을 대체하여 설치되었으나, 정하여진 규격이나 설비의 성능 기준은 없이 선주의 주문에 의해 유압설비 업자가 제작하여 공급하였으며, 설비에 비정상 작동 경보장치나 비상정지 기능은 갖추어져 있지 않으며, 작업 현장 레버형 조종기와 조타실에 원격조종기와 유압펌프의 전원 개폐기가 있을 뿐이었다. 따라서 안전사고예방을 위해서는 어로설비분야의 최소한의 성능 기준과 비정상 작동 시 경보장치나 비상정지장치의 설치유무 등을 확인할 수 있는 정부대행기관의 형식승인 등이 필요할 것으로 판단되었다.

사고 발생 장소는 양망기가 있고 닻의 신출과 거치가 이루어지는 우현 선수가 14건으로 가장 많았고, 다음으로 선체 중앙부의 좌·우현에 각각 5건, 중앙 후부의 좌·우현 통로에 각각 2건, 우현 선미와 선미에 각각 2건, 조타실 전부의 중앙 갑판이 1건 이었다. 통로와 중앙 갑판 외에는 모두 양망기, 롤러드럼이 설치되어 있는 장소와 일치하였다.

69톤급 현측식 근해안강망어선의 어로 설비 배치는 Fig. 3-9의 (a)와 같이 우현에는 닻과 닻줄 관련 설비가 배치되고, 좌현은 그물어구와 관련된 설비가 배치되어 있다. 한편, 24톤급과 72톤급의 선미식 근해안강망어선의 어로설비 배치는 Fig. 3-9의 (b)와 같이 선수에는 닻과 닻줄 관련 설비로 중앙부에 횡축 캡스톤과 선미에는 어구와 관련된 설비가 배치되어 있다(Jeong et al., 2019). 최근 건조된 어선은 그림의 (1)의 위치에 범포와 부자 권양용으로 사이드 롤러 대신에 횡축 캡스톤이 양현에 설치되어 당김줄을 횡축 캡스톤에 묶은 줄 스톱퍼를 사용하여 선미에 바로 거치할 수 있도록 작업 효율성과 안전성을 개선하였고, (2)의 위치에 자루그물 인양용의 선수 포스트와 우현에 양망기를

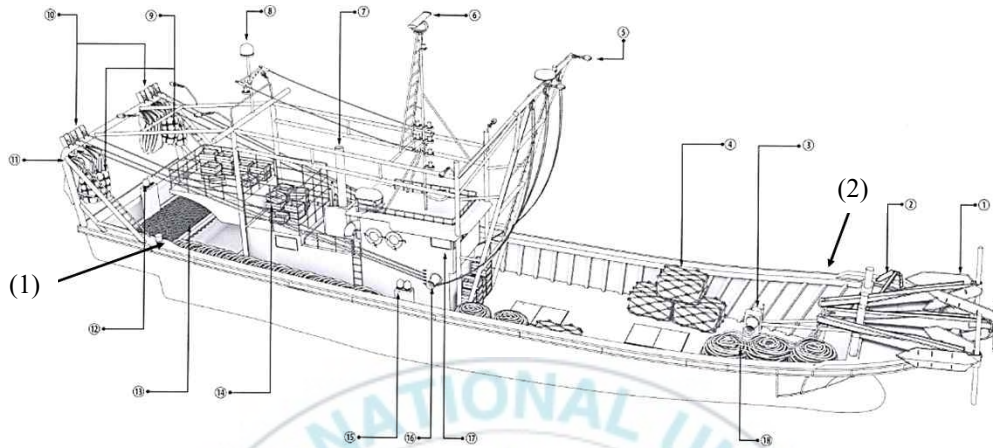
설치하여 작업 편리성을 도모하였지만, 안정성에 대해서는 관찰이 요구된다.

(a)



- ① Gallows, ② Buoy for expansion device, ③ Fishing gear, ④ Cargo block, ⑤ Radar, ⑥ Funnel, ⑦ Fishing container space, ⑧ Gallows, ⑨ Stern capstan, ⑩ Mooring anchor, ⑪ Buoy for fishing gear, ⑫ Guide roller, ⑬ Anchor rope, ⑭ Side drum, ⑮ Wheel house, ⑯ Net hauler, ⑰ Anchor for fishing gear, ⑱ Drum type windlass, ⑲ Anchor slide, ⑳ Guide roller.

(b)



① Anchor, ② Mooring anchor, ③ Drum type windlass, ④ Buoy for fishing gear, ⑤ Work lamp, ⑥ Radar, ⑦ Funnel, ⑧ Navigation dome, ⑨ Buoy for expansion device, ⑩ Guide roller, ⑪ Stern post, ⑫ Net hauler, ⑬ Fishing gear, ⑭ Fishing container space, ⑮ Net hauler, ⑯ Side drum, ⑰ Wheel house, ⑱ Anchor rope.

Fig. 3-9. Fishing equipments arrangement in stow net fishing vessel.

어로설비의 노후화로 인한 인명사상의 유무를 확인하기 위하여 어선의 진수 연도를 나타낸 결과는 Fig. 3-10과 같다. Fig. 3-10과 같이 1995년에 건조된 어선이 가장 오래되었고, 2015년에 건조된 어선이 가장 최근이었으며, 특히 하계도 2011년도에 건조된 어선의 재결 건수가 8건으로 어로설비의 노후화에 따른 인명사상과의 연관성은 확인되지 않았다. 2011년도에 건조된 어선 중에서 총톤수 89톤 출력 746kW급 어선이 3척, 9.77톤 367kW급 어선이 4척으로 각각 동형의 어선으로 여수 소재의 조선소에서 건조한 것이 6건이었다. 안전사고 형태별로는 양망기에 끼임이 6건, 물에 빠짐과 맞음이 각 1건이었으며, 그 결과 사망 6명 부상 2명이 발생하였다. 건수가 8건으로 적어 통계적 확률로

증명하기는 곤란하였지만, 2011년도에 여수지역에서 건조된 총톤수 89톤 출력 746kW급과 9.77톤 367kW급 어선에서 양망기 끼임에 의한 사망사고가 특징적으로 나타난 것을 알 수 있었다.

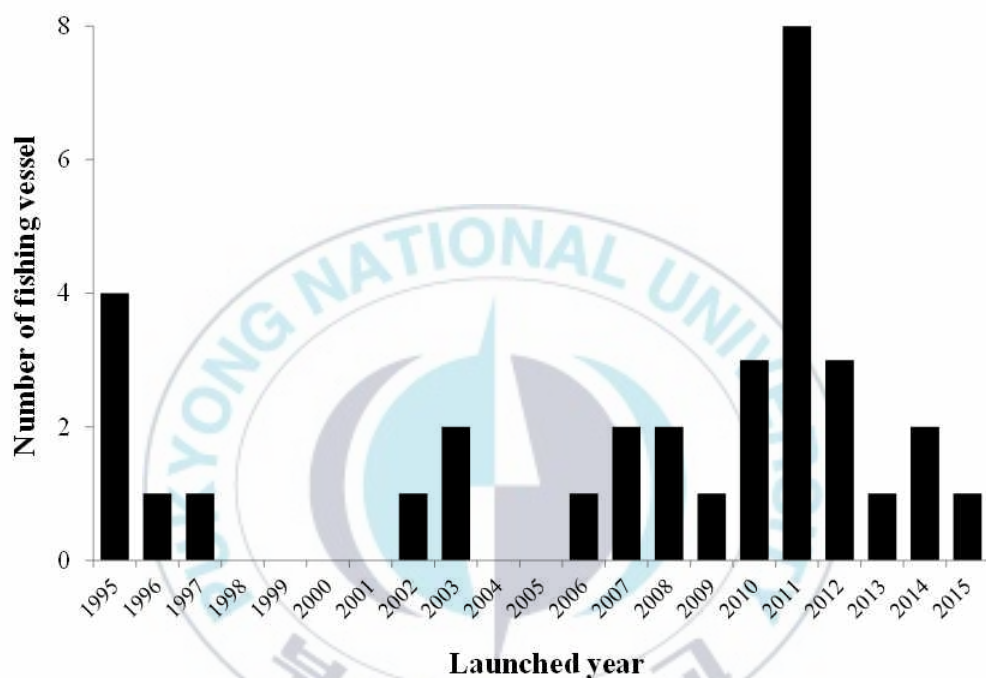


Fig. 3-10. Number of fishing vessel on the serious injury and fatality with launched year.

어선의 작업 중 안전사고에 대한 더욱 명확한 분석을 위해서는 사고 조사 단계에서 상세한 조사가 요구되지만, 수협중앙회의 보상보험 급여 지급 시 조사되는 사고 개요에는 내용이 상세하지 못하고, KMST의 사고 조사는 비교적 상세하지만 어로설비의 기준이 모호하여 상세하게 알 수 없었으며, 재결서 마다 조선소에 관한 표현이 통일되지 않았다. 사고가 일어난 선체 · 선형과 어로설비의 상세한 조사는 어업작업 사고의 기계적 요인과 환경적

요인을 평가하는데 반드시 필요하다. 선체·선형에 관해서는 건조년도, 조선소 명칭과 주소가 요구되고, 어로 설비는 제작사, 형식과 용량, 제작 일련번호, 안전검사 관련, 비상정지장치의 상세, 비상경보 장치의 상세, 방호대의 유무와 문제점, 안전경고 표시, 작동수칙의 게시, 개조 이력 등이 상세하게 조사될 필요가 있다.



3.3.5. KMST의 인명사상 재결서와 4M 사고원인과의 관계

인명사상(안전사고) 33건의 4M별 사고원인의 세분류는 Table 3-3과 같다. 4M별 세분류된 원인은 228개가 식별되었고, 각 사건마다 평균 6.9개의 원인이 있어서 각 원인끼리도 인과 관계가 있는 것으로 나타났다. 인적 요인 관련 원인이 82개(36.0%)로 가장 많았고, 관리적 요인에서 63개(27.6%), 기계적 요인에서 51개(22.4%), 환경적 요인에서 32개(14.0%) 순으로 나타났다. 다만 관리적 요인에서 안전수칙 미게시와 위험표지 미부착은 재결서에서 확인할 수 없었기 때문에 계산이 되지 않았으나, 대부분 어선에 게시되지 않고 있는 실정으로 이를 감안한다면 관리적 요인이 가장 크게 영향을 미친 것으로 추정된다.

세분류 원인 가운데 개인의 부주의가 전체사고 33건 중 29건(87.9%)으로 가장 많은 것으로 나타났고, 다음으로 작업규정 지침이 없음 25건(75.8%), 위험요인/상황에 대한 사전 교육 부족 24건(72.7%), 개인보호구 미착용 20건(60.6%), 접근금지 등의 방호대 불량 18건(54.5%), 부적절한 작업방법 17건(51.5%), 위험할 때 긴급정지장치 부재 16건(48.5%), 안전을 우선하지 않는 어업작업 관행 14건(42.4%), 높은 장력과 방대한 양의 줄과 그물 10건(30.3%), 어로설비의 불안정한 배치 10건(30.3%), 기기조작, 어업작업 미숙련 9건(27.3%), 피할 곳이 없는 좁은 작업 공간 8건(24.2%), 외국인 혼승으로 인한 의사소통 불량과 올바르지 않은 작업 자세·동작이 각각 6건(18.2%), 정리되지 않은 작업장과 어로기계의 구조적 결함이 각각 4건(12.1%), 파도 등의 열악한 자연 환경과 장비의 노후나 정비불량이 각각 3건(9.1%), 반복 작업 및 수면 부족 등 피로로 인한 집중력 저하와 심한 소음과 진동으로 인한 의사 전달 불량이 각각 1건(3.0%)으로 나타났다. 세분류된 원인 중에서 기계적 요인의 비정상 작업 시의 경고장치 부재(r), 관리적 요인의 안전수칙 미 게시(t), 위험 표지판 미부착(v), 근로자 건강검진/관리 미흡(w)의 요인에 의한 사건은 나타

나지 않았다. 이것은 재결을 위한 조사에서 사건 현장 관계자의 인적 요인을 위주로 조사하기 때문에 위험표지판의 미부착과 같은 관리적 요소가 나타나지 않은 것으로 추정된다.

Table 3-3. Cause of working safety accident with 4M factors of adjudication on KMST

Man	Personal's carelessness (a)	No personal protection equipments (b)	Inadequacy of work operation (c)	Unskillfulness of operating net haulers (d)	Inadequacy of work method (e)	Fatigue etc. (f)	Sub total	
	Number of cause (%)	29 (87.9)	20 (60.6)	6 (18.2)	9 (27.3)	17 (51.5)	82	
Media	Poor environment such as heavy weather (g)	Unsorted work space (h)	Limitation of work space (i)	Enormous amount of rope (j)	Poor communication (k)	Unexpressiveness by noise and vibration (l)	Sub total	
	Number of cause (%)	3 (9.1)	4 (12.1)	8 (24.2)	6 (18.2)	1 (3.0)	32	
Machine	Systemic error (m)	Poor guard (n)	Decrepit equipment (o)	Absence of emergency stop button (p)	Unsafe arrangement of equipments (q)	Absence of warning system (r)	Sub total	
	Number of cause (%)	4 (12.1)	18 (54.5)	3 (9.1)	16 (48.5)	10 (30.3)	51	
Management	Inadequacy of instructions (s)	Unposted safety regulations (t)	Inadequacy of education on hazard factor (u)	Unposted warning sign post (v)	Inadequacy of health care (w)	Work practice of poor safety precautions (x)	Sub total	
	Number of cause (%)	25 (75.8)	0 (0.0)	24 (72.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	14 (42.4)	63

제시된 각 요인별 원인 사이의 인과 관계를 알아보기 위하여 각 원인별로 그 원인이 나타났을 때 같이 나타났던 다른 원인들을 취합하고, 그 중에서 빈도가 높은 상위 3가지의 원인을 연결한 결과는 Fig. 3-11과 같다. 원의 크기는 원인별로 차지하는 비율이고, 실선으로 연결된 것은 연관성이 서로 크게 작용하고 있는 것이며, 점선은 어느 한 방향 또는 약하게 영향을 미치고 있는 것을 의미한다.

