

# 골든타임 확보를 위한 선박 대피항로 선정 시 고려사항에 관한 연구 - 선박운항자 관점에서 -

박상원\* · 박영수\*\*† · 이명기\*\*\*

\* 한국해양수산개발원, \*\* 한국해양대학교 해사수송과학부, \*\*\* 한국해양대학교 대학원

## A Study on Considerations of Ship Evacuation Route for Goldentime - Based on Ship Operators Perspective -

Sang-Won Park\* · Young-Soo Park\*\*† · Myoung-ki Lee\*\*\*

\* Korea Maritime Institute, Busan 49111, Korea

\*\* Maritime Transportation and Science, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

\*\*\* Graduate school of Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

**요약** : 사고에서 인명을 구조할 수 있는 시간인 골든타임의 중요성은 날로 커져가고 있다. 특히 해양사고의 경우 발생 위치에 따라 구조세력이 도착하는 데는 수시간이 걸릴 수 있으므로 이에 대한 대비가 필요하다. 본 논문은 해상에서 긴급상황이 발생하여 대피항로를 선정 시, 선박운항자 관점의 우선 고려사항을 도출하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해서 선행연구와 해양사고 재결서 및 국내선사의 비상대응 매뉴얼 분석을 통하여 선박 대피시의 고려사항을 식별하고 선박운항자를 대상으로 AHP 분석(의사결정계층 분석)을 실시하였다. AHP 분석 결과 선박운항자는 인명의 안전을 선박의 안전보다 약 6배 중요하게 생각하며, 대피항로를 선정하기 위해서는 주변의 해경함정에 대응요청, 피난항 위치, 비상투표, 주변선박 도움요청, 표류, 임의좌주 순으로 고려하는 것으로 나타났다. 우선순위를 이용해서 긴급상황 발생 시 공황 상태의 선교에 선박운항자의 의사결정을 도울 수 있는 기초 정보자료로 제공할 수 있다.

**핵심용어** : 골든타임, 해양사고, 선박운항자, AHP 분석, 대피항로

**Abstract** : *The importance of "Golden time", the early hours for saving lives in case of an accident, is being increasingly recognized day by day. Especially for marine accidents, it may take several hours for a rescue team to arrive, depending on location. Therefore, captains should always be prepared to handle situations independently. In this paper, in order to make better use of Golden Time in an emergency, we determined what the first consideration should be when selecting a ship evacuation route from perspective of the ship operator. To achieve this, we used maritime accident judgments and ship emergency response manual to identify ship evacuation priorities. AHP analysis (decision-making hierarchy analysis) was conducted for ship operators to determine consideration priorities. As a result, it was found that ship operator consider the safety of people about 6 times more important than that of the actual ship. In order to select an evacuation route, the location of coast guard ships, port of refuge, emergency anchorage, surrounding vessels, drifting and beaching factor are taken into consideration. By using these priority considerations, the decision-making processes of ship operators in emergency situations can be improved.*

**Key Words** : *Golden time, Marine accident, Ship operator, AHP analysis, Evacuation route*

### 1. 서론

사고에서 인명을 구조할 수 있는 시간을 골든타임(Golden time) 이라고 지칭한다(Kong, 2015). 골든타임을 확보하기 위

해 응급처치법에서 심폐소생술은 상황 발생 후 최소 5분에서 10분 내에 시행되어야 하며, 항공사의 경우 비상상황이 발생하면 90초 내에 승객들을 기내에서 탈출시켜야한다고 정해두고 있다(Hankyung, 2017).

2014년 4월 16일 맹골수도에서 여객선 세월호가 침몰하여, 승객을 구조할 수 있는 골든타임을 놓쳐 전체 승객 476

\* First Author : psw6745@kmi.re.kr, 051-797-4919

† Corresponding Author : youngsoo@kmou.ac.kr, 051-410-5085

명 중 304명이 죽거나 실종되는 사고가 발생하였다. 이처럼 사고에서 인명 구조를 위한 골든타임에 대한 중요성은 매우 크다고 할 수 있다.

한편 골든타임을 확보하기 위하여 여객선 인원의 대피에 관련하여 Ryu et al.(2017)은 실선 테스트로 긴급상황 시 대피 유도 시스템을 이용하면 여객들이 대피하는데 효과가 있는 것을 증명하였다. 또한 Lee et al.(2012)는 국외 사례를 바탕으로 해양사고 발생으로 원조를 필요로 하는 선박의 피난처를 도입하기 위한 연구를 하였다. 항행 선박 위험도에 관련해서는 Kim et al.(2010)이 항행 선박 주변 환경을 고려한 위험도 평가 모델을 제안했으며, Kim et al.(2011)이 선박운항자 관점의 선박위험도 모델을 제안하였다.

