

## 연안복합어선의 연승조업과정에 따른 선장의 주의 배분

김민선 · 황보규\*

군산대학교 해양생산시스템전공 교수

### Allocation of the skipper's attention depending on the longline fishing process of the coastal composite fishing vessel

Min-Son KIM and Bo-Kyu HWANG\*

*Professor, Marine Production System Major, Kunsan National University, Jeonbuk 54150, Korea*

This study analyzed the allocation of the skipper's attention during fishing operation in the wheelhouse of a Korean coastal composite fishing vessel by using video observation. To summarize the results, the ratio of lookout, radar and GPS monitoring, which is essential for prevention of collision at sea, was significantly lower than that of other fishing operation due to the attention concentration on the work place during hauling line. In order to reduce exposure to risk of collisions due to concentration of attention to certain tasks such as line hauling, it is necessary to develop an alert system that can notify the approach of other ships or obstruction throughout the ship using information from radar or the automatic identification system. In addition, the order of attention allocation to devices and facilities obtained in this study is expected to be used as basic data for device or facility layout based on the principle of usage frequency in designing wheelhouse for coastal composite fishing vessels in the future.

Keywords: Coastal composite fishing vessel, Wheelhouse, Video observation, Allocation of the skipper's attention, Usage frequency

#### 서론

해상에서 어선운항에 필요한 기술이 새롭게 개발되고 발전하면서 어선종사자들이 조업에 필요한 정보가 늘어나고, 많은 정보들로부터 조업 과정에 따라 달라지는 필요한 정보를 얻기 위해서는 그 정보의 출처들을 체계적이고 신속하게 인지할 수 있고 실행에 옮길 수 있도록 구성하는 것이 필요하게 되었다. 한편, 선박 항해 시 업무 효율을 높여 주는 GPS, 레이더 및 E-navigation 등 다양한 항해 보조장비가 개발 및 보급되어 있음에도 해

상에서의 어선 충돌사고는 크게 줄어들지 않고 있다.

최근 5년간(2017~2021년)의 어선의 항해 또는 조업 중 타 선박 또는 위험 물체와의 관계에서 발생하는 충돌, 접촉 및 좌초 사고와 비율을 살펴보면, 전체 어선의 해양사고 10,388건 중 2,382건이 발생하여 22.9%에 달하고, 이 중 인명과 재산에 막대한 피해를 유발하는 충돌사고는 1,718건으로 72.1%에 이른다(KOSIS, 2022). 최근 5년간(2017~2021년)의 해양안전심판통계에서 해양사고 원인현황을 분석한 결과에 따르면, 467건의 운항과실로 분류된 원인들 중 조타실

\*Corresponding author: bkwang@kunsan.ac.kr, Tel: +82-63-469-1812, Fax: +82-63-469-7445

근무자의 근무 중에 해당되는 침로선정 및 유지 불량, 선위 확인소홀, 조선부적절, 경계소홀, 항행법규위반 및 당직근무태만이 66.0%를 차지하고 있고, 특히 경계소홀이 224건으로 48%를 차지하고 있다(KMST, 2022).

우리나라의 어선 해양사고와 관련하여 현재까지 다양한 연구가 이루어지고 있다(Park and Kang, 1995; Kang et al., 2007; Kang et al., 2013; Park et al., 2016). 또한 재해율 또는 설문조사를 통하여 어선의 업종에 따라 해양사고 원인을 분석하고 대안을 제시한 연구들(Park et al., 2014; Park et al., 2016; Kim et al., 2020)이 있다. 이들의 연구가 해양사고의 원인을 규명하고 예방대책을 세우는데 상당한 기여를 하였다고 생각된다. 그러나 운항자의 실수에 의해 발생하는 충돌, 접촉 및 좌초사고는 줄어들지 않고 있으며, 이러한 사고에 대한 근본적 요인을 파악하기 위한 어선의 조타실 근무 형태에 대한 연구는 많지 않은 실정이다. 조타실 업무와 관련된 연구로는 Malcom (2006)은 조업과 항해 중에 훈련된 경험자와 훈련받지 않은 비경험자 간의 조타실 장치 및 설비에 대한 주의 배분 차이를 규명하였고, Kim et al. (2013)의 경우, 우리나라 근해 대형트롤어선의 조업 중의 선교팀의 업무 특성에서 주변 해역 경계는 창문과 더불어 레이더를 통해 이루어지고 있으며, 양망 중에는 레이더 또는

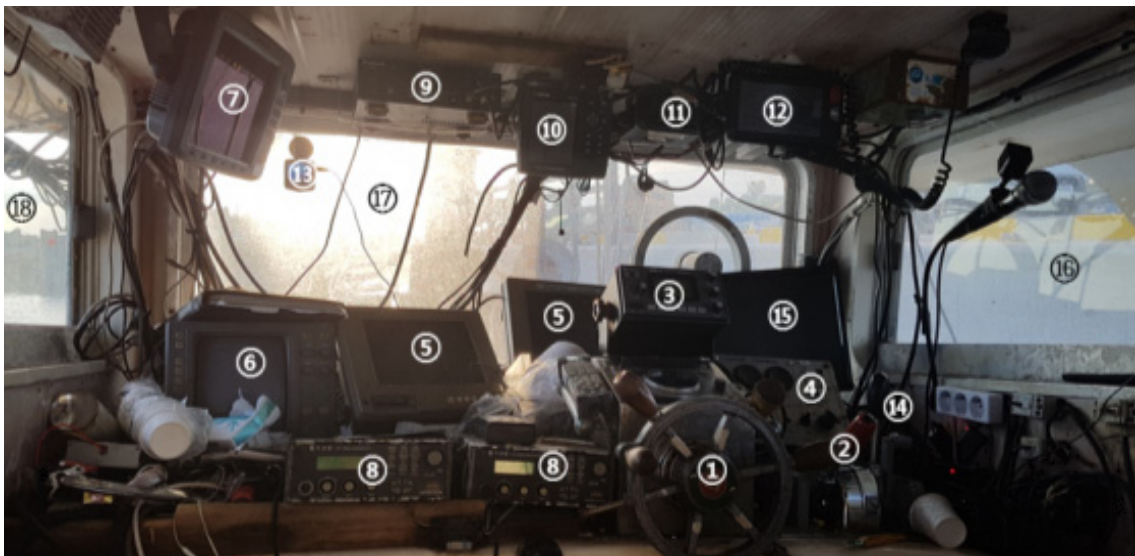
창문을 통한 주변 해역 경계가 현저히 낮아져 타 선박의 접근을 간과할 수 있는 실수로 이어질 수 있음을 보고하였다. Kim et al. (2019)의 연안복합어선의 경우에는 양승 대기 중에 조타실 근무자의 조타실 이석과 항해에서부터 귀항하기까지 조타실 내의 작업 형태는 동시병행작업으로 이루어져 주의 집중에 따른 피로에 노출되어 있음을 파악하였다.