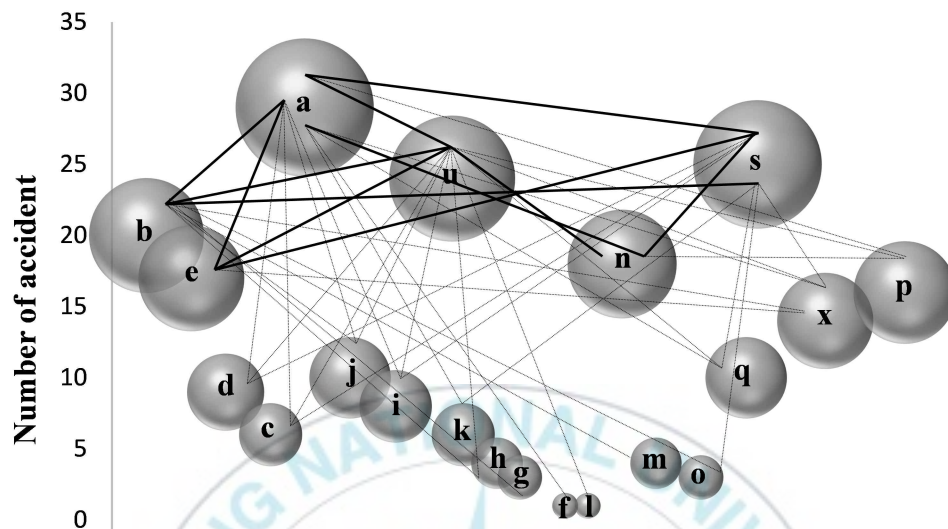


Fig. 3-11. Relationship between causes of working safety accident with 4M factors of adjudication on KMST. Circle scale account for the accident rate with 4M factor, bold line indicates strong association and fine line indicates weak. See Table 3-3 alphabet.

사고 원인 중에서 가장 큰 비중을 차지하는 개인의 부주의에 대해 살펴보면, 개인의 부주의(a)에 기인한 사고는 작업규정이 없고(s), 위험요인/상황에 대한 사전 교육이 부족한 상황(u)에서 작업 중에 개인 보호구를 착용하지 않고(b), 부적절한 작업 방법(e)에 의해 주로 발생하며, 긴급 정지 장치가 없는 어로 기계(p)에서 안전하지 않은 어업작업 관행(x)에 따라 높은 장력과 방대한 양의 줄과 그물(j)을 어로설비가 불안전하게 배치(q)된 피할 곳 없는 좁은 장소(i)에서 미숙련(d)과 부적절한 동작(e)으로 작업하는 과정에서 언어와 소음(k), 시각방해(l)에 의한 소통이 제대로 이루어지지 않아 발생하는 것으로 나타났다. 조사에서 나타나지 않은 안전수칙 미게시(t)와 위험표지판 미부착(v)은 부주의에 의한 사고에 모두 크게 관여하는 것으로 추정되었다. 이 결과로서 살펴보면, 높은 장력과 방대한 양의 어구를 다루는 안강망어업에서 부주의에 의한 사고를

차단하기 위해서는 우선적으로 모든 위험한 설비나 장소에는 안전수칙을 게시하고, 위험표지판을 부착해야 할 것이다. 또한, 작업절차 등의 지침을 그 작업에 맞게 작성하고 작업 전에는 항상 작업 방법과 자세에 관한 안전교육을 시행해야하며, 작업 중에는 반드시 보호구를 착용하여야 한다. 작업 중에는 소통에 필요한 수신호법을 정하고 모두가 숙지한 상태에서 작업하여야 하며 긴급 정지 장치가 없거나, 위험한 설비는 시급히 작업 중 안전사고 저감형 어로설비로 교체 또는 개선되어야 할 것이다.



3.4. 요약

본 연구에서는 수협 재해보상보험 급여 지급 현황자료 조사에 나타나지 않은 위험요인을 식별하여 그에 맞는 어업재해예방 지침을 개발하기 위한 기초자료 수집을 목적으로 현장 전문가를 대상으로 어업작업 중 사고 및 재해 예방에 대한 설문과 청취조사를 실시하고, 또한 아주 심각한 사고에 대해서 KMST의 안강망어업 안전사고 재결서를 조사·분석하였다. 현장 설문조사는 여수 53건, 목포 44건, 보령 30건 및 군산 7건 총 134건을 취합하였고, 설문 대상자의 승선경력은 약 60%가 20년 이상으로 승선경험이 풍부하여 설문 자료로서 적합하였다. 재결서 조사·분석에는 2015년부터 2019년까지 5년 동안 KMST에서 재결된 안강망어선의 인명사상(안전사고) 사고에 대한 33건 전수가 사용되었고, 안강망어선의 작업 안전사고는 2018년 말 기준으로 단위 척당 5년간 누적 재결률이 5.4%로 차순위인 선망(2.5%) 보다 2.2배가 높아 어업작업 중 안전사고가 가장 심각하게 일어나는 어법이였다.

작업과정별 위험정도에서 설문조사 결과는 어로가 중위험 이상의 인식도를 나타내어 제2장의 작업과정별 안전사고 발생빈도에서 어로작업이 가장 높은 발생빈도를 보인 것과 유사하였다. 전 과정에서 안전사고 유형별로는 넘어짐(33.1%)>부딪힘(19.9%)>끼임(18.7%)>맞음(17.1%)>떨어짐(10.7%)>기타(0.5%) 순으로 위험한 것으로 나타났고, 작업과정별로 빈번하게 발생하는 안전사고 형태와 발생장소에 대한 결과를 살펴보면, 어로작업 중에는 끼임(33.1%)과 맞음(29.9%)이 다른 과정에 비해 크게 위험한 것으로 인식되었고, 사고 발생 장소는 어구를 투·양망하는 설비 거치 장소와 작업이 주로 이루어지는 선수(26.3%), 좌현갑판(23.2%), 우현갑판(17.1%)으로 인식되었다. 중요사고를 다룬 재결서 분석을 보면 재해유형은 끼임(51.5%), 떨어짐(물에 빠짐)(27.3%), 맞음(18.2%)으로 나타나 전 과정에 대한 설문조사 결과와는 차이가 있었지만,

어로과정에서의 설문조사 결과와는 유사하였다. 이것은 재결이 필요한 대부분의 사고는 어로과정에서 발생하였기 때문에 이와 같은 결과가 얻어진 것으로 사료되었다. 사고 발생 장소에서 재결서 결과는 우현 선수(42.4%), 중앙부 우현(15.2%), 좌현(15.2%) 순으로 나타나 인식 조사 결과와는 다소 다르게 나타났다지만, 양망기가 있고 닻의 신출과 거치가 이루어지는 선수부의 우현이 가장 위험한 것은 일치하였다. 재결서에 나타난 떨어져 물에 빠짐의 위험성은 제2장에서 빈도는 낮으나 심각성이 매우 높게 나타난 결과로 설명할 수 있었다.

안전사고 원인의 설문조사와 재결서 분석 결과와의 차이는 Table 3-4와 같다. Table 3-4에서 각 4M 요인별로 큰 비중을 차지하는 주요 원인은 인적 요인에서는 모두 개인의 부주의로 나타났는데 재결서 분석에서는 개인보호구 미착용도 높은 비중을 차지하였고, 환경 요인에서의 설문조사 결과는 외국인 혼승으로 인한 의사소통 불량에 가장 크게 나타나지만 재결서 분석에서는 높은 장력의 긴 줄과 그물로 나타났고, 기계적 요인에서의 설문조사 결과는 장비의 노후나 정비 불량과 어로기계의 구조적 결함이었으나, 재결서 분석에서는 방호대 불량과 긴급 정지 장치 부재가 큰 원인으로 나타났다. 관리적 요인에서의 설문조사 결과는 어업작업 관행과 위험요인/상황에 대한 사전 교육 부족이었으나, 재결서 분석에서는 작업규정 지침이 없음과 위험요인/상황에 대한 사전 교육 부족으로 나타났다. 설문 조사에서는 전체적인 사고 위험에 대한 견해이고, 재결서는 중요 사고에 대한 결과이므로 모두 중요 원인으로 보아야 할 것이다.

재결서로 각각의 사건마다 작용하는 4M 원인을 분석한 결과를 보면, 세부 사고 원인별로 연관 관계를 가지고 사고가 발생하고 인명 피해도 나타났다. 개인의 부주의가 전체사고 33건 중 29건(87.9%)으로 나타나 가장 많았다. 다음으로 작업규정 지침이 없음 25건(75.8%), 위험요인/상황에 대한 사전 교육 부족 24건(72.7%), 개인보호구 미착용 20건(60.6%), 접근금지 등의 방호대 불량 18건(54.5%), 부적절한 작업방법 17건(51.5%), 위험할 때 긴급정지장치 부재

16건(48.5%), 안전을 우선하지 않는 어업작업 관행 14건(42.4%)이 전체사고의 40% 이상에서 사고 원인으로서 영향을 미치고 있었다. 서로 강하게 영향을 미치고 있는 사고 원인들은 개인의 부주의(a), 작업규정이 없음(s), 위험요인/상황에 대한 사전 교육 부족(u), 작업 중에 개인보호구 미착용(b), 부적절한 작업 방법(e), 접근금지 등 방호대 불량(n)이 있었고, 사고 비중도 상위에 있었다. 이 상관관계로 어떤 사고의 과정을 시나리오로 추정할 수 있고, 시나리오의 사고 전의 조건적 요소를 안전한 요소로 전환한다면 사고 발생을 방지하는데 유효할 것이며, 만일 사고가 발생하였더라도 인명피해의 심각도를 저감할 수 있을 것으로 판단되었다.

Table 3-4. Comparison of very important 4M causes sort by questionnaire survey and adjudication

	Man	Media	Machine	Management
Question naire survey	Person's carelessness	Poor communication by mixed manning of foreign fisher and Poor natural environment	Decrepit equipment or poor maintenance and systemic error of fishing equipment	Work practice of poor safety precaution and inadequate education on hazard factor
Adjudica tion	Person's carelessness and no personal protection equipment	High tensioned rope line and much net	Poor guard of restricted area and absence of emergency stop	Absence of work guidelines and inadequate education on hazard factor

제4장 안강망어업용 작업 중 안전사고 예방 지침 개발

4.1. 서 언

우리나라의 어업작업 중에 발생하는 안전사고는 모든 사고가 공식적으로 조사되어 통계화 되어 있지 않고 있다. 수협이 재해보상보험 급여 시에 작성되는 사고 보고서는 비교적 모든 사고에 대하여 작성되고 있어 사고의 개괄적 분석은 유용하지만, 보고서 내용이 사고 원인을 상세하게 분석하는 데는 한계가 있었다. 그리고 현장 전문가의 설문조사에서는 전체 안전사고의 원인에 대한 비중 분석이 가능하였고, KMST의 재결서는 모든 사고를 분석할 수는 없었지만 심각한 사고에 대하여 재결 전 단계에서 상세하게 조사되어, 사고의 상세한 원인 분석과 각 사고 마다 나타나는 원인들 간의 인과 관계를 알 수 있었다.

작업 중 안전사고를 조사하고 분석하는 목적은 중대한 위험을 허용 가능한 위험 범위 이내로 감소 할 수 있는 구체적인 위험 감소대책을 식별·개발하여 위험감소 대책을 포함한 평가 결과를 근로자에게 공지하고 공공 정책에 반영하여 안전사고를 저감하는데 있으며, 나아가 인명피해의 최소화와 사회적 비용 경감 및 생산성 향상에 기여할 수 있는 조건을 제시하는데 있다. 이에 본장에서는 이 조사 분석의 결과를 토대로 중요한 작업 중 안전사고의 시나리오를 작성하고 분석하여 사고 예방을 위한 안전사고 예방 지침을 개발하고자 한다.

4.2. 재료 및 방법

Fig. 4-1은 사고 과정에서 나타나는 여러 원인들 중에서 사고의 전 과정에 직·간접적으로 영향을 미치는 근본 원인을 나타낸 것으로 사고의 진행을 순차적으로 도식화하여 식별하는 캐나다 교통안전위원회(Transportation Safety Board of Canada: TSB, <http://www.tsb.gc.ca>)의 순차사건분석법(Sequential event analysis)을 사용하여 해양 사고 원인들을 IMO Res. 884 의 분류법으로 식별하였다. 또한, 사고 발생의 전후 단계로 나누어 전 단계에서는 사건 발생 과정마다 관련되는 다양한 원인을, 후 단계에서는 인명구조와 관련되는 요소들을 식별하였다. 본 연구에서는 안강망어업에서 작업 중 안전사고의 전 단계에 대하여 4M 원인 분류로 식별된 사고 원인들을 상관관계를 이용하여 시나리오로 열거하고 차단해야 할 중요 조건적 요소들과 연관되는 요소들을 식별하였다. 식별된 각 위험 요소들을 차단하는 방법은 현존하는 보편적인 작업안전지침에서 모색하고 제시하였다.

기존의 안전지침으로는 KOSHA의 각종 작업 중 안전사고지침과 뉴질랜드, 캐나다 등에서 어선 지침으로 사용되고 있는 IMO의 권고 어로작업 안전 지침인 2005 어선원과 어선 안전규칙 Part A의 내용을 참조하였다(Park et al., 2012).