지금까지 제안된 여러 가지 연구들은 해양사고 발생 시 선박에 승선하고 있는 인원의 대피, 2차 환경오염의 피해를 줄이기 위한 선박의 피난처 제시, 해양사고를 방지하기 위한 주변 위험도 평가에 대한 것이다. 하지만, 실제 선박이 해양사고가 발생 하였을 때 골든타임을 확보하기 위해서 선박의 이동을 포함한 항로선정, 비상투묘, 주위선박의 도움요청을 선박운항자 관점에서 제시한 연구는 없는 실정이다.

본 논문은 해상에서 긴급상황이 발생하여 대피항로를 선정 시, 선박운항자 관점의 우선 고려사항을 도출하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해서 선행연구와 해양사고 재결서 및 국내선사의 비상대응 매뉴얼을 분석하여 선박 대피시의 고려사항을 식별하고 선박운항자를 대상으로 의사결정계층 분석을 하고자 한다. 이를 통하여 선박의 대피항로 선정 시 우선 고려사항을 도출하고자 하고 도출된 우선순위는 비상상황 발생 시, 공황 상태의 선교의 선박운항자에게 의사결정을 지원하는 기초 정보로 제공하는 것을 목적으로 한다.

## 2. 골든타임을 위한 대피항로 선정 요소 도출

### 2.1 고려요소 도출을 위한 이론적 고찰

실제 선박에서 비상상황이 발생했을 시 대피항로 선정과 관련하여 어떤 조치를 취했는지 확인하기 위하여 비상대응 관련 문헌 및 재결서를 분석하였다. 다만, 사고의 종류 중 선박이 전복 또는 침몰하거나, 좌초되는 경우에는 선박이 움직일 수 없어 대피항로를 선정할 수 없기 때문에 이번 분석에서는 제외하였다.

Table 1은 2015년에 발생한 해양사고의 재결서(교훈 및 지적사항 포함) 중 비상상황 시 사고별 선박이 취한 행동을 나타낸 표이다. 선원의 사망 또는 부상 사고를 제외한 총 99건의 사고를 분석한 결과, 사고 종류에 따른 빈도수는 충돌 56건, 화재 15건, 좌초 10건, 전복 및 침몰 10건, 기관 및 조타장치 손상 7건, 침수 1건으로 나타났다(KMST, 2016). 각 사고

종류에 따른 조치사항은 충돌 시에는 가까운 항구로 이동하거나 해경함정 또는 주변선박의 도움을 받는 경우가 33건(59%)이었고, 화재 시에도 가까운 항구로 이동하거나 해경함정의 도움을 받는 경우가 10건(67%)으로 많은 부분을 차지하였다. 기관이나 조타고장과 같이 조종능력을 상실한 경우에는 대부분 본 침로를 유지하여 항해하였고, 침수 1건은 해경함정의 도움을 받은 것으로 분석되었다.

Table 1. Result of the reconciliation analysis on emergency response

Type of accident	Action	Frequency
Collision	Moving to near port	13
	Assistance of coast guard	10
	Assistance of surrounding ships	10
	Keeping course	6
	Emergency anchoring	1
	No action	16
Fire	Assistance of coast guard	8
	Moving to near port	2
	Assistance of surrounding ships	3
	Self-fire suppression on ship	1
	Total loss by fire	1
Loss of maneuverability	Keeping course	5
	Emergency anchoring	1
	Assistance of Tug boat	1
Flooding	Assistance of coast guard	1
Capsize	Assistance of surrounding ships	4
Grounding	Assistance of coast guard	5
	Assistance of surrounding ships	2
	Moving to near port	2
	Report to company	1
Sinking	Assistance of coast guard	1
	Assistance of surrounding ships	2
	Report to company	1
	No action	2
Total		99

선행연구를 살펴보면, Lee et al.(2016)은 충돌 상황에서의 대응은 기관정지, 퇴선, 피난항으로 항해, 임의좌주, 예인선의 도움을 구하고, 조종 능력상실(기관/타기 고장)의 상황에서는 비상투묘, 해당지역의 조류 조사, 예인선의 도움, 퇴선을 고려요소로 제시하였다. 또한 화재 발생 시에는 기상정보를 수신하고, 풍하 측으로 조선 및 퇴선을 고려하며, 침수의 상황에서는 퇴선을 고려 요소로 제시하였다.