본 연구에서는 해양사고가 가장 빈번하게 발생하는 연안복합어선을 대상으로 비디오 관찰법을 활용하여 어장으로의 항해, 투승, 양승대기, 양승 및 귀항 등 일련의 조업과정에서 선장의 주의 배분의 경향을 파악하고, 운항과실에 따른 충돌, 접촉 및 좌초 사고의 근본 원인을 분석하고자 한다. 또한 조타실 근무자의 업무에 의한 피로를 경감할 수 있도록 다양한 정보의 출처들을 신속하게 인지하고 실행에 옮길 수 있는 조업 특성에 부합한 각종 계기의 배치와 통합 등의 설계와 장비 개발에 대한 기초자료로 활용될 수 있도록 하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험선박

선장의 주의 배분 분석에 이용한 연안복합어선의 조타실 내부의 장치 및 설비의 모습을 Fig. 1에 나타내었



**Fig. 1.** Wheelhouse instrument of experimental fishing vessel. ① Steering wheel, ② Speed controller, ③ Pilot system, ④ Engine control monitor, ⑤ GPS plotter, ⑥ Radar, ⑦ Fish finder, ⑧ MF/HF radiotelephone, ⑨ Public address system, ⑩ AIS chart plotter, ⑪ VHF radiotelephone, ⑫ V-pass monitor, ⑬ Side roller lever, ⑭ CCTV monitor, ⑮ TV, ⑯ Starboard side window, ⑰ Fore window and ⑱ Port side window.

**Table 1. Specification of experimental fishing vessel**

Item	Specification
Type of fishing	Coastal composite fishing vessel
Length of all	17.16
Gross tonnage	9.77 tons
Breadth	3.78
Complement	12 persons
Launching date	Aug. 1998

고, 실험에 사용한 연안복합어선의 사양은 Table 1에 나타내었다. 실험선의 조타실은 선미 측 상갑판에 설비되어 있고, 그 아래 기관실이 설비되어 있는 우리나라의 전형적인 연안어선이다. 선장의 조타실 내에서의 각종 장치와 계기들에 대해 주시하는 활동에 관한 자료를 얻기 위해서는 계기와 장치를 번호로 구분할 필요가 있다. 배치되어 있는 장치 및 계기들의 종류를 나타내어 보면, ①, ②, ③은 조타장치, 선속조정장치, 자동조타장치, ④, ⑤, ⑥은 기관제어모니터, GPS 플로터, 레이더, ⑦, ⑧, ⑨는 어군탐지기, 중파단파대 무선전화기, ⑩, ⑪, ⑫는 선내방송장치, 선박자동식별장치(AIS), 초단파 무선전화기, ⑬, ⑭, ⑮는 선박위치발신장치(V-pass), 사이드롤러 레버, TV, ⑯, ⑰, ⑱은 우현창문, 선수창문, 좌현창문으로 배치되어 있는 것을 알 수 있다. 실험선의 조업 직무를 수행하는 선장은 소형선박조종사면허를 보유하고 있으며, 10년 이상의 선주 겸 선장의 경력을 가지고 있다.

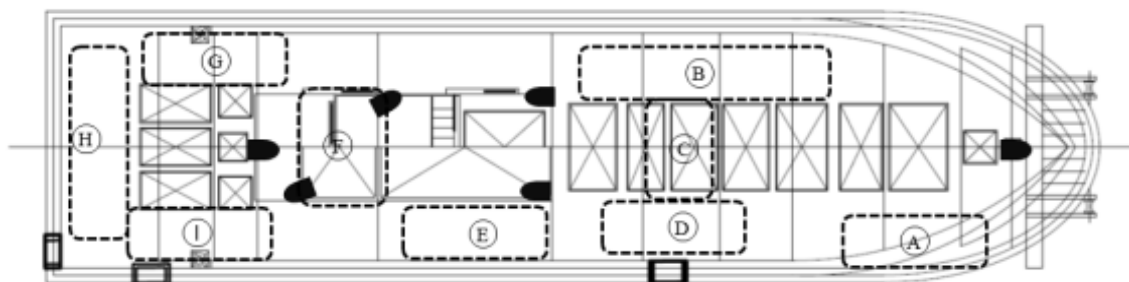
**비디오 관찰시스템**

비디오 관찰법은 수집한 비디오 데이터를 시간과 관계없이 반복하여 분석하고 연구할 수 있다는 장점이 있

다(Lee, 1999). 특히, 빠르게 변화하는 환경 속에서 핵심적인 정보를 포착할 수 있다는 장점으로 운전 중 또는 이동 중의 동적 환경에서의 데이터 수집 방법론으로 활용되기도 한다(Kim et al., 2011). 조타실 내에서 선장의 자유로운 활동에 의한 다양한 정보를 얻기 위해서는 시스템의 사용자가 실험에 이용되고 있다는 인식인 호손효과(Hawthorne effect)를 줄일 필요가 있다. 이 효과를 줄이는 방법으로 비디오 관찰법이 유용하게 활용된다(Kim et al., 2009).

