

우리나라 지역별 해상 기름회수능력 설정에 관한 연구

하민재* · 윤종휘**†

* 한국해양대학교 대학원 해양경찰학과, ** 한국해양대학교 해양경찰학과

A Study on the Setting of Regional Oil Recovery Capacity On Water in Korea

Min-Jae Ha* · Jong-Hwui Yun**†

* Dept. of Coast Guard Studies, Graduate school of Korea Maritime & Ocean University, Busan, 606-791, Korea

** Dept. of Coast Guard Studies, Korea Maritime & Ocean University, Busan, 606-791, Korea

요 약 : 본 연구에서는 지역별 해상 기름회수능력을 설정할 목적으로 7개 항목에 대한 지역별 현황을 조사·분석하여 정규화한 결과와 계층분석과정을 이용하여 도출한 가중치를 바탕으로 권역내 각 지역별 위험도를 산출하였다. 산출된 위험도를 바탕으로 권역내 확보해야 하는 해상 기름회수능력인 7,500 kℓ를 해당 지역의 위험도에 따라 해상 기름회수능력을 결정하여 지역별 적정 해상 기름회수능력을 제시하였다. 현행 해상 기름회수능력이 과하게 설정된 인천, 군산, 목포, 부산지역의 기름회수능력이 권역내 다른 지역으로 분산·배치되는 결과를 보였으며, 권역 중심지역의 경우 대산 1,475 kℓ, 여수 375 kℓ, 울산 475 kℓ 증가하는 것으로 나타났다. 해양사고의 원인적인 측면뿐만 아니라 환경·경제적인 측면까지 고려하여 제시된 지역별 해상기름회수능력 설정치는 현행 기준에 의한 설정치보다 균형적인 배치분포를 보이는 것으로 나타났다.

핵심용어 : 해상 기름회수능력, 정규화, 계층분석과정, 위험도, 권역, 중심지역

Abstract : In this study, the regional states of 7 items are analyzed, the regional risks are calculated by using normalized data & analysis hierarchy process to set regional oil recovery capacity. Area on-water oil recovery capacity, 7,500 kℓ, is separated and regional on-water oil recovery capacity is determined, based on calculated regional degree of risk. Excessive current oil recovery capacities, setting in Incheon, Gunsan, Mokpo, Busan region, are as a result distributed to the other regions in each area. In case of central region, Daesan is increased as much as 1,475 kℓ, Yeosu is increased as much as 375kℓ, Ulsan is increased as much as 475 kℓ. The regional on-water oil recovery capacity, considering both the cause of accident aspects and marine environmental & economic aspects, is estimated as more balanced distribution model, compared to current standard of on-water oil recovery capacity.

Key Words : On-water oil recovery capacity, Normalization, Analysis hierarchy process, Degree of risk, Area, Central region

1. 서론

우리나라는 국가 경제발전으로 인하여 경제활동에 필요한 에너지 소비가 증가하고, 이에 따른 원유와 석유제품의 해상운송도 지속적으로 증가하고 있다. 이러한 해상을 통한 유류수송량의 증가는 대규모 해양오염사고의 확률을 높이고 있으며, 1995년 발생한 Sea Prince호 오염사고와 2007년에 발생한 Hebei Spirit호 오염사고는 대형유류오염사고에 대한

대비·대응의 중요성을 일깨워 주었다.

Sea Prince호 오염사고를 계기로 국가적 차원의 방제기본계획과 지역방제계획을 수립하였고, 해양오염방제조합(현 해양환경관리공단)을 설립하여 국가와 민간이 공동으로 해양오염사고에 대응할 수 있도록 하였으며, 우선적으로 부족한 방제장비를 단기간에 확보하기 위한 목적으로 국가방제능력이란 개념을 도입하게 되었다. 국가방제능력은 우리나라 수역에서 운항중인 최대크기(DWT 300,000톤급)의 유조선에서 기름유출사고가 발생한다는 가정 하에 이에 대비하기 위해 전국적으로 확보해야 하는 기름회수능력을 의미한다. Hebei Spirit호 오염사고 이후 국가방제능력은 해상 기름회수

* First Author : hmj153@naver.com, 051-410-4834

† Corresponding Author : jhyun@kmou.ac.kr, 051-410-4279

우리나라 지역별 해상 기름회수능력 설정에 관한 연구

능력이라는 용어로 바뀌게 되고, 여기에는 유효 기름회수용량 뿐만 아니라 오일붐 소요량, 임시저장탱크 소요량이 포함된다(Korea Marine Environment Management Corporation, 2011).

