

IMO 권고에 따른 선박 피난처 입지 지정 모델 개발에 관한 연구

† 이창현 · 박성현*

† 목포해양대학교 해상운송시스템학부 대학원, * 목포해양대학교 해상운송시스템학부 교수

A Study on the Development of Designated Model of Places of Refuge location from IMO Recommendations

† Chang-Hyun Lee · Seong-Hyun Park*

† Graduate school, Division of Maritime Transportation System, Mokpo National Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

* Division of Maritime Transportation System, Mokpo National Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

요 약 : IMO에서는 2003년 12월 제23차 총회에서 ‘Guidelines on places of refuge for ships in need of assistance’를 총회 결의서 Res. A.949(23)으로 채택하여, IMO 협약국에 선박 피난처를 지정할 것을 권고하고 있다. 선박 피난처란 ‘원조를 필요로 하는 선박이 선박을 정상 상태로 복원하고 항해의 위험을 줄이고 인명이나 환경을 보호하기 위한 장소’라고 IMO에서는 정의하고 있다. 선박 피난처를 지정·운영하는 것은 자국의 연안 환경을 보호하기 위한 국가 정책과 밀접한 관련이 있어, 국가적으로 아주 예민한 문제이다. 그러나 선박 피난처를 지정·운영하는 것은 해양 사고로 인한 2차적 피해의 확산을 방지하여, 환경적·재산적 손실을 최소화 할 수 있다. 현재 외국의 여러 국가에서는 선박 피난처를 지정·운영하고 있다. 그러나 국가별로 선박 피난처 입지 선정 방법·기준이 달랐으며 표준화된 선박 피난처 입지 선정 모델은 없었다. 따라서 본 연구에서는 향후 국내 선박 피난처 제도의 도입 시 합리적이고 효율적인 선박 피난처 입지를 선정하기 위하여, 외국의 선박 피난처 입지 선정 시 고려되었던 요소들을 검토·분석 하였으며, 이러한 고려 요소들의 정성적인 자료를 정량적인 수치로 표현하여 객관적인 지표에 따른 선박 피난처 입지 지정 모델을 제시하고자 한다. 선박 피난처 입지 지정 모델은 선박 해양 개연성 평가, 입지 분석, 지원 시설의 접근성 평가 과정을 통하여 최종 선박 피난처 입지를 제시하였다.

핵심용어 : 선박 피난처, 해양 사고, 선박 사고 개연성 평가, 입지 분석, 지원 시설 평가

Abstract : On December of 2003, IMO's 23rd Assembly discussed ‘Guidelines on places of refuge for ships in need of assistance’ At the discussion, Res. A.949(23) has been selected to appoint recommended place of refuge for countries signatory to the IMO Convention. IMO defines “Places of Refuge” as a places where a ship in need of assistance can take action to enable it to stabilize its condition and reduce the hazards to navigation, and to protect human life and the environment. Appointing and managing a Place of refuge can be a delicate problem because of its close connection to each country’s coastal and environmental protection policies. However, in case of marine accident, the appointment or management of the place of refuge has a potential to avoid further damage and reduce to the minimum any environmental and estate losses. Currently a number of foreign countries, designated and operated a place of refuge. But, place of refuge selected method-criteria were different by country and also does not have any standardized designating place of refuge model. Therefore, this study suggested the model of assigned places of refuge according to objective indication in order to assign reasonable and efficient places of refuge in domestic waters in the future by investigating and analyzing imported facts in considering the assignment of places of refuge in foreign countries and describing these imported data into quantitative value. In designating the model place of refuge, the final place of refuge location was presented by evaluating the probability of marine accidents, analyzing the location, and evaluating the supporting establishment.

Key words : places of refuge, Marine accident, evaluation of the probability of marine accidents, analyzing the location, evaluating o the supporting establishment

1. 서론

국제해사기구(IMO)에서는 해양사고를 예방하고 사고 발생으로 인한 2차, 3차적인 피해의 확산을 방지하기 위하여 2003년 12월 제23차 IMO 총회에서 ‘원조를 필요로 하는 선박의 선박 피난처 제공에 관한 지침’을 총회 결의서 Res. A.949(23)

로 채택하여 IMO 회원국들에게 선박 피난처를 지정할 것을 권고하고 있다.(IMO, 2003)

우리나라는 IMO 이사국으로써 국제해운업 및 조선업과 관련된 분야에 국제적으로 많은 영향을 주고 있음에도 불구하고 아직까지 IMO에서 권고하고 있는 선박 피난처 제도를 도입하고 있지는 않다.

† Corresponding author : 연희원, sky007@mmu.ac.kr 061)240-7422

* 종신회원, shpark@mmu.ac.kr 061)240-7171

지난 2013년 12월 29일 부산 태종대 남동쪽 9.2마일 해상에 서 시운전중인 바하마 선적 자동차운반선 ‘그라비티 하이웨이호(58,767톤)’와 화학물질 29,000톤 가량을 선적하고 항해중이던 홍콩 선적 위험화물 운반선 ‘마리타임 메이지호(29,211톤)’의 충돌사고로 위험화물 운반선인 ‘마리타임 메이지호’에 화재가 발생하는 사고가 있었다.

사고 직후 국내 소방선, 해양경찰함정, 해군함정이 출동하여 화재를 진압하였으나, 화재 진압 중 사고선박이 표류하여 일본 영해로 진입하게 되어 일본 해상보안청에 선박을 인계하였다. 화재 선박은 일본 해난구조업체와 예인선을 추가로 투입하여 19일 만에 화재 진압에 성공하였다. 이후 선박 소유자는 일본 정부와 우리나라에 선박 피난항을 제공해줄 것을 요청하였으나 일본 정부에서는 공식적으로 선박 피난항 제공을 거부하였다. 우리나라는 초기에 선박 피난처를 제공하지 아니하였으나, 홍콩 정부 및 선박소유자의 요청으로 2014년 4월 2일 선박 피난처를 제공하기로 결정하였고, 2014년 4월 11일 사고 선박은 울산항에 입항하여 화물창 검사 후 화물이적작업을 4월 18일 완료하였다.