이 연구에서는 조타실 내에서 선장이 주의를 어디로 얼마나 배분하는지에 대한 활동들을 도출하기 위하여 비디오 관찰법으로 조사시스템을 구축하였다. 선장이 조타실 내에서 어떤 행동을 실행에 옮기기 이전에 선장이 감지한 정황 요소를 파악하기 위한 시선을 추적함과 동시에 선장이 조타실 내에서 사용하는 장치를 관찰하여 해당하는 장치가 선장의 조작에 따라 어떤 반응을 하는지 관찰하기 위한 장치 및 계기 사용 관찰, 선장의 활동 중 조타실 외부에서의 조업과 관련된 전반적인 활동 관찰 등을 지속적으로 영상자료를 수집할 수 있도록 관찰 카메라의 위치를 선정하였다.

비디오 관찰시스템은 8채널 DVR (ACR-08., MSIP-REI-YDO-AHR- ZDHE Co. Ltd., TAIWAN)과 6대의 CCD 카메라(ACO-8108RV28IDIS, HID300DF (W), AURA Co. Ltd., KOREA)로 구성하였다. 선장의 조타실 장치 및 계기에 대한 시선 추적과 행동 관찰을 위하여 선장의 안면을 비추는 카메라, 등과 뒷머리 방향을 비추는 카메라 등 각각 1대씩 설치하였다. 그리고 조타실 내의 선장의 활동에 영향을 주는 선수 갑판의 작업 정황



**Fig. 2. Placement of cameras for video observation, work and storage fishing gears place, denote ■ installed camera location, indicated work stations ① pick up buoy, ② storage fishing line baskets, ③ hauling up fishing lines and hooks zone, ④ storage empty baskets, ⑤ wheelhouse, ⑥ storage baited fishing line baskets, ⑦ casting area, ⑧ storage fishing gear accessories.**

을 관찰하기 위하여 선수 마스트에 1대, 조타실 좌현 상부 구조물에 1대, 우현 상부구조물에 1대, 선미 갑판의 작업 정황을 관찰할 수 있는 조타실 선미 상부구조물에 1대 등 총 6대의 카메라를 설치하였다(Fig. 2).

**관찰 자료 수집 및 분석**

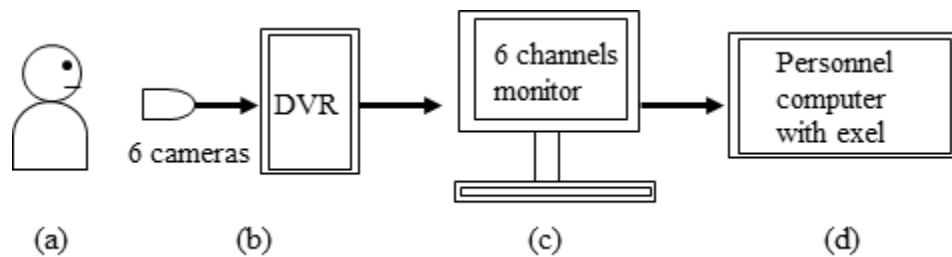
선장의 조업과정에 따른 조타실에서의 기기 조작, 계기 및 장치 사용 활동과 갑판에서의 조업활동에 대한 관찰 자료의 수집과 분석 시스템은 Fig. 3과 같다. 먼저, 조업활동과 관련된 활동을 영상 데이터로 가감 없이 수집하기 위하여 선장과 선원들의 동의를 얻고, 2018년 8월 1일부터 2018년 10월 16일까지 약 2.5개월 동안 실험선의 조타실과 갑판에 관찰카메라를 설치하여 조업과정에 따른 선장의 다양한 행동에 관한 자료를 수집하였다.

수집한 영상자료는 분석에 이용할 수 있는가에 대한 세밀한 검토가 필요하다. 검토 대상은 조업에 따른 안전 사고 또는 어구 손상 등 변수가 없이 객관성을 확보할 수 있는 정상조업이 이루어졌는가와 충분한 시간 동안 영상자료가 확보되었는지이다. 분석에 선정된 자료는 모항을 출항하여 귀항하기까지 어구 파손 사고가 없고, 적절한 작업원 배치 및 어로 기기가 정상적으로 작동하면서 이루어진 전형적인 연승조업과정 영상이다. 위와 같은 조건에 가장 적합한 영상으로 선정한 자료는 2018년 8월 27일의 4.1시간 동안의 기록이다. 출어에서 귀항

까지의 조업 과정에 따른 시간은 Table 2와 같다.

선장이 조타실 내에서 계기 및 장치를 사용하는 다양한 행동들을 도출하기 전에 선장의 행동에 대하여 명확히 구분할 필요가 있다. 이를 위하여 조종 장치 조작과 표시장치 주시에 대하여 코드를 부여하였다(Table 3). 선장이 항해와 조업을 위하여 조타실 내에 있는 장치와 계기 및 설비들에 대한 조작과 주목을 하는 각 단위 작업에 대한 코드는 조타기 조종은 St, 선속조정 Sc, 자동조타장치 Ap, 기관제어 패널 Em, GPS 플로터 Gp, 레이더 Ra, 어군탐지기 Fi, 중파단파 무선전화기, 선내확성장치 및 초단파 무선전화기 Com, 선박자동식별장치 Ai, 선박위치발신장치 Vp, 폐쇄회로 TV 모니터 Cm, 사이드롤러 작동 레버 Sl, 텔레비전 Tv, 우현창문 Sw, 선수창문 Fw, 좌현창문 Pw, 선미 창문 Aft 및 기타는 others로 20개 작업요소 중 무선전화 및 선내방송을 통신으로 묶고 전체 18개 요소로 코드를 부여하였다. 이 연구에서는 선장의 장치 및 계기에 대한 주의 배분에 대해 정량적으로 파악하기 위한 것이다. 따라서 선행연구인 연안복합어선 선장의 업무특성과 해양사고 위험요소에 대한 분석(Kim et al., 2019)에서 2개 이상의 장치 및 계기에 대한 조작과 주의 배분이 대부분을 차지하고 있으므로 단일 또는 3개의 장치 및 계기에의 주의 배분은 이 연구에서는 제외하였다.