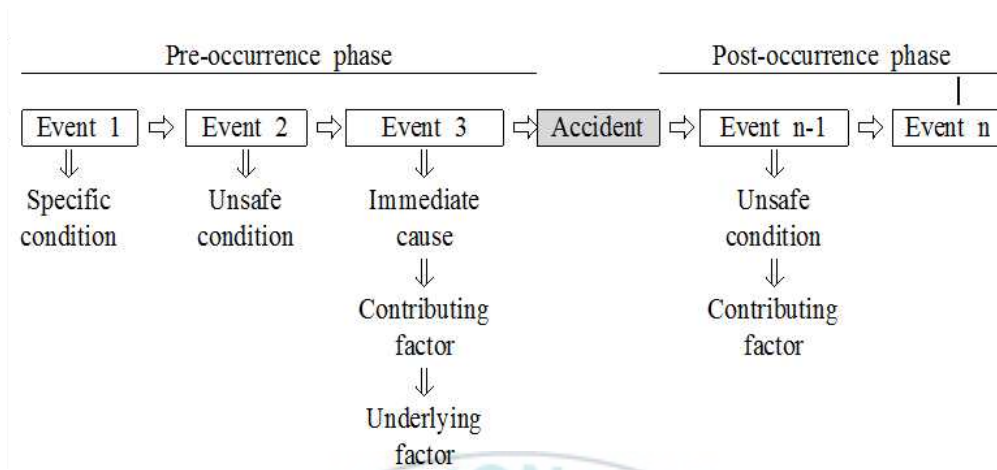
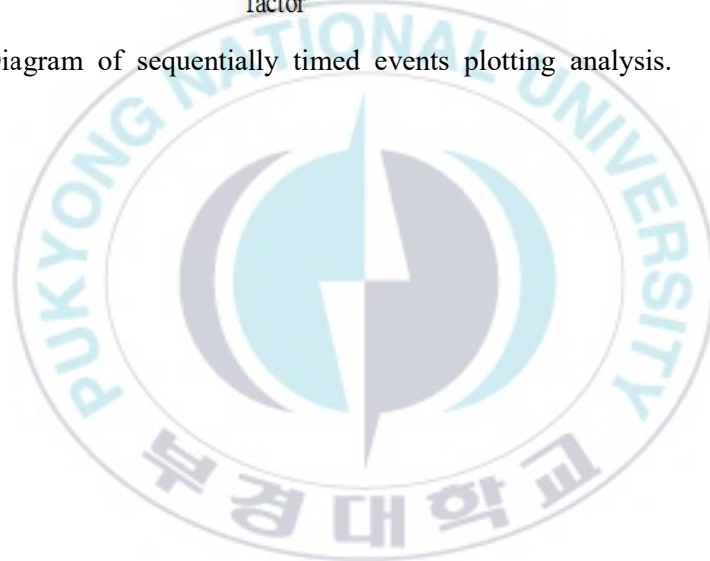


Fig. 4-1. Diagram of sequentially timed events plotting analysis.



4.3 결과 및 고찰

4.3.1. 4M별 주요 작업 중 안전사고 시나리오 분석

안강망어선 작업 중 안전사고

전문가 설문과 재결서 분석에서 나타난 Table 3-4의 주요한 작업 중 안전사고 원인을 순차적으로 나타내면 Fig. 4-2와 같다. 안강망어업에서 사고를 야기할 수 있는 특징적이고 위험한 작업 조건으로는 선내에 작업 절차서와 같은 작업안전규정이 만들어져 있지 않은 것과 어구·어법 특성상 긴 줄과 많은 양의 그물을 다루고 무거운 닻을 투·양묘하는 과정에서 매우 강한 장력이 어구에 걸리는 등 위험하고 불안정한 원인들과 연결되고 있다. 또 다른 위험한 조건들은 어로설비의 구조적 결함과 파도와 강한 조류 등의 열악한 자연환경이 있었다. 이 4가지 위험한 조건에 공통적으로 나타나는 불안정한 조건은 안전을 우선하지 않는 어업작업 관행이 있었고, 공통적으로 나타나는 직접 원인은 개인의 부주의, 사고 발생 후의 사고 결과를 더욱 심각하게 야기하는 불안정한 조건은 개인보호구 미착용이었다. 많은 불안정한 원인들이 있지만, 이들 위험한 조건 4가지와 안전을 우선하지 않는 작업관행 그리고 개인보호구 미착용은 우선적으로 개선되거나 제거되어야 할 것이다.

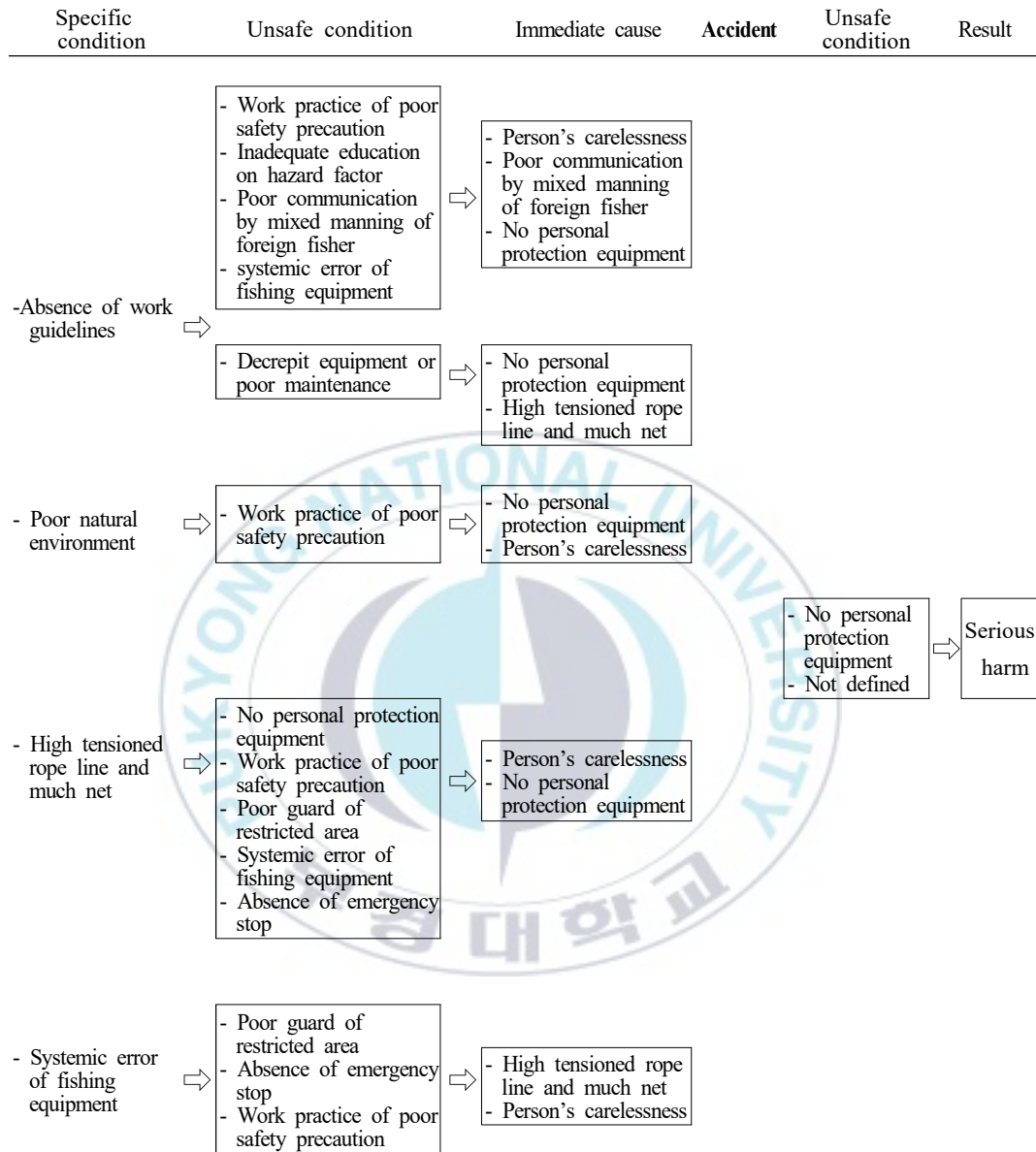


Fig. 4-2. Diagram of sequentially timed events plotting analysis of stow net occupational accident on major causes.

안강망어선 작업 중 안전사고 저감을 위한 기본 대책

가장 우선적 조치는 위험한 작업 조건을 제거하는 것이다. 그 방법으로는 첫째 작업 절차와 작업안전수칙, 각종 어로설비의 정비 점검관리에 관한 지침이 각 선박별로 제정되어 지켜져야 할 것이다. 사고의 직접적인 원인으로 가장 큰 비중을 차지하는 개인의 부주의(재결서 사고 비중 87.9%)와 작업규정 지침 부재 간에는 연관성이 크게 나타나므로 개인의 부주의와 안전을 우선 하지 않는 작업관행에 의해 발생하는 사고를 저감하기 위해서도 각종 규정의 제정이 반드시 필요하며, 파도 등의 열악한 자연환경과 높은 장력이 걸리는 위험한 어구 조건도 허용 가능한 한도를 찾아 작업 절차와 작업안전수칙에 반영시켜야 한다.

둘째는 어로기계의 구조적 결함은 사고 관련 물체 조사에서 보듯이 불롤러 양망기가 대표적이다. 위험도가 높은 장비이므로 사용을 중지시키거나 안전 공학적인 검정과 안강망 어구에 적합한지 등 안전 어로 적합성에 대한 추가적인 연구를 토대로 성능 개선이 요구된다. 불가피하게 사용해야 할 경우에는 관련되는 불안정한 원인들이 발생하지 않도록 보완되어야 할 것이다. 즉 불안정한 원인으로 나타나는 양망기 방호대를 적정한 형태와 위치에 개선·보완 설치해야하고, 비상 정지장치를 자동화하거나 기존의 밸브형 레버를 중립으로 조작하여 정지시키는 방식이 아닌 비상 유압 차단 버튼과 같은 신속한 정지 장치를 양망기 또는 현장에서 가장 접근하기 쉬운 곳에 설치하여야 한다. 또한, 현재 사용 중인 선교의 유압 펌프 전원 차단 스위치는 선장이 현장을 감시하지 못하면 대응이 늦을 수밖에 없는 것으로 사고 조사에도 나타나고 있으므로 현장 감시 CCTV의 설치, 양망기 이상 부하 시 경고 장치 등의 보조 장치가 개발 설치되어야 할 것이다.

주요한 불안정한 원인인 개인보호구의 미착용에 대하여 재결서 분석에서는 Table 3-3과 같이 전체사고의 60.6%에서 나타나고 있으나, 현장전문가 설문

조사에서는 Fig. 3-7과 같이 전체 인적 요인에 의한 사고 위험 인식도에서 10%로 낮게 나타나고 있고, 현장 방문 관찰에 의하면 거의 모든 작업에서 장갑과 어창용 방한화를 제외하면 안전모, 안전화, 구명조끼, 고소 작업용 안전벨트를 거의 사용하고 있지 않는 것으로 나타났다. 개인보호구를 착용하지 않은 불안정한 원인은 사고 전과 후에 모두 나타나며 사고 전에는 부적절한 장갑 착용에 의한 끼임 사고, 안전모, 안전화 미착용으로 인한 맞음 사고, 부적절한 작업복으로 인한 끼임 사고 등 위험한 물질에 신체 노출이 되거나, 보행 중 안전화 미착용으로 인한 미끄러짐 사고의 원인이 되고 있고, 사고 후에는 구명조끼 미착용으로 익사하거나 사고로 물에 빠진 부상자의 수색 구조가 늦어져 심각한 피해를 야기하는 원인이 되고 있다. 개인보호구는 위험한 작업에서 신체를 방호하는 기본적인 장비이지만, 사용에 대한 인식이 너무 낮으므로 지속적인 홍보·교육 및 보다 편리한 보호구의 개발이 요구된다.

사고 후의 식별되지 않는 불안정한 원인은 부상자의 응급처치와 후송에 걸리는 시간 등이 안전사고 심각도를 가중시킬 수 있으나, 일부 사고 조사에서만 조사되고 있어 분석이 곤란하였다. 그러므로 사고 조사 항목에 응급처치와 후송 과정에 대한 내용을 반영하여 추가적인 조사가 필요할 것으로 사료된다.

사고 원인 중에서 가장 큰 비중을 차지하는 개인의 부주의에 대해서는 재결서를 분석한 Fig. 3-11로 좀 더 자세하게 살펴보면, 개인의 부주의(a)에 기인한 사고는 작업규정(s)이 없고 위험요인/상황에 대한 사전 교육이 부족(u)하고 작업 중에 개인보호구를 착용(b)하지 않고 부적절한 작업 방법과 동작(e)으로 긴급 정지 장치가 없는 어로기계(p)에서 안전하지 않은 어업작업 관행(x)에 따라 높은 장력과 방대한 양의 줄과 그물(j)을 어로설비가 불안정하게 배치(q)된 피할 곳 없는 좁은 장소(i)에서 미숙련(d)과 의사소통 불량(k),

반복작업 및 수면부족 등의 피로로 인한 집중력이 저하(f)되고, 시각방해에 의한 소통이 제대로 이루어지지 않는(l) 수많은 불안정한 상태에서 개인의 부주의가 직접적인 원인으로 작용하여 사고가 발생하는 것으로 나타났다. 조사에서 나타나지 않은 안전수칙 미 게시(t)와 위험표지판 미 부착(v)도 조사가 되지 않았을 뿐, 실제로는 부주의에 의한 사고에 관여하는 것으로 추정된다.

이와 같이 안강망어업에서는 어구·어법이 가지는 고유의 위험한 조건과 불안정한 조건이 관리되지 않고 있는 것으로 분석되었고, 개인의 부주의는 가장 일반적인 안전수칙 조차도 없어 자주 발생하는 것으로 판단되었다. 즉 개인의 부주의의 유발 원인은 안전수칙에 대한 작업원의 무지로 추정된다.