이처럼 선박 피난처를 지정하는 것은 자국의 연안 환경을 보호하기 위한 국가 정책과 밀접한 관련이 있어 국가적으로 아주 예민한 문제이다. 그러나 선박 피난처를 지정·운영하는 것은 해양 사고로 인한 2차적 피해의 확산을 방지하고, 환경적·재산적 피해를 최소화 할 수 있다.

해상교통 환경 및 해양사고에 관한 연구는 예전부터 지금까지 지속적으로 이루어지고 있지만, 이를 토대로 해양사고 발생으로 인한 2차적인 피해 및 해양오염 피해를 최소화하기 위한 선박 피난처에 관한 연구는 전무한 실정이다. 국내에서는 (Jung-shik, Jeong et al, 2012)의 연구가 수행되어진 것이 유일할 뿐 선박 피난처 입지를 지정하기 위한 선행 연구는 없었다.

외국의 여러 국가에서도 선박 피난처를 지정·운영하고 있지만 입지를 선정하기 위한 표준화된 방법이나 모델을 제시하고 있지는 않다.

따라서 본 연구에서는 선박 피난처 입지를 지정하기 위한 표준 모델을 개발하기 위하여 외국의 선박 피난처 입지 지정 시 고려되었던 요소들을 바탕으로 합리적인 선박 피난처 입지 지정 방법을 제시하고자 한다.

2. 외국의 선박 피난처 입지 지정 요소 분석

Table 1은 외국의 선박 피난처 입지 선정 시 고려되었던 요소들에 대한 국가별 비교표이다.

Table 1 Comparative table of national consideration element of Place of refuge location

Nation	Consideration element of Place of refuge location
Denmark	Shipping density
S. Afrika	Marine accidents / Shipping density
U.K	Depth / Supporting establishment Ship Traffic / Fishing Grounds
Alaska, U.S.A	Depth / Nature of the Seabed Supporting establishment

덴마크의 경우 선박 피난처 지정 시 자국 해안을 따라서 행하는 선박의 교통량만을 고려하여 ‘High pollution potential’ 14개 해역(9개-Ports, 5개-Anchorage)과 ‘Low pollution potential’ 8개 해역(Sheltered area)등 총 22개 해역을 선박 피난처로 지정·운영하고 있다.

남아프리카에서는 SAMSA(South Africa Maritime Safety Authority)에서 선박 피난처 업무를 담당하고 있으며, 1946년부터 1984년까지 약 40년 동안 남아프리카 해안에서 발생한 해양사고와 선박의 교통량 밀도를 기반으로 6개의 선박 피난항을 지정·운영하고 있다.

영국은 선박 피난처 지정 시 지역의 수심과 예인선, 조선소 등과 같은 지원 시설의 이용이 용이한 항만을 고려하여 지역 별로 다수의 선박 피난처를 지정하였으며, 선박 교통량 및 해양사고에 대한 요소는 전혀 고려하지 않았다.

마지막으로 미국 알래스카 주에서는 다음과 같은 기초 자료들과 항만의 수심, 저질, 수리 시설의 유무 등을 고려하여 선박 피난처를 지정하였다.

- Response Equipment Depot
- Feeder, Traffic, non-persistent
- Cruise and AMHS Ship Traffic
- Small Cruise Ship Traffic
- Bulk fuel storage sites
- Frequent Fishing Vessel/Tramper Offload Activities
- Key Nearshore Fishing Grounds
- Setnet Fishing Grounds
- Cannery/Abandoned Cannery

알래스카의 선박 피난처의 지정 시 고려 요소들을 분석해 보면 덴마크와 남아프리카의 선박 피난처 지정 시 주요 조건으로 고려하였던 선박의 교통량 분석에 대한 비중은 적었으며, 해당 해역에서 발생한 해양사고에 대한 요소는 전혀 고려하지 않았다.

해양사고에 대한 요소는 고려하지 않아 해당 해역에서 발생할 수 있는 해양 사고에 대한 개연성은 다소 적어 보이며, 선박 사고로 인한 2차적인 해양오염 피해로 인한 해양 환경 보호와 사고 선박에 대한 처리 및 지원 요소들에 초점을 두으로써 해양사고 시 초기 대응에 중점을 두고 있다.

본 연구에서는 외국의 선박 피난처 지정 사례를 기반으로, 선박 피난처 입지 선정 시 고려 요소들에 대한 정성적인 데이터들을 정량적인 수치로 표현하여 실질적인 선박 피난처 입지를 선정하기 위한 표준화된 모델을 제시하고자 한다.

3. 선박 피난처 입지 지정 모델 개발

Table 2는 선박 피난처 입지 지정 방법을 제시한 표로써, 외국의 선박 피난처 지정 시 고려되었던 요소들을 기반으로 총 3단계 평가 과정을 통하여 최종 선박 피난처 입지를 선정하는 방법을 제시하였다.