분배량의 기본 값은 1로 하고, 각 조업 과정에 따라



**Fig. 3. Collection and analysis system of video observation data for skipper's attention-allocation depending on fishing operation, subject to observation (a), video data collection system, conversion and processing system (c), (d).**

**Table 2. Observation time**

Fishing operational process	Working hours	Total observation time (hour)
Bounding for fishing ground	1.1	4.1
Casting lines	0.4	
Waiting for hauling at sea	0.7	
Hauling long lines	1.6	
Bounding for port	0.3	

**Table 3. Codes of equipment for analyzing a skipper’s attention allocation in wheelhouse**

Wheel house instrument	Code	Wheel house instrument	Code
Steering wheel	St	AIS chart plotter	Ai
Speed controller	Sc	V-pass monitor	Vp
Auto pilot	Ap	CCTV monitor	Cm
Engine control panel	Em	Side roller lever	Sl
GPS plotter	Gp	TV	Tv
Radar	Ra	Starboard side window	Sw
Fish finder	Fi	Front window	Fw
MF/HF radiotelephone		Port side window	Pw
Public address system	Com	Aft deck	Aft
VHF radiotelephone		Other	others

해당하는 코드를 분배 분석표에 기록하였다. 그리고 단위 시간(5분)당 배분량을 나타내기 위하여 식 (1)을 이용하였다. 선장이 조타실에 설치되어진 조종 장치 조작에 관한 행동은 조작을 시작하는 시점과 조작이 끝나는 시점으로 하고, 레이더 또는 어군탐지기 등 표시장치에 대해서는 장치를 주시하는 시작 시점에서부터 주시가 끝나는 시점을 1회로 하고 1초 간격으로 빈도를 분석하였다.

$$Da = \frac{Tn}{Ot \times (1_h/5)} \quad (1)$$

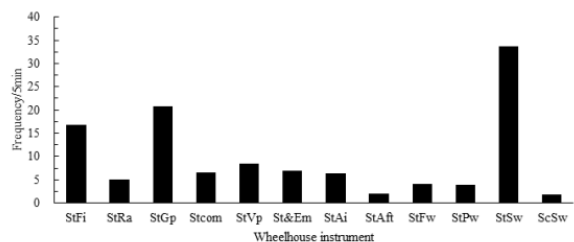
여기서, Tn은 출항, 투승, 양승대기, 양승 및 귀항에 따른 시간 동안 장치와 계기에의 주의와 조작이 행하여진 누적된 각각의 횟수이고, Ot는 위의 조업과정에 소요된 시간이다.

**결과 및 고찰**

**어장으로 향해**

실험선이 어장으로 향해하는 동안 5분당 선장의 조타실에서의 조타기 조작과 동시에 다른 장치에 주의를 배분한 분석 결과를 Fig 4에 나타내었다. Fig. 4를 살펴보면, 주의를 기울이는 장치와 빈도는 어군탐지기(16.7회), 레이더(5회), GPS 플로터(20.7회), 선내외 통신 장치(6.5회), 어선위치발신장치(8.4회), 기관모니터링패널(7.0회), 선박자동식별장치(6.4회), 선미창문(1.9회), 선수창문(4.1회), 좌현창문(3.8회) 및 우현창문(33.7회) 그리고 선속조정장치 조작과 동시에 우현창문에서의 주의 행동은 (1.8회)로 나타났다. 조타와 동시에 주의를 배분하는 장치들은 11개, 선속조정과 동시에 수행하는

작업은 각각 1개로 전체 13개로 나타났고, 5분당 병행 작업량은 116.1회임을 알 수 있다. 어장으로 향해하는 우리나라 근해 대형트롤어선 선교팀의 주의 배분 활동을 분석한 선행 연구(Kim et al., 2013)에서는 레이더 모니터링이 25%, 창문을 통한 주변 해역 경계 21%, 어군탐지기 17%, GPS 플로터 11% 및 그 외 24%이었다. 실험선과 근해대형트롤어선의 항해중의 주의 배분 형태와 비교해 보면, 레이더 모니터링이 4.3%로 대형트롤어선보다 19.6%p가 낮고, 반면 창문을 통한 주변 해역 경계 37.5%로 16.5%p가 높고, GPS 플로터의 경우는 17.8%로 6.8%p 높고, 어군 탐지기의 경우는 14.4%로 2.6%p가 낮은 것으로 나타났다. 이 결과에서 주변 해역에 대한 주의 배분은 레이더보다는 창문을 통하여 육안으로 하는 것을 선호하고 있는 것으로 판단된다. 특히, 창문을 통한 경계는 선수 및 좌현창문이 각각 3.6%, 3.3%인 반면에 우현창문이 29.1%를 차지하고 있는데, 이러한 결과는 양승설비가 우현에 설치되어 있고, 이에 따라 양승작업을 위한 선박조종을 해야 하는 선장의 좌석도 우현에 설치되어 있는 것이 우현창문에 대한 주의 배분이 높게 나타나는 요인으로 생각된다



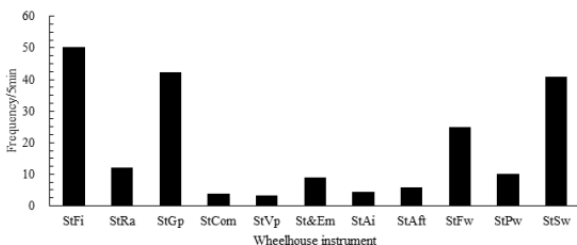
**Fig. 4. Allocation skipper’s attention to wheelhouse instrument during bounding for fishing ground.**

다. 그리고 선수창문은 연돌과 어로설비로 인해 시야가 방해되고, 좌현 창문은 크기가 작아 경계범위가 좁기 때문인 것으로 생각되며, 우현창문을 통하여 주변을 살피고 있지만, 선수 전방을 면밀히 관찰하기에는 적합하지 않는 것으로 판단된다.