현행 해상 기름회수능력은 각 지역의 환경적인 요소에 대한 고려 없이 지역의 입출항 및 통항 선박의 크기와 과거 발생한 해양오염사고를 기준으로 설정된 것으로(Korea Marine Environment Management Corporation, 2011), 최근의 해양의 이용 증가와 해양의 환경·경제적인 요소가 중요시되고 있는 사회 분위기와는 대비되므로 이러한 부분을 반영하여 현행 해상 기름회수능력 설정이 개선될 필요가 있는 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 현행 해상 기름회수능력 설정에 이용된 세가지 요소 뿐만 아니라 환경·경제적인 요소를 추가적으로 고려하여 각 지역의 위험도를 도출하고, 권역내에서 차지하는 지역별 위험도를 바탕으로 각 지역별 적정 해상 기름회수능력을 제시하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 우리나라 국가방재능력 설정 기준

우리나라의 국가방재능력은 Sea Prince호 오염사고 이후 우리나라 연근해 통항선 및 입출항 선박 중 최대크기인 DWT 300,000톤급 유조선에서 해양사고 발생시 최대 60,000톤의 기름이 유출된다고 가정하고, 이때 유출된 기름의 1/3인 20,000톤은 증발, 1/3인 20,000톤은 해안에 부착, 나머지 1/3인 20,000톤은 해상에서 수거하여 처리하는 것을 목표로 설정되었다. 그러나 Hebei Spirit호 오염사고를 계기로 기존 국가방재능력에 대한 부적절한 용어사용 및 유조선의 구조 변경 등에 따라 국가방재능력은 해상 기름회수능력으로 용어가 변경되었고, 계산방식의 변경에 따라 가상 최대기름유출량이 45,000 kℓ로 조정되어 해상 기름회수용량은 15,000 kℓ로 변경되었으며, 기름회수능력에는 유희수기의 유효회수량, 기름 회수에 필요한 오일붐 소요량, 임시저장탱크의 소요량에 관한 산식이 추가되어 해상 기름회수능력으로 규정하고 있다(Korea Marine Environment Management Corporation, 2011).

2.2 지역별 기름회수용량 산정 기준

1) 지역의 구분

지역의 구분은 Table 1과 같이 해양경찰서의 분포와 해양환경관리공단 지사의 위치를 중심으로 3개의 광역권, 즉, 대산, 여수, 울산권역으로 구분하고, 각 권역 중심지역과 그 주변지역을 묶어 하나의 권역으로 편성하였다(Korea Marine Environment Management Corporation, 2011; Yun, et al., 2010).

Table 1. Classification of area & region

Area	Region
Daesan	Incheon, Taean·Daesan, Pyeongtaek, Gunsan
Yeosu	Mokpo, Wando, Yeosu, Jeju·Seogwipo
Ulsan	Tongyeong·Masan, Busan, Ulsan, Pohang, Donghae·Sokcho

2) 지역별 가상 최대유출량

각 권역내의 가상 최대기름유출량은 45,000 kℓ이고 이 중 해상방재량은 15,000 kℓ로 특정 권역에서 최대기름유출사고가 발생할 경우 동원시스템에 따라 다른 권역에서 순차적으로 방재장비를 동원하여 방제작업을 수행하므로 해당 권역에서는 해상방재량의 50%에 해당하는 기름회수용량을 확보하는 것으로 하였다(Korea Marine Environment Management Corporation, 2011).