따라서 작업장에서의 안전 확보 대책으로는 우선적으로 모든 위험한 설비나 장소에는 관련된 작업안전수칙과 작업절차 등의 지침을 그 선박의 사정에 맞도록 제정·게시하고 위험표지판을 부착해서 작업원들이 수시로 익숙해질 수 있는 여건을 제공해야하며, 작업 전에는 항상 작업 방법과 자세에 관한 안전교육을 시행해야한다. 특히 외국인 혼승으로 인한 의사소통 불량의 불안정한 원인이 설문조사에서 강하게 인식되고 있으므로 모든 표지판과 안전 수칙 등의 게시물은 외국인 선원의 모국어로도 작성되어야 할 것이다.

줄 작업 안전사고 시나리오 분석

줄 작업에 관련된 4M 원인들에 대한 결과는 Table 4-1과 같다. Table 4-1에서 인적 요인으로는 개인의 부주의(a), 개인보호구 미착용(b), 부적절한 작업 방법(c), 기계적 요인으로는 위험할 때 긴급 정지장치 부재(p), 관리적 요인으로는 작업규정 지침 부재(s), 위험요인/상황에 대한 사전 교육 부족(u) 등의 원인이 사건수의 50% 이상에서 강하게 영향을 미치고 있으며, 환경적 요인들은 연관은 있지만 강한 영향을 미치지 않는 것이다. 따라서 일반적인 줄 작업을 할 때에는 여러 관련 원인들을 차단하여야 하지만, 특히 작업 지침·절차의 제정과

작업 전 안전 교육을 통하여 개인의 부주의와 부적절한 작업 방법을 근절해야 하며 인명피해 최소화를 위해서는 반드시 개인보호구를 착용하고 회전하는 어로 기계의 자동 정지 장치가 갖추어져야 할 것이다.

줄 작업 사고를 세분하여 보면 투망 중에 5건, 양망 중 16건, 어구 정비 중에 1건으로 나타나는데 각 과정에 따라 관련 원인에 차이가 있었다. 공통적으로 a, b, s, u의 원인이 있으면서 가운데 투망 과정에서는 d, e와 같은 인적 요인이 좀 더 관여되고 i, j와 같은 환경적인 요인이 크게 관련되며 개인 부주의와 개인보호구 미착용이 100%로 나타났고, 양망 과정에서는 n, p와 같은 기계적 요인이 크게 관련되고 x가 좀 더 관여된 것으로 나타났다.

Table 4-1. State number of 4M cause with working safety accident related line

Cause	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
Shooting	5	5	1	3	4	0	0	2	4	3	1	0
%	100.0	100.0	20.0	60.0	80.0	0.0	0.0	40.0	80.0	60.0	20.0	0.0
Hauling	13	8	3	4	7	1	1	0	2	6	3	0
%	81.3	50.0	18.8	25.0	43.8	6.3	6.3	0.0	12.5	37.5	18.8	0.0
Cause	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x
Shooting	0	0	0	0	2	0	4	0	5	0	0	2
%	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0	0.0	80.0	0.0	100.0	0.0	0.0	40.0
Hauling	3	10	2	9	4	0	13	0	12	0	0	8
%	18.8	62.5	12.5	56.3	25.0	0.0	81.3	0.0	75.0	0.0	0.0	50.0

a: Personal's carelessness, b: No personal protection equipments, c: Inadequacy of work operation, d: Unskillfulness of operating net haulers, e: Inadequacy of work method, f: Fatigue etc., g: Poor environment such as Heavy weather, h: Unsorted work space, i: Limitation of work space, j: Enormous amount of rope, k: Poor communication, l: Unexpressiveness by noise and vibration, m: Systemic error, n: Poor guard, o: Decrepit equipment, p: Absence of emergency stop button, q: Unsafety arrangement of equipments, r: Absence of warning system, s: Inadequacy of instructions, t: Unposted safety regulations, u: Inadequacy of education on hazard factor, v: Unposted warning

sign post, w: Inadequacy of health care, x: Work practice of poor safety precautions.

한편, 투망 작업에서는 5건 모두 투하되는 줄에 신체의 일부가 걸려 떨어지며 물에 빠지는 사고이었다. 우현 선수의 좁은 공간에서 많은 양의 닻줄에 의한 것이 2건, 돛줄과 배잡이줄에서 3건이 발생되었는데 모두 물에 빠졌지만 구명조끼를 전혀 착용하고 있지 않았고, 특징적으로 미숙련자가 움직이는 줄 작업에 근접 배치되었으며, 빠르게 투하 되는 줄의 속도를 제어하기 위해 발로 밟는 등의 부적절한 작업방법도 나타났다. 재결서에서는 정리되지 않은 작업장 원인이 2건으로 나타나고 있지만, 5건 모두 투하되는 줄이 잘 정리되어 있지 않았거나 작업자가 줄에 근접해서 또는 줄을 밟고 있었던 것으로 추정된다. 줄과 관련된 투망 작업에서는 손으로 직접 끌어당기거나 조작해야 하는 작업이 적다. 어구가 투하되면서 탄력을 받게 되면 자유 낙하와 같이 갑판을 거쳐 바다로 투하된다. 이 때 보통 투하되는 속도가 빠르기 때문에 약간의 부주의로도 큰 사고를 유발하게 된다. 따라서 닻이나 그물을 투하하는 작업원은 어구와 충분한 거리를 두고 대기해야 하며, 더욱이 미숙련자는 작업에서 배제하거나 안전한 곳에서 작업과정을 습득한 후 작업에 투입하여야 할 것이다. 줄에 맞거나 감겨서 물에 빠지면 사망으로 이어지기 쉽기 때문에 만일을 대비해 구명조끼의 착용은 반드시 규정화할 필요가 있다.

양망 작업 중 끼임 사고는 10건(62.5%)으로 그 중 9건이 양망기 관련 사고로 양망기를 사용하여 그물과 연결된 줄을 양망기에 끼우는 작업과 닻과 연결된 줄을 양망기로 감아올리는 작업에서 무리한 단독 작업 또는 어구 이상을 해결하는 과정에서 양망기 조작 실수로 발생되었고, 1건은 사이드 드럼에 줄을 감아 닻을 올리는 작업에서 드럼에 감겨 올라오는 줄에 작업복이 말려들어 발생되었다. 5건의 맞음 사고는 일반적으로 나타나는 줄이 터져서 그 줄에 맞아 발생한 것이 아니었고, 줄에 높은 장력이 걸린 상태에서 장력의 작용점이

변화하며 줄이 튕겨져 발생한 것이 4건, 강한 장력이 걸린 줄이 통과하는 도르래의 고정부분이 파손되어 도르래에 맞은 것이 1건 발생되었다. 1건의 깔림 사고는 데릭 작업 중 당겨지는 줄의 강한 장력에 데릭을 지지하던 줄과 연결된 새클이 파손되며 데릭이 넘어져 발생되었다. 안강망어업 작업에 사용되는 줄의 규격은 안전사용력을 충분히 감당하고 있다는 것을 확인할 수 있었고, 사용되는 양망기의 권상력은 3.5톤 정격 회전수는 80rpm으로 줄을 끼우는 작업에서 약간의 부주의만 있어도 손이 끼일 수 있을 것으로 판단되므로 줄을 끼우거나 비정상 작업 시에는 반드시 저속으로 제한하거나 정지된 상태가 유지되는 장치가 요구된다는 것을 알 수 있다. 이러한 세부 사고 원인들에 대한 대책이 마련되어 줄작업 안전수칙으로 제정되고 작업현장에 게시되어야 할 것이다.

양망기 작업 안전사고 시나리오 분석

양망기 작업에 관련된 4M 원인들에 대한 결과는 Table 4-2와 같다. Table 4-2에서 인적 요인으로는 개인의 부주의(a), 부적절한 작업 방법(e), 기계적 요인으로는 접근 금지 등의 방호대 불량(n), 위험할 때 긴급 정지장치 부재(p), 관리적 요인으로는 작업규정 지침 부재(s), 위험요인/상황에 대한 사전 교육 부족(u), 안전을 우선하지 않는 어업작업 관행(x)이 사건수의 50% 이상에서 강하게 영향을 미치고 있으며, 특히 개인의 부주의 원인과 긴급 정지장치 부재 원인은 모든 사건에서 나타났다. 따라서 양망기 작업을 할 때에는 여러 관련 원인들을 차단하여야 하지만, 특히 작업 지침·절차의 제정과 작업 전 안전교육을 통하여 개인의 부주의와 작업원 부족에 따른 관행적 단독 양망기 작업 등의 부적절한 작업은 근절되어야 할 것이다.

양망기 작업 사고를 세분하여 보면 양망과 어구정비 중에 그물과 관련된 사고가 6건, 투망 중 그물과 관련된 사고가 1건, 양망 중에 줄과 관련된

사고가 9건이었다. 관련물체별 원인을 살펴보면 공통적으로 a, b, n, p, s, u의 원인이 크게 영향을 미치고 있다. 특이한 점은 줄 작업 사고에서는 투망 과정에서 줄이 i, j와 같은 환경적인 요인과 관련 없지만, 그물을 양망하는 과정에서는 i, j와 같은 환경적인 요인이 영향을 미치고 있었다.

Table 4-2. State number of 4M cause with working safety accident related hauler

Cause	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
Shooting	Number	9	2	2	3	6	1	0	0	0	2	0
	%	100.0	22.2	22.2	33.3	66.7	11.1	0.0	0.0	0.0	22.2	0.0
Hauling	Number	7	2	1	2	4	0	0	2	1	2	1
	%	100.0	28.6	14.3	28.6	57.1	0.0	0.0	28.6	14.3	28.6	14.3
Cause	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x
Shooting	Number	0	8	0	9	1	0	9	8	0	0	6
	%	0.0	88.9	0.0	100.0	11.1	0.0	100.0	88.9	0.0	0.0	66.7
Hauling	Number	0	5	0	7	3	0	5	5	0	0	2
	%	0.0	71.4	0.0	100.0	42.9	0.0	71.4	71.4	0.0	0.0	28.6

See Table 4-1 alphabet.

한편 양망기를 이용한 그물 작업에서 7건 모두 끼임 사고의 형태를 가지고 있으며, 양망 중에 양망기에 걸린 그물이 비정상적으로 올라올 때 그물을 풀어내거나, 투망 중에 양망기에서 풀려 나가는 그물에 신체가 걸려 양망기를 제대로 제어하지 못한 사고이었다. 한편 어선 건조 연도별 양망기 사고는 2007년 건조선박 부터 발생되었고, 2010년부터 2012년에 건조된 어선에서 11건이 발생되어 해당년도에 건조된 안강망어선의 어로설비의 성능과 배치에 대하여 안전성 위주의 조사·분석이 되어야 할 것으로 판단된다. 양망기로서 불롤러

양망기가 도입된 시기는 해양수산부 수산통계연보 어업별 어로장비현황 자료에는 나타나 있지 않지만, 업계의 의견에 따르면 2000년대 중반부터 서서히 도입되기 시작하였고, 사고통계에서는 2007년도 이전에 건조된 어선에서는 양망기 사고가 없었던 점을 감안하면 볼볼러 형의 양망기는 효율성은 높게 평가되지만, 불안정한 장비인 것으로 추정된다. 또한 4M 원인 중 방호대 불량(n)과 긴급정지장치 부재(p)의 원인이 강하게 영향을 미치므로 다른 종류의 안전한 양망기로 대체하는 등 적절한 조치가 요구될 뿐만 아니라 양망기와 같은 회전기계에 대한 작업안전수칙이 제정되고, 작업현장에 게시되어야 할 필요성이 있는 것으로 판단되었다.



4.3.2. 안강망어업 작업 중 안전수칙

본 연구에서 식별한 여러 가지 사고 원인과 KOSHA의 각종 작업 중 안전 사고지침, IMO의 2005 어선원과 어선 안전규칙 Part A의 내용을 참조하여 다음과 같이 일반안전작업수칙, 줄 안전작업수칙, 안강망어선 어로기계 안전작업수칙, 승하선안전수칙을 식별하여 제시하였다(Park et al., 2012).

일반안전작업수칙

- 1) 작업을 할 때는 규정된 복장 및 보호구를 착용한다.
 - ① 복장은 언제나 단정하고 너풀거리지 않게 한다.
 - ② 장갑, 안전화, 안전모 등의 보호구는 용도에 맞는 것으로 바르게 착용한다.
 - ③ 선외로 몸이 나가는 작업 또는 나쁜 날씨에는 반드시 구명조끼를 착용한다.
 - ④ 높은 곳에서의 작업은 반드시 안전대를 착용하고 안전줄을 걸어 작업한다.
- 2) 어로 설비 및 작업기구는 점검 후 사용한다.
- 3) 작업장 주위와 통로는 항상 청소하고 정리한다.

※ 주의 : 기계 가동 중에는 기계에 대한 청소, 정비 및 쓰레기 등을 제거하지 않는다.
- 4) 보행에 주의한다.
 - ① 계단을 오르내릴 때는 난간을 붙잡고 통행한다.
 - ② 높은 곳에서 뛰어내리지 않는다. 반드시 사다리를 사용한다.
 - ③ 선내는 언제라도 미끄러질 수 있다. 주의하고 함부로 뛰지 않는다.
 - ④ 어구나 사려진 줄 위를 넘어 다니거나 걷지 않는다.
 - ⑤ 물건을 달아 올리는 작업장의 밑으로 통행하지 않는다.

- 5) 작업 중에 장난이나 잡담을 하지 않으며 자기의 숙련을 믿고 방심하지 않는다.
- 6) 모든 기계는 담당자 이외의 취급을 금한다.
- 7) 음주 후 작업하지 않는다.
- 8) 위험표시 구역은 경각심을 가지고, 담당자 외 무단출입을 금한다.
- 9) 위험물 주위에 안전수칙과 표지를 게시하고 확인하며 준수한다.
- 10) 위험 작업에서 요행을 바라지 않는다. 불안전하면 작업을 중단 한다.
- 11) 선장은 작업 전 안전 작업 방법에 대하여 충분한 교육을 실시한다.