Lee et al.(2012)는 원조를 필요로 하는 선박이 정상상태로 복원하고 항해의 위험을 줄이고 인명이나 환경을 보호하기

위한 장소인 선박 피난처를 지정·운영하고 있는 외국 사례를 분석하였다. 피난처 지정을 위하여 자연환경(바람, 조류, 항로표지위치, 어장분포), 해양사고조사 분석, 해역의 일반적 현황분석, 기름 확산 분석, 지원시설분석, 전문가 의견이 고려되어야 한다고 제시하였다.

Lee and Park(2014)은 우리나라의 걱정한 피난처를 제시하기 위하여, 정성적인 정보들을 정량적인 수치로 표현하여 객관적 지표에 따라 피난처입지 지정 모델을 제시하였다. 피난처 지정에는 평가해역(해상교통환경, 해양사고 건수), 입지조건(수심, 항로, 환경보호해역, 어장, 저질), 지원시설(소방정, 해경함정, 오염방제선, 항만, 예인선, 구조회사)의 사항들을 고려 요소로 사용하였다.

Table 2는 각 선행연구 별 고려사항을 비교하기 위해 나타낸 표이다.

Table 2. Comparison of prior research considerations

Author	Considerations	
Lee et al.(2016)	Collision	Engine stop, Abandon ship, port of refuge, beaching, Assistance of tugboat
	Loss of maneuverability	Emergency anchoring, Current survey, Assistance of tugboat, Abandon ship
	Fire	Weather fax, Maneuvering to leeward side, Abandon ship
	Flooding	Abandon ship
Lee et al.(2012)	Wind, Current, Position of AtoN, Marine accident analysis, general status, supporting facility, Export opinion	
Lee and Park(2014)	Evaluation area	Marine traffic environment, Number of marine accidents
	Location conditions	Depth, Route, Environmental Protection Area, fishing ground, seabed
	Supporting Facility	Fire-fighting vessel, Coast guard, harbor, tugboat, rescue company, etc.

재결서 및 선행연구 분석을 통하여 비상상황 시 공통적으로 해경함정에 도움요청, 주변선박의 도움요청, 긴급 투묘, 가까운 항구로 이동, 기관 정지, 임의좌주 등의 조치를 한 것으로 나타났다. 또한 피난처 지정을 위해서는 해역의 환경적 요소, 해양사고 현황, 지원시설의 위치를 고려하는 것으로 나타났다.

**2.2 현장 비상대응 매뉴얼 분석을 통한 고려요소 도출**

국제안전경영규약(International Safety Management Code, ISM)에 의거하여 해운회사는 선박에서 발생할 수 있는 잠재

적인 비상상황을 식별하고, 규정 및 대응하기 위한 절차를 수립하여야 한다(KR, 2017).

이에 따라 해운회사는 선박운용에 있어 위험의 식별과 식별된 위험에 대한 방호장치의 수립 및 비상상황 발생 시 손실을 최소화하기 위해 선박 및 육상팀의 대응 및 처리절차를 규정하고 있다. 선사의 비상대응 시나리오는 내항선사와 외항선사에 따라 조금은 상이하겠지만, 경향은 비슷하다고 판단하여 사고 발생 시 대응을 식별하기 위하여 사고 종류에 따른 국내 3개 해운회사의 사고별 비상대응 매뉴얼을 분석하였다. 비상조치사항에 공통적으로 선사보고, 주변선박 도움 요청 및 화재 발생 시 초기 진화 등의 선내 조치사항이 있었으며, Table 3은 선내 조치사항의 공통사항을 제외한 선박의 이동과 관련된 조치사항을 나타내고 있다.

Table 3. Result of analysis on contingency procedure of shipping company

Shipping Company	Type of accident	Action
A	Collision	Engine stop Abandon ship
	Fire	Engine stop Abandon ship
	Loss of maneuverability	Assistance of tugboat Emergency anchoring Current survey
	Flooding	Engine stop
	Collision	Engine stop Beaching
B	Fire	Engine stop Maneuvering to leeward side Emergency anchoring
	Loss of maneuverability	Engine stop Emergency anchoring Current survey Assistance of tugboat
	Flooding	Beaching
	Collision	Engine stop
C	Fire	Engine stop Maneuvering to leeward side Assistance of tugboat
	Loss of maneuverability	Engine stop Emergency anchoring Drifting
	Flooding	Beaching

국내 해운회사 비상대응 매뉴얼의 조치사항은 주변선박의 도움요청, 기관정지, 비상투묘, 임의좌주로 선행연구 및 재결서에서도 식별된 공통사항이며, 추가로 표류가 도출되었다. 하지만 긴박한 상황에서 어떠한 조치를 먼저 실시해야하는지에 대한 사항은 확인할 수 없었다.