3) 지역별 해상 기름회수 소요량

지역별 해상기름회수용량 목표를 산정하기 위해 권역내 지역을 2종류, 즉, 권역중심지역(최대오염사고 발생가능지역)과 주변지역으로 분류하고, 먼저 주변지역에 그 지역의 가상최대유출량 전량을 회수할 수 있는 유희수기를 배치한 후 나머지 유희수기를 권역중심지역에 배치하는 것을 원칙으로 하였다. 이러한 원칙에 따라 도출된 지역별 해상 기름회수 소요량은 Table 2와 같으며(Korea Marine Environment Management Corporation, 2011), 이 소요량이 현행 지역별 해상 기름회수능력 목표치이다.

Table 2. Demand quantity of regional oil recovery on water

Area	Region	Max. Spill (kℓ)	Oil Recovery Capacity(kℓ)	Demand Qty of Regional Oil Recovery(kℓ)
Daesan	Incheon	8,500	2,833	2,833
	Daesan·Taean·Pyeongtaek	45,000	15,000	3,400
	Gunsan	3,800	1,267	1,267
	Sum(Max)	45,000	15,000	7,500
Yeosu	Mokpo	8,500	2,833	2,833
	Wando	600	200	200
	Yeosu	45,000	15,000	4,200
	Jeju·Seogwipo	800	267	267
Ulsan	Sum(Max)	45,000	15,000	7,500
	Tongyeong·Masan	1,700	567	567
	Busan	10,000	3,333	3,333
	Ulsan	45,000	15,000	3,166
	Pohang	800	267	267
	Donghae·Sokcho	500	167	167
Sum(Max)	45,000	15,000	7,500	

4) 현행 기름회수능력 설정의 문제점

현행 지역별 해상 기름회수능력은 각 지역의 고유한 특성에 대한 고려가 이루어지지 않고 입출항 및 통항 선박의 크기와 과거 발생한 해양오염사고를 기준으로 설정된 것이다. 이는 사고의 원인적인 측면만을 고려한 것으로, 사고후 피해를 입을 수 있는 환경·경제적인 측면에 대한 고려가 추가적으로 이루어질 필요가 있다.

2.3 해양오염 위해요소

1) 위해요소 파악

위해요소는 사람, 재산이나 환경 등에 손상을 초래할 가능성을 지닌 상황으로 정의될 수 있다(Gug, et al., 2001). 해양오염과 관련된 위해요소는 크게 해역의 현황과 해역의 지리·환경적 조건으로 나누어 생각할 수 있다. 해역의 현황에는 저유·계류시설, 유조선교통량·유류물동량, 해난·해양오염사고 및 항만운영시행체계의 분석·적용이 해당되고, 해역의 지리·환경적 조건에는 항만, 항로, 묘박지, 기상, 해상상태, 어업, 수산업, 위락시설 등이 해당된다. 이러한 위해요소는 해양오염사고를 일으키는 원인이 될 수 있는 항목과 사고의 결과로 피해를 입을 수 있는 항목으로 구성된다(Gug, et al., 2001).

2) 환경민감도 지수(ESI)

미국 해양대기관리청(NOAA : National Oceanic and Atmospheric Administration)이 개발한 환경민감도지수(ESI : Environmental Sensitivity Index)는 유류오염 취약인자에 대한 정보를 포함하고 있는데, 이러한 정보를 바탕으로 방제책임자가 해양오염사고 방제전략의 수립 및 실행시 효율적인 방제작업을 할 수 있도록 하고, 해양오염사고로 인한 피해, 자연자원에 미치는 영향을 예상함으로써 피해분석 및 의사결정에도 도움을 줄 수 있다.

이와 관련하여 우리나라에서는 방제정보지도 시스템을 개발하여 운영하고 있으며, 해안선형태(Shoreline Classification), 생물자원(Biological Resources), 사회·경제자원(Human Resources), 방제자원(Clean-up Resources) 등 네가지로 구성되어 있다(Sung, et al., 2003). 환경민감도지수는 해양의 위해요소와 관련하여 해역의 지리·환경적 조건과 관련이 있으며, 본 연구에서 도출한 사후 민감도 요소의 항목 설정에 반영되었다.

