

방제선 배치 항만의 개선 방안

장덕종* · 김대진**† · 김우영***

*, *** 전남대학교 수산해양대학 해양경찰학과, ** 전남대학교 선박실습센터

A Study on the Improvement for Port Placement of Response Vessel

Duck-Jong Jang* · Dae-Jin Kim**† · Woo-Young Kim***

*, *** Department of Maritime Police Science, Chonnam National University, Yeosu 59626, Korea

** Training Center of Ship Operation, Chonnam National University, Yeosu 59626, Korea

요 약 : 현행 방제선 배치 항만의 합리적인 방안을 모색하고자 국내 주요 항만을 대상으로 이용실태와 위험요인의 분포현황을 조사하여 각 항만별 위험도를 평가하고 위험도 산정 값을 기준으로 전체 항만을 4단계의 위험군으로 분류하여 방제선 배치 항만의 현실화를 추구하였다. 그 결과 항만의 위험도는 대규모 석유화학 산업시설이 위치하고 있는 여수·광양항(1.85), 울산항(1.33), 대산항(1.25)이 특히 높게 나타나고, 선박 통항량이 많은 부산항(0.95), 인천항(0.83)과 최근 항만시설의 확충으로 대형선 통항량이 증가한 목포항(0.71)과 제주항(0.49), 주변에 어업권 허가건수가 많은 마산항(0.44) 순서로 나타났다. 또한, 위험도 값이 가장 높게 나타난 여수·광양항을 기준으로 각 항만의 상대적 비율을 등급화하여 위험군을 4단계로 구분했을 때 최고위험군은 여수·광양항, 울산항, 대산항, 부산항이고, 고위험군은 인천항, 목포항, 제주항, 마산항이며, 중위험군은 평택·당진항, 포항항, 군산항, 동해·목호항, 저위험군은 삼천포항, 옥계항, 장승포항으로 분류되었다. 이 중 현행 법률상 방제선 배치항만은 모두 중위험군 이상의 항만이며 중위험군으로 새롭게 평가되는 목포항, 제주항, 동해·목호항은 제외되어 있다. 따라서 이들 3개 항만을 방제선 배치항만으로 새롭게 지정하여 기름오염사고에 대비할 필요가 있다.

핵심용어 : 해양오염사고, 방제선, 방제선 배치제도, 항만 위험도, 통항 선박

Abstract : The purpose of this study is to evaluate port use and the distribution of risk factors in 15 major ports in Korea, delineating the risk of each port after classifying the ports into four risk groups based on estimated risks. The placement of response vessels is then analyzed accordingly. Based on the results, danger was estimated to be especially high in ports where large-scale petrochemical facilities are located, such as Yeosu-Gwangyang ports (1.85), Ulsan port (1.33) and Daesan port (1.25). The ports showing the next highest degree of danger were Pusan (0.95) and Incheon (0.83), which have significant vessel traffic, followed by Mokpo (0.71) and Jeju (0.49), which expanded their port facilities recently and saw an increase in large vessel traffic. Next is Masan (0.44), for which many fishing permits in the vicinity. When the relative ratios of each port were graded based on the Yeosu-Gwangyang Ports, which showed the highest risk values, and risk groups were classified into four levels, the highest risk groups were Yeosu-Gwangyang, Ulsan, Daesan and Pusan, with Incheon, Mokpo, Jeju, and Masan following. Pyeongtaek-Dangjin, Pohang, Gunsan, and Donghae-Mukho were in the mid-range danger group, and the low risk groups were Samcheonpo, Okgye, and Changsungpo. Among these, all response vessel placement ports specified by current law were above the mid-range risk groups. However, we can see that ports newly included in mid-range risk group, such as Mokpo, Jeju, and Donghae-Mukho, were excluded from the pollution response vessel placement system. Therefore, to prepare for marine pollution accidents these three ports should be designated as additional response vessel placement ports.

Key Words : Marine pollution accidents, Response vessel, Placement system of response vessel, Danger degree of port, Traffic vessel

1. 서 론

우리나라 해상운송 물동량은 연간 약 12억 톤으로 전 세

계 물동량의 5.9%, 국제교역 규모 세계 9위를 차지하고 있다. 이로 인해 매년 약 39만 척 이상의 선박이 국내 주요 항만을 입출항하고 있으며 해상물동량과 선박 통항량은 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있다(KSA, 2017). 또한 해상 위험화물 운송의 대부분을 차지하는 석유에너지의 국내 수요량은 2014년 777.3백만 배럴에서 연평균 0.7%씩 증

* First Author : jdj@jnu.ac.kr, 061-659-7182

† Corresponding Author : djkim@jnu.ac.kr, 061-659-7116

방제선 배치 항만의 개선 방안

가하여 2040년에는 약 941백만 배럴까지 높아질 것으로 예상되고 있으며(KESIS, 2015), 석유의 수요량 증가는 곧 위험 화물 운송 선박의 대형화와 통항량 증가를 의미하기에 선박사고 시 기름유출에 의한 대형 해양오염사고의 개연성이 상존하고 있다. 국내에서 발생하는 기름유출사고는 연평균 200~300건 내외로 사고 선박의 규모나 종류, 사고 유형에 따라 유출량의 규모는 매년 큰 차이를 보이고 있다(Kim, 2013; Lee et al., 2014).

한편, 기름유출사고에 따른 피해를 최소화하기 위해서는 신속한 초동초치, 효율적인 방제전략 수립, 방제자원의 신속한 동원 등이 필수적이라 할 수 있다(Mok, 2001). 이를 위해서는 해양오염사고의 대응·대비에 관한 관련제도와 국가방제 체계를 해양환경변화에 따라 실효적으로 개선하는 노력이 요구된다. 우리나라 해양오염 방제체계는 해양수산부와 해양경찰, 지자체 등의 정부와 해양환경관리공단, 방제업체 등의 민간부분으로 구분하여 수립되어 있으며, 국가 방제자원의 대부분을 보유하고 있는 해양경찰과 해양환경관리공단이 주도적으로 해양오염사고 대응·대비체계를 갖추고 있다(KOEM, 2016). 특히, 해양경찰과 해양환경관리공단은 전국의 주요 항만에 다수의 방제선을 상시 배치하여 해양시설과 통항 선박에서 발생할 수 있는 해양오염사고에 대비하고 있다. 그러나 해상교통량 증가에 따라 국내 주요 항만의 항만시설은 지속적으로 확충되어 과거에 비해 항만환경이 크게 변화하였고, 이러한 항만 환경변화를 수용하여 방제선을 합리적으로 배치하기 위한 연구는 많지 않다.

