

대형 기름유출사고와 방제조치에 관한 연구

1. 국내외 해양기름오염사고 건수와 유출량

김광수^{*†}

* 목포해양대학교 해상운송시스템학부

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

Kwang-Soo Kim^{*†}

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

요 약 : 해양기름오염방지를 위한 정량적 기초자료를 얻기 위하여 최근 20년간(1993년-2012년) 국내 및 세계의 해양에서 발생한 기름유출사고에 관한 통계자료를 수집하고 분석하였다. 최근 20년간 국내 연안에서 발생한 기름오염사고건수는 총계 6,608건으로 평균 약 330건/년이었고 기름유출량은 총계 57,328 kL로 평균 약 2,866 kL/년이었다. 국내에서 유조선의 대량기름유출사고로 인하여 연간유출량이 1993년에 15,388 kL, 1995년에 15,773 kL, 1997년에 3,428 kL, 2007년에 13,008 kL로 크게 증가하였다. 최근 20년간(1993년-2012년) 세계의 사고건수는, 기름유출량이 8 kL(7톤) 이상인 경우, 총계 420건으로 평균 21건/년이었고, 세계의 기름유출량은 총계 약 800,000 kL(704,000톤)로 평균 약 40,000 kL(35,200톤)/년이었다. 특히 2012년에는 800 kL(700톤)을 초과하는 기름유출사고가 발생하지 않았다. 그러나 기름유출량이 8 kL(7톤) 이상인 사고에서 유조선의 대량기름유출사고로 인하여 세계의 연간기름유출량은 1993년에 약 159,000 kL(140,000톤), 1994년에 약 147,600 kL(130,000톤), 1996년에 약 90,900 kL(80,000톤), 1997년에 약 81,800 kL(72,000톤), 2002년에 약 76,100 kL(67,000톤)로 크게 증가하였다. 국내와 세계를 비교하면, 국내적으로나 세계적으로 공히 20년간 연간사고건수와 연간기름유출량과의 상관관계는 명확하지 않았으며 사고건수와 유출량이 모두 연도별로 변동 폭이 크지만 해가 거듭될수록 감소하는 경향을 보였다. 2008년부터 세계의 사고건수와 유출량은 모두 크게 감소하였고, 특히 2012년에는 800 kL(700톤) 이상의 기름유출사고는 발생하지 않았다.

핵심용어 : 해양기름오염방지, 기름유출사고, 기름오염사고건수, 기름유출량, 유조선, 대량기름유출사고

Abstract : In order to obtain quantitative basic data for marine oil pollution prevention, the statistics of oil spill incidents in Korea and in the world for 20 years from 1993 to 2012 were collected and analyzed with relation to the number of oil spills and the amount of oil spilt. In Korea for 20 years, total number and average annual number of oil spills were 6,608 cases and nearly 330 cases/year, respectively, and total volume and average annual volume of oils spilt were 57,328 kL and nearly 2,866 kL/year, respectively. Due to major oil spills from oil tankers, annual volumes of oils spilt in Korea were sharply increased to 15,388 kL in 1993, 15,773 kL in 1995, 3,428 kL in 1997 and 13,008 kL in 2007. In case of worldwide oil spills for 20 years, total number and average annual number of oil spills of 8 kL (or 7 tonnes) and above were 420 cases and 21 cases/year, respectively, and total amount and average annual amount of oils spilt 8 kL (or 7 tonnes) and above were about 800,000 kL (or 704,000 tonnes) and about 40,000 kL/year (or 35,200 tonnes/year), respectively. Major oil spills from oil tankers increased massively annual amounts of oils spilt worldwide to about 159,000 kL (or 140,000 tonnes) in 1993, about 147,600 kL (or 130,000 tonnes) in 1994, about 90,900 kL (80,000 tonnes) in 1996, about 81,800 kL (72,000 tonnes) in 1997 and about 76,100 kL (or 67,000 tonnes) in 2002. Obvious correlation between annual number of oil spills and annual amount of oil spilt was not found in both Korea and the world, while both annual number and annual volume tended to decrease with the lapse of year in both Korea and the world, though there were wide fluctuations from year to year in both annual number of oil spills and annual amount of oils spilt worldwide and in Korea for 20 years. From 2008 to 2012 worldwide, there were sharp decreases in both annual number and annual amount of oil spills. In particular, no oil spill of 800 kL (or 700 tonnes) and above occurred in the year of 2012.