Table 2 Designated method of Places of Refuge

Step	Evaluation	Evaluation Factors
1	Evaluation of Analysis Area	Marine traffic environment
		Marine Accidents
2	Location qualification	Depth / Traffic route
		Protection of environment sea
		Fishing havens
		Nature of seabed
3	Supporting establishment	Shipyard
		Prevention of oil pollution ship
		Fire fighting boat
		Tug boat
		Salvage company
		Coast Guard ship

선박 피난처의 수는 해역별로 다수가 설치되어 있으면 좋을 것이다. 그러나 지형적인 특성상 선박 피난처의 수를 무한정 지정할 수 없을 뿐만 아니라 본 연구의 목적인 최적의 선박 피난처 입지를 선정하기 위하여 선박 피난처를 지정하고자 하는 해역을 여러 구역으로 구분하여 해양 사고 개연성 평가를 통하여 선박 피난처 입지를 선정하고자 한다.

1단계 과정에서는 선박 피난처를 지정하고자 하는 분석 해역에서 각 구역별 해양사고 개연성을 평가하기 위하여 해상 교통 환경 위해도 분석과 해양사고를 조사·분석하였다. 해상 교통 환경 위head는 분석 해역에서 발생할 수 있는 해양사고에 대한 현재와 미래에 대한 개연성을 나타내주는 지표가 될 것이며, 해양사고 분석은 과거의 해양 사고 개연성을 나타내주는 지표일 것이다.

개연성 평가 방법은 분석 구역별로 식(1)과 같이 전체 해역의 위해도 지수에 대한 평균값(RI_{ta})에 대한 상대비(RI_r)와 전체 해역에서 발생한 해양사고 평균값(MA_{ta})에 대한 상대비(MA_r) 합산하여 식(3)과 같이 해양사고 개연성(PMA)이 가장 높은 해역을 선박 피난처 대상 해역으로 선정하는 방식이다.

$$RI_r = \frac{RI_i}{RI_{ta}} \quad (1)$$

여기서, RI_r : Risk Index Relative Ratio

(전체 해역의 위해도 평균값 대비 상대비)

RI_i : Risk of each Sea Area

(대상 해역의 위해도)

RI_{ta} : Risk Average of Total Sea Area

(전체 해역의 위해도 평균값)

$$MA_r = \frac{MA_i}{MA_{ta}} \quad (2)$$

여기서, MA_r : Marine Accidents Relative Ratio

(해양사고 발생 건수 평균값 대비 상대비)

MA_i : Marine Accidents of each Sea Area

(대상 해역의 해양 사고 건수)

MA_{ta} : Marine Accidents of Total Sea Area

(전체 해역의 해양 사고 평균값)

$$PMA = RI_r + MA_r \quad (3)$$

여기서, PMA : Provability of Marine Accidents

(해양 사고 개연성)

2단계 과정에서는 1단계 과정에서 해역별 해양 사고 개연성 평가를 통하여 선정된 해역의 수심, 통항로, 환경보호해역, 어장, 저질과 같은 입지 조건을 평가하여 선박 피난처로써 역할을 수행할 수 선박 피난처 후보지를 선정한다.

선박 피난처의 주요 역할인 사고 선박의 수리 및 선적 화물의 이적과 선박 검사를 위해서는 장기간 선박이 정박 또는 묘박이 가능한 곳이어야 한다. 따라서 입항이 가능한 선박 피난항은 항만의 입항 허용 흘수를 따르면 될 것이며, 투모지 선박 피난처로 지정하는 경우에는 장기간 묘박이 불가능한 심해투모지의 수심은 피해야 한다.

선박 피난처 지정 시 수심을 고려하여 입지를 선정할 영국과 미국 알래스카의 사례를 보면 영국은 지원 시설이 포함되어 있지 않은 외해의 1개소(최대 허용 수심 100m)를 제외하고 모두 30m 이내의 수심이었으며, 미국 알래스카의 경우 지원 시설이 포함되어 있는 입지의 경우 최대 허용 흘수는

70Feet(21.336m)에서 53Feet(16.154m)의 입지를 선정하였다.

국내에서는 묘박지 및 부두 설계 시 기준이 마련되어 있으며(MOF, 2005a), 이 설계기준에서는 최대 재화중량톤수(DWT)150,000톤 선박을 기준으로 하고 있으며 그 입항 허용 흘수는 19M로 설정되어 있다. 또한, Naval Shiphandler's Guide(Barber, James Alden, 2005)에서는 심해투묘의 수심은 15Fathoms(약 28m) 이상의 수심을 말하며, 이 경우 수심의 7배 이상의 묘채를 가지고 있어야 한다고 명시되어 있다.

따라서 투묘지를 선박 피난처로 지정하는 경우의 설계 수심은 식(4)와 같이 외국의 선박 피난처 입지 선정시 고려되었던 미국 알래스카주의 입항 허용 흘수 53Feet(16.154m)를 하한 수심(D_{min})으로 하고, Naval Shiphandler's Guide에서 심해투묘로 정의한 15Fathoms(약 28m)를 상한 수심(D_{max})으로 설정한다.

$$D_{PoR} = D_{min} \sim D_{max} \quad (4)$$

여기서, D_{POr} : Depth of Places of Refuge(선박 피난처 수심)
 D_{min} : Minimum depth(하한 수심)
 D_{max} : Maximum depth(상한 수심)

그러나 해도상에서 하한 수심 53Feet(16.154m)와 상한 수심 15Fathoms(약 28m)의 수심선을 설정하기는 현실적으로 어렵다. 따라서 해도상에서 선박 피난처의 설계 수심의 설정을 용이하게 하기 위해서 선박 피난처의 허용 수심의 한계를 15m 이상 30m이하의 수심 해역을 설정한다.

여기에 선박 피난처 입지로써 부적합한 국립공원과 같은 환경보존해역, 선박 교통량이 밀집되어 있는 주요 통항로 및 통항 분리대, 어장 밀집 구역의 해역은 선박 피난처 입지 지정 시 배제되어야 하며 장기간 투묘가 가능한 해저저질의 입지를 선정한다.