본 연구는 국가해양오염방지 대응·대비 차원에서 시행되고 있는 현행 방제선 배치에 관한 실태를 파악하고 국내 주요 항만을 대상으로 일반선박 및 위험화물 운반선박의 통항량 변화와 해양오염사고 발생 추이, 기름저장시설과 양식장 및 환경관리해역의 분포 실태 등 국내 주요 항만의 여건변화를 조사·분석하여 방제선의 합리적인 배치방안을 제시하고자 한다.

2. 방제선 항만 배치시행의 법적근거 및 현황

2.1 방제선 항만 배치제도

국내 주요 항만에 방제선을 배치하는 제도는 현행 해양환경관리법의 전신인 해양오염방지법에서 처음 제정된 것으로, 1995년도 씨프린스호 대형 기름유출 사고 이후 일정 규모 이상의 유조선과 기름저장시설의 소유자에게 방제선 또는 방제장비를 가까운 해역에 비치하도록 의무화시킴으로써 해양오염사고 예방과 사고 발생 시 초기에 효과적인

방제를 도모하고자 도입되었다. 이후 방제선 배치제도는 배치의무자의 범위와 배치해역, 배치대상 유종의 범위를 확대하는 방향으로 개정되어 왔으며, 2007년도에 해양오염방지법을 확대 개편한 현행 해양환경관리법에 그 근거를 두고 있다.

현행 해양환경관리법(이하 ‘법률’)에서 방제선 배치의무를 갖는 자는 총톤수 500톤 이상의 유조선의 소유자, 총톤수 1만톤 이상의 선박(유조선을 제외한 선박에 한함)의 소유자, 신고된 해양시설로서 저장용량 10,000kl 이상의 기름저장시설의 소유자로 규정하고 있다. 또한 방제선 배치 대상기름의 종류에 대해서도 원유, 제품유, 운할유 및 석유제품의 부산물 등 대부분의 탄화수소유까지 지정하고 있으며, Table 1과 같이 방제선 배치의무를 갖는 선박의 크기와 저장시설의 용량에 따라 방제선과 방제장비의 세부기준을 다르게 적용하고 있다.

2.2 방제선 배치해역 및 위탁배치

방제의무자의 방제선 배치해역은 선박에서의 오염방지에 관한 규칙에서 세부해역을 규정하고 있으며, 해상안전법에서 교통안전특정해역으로 지정하고 있는 인천구역, 부산구역, 울산구역, 포항구역 및 여수구역과 항만법에서 지정하는 무역항 및 연안항 중 대산항, 평택·당진항, 군산항, 마산항으로 정하고 있다(Table 1). 또한 방제선의 배치범위는 이들 해당 해역에서 기름이 배출되는 경우 3시간 이내에 도달할 수 있는 곳으로 정하고 있고, 배치의무자가 방제선을 직접 또는 공동으로 배치하거나 해양환경관리공단(이하 ‘공단’)에 위탁할 수 있도록 하고 있다. 방제선의 위탁배치는 배치의무자가 기름유출사고에 대비하여 방제선 등을 개별 배치할 경우 그에 따른 경제적 부담이 크고 해양오염사고 대응의 책임성 및 안전성을 확보하기가 어려운 점이 있기 때문에 현행 법률에서는 방제선 배치를 공공기관인 공단에 위탁 할 수 있도록 제도화 하고 있다. 이를 근거로 공단은 전국 주요 항만에 설치된 각 지부의 자체 방제선과 방제장비를 이용하여 위탁배치를 수행하고 그에 따른 수수료를 배치의무자로부터 징수하고 있다. 단, 방제선 배치의무자가 공단에 방제선을 위탁배치 할 경우 공단은 배치의무자가 갖추어야 할 기름회수능력의 2배 이상을 갖추도록 하고 있다.

이와 같이 현행 법률에서는 사고 발생시 기름유출에 따른 피해가 커질 수 있는 선박과 유류시설을 운영하는 자에게 방제선 배치의무를 부여하고 있으며 석유화학 산업단지 및 유류저장시설 등이 존재하거나 선박 통항량이 높은 해역에 방제선을 배치하도록 하고 있다(Kim et al., 2016).

Table 1. Legal standard to placement and location of response vessels

Standard for placement			Location of placement	
Tanker (G/T)	General vessel (G/T)	Capacity of oil storage facilities (kl)	Seas area	Ports
500 or more	10,000 or more	10,000 or more	Incheon, Pusan, Ulsan, Pohang, Yeosu	Daesan, Pyeongtaek, Dangjin, Gunsan, Masan

※ G/T : Gross tonnage

3. 국내 주요 항만의 환경변화 및 위험요인 분포 현황

3.1 선박 통항량 변화 추이

Fig. 1과 Fig. 2는 현행 법률에서 규정하고 있는 방제선 배치해역을 포함하여 총 15개의 국내 주요 항만을 대상으로, 1996년부터 2015년까지 20년 동안 입출항 선박 척수와 선복량 자료를 조사하여 각 항만의 연도별 선박 통항량 변화를 나타낸 것이다. 각각의 자료는 해양수산부 선박입출항 통계자료와 국가통계포털(KOSIS) 자료를 기본으로 하고, 2000년도 이전의 미입력 자료는 각 지방 해양수산청의 선박입출항 자료(PORT-MIS)를 이용하였다.

국내 15개 항만에 대한 연간 선박 통항량을 보여주는 Fig. 1의 경우, 각 항만에서 선박 통항량은 전체적으로 매년 증가하는 형태를 보이지만 그 증가폭이 2008년도를 기점으로 점차 감소하거나 답보상태를 유지하는 것을 볼 수 있다. Fig. 1의 세부적인 자료를 분석한 결과, 1996년~2015년까지 각 항만에 입출항한 선박의 누적 통항량은 부산항이 가장 많아 전체의 약 28%를 차지하고 있고 여수·광양항이 약 16%, 울산항 약 14.6%, 인천항 약 12.1%, 목포항과 마산항 약 5%, 포항항과 평택·당진항 약 4%, 대산항 약 3%, 군산항과 동해·묵호항 약 2.5%, 제주항 약 1.6% 등으로 나타났다. 또한 15개 항만의 선박 통항자료가 모두 존재하는 1998년도를 기준으로 2015년도 선박 통항자료와 비교했을 때, 15개 항만 전체 선박 통항 척수는 1998년도 238,800척에서 2015년도 359,697척으로 증가하여 약 50.6%의 증가율을 보였다. 이 때 각 항만별 선박 통항량 증가율은 포항항이 422.4%로 가장 높았고, 평택·당진항 125.2%, 대산항 114.4%, 울산항 65.9%, 여수·광양항 64.3%, 목포항 55.7%, 마산항 50.2%, 부산항 49.3%, 옥계항 32.9%, 삼천포항 24.0%, 동해·묵호항 18.8%, 제주항 12.8%, 군산항 5.4%가 증가하였으며 인천항과 장승포항은 오히려 -3.0%와 -28.8%로 감소하는 것으로 나타났다.