### 3. AHP 분석을 통한 선박 대피 우선 고려요소 도출

#### 3.1 AHP 분석 개요

AHP(Analytic Hierarchy Process : 계층분석적 의사결정방법)는 복잡한 문제를 계층화하고, 계층구조를 구성하고 있는 요인간의 쌍대비교를 통하여 요인간의 중요도를 도출하는 의사결정방법이다(Saaty, 1995). 한 계층 내에서 비교 대상이 되는  $n$ 개 요인의 상대적인 중요도를  $w_i (i = 1, \dots, n)$ 라 하면 쌍대비교행렬에서의  $a_{ij}$ 는  $w_i/w_j (i, j = 1, \dots, n)$ 로 추정할 수 있으며, 행렬의 모든 요인을 나타내면 식(1)과 같다.

$$\sum a_{ij}w_j = n w_i (i, j = 1, \dots, n) \quad (1)$$

그리고 하위 계층의 평가 요인들의 중요도를 식(2)를 통하여 구하고, 계층에서의 가중치를 종합한다.

$$C[1,k] = \prod B_i \quad (2)$$

여기서  $C[1,k]$ 는 첫 번째 계층에 대한  $k$ 번째 계층 요인의 종합 가중치이고,  $B_i$ 는 추정된  $w$  벡터를 구성하는 행을 포함하는  $n_i - 1 \cdot n_i$  행렬이며,  $n_i$ 는  $i$ 번째 계층의 요인수를 나타낸다.

본 연구에서는 비상상황의 대피항로 결정 시 고려사항 간에 상대적인 중요도를 파악하기 위하여, 선박운항자를 대상으로 설문조사를 하고 AHP 분석 기법을 통해 분석하였다.

#### 3.2 선박 대피 평가 요인 분류

해양사고에 수반하여 인명피해, 재산피해 및 환경파괴가 발생하기 때문에 해양사고를 예방하거나, 그 피해를 최소화하기 위하여 한 국가뿐만 아니라 국제적으로 공동 협력을 취하고 있다(Yun, 2015). 사고 발생 후 선박의 대피항로를 선정하는 이유 또한 해양 사고로 인한 피해를 최소화하기 위함이기 때문에 해양사고에 의해 야기되는 피해사항인 인명 및 재산(선박)관련 사항을 제1계층(Level 1)으로 선정하였다. 여기서, 선박을 이동시키는 경우 유출유가 더 확산되는 경우가 발생하고, 초기 방제작업이 어렵기 때문에 대피항로 선정 시 고려하여야 하는 요인에서 환경 안전의 관점은 제외하였다. Table 4는 계층구조를 설정하고 평가에 중요한 요인을 도출하기 위하여 선행연구, 재결서 및 3개 해운회사의 비상대응 절차에서 식별된 주요사항을 키워드 형식으로 나타낸 것이다.

Table 4. Action plan analysis results by type of accident

Type of accident	Action plan
Collision	Engine Stop
	Emergency anchoring
	Beaching
	Assistance of tugboat
	Coast guard boat assistance
Loss of maneuverability	Engine Stop
	Emergency anchoring
	Tugboat assistance
	Current survey
Fire	Engine Stop
	Emergency anchoring
	Coast guard boat assistance
	port of refuge
	Maneuvering to leeward side
Flooding	Engine stop
	Beaching
Port of refuge	Evaluation of Analysis area
	Location qualification
	Supporting establishment

도출된 키워드를 이용하여 해운회사 육상팀, 선장 및 도선사, 대학, 연구소로 이루어진 산·학·연 전문가팀의 2회 브레인스토밍을 통해 제2계층(Level 2)의 평가 요인을 다음과 같이 선정하였다.

사고 종류에 따라 대피항로를 선정하는 기준이 달라질 수 있으나, 사고 발생 시 조치사항에 대한 주요 단어를 식별한 결과 충돌, 조종능력상실(기관/타기 고장), 화재 등의 사고가 발생하였을 경우에 대한 조치사항은 기관정지, 비상투모, 예인선 도움 요청, 해양경찰 도움 요청 등으로 유사하게 나타났다. 따라서 본 연구에서는 AHP 모형 설계 시 사고 종류별로 나누지 않고, 선박 대피가 가능한 상황으로 가정하여 평가 요인을 비상투모, 임의좌주, 주변선박에게 도움요청, 표류, 해경 함정에 도움요청, 가까운 항구로 피난으로 도출하였다.

Fig. 1은 도출된 제1계층, 제2계층 요인을 이용하여 설계한 AHP 모형이다.