2.4 계층분석과정(AHP)

1) 개요

계층분석과정(Analysis Hierarchy Process ; AHP)은 대안과 평가기준이 복수인 경우의 의사결정(Multiple Criteria Decision Making ; MCDM)을 지원하기 위해 개발된 평가기법의 하나

로 1970년대 초 펜실베이니아 대학의 Thomas Saaty교수가 개발한 기법이다(Park and Seol, 2010). AHP 기법은 의사결정의 목표나 평가기준이 다수이며 복잡한 경우에 상호 관련성이 적은 배타적 대안들을 체계적으로 평가할 수 있는 기법으로 주어진 대안의 가치를 객관적이고 일관성있게 판단하여 중요도 또는 가중치를 산출하는 방법으로 볼 수 있다.

2) 가중치 부여 방식

AHP 기법은 문제를 계층구조로 만들어 각 계층의 쌍대비교를 통해 가중치를 설정하여 최하위 계층의 우선순위를 종합하는 분석절차로 진행된다. 각 평가기준의 가중치를 구하기 위해서는 먼저 최종목표를 바탕으로 계층구조를 구성하고, 각 평가기준 및 하위평가기준에 대하여 쌍대비교를 실시한다. 평가기준들 간의 쌍대비교를 통해 가중치가 도출되면 이미 계산한 대안들의 점수와 종합하여 각 대안들의 최종 우선순위 점수를 도출할 수 있다.

본 연구에서는 각 지역별 위험도를 도출하기 위해 7개의 위험도 항목을 평가기준(Criteria)으로 보고, 도출되는 지역별 위험도를 반영한 각 지역을 대안(Alternative)으로 보면 의사결정문제(Decision Making Problem)이므로 의사결정방법 중 하나인 계층분석방법을 이용하여 위험도를 평가하였다.

3. 연구방법

3.1 기름회수능력 설정을 위한 항목 설정

해양오염 위해요소와 환경민감도지수를 바탕으로 방제자원 배치기준 항목을 설정하였는데, 크게 사고 개연성 요소와 사후 민감도 요소로 분류하였다. 사고 개연성 요소에는 기름물동량, 산업시설(저유소) 분포, 선박 입출항, 과거 해양오염사고가 해당된다. 사후 민감도 요소에는 양식어업 분포, 환경관리해역, 위락시설(해수욕장)이 해당된다.

사고 개연성 항목의 지역별 현황의 경우, 기름물동량은 2012년 기준, 기름저장시설 현황은 2013년 기준, 입출항 선박척수는 2012년 기준, 과거 해양오염사고 현황은 2006~2011년 기준으로 정리하였다. 사후 민감도 항목의 현황의 경우, 양식어업 분포 현황은 2010년 기준, 환경관리해역 현황은 2013년 기준, 해수욕장 이용현황은 2010년 기준으로 정리하였다. 항목별로 권역내 지역들의 데이터 합계를 나타냈고, 이는 정규화를 위한 과정이다.

3.2 지역별 위험도 도출 및 해상 기름회수능력 설정

앞서 제시한 7가지 항목, 즉, 기름물동량, 산업시설(저유소) 분포, 선박 입출항, 과거 해양오염사고, 양식어업 분포, 환경관리해역, 위락시설에 대하여 통계청, 해양경찰청, 해양

우리나라 지역별 해상 기름회수능력 설정에 관한 연구

환경관리공단, 한국관광공사 등의 통계와 해양환경관리법의 조문을 참조하여 지역별 통계자료를 작성하고, 지역별로 각 항목에 대한 위험도를 계산하는데 이용한다.

다음으로 계층분석과정 기법에서 대안들의 상대적 중요도는 그 합이 1이 되어야 하므로, 각 항목별 해당 권역내 지역들의 값의 합으로 나누어 정규화(Normalization)한다. 정규화된 값은 각 지역들의 항목별 위험도 점수를 의미한다. 권역내 지역들 기준으로 정규화하는 이유는 각 권역에 배치되어야 하는 7,500 kℓ의 기름회수용량을 위험도에 따라 분산·배치하기 위함이다.