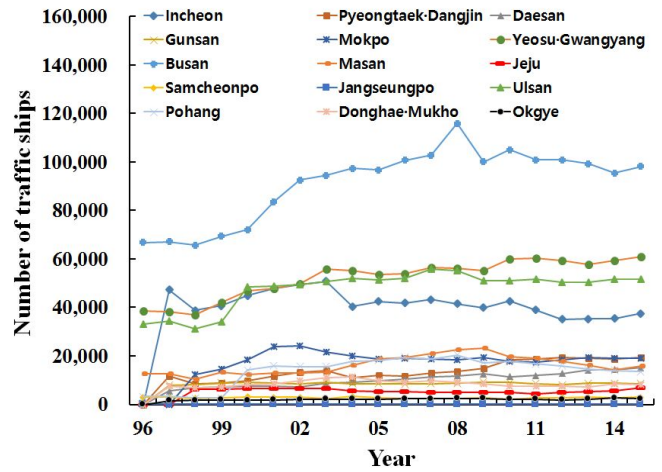


Fig. 1. Yearly variation of traffic ships number in major ports of Korea (1996~2015).

Fig. 2는 지난 20년 동안 15개 항만에 입출항한 선박의 선복량을 조사한 것으로, 대부분의 항만에서 선복량이 매년 증가하는 형태를 보이고 있으며, 부산항과 여수·광양항, 평택·당진항에서 그 증가 폭이 크게 나타나고 있다. Fig. 2의 세부적인 자료를 분석한 결과, 1996년~2015년까지 각 항만에 입출항한 선박의 누적 선복량은 부산항이 가장 많아 전체의 약 31.8%를 차지하고 있고, 여수·광양항이 약 19.3%, 울산항 약 14.1%, 인천항 약 11.7%, 평택·당진항 약 6.1%, 대산항과 포항항 약 3.3%, 마산항 약 2.6%, 군산항 약 2.5%, 목포항 약 1.8%, 제주항과 삼천포항 약 0.8%, 옥계항 0.3%, 장승포항 약 0.01% 등으로 나타났다. 또한 15개 항만의 선박 통항자료가 모두 존재하는 1998년도를 기준으로 2015년도 선박 통항자료와 비교했을 때, 15개 항만 전체 통항선박의 선복량은 1998년도 1,259,348천톤에서 2015년도 3,816,388천톤으로 대폭 증가하여 약 203.0%의 증가율을 보였다. 이 때 각 항만별 선복량 증가율은 포항항이 3,947.0%로 가장 높았고, 제주항 1,513.3%, 목포항 723.4%, 평택·당진항 694.5%, 여수·광양항 302.9%, 부산항 195.3%, 군산항 161.9%, 대산항 140.2%, 울산항 118.0%, 마산항 113.0%, 동해·묵호항 93.8%, 인천항 86.9%, 옥계항 56.4%, 삼천포항 0.7%, 장승포항 0.1%로 나타났다. 또한, 각 항만별로 시간 경과에 따른 선복량 변화를 명확히 파악하고자 2001년~2005년도와 2011년~2015년도 누적 선복량 자료를 분석한 결과, 선복량 증가율은 제주항이 306.0%로 가장 높았고, 목포항과 평택·당진항 168.0%, 여수·광양항 103.2%, 부산항 78.6%, 대산항 76.6%, 군산항 63.5%, 동해·묵호항 57.4%, 울산항 41.0%, 마산항 39.1%, 포항항 33.2%, 인천항 31.3%, 옥계항 27.6%로 나타났으며, 삼천포항과 장승포항은 오히려 -28.5%와 -95.0%로 감소한 것으로 나타났다.

방제선 배치 항만의 개선 방안

이와 같은 항만별 선박량 증감율은 시간경과에 따른 각 항만의 환경변화를 의미하는데 이들 선박량 증감율을 기준으로 각 항만의 상대적 변화율을 파악한 결과, 제주항이 28.6%로 가장 높고 목포항과 평택·당진항 15.7%, 여수·광양항 9.7%, 부산항 7.3%, 대산항 7.2%, 군산항 5.9%, 동해·묵호항 5.4%, 울산항 3.8%, 마산항 3.6%, 포항항 3.1%, 인천항 2.9%, 옥계항 2.6%, 삼천포항 - 2.7%, 장승포항 - 8.9% 순으로 나타났다.

따라서 지난 20년 동안 국내 주요 항만에서의 선박 통항량과 선박량은 지속적으로 증가하였고 특히, 선박의 규모와 관련이 있는 선박량의 경우 연간 증가율이 항만별로 큰 차이를 보이는 것을 알 수 있었다. 이러한 이유는 과거부터 선박 통항량이 많았던 전통적인 항만보다 그 동안 항만 시설이 대폭 확충되어 항만환경이 크게 변화한 항만에서 그 차이가 두드러지게 나타나는데, 포항항, 평택·당진항, 대산항, 제주항, 목포항 등에서 대형선박의 통항이 가능해짐으로써 통항량과 선박량이 크게 증가한 것으로 판단된다.

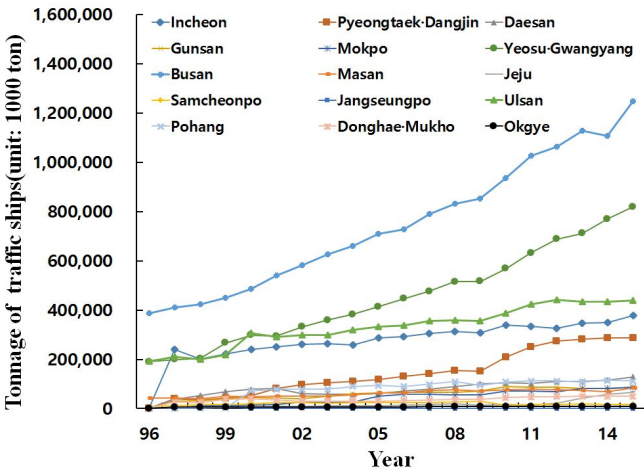


Fig. 2. Yearly variation of traffic ships tonnage in major ports of Korea (1996~2015).