**투승**

실험선이 어장에 도착하여 투승을 하는 동안 5분당 선장의 조타실에서의 계기와 장치들에 대한 조작과 함께 주의를 배분하는 형태를 Fig. 5에 나타내었다. Fig. 5를 살펴보면, 조타기 조작과 동시에 장치들에 대해 주의를 기울이는 횟수는 어군탐지기(50.1회), 레이더(12.1회), GPS 플로터(42.7회), 선내외 통신 장치(3.8회), 선박 위치발신장치(3.3회), 기관모니터링패널(9.0회), 선박자동식별장치(4.5회), 선미창문(6.0회), 선수창문(25.1회), 좌현창문(10.3회) 및 우현창문(41.2회)으로 나타났다.

조타와 동시에 주의를 배분하는 장치들은 11개로 나타났고, 5분당 병행작업량은 208.5회임을 알 수 있다. 실험선에서 나타난 투승 중의 주의 배분 분석 결과와 Kim et al. (2013)의 우리나라 근해 대형트롤어선이 투망 중에 항해사의 주의 배분 활동을 분석한 결과를 비교해 보면, 레이더 모니터링에서 대형트롤어선의 경우는 15.6%, 실험선의 경우는 5.8%로 9.9%p 낮은 것으로 나타났고, 창문을 통한 주변 해역 경계는 대형트롤어선 11.3%, 실험선 36.7%로 25.5%p 높고, 어군탐지기의 경우는 대형트롤어선 4.1%, 실험선 24.2%로 20.2%p 높고, GPS 플로터는 대형트롤어선 5.7%, 실험선 20.5%로 14.8%p 높은 것으로 나타났다. 조타는 대형트롤어선 23.3%, 실험선의 경우는 투승이 완료되기까지 선장이 관련 기기들에 대해 주의를 배분하면서 직접 조타를 하고 있다. 선원들이 투승작업을 하는 작업장에서의 주의



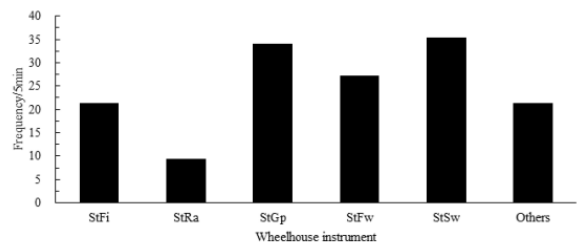
**Fig. 5.** Allocation skipper's attention during casting long lines.

배분의 경우는 대형트롤어선은 항해사가 20.0%, 선장의 주의 대부분은 어로갑판과 윈치에 배분을 하고 있는데, 이러한 행태는 투망 작업에 대한 지휘가 선장에게 있기 때문이다. 반면, 실험선의 경우를 보면, 2.9%로 나타나 투승 작업 중에는 선원들의 작업장에 대한 선장의 주의를 미미한 것으로 나타났다. 대형트롤어선의 5분당 작업량을 보면 항해사의 경우, 14개 작업요소로 65.5회로 실험선의 병행 작업량이 3배 이상이 높은 것임을 알 수 있다.

**양승대기**

실험선이 투승을 하고 난 다음 어장에서 양망을 위해 활동하는 동안, 5분당 선장의 조타장치 조작과 동시에 주의를 배분하는 형태를 Fig. 5에 나타내었다. Fig. 5를 살펴보면, 조타기 조작과 동시에 장치들에 대해 주의를 기울이는 횟수는 어군탐지기(21.3회), 레이더(9.3회), GPS 플로터(34.0회), 선수창문(27.3회), 우현창문(35.3회) 및 기타(21.3회)로 나타났다.

연승어선은 투승 완료 후에 어구가 완전히 침지되고, 어획이 될 수 있도록 일정시간 동안 어장에서 대기하는데, 이때 선장은 조타실을 비우고, 갑판에서 빈 바구니를 이송하거나 어구를 정리하는 등의 양승 작업준비 또는 외출납시 등의 활동을 하는 것으로 관찰되었다. 이때 틈틈이 조타실로 돌아와 GPS를 통하여 부표의 위치를 확인하거나 선박의 위치를 확인하는 활동을 하였다. 주의 배분을 비율로 정리해 보면, 어군탐지기 모니터링 14.3%, 레이더 6.3%, GPS 플로터 22.9%, 선수창문 18.4%, 우현창문 23.8%, 기타 14.3%이다.



**Fig. 6.** Allocation skipper's attention during waiting for hauling long lines at fishing ground.

**양승**

양승에 따른 선장의 각 기기들에 대한 조작과 동시에 주의를 배분하는 활동을 단위 시간(5분) 동안의 빈도를

나타내면 Fig. 7과 같다. 조타기 조작과 동시에 장치들에 대해 주의를 기울이는 횟수는 어군탐지기(6회), 레이더(5.5회), GPS 플로터(7.7회), 선속조정장치(0.9회), 선박 위치발신장치(1.0회), 기관모니터링패널(8.0회), 좌현창문(1.5회) 및 우현창문(33.8회)으로 나타났고, 사이드롤러레버 작동과 동시에 우현창문(10.9회), 선속조정장치와 동시에 우현창문(28.1회) 및 기타(0.8회)로 나타났다.