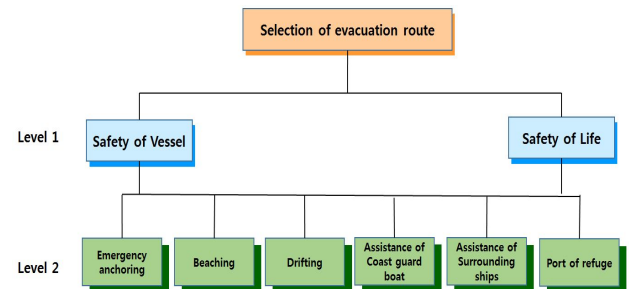


Fig. 1. Structure tree for AHP analysis.

Table 5는 제2계층의 평가요인인 비상투묘, 임의좌주, 주변선박에게 도움요청, 표류, 해경함정에 도움요청, 가까운 항구로 피난의 각 지표에 대하여 설명하고 있다.

Table 5. Description of evaluation factor for level 2

Level 1	Level 2	Description of Evaluation factor
Safety of Vessel and Life	Emergency anchoring	Moving to where it can anchor to stop the ship (Deep sea anchoring up to 100m depth)
	Beaching	Moving to the waters with adequate depth and standing on purpose to prevent sinking
	Assistance of surrounding ships	Moving in a direction of heavy traffic to ask for help to the surrounding vessel
	Drifting	Moving in a direction of low traffic to float in the ocean, not controlled by currents, winds (To prevent secondary damage)
	Assistance of Coast guard boat	Moving to coast guard boat to get help from the coast guard
	Port of refuge	Moving to a port where the risk of navigation is reduced and people or the environment are protected

Fig. 2는 대피항로 선정 요소간의 쌍대비교를 위한 설문지 구성의 예이다. AHP에서 쌍대비교에 사용하는 척도는 1에서 9까지의 비율척도이며, 설문지는 설계된 모형을 바탕으로 각 평가요인에 대하여 9척 척도로 구분하여 구성하였다(1:동등 5:중요 9: 매우중요, 2,3,4,6,7,8 : 앞 값들의 중간 값).

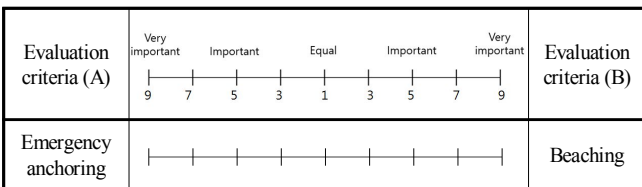


Fig. 2. Example of questionnaire.

3.3 분석 결과

구성 요인간의 상대적 중요도 비교 결과는 일관성을 확보해야 하며, 식(3)와 같이 일관성 지수(Consistency Indicator, C.I.)를 측정하고, 식(4)과 같이 계산한 일관성 비율(Consistency Ratio, C.R.)을 이용하여 의사결정과정의 신뢰도를 확인할 수 있다. 일관성 비율을 구하는 식은 다음과 같으며, 일관성 비

율(C.R.)이 10%, 즉 0.1 미만일 때 쌍대비교 행렬의 일관성을 보장받는다(Kim, 2015).

$$C.I. = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \tag{3}$$

여기서  $\lambda_{max}$ 는 이원 행렬 비교의 가장 큰 고유치이며,  $n$ 은 비교되는 기준의 수를 의미한다.

$$C.R. = (C.I. \times R.I.) \times 100 \tag{4}$$

여기서  $R.I.$ 는 무작위 지수(Random Index)로 1~9까지 정수를 무작위로 추출하여 역수행렬을 작성한 후 이로부터 구한 지수이다.

Table 6은 선박운항자를 대상으로 한 설문지의 유효 설문회수의 비율을 나타내고 있다. 본 연구에서는 관리자급 경력의 항해사를 대상으로 총 34부의 설문을 배부하였고, 20부의 유효 설문지 즉, 일관성비율(C.R.)값이 10% 미만인 설문지를 이용하여 종합 분석하였다. 설문은 동일 대상자를 상대로 총 2차에 걸쳐서 실시되었으며, 1차에서는 연구 목적과 설문 방법을 설명하고 설문 조사를 실시하였다. 2차에서는 1차 설문조사자 중 일관성 비율이 10%를 벗어나는 사람을 대상으로 1차 설문조사와 비교하며, 인터뷰를 통해 조사항목을 재조사하여 유효한 일관성 비율을 도출하였다. 최종분석에 이용된 유효표본이 20개로 다소 적은 수이지만, 실제 의사 결정을 담당하는 관리자급 항해사인 전문가집단을 대상으로 한 방법이므로 전문성이 부족한 다수집단을 대상으로 한 조사보다는 긴급상황 시의 대피항로의 개념이나 경험이 많은 전문가를 대상으로 하여 분석하는 것이 더 바람직한 결과를 도출 할 수 있을 것이라고 판단하여 20부로 분석을 실시하였다.