3.2 유류화물 운반선의 통항량 및 물동량 변화 추이

Table 2와 Table 3은 1996년~2015년까지 20년 동안 전국 15개 항만에 입출항한 원유·석유 및 석유정제품 운반선박의 통항 척수와 선박량을 각 항만별로 누적하여 나타낸 자료이다. 각 항만에 입출항하는 유류화물 운반선박의 비율을 보면 Table 2에서와 같이 여수·광양항이 26.1%로 가장 높고 울산항 22.8%, 부산항 21.6%, 대산항 6.7%, 인천항 6.5%, 마산항 3.9% 등으로 나타나고 있다. 또한 유류화물 운반선박의 선박량은 Table 3에서와 같이 대형 원유 운반선의 입출항이 빈번한 울산항과 여수·광양항, 대산항이 전체 선박량의 34.2%와 31.5%, 15.7%로 전체의 81.4%를 차지하고 있다.

Table 2. Number of oil tanker in major ports of Korea (1996~2015)

Ports	Tanker (No)		Sum (No)	Rate (%)
	Crude oil	Product oil		
Incheon	4,139	43,337	47,476	6.5
Pyeongtaek·Dangjin	892	14,417	15,309	2.1
Daesan	3,894	45,339	49,233	6.7
Gunsan	1,282	19,670	20,952	2.9
Mokpo	425	13,620	14,045	1.9
Yeosu · Gwangyang	8,950	181,572	190,522	26.1
Pusan	14,475	142,826	157,301	21.6
Masan	3,104	25,587	28,691	3.9
Jeju	223	10,570	10,793	1.5
Samcheonpo	392	6,952	7,344	1.0
Jangseunpo	234	302	536	0.1
Ulsan	13,957	152,528	166,485	22.8
Pohang	1,183	8,041	9,224	1.3
Donghae·Mookho	1,590	6,441	8,031	1.1
Ogye	231	3,626	3,857	0.5
Total	54,740	671,202	725,942	100

Table 3. Tonnage of oil tanker in major ports of Korea(1996~2015)

Ports	Tanker (1,000tons)		Sum (1,000tons)	Rate (%)
	Crude oil	Product oil		
Incheon	86,376	225,331	311,707	9.2
Pyeongtaek·Dangjin	8,323	42,509	50,832	1.5
Daesan	249,558	282,437	531,995	15.7
Gunsan	4,146	26,636	30,782	0.9
Mokpo	8,026	13,131	21,157	0.6
Yeosu · Gwangyang	499,018	568,884	1,067,902	31.5
Pusan	18,722	154,426	173,148	5.1
Masan	1,698	17,109	18,807	0.6
Jeju	1,107	8,162	9,269	0.3
Samcheonpo	279	2,018	2,297	0.1
Jangseunpo	1,046	292	1,338	0.0
Ulsan	612,174	548,275	1,160,449	34.2
Pohang	455	5,674	6,129	0.2
Donghae·Mookho	342	5,243	5,585	0.2
Ogye	85	2,254	2,339	0.1
Total	1,491,270	1,900,127	3,391,397	100

Fig. 3과 Fig. 4는 1996년~2015년까지 20년 동안 전국 15개 항만에서 처리한 유류화물 물동량을 조사한 것이다. 이것에서 보면, 유류화물 물동량은 울산항, 여수·광양항, 대산항 등에서 매년 지속적으로 증가하는 형태를 보이고 있고 (Fig. 3), 과거 20년 동안 누적한 유류화물 물동량도 울산항이 전체 물동량의 39.7%, 여수·광양항이 28.7%, 대산항이 14.4%를 차지하여 석유화학 산업단지가 존재하는 이들 3개 항만이 전체의 약 83%를 차지하고 있는 것으로 나타났다(Fig. 4).

이와 같이 유류화물 운반선의 통항량과 선복량, 유류화물 물동량은 석유화학 산업단지가 존재하는 항만과 석유정제품의 수요가 많은 대도시 항만에서 높게 나타나고 연간 증가율도 타 항만에 비해 높게 나타나고 있다. 이러한 이유는 국가의 경제성장과 더불어 원유 수입량이 지속적으로 증가함에 따라 석유화학 산업단지가 위치하는 항만에 초대형유조

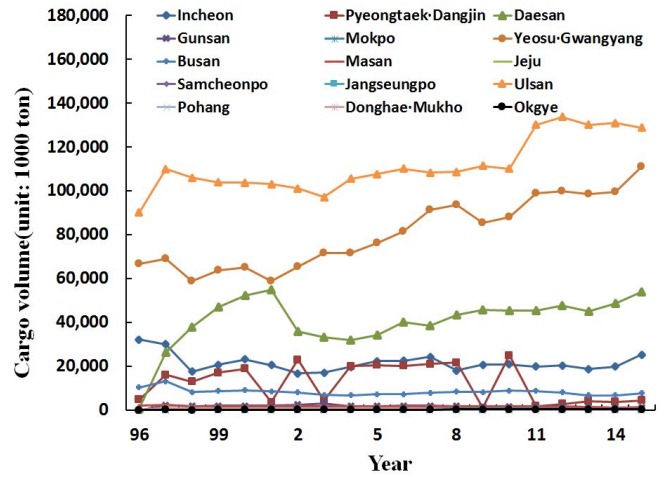


Fig. 3. Yearly variation of dangerous cargo volume in major ports of Korea (1996~2015).

Table 4. Current status of oil spill incidents in major ports of Korea (1996~2014)