조타와 동시에 주의를 배분하는 장치들은 9개, 사이드롤러레버작동과 우현창문 1개, 선속조정과 우현창문 1개 등 11개로 나타났다. 5분당 병행작업량은 104.2회임을 알 수 있다. 실험선에서 나타난 양승 중의 주의 배분 분석 결과와 Kim et al. (2013)의 우리나라 근해 대형트롤어선이 양망 중에 항해사의 주의 배분 활동을 분석한 결과를 비교해 보면, 레이더 모니터링에서 대형트롤어선은 8.8%, 실험선의 경우가 5.3%로 3.5%p 낮은 것으로 나타났다, 창문을 통한 주변 해역 경계는 대형트롤어선이 5.4%, 실험선의 경우가 1.4%로 4.0%p 높고, 어군 탐지기의 경우는 대형트롤어선이 2.2%, 실험선의 경우가 5.7%로 3.6%p 높고, GPS 플로터는 대형트롤어선이 4.2%, 실험선의 경우가 7.4%로 3.28%p 높은 것으로 나타났다.

조타는 대형트롤어선 21.5%, 실험선의 경우는 양승이 완료되기까지 선장이 관련 기기들에 대해 주의를 배분하면서 직접 조타를 하고 있다. 선원들이 양망작업을 하는 작업장에의 주의 배분은 대형트롤어선의 경우는 항해사가 30.6%를 차지하고, 선장은 양망이 끝날 때까지 양망상황을 모니터링하고 있다. 실험선의 경우를 보면, 작업장에 대한 주의 배분이 69.9%를 차지하고 있다. 실험선의 이러한 결과는 우현 창문을 통하여 부표 인양에 따른 작업 상황 모니터링, 양승기의 속도조절, 선원들의 양승작업 모니터링과 모릿줄의 방향에 따라 선박의 방향과 선속을 조정하여야 하기 때문인 것으로 판단된

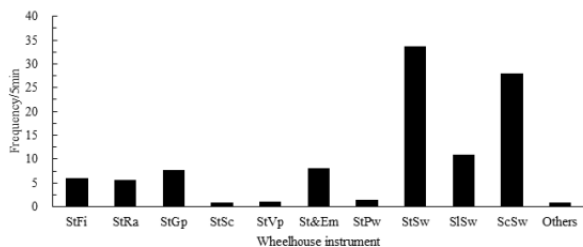


Fig. 7. Allocation skipper's attention during hauling long lines.

다. 또한 두 선박이 양승과 양망 작업에서 동일하게 주변 해역경계와 레이더의 모니터링활동 빈도가 현저하게 낮아지는 것을 볼 수 있다. 양승 작업은 선박을 조종하는데 있어서 제한을 받고 있지만, 주의 배분은 대부분 작업장에 하고 있어서 경계소홀로 인한 해상사고 예방에 취약한 측면이 있다고 할 수 있다.

귀향

양승을 마치고 모항으로의 귀향과 선박접안에 따른 선장의 각 기기들에 대한 조작과 동시에 주의를 배분하는 활동을 단위 시간(5분) 동안의 빈도를 나타내면 Fig. 8과 같다. 조타기 조작과 동시에 장치들에 대해 주의를 기울이는 횟수는 어군탐지기(1.4회), 레이더(16.9회), GPS 플로터(12.8회), 선내외 통신(18.1회), 선박위치발신장치(5.0회), 선박자동식별장치(5.3회), 선속조정장치(30.6회), 선수창문(8.1회), 좌현창문(33.3회), 우현창문(6.1회) 및 선미창문(1.1회)으로 나타났다.

조타와 동시에 주의를 배분하는 장치들은 10개, 선속조정과 선미창문 1개로 나타났다, 5분당 병행작업량은 104.2회임을 알 수 있다. 실험선에서 나타난 귀향 중 주의 배분 분석 결과를 비율로 정리하면 레이더 모니터링은 12.1%, 창문을 통한 주변역 경계는 30.0%, 어군 탐지기는 1.0%, GPS 플로터는 9.1%로 나타났다. 여기서는 조타와 함께 좌현창문에 23.9%, 선속조정이 21.9%, 선속조정과 함께 선미창문 0.8%인 것을 알 수 있는데, 이것은 접안에 필요한 주의 배분으로 판단된다.

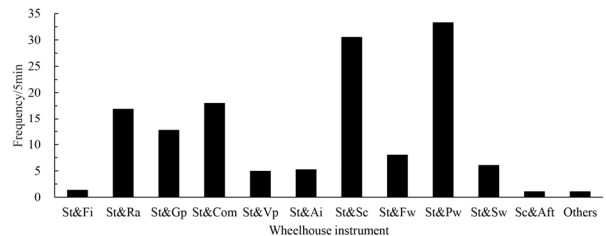


Fig. 8. Allocation skipper's attention during bounding for home port.

주의 배분 순위

실험선이 출어하여 모항에 귀향하기까지 항로이탈 및 충돌 예방, 어군탐지, 작업장 관찰 및 항내 조선 등 어선 운항에 필수적으로 필요한 장비와 설비에 대한 5분당

주의 배분 분석 결과를 누적 합산하여 배분 비율로 환산하여 순위대로 나타내면 Fig. 9와 같다. Fig. 9에서 주의 배분 비율이 가장 높은 것부터 나열하면 우현 창문(22.6%), GPS 플로터(16.1%), 어군탐지기(13.1%), 선수 창문(8.8%), 선속조정기(8.5%), 좌현창문 및 레이더가 동일하게(6.7%), 선내외 통신장치(3.9%), 엔진모니터링 장치(3.3%), 선박위치발신장치(2.4%), 선박자동식별장치(2.2%) 사이드롤러레버(1.5%), 선미창문(1.2%) 및 기타(3.2%)임을 알 수 있다.