Table 6. Characteristics of sample for questionnaire

Subject	Distributed questionnaire	Valid questionnaire	Valid ratio
Navigational Officer	29	17	58.6 %
※ Majors who have more than 5 years of experience in boarding			
Related researchers	5	3	60 %
※ Related researchers who have experience of ship operation			

Table 7은 설문대상의 일반 사항을 나타내고 있다. 유효한 설문지의 설문대상은 평균 연령이 약 45.3세였으며, 최종 직급은 선장 10명(50.0%), 1등항해사 7명(35.0%), 연구원 3명

(15.0%)으로 85%가 1등항해사 이상으로 근무한 경력이 있었다. 또한 평균 승선경력은 12.8년으로 나타났다.

Table 7. General characteristics of the subjects

Characteristics		Frequency (%)
Age (years)	20-30	0(0)
	30-40	8(40.0)
	40-50	4(20.0)
	50-60	7(35.0)
	More than 60	1(5.0)
Rank	Master	10(50.0)
	1st Officer	7(35.0)
	Others	3(15.0)
Career (years)	2-5	3(15.0)
	5-10	5(26.7)
	10-15	4(26.7)
	15-20	1(6.7)
	More than 20	7(20.0)

Fig. 3은 제1계층의 중요도 비율을 나타내고 있다. 제1계층은 선박의 사고 발생 후 대피항로 선정 시 고려하는 사항을 인명의 안전과 선박의 안전의 쌍대비교로 그 비율을 조사하였다. 조사된 비율은 종합하기 위하여 그 값을 산술 평균하였다. 그 결과는 인명의 안전(0.864), 선박의 안전(0.136)으로 인명의 안전을 약 6배 더 중요하게 생각하는 것으로 나타났다. 「선원법」 제11조(선박 위험 시의 조치)에 따르면 선장은 급박한 위험이 있을 때에는 인명, 선박 및 화물을 구조하는데 조치를 다한다고 규정하고 있어(MOLEG, 2017), 우선순위 구분은 없지만, 선박운항자 입장에서는 인명의 안전을 더 중요시 여기는 것을 알 수 있다.

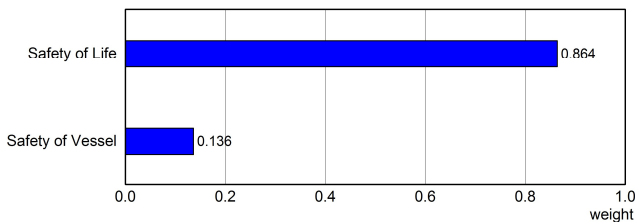


Fig. 3. The relative importance of level 1 factor.

Table 8과 Fig. 4는 제1계층 요인에 해당하는 제2계층 요인의 상대적 중요도 분석의 결과이다. 제1계층 요인에 따라 살펴보면, 우선 인명의 안전 관점에서는 해경함정에 도움요청(0.328), 주변선박 도움요청(0.183), 피난항(0.179), 비상투묘

(0.145), 표류(0.104), 임의좌주(0.061) 순으로 나타났다. 선박의 안전 관점에서는 비상투묘(0.334), 피난항(0.210), 표류(0.179), 해경함정에 도움요청(0.125), 주변선박 도움요청(0.087), 임의좌주(0.065) 순으로 나타나 제1계층 요인의 관점에 따라 제2계층 평가요인의 상대적 중요도가 차이가 있음을 알 수 있었다. 즉, 인명의 안전을 우선하는 경우에는 인명을 구할 수 있는 세력인 해경함정이나 타선의 방향으로 선박을 이동하고 선박의 안전을 우선시 하는 경우에는 조치를 위하여 비상투묘나 피난항으로 이동하여 일단 항해를 멈추는 것으로 분석되었다.