Ports	Year	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	Total	Rate (%)
Incheon	Case	31	21	37	26	33	28	16	12	11	11	226	7.9
	Amount (kl)	1.6	49.5	86.6	10.7	16.9	240	12.1	89.5	3.6	3.9	514.2	2.5
Pyeongtaek·Dangjin	Case	0	0	0	0	0	0	7	14	10	6	37	1.3
	Amount (kl)	0	0	0	0	0	0	28.9	1.5	1	0.5	31.9	0.2
Daesan	Case	20	9	12	5	19	17	9	2	10	9	112	3.9
	Amount (kl)	14.7	1.1	12,550	1.2	47.1	7.5	3	0.1	1.1	4.3	12,630	60.7
Gunsan	Case	13	6	12	12	16	15	13	22	5	5	119	4.1
	Amount (kl)	2	42	1	1.6	1.5	2	2.1	24.5	1.5	1.1	79.3	0.4
Mokpo	Case	35	26	26	22	28	42	36	36	29	21	301	10.5
	Amount (kl)	38.9	1.7	65.1	14.6	2.4	5.2	226	64.6	81.3	224.4	724.2	3.5
Yeosu · Gwangyang	Case	18	29	35	32	21	42	36	29	25	30	297	10.3
	Amount (kl)	6.9	33.7	1,569.3	260.4	5.2	40.8	6.9	1.4	9.6	1,114	3,048	14.7
Pusan	Case	84	74	102	89	56	62	52	66	66	51	702	24.4
	Amount (kl)	68	213	33.2	110	6.9	3.3	23.4	25.3	79.3	610.8	1,174	5.6
Masan	Case	55	46	41	29	29	24	25	14	23	23	309	10.8
	Amount (kl)	169	3.2	60.4	9.2	6	128	1.7	1.1	79.4	34.3	492.1	2.4
Jeju	Case	35	18	37	10	21	47	21	11	16	13	219	7.4
	Amount (kl)	41.2	0.3	50.5	22.2	14.9	79.4	1.5	24.8	2.4	1.7	238.8	1.1
Ulsan	Case	14	19	19	13	18	19	27	17	21	27	194	6.8
	Amount (kl)	28.6	16.6	1,031	0.6	1.9	85.3	31.2	62.5	120	5.2	1,383	6.6
Pohang	Case	26	19	10	18	29	8	23	12	14	9	168	5.8
	Amount (kl)	16.5	1.7	0.3	4.2	6.9	3.7	29.6	117	129.6	0.7	309.9	1.5
Donghae·Mookho	Case	12	4	6	2	12	23	12	10	12	4	97	3.4
	Amount (kl)	21.4	0.8	0.1	0.1	0.9	5.6	1.9	1.5	118.3	0.3	150.9	0.7
Okgye	Case	12	14	8	7	5	12	10	8	10	6	92	3.2
	Amount (kl)	1.2	0.7	0.4	0.8	0.2	0.9	0.8	5.2	8	0.1	18.3	0.1
Tatal	Case	355	285	345	265	287	329	287	253	252	215	2,873	100
	Amount (kl)	410	365	15,448	436	111	601	369	418	635	2,001	20,795	100

방제선 배치 항만의 개선 방안

선(VLCC)의 통항이 빈번히 이루어지고 이들 항만을 중심으로 소비지인 대도시 주변항만에 석유정제품을 운송하는 중소형 유조선의 통항량이 증가하기 때문으로 볼 수 있다(Ha and Yun, 2013). 따라서 이들 항만은 기름유출사고의 위험성이 타 항만에 비해 높다고 할 수 있으며 사고 발생 시 대형 기름유출사고로 이어질 수 있는 여건이 충분하기에 집중관리수역으로 상시 적절한 대비체계를 운영할 필요가 있다.

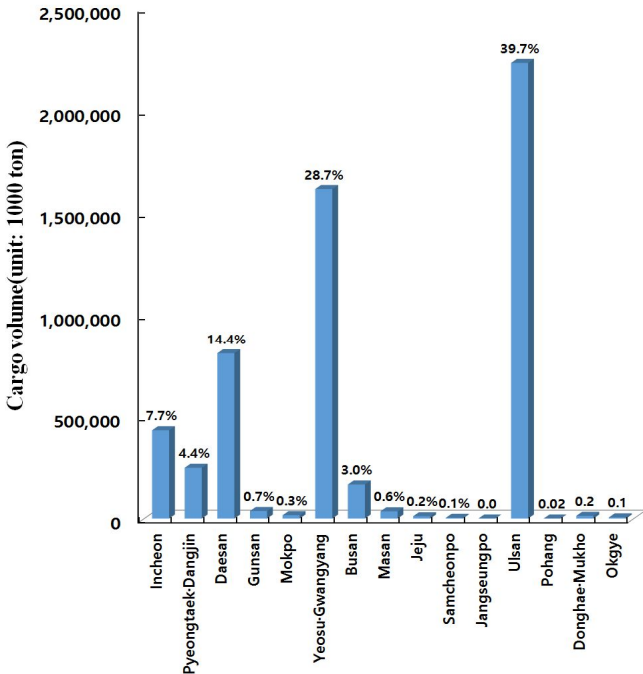


Fig. 4. Handling volume of dangerous cargo in major ports of Korea (1996-2015).

3.3 기름유출사고 발생 현황

Table 4는 2005년~2014년까지 국내 주요 항만에서 발생한 기름유출사고를 조사한 것으로, 이들 항만에서 10년 동안 발생한 기름유출사고는 총 2,873건이며 유출량은 총 20,795 kl로 나타났다. 최근 10년 동안 각 항만별 기름유출사고 발생 건수는 부산항이 가장 많은 702건으로 전체 사고의 24.4%를 차지하고, 마산항 10.8%, 목포항 10.5%, 여수·광양항이 10.3%를 차지하여 이들 4개 항만이 전체의 약 56%를 차지하고 있으며 인천항, 제주항, 포항항, 군산항 순으로 사고가 발생하고 있다. 또한, 해양사고 발생에 따른 기름유출량은 2007년도에 발생한 허베이 스피리트호 사건 때문에 대산항이 전체 유출량의 60.7%로 가장 많고, 여수·광양항이 14.7%, 울산항이 6.6%로 석유화학 산업단지가 위치하여 유조선의 통항량이 많은 이들 3개 항만이 전체 기름유출량의 약 82%를 차지하고 있으며 부산항, 목포항, 인

천항 순서로 높게 나타나고 있다. 따라서 기름유출사고의 빈도는 선박의 통항량이 많은 항만에서 높게 나타나지만 사고에 따른 기름유출량은 유조선의 통항이 빈번한 항만에서 높게 나타나 차이를 보이고 있으며, 이를 고려하여 기름유출사고 대응방안을 수립할 필요가 있다.

3.4 환경민감자원 분포 현황

Table 5는 국내 15개 주요 항만을 대상으로 현행 법률에서 중점관리수역으로 지정하고 있는 환경보존해역과 특별관리해역의 현황을 조사한 것이다. 각 항만별 중점관리수역은 인천항이 전체의 28.5%로 가장 많은 면적을 차지하고 있고, 여수·광양항이 28.4%, 목포항이 22.6%, 부산항이 11.1%, 마산항이 6.7%, 울산항이 2.7% 순서로 나타나고 있다.