각 항목별 가중치를 도출하기 위해 계층구조를 구축하고, 해양오염방제 분야에 전문성을 지닌 정부, 공기업, 연구기관, 민간방제업체에 종사하는 전문가 17명을 대상으로 조사를 실시하였다. 조사 결과 일관성 지수를 충족하는 10명의 쌍대 비교결과를 바탕으로 하위 수준에서부터 단계별로 가중치를 구하였다.

위에 언급한 통계적인 지표값을 이용하여 계산한 각 항목의 지역별 위험도 점수와 계층분석과정 기법을 이용하여 얻은 각 항목에 대한 가중치를 종합한 단일 값으로 제시함으로써 각 지역에 대한 위험도를 도출한다. 도출된 최종 위험도 값을 기준으로 지역별 해상 기름회수능력을 설정한다.

4. 결과 및 고찰

4.1 지역별 현황 및 정규화

1) 사고 개연성

사고 개연성의 4가지 항목은 각 지역의 사고 개연성 정도를 알아보기 위한 것으로, 기름물동량, 기름저장시설 용량, 입출항 선박 척수 및 기름유출량이며, 이들의 지역별 현황은 Table 3과 같다. 기름물동량, 기름저장시설 용량, 입출항 선박 척수 및 기름유출량을 살펴보면, 대산의 경우에는 각각 50,647,127 kℓ, 5,604,962 kℓ, 16,314척 및 12,664,640 kℓ이고, 여수의 경우에는 각각 99,890,753 kℓ, 17,023,681 kℓ, 5,581척 및 1,916,279 kℓ이며, 울산의 경우에는 각각 133,720,873 kℓ, 14,993,648 kℓ, 25,183척 및 1,166,387 kℓ이다. 이와 같이 산업시설이 밀집한 권역내 중심지역에 해당하는 대산, 여수, 울산에서 4가지 항목의 값들이 대체로 높게 나타나고 있다.

2) 사후 민감도

사후 민감도의 3가지 항목은 각 지역의 사후 민감도 정도를 알아보기 위한 것으로 양식어업 면적, 환경관리해역 면적 및 해수욕장 이용객수이며, 이들의 지역별 현황은 Table 4와 같다. 양식어업 면적, 환경관리해역 면적 및 해수욕장 이용객수를 살펴보면, 대산권역의 경우에는 각각 106,727m²,

1,181.88km² 및 12,248,821명이고, 여수권역의 경우에는 각각 2,538,662m², 1,491.2km² 및 2,241,885명이며, 울산권역에서는 각각 706,408m², 1,243.01km² 및 67,320,421명이다. 사후 민감도 항목의 통계치는 지역별 환경적 특성을 반영하는 자료로, 권역내 주변지역이 다소 높은 값을 나타내고 있다.

Table 3. Existing state of regional accident probability items

Area	Region	Vol. of Oil transport(kℓ)	Cap. of Oil Storage Facility (kℓ)	No. of Vessel entry & departure	Qty. of oil spill (kℓ)
Daesan	Incheon	20,476,261	2,887,858	17,879	415,578
	Daesan·Taean·Pyeongtaek	50,647,127	5,604,962	16,314	12,664,640
	Gunsan	1,788,402	421,169	4,069	50,248
	Sum	72,911,790	8,913,989	38,262	13,130,466
Yeosu	Mokpo	920,679	96,612	9,180	231,038
	Wando	14,529	0	2,897	83,795
	Yeosu	99,890,753	17,023,681	5,581	1,916,279
	Jeju·Seogwipo	578,190	130,713	3,044	168,656
Ulsan	Sum	101,404,151	17,251,006	20,702	2,399,768
	Tongyeong·Masan	1,635,184	7,915,287	10,277	207,899
	Busan	8,136,818	335,526	50,437	390,807
	Ulsan	133,720,873	14,993,648	25,183	1,166,387
Ulsan	Pohang	713,676	36,039	7,965	46,394
	Donghae·Sokcho	978,939	232,941	4,015	13,188
	Sum	145,185,490	23,513,441	97,877	1,824,675