Table 8. The relative importance of level 2 factor

Level 1	Level 2	Relative importance result	Priority	Consistency Ratio
Safety of life	Emergency anchoring	0.145	4	0.009
	Beaching	0.061	6	
	Assistance of surrounding ships	0.183	2	
	Drifting	0.104	5	
	Assistance of Coast guard ships	0.328	1	
	Port of refuge	0.179	3	
	Emergency anchoring	0.334	1	
Safety of vessel	Beaching	0.065	6	0.003
	Assistance of surrounding ships	0.087	5	
	Drifting	0.179	3	
	Assistance of Coast guard ships	0.125	4	
	Port of refuge	0.210	2	

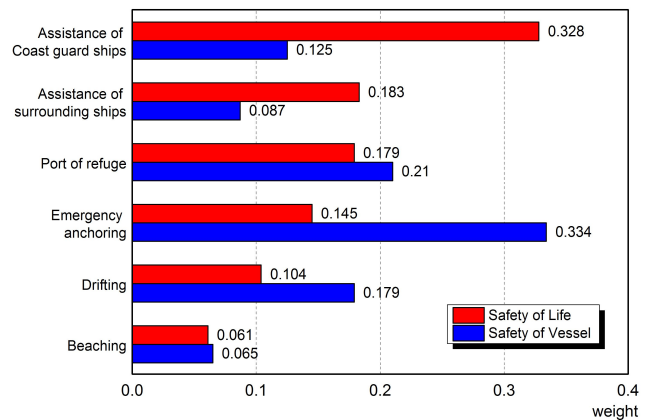


Fig. 4. The relative importance of level 2 factor.

Fig. 5는 종합 상대 중요도를 나타낸다. 제1계층인 관점의 상대적 중요도 및 제2계층인 대피항로 선정 평가 요인의 상대적 중요도를 도출하였고, 제1계층과 제2계층의 상대적 중요도를 곱하여 계산하는 방법으로 취합하였다. 분석 결과 각 평가 요인은 해경함정에 도움요청(0.300), 피난항(0.183), 비상투묘(0.171), 주변선박 도움요청(0.170), 표류(0.114), 임의 좌주(0.061) 순으로 상대적 중요도를 나타냈다.

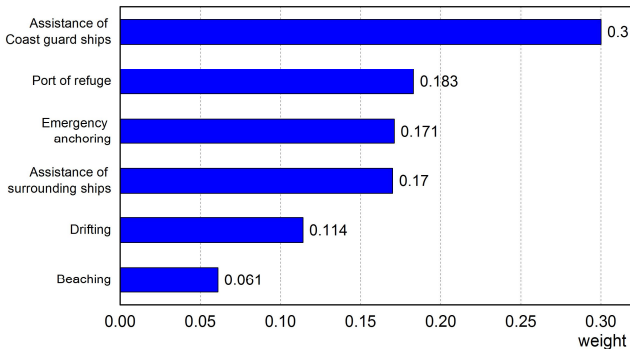


Fig. 5. The comprehensive relative importance of factor.

제1계층 요인인 선박의 안전과 인명의 안전 관점에 따라 제2계층 요인에 대한 상대적 중요도에 차이가 있었으나, 인명의 안전의 상대적 중요도가 선박의 안전에 비하여 6배 이상 크게 나타났기 때문에 종합적 결과는 인명의 안전 관점에서의 상대적 중요도와 비슷하게 나타났다. 그 결과 관리급사관의 경력이 있는 항해사는 선박에 사고가 발생하였을 때 해경함정 방향으로 선박을 대피하는 것이 적절하다고 생각하는 것으로 판단된다. 다만, 피난항 방향의 대피나 비상투묘, 주변선박의 도움 요청 등은 가중치가 1% 내외로 차이가 미비해 주변 상황에 따라 판단하는 것으로 보인다.

#### 4. 결론

각종 사고 발생 시 초반의 인명을 구조하기 위한 골든타임의 중요성이 커져가고 있으며, 2014년 4월에 발생한 세월호 사건에서 해양사고의 골든타임의 중요성이 크게 부각되었다. 이번 연구는 해상에서 긴급상황 발생 시 골든타임을 확보하기 위해서 선박운항자 관점에서 선박 대피항로 선정 시 우선적으로 고려되어야 하는 사항과 그 중요도를 AHP방식을 이용하여 도출하고자 하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

(1) 선박에서 비상대응과 관련한 조치 사항을 도출하기 위하여 해양사고 재결서, 선행연구, 국내 선사의 비상대응 매뉴얼을 살펴보았다. 그 결과 주변선박 도움요청, 기관정지, 비상투묘, 임의좌주, 표류, 해경함정에 도움요청 등의 조치

사항이 식별되었다. 하지만, 각 조치사항 별 우선순위에 대해서는 따로 정하지 않고 있음을 확인하였다.