Table 5. Status of priority management seas in major ports of Korea (2016)

Ports	Environmental conservation seas (km ²)	Special control seas (km ²)	Sum (km ²)	Rate (%)
Incheon	-	605.76	605.76	28.5
Pyeongtaek·Dangjin	-	-	-	-
Daesan	-	-	-	-
Gunsan	-	-	-	-
Mokpo	479.21	-	479.21	22.6
Yeosu · Gwangyang	472.91	131.37	604.28	28.4
Pusan	-	235.73	235.73	11.1
Masan	-	142.99	142.99	6.7
Jeju	-	-	-	-
Samcheonpo	-	-	-	-
Jangseunpo	-	-	-	-
Ulsan	-	56.56	56.56	2.7
Pohang	-	-	-	-
Donghae·Mookho	-	-	-	-
Okgye	-	-	-	-
Total	952.12	1,172.41	2,124.53	100

또한 Table 6은 국립해양조사원의 어장정보도와 해양경찰 방제정보지도상의 각 해역별 어업권 위치도를 참고하여 주요 항만 주변에 허가된 어업권 현황을 조사한 것으로, 일반 방제선의 평균 속력인 약 10노트를 기준하여 각 항만에서 약 3시간 도달거리(반경 15마일)에 위치한 어업권을 추출하여 나타낸 것이다. 여기에서 어업권 허가건수가 많은 지역은 주로 남해안에 위치하고 있는 항만이 높은 것을 볼 수 있는데, 마산항 주변이 170건으로 전체의 12.5%를 차지

하여 가장 많고, 삼천포항 주변이 165건(12.1%), 여수·광양항 주변 160건(11.7%), 대산항 주변 131건(9.6%), 포항항 주변 105건(7.7%), 인천항과 목포항 주변 각각 95건(각 7.0%), 군산항 주변 80건(5.9%) 등으로 나타나고 있다.

Table 6. Status of fishing right in major ports of Korea (2016)

Ports	Fishing right	
	Number of permit (No)	Rate (%)
Incheon	95	7.0
Pyeongtaek·Dangjin	55	4.0
Daesan	131	9.6
Gunsan	80	5.9
Mokpo	95	7.0
Yeosu · Gwangyang	160	11.7
Pusan	55	4.0
Masan	170	12.5
Jeju	58	4.3
Samcheonpo	165	12.1
Jangseunpo	40	2.9
Ulsan	40	2.9
Pohang	105	7.7
Donghae·Mookho	50	4.8
Okgye	65	4.2
Total	1,364	100

Table 7. Status of storage facilities on petroleum and hazardous liquid in major ports of Korea (2016)

Ports	Company (No)	Storage capacity (kl)	Rate (%)	Company (No)		
				1,000 kl or more	5,000 kl or more	10,000 kl or more
Incheon	20	3,010,098	5.60	10	10	9
Pyeongtaek Dangjin	14	1,427,392	2.60	8	8	7
Daesan	23	6,582,548	12.2	5	5	5
Gunsan	12	413,845	0.76	8	6	6
Mokpo	11	123,952	0.23	6	5	4
Yeosu Gwangyang	33	22,878,586	42.3	29	24	21
Pusan	19	418,892	0.77	13	9	7
Masan	7	73,092	0.14	2	2	2
Jeju	11	99,268	0.18	6	3	2
Samcheonpo	22	157,651	0.30	4	2	2
Jangseunpo	9	839	0.01	0	0	0
Ulsan	35	18,587,852	34.4	30	30	26
Pohang	10	69,230	0.13	5	3	1
Donghae Mookho	12	245,779	0.50	8	4	4
Okgye	2	20,310	0.04	2	1	1
Total	240	54,109,334	100	136	112	97

Table 7은 전국 광역시도와 지방해양수산청에 등록된 기름 및 유해액체물질 저장시설 중 국내 주요 항만에 위치한 업체와 저장용량의 현황을 분류하여 나타낸 것으로, 15개 항만에 240개 업체가 총 54,109,334 kl의 저장용량을 보유하고 있는 것으로 조사되었다. 주로 울산항, 여수·광양항, 대산항 등 석유화학 산업단지가 위치한 항만에 등록된 업체수가 많고, 시설의 규모를 나타내는 저장용량도 여수·광양항이 전체의 42.3%, 울산항이 34.4%, 대산항이 12.2%로 이들 3개 항만이 전체의 약 89%를 차지하고 있는 것을 볼 수 있다.

4. 방제선 항만 배치기준의 개선방안

4.1 국내 주요 항만의 위험도 평가

해상 물동량이 증가하면서 부두 등의 항만시설의 확충과 신규 항만 및 산업단지 개발 등으로 인해 국내 주요 항만의 이용환경은 지속적으로 변화하고 있으며 그에 따른 사고 위험성도 각 항만의 여건변화에 따라 차이가 날 수 밖에 없다. 특히, 우리나라 연근해 및 주요 항만에는 원유수입량의 지속적인 증가에 따라 초대형 유조선의 통항이 빈번하고 일반 선박의 해상교통량 증가로 인해 기름유출사고의 위험이 상존하고 있다고 볼 수 있다(Kim, 2013).

항만의 위험도 평가는 항만에서 기름유출사고가 발생할 경우 심각한 해양환경 피해와 막대한 물질 피해를 야기하기에 사고 발생에 따른 대응·대비차원에서 시행된다(Kim and Kim, 2008). 일반적으로 항만의 위험도 평가는 각 항만을 대상으로 선박의 해상교통량, 유조선 등의 위험화물 물동량, 과거 사고발생 현황 등에 관한 수년간의 변화 추이를 파악하고 기름 등의 저장시설, 환경관리해역 및 어장 등의 환경 민감 요소의 존재 여부 및 규모 등을 각 항만별로 조사하여 각각의 항만에 대한 위험성을 등급화 하는 것이다(Cho et al., 2013). 이를 토대로 기름유출사고 발생시 방제자원의 필요량이나 지원대책 등의 적절한 대응체계를 수립하게 되는데, 위험도가 높게 평가된 항만일 경우 방제장비나 인력 등의 규모가 확대되거나 방제장비 비축기지 등이 추가로 요구되기도 한다.

Table 8은 기존 선행 연구에서 반영하였던 항만 위험도 평가 항목과 해양사고와 직·간접적으로 관련성이 있는 항목들을 추가 반영하여 국내 주요 항만에 대한 상대적 위험도를 도출하기 위한 것으로, 총 8개의 평가 항목과 각 항목별 분석 자료의 기준을 나타낸 것이다. 각 항만의 위험도는 이들 8개의 평가 항목에 대한 각 항만별 현황 자료를 조사한 후 각 항목을 함께 비교하여 상대적 중요도를 파악할 수 있도록 자료를 정규화 하였다.