주의 배분이 가장 많이 이루어진 우현창문의 경우는 항해, 투승 및 양승 대기 중에는 주변 해역 경계에 사용되거나 갑판의 작업을 선원들에게 지시하는데 이용하였으며, 양승 중에는 부표인양, 모릿줄의 방향, 양승작업장 및 양승기 등에 주의를 집중하는 것으로 비디오 관찰을 통하여 알 수 있었다. 주의 배분 비율이 가장 높은 우현 창문은 양승작업을 고려하여 선장의 좌석이 우현 창측에 접해 있어서 항해 중에는 주변 해역 경계, 양승 중에는 해상 부표, 갑판에서의 부표, 부표줄 및 모릿줄과 선원들의 양승작업 전반을 모니터링하여 그에 따른 선박조종이 신속하고 손쉽게 이루어질 수 있도록 조타실의 조종영역이 구성되어 있기 때문으로 판단된다. 이와 같은 요소들을 고려하여 우현창문의 구조를 조선자의 시야가 양승작업장소를 포함한 작업갑판 전반에 걸쳐 확보되도록 개선할 필요가 있으며, 조타장치, 선속조정 장치 및 사이드롤러레버 등 관련 장치들을 조작하는데 불편함이 없도록 인간공학적으로 구성할 필요가 있다.

주의 배분 비율이 두 번째로 높은 GPS 플로터의 경우는 근해대형트롤어선(Kim et al., 2013)의 사용 빈도보다 높게 나타났는데, 이와 같은 결과에서 실험선은 GPS 플

로터를 통하여 침로유지를 위하여 화면의 헤딩라인을 참고하여 조타를 수행하고, 선박의 항로이탈에 대한 정보 및 어장 및 어구의 위치와 더불어 투승경로를 확인할 수 있고, 또한 선박자동식별장치와 연결되어 화면상에서 타 선박의 선명, 위치, 충돌관계 유무 및 항행 정보 등을 용이하게 얻을 수 있기 때문으로 여겨진다.

주의 배분 비율의 순위가 7번째인 레이더의 경우는 전체 6.7%를 차지하고 있는데, 주변 해역경계에 유용하게 사용할 수 있고, 충돌예방에 필수라고 할 수 있는 기기임에도 불구하고, 실험선에서는 레이더에 대한 주의 배분의 비율이 높지 않은 것은 레이더의 배치가 조종 위치로부터 중심시야와 앞은 자세에서의 작업영역에서 벗어나 있고, 화면의 크기가 작아서 가독성이 좋지 않으며, 물표에 대한 정보를 확인하기 위해서는 별도의 조작을 위해 이동 등의 불편한 점이 있기 때문으로 판단된다. 또한 타 선박 특히, 상선의 이동방향과 정선상태, 충돌정보 및 항행정보에 대하여 레이더보다 큰 범위에서 관찰 가능하고, 화면을 리모콘으로 조작이 가능한 장점을 가진 GPS 플로터를 이용하기 때문에 상대적으로 레이더의 주의 배분이 적어진 것으로 판단된다.

2012년부터 2021년까지 중앙해양안전심판원의 해양 안전심판 재결서(KMST)에서 연안복합어선의 해양사고의 유형을 살펴보면, 87건 중 충돌사고가 46건으로 52.9%를 차지하고 있으며, 충돌의 원인으로 선장의 조타실 이석으로 경계소홀 경우가 많은 부분을 차지하고 있다는 조사결과가 있다. 연안복합어선의 업무특성에 관한 선행연구(Kim et al., 2019)에서 선장의 조타실 이석은 양승대기 중에 64.5%로 나타났는데, 이 시간 동안 선장의 행동은 조업과 관련된 작업을 하거나 외출납시 또는 기관실 출입이 관찰되었으며, 양승 중에도 선장이 갑판에서 선박조종과 동시에 양승작업에 참여하여 조타실 이석이 불가피할 수 있다. 따라서 조타실 이석 중 사고를 예방할 수 있도록 접근 선박이 발생할 경우를 대비한 선내 전역에 위험을 알릴 수 있는 경보 장치를 적극 도입할 필요가 있다고 생각된다. 마주치는 상태에서의 협력동작위반의 경우는 선장의 조종석이 조타실 중앙에 있지 않고 우측에 밀착되어 양승작업에 편리하도록 배치되어 있어서 선장은 좌현 해역에 대한 경계가 소홀할 수밖에 없는 구조이다. 좌현의 창문으로도 타 선박의 접근이 용이하게 확인될 수 있도록 개선할 필요

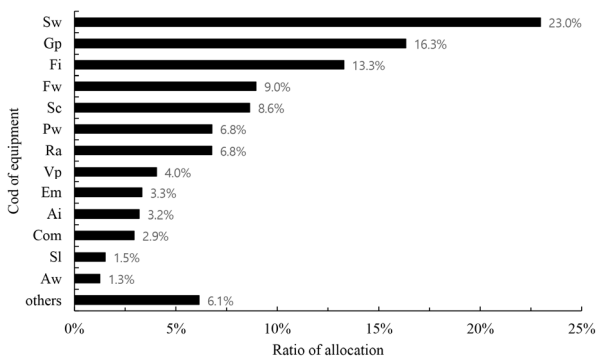


Fig. 9. Allocation skipper's attention to equipment during navigation and the fishing operation.



가 있다. 경계소홀 또는 협력동작 위반 등에 의한 실수로 선박과 인명에 치명적인 재난을 줄이기 위해서는 전통적인 선미형 조타실 구조에서 탈피하여 조타실을 선수로 배치하여 근본적으로 전방시야를 온전히 확보하도록 하는 것이 바람직하다고 생각된다. 레이더 활용 미흡의 원인을 줄이기 위해서는 레이더를 중심시야 영역에 배치하여 레이더와 GPS 플로터를 동시에 모니터링할 수 있도록 배치하여 이들에 대한 조작과 물표확인용이 하도록 할 필요가 있다.