줄 안전작업수칙

- 1) 사용하는 줄은 사용할 때마다 결함이 있는지 검사하고 사용한다.
 - ① 과도한 마모상태, 이상 꼬임이 있으면 교체한다.
 - ② 도르래에 끼었거나 눌려진 흔적이 있는지 면밀히 검사한다.
 - ③ 속으로부터 녹이 베어 나오는 와이어 줄은 즉시 사용을 중지한다.
 - ④ 와이어 속이 드러나는 컴파운드 줄은 교체한다.
- 2) 줄의 재질과 굵기에 따른 파단 특성을 알고 사용해야 한다.
 - ① 당기거나 달아내는 물건의 하중이 줄의 안전사용하중을 넘지 않아야 한다.
 - ② 움직이는 물체는 동하중이 작용한다. 갑자기 감거나, 내릴 때 갑자기 정지하지 않는다.
 - ③ 줄은 이상 꼬임이 발생하지 않는 방향으로 풀어내거나 사린다.
- 3) 사용해야하는 줄의 굵기와 적합한 바퀴의 홈 직경을 가진 도르래를 사용한다.
 - ① 도르래 바퀴는 주유되고 잘 돌 수 있도록 정비한다.
 - ② 도르래는 새클 등의 충분한 안전사용하중을 가진 속구로 부착한다.

- ③ 도르래는 절대 줄 등으로 임시 결착하여 사용하지 않는다.
- 4) 사용되는 줄, 줄 고리, 혹 등의 연결 상태가 안전한지 확인하고 불안전할 경우에는 시정한다.
 - ① 어구, 중량 물건을 달 때 사용되는 후크는 반드시 새클로 줄에 부착한다.
- 5) 드럼에 줄을 감아 물건을 달아 올릴 때 줄의 형태, 드럼의 회전 방향에 주의하여 작업한다.
 - ① 합성섬유 줄은 드럼에 3~4회, 와이어 줄은 4~6회 감아 사용한다.
 - ② 드럼 회전방향에 맞추어 줄의 꼬임이 어긋나지 않는 방향으로 감는다.
 - ③ 뒷줄이 충분한 줄을 사용한다.
- 6) 하중이 걸리고 있는 줄 주변에 접근하지 않는다.
- 7) 줄은 언제라도 터질 수 있다. 항상 줄이 튕겨질 수 있는 방향에 대해 경계한다.

안강망어선 어로기계 안전작업수칙

- 1) 작업 전 작업 감독자는 작업 방법, 위험요소, 신호 방법 등을 교육하고 모든 작업자는 확인한다.
- 2) 롤러, 양망기는 지정된 작업자가 사용하고 레버의 위치, 구동 상태를 사용 전에 확인한다.
- 3) 사용되는 줄, 줄 고리, 혹 등의 연결 상태가 안전한지 확인한다.
- 4) 롤러, 양망기 조작자는 작업 지휘자의 지시에 따라 구동한다.
- 5) 롤러, 양망기 작업자는 롤러에서 충분히 안전한 거리를 두어야 한다. 보호 난간이 있는 것에는 그 안쪽으로 접근하지 않는다.
- 6) 어구 꼬임 등의 장애가 나타날 때에는 양망기나 롤러를 정지시키고

- 풀어낸다(특히, 볼롤러 양망기에서는 단독 작업 금지).
- 7) 당겨지거나 풀려나가는 어구를 밟지 않는다.
 - 8) 롤러, 양망기 조작자가 자리를 이탈할 경우에는 반드시 다른 작업원에게 알리고 동력을 차단해야 한다.
 - 9) 롤러나 양망기는 급하게 가속하거나 정지하지 않는다(비상 정지는 제외 한다).
 - 10) 주기적으로 정비하고 주유부에는 주유한다.

안강망어선 어로기계 사용 전 점검표

- 1) 기계 조종자는 충분한 조작 능력이 있는 자로 선정되어 있는가?
- 2) 기계 조작반과 작업장 사이에 경계를 방해하는 물건은 없는가?
- 3) 기계 구동부 주변은 청소되고 방해물은 없는가?
- 4) 클러치, 핸드 브레이커 등은 동력 구동전의 정상 상태로 있는가?
- 5) 조종 레버는 중립에 있으며 구동 방향은 확인되었는가?
- 6) 조타실 또는 작업장에 설치된 비상 정지 장치의 위치와 사용법을 확인 하였는가?
- 7) 어로기계와 같이 사용되는 줄과 각종 속구의 상태를 점검하였으며, 양호한가?
- 8) 유압유의 점도와 양, 기포의 유무 등 평소 정비 점검 사항은 이상이 없었는가?

승·하선 안전수칙

- 1) 절대로 뛰어 건너지 않는다.
- 2) 어획물 양륙용의 컨베이어나 육상 크레인에 달린 팔레트를 이용하지 않는다.
- 3) 사다리를 설치하여 승하선 한다.

- ① 사다리는 배의 현측에 단단히 고정한다.
 - ② 사다리 아래에는 안전망을 설치한다.
 - ③ 사다리는 미끄럼 방지가 되어야 하고 손잡이 난간이 설치되어야 한다.
 - ④ 조석에 따라 적절한 위치에 이동 설치할 수 있어야 한다.
 - ⑤ 사다리 주변은 적절한 조명이 비추어 져야 한다.
- 4) 배의 요동이 있을 때 승하선하지 않는다.
- ※ 주의 : 요동이 지속될 경우에는 사다리를 철거해 두어야 한다.



4.4. 요 약

본장에서는 작업 중 안전사고의 저감을 위한 방법을 찾기 위하여 제2장과 3장의 분석 결과 나타난 위험한 조건이나 불안전한 조건들에 대해 순차사건 분석법으로 사고의 시나리오를 작성하고 대응하는 방법을 모색하였다.

사고 시나리오 분석에서 나타난 안강망어업 조업 현장은 강한 조류역에서 다수의 어구를 사용하는 근본적인 위험성을 가지고 있음에도 작업절차나 안전수칙이 없었고, 현장 작업자의 기초적인 안전인식도 낮은 것으로 나타났다. 또한 사용되는 어로설비는 구동 효율성은 높지만 배치된 위치가 선체 곳곳에 산재되어 집중 감시가 곤란하고, 보호난간, 비상정지 장치, 감시 보조 장치가 없는 등 설비 시스템에 큰 문제가 있었다. 따라서 안강망어선 작업 중 안전 사고 저감을 위한 기본 대책은 사고의 직접적인 원인이나 불안전한 조건들을 제거하는 것으로서 시급히 작업 절차와 작업안전수칙, 각종 어로설비의 정비 등 점검관리에 관한 각종 안전관리 규정을 각 선박별로 제정하여 비치하는 것이 우선 필요할 것으로 사료된다.

어로기계의 구조적 결함의 위험한 조건은 부적절한 양망기의 배치와 사용이었고, 위험도가 높은 장비이므로 사용을 중지 시키거나 안전공학적인 검정과 안전 어로 적합성이 보장되도록 성능 개선이 요구되었다.

개인보호구는 위험한 작업에서 신체를 방호하는 기본적인 장비이지만, 사용에 대한 인식이 너무 낮으므로 지속적인 홍보·교육과 보다 편리한 보호구의 개발이 요구되었다.

안전사고 후에 사고 심각도를 가중시킬 수 있는 불안전한 원인은 부상자의 응급처치와 후송에 걸리는 시간 등이 있으나, 세부조사 내용이 없으므로 공식 조사 항목에 반영하여야 할 것이다.

작업장에서는 그 선박의 특수성에 맞도록 제정된 작업안전수칙과 작업절차

등의 규정을 게시하고, 위험표지판을 부착해서 작업원들이 수시로 익숙해질 수 있는 여건을 제공해야하며, 작업 전에는 항상 작업 방법과 자세에 관한 안전교육을 실시하여야 할 것이다.

선박의 각종 안전관리 규정은 일반적으로 안전관리자인 선박소유자가 작성하고, 각 선박에 제공해야하지만, 안강망어업의 영세성을 고려하면 각 회사마다 안전관리시스템을 구축하기가 용이하지 않을 것이다. 따라서 단위 수협이나 단체를 중심으로 구축하되 정부의 지원이 필요할 것으로 판단된다. 또한 외국인 선원의 작업 비중이 높으므로 모든 표지판과 안전 수칙 등의 게시물은 외국인 선원의 모국어로도 작성되어야 할 것이다. 또한 양망기 등의 기술적 검정이 필요한 설비에 대해서는 형식승인 등 최소한의 안전검정을 받는 등 제도적 장치가 시급한 것으로 판단되었다.

본 연구에서 식별한 여러 가지 사고 원인을 근거로 작성한 일반안전작업수칙, 줄 안전작업수칙, 안강망어선 어로기계 안전작업수칙, 승·하선안전수칙은 4.3.2와 같다.

제5장 안강망어업 작업 중 안전사고 저감의 경제적 효과 분석

5.1. 서 언

본 연구에서는 안강망어업에서 나타나는 각종 작업 중 안전사고에 대하여 위험성을 평가하고, 작업 중 안전사고를 저감하기 위하여 안강망어업에서 적용이 가능한 안전작업수칙을 마련하였다. 이를 통해 안강망어업에 종사하는 어선원을 대상으로 해당 수칙에 기반한 안전사고 예방교육을 실시할 경우 안강망 어선에서의 작업 중 안전사고가 상당 부분 저감될 수 있을 것이라 기대된다. 더불어 어선원의 건강권을 보장하고 인명피해 예방이 가능하며, 나아가 작업 위험도를 낮춤으로써 안전 우려로 인한 어선원으로서의 취업 기피 현상을 해결할 수 있을 것이다.

국외사례로 일본은 선원재해방지 기본계획을 통해 어선원에 대한 교육을 실시함으로써 어선원 안전사고 감소 효과를 지속적으로 거두고 있다. 따라서 본 장에서는 국내에서 안강망어업용 작업 중 안전사고 예방 지침을 개발하고, 어선원에 대하여 안전사고 예방교육을 실시하였을 때 기대되는 경제적 효과를 분석하였다.

5.2. 재료 및 방법

5.2.1. 경제적 효과 분석 방법

경제적 효과 분석은 분석을 시행하는 시점을 기준 연도로 하여 미래에 발생하는 모든 비용과 편익을 환산하여 그 크기를 비교하는 것이 일반적이다. 이는 현금이 시간 가치를 갖기 때문으로, 현재의 현금이 미래의 현금보다 높은 가치를 가진다는 점을 반영하기 위하여 모든 편익과 비용을 현재 시점의 가치로 환산하는 것이다(White et al., 2014). 마찬가지로 본 연구에서도 안전사고 예방교육을 위해 교재를 개발하고, 그 교재를 활용하여 교육을 실시하는데 소요되는 비용과 작업 중 안전사고가 감소함에 따라 발생하는 편익을 분석이 이루어지는 현재 시점의 금전적 가치로 환산하여 비교하였다.

현금의 시간적 가치를 고려하여 분석 시점으로 환산한 편익과 비용을 통해 경제성을 분석하는 방법으로는 순현재가치법(Net Present Value: NPV), 내부수익률법(Internal Rate of Return: IRR) 및 편익·비용 비율법(Benefit-Cost Ratio: BCR) 등이 있다. 순현재가치법은 현금흐름을 분석 시점으로 할인하는 기법으로, 현금의 시간적 가치를 고려하는 방법이다. 순현재가치법은 특정 사업에 대한 투자의 의사결정 뿐만 아니라 상호 독립적인 투자안들의 우선순위를 결정할 때 혹은 상호배타적인 투자안들을 결정할 때 적합한 자본예산기법이다. 순현재가치의 공식은 아래 식 (1)과 같다.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{TB_t - TC_t}{(1+r)^t} - I_0 \quad (1)$$

여기서, t 는 특정기간, r 은 사회적 할인율, TB 는 총수익, TC 는 총비용, I_0 는 초기 투자비용을 나타낸다. 식 (1)에서 알 수 있듯이, 순현재가치는 각 시점의 총

편익에서 비용을 차감하여 현재의 가치로 환산한 현재가치의 합에서 초기 투자 비용을 제한 값을 의미한다. 따라서 순현재가치가 0보다 클 경우 투자로 인해 발생하는 순편익이 초기투자비용을 제하고도 남는다는 것을 의미하므로 투자안을 채택하고, 0보다 작을 경우 초기 투자비용이 순편익보다 크다는 것을 의미하므로 사업안을 기각하는 것으로 의사결정을 한다(Bora, 2015).

내부수익률법은 유출된 현금의 현재가치의 합과 유입된 현금의 현재가치의 합이 같아지는 사회적 할인율을 살펴봄으로써 경제성을 판단하는 기법이다. 순현재가치법에서는 사회적 할인율에 따라 현금흐름이 현재가치로 환산되었던 것과 반대로 내부수익률법에서는 순현재금흐름을 0으로 만드는 사회적 할인율을 구하게 되며, 이를 내부수익률이라 칭한다(Engle, 2010). 내부수익률을 계산하는 수식은 아래 식 (2)과 같다.

$$0 = \sum_{i=1}^n \frac{TB_t - TC_t}{(1 + IRR)^t} - I_0 \quad (2)$$

여기서, t 는 특정기간, IRR 은 내부수익률, TB 는 총수익, TC 는 총비용, I_0 는 초기 투자비용을 나타낸다. 식 (2)을 살펴보면, 미래 각 시점의 편익에서 비용을 차감한 순편익의 합을 현재가치로 환산하였을 때 초기투자비용과 동일한 가치가 되게 하는 수익률이 내부수익률이 된다. 따라서 내부수익률법에서는 IRR 이 사회적 할인율보다 높을 경우 투자안을 채택하고, 사회적 할인율보다 낮을 경우 사업을 기각하는 방식으로 의사결정을 한다(Bora, 2015).