선박 피난처의 면적에 대한 기준을 산정하기 위하여 외국의 선박 피난처의 면적을 조사한 결과 영국의 경우는 2,000m에서부터 4,000m까지, 미국의 경우는 1,600Feet(487.68m)에서 6,000Feet(1,828.8m)까지 지형의 입지에 따라 다양하게 분포되어 있을 뿐 명확한 기준은 없었다.

국내에서는 (MOF, 2005b)에 의해대기 또는 하역을 위한 묘박지의 면적에 대한 기준이 마련되어 있다. 이 설계기준에서는 단묘박을 이용하여 해저저질이 닛 놓기에 불량한 경우 “L+6D+30m”의 면적이 필요하다고 정리되어 있다.

따라서 선박 피난처 수심 설계 시 고려되었던 재화중량톤수(DWT)150,000톤, 전장(L) 300m, 흘수(D) 15m 선박을 기준

으로 해저저질이 닛 놓기에 불량한 입지에서 단묘박을 하는 경우 묘박지의 반경은 식(5)와 같이 420m의 면적이 필요하다.

$$L + 6D + 30m = 300 + (6 \times 15) + 30 = 420m \quad (5)$$

따라서 2척 이상의 선박이 충돌로 인하여 선박 피난처를 이용하게 되는 경우 최소 840m 이상의 수용 면적이 필요하게 될 것이며, 여기에 사고 선박에 지원 시설이 접근하여 작업이 이루어지는 경우 최소 수용 면적의 2배인 약 1 Nm(Nautical Mile)의 면적이 필요하게 될 것이다.

Table 3 Classification of supporting factors

Supporting Categories	Supporting Factors
Initial respond	Fire fighting boat
	Coast Guard ship
	Prevention of oil pollution ship
After conduct	Shipyards
	Tug boat
	Salvage company

3단계 과정에서는 2단계 과정을 거쳐 선정된 다수의 선박 피난처 후보지간 지원 시설의 접근성을 평가하여 사고 선박의 초기 대응 및 사후 처리가 원활하게 수행될 수 있는 입지를 최종 선박 피난처 입지로 선정한다.

지원 시설의 접근성을 평가하기 Table 3 및 Table 5에서 각각 지원요소의 분류 및 지원요소별 상대적 중요도(가중치)를 분석하였다.

지원 요소들은 델파이조사를 통하여 선정하였으며, 지원 요소별 상대적 중요도(가중치)는 계층분석적의사결정법 (Analytic Hierarchy Process, 이하 ‘AHP’라 한다.)을 통하여 분석하였다.

Table 4 Weight factor of supporting factors

Supporting Factors	Weight Factor
①	②
Fire fighting boat	0.0300
Coast Guard ship	0.3307
Prevention of oil pollution ship	0.1593
Shipyards	0.2898
Tug boat	0.1282
Salvage company	0.0620

지원시설의 접근성 평가 방법은 식(6)과 같이 각 선박 피난처 후보지별로 각 지원 요소들에 대한 접근성을 평가하여 지원 지수를 부여하고, 여기에 식(7)과 같이 Table 4의 AHP 분석을 통하여 설정한 지원 요소별(①) 가중치(②)를 반영한다.

여기서 접근성 지수(AI)는 선박 피난처 후보지간 지원시설의 접근 순위를 선정하기 위한 방식이며, 지원 시설들에 대한 실질적인 접근성에 대한 영향력 지수는 아니다.

$$AI = N - (n - 1) \quad (6)$$

여기서, AI : Approach Index(접근성 지수)
 N : Number of Suitable Places of Refuge
 (선박 피난처 후보지 수)
 n : Sequence of Approach(접근 순서)

$$\textcircled{1} SI = AI \times \textcircled{2} \quad (7)$$

여기서, ① SI : Supporting Index (지원 요소별 지원 지수)

식(8)과 같이 선박 피난처 별로 지원 지수의 합이 가장 높은 후보지를 최종 선박 피난처 후보지로 선정한다.

$$SP_{ORSI} = \textcircled{a} SI + \textcircled{b} SI + \dots + \textcircled{f} SI \quad (8)$$

여기서, SP_ORSI = Suitable Places of Refuge Supporting Index
 (선박 피난처 후보지 지원 지수)

4. 선박 피난처 입지 지정 모델의 적용

선박 피난처 입지 지정 모델의 적용을 위하여 동해안과 서해안간 이동 선박의 주요 통행로이며 동남아시아 구간과 서일본 및 북태평양구간으로 이동하는 선박의 주요 통행로로써 선박 통행량이 밀집되어 있는 남해 서부 해역을 분석 해역으로 선정하였다.

분석 해역은 해양 사고 발생시 선박과 즉각적으로 연락이 가능하고 사고 상황에 대하여 실시간으로 관제가 가능한 VTS 관제 구역을 기반으로 Fig. 1과 Table 5와 같이 총 3개의 구역으로 구분하였으며, 각 구역별 면적은 약 1,200 Nm²(Square Nautical Miles)로 유사하게 분리하였다.¹⁾