Table 4. Existing state of regional post accident sensitivity items

Area	Region	Area of sea farms(m ²)	Area of environmental management sea (km ²)	No. of beach users (person)
Daesan	Incheon	21,393	1181.88	2,390,247
	Daesan·Taean·Pyeongtaek	85,334	0	9,858,574
	Gunsan	0	0	0
	Sum	106,727	1,181.88	12,248,821
Yeosu	Mokpo	0	0	0
	Wando	1,008,156	769.98	1,687,006
	Yeosu	249,014	721.22	554,879
	Jeju·Seogwipo	1,281,492	0	0
Ulsan	Sum	2,538,662	1,491.2	2,241,885
	Tongyeong·Masan	429,040	300.66	29,658
	Busan	32,515	741.5	41,271,105
	Ulsan	37,723	200.85	2,455,893
Ulsan	Pohang	198,225	0	3,504,232
	Donghae·Sokcho	8,905	0	20,059,533
	Sum	706,408	1,243.01	67,320,421

3) 요소별 현황 정규화 결과

항목별 현황 분석을 통한 정규화 결과를 살펴보면, 권역 중심지역(대산, 여수, 울산)은 사고 개연성 항목 현황이 압도적으로 높고, 그 외 주변지역은 사후 민감도 항목 현황이 다소 높게 나타났으며, 권역내 지역의 항목별 정규화 결과는 Table 5와 같다. 항목별 정규화 결과는 항목에 대한 권역내 지역별 비중을 나타내는 것으로 지역별 현황에 대한 점수치로 생각할 수 있다.

Table 5. Result of normalization

Area	Region	Oil transport	Oil storage	Vessel entry&dep	Oil spill	Sea farming	E.M. sea	Beach users
Daesan	Incheon	0.2809	0.3240	0.4673	0.0317	0.2004	1.0000	0.1951
	Daesan·Taean·Pyeongtaek	0.6946	0.6288	0.4264	0.9645	0.7996	0.0000	0.8049
	Gunsan	0.0245	0.0472	0.1063	0.0038	0.0000	0.0000	0.0000
	Sum	1	1	1	1	1	1	1
Yeosu	Mokpo	0.0091	0.0056	0.4434	0.0963	0.0000	0.0000	0.0000
	Wando	0.0001	0.0000	0.1399	0.0349	0.3971	0.5163	0.7525
	Yeosu	0.9851	0.9868	0.2696	0.7985	0.0981	0.4837	0.2475
	Jeju·Seogwipo	0.0057	0.0076	0.1471	0.0703	0.5048	0.0000	0.0000
Ulsan	Sum	1	1	1	1	1	1	1
	Tongyeong·Masan	0.0113	0.3366	0.1050	0.1140	0.6074	0.2419	0.0004
	Busan	0.0560	0.0143	0.5153	0.2142	0.0460	0.5965	0.6131
	Ulsan	0.9210	0.6377	0.2573	0.6392	0.0534	0.1616	0.0365
	Pohang	0.0049	0.0015	0.0814	0.0254	0.2806	0.0000	0.0520
Ulsan	Donghae·Sokcho	0.0068	0.0099	0.0410	0.0072	0.0126	0.0000	0.2980
	Sum	1	1	1	1	1	1	1

4.2 AHP를 이용한 가중치 도출

각 항목별 가중치를 도출하기 위해 계층구조를 구축하고, 해양오염방제 분야에 전문성을 지닌 정부, 공기업, 연구기관, 민간방제업체 종사하는 전문가 17명을 대상으로 실시한 조사 중 일관성 지수를 충족하는 10명의 쌍대비교결과를 바탕으로 하위 수준에서부터 단계별로 가중치를 구한 후에 이를 곱하여 최종 가중치를 도출하면 Table 6과 같은 결과를 얻는다. 먼저, 사고개연성 항목의 가중치를 살펴보면, 기름물동량 0.31, 기름저장시설 0.12, 입출항 선박 척수 0.16, 기름유출량 0.10으로 기름물동량의 가중치가 가장 높은 것으로 나타났다. 사후민감도 항목의 가중치는 양식장 0.18, 환경관리해역 0.07, 위락시설 0.06으로 해양오염사고로 생계에 피해를 입는 양식장의 가중치가 가장 높은 것으로 나타났다.