Key Words : Marine oil pollution prevention, Oil spill incidents, Number of oil spills, Amount of oil spilt, Oil tanker, Major oil spills

[†] Corresponding Author : kgs@mmu.ac.kr, 061-240-7165

1. 서론

무한한 가치를 지닌 바다의 보전과 관리에 대하여 오랫동안 무관심한 결과, 해양오염이 심화되면서 수산·양식·염전, 해상운송, 발전·제철, 레저·관광, 등 다양한 산업에서 정상적 바다 이용이 어려운 연안해역이 많이 나타나고 있다(Kim, 2009). 따라서 각종 오염물질이 해역의 환경용량을 초과하여 바다에 유입되지 않도록 해양환경관리대책을 수립할 필요가 있다(Kim, 2010).

수많은 종류의 해양오염물질 중에서 기름(유성혼합물 포함)은 선박, 해양시설 등 바다 현장에서 발생하여 바다에 유입되는 경우(바다기원)와 도시, 공단 등 육지에서 발생하여 직접 또는 강이나 대기를 경유하여 바다에 유입되는 경우(육지기원)가 있다(Kim, 2009). 특히 해상교통량 증가에 따라 선박의 척수가 늘어나고 해상물동량 급증에 따라 대량운송이 가능하도록 선체가 대형화되면서 각종 선박으로부터 기름이 유출되는 오염사고 건수와 유출량이 관심의 대상이 되고 있는 실정이다(KCG, 2012). 연안에서 발생한 기름오염사고는 바다양식장 훼손 등에 따른 막대한 경제적 손해뿐만 아니라 해양생태계 파괴에 따른 엄청난 환경적 피해를 초래하고, 주민건강피해, 환경복구비용, 재산피해보상 등과 관련된 사회적 문제를 야기한다(KEI, 2011; Lee and Kwon, 2011). 또한 손상되거나 파괴된 생태계의 회복에는 오랜 세월이 필요하기 때문에 해양환경의 보전과 관리를 위해서는 먼저 기름유출사고를 예방하고 해상유출기름을 회수·제거하는 등 기름오염방제가 필요하다(IMO, 2005).

사전예방(Prevention)과 사후처리(Control)를 모두 포함하는 기름오염방제를 제도화하기 위하여 세계적으로는 국제협약을 채택하였다. 예를 들면, MARPOL 73/78 협약이 예방에 주안점을 두고 있다면, OPRC 90 협약은 사후 처리에 중점을 두고 있다. 국내에서는 사전예방의 측면에서 MARPOL협약을 1978년 해양오염방지법의 제정으로 수용하였고 지금은 이를 해양환경관리법 시행규칙(선박에서의 오염방지에 관한 규칙)으로 유지하고 있다. 그리고 Sea Prince호 기름유출사고 이후에는 사후처리의 측면에서 OPRC 협약을 해양오염방지법의 개정으로 수용하여 지금은 해양환경관리법 시행령과 시행규칙에 담고 있다.

세계적인 대량기름유출사고는 1967년 유조선 Torrey Canyon호 좌초사고, 1978년 유조선 Amoco Cardiz호 좌초사고, 1989년 유조선 Exxon Baldez호 좌초사고, 2002년 유조선 Prestige호 침몰사고, 2010년 석유시추시설 Deepwater Horizon호 폭발화재사고 등이 있으며(ITOPF, 2013), 국내의 대량기름 유출사고는 1995년 유조선 Sea Prince호 좌초사고와 2007년 유조선 Hebei Spirit호 충돌사고 등이 있다(Kang and Kang,

2003). 국내외적으로 대량기름유출사고가 일어난 후에는 사고 원인을 분석하고 새 제도를 도입하여 유사 사고가 재발하지 않도록 노력하고 있다(Kim, 2009). 또한 해양경찰청, 해양환경관리공단, 국립공원관리공단, 시민단체 등 민관이 대형 기름오염사고의 사후 처리에서 얻은 경험과 교훈을 바탕으로 방제역량을 강화하기 위하여 다방면에서 노력하고 있다(KOEM, 2009; KEI, 2011).

지금까지 국내에서는 해양기름오염과 관련하여 다양한 분야에서 연구가 수행되었다. 예를 들면, 국가방제 제도와 정책(Mok, 2001; Lee, 2003; Kim et al., 2011), 방제교육(Kim, 2009; Yun, 2009), 기름오염 모니터링 및 예측 모델(Kim and Jeong, 2009; Kim et al., 2011), 기름오염방제(Kang, 1996; Yun, 1999), 방제장비(Yun et al., 2002; Lim and Han, 2012), 유처리제(Kim et al., 1993a; Kim et al., 1993b; Baek et al., 1996; Cho and Ha, 2012), 환경영향 및 복원(Lee and Kwon, 2011; KEI, 2011), 기름오염피해보상(Jang, 2005; Cho and Mok, 2008; Cho et al., 2009), 오염사례(Kang and Kang, 2003) 등 많은 분야에서 연구가 이루어졌다. 국내에서 보통 1년간 또는 5년간의 통계 자료를 이용하여 해양기름오염사고에 관하여 분석한 연구나 보고가 수행되지만, 아직까지 20년 이상 장기간의 통계 자료를 이용하여 정량적 분석을 시도한 연구는 매우 드물다. 더구나 장기간의 기름오염 통계자료를 이용하여 국내와 세계를 비교·분석한 연구는 거의 전무하다.