(2) 우선순위 없이 나열되어 있는 골든타임 결정 시의 고려사항 간에 상대적인 중요도를 선박운항자의 입장에서 파악하여, 고려사항 간의 우선순위를 도출하기 위하여 AHP 분석 기법을 이용하였다. 제1계층에는 선박의 안전과 인명의 안전 2가지 요인을 설정하였으며, 선박운항자 대상 설문결과 인명의 안전(0.864), 선박의 안전(0.136)으로 나타났다. 즉, 선박운항자는 대피항로 선정 시 인명의 안전을 약 6배 이상 중요하게 고려하고 있다는 것을 알 수 있었다.

(3) 제1계층의 상대적 중요도 및 제2계층인 대피항로 선정 평가 요인의 상대적 중요도를 도출하고, 제1계층과 제2계층의 상대적 중요도를 곱하여 종합적 상대적 중요도를 도출하였다. 분석 결과 해경함정에 도움요청(0.300), 피난항(0.183), 비상투묘(0.171), 주변선박 도움요청(0.170), 표류(0.114), 임의 좌주(0.061) 순으로 상대적 중요도가 나타났다. 최종적으로 선박운항자는 인명의 안전을 우선시 하며, 이를 위하여 주변의 해경함정에 도움을 요청하는 방향의 대피항로를 우선적 선정하는 것을 알 수 있었다.

이번 연구에서는 선박이 이동하는 것에 집중하여 퇴선이나 초동 조치 등의 선내에서 비상상황 시 조치하는 사항은 반영하지 못하였다. 추후에는 비상상황 발생 시 주변 환경의 영향이나 퇴선, 초동 조치 등의 조치 고려사항을 포함하여, 종합적인 선박의 비상상황 대응 절차를 구성할 수 있을 것이다. 나아가 비상상황 시 조치사항을 선교에서 확인할 수 있도록 알고리즘화 한다면 비상상황 시 공황상태의 선교에서 선박운항자의 의사결정을 지원하는 모니터링 시스템으로 발전할 수 있을 것으로 예상된다.

#### 사 사

본 연구는 해양수산부의 “선박 및 인명 대피 지원 기술 개발” 사업의 지원으로 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

#### References

- [1] Hankyung(2017), Hankyung economy glossary, <http://dic.hankyung.com> (Accessed : July, 2017).
- [2] Kim, B. Y.(2015), AHP analysis technique, KIMSINFO., pp. 99-100.
- [3] Kim, D. Y., M. R. Yi and G. K. Park(2010), FuzzyES for Environmental Risk Assessment of Ship Navigation, The Journal of The Korean Institute of Intelligent Systems, Vol. 20, No. 4, pp. 541-547.

- [4] Kim, J. S., Y. S. Park, T. Y. Heo, J. Y. Jeong and J. S. Park(2011), A Study on the Development of Basic Model for Marine Traffic Assessment Considering the Encounter Type Between Vessels, The Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 17, No. 3, pp. 227-233.
- [5] KMST(2016), Korean Maritime Safety Tribunal, Annual report of Marine Safety Judgement Cases, <http://www.kmst.go.kr/> (Accessed : June, 2017).
- [6] Kong, K. Y.(2015), Ship navigation dictionary, Dasom, p.44.
- [7] KR(2017), Korea Registry, SOLAS 2017 Consolidated Edition.
- [8] Lee, C. H. and S. H. Park(2014), A Study of Development of Designated Model of Places of Refuge location from IMO Recommendations, The Journal of Navigation and Port Research, Vol. 38, No. 4, pp. 357-366.
- [9] Lee, C. H., S. H. Park and J. S. Jeong(2012), A Study of Introduction Plan of the Places of Refuge in Domestic Areas based on the Analysis of Foreign Cases, The Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 18, No. 3, pp. 235-241.
- [10] Lee, E. B., Y. S. Park and S. W. Park(2016), Marine Emergency for Masters and mates, DongMyeong. pp. 37, 41-42, 99-101, 129-131.
- [11] MOLEG(2017), Korea Ministry of Government Legislation, Seafarers Act, Article 11, <http://www.law.go.kr> (Accessed : June, 2017).
- [12] Ryu, E. G., C. S. Yang and J. W. Choi(2017), Fundamental Research for Escape Guidance System Development of Passenger Ship, The Journal of Navigation and Port Research, Vol. 41, No. 2, pp. 39-45.
- [13] Saaty, T. L.(1995), Decision Making For Leaders, Pittsburgh : RWS Publications, pp. 14-36.
- [14] Yun, J. H.(2015), Fundamental Maritime Search and Rescue, Dasom, pp. 1-2.

---

Received : 2017. 08. 14.

Revised : 2017. 09. 18. (1st)

: 2017. 10. 11. (2nd)

Accepted : 2017. 10. 28.