방제선 배치 항만의 개선 방안

Table 8. Item and analysis data for evaluation of port danger degree

No	Evaluation Items	Analysis Data (each port)	Reference Figure or Table
1	Ships traffic volume	Traffic ships number (1996~2015)	Fig. 1
2	Variation ratio, ships tonnage	Traffic ships tonnage (2001~2015)	Fig. 2
3	Dangerous cargo handling volume	Dangerous cargo volume (1996~2015)	Fig. 3, Fig. 4
4	Number of oil spilt	Case of oil spill incident (2005~2015)	Table 4
5	Amount of oil spilt	Amount of oil spill (2005~2015)	Table 4
6	Priority management seas	Designated area (2015)	Table 5
7	Permitted fishing right	Number of fishing right (2015)	Table 6
8	Storage facilities of Petroleum and hazardous liquid	Storage capacity (2015)	Table 7

Table 9는 위험도 평가 항목별로 항만의 현황 자료를 분석하여 위험도 평가항목에 대한 각 항만이 차지하는 비율을 나타낸 것으로, 모든 항목에 대한 정규화를 시행하기 위한 자료이다. 또한 Table 10은 평가기준이 복수인 경우 의사결정을 지원하기 위해 개발된 계층분석과정(Analysis Hierarchy Process; AHP) 방법을 이용하여 위험도 가중치를 구한 Ha

and Yun(2013)의 적용 값에 본 연구에서 추가한 위험도 평가 항목별 가중치 값이며, 이들 가중치 값을 적용하여 각 항만의 위험도 값을 산정하였다. 그 결과, Table 11에서와 같이 대규모 석유화학 산업시설이 위치하고 있는 여수·광양항(1.85), 울산항(1.33), 대산항(1.25)의 위험도 값이 높게 나타나고, 선박 통항량이 많은 부산항(0.95), 인천항(0.83)과 항만시설이 확충되어 대형선 통항량이 증가한 목포항(0.71)과 제주항(0.49), 관할수역이 넓고 주변에 어업권 허가건수가 많은 마산항(0.44) 순으로 위험도 값이 나타나고 있다. 여기에서 산정된 수치는 각 항만에서 사고발생 가능성의 상대적인 위험도를 의미하며, 해양오염사고의 실효적 대응·대비차원에서 방제선 배치해역을 추가하거나 조정하는데 이와 같은 항만 위험도 평가 결과를 이용할 수 있다.

Table 10. The weight value of items for risk evaluation each port

No	Items	Weight value
1	Ships traffic volume	0.16
2	Variation ratio, ships tonnage	0.11
3	Dangerous cargo handling volume	0.31
4	Number of oil spilt	0.10
5	Amount of oil spilt	0.10
6	Storage facilities of Petroleum	0.11
7	Permitted fishing right	0.07
8	Priority management seas	0.06

Table 9. The position rate of danger degree to evaluation items

Ports \ Items	Ships traffic volume	Variation ratio, ships tonnage	Dangerous cargo handling volume	Number of oil spilt	Amount of oil spilt	Storage facilities of Petroleum	Permitted fishing right	Priority management seas
Incheon	12.1	2.9	7.7	7.9	2.5	5.60	7.0	28.5
Pyeongtaek·Dangjin	4.1	15.7	4.4	1.3	0.2	2.60	4.0	0.0
Daesan	3.0	7.2	14.4	3.9	60.7	12.20	9.6	0.0
Gunsan	2.5	5.9	0.7	4.1	0.4	0.76	5.9	0.0
Mokpo	5.2	15.7	0.3	10.5	3.5	0.23	7.0	22.6
Yeosu · Gwangyang	16.0	9.7	28.7	10.3	14.7	42.30	11.7	28.4
Pusan	27.9	7.3	3.0	24.4	5.6	0.77	4.0	11.1
Masan	5.0	3.6	0.6	3.6	0.8	0.14	12.5	6.7
Jeju	1.6	28.6	0.2	7.4	1.1	0.18	4.3	0.0
Samcheonpo	0.8	-2.7	0.1	3.6	0.8	0.30	12.1	0.0
Jangseunpo	0.1	-8.9	0.0	3.6	0.8	0.01	2.9	0.0
Ulsan	14.6	3.8	39.7	6.8	6.6	34.4	2.9	2.7
Pohang	4.2	3.1	0.0	5.8	1.5	0.13	7.7	0.0
Donghae·Mookho	2.5	5.4	0.2	3.4	0.7	0.50	4.8	0.0
Okgye	0.6	2.6	0.1	3.2	0.1	0.04	4.2	0.0
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

4.2 방제선 배치해역의 조정

현행 법률상 방제선 배치해역은 해사안전법에서 교통안전특정해역으로 지정하고 있는 인천구역, 부산구역, 울산구역, 포항구역 및 여수구역과 항만법상의 대산항, 평택·당진항, 군산항, 마산항으로 정하고 있다. 그러나 국내 주요 항만의 이용환경은 지속적으로 변화하고 있으며 그에 따른 사고 위험성도 각 항만의 여건별로 차이를 보일 수 있다. 따라서 국내 주요 항만에 대한 이용실태와 환경변화를 주기적으로 조사하여 항만별 위험도를 평가하고 그것에 적절한 대응방안을 도모할 필요가 있다.

Table 11은 현재 방제선 배치해역으로 지정되어 있는 항만을 포함하여 국내 주요 항만을 대상으로 위험도를 평가한 산정 값을 기준으로 각 항만의 상대적 비율을 등급화하여 각 항만을 4단계의 위험군으로 분류한 것이다. 위험군의 단계는 현행 법률에서 항만관리청의 방제자재 등의 배치해역을 4단계로 구분하여 시행하고 있기에 이를 고려하였다. 여기에서 위험도 값이 가장 높게 나타난 여수·광양항을 기준으로 상대적 비율이 50% 이내인 울산항, 대산항, 부산항은 최고위험군으로 분류하고, 상대적 비율이 약 25~50% 범주에 있는 인천항, 목포항, 제주항, 마산항은 고위험군, 상대적 비율이 10~20% 범주에 있는 평택·당진항, 포항항, 군산항, 동해·묵호항은 중위험군, 상대적 비율이 10% 이하이고 선복량 변화율과 위험화물 물동량 처리 비율이 낮은 삼천포항, 옥계항, 장승포항은 저위험군으로 분류할 수 있다.