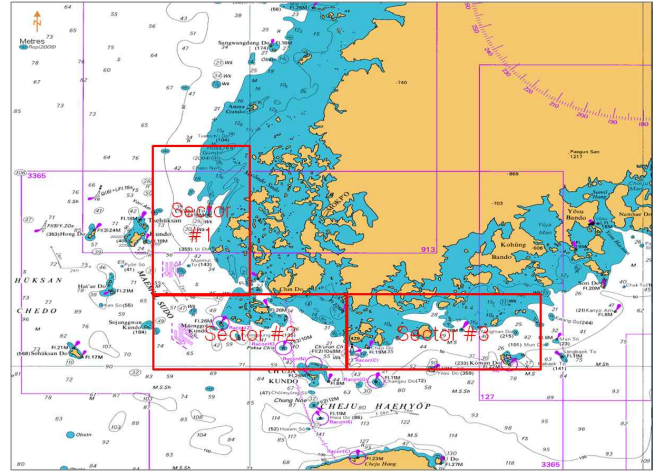


Fig. 1 Analyzed sea area

Table 5 Analyzed sea area

Sector	Name of Sector	Lat. & Long.
Sector #1	Jindo VTS Area A	35°-00.0' N / 125°-30.0' E
		35°-00.0' N / 126°-00.0' E
		34°-20.0' N / 125°-30.0' E
		34°-20.0' N / 126°-00.0' E
Sector #2	Jindo VTS Area B	34°-20.0' N / 125°-30.0' E
		34°-20.0' N / 126°-30.0' E
		34°-00.0' N / 125°-30.0' E
		34°-00.0' N / 126°-30.0' E
Sector #3	Wando VTS Area	34°-20.0' N / 126°-30.0' E
		34°-20.0' N / 127°-30.0' E
		34°-00.0' N / 126°-30.0' E
		34°-00.0' N / 127°-30.0' E

3.1 해역 평가

분석 해역내 구역별 해상 교통 환경 위해도를 평가하기 위하여, (Lee and Kim, 2013)가 제시한 해상 교통 환경 위해도 평가 모델을 이용하였으며, 각 구역별 해상 교통 환경 위해도 지수는 Table 6~Table 8과 같이 분석되었다.

1) Sector #1 해역 면적 : 위도 40' X 경도 30' = 1,200 Nm², Sector #2 해역 면적 : 위도 20' X 경도 60' = 1,200 1,200 Nm², Sector #3 해역 면적 : 위도 20' X 경도 60' = 1,200 1,200 Nm²,

Table 6 Integrated risk on sector #1

Integrated risk on sector #1				
6.98				
Natural Conditions	Fairway Conditions	Traffic Conditions	Vessel Conditions	Assistance Conditions
6.62	6.03	8.53	7.63	4.84
Winds	Widths	Fairway-use Traffic lows	Fairway-use Vessel Qual.	Tug Boats
6.18	4.95	7.13	4.54	4.71
Visibility Restrictions	Depths	Fairway-use Traffic Vol.	Fairway-use Crew Qual.	AtoN
6.29	5.04	7.13	4.54	4.71
Waves	Complexities	Open-use Traffic lows	Open-use Vessel Qual.	Pilotage
5.95	8.66	8.98	8.77	4.74
Water Movements	Obstructions	Open-use Traffic Vol.	Open-use Crew Qual.	VTS
8.89	4.96	8.88	8.46	4.98

Table 7 Integrated risk on sector #2

Integrated risk on sector #2				
7.08				
Natural Conditions	Fairway Conditions	Traffic Conditions	Vessel Conditions	Assistance Conditions
6.62	6.03	8.90	7.63	4.84
Winds	Widths	Fairway-use Traffic lows	Fairway-use Vessel Qual.	Tug Boats
6.18	4.95	9.13	4.54	4.71
Visibility Restrictions	Depths	Fairway-use Traffic Vol.	Fairway-use Crew Qual.	AtoN
6.29	5.04	8.64	8.31	5.02
Waves	Complexities	Open-use Traffic lows	Open-use Vessel Qual.	Pilotage
5.95	8.66	8.95	8.77	4.75
Water Movements	Obstructions	Open-use Traffic Vol.	Open-use Crew Qual.	VTS
8.89	4.96	8.88	8.46	4.98

Table 8 Integrated risk on sector #3

Integrated risk on sector #3				
6.94				
Natural Conditions	Fairway Conditions	Traffic Conditions	Vessel Conditions	Assistance Conditions
6.14	6.03	8.72	7.63	4.84
Winds	Widths	Fairway-use Traffic lows	Fairway-use Vessel Qual.	Tug Boats
6.18	4.95	8.13	4.54	4.71
Visibility Restrictions	Depths	Fairway-use Traffic Vol.	Fairway-use Crew Qual.	AtoN
6.29	5.04	8.64	8.31	5.02
Waves	Complexities	Open-use Traffic lows	Open-use Vessel Qual.	Pilotage
5.95	8.66	8.98	8.77	4.75
Water Movements	Obstructions	Open-use Traffic Vol.	Open-use Crew Qual.	VTS
8.89	4.96	8.88	8.46	4.98

분석 해역 내 해상 교통 환경 위해도 지수의 평균값은 7.00으로 나타났으며 이에 따른 구역별 위해도 평균값 대비 상대비는 Table 9와 같이 나타났다.

Table 9 Risk Index relative ratio(RIr) on sector

Sector	Risk of each Sea Area	Risk Index Relative Ratio
Sector #1	6.98	0.9971
Sector #2	7.08	1.0114
Sector #3	6.94	0.9914

또한, 분석 해역 내 해양사고를 분석하기 위하여 (MLTM, 2010)의 해양사고 자료를 이용하였으며, 선박 피난처를 실질적으로 이용하게 될 어선을 제외한 선박의 사고를 Table 10과 같이 각 구역별로 분석하였으며, 분석 해역 내 해양사고 평균 건수는 69.667건으로 조사되었다.

Table 10 Marine accidents relative ratio(MAR) on sector

Sector	Marine accidents of each sea area	Marine accidents Relative Ratio
Sector #1	52	0.7464
Sector #2	100	1.4354
Sector #2	57	0.8182

분석 해역 내 각 구역별 해상 교통 환경 위해도와 해양사고를 분석한 결과 Table 11과 같이 2 구역에서 각각의 평균값에 대한 상대비가 가장 높게 나타났다. 따라서 해양 사고 개연성

(PMA, Provability of Marine Accidents)이 가장 높게 나타난 2 구역에 선박 피난처 입지 지정 후보 해역으로 선정하여 입지 조건을 평가하였다.