편익비용비율법은 현금유입액의 현재가치를 현금유출액의 현재가치로 나눈 편익비용비율을 투자안의 선택에 활용하는 방법이다(White et al., 2014). 내부수익률법이 초기투자비용에 대하여 수익률을 살펴보는 방법이라면, 편익비용비율법은 초기투자비용과 이후에 발생하는 현금유출에 대한 편익의 비율을 살펴보는 방법이라는 점에서 차이가 있다. 편익비용비율법을 계산하는 수식은

아래 식 (3)과 같다.

$$BCR = \sum_{t=1}^n \frac{TB_t}{(1+r)^t} / \left(\sum_{t=1}^n \frac{TC_t}{(1+r)^t} + I_0 \right) \quad (3)$$

여기서, t 는 특정기간, r 은 사회적 할인율, TB 는 총수익, TC 는 총비용, I_0 는 초기 투자비용을 나타낸다. 식 (3)에서 나타낸 것과 같이. 편익비용비율은 각 시점의 편익의 현재가치 합과 비용의 현재가치 합 간의 비율이므로 편익비용비율이 1 보다 클 경우 편익이 비용보다 크다는 것을 의미하므로 투자안을 채택하게 된다. 하지만 반대로 편익비용비율이 1보다 작을 경우 비용의 현재가치 합이 편익의 현재가치 합보다 크다는 것을 의미하므로 사업을 기각하는 방식으로 의사결정을 한다(White et al., 2014).

5.2.2. 경제적 효과 분석의 가정

분석 기간

경제적 편익과 비용이 발생하는 기간을 추정하는 데 있어 중요한 요소는 주요 시설에 대한 내용연수라 할 수 있다. 일반적으로 경제적 비용은 초기에 집중적으로 발생하지만, 경제적 편익은 장기에 걸쳐 발생하므로 분석기간을 어떻게 설정하느냐에 따라 미래에 발생하는 편익의 현재가치에 큰 영향을 미칠 수 있다.

유사한 교육을 실시하고 있는 일본의 경우 5년마다 선원재해방지 기본계획을 수립하여 운영하고, 이전 5개년 기본계획과 비교해 목표 달성 여부를 평가하고 있다. 따라서 본 연구에서는 일본의 사례를 참고해 10년의 기간을 가정하여 안강망 어업용 작업 중 안전사고 예방 지침을 개발하고, 안강망어업 어선원에 대한 안전사고 예방교육을 통한 작업 중 안전사고 저감의 경제적 효과를 분석하였다.

사회적 할인율

순현재가치법, 내부수익률법, 편익비용비율법 모두 투자안의 경제적 가치를 분석하는데 있어 현금의 시간적 가치를 고려하므로 사회적 할인율을 어떻게 결정하느냐에 따라 그 결과가 다르게 나타난다. 하지만 시장의 불완전성과 위험도의 상이성 등으로 인하여 사회적 시간선호율, 민간부문의 한계투자수익률, 공공부문의 기회비용, 소비자이자율, 생산자이자율 및 시장이자율 등이 모두 다르게 나타난다(KISTEP, 2016).

따라서 적절한 사회적 할인율을 설정하는 것이 매우 중요하다. 사회적 할인율이

지나치게 높을 경우 경제적 타당성이 과도하게 낮게 평가되어 필요한 사업을 할 수 없게 되며, 지나치게 낮을 경우 대안들의 경제성이 지나치게 높게 평가되어 공공사업에 대한 자원배분이 왜곡될 가능성이 있다. 이를 고려하여 본 연구에서는 기획재정부에서 공공사업에 대한 투자 평가에 활용하도록 권고하고 있는 사회적 할인율인 4.5%를 활용하였다(Ministry of Strategy and Finance, 2019).



5.2.3. 편익의 추정

안강망어업의 어선원에 대한 안전사고 예방교육을 위한 교재를 개발하고, 교육을 실시함으로써 발생하는 편익은 안강망어업의 어선원에게 발생하는 작업 중 안전사고의 감소로 나타난다. 따라서 교육을 실시하였을 경우 저감되는 사고 건수와 그에 따라 감소되는 보험지급 금액을 안전사고 예방교육에 의한 편익으로 추정할 수 있다.

이러한 편익을 추정하기 위해서는 현재 안강망어업에서 발생하고 있는 작업 중 안전사고 사고 건수와 그에 따른 보험 지급금액 자료가 필요하다. 이와 더불어 안전사고 예방교육을 실시함으로써 거둘 수 있는 사고 발생률 감소 효과를 파악하여야 한다.

먼저, 작업 중 안전사고 사고 건수와 사고 건별 보험 지급금액은 앞서 위험성 평가에서 활용한 2016년부터 2018년까지 안강망 어선원에 대한 수협이 근해 안강망 어선원 재해보상보험 자료 581건을 바탕으로 파악하였다. 해당 자료를 발생형태 분류에 따라 맞음, 넘어짐, 끼임, 부딪힘, 깔림, 떨어짐, 물에 빠짐, 데임, 기타로 분류하였으며, 2016년부터 2018년까지 연도별로 각 분류형태의 사고 건수와 보험 지급금액을 산출하였다.

마지막으로 이렇게 구해진 각 연도의 분류 형태별 사고 건수와 보험 지급금액의 3년 평균치를 산출하였다(Table 5-1). 이때, 사고 건수는 정수가 되어야 하므로 반올림하여 계산하였다. 그 결과, 유형별로 분류하였을 때 맞음 사고가 가장 많은 연평균 59건을 기록하였으며, 넘어짐이 51건으로 그 뒤를 이었다. 보상 금액의 경우 물에 빠짐이 사고 건당 평균 약 2,500만 원으로 가장 높은 것으로 나타났으며, 기타 사고가 건당 평균 약 2,000만 원으로 가장 낮게 나타났다.

Table 5-1. Average number of accident and amount of insurance per case in the stow net fishery from 2016 to 2018

Items	Number of accident (Cases)	Insurance (Won/case)
Struck by object	59	17,175,467
Slips and trips	51	12,752,375
Trapped with object	30	19,053,689
Bumping	18	9,142,702
Falling beneath object	7	13,522,235
Falls from height	6	13,540,588
Falls into water	3	25,139,389
Burning	3	1,940,325
Others	8	19,971,415

한편, 안전사고 예방교육은 아직 실시되기 전이므로 교육 실시에 따른 작업 중 안전사고 감소 효과는 간접적으로 추정할 수밖에 없는 실정이다. 간접적 추정을 위해서는 유사 산업 분야의 안전사고 예방교육에 따른 효과를 관찰하거나, 어업 분야에 대한 다른 국가에서의 유사 안전사고 예방교육의 효과를 살펴볼 수 있다. 하지만 어업의 경우 유사 산업분야인 농업 및 축산업과 매우 상이한 작업 환경을 가지고 있으며, 동일하게 해상에서 작업이 이루어지는 해운업과도 작업 특성이 매우 다르다.

따라서 간접적 추정을 위해 본 연구에서는 일본에서의 어업 분야에 대한 안전사고 예방교육의 효과를 활용하였다. 특히 안강망어업은 일본에서 개발되어 한국으로 전래되었으므로 작업의 형태가 상당히 유사하며, 어업의 구조 역시 일본과 한국은 매우 유사한 특성을 갖고 있으므로 일본의 어업에 대한 안전사고 예방교육 효과를 살펴봄으로써 안강망어업의 어선원에 대한 안전사고 예방교육 실시 효과를 추정할 수 있을 것이라 판단하였다.

일본에서는 1968년부터 선원재해방지 기본계획을 5년마다 수립하여 선원재해 방지를 위한 안전·보건 관리체제 구축, 안전·보건 교육 실시 등을 추진해 오고 있다. 그 결과, 제9차 선원재해방지 기본계획(2008~2012) 수립 당시 연평균 430 건이던 어업 분야 사고 건수가 제10차 선원재해방지 기본계획(2013~2017) 수립 이후 연평균 341건으로 감소한 것으로 나타났다(MLIT, 2019). 이러한 결과를 사고 감소율로 계산한 결과, 연평균 사고 발생 감소율은 2.29%이었다.

따라서 한국에서도 안강망어업에 대하여 안전작업수칙을 마련하고, 이를 토대로 안전사고 예방교육을 실시할 경우 일본 사례와 유사하게 연 2.29%의 사고 감소 효과를 거둘 수 있을 것이라 추정된다. 편익의 추정을 위하여 2.29%의 사고 감소율을 앞서 Table 5-1의 연평균 분류 형태별 사고 건수에 적용하였을 때, 향후 10년 동안의 사고 건수 추이는 Table 5-2와 같다.

Table 5-2. Predicted number of accident per year for 10 years

Items	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Struck by object	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49
Slips and trips	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41
Trapped with object	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	21
Bumping	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Falling beneath object	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Falls from height	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Falls into water	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Burning	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Others	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Total	185	181	177	173	169	165	161	157	153	158	156

부딪힘, 깔림, 떨어짐, 물에 빠짐, 데임, 기타 유형의 사고는 발생 건수가 많지 않아, 연간 2.29%의 감소율을 적용하였을 때 사고 건수의 감소는 없는 것으로 나타났다. 이는 앞서 언급한 것과 같이, 사고 건수를 정수로 유지하기 위하여 반올림을 실시한 결과이며, 이에 따라 사고 발생 건수의 감소가 예상되는 끼임 사고에서도 전년도에 비해 사고 건수가 감소하지 않는 사례가 관찰된다. 분류 형태별 사고 건수를 합산한 총 사고 건수는 10년이 지난 시점에 156건으로 0년도의 185건에서 29건 감소하는 것으로 추정되었다.

Table 5-2의 예측되는 분류 형태별 사고 발생 건수의 변화와 앞서 산출한 분류 형태별 사고 건당 보험 지급금액을 활용하여 편익인 보험지급금 감소액을 추정할 수 있다. 이때, 각 연도의 감소한 사고 발생 건수는 안전사고 예방교육이 실시되지 않았던 시점을 기준으로 측정되어야 하므로, (0년도의 사고 발생 건수) - (해당 년도의 사고 발생 건수)가 된다. 이를 통해 추정된 편익을 연도별로 추정하여 나타낸 것이 Table 5-3이다. 즉, 교육을 통해 사고 건수가 지속적으로 감소함에 따라 편익 역시 매년 증가하는 형태를 보이고 있으며, 10년이 지난 시점에는 그 편익이 연간 약 5억 원에 달할 것으로 추정된다.

Table 5-3. Predicted benefit per year for 10 years

(Unit: 1,000Won)

Items	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Struck by object	0	17,175	34,351	51,526	68,702	85,877	103,053	120,228	137,404	154,579	171,755
Slips and trips	0	12,752	25,505	38,257	51,009	63,762	76,514	89,267	102,019	114,771	127,524
Trapped with object	0	19,054	38,107	57,161	76,215	95,268	114,322	133,376	152,430	171,483	171,483
Bumping	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falling beneath object	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falls from height	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falls into water	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Burning	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Others	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	48,982	97,963	146,945	195,926	244,908	293,889	342,871	391,852	440,834	470,762

5.2.4. 비용의 추정

안강망어업 어선원에 대해서 안전사고 예방교육을 실시하기 위해 소요되는 비용으로는 교육에 필요한 교재를 개발하는 비용과 교육을 운영하기 위해 소요되는 비용이 있다. 우선 교재 개발비용의 경우 본 연구를 통해 평가된 위험성과 그에 대한 대응방안으로서 도출된 안강망어업용 작업 중 안전사고 예방 지침을 활용하여 교재를 개발하는데 1억 5천만 원이 소요될 것으로 추정되었다. 구체적인 교재 개발비용의 자세한 내역은 Table 5-4와 같다.

Table 5-4. Costs for making training materials

Items	Cost (1,000Won)
Research and development for guidance	120,000
Making of training materials	30,000
Total	150,000

또 다른 비용 항목인 교육 운영비용의 경우 현재 이미 수협중앙회가 어업인을 대상으로 연간 국고 4억 8천만 원과 자부담 1억 2천만 원, 총 6억 원의 예산을 투입하여 안전교육을 실시하고 있다(Ryu et al., 2020). 이러한 안전교육에는 안강망어업 어선원을 대상으로 한 안전교육도 포함되어 있으므로, 새로운 교육 교재를 개발하여 교육프로그램을 운영한다고 하더라도 추가적인 비용이 발생하지 않을 수 있다. 혹은 새로운 교재를 통해 보다 집중적인 안전교육을 행할 경우 추가적인 운영비용이 추가될 수도 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 안전사고 예방교육의 운영비용에 대하여 두 가지 시나리오를 설정하여 경제적 효과 분석을 수행하였다. 첫 번째 시나리오는 별도의 추가적인

교육 운영비용이 소요되지 않는 것을 가정하였다. 이 시나리오에서는 기존의 교육 인력과 시설을 활용하여 교육 운영이 가능할 것으로 가정하였다. 두 번째 시나리오에서는 현행 수협중앙회의 연간 교육 운영비용인 6억 원의 10%인 6천만 원이 새로운 안강망어업 어선원 대상 안전사고 예방교육에 추가적으로 소요되는 것으로 가정하였다.



5.3. 결과 및 고찰

5.3.1. 시나리오 (1): 추가적인 교육 운영비용이 소요되지 않는 경우

해당 시나리오에서는 현재 수협중앙회에서 투입하고 있는 연간 교육 운영비용 외에 추가적인 교육 운영비용이 소요되지 않는 것을 가정하였다. 이에 따라 교재 개발에 따른 비용만이 발생하며, 교재는 5년 마다 개발되는 것으로 가정하였다. 이를 토대로 향후 10년의 기간에 대하여 4.5%의 사회적 할인율을 적용하여 경제적 효과 분석을 실시하였다.

분석 결과, Table 5-5에서 나타낸 것과 같이, 순현재가치(NPV)는 약 17억 원으로 0보다 크고, 내부수익률(IRR)은 71.6%로 사회적 할인율인 4.5%보다 크며, 편익비용 비율(BCR) 또한 7.32로 1보다 크므로 안강망어업 어선원을 대상으로 교육 교재 개발을 통한 안전사고 예방교육은 충분한 경제성을 가지는 것으로 분석되었다.