따라서 본 연구는 대형 기름오염사고와 방제조치에 관한 연구의 일환으로, 최근 20년간 국내 및 세계의 바다에서 발생한 기름오염사고 통계자료를 수집하여 연도별 사고건수와 기름유출량을 정리한 후에 국내와 세계의 사고를 비교·분석하였다. 본 연구의 결과는 국내·외에서 장기간 해양기름오염사고의 발생 경향과 특징을 정량적으로 파악할 수 있어 향후 해양기름오염방지를 위한 중·장기적 국가 정책 또는 계획 수립의 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

2. 연구 방법

2.1 국내의 통계자료

연도별 해양경찰청 백서(KCG, 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011a; 2012)와 해양오염사례집(KCG and KMPRC, 2004)에서 제공되는 통계에서 기름오염사고에 관한 연도별 사고건수와 기름유출량 자료를 쉽게 확인하기 어렵다. 왜냐하면 이 백서와 사례집의 통계는 기름, 폐기물 및 유해물질 오염사고를 모두 포함하는 해양오염사고 자료를 제공함으로써 기름오염사고만을 분리하여 별도의 자료로 제공하지 않기 때문이다. 더구나 백서와 사례집의 통계에서는 해양오염물질 유출량(kL)에 폐기물 유출량(t)을 포함시켜

대형 기름유출사고와 방제조치에 관한 연구 1. 국내외 해양기름오염사고 건수와 유출량

서 기름이나 유해물질과 같은 액체의 부피단위(kL)와 폐기물과 같은 고체의 무게단위(t)를 서로 환산하지 않고 하나의 부피단위(kL)로 나타내기 때문에 백서의 해양오염사고 통계에 대한 신뢰에 의문이 생긴다. 따라서 기름오염사고 건수와 기름유출량에 관한 자료를 얻기 위해서는 해양오염사고의 물질별 통계 값에서 폐기물과 유해물질의 통계 값을 제외시키는 계산과정을 거쳐야 한다. 그래서 국내의 20년간(1993-2012년) 연도별 기름오염사고건수와 기름유출량에 관한 자료를 얻기 위하여 해양오염사고사례집(KCG and KMPRC, 2004)과 연도별 해양경찰청 백서(KCG, 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011a; 2012)에서 제공되는 해양오염사고의 물질별 통계 값으로부터 폐기물과 유해물질의 통계 값을 제외시키는 계산과정을 거쳤다.

2.2 세계의 통계자료

국제유조선선주오염방지연맹(ITOPF, 2013)이 제공하는 통계자료를 이용하여, 세계의 선박기름오염 사고건수는 유출량 8 kL(7톤) 미만의 사고건수를 제외하고 유출량 8-800 kL(7-700톤)의 사고건수와 유출량 800 kL(700톤)를 초과하는 사고건수를 사용하였다. 그리고 기름유출량은 무게 단위(톤: tonnes, M/T)를 부피 단위(kL)로 환산하여 두 단위를 동시에 표기하였다.

국내 및 세계의 20년간(1993-2012년) 해양기름오염사고 통계자료를 수집하여, 연도별 사고건수와 기름유출량에 관하여 국내와 세계의 통계 값을 비교·분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 국내의 기름오염사고

Table 1은 1993년부터 2012년까지 20년간 우리나라 해양기름오염사고의 연간사고건수 및 연간기름유출량을 연도별로 나타내었다. 20년간의 사고건수는 총계 6,608건으로 평균 연간사고건수는 약 330건/년이었다. 연간사고건수는 대체로 2000년까지 증가하다가 2001년부터 감소하는 경향을 보였다(Fig. 1). 또한 20년간의 기름유출량은 총계 57,328 kL로 평균 연간기름유출량은 약 2,866 kL/년이었다. 연간기름유출량은 연도별로 변동 폭이 크지만 전체적으로 감소하는 경향을 보였다(Fig. 1). 그리고 유조선들의 대량기름유출사고로 인하여 연간기름유출량은 1993년에 15,388 kL, 1995년에 15,773 kL, 1997년에 3,428 kL, 2007년에 13,008 kL로 크게 증가하였다(Fig. 1).