Table 11 Probability Marine Accident(PMA) on sector

Sector	Risk Index Relative Ratio	Accidents Relative Ratio	PMA
Sector #1	0.9971	0.7464	1.7435
Sector #2	1.0114	1.4354	2.4468
Sector #3	0.9914	0.8182	1.8096

3.2 입지 조건 평가

1단계 해역 평가 과정에서 선정된 분석 구역 내에서 선박 피난처로서 역할에 적합한 입지 조건을 평가하는 과정으로, Fig. 2의 녹색 구역은 분석 구역에서 선박 피난처로서 적합한 15m이상 30m이하의 수심을 나타낸 그림이다.

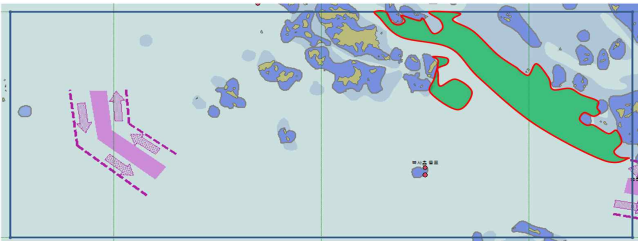


Fig. 2 State of 15m~30m depth in analysis sector

Fig. 3~ Fig. 6의 빨간색 구역은 선박 피난처 입지로서 배제되어야 하는 환경 보호 해역(국립공원등), 어장, 주요 통항로, 통항 분리 수역을 나타낸 그림이다.

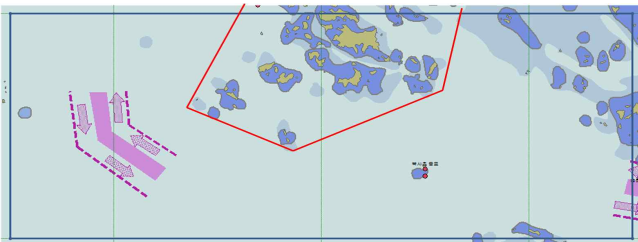


Fig. 3 State of protection of environment sea in analysis sector



Fig. 4 State of fishing haven in analysis sector

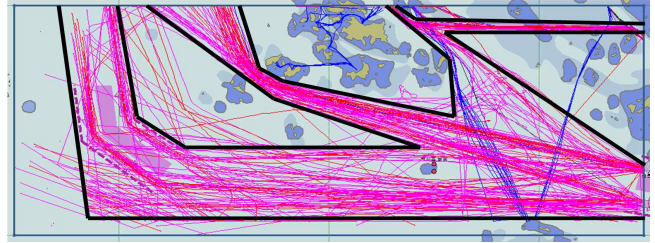


Fig. 5 State of traffic route in analysis sector

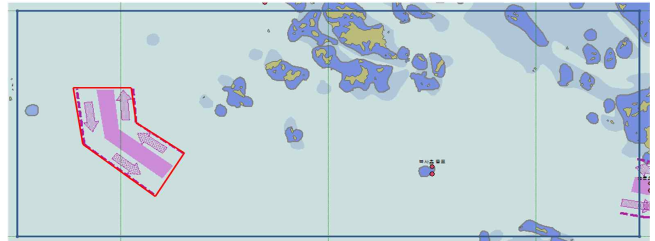


Fig. 6 State of TSS in analysis sector

선박 피난처로서 적합한 수심을 나타낸 Fig. 2에서 선박 피난처로서 부적합한 Fig. 3~ Fig. 6의 입지 조건을 배제하면, Fig. 7의 노란색 구역과 같이 선박 피난처 후보해역이 선정된다.

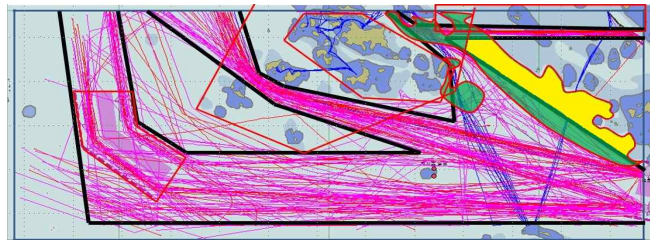


Fig. 7 Suitable Places of Refuge in Analysis Sector

선정된 선박 피난처 후보해역에서 선박 피난처 후보지의 면적은 1 Nm(Nautical Mile)로 하여 Fig. 8에서 보는 바와 같이 총 5개의 선박 피난처 후보지를 선정하였다.

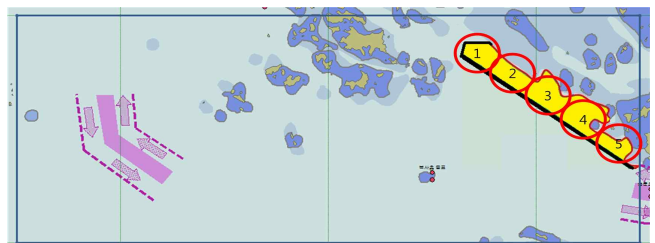


Fig. 8 Suitable Places of Refuge area

3.3 지원 시설 평가

최종 선박 피난처 후보지를 선정하기 위하여 Fig. 9~Fig. 12와 Table 12~Table 13에서 보는 바와 같이 분석 해역에 지

원 가능한 소방선, 해양경찰 경비함 및 특수선, 해양환경관리공단(KOEM) 방제선, 전국 해난구조업체 현황, 목포와 완도항만 보유 예인선 현황을 각각 조사하였다.