Table 5-5. Result of economic analysis for scenario 1

Net present value (Won)	Internal rate of return (%)	Benefit cost ratio
1,708,749,348	71.6	7.32

5.3.2. 시나리오 (2): 현재 수협중앙회 교육비용의 10%를 운영비용으로 소요되는 경우

해당 시나리오에서는 현재 수협중앙회에서 투입하고 있는 연간 교육 운영비용 6억 원에 추가적으로 10%의 교육 운영비용이 소요되는 것을 가정하였다. 이에 따라 비용은 교재 개발에 따른 비용과 매년 6,000만 원의 운영비용이 발생하는 것으로 가정하였다. 여기서도 교재는 5년 마다 개발되는 것으로 가정하였다. 이를 토대로 향후 10년의 기간에 대하여 4.5%의 사회적 할인율을 적용하여 경제적 효과 분석을 실시하였다(Table 5-6).

분석 결과, Table 5-6에서 나타낸 것과 같이, 순현재가치(NPV)는 약 12억 원으로 0보다 크고, 내부수익률(IRR)은 46.9%로 사회적 할인율인 4.5%보다 크며, 편익비용 비율(BCR)은 2.66으로 1보다 큰 것으로 나타나 안강망어업 어선원을 대상으로 교육 교재 개발과 교육 프로그램 운영을 통한 안전사고 예방교육은 경제성이 있는 것으로 분석되었다.

Table 5-6. Result of economic analysis for scenario 2

Net present value (Won)	Internal rate of return (%)	Benefit cost ratio
1,233,986,258	46.9	2.66

안강망어업 어선원에 대한 안전사고 예방교육의 운영비용에 대해 두 가지 시나리오를 설정하여 경제적 효과 분석을 수행한 결과, 앞서 살펴본 것과 같이, 두 가지 시나리오 모두 경제성이 매우 우수한 것으로 분석되었다.

추가적으로 운영비용의 불확실성을 고려하기 위하여 안전사고 예방교육이 경제성을 확보할 수 있는 최대 교육 운영비용을 분석해 보았다. 분석 결과, 안전사고 예방교육이 경제성을 가질 수 있는 연간 교육 운영비용은 최대 약 2억 1,600만 원 이하가 되어야 하는 것으로 추정되었다.

5.4. 요 약

본 장에서는 안강망어업의 어선원을 대상으로 한 안전사고 예방교육을 통한 안전사고의 저감에 따른 경제적 효과를 분석하였다. 분석을 위하여 현금의 시간 가치를 고려할 수 있는 순현재가치법, 내부수익률법, 그리고 편익비용비율법이 사용되었으며, 10년의 기간에 대하여 기획재정부가 권고하는 4.5%의 할인율을 적용하였다.

편익의 경우 안강망어업의 어선원을 대상으로 한 안전사고 예방교육을 통해 저감되는 사고 건수와 그에 따라 감소하는 보험 지급금액을 추정하여 적용하였다. 이를 위해 2016년부터 2018년까지 수협중앙회의 근해안강망 어선원에 대한 재해보상 보험자료 581건을 활용하였다. 또한 사고 감소율은 일본의 선원재해방지 기본계획에 따른 어선원 재해사고 감소율을 활용하여 국내에서 안강망어업 어선원 대상 안전재해 예방교육이 실시될 경우의 사고 감소율을 추정하였다.

비용의 경우 안전사고 예방교육을 위한 교재 개발비가 5년마다 1억 5천만 원 소요되는 것으로 가정하였다. 그리고 교육 운영비용의 경우 수협중앙회가 기존에 실시하던 어업인 대상 교육 운영비용에서 추가적인 비용 발생이 없을 경우와 10%의 추가적인 비용 발생이 있을 경우, 즉 두 가지 시나리오로 나누어 경제적 효과를 분석하였다.

분석 결과, 추가적인 운영비용 소요가 없다고 가정한 첫 번째 시나리오에서 순현재가치(NPV)는 약 17억 원으로 0보다 크고, 내부수익률(IRR)은 71.6%로 사회적 할인율인 4.5%보다 크며, 그리고 편익비용비율(BCR)은 7.32로 1보다 큰 것으로 나타나 안강망어업 어선원을 대상으로 한 안전사고 예방교육은 충분한 경제성을 확보하는 것으로 분석되었다.

10%의 추가적인 운영비용 발생을 가정한 두 번째 시나리오에서도 순현재가치(NPV)는 약 12억 원으로 0보다 크고, 내부수익률(IRR)은 46.9%로 사회적 할인율인 4.5%보다 크며, 그리고 편익비용비율(BCR) 또한 2.66으로 1보다 큰 것으로 나타나 경제성이 있는 것으로 분석되었다. 추가적으로 안전사고 예방교육의 연간 운영비용이 최대 약 2억 원까지 증가하더라도 안전사고 예방교육은 경제성을 확보할 수 있는 것으로 평가되었다.



제6장 종합 고찰

우리나라 연근해어업은 오랜 역사에 걸쳐 계승 발전하여 왔고, 어선원들이 어로를 수행하는 과정에서 수많은 목숨을 잃었다. 근래에는 어로와 어선 건조의 기술적 진보와 인적 요인에 의한 해양사고 저감 노력으로 과거에 비하여 어로 중에 목숨을 잃거나 다치는 사례가 다소 감소하였다. 선박사고 대부분은 해양사고로서 해양경찰청과 KMST에 의해 보고된 해양사고통계가 국가 공식통계로 나타나지만, 해양사고의 한 분류인 안전사고(인명사상) 통계는 작업 중 안전사고로, 사고의 상당한 수가 보고되지 않아 실제 안전사고 수와는 통계적 차이가 크다. 이러한 안전사고 통계의 불확실성은 작업 중 안전사고의 원인을 파악하고 사고를 저감시킬 수 있는 대책을 수립하는데 큰 저해 요인이었다.

어선원의 작업 중 안전사고에 의한 어로 기능 상실은 어선 어업의 존폐에 직접적인 영향을 미치고 있고, 산업안전 측면에서도 어선원을 보호해야할 시급한 사회적 해결 과제로 인식된다. 사회적인 승선 기피현상과 상해로 인한 어선원의 감소로 선원 수급도 어려워져 많은 외국인 선원이 유입되고는 있지만, 업종마다 적정한 어로 인원이 충족되지 않고 있는 실정이다. 우리나라 선원의 부족은 책임 있고 지속 가능한 수산업을 유지해 나가는데 장애가 될 뿐만 아니라, 이러한 어선원의 결원이 어업 작업 중 안전사고를 가중시켜 어선원을 보호하기도 어렵게 한다. 이런 관점에서, 어선에서 작업 중 안전사고로 인한 어선원의 인명 피해를 저감할 수 있는 방안 모색과 대책을 마련하여 시행하는 것이 시급하다.

본 연구에서는 안강망어업에서 작업 중 안전사고 저감 대책을 마련하기 위하여 안강망어업 작업 중 안전사고에 대한 위험도 평가, 전문가 설문조사, KMST의 재결서 분석을 통하여 안전사고의 원인에 대하여 살펴보았고, 이러한 대책의 이행

으로 안전사고가 저감될 경우 경제적 효과도 분석해 보았다.

첫째, 안강망어업에서 작업 중 안전사고 발생빈도와 심각도를 이용한 위험도 평가는 수협이 재해보상보험 급여 승인 자료를 분석하였으며, 사고 발생빈도는 발생확률로 정량화한 결과, 맞음, 넘어짐, 끼임, 부딪힘, 떨어짐 순이었다. 심각도는 보험급여 지급액으로 정량화한 결과, 기타, 맞음, 떨어짐, 끼임, 넘어짐, 깔림, 부딪침 순으로 사고 유형별 위험도를 평가하면 맞음, 끼임, 넘어짐이 고위험군으로, 부딪힘, 떨어짐, 기타, 깔림이 중위험군으로 분류되었다. 안강망어업은 효율적이고 안전한 어로를 위해 어선과 어구, 어로설비 분야가 지속적으로 개선되어 왔으나, 안전성은 매우 미흡한 것으로 판단된다. 어법의 위험성과 더불어 어선과 어로설비의 위험성이 어선원의 작업안전에 큰 위협이 되고 있으므로 작업 중 안전사고의 상세한 원인과 그 수준을 밝히고, 인명 피해를 저감할 수 있는 방안을 포함한 작업안전관리 체계를 시급히 구축하여야 할 것이다.

둘째, 현장 전문가 설문조사와 KMST의 재결서 분석은 수협이 재해보상보험 급여 지급 자료에 나타나지 않은 위험 요인을 식별하기 위해 수행하였다. 설문조사 결과 어로가 중위험 이상의 인식도를 나타내어 수협자료 분석과 유사하였고, 작업의 전 과정에서 안전사고 유형별로는 넘어짐, 부딪힘, 끼임, 맞음, 떨어짐, 기타 순으로 위험한 것으로 나타나 수협자료 분석과는 약간의 차이가 있었는데 이것은 현장의 어로 전문가들이 위험 평가에 대한 지식이 미흡하여 부딪힘과 맞음에 대한 구분이 불명확하였기 때문으로 추정되었다. 과정별로 빈번하게 발생하는 안전사고 형태는 어로작업 중에는 끼임과 맞음이 다른 과정에 비해 크게 위험한 것으로 인식되었고, 사고의 발생장소는 어구를 투·양망하는 설비 거치 장소와 작업이 주로 이루어지는 선수, 갑판 순이었다.

재결서 분석결과 심각도가 높은 안전사고 유형은 어로과정으로 끼임, 떨어짐

(물에 빠짐), 맞음 순으로 나타나 설문조사 결과와 유사하였다. 사고 발생 장소는 우현 선수, 중앙부 우현, 좌현 순으로 나타나 설문조사 결과와는 다소 다르게 나타났지만, 양망기가 있고 닻의 신출과 거치가 이루어지는 선수부의 우현이 가장 위험한 것은 일치하였다.

안전사고 원인의 설문 분석 결과는 재결서 분석 결과와 차이가 있었다. 각 4M 요인별로 큰 비중을 차지하는 중요 원인은 인적 요인에서는 모두 개인의 부주의로 나타났는데, 재결서 분석에서는 개인방호구 미착용도 높은 비중을 차지하였다. 환경적 요인을 보면 설문조사 결과는 외국인 혼승으로 인한 의사소통 불량이가장 크게 나타나지만, 재결서 분석에서는 높은 장력의 긴 줄과 그물로 나타났다. 기계적 요인을 보면 설문조사 결과는 장비의 노후나 정비 불량과 어로 기계의 구조적 결함이었으나, 재결서 분석에서는 방호대 불량과 긴급 정지 장치 부재가 큰 원인으로 나타났다. 관리적 요인을 보면, 설문조사에서는 어업작업 관행과 위험요인/상황에 대한 사전 교육 부족이었고, 재결서 분석에서는 작업규정 지침이 없음과 위험요인/상황에 대한 사전 교육 부족으로 나타났다. 설문조사에서는 전체적인 사고 위험에 대한 견해이고, 재결서는 중요 사고에 대한 결과이므로 모두 중요 원인으로 보아야 할 것이다.

수협 자료 분석과 설문조사, 재결서 분석에서 나타나는 위험한 조건이나 불안정한 조건들에 대해서 순차사건 분석법으로 사고의 시나리오를 작성한 결과, 안강망 어업 조업 현장은 강한 조류역에서 다수의 어구를 사용하는 근본적인 위험성을 가지고 있지만, 작업 절차나 안전수칙 조차 없었고, 현장 작업자의 기초적인 안전 인식도 낮은 것으로 나타났다. 또한 사용되는 어로설비는 구동 효율성은 높지만, 배치된 위치가 선체 곳곳에 산재되어 집중 감시가 곤란하고, 보호난간, 비상정지 장치, 감시 보조 장치가 없는 등 설비 시스템에 큰 문제가 있었다. 일반적으로

사고의 예방과 근절에는 사고의 속성에 나타나는 인적오류의 저감이 효과적이다. 표면적으로 나타난 사고의 직접 원인은 인적오류인 개인의 부주의가 가장 크지만, 안강망어업에서는 다른 불안전한 조건이나 고유의 위험한 조건이 너무 많았다.

따라서 안강망어선 작업 중 안전사고 저감을 위한 기본 대책은 사고의 직접적인 원인이나 불안전한 조건들을 제거하는 것으로서 시급히 작업 절차와 작업안전 수칙, 각종 어로설비의 정비 등 각종 안전관리 규정을 각 선박마다 제정하여 사용하는 것이 우선 필요하다. 이와 병행하여 어로기계의 구조적 결함으로 표현되는 위험도가 높은 부적절한 양망기의 배치와 사용에 대해서도 사용을 중지 시키거나 안전공학적인 검정과 안전 어로 적합성이 보장되는 성능 개선이 요구된다.

시급히 시행해야할 요소로서 가장 중요한 것은 개인보호구 착용이다. 개인 보호구는 위험한 작업에서 신체를 방호하는 기본적인 장비이지만 사용에 대한 인식이 너무 낮으므로 지속적인 홍보·교육이 요구되고 좀 더 편리하고 안전한 보호구의 개발·보급이 요구된다. 다음으로 작업장에서는 그 선박의 사정에 맞도록 제정되어 제공된 작업안전수칙과 작업절차 등의 규정을 게시하고 위험 표지판을 부착해서 작업원들이 수시로 익숙해 질 수 있는 여건을 제공해야하며 작업 전에는 항상 작업 방법과 자세에 관한 안전교육을 실시해야 할 것이다. 필요한 최소한의 안전 수칙은 사고 원인을 근거로 작성한 일반안전작업수칙, 줄 안전작업수칙, 안강망어선 어로기계 안전작업수칙, 승·하선안전수칙으로 제4장에서 이 수칙들을 제시하였다.