## 결론

본 연구에서는, 비디오 관찰법을 활용하여 우리나라 연안복합어선의 선장이 연승 조업 과정에 따라 조타실에서 주의를 배분한 결과를 정리하면 다음과 같다.

조업과정은 어장으로의 항해, 투승, 양승대기, 양승 및 모항으로의 귀항으로 이루어져 있으며, 레이더에 대한 주의 배분 경우는 4.3~12.1%, 평균 6.7%로 어장으로 항해 중에 가장 낮았고, 모항으로 귀항 중에 가장 높게 나타났다. GPS의 경우는 7.5~22.9%, 평균 16.1%로 양승 중에 가장 낮았고, 양승대기 중에 가장 높았다. 어군 탐지기의 경우는 1.0~24.2%, 평균 13.1%로 귀항 중에 가장 낮았고, 투승 중에 가장 높았다. 그리고 우현창문의 경우는 4.4~32.4% 평균 21%로 귀항 중에 가장 낮았고, 양승 중에 가장 높았으며, 양승 중에는 우현창문을 통하여 주의를 양승작업장과 모릿줄에 집중하였고, 주변 해역 경계는 거의 관찰되지 않았다. 그리고 양승 중에는 조타기와 동시 조작 외에 사이드롤러 레버 조작 및 선속 조정과 동시에 우현 창문에 10.5%, 27%를 각각 주의 배분하는 것으로 나타났다. 선수 창문의 경우는 none~18.4%, 평균 8.8%로 양승 중에는 나타나지 않았으며, 양승대기 중에 가장 높았고, 좌현창문의 경우는 none~23.9%, 평균 6.7%였으며, 양승대기 중에는 나타나지 않았으며, 귀항 중에 가장 높았다.

실험선은 양승작업과정에서 작업 현장에 대한 주의 집중으로 인하여 충돌예방에 필수적인 주변 해역경계, 레이더 및 GPS 모니터링의 비율이 다른 작업과정에서 비해 현저하게 낮게 나타났다. 작업의 성질에 따라 선장의 주의를 집중될 수밖에 없는 상황으로 인한 충돌위험을 경감하기 위해서는 레이더 또는 자동선박식별장치로부터의 정보를 이용하여 타 선박 또는 위험물의 접근을

선내 전역에 알릴 수 있는 정보장치 개발이 필요하다고 판단된다. 그리고 이 연구에서 얻은 장치 및 설비에 대한 주의 배분의 순위는 향후, 연안복합어선의 조타실 설계 시 사용빈도의 원리에 기초한 장치 또는 설비 레이아웃의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

## 사 사

이 논문은 군산대학교 수산과학연구소 학술연구비 지원에 의하여 연구되었습니다. 비디오 관찰실험에 적극 협조하여 주신 보성호 선생님께 깊은 감사를 드립니다.

## References

- 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 Kor Soc Fish Technol* 43, 150-151. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2007.43.2.149>.
- Kang IK, Kim HS, Kim JC, Park BS, Ham SJ and Oh IH. 2013. Study on the marine casualties in Korea. *J Kor Soc Fish Technol* 49, 29-39. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2013.49.1.02949>.
- Kim GM, Pan YH and Jeong JH. 2009. A study on the observation method of interaction between users and products - With emphasis on the video ethnography of driver environment -. *Journal of the HCI Society of Korea* 4, 1-8. <https://doi.org/10.17210/jhsk.2009.11.4.2.1>.
- Kim MS, Shin HO, Lee JH and Hwang BK. 2013. Characteristics of bridge task in Korean coastal large trawler. *J Korean Soc Fish Ocean Technol* 49, 301-210. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2012.49.3.301>.
- Kim MS, Hwang BK and Chang HY. 2019. Analysis of the working characteristics of the skipper and risk factors of marine accident in Korea coastal composite fishing vessels. *J Korean Soc Fish Ocean Technol* 55, 152-161. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2019.55.2.152>.
- Kim SH, Kim HS and Lee YW. 2020. The causes and counterplan for marine casualties of fishing boats according to the fishing types. *J Korean Soc Fish Ocean Technol* 56, 246-257. <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2020.56.3.246>.
- Kim, SW, Kim JY, Hwan HB, Hwang BH, Moon YJ and Ji YG. 2011. Evaluation on low-floor bus package layout from the perspective of universal design. *Journal of the*

- Ergonomics Society of Korea 30, 659-669. <https://doi.org/0.5143/JESK.2011.30.5.659>.
- KMST. 2022. Retrieved from <http://www.kmst.go.kr/web/statView.do?menuIdx=213>. Accessed April 2022.
- KOSIS. 2022. Retrieved from <https://kosis.kr> URL [https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?statHtml.do?orgId=146&tblId=DT\\_MLTM\\_2000&conn\\_path=I3](https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?statHtml.do?orgId=146&tblId=DT_MLTM_2000&conn_path=I3). Accessed April 2022.
- Lee JH. 1999. A study on the user needs analysis based on observation methods. Ph.D. Thesis, Korea advanced Institute of science and technology, Taejon, Korea, 124.
- Malcolm F. 2006. Allocation of attention by fishing vessel watchkeepers. *Journal of navigation* 59, 239-250. <https://doi.org/10.1017/S0373463306003717>.
- Park BS and Kang IK. 1995. The primary factors of marine casualties and the counterplan for promotion of marine safety. *Journal of fisheries marine sciences education* 7, 173-181. <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2017.29.3.746>.
- 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 Kor Soc Fish Technol* 50, 252-261. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2014.50.3.252>.
- Park BS, Kang IK, Ham SJ, Parl CW and Kim SH. 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 Ocean Technol* 52, 232-240. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2016.52.3.232>.
- 
2022. 04. 28 Received  
2022. 05. 10 Revised  
2022. 05. 19 Accepted