전문가 집단의 의견을 반영하여 도출된 가중치는 7개 항목간의 상대적 중요도를 나타내는 것으로서, 각 지역의 항목별 정규화 결과와 종합하여 단일화된 값으로 위험도를 도출하는데 이용된다.

Table 6. Final weight for each item

Upper evaluation standard	Lower evaluation standard	Weight
Accident probability (0.682)	Oil transport(0.449)	0.31
	Oil Storage Facility(0.17)	0.12
	Vessel ent.&dep.(0.235)	0.16
	Oil spill accident(0.146)	0.10
Expost facto sensitivity (0.318)	Sea farming(0.577)	0.18
	Environmental management sea(0.229)	0.07
	Beach users(0.195)	0.06

4.3 지역별 해상 기름회수능력 결정

1) 지역별 최종 위험도 도출 및 해상 기름회수능력 결정

Table 5의 항목별 정규화 결과와 Table 6의 항목별 최종 가중치를 각각 곱하고 이를 합하면 권역내에서 차지하는 지역별 최종적인 위험도를 도출할 수 있으며, 이는 Table 7과 같다. 권역별 최종 위험도를 살펴보면, 대산권역의 경우 인천 0.32, 대산·태안·평택 0.65, 군산 0.03이고, 여수권역의 경우 목포 0.08, 완도 0.18, 여수 0.61, 제주·서귀포 0.13이며, 울산권역의 경우 통영·마산 0.20, 부산 0.21, 울산 0.45, 포항 0.07, 동해·속초 0.03으로 나타나, 세 권역 모두 공통적으로 중심지역이 가장 높은 위험도를 가지는 것으로 나타났다.

지역별 위험도는 권역내 지역간의 상대적인 위험도를 나타내므로 권역내 위험도의 합은 1이 되고, 지역별 최종 기름회수능력은 권역에 배치되어야 하는 기름회수용량인 7,500 kl에 도출된 권역내 지역별 최종 위험도를 곱하여 해당 지역의 최종적인 기름회수능력으로 설정한다(Table 7).

Table 7. Final degree of risk and oil recovery capacity

Area	Region	Final Weight (①)	Oil Recovery Capacity (①x7,500)	Current standard	Difference
Daesan	Incheon	0.32	2,400	2,833	(-)433
	Daesan·Taean·Pyeongtaek	0.65	4,875	3,400	1,475
	Gunsan	0.03	225	1,267	(-)1,042
	Sum	1	7,500	7,500	0
Yeosu	Mokpo	0.08	600	2833	(-)2,233
	Wando	0.18	1,350	200	1,150
	Yeosu	0.61	4,575	4,200	375
	Jeju·Seogwipo	0.13	975	267	708
Ulsan	Sum	1	7,500	7,500	0
	Tongyeong·Masan	0.20	1500	533	967
	Busan	0.21	1,575	3,333	(-)1,758
	Ulsan	0.49	3,675	3,200	475
	Pohang	0.07	525	267	258
Ulsan	Donghae·Sokcho	0.03	225	167	58
	Sum	1	7,500	7,500	0

2) 고찰

대산권의 경우, 과하게 설정된 인천과 군산의 현행 기름회수능력이 대산·태안·평택으로 이동·배치되어 권역 중심지역인 대산의 기름회수능력 설정치가 증가하는 것으로 나타났다.

여수권의 경우, 과도하게 설정된 목포의 현행 기름회수능력이 권역내 다른 지역으로 분산되는데, 특히 민감지역이 많이 분포되어 있는 완도와 제주·서귀포의 기름회수능력 설정치가 증가하게 되며, 권역 중심지역인 여수도 증가하는 것으로 나타났다.