선박의 각종 안전관리 규정은 일반적으로 안전관리자인 선박소유자가 작성하고, 각 선박에 제공해야하지만 안강망어업의 영세성을 고려하면 각 회사마다 안전 관리시스템을 구축하기 어려우므로 수협이나 단체를 중심으로 구축하되 정부의 지원이 필요할 것으로 판단된다. 또한 외국인 선원의 작업 비중이 높으므로 모든

표지판과 안전 수칙 등의 게시물은 외국인 선원의 모국어로도 작성되어 게시되어야 한다.

안전사고 후에 사고 심각도를 가중시킬 수 있는 불안정한 원인은 부상자의 응급처치와 후송에 걸리는 시간 등이 있으나, 조사가 미흡하므로 공식 조사 항목에 반영하여야 할 것이다. 또한, 양망기 등의 기술적 검정이 필요한 설비에 대해서는 형식승인 등 최소한의 안전검정을 받는 등 제도적 정비가 시급한 것으로 판단되었다.

셋째는 작업 중 안전사고 예방교육을 통하여 안전사고 저감 시 경제적 효과 분석 결과로서 분석방법은 순현재가치법, 내부수익률법, 편익비용비율법 3가지가 사용되었으며, 일본의 사례를 참고하여 예방교육기간은 10년, 사회적 할인율은 4.5%를 적용하였다. 또한, 교육 운영비는 기존 시설을 이용하여 추가 비용 발생이 없을 경우와 현재 수협중앙회 운영비용의 10%인 6천만 원 소요되는 2가지 시나리오를 가정하여 분석하였다.

분석결과, 추가비용 발생이 없을 경우 순현재가치는 17억원으로 0보다 크고, 내부수익률은 71.6%로 4.5%보다 크며, 편익비용비율은 7.32%로 1보다 커 작업 중 안전사고 예방교육은 충분한 경제성이 있는 것으로 추정되었다. 또한 추가비용이 발생했을 경우 순현재가치는 12억원, 내부수익률은 46.9%, 편익비용비율은 2.66%로 경제성이 있는 것으로 분석되었다.

아무리 좋은 대책이 수립되더라도 이행이 되지 않으면 결국 의미가 없어지므로, 그러한 대책을 법이라는 제도에 포함시켜 의무화할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서 나온 대책들을 의무화하기 위한 방안을 제시하고자 한다.

어업작업 중 안전사고 발생의 가장 중요한 원인 중의 하나인 양망기 등 각종 어로설비에 대한 안전기준을 마련하여 어선법을 개정할 필요가 있으며, 세부 법조

항은 제3조(어선의 설비)에 근거한 고시 ‘어선설비기준’에 포함시키는 것이다. 또한, 본 연구에서 식별한 여러 가지 사고 원인을 근거로 작성한 일반안전작업 수칙, 줄안전작업수칙, 안강망어선 어로기계 안전작업수칙, 승·하선안전수칙 등 4개 수칙을 포함하는 어업작업 안전기술기준(가칭)을 마련하여 어선안전조업법에 담아 어업인이 안전사고로부터 안전하게 조업할 수 있도록 지속적으로 노력해야 할 것이다.



감사의 글

우선, 저를 알고 있는 모든 분들의 건강과 행복, 그리고 소망하시는 모든 일이 이뤄질 수 있도록 간절히 기원드립니다.

코로나-19라는 초유의 상황에도 불구하고, 비대면 방식을 통해 논문이 제출될 수 있도록 배려해 주신 이춘우 심사위원장님, 그리고 지속적인 사랑과 관심을 주신 김형석 지도교수님, 매의 눈으로 꼼꼼하게 조언을 해 주신 김욱성, 류경진 심사위원님께 감사의 말씀을 드립니다.

그리고 바쁘신 가운데 작업 중 안전사고에 대한 안전교육을 실시했을 경우 경제적 효과 분석으로 논문의 완성도를 높여 주신 부경대학교 김도훈 교수님께 다시 한 번 고개 숙여 감사의 인사를 전합니다. 본 연구는 국립수산물품질관리원 실태 조사를 통한 고위험 어업재해 안전지침 개발 중 고위험업종인 안강망어업관련 연구의 일부임을 밝히고 감사의 뜻을 표하며, 마지막으로 본 논문이 완성되기까지 초지일관, 물심양면, 음지에서 묵묵히 지원을 아끼지 않으신 이유원 동기님께 진심으로 고마움을 전합니다.

참고문헌

- Bora B. 2015. Comparison between net present value and internal rate of return. International Journal of Research in Finance and Marketing 4(12), 61-71.
- Caridis P. 1999. Casualty analysis methodology for maritime operations. Report of CASMET project. 1-40.
- Cho SK, Cha BJ and Kim HY. 2011. Catches of main species and bycatch according to the codend mesh sizes of stow net on anchor in the West Sea of Korea. J Korean Soc Fish Technol 47(2), 88-98. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2011.47.2.088>.
- Cho SK, Park CD, Kim HY, Kim IO and Cha BJ. 2010. Catches comparison according to the codend mesh size of stow ent on anchor in the West Sea of Korea. J Korean Soc Fish Technol 46(1), 1-9. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2011.46.1.001>.
- Choi JH, Kim WR, Jang KS and Park JC. 2006. A study for a reduction of machinery damage on fishing vessels. J Korean Ship Safety Technology Authority 21, 51-65.
- 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(1), 82-93. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFOT.2019.55.1.082>.
- Engle CR. 2010. Aquaculture economics and financing: Management and analysis. Wiley India, New Delhi. 1-260.

- Han HS, Oh HK, Kang BM, Jo TH, Kim YS and Kim BC. 1980. Studies on the improvement of stow net- I . Model experiment. Bull Fish Res Dev Agency 23, 203-218.
- Han HS, Kang BM, Jo TH, Kim BC and Chang JW. 1981. Studies on the improvement of stow net-II, Development of sheering canvas. Bull Fish Res Dev Agency 27, 119-126.
- International Maritime Organization (IMO). 1997. Code for the investigation of marine casualties and incidents: IMO Res. A 20/Res. 849, IMO, 1-21
- International Maritime Organization (IMO). 2002. Guidelines for formal safety assessment (FSA) for use in the IMO rule-making process document. MSC/Circ.1023/MEPC/Circ.392, IMO, 1-54.
- Jo TH, Kim BC, Kim BA and Chang Jw. 1983. Studies on the improvement of stow net-III, Model experiment on the improvement of anchor. Bull Fish Res Dev Agency 31, 61-68.
- Jeong SJ, Kim IO, Park CD, Bae BS, Kim SH and Jeong GC. 2019. Illustrations of Korean fishing vessels. NIFS, Busan, Korea, 87-100.
- Jung CH, Park YS, Kim JS and Kim SW. 2012. A study on the cause analysis for the capsizing accident in fishing Vessels. J Fish Mar Sci Edu 24(1), 1-8.
- Kang IK, Kim HS, Shin HI, Lee YW, Kim JC and Kim HJ. 2007. Safety countermeasures for the marine casualties of fishing vessels in Korea. J Korean Soc Fish Technol 43(2), 149-159.
- Kang KB, Kim JB, Heo NH and Kim SJ. 2018. A study on the installation methods of automatic identification buoy of fishing gear on coastal stow net. JFMSE 30(4), 1453-1462. <http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2018.08.30.4.1453>.

- Kim DA and Ko KS. 1985. A study for designing the zonal canvas type of stow net. Bull Korean Fish Soc 18(1), 1-7.
- Kim HT, Na S and Ha WH. 2011. A case study of marine accident investigation and analysis with focus on human error. J Ergonomics Soc Korea 30(1), 137-150.
- Kim JH and Chang SR. 2006. A questionnaire survey on occupational disease of fisheries. J Kor Soc Safety 21(5), 84-91.
- Kim JK. 1990. Improvement of the spreading efficiency of stow net. Ph.D. Thesis, Cheju National University, Korea, 1-46.
- Kim SH, Kang IK, Kim HS and Kim YS. 2017. An analysis on marine casualties of fishing vessel by FTA method. J Korean Soc Fish Technol 53(4), 430-436. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2017.53.4.430>.
- Kim SK and Kang JP. 2011. A study on the relationships between the casualties of fishing boats and meteorological factors. J Fish Mar Sci Edu 23(3), 351-60.
- Kim TO, Lee BG and KIM JK. 1994. Comparative analysis on the fishing efficiency of stow nets, traditional and improved. Bull Korean Soc Fish Technol 30(1), 1-12.
- Kim WR, Choung KG and Lee SH. 2008. The study for improving main engine utilization by analysis of actual condition for small fishing boat. J Korean Ship Safety Technology Authority 24, 21-37.
- 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(4), 614-622.
<http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2014.50.4.614>.
- Kim WS, Lee JH, Kim SJ, Kim HS and Lee YW. 2013. A basic study on control factor for the marine casualties of fishing vessels in Korea. J Korean Soc Fish Technol 49(1), 40-50. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2013.49.1.040>.
- Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning (KISTEP). 2016. Guidelines for preliminary feasibility study on R&D project. Report of KISTEP. 1-397.
- Korean Maritime Safety Tribunal (KMST). 2018. Statistics of marine casualty. <https://www.kmst.go.kr/kmst/statistics/annualReport/selectAnnualReportList.do>. Accessed 22 Nov 2019.
- Ko KS and Kim YH. 1979. Model experiment of stow net. Bull Korean Fish Soc 12(4), 201-207.
- Korea Marine Standard (KMS). 2010. General guidelines on formal safety assessment. SPS-KMS 007:2010, 1-15.
- Korean Occupational Safety Health Agency (KOSHA). 2016. Guide of records and classification for industrial accident. 1-64.
- Korean Occupational Safety Health Agency (KOSHA). 2018. Statistics on occupational accidents in 2018. <http://www.kosha.or.kr/board.do?menuId=554>. Accessed 1 Mar 2020.
- Lee BG, Kim JK and Lee JH. 1988. Study on the improvement of stow net fishing technique and the enlargement of fishing ground to the distant water. 1. model experiment of the net. Bull Korean Soc Fish Technol 24(2), 55-64.

- Lee BG, Kim JK and Lee JH. 1989a. Study on the improvement of stow net fishing technique and the enlargement of fishing ground to the distant water. 2. model experiment on the newly designed gear. Bull Korean Soc Fish Technol 25(1), 6-11.
- Lee BG, Kim JK and Lee JH. 1989b. Study on the improvement of stow net fishing technique and the enlargement of fishing ground to the distant water. 3. field experiment on the efficiency of newly designed net and the stern operation system. Bull Korean Soc Fish Technol 25(2), 75-81.
- Lee GH, Cho SK, Kim IO, Cha BJ, Jung SJ and Koo MS. 2018. A study on improvement of the lower canvas bar for reducing loss of stow net on anchor. J Korean Soc Fish Technol 54(4), 271-278 <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2018.54.4.271>.
- 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(2), 169-176. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2017.53.2.169>.
- Lee SK and Kim SY. 2003. Research on the pragmatic countermeasure to prevent marine accidents of small fishing vessels. Report of Ministry of Maritime Affairs and Fisheries. 62, 1-94.
- 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(2), 188-194. <http://dx.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(4), 1129-1135. <http://dx.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(3), 241-247. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2016.52.3.241>.
- Lee YW, Kim SJ and Park MK. 2013. A study on the collision between fishing vessel and non fishing vessel using the analysis of written verdict. *J Korean Soc Fish Technol* 49(3), 136-143. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2013.49.2.136>.
- McGuinness E, Aasjord H, Utne IB, Holmen IM. 2013. Fatalities in the Norwegian fishing fleet 1990-2011. *Safety Science* 57, 335-351. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2013.03.009>
- Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT). 2019. No. 11th Basic plan for seafarer accident prevention. http://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_tk4_000006.html. Accessed 12 Nov 2019.
- Ministry of Oceans and Fisheries (MOF). 1997. A study on the development of offshore stow net for labor saving. Report of MOF. 1-332.
- Ministry of Oceans and Fisheries (MOF). 2019. Statistic database of deep sea fishery. <http://www.mof.go.kr/statPortal/cate/statView.do>. Accessed 22 Nov 2019.
- Ministry of Strategy and Finance. 2019. Guidelines for the preliminary feasibility analysis. 1-14.

- National Competency Standards (NCS). 2020. Offshore fishery. <https://ncs.go.kr/unity/th03/ncsSearchMain.do>. Accessed 25 Feb 2020.
- National Fisheries Research Development Institute (NFRDI). 1971. Studies on the improvement of stow net. Report of NFRDI. 1-40.
- NQA. 2018. ISO 45001:2018 Occupational health & safety implementation guide. ed. Constantine A. 1-36.
- Oh C. 2014. Dissemination of stow net technique from Japan and its acceptance process by Korean fishers during the early 20th century : Characteristics of redlip croaker fishery and acculturated transformation of stow net technique. JIC 43(3), 65-102.
- Park BS, Kang IK, Ham SJ and Park CW. 2014. The main factor and counterplan for marine casualties of fishing vessel according to the type of fishing job in Korea. J Korean Soc Fish Technol 50(3), 252-261. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2014.50.3.252>.
- Park BS, Kang IK, Ham SJ, Park CW, Kim SH and Cho HK. 2016. The main factor and counterplan for marine casualties of fishing vessel according to the type of fishing gear in Korea. J Korean Soc Fish Technol 52(3), 232-240. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2016.52.3.232>.
- Park JW and Lee HS. 1997. A study on the hull-dimension of 89 ton class stow-net vessel with stern fishing. Bull Korean Soc Fish Technol 33(3), 159-165.
- Park MK, Kim US, Kim SK and Lee YW. 2012. Code of safety for fishermen and fishing vessel 2005, part A. Hangil Print, Busan, KOREA, 1-531.

- Ryu KJ, Park TG, Kim SK and Park MG. 2020. Research for fishermen's safe operation training analysis and preparation of improvement plan. Report of National Federation of Fisheries Cooperatives (NFFC). 1-172.
- 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(2), 78-82.
- White JA, Grasman KS, Case KE, Needy KL and Pratt DB. 2014. Fundamentals of engineering economic analysis. Wiley, Danver. 1-603.