Table 11. The risk group classification of each port

Ports	Estimated value	Position	Relative ratio	Risk group
Yeosu · Gwangyang	1.85	1	1.00	Highest
Ulsan	1.33	2	0.72	Highest
Daesan	1.25	3	0.67	Highest
Pusan	0.95	4	0.51	Highest
Incheon	0.83	5	0.45	High
Mokpo	0.71	6	0.38	High
Jeju	0.49	7	0.26	High
Masan	0.44	8	0.24	High
Pyeongtaek·Dangjin	0.37	9	0.20	Mid-range
Pohang	0.25	10	0.13	Mid-range
Gunsan	0.23	11	0.12	Mid-range
Donghae·Mookho	0.19	12	0.10	Mid-range
Samcheonpo	0.16	13	0.08	Low
Okgye	0.12	14	0.06	Low
Jangseunpo	-0.02	15	0.00	Low

한편, 각 항만의 위험도를 4단계로 분류한 Table 11에서 중위험군 이상으로 분류되는 항만 중 목포항, 제주항, 동해·묵호항을 제외하고는 현행 법규상 모두 방제선 배치해역으로 설정되어 있다. 현행 방제선 배치해역은 방제선 배치제도 도입 초기에 지정되어 지금까지 이어져온 것으로, 과거에 비해 항만 이용환경이 크게 변화하여 사고 위험성이 크게 증가하고 있는 일부 항만의 현실을 충분히 반영하지 못하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구를 통해 중위험군 이상으로 새롭게 평가되는 목포항과 제주항 및 동해·묵호항은 방제선 배치해역으로 신규 지정할 필요가 있으며, 해양오염사고 대응·대비체계를 모든 항만에 일률적으로 적용하기보다는 각 항만별 위험도를 고려하여 차등화하는게 합리적인 방안이라 여겨진다. 즉, 사고 위험도가 높게 나타난 항만을 중심으로 장비와 인력 등의 방제자원 확대, 방제장비 비축기지 등이 우선적으로 설치되어야 하며, 추후에도 항만 위험도 평가를 주기적으로 시행하여 그 결과에 따라 방제선의 배치해역 추가 또는 해역별 배치세력 조정 등 방제선 배치방안의 현실화를 도모하는 것이 합리적이라 사료된다.

5. 결론

국가 해양오염방지 대응·대비 차원에서 시행되고 있는 현행 방제선 배치제도는 해양오염사고 예방 및 사고발생시 적절한 초동대응을 통해 피해를 최소화하기 위한 것으로, 해상교통량이 많은 해역에 통항하는 일정규모 이상의 선박과 유류시설을 운영하는 자에게 방제선 배치의무를 부여하고 있다. 그러나 현행 방제선 배치해역은 방제선 배치제도 도입 초기에 지정된 것으로, 제도의 실효성을 높이는 차원에서 그동안의 항만 환경변화를 고려한 제도개선의 필요성이 제기되고 있다. 이를 위해 본 연구에서는 국내 15개 주요 항만을 대상으로 항만 이용실태와 위험요인의 분포 현황을 조사하여 각 항만별 위험도를 평가하였으며, 산정된 위험도 값을 기준으로 방제선 배치해역의 현실화를 도모하였다.

그 결과 항만의 위험도는 대규모 석유화학 산업시설이 위치하고 있는 여수·광양항(1.85), 울산항(1.33), 대산항(1.25)이 특히 높게 나타나고, 선박 통항량이 많은 부산항(0.95), 인천항(0.83)과 최근에 항만시설의 확충으로 대형선 통항량이 증가한 목포항(0.71)과 제주항(0.49), 주변에 어업권 허가 건수가 많은 마산항(0.44) 순서로 나타났다. 또한, 위험도 값이 가장 높게 나타난 여수·광양항을 기준으로 각 항만의 위험도에 대한 상대적 비율을 등급화하여 4단계로 구분했을 때 최고위험군은 여수·광양항, 울산항, 대산항, 부산항이

방제선 배치 항만의 개선 방안

고, 고위험군은 인천항, 목포항, 제주항, 마산항이며, 중위험군은 평택·당진항, 포항항, 군산항, 동해·목호항, 저위험군은 삼천포항, 옥계항, 장승포항으로 분류할 수 있다. 현행 법률에서 지정하고 있는 방제선 배치항만은 모두 중위험군 이상의 항만이며, 과거에 비해 항만 이용환경이 크게 변화하여 본 연구에서 중위험군으로 새롭게 평가하고 있는 목포항, 제주항, 동해·목호항은 제외되어 있다.

따라서 이들 3개 항만을 방제선 배치항만으로 신규 지정하여 해양오염사고에 대비할 필요가 있으며, 추후에도 항만 위험도 평가를 주기적으로 시행하여 그 결과에 따라 방제선 배치해역 추가, 해역별 배치세력 조정 등 방제선 배치방안의 현실화를 도모할 필요가 있다.

(2016), A Study on system of entrusting the placement or installation of pollution response vessels, etc., The Korean Society of Marine Environment & Safety, 2016 Spring symposium, pp. 130-131.

[9] KOEM(2016), Planing Research to Advancement Planning of pollution Accident Response System, p. 264.

[10] KSA(2017), Maritime Statistic, 2017, pp. 27-28.

Received : 2017. 11. 21.

Revised : 2017. 12. 18. (1st)

: 2017. 12. 26. (2nd)

Accepted : 2017. 12. 28.

References

- [1] Cho, S. J., D. J. Kim and K. S. Choi(2013), Hazardous and Noxious Substances(HNS) Risk Assessment and Accident Prevention Measures on Domestic Marine Transportation, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 19, No. 2, pp. 145-154.
- [2] Ha, M. J. and J. H. Yun(2013), A Study on the Setting of Regional Oil Recovery Capacity On Water in Korea, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety Vol. 19, No. 6, pp. 606-611.
- [3] Lee, J. Y., K. W. Chun and J. H. Kim(2014), A Study on Cause Analysis of Marine Pollution Accidents from Ship in the Domestic Sea, The Korean Society of Marine Environment & Energy, 2014 Autumn symposium, pp. 87-87.
- [4] Mok, J. Y.(2001), National Oil Pollution Response System : Current Issues and Policy Recommendation, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol 7, No 2, pp. 105-121.
- [5] KESIS(2015), 2014~2040 Oil Demand Prospect, http://www.kesis.net/sub/sub_0001_03.jsp.
- [6] Kim, D. J. and S. Y. Kim(2008), A Methodology for Risk Analysis on Ship Accidents at Port Area, Journal of Shipping and Logistics, Vol 59, pp. 105-121.
- [7] Kim, K. S.(2013), Overview of Major Oil Spill at Sea and Details of Various Response Actions 1. Number and Volume of Marine Oil Spills in Korea and in the World, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety Vol. 19, No. 2, pp. 129-137.
- [8] Kim, Y. D., Y. B. Seok, N. S. Cheol and S. Y. Tack