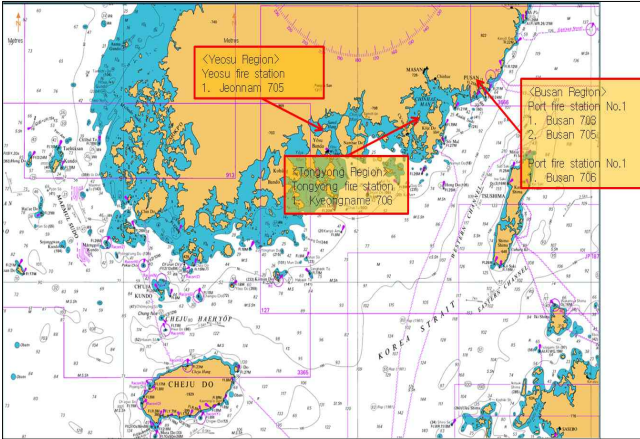


Fig. 9 State of fire fighting boat

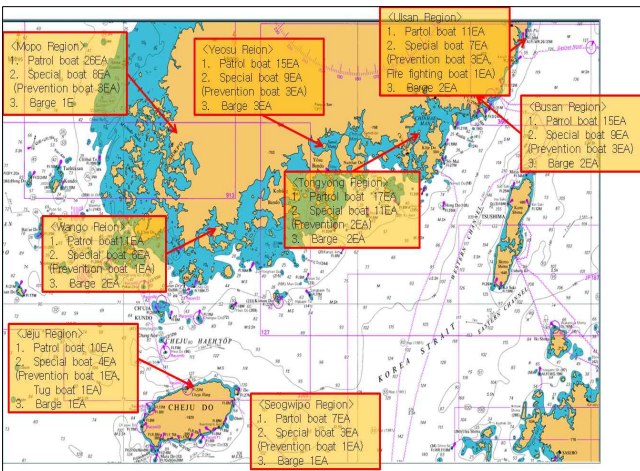


Fig. 10 State of Coast Guardship

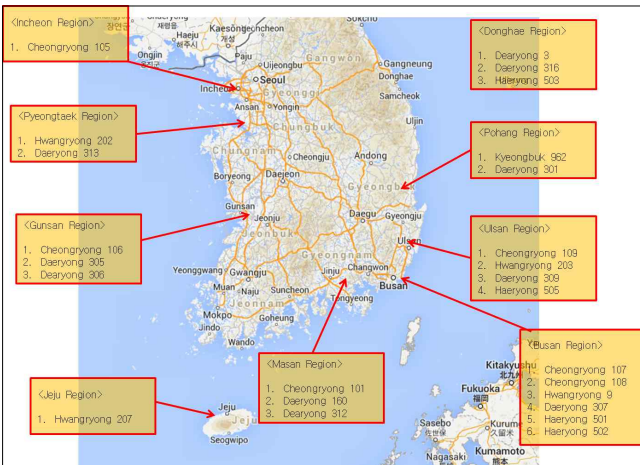


Fig. 11 State of KOEM's oil spill response vessel

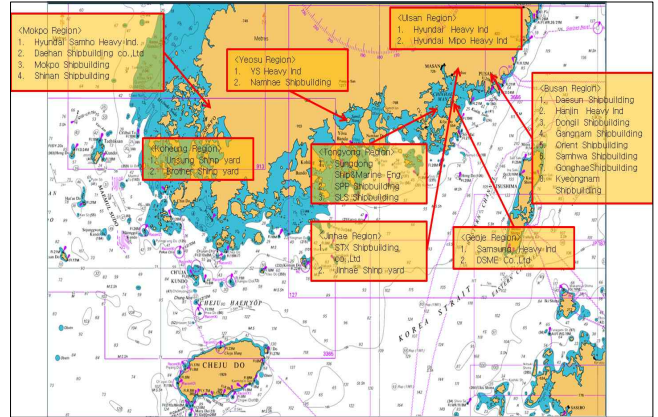


Fig. 12 State of shipyard in south coast

Table 12 State of salvage company

NO	Region	Type of business	Company Name
1	Mokpo	Salvage Company	D. Underwater development
2		Salvage Company	K. Underwater development
3		Salvage Company	S. Underwater development
4		Salvage Company	Daehan
5	Taean	Floating crane company	B. Marine development
6		Floating crane company, Marine water cleaning, Underwater construction	G. underwater development
7		Floating crane company, Marine water cleaning, Underwater construction,	S. underwater
8	Incheon	Salvage Company	K. Salvage
9		Salvage Company	A. diving tech company
10		Salvage Company	G. ship breaker
11		Salvage Company	M. underwater construction
12		Salvage Company	L. underwater construction
13		Salvage Company	Undine
14		Crane, Barge	Sampyo
15	Crane, Barge	sunkwang	

Table 13 State of tug boat holdings on Mokpo & Wando

PORT	1,000hp	2,000hp	3,000hp	Other	Total
Mokpo	1	1	1	5	8
Wando	1	0	0	4	5

지원 시설의 접근성을 평가하기 위하여 5개의 선박 피난처 후보지에 접근 가능한 지원 시설의 기준지를 목포와 완도로 정하여 선박 피난처 후보지별로 접근성 지수(AI)를 산출하였다.

식(5),(6),(7)에서 제시한 방법에 따라 2단계 과정에서 선정된 5개의 선박 피난처 후보지에 대한 지원 시설의 접근성을 Table 14~Table 18와 같이 평가하였으며, 5개의 선박 피난처 후보지중 후보지 #5에서 선박 후보지 지원지수(SP_oRSI, Suitable Places of Refuge Support Index)가 가장 높게 나타났다.