Fig. 1에서 연도별 연간기름유출량 추세를 나타낸 꺾은 선 그래프의 정점들과 관련하여 대량의 기름유출사고에 관한 구체적인 사례를 연도별로 살펴보면, 1993년에는 유조선 Frontier Express호(40,721 GT) 좌초사고로 인하여 8,322 kL의 나프타

Table 1. Annual number and annual volume of oil spills in Korea for 20 years 1993~2012

Year	Number of oil spills (Case)	Volume of oil spills (kL)
1993	335	15,388
1994	339	418
1995	285	15,773
1996	312	1,660
1997	357	3,428
1998	442	1,038
1999	430	347
2000	463	569
2001	440	631
2002	372	199
2003	284	1,452
2004	326	1,430
2005	347	335
2006	269	156
2007	328	13,008
2008	255	375
2009	269	66
2010	292	568
2011	239	122
2012	224	365
Total	6,608	57,328

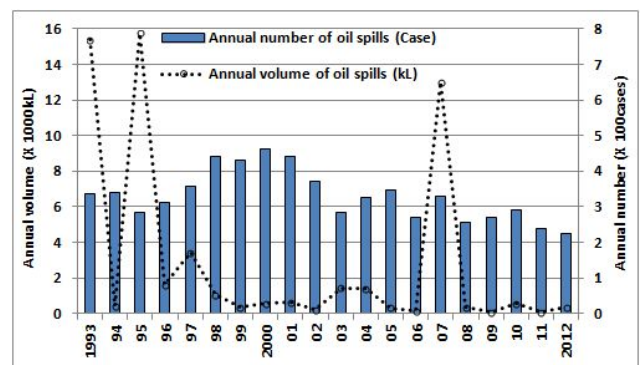


Fig. 1. Trends of annual number and annual volume of oil spills in Korea for 20 years 1993~2012.

(Naphtha)가, 유조선 Korea Venus호(25,368 GT) 좌초사고에 의하여 기름 4,228 kL(경유 2,000 kL와 항공유 2,228 kL)가, 유조선 제5금동호(532 GT) 충돌사고로 인하여 1,228 kL의 Bunker-C유가 해상에 유출되었다. 또한 1995년에는 유조선 Sea Prince 호(144,567 GT) 좌초사고로 인하여 기름 5,035 kL(원유 4,155 kL, Bunker-C유 780 kL, Bunker-A유 100 kL)가, 유조선 제1유일호(1,591 GT) 충돌·침몰사고에 의하여 2,392 kL의 Bunker-C유가, 유조선 호남사파이어호(142,448 GT) 충돌사고로 인하여 1,402 kL의 원유가 해상에 유출되었다. 그리고 1997년에도 유조

선 제3오성호(786 GT) 침몰사고로 인하여 1,699 kL의 Bunkr-C 유가, 유조선 제3동진호(237 GT) 침몰사고에 의하여 기름 720 kL(경유 400 kL와 등유 320 kL)가 해상에 유출되었다. 게다가 2007년에는 유조선 Hebei Spirit호(146,848 GT) 충돌사고에 의하여 12,547 kL의 원유가 해상에 유출되었다(Kang and Kang, 2003; KCG and KMPRC, 2004).

20년간 연간사고건수와 연간기름유출량과의 상관관계는 명확하지 않았으며, 사고건수와 기름유출량은 모두 해가 거듭될수록 전체적으로 감소하는 경향을 보였다(Fig. 1). 이런 경향은 해양오염원에 대한 사전 예방관리를 철저히 함으로써 해양사고 등이 감소하였기 때문으로 풀이된다.

이 분석결과는 기름유출방지계획수립에 대한 과학적 접근에 활용되는 정량적 자료로서 가치가 있고, 또한 인력, 장비 등 방제자원의 확보나 방제비축기지의 배치와 같은 기름 오염방제능력 확충을 위한 장기적 국가방제계획수립의 기초자료로 이용가능하기 때문에 중요한 의미가 있다.