울산권의 경우, 과도하게 설정된 부산의 현행 기름회수능력이 권역내 다른 지역으로 분산되는데, 특히 많은 양의 기름저장시설이 분포해 있는 통영·마산의 기름회수능력 설정치가 많이 증가하게 되며, 권역 중심지역인 울산과 주변지역인 포항, 동해·속초도 증가하는 것으로 나타났다.

이와 같이, 산정된 결과는 현행 기름회수능력과는 다소 차이를 보이는데, 이는 현행 기준에 따라 사고후 영향에 민감하게 반응할 수 있는 지역들의 기름회수능력이 현행 기준보다 높게 반영되었기 때문이며, 일부 지역의 과도하게 설정된 기름회수능력이 사고후 영향에 민감하게 반응할 수 있는 지역과 권역의 중심지역으로 분산되는 결과를 낳게 되었다. 이는 사고발생 원인 뿐만 아니라 사고로 인한 영향이 반영된 결과로, 현행 기름회수능력 보다 균형있는 것으로 볼 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 지역별 기름회수능력을 설정할 목적으로 현행 기름회수능력 설정 기준을 분석하였고, 권역내 지역별 위험도 산출을 위하여 7개 항목에 대한 지역별 현황을 조사·분석하여 정규화하였으며, 계층분석과정(AHP)을 이용하여 도출된 항목별 가중치와 위의 정규화 결과를 종합하여 권역내 각 지역별 위험도를 산출하였다. 권역내 배치되어야 하는 7,500 kl를 산출된 지역별 위험도에 따라 분산하여 해당 지역의 기름회수능력 목표치로 제시하였다. 따라서 권역내 지역의 기름회수능력은 변동이 없고, 권역내 지역간의 기름회수능력이 현행 기준과는 다르게 설정되었다. 현행 해상 기름회수능력이 과도하게 설정된 인천, 군산, 목포, 부산지역의 기름회수능력이 권역내 다른 지역으로 분산되는 결과를 낳았는데, 이는 권역내 주변지역인 완도, 제주·서귀포, 통영·마산, 포항, 동해·속초지역의 해상 기름회수능력 설정치의 증가로 이어졌으며, 권역내 중심지역의 경우 대산 1,475 kl, 여수 375 kl, 울산 475 kl 증가하는 것으로 나타났다.

본 연구에서 제시한 기준에 따라 설정된 지역별 기름회수

능력은 해양오염의 원인적인 요소와 더불어 환경·경제적인 요소가 반영되어 현행 기준에 따른 지역별 기름회수능력 보다 균형적인 것으로 판단되며, 해양사고로 인한 피해를 최소화하고 복구의 효율을 높일 수 있을 것으로 예상된다.

향후 제시된 지역별 해상 기름회수능력의 적절성 검증에 관한 연구가 필요한 것으로 사료된다.

References

[1] Gug, S. G., J. H. Yun, W. D. Kim and S. H. Lee(2001), "A Study on the Establishment of Oil Spill Response Measures in Yeosu Waters", The Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 7, No. 2, pp. 23-37.

[2] Korea Marine Environment Management Corporation(2011), A Study on the Measure for the Advanced Concept of Oil Recovery Capacity & Advance, pp. 23-46.

[3] Park, Y. M. and H. J. Seol(2010), A Priority Evaluation Methodology for Spin-off of Defense Technology : Patent Analysis and AHP Approach", Military Operations Research Society of Korea, Vol. 36, No. 3, pp. 15-27

[4] Sung, H. G., H. J. Lee, M. J. Lee and C. G. Kang(2003), "Establishment of Korean Environmental Sensitivity Index Map", The Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering, Vol. 6, No. 4, pp. 3-12.

[5] Yun, J. H., S. W. Kim, S. G. Cook, J. H. Moon and M. J. Ha(2010), "A Study on Computation of Appropriate On-water Recovery Capacity for Catastrophic Spill", The Korean Society of Marine Environment & Safety, Spring Symposium, pp. 31-37.

원고접수일 : 2013년 10월 02일

원고수정일 : 2013년 10월 24일 (1차)

2013년 12월 05일 (2차)

게재확정일 : 2013년 12월 26일