Table 14 SPORSI on suitable Places of refuge #1

Suitable Places of Refuge #1			
SP _o RSI = 2.4072			
Categories	Approach Index	Weight Factor	Supporting Index
Fire fighting boat	1	0.0300	0.0300
Coast Guard ship	1	0.3307	0.3307
Prevention of oil pollution ship	1	0.1593	0.1593
Shipyard	5	0.2898	1.4490
Tug boat	1	0.1282	0.1282
Salvage company	5	0.0620	0.3100
SP_oRSI			2.4072

Table 15 SP_oRSI on suitable Places of refuge #2

Suitable Places of Refuge #2			
SP _o RSI = 2.7036			
Categories	Approach Index	Weight Factor	Supporting Index
Fire fighting boat	2	0.0300	0.0600
Coast Guard ship	2	0.3307	0.6614
Prevention of oil pollution ship	2	0.1593	0.3186
Shipyard	4	0.2898	1.1592
Tug boat	2	0.1282	0.2564
Salvage company	4	0.0620	0.2480
SP_oRSI			2.7036

Table 16 SPORSI on suitable Places of refuge #3

Suitable Places of Refuge #3			
SP _o RSI = 3.0000			
Categories	Approach Index	Weight Factor	Supporting Index
Fire fighting boat	3	0.0300	0.0900
Coast Guard ship	3	0.3307	0.9921
Prevention of oil pollution ship	3	0.1593	0.4779
Shipyard	3	0.2898	0.8694
Tug boat	3	0.1282	0.3846
Salvage company	3	0.0620	0.1860
SP_oRSI			3.0000

Table 17 SPORSI on suitable Places of refuge #4

Suitable Places of Refuge #4			
SP _o RSI = 3.2964			
Categories	Approach Index	Weight Factor	Supporting Index
Fire fighting boat	4	0.0300	0.1200
Coast Guard ship	4	0.3307	1.3228
Prevention of oil pollution ship	4	0.1593	0.6372
Shipyard	2	0.2898	0.5796
Tug boat	4	0.1282	0.5128
Salvage company	2	0.0620	0.1240
SP_oRSI			3.2964

Table 18 SPORSI on suitable Places of refuge #5

Suitable Places of Refuge #5			
SP _o RSI = 3.5928			
Categories	Approach Index	Weight Factor	Supporting Index
Fire fighting boat	5	0.0300	0.1500
Coast Guard ship	5	0.3307	1.6535
Prevention of oil pollution ship	5	0.1593	0.7965
Shipyard	1	0.2898	0.2898
Tug boat	5	0.1282	0.6410
Salvage company	1	0.0620	0.0620
SP_oRSI			3.5928

5. 결 론

본 연구에서는 선박 피난처 입지 지정 선정을 위해 고려 요소들에 대한 정성적인 정보들을 정량적인 수치로 표현하여 객관적인 지표에 따른 표준화된 선박 피난처 입지 지정 모델을 제시하였다. 제시한 표준화 모델을 교통량이 밀집된 국내의 남해 서부 해안에 적용하였으며, 그 결과 2 구역(Jindo VTS Area B)의 선박 피난처 후보지 #5가 최종 선박 피난처 입지로 선정되었다.

향후 연구과제로서는 본 연구에서 제시한 선박 피난처 입지 지정 모델을 적용하여 선정된 입지에 대하여 실제 현장 조사 및 해당 해역 종사자·관련자들의 의견을 수렴하여 선박 피난처 입지 지정 모델을 수정·보완하는 것이다. 또한 이러한 조사·분석 과정을 통하여 선박 피난처 입지 지정 모델의 신뢰성을 향상시켜 국내 전 해역에 적용해 볼 것이다.

본 연구를 통해서 향후 국내에 선박 피난처 제도를 도입 할 경우 합리적인 선박 피난처 입지 선정 과정에 도움이 될 것이다.

선박 피난처를 지정·운영하는 방안은 국가 정책과 관련하여 민감한 문제이다. 그러나 자국 연안에서 발생하게 할 수 있는 해양사고로 인한 2차적인 피해를 최소화 할 수 있고, 해양 오염 사고 처리를 위한 인적·물적 자원을 확보할 수 있어 실제 사고 발생 시 신속한 처리가 가능할 것이다.

따라서 선박 피난처 제도의 도입은 국가적으로 심각히 고려해봐야 할 것이다.

References

[1] IMO(2003), Guidelines on Places of Refuge for Ships in Need of Assistance, Resolution A.949(23).

[2] Jung-shik, Jeong, Cheol-Seung Kim, Sung-Hyun Park, Jae-Yong Jeong, Ik-soon Cho(2012), An International Tendency on Designating of Ship's Refuge. Journal of the Korea Ship Safety Technology Authority, No.32. pp. 45-56.

[3] MOF(2005a), Design Standards of Ports and Fishing Ports, Mooring facility, Ministry of Oceans and Fisheries, pp. 827-845.

[4] MOF(2005b), Design Standards of Ports and Fishing Ports, Water facility and Dredging·Reclamation, Ministry of Oceans and Fisheries, pp. 688-695.

[5] Barber, James Alden(2005), Naval Shiphandler's Guide, pp. 102-106.

[6] Hong-Hoon, Lee, Chol-seong Kim(2013), Evaluation on Risk at the Port of Mokpo and its Approaches based on Relative Importance of Risk Factors for Marine Traffic Environment, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 19, No 4, pp. 375-381.

[7] MLTM(2010), The excavation and countermeasure of marine traffic risk factors on the Southern sea, Ministry of Land, Transport and Maritime affairs, pp. 3.2-3.153.

원고접수일 : 2014년 6월 11일

심사완료일 : 2014년 7월 8일

원고채택일 : 2014년 7월 28일