3.2 세계의 기름오염사고

Table 2는 1993년부터 2012년까지 20년간 세계의 연간사고건수를 선박기름유출량이 8-800 kL(7-700톤)의 경우와 800 kL(700톤)를 초과하는 경우에 대하여, 그리고 20년간 세계의 연간기름유출량을 선박기름유출량이 8 kL(7톤) 이상의 경우에 대하여 연도별로 나타내었다(ITOPF, 2013). 기름유출량 8 kL(7톤) 이상의 사고건수는 20년간 총계 420건으로 평균 21건/년이었다. 세부적으로 들여다보면, 기름유출량 8-800 kL(7-700톤)의 사고건수는 20년간 총계 335건으로 평균 약 16.8건/년이었으며, 기름유출량이 800 kL(700톤)를 초과하는 사고건수는 20년간 총계 85건으로 평균 약 4.3건/년이었다. 세계의 연간사고건수는 두 가지 유출량 범위에서 모두 20년간 대체로 감소하는 경향을 보였으며, 2008년부터 크게 감소하였다(Fig. 2). 특히 2012년에는 800 kL(700톤)를 초과하는 기름유출사고가 발생하지 않았다. 그리고 기름유출량 8 kL(7톤) 이상의 사고에서 20년간 세계의 기름유출량은 총계 약 800,000 kL(704,000톤)로 평균 약 40,000 kL(35,200톤)/년이었으며, 연도별로 변동 폭이 크고 연간사고건수와 상관계가 명확하지 않지만, 전체적으로 사고건수의 감소에 따라 기름유출량이 감소하는 추세를 보였다(Fig. 2). 그러나 유조선의 대량기름유출사고로 인하여 연간기름유출량은 1993년에 약 159,000 kL(140,000톤), 1994년에 약 147,600 kL(130,000톤), 1996년에 약 90,900 kL(80,000톤), 1997년에 약 81,800 kL(72,000톤), 2002년에 약 76,100 kL(67,000톤)로 크게 증가하였으며, 또한 유조선의 대량기름유출량도 1993년의 약 159,000 kL(140,000톤)에서 2002년의 약 76,100 kL(67,000톤)으로 10년간 절반 이상 줄어서 해가 거듭될수록 점차 감소하는 추세였다.

Table 2. Annual numbers and quantities of oil spills of 7 tonnes and above worldwide for 20 years 1993~2012 (ITOPF, 2013)

Year	Annual number of oil spills			Annual oil spillage	
	(A)	(B)	(A+B)	Volume (kL)	Quantity (M/T)
	7t ≤ spillage ≤ 700t (8kL ≤ spillage ≤ 800kL)	700t < spillage (800kL < spillage)	7t < spillage (8kL < spillage)		
1993	31	11	42	159,000	140,000
1994	26	9	35	147,643	130,000
1995	20	3	23	13,629	12,000
1996	20	3	23	90,857	80,000
1997	28	10	38	81,771	72,000
1998	25	5	30	14,764	13,000
1999	20	6	26	32,936	29,000
2000	21	4	25	15,900	14,000
2001	17	3	20	9,086	8,000
2002	12	3	15	76,093	67,000
2003	19	4	23	48,836	43,000
2004	17	5	22	18,171	16,000
2005	22	3	25	20,443	18,000
2006	13	5	18	26,121	23,000
2007	13	4	17	21,579	19,000
2008	8	1	9	3,407	3,000
2009	7	1	8	2,271	2,000
2010	4	4	8	13,629	12,000
2011	5	1	6	2,271	2,000
2012	7	0	7	1,136	1,000
Total	335	85	420	799,543	704,000

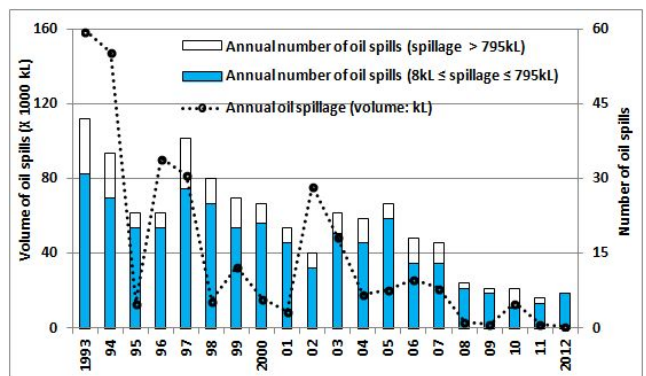


Fig. 2. Trends of annual number and volume of oil spills of 8 kL and above worldwide for 20 years 1993~2012.

Fig. 2에서 연도별 연간기름유출량 추세를 나타낸 꺾은 선 그래프의 정점과 관련하여 대량기름유출에 관한 구체적인 사례를 연도별로 살펴보면, 1993년 영국 연안에서 단일선체 유조선 Braer호(89,730 DWT)의 좌초사고로 인하여 약 96,200 kL(84,700톤)의 원유와 1,700 kL(1,500톤)의 연료유가 유출되

대형 기름유출사고와 방제조치에 관한 연구 1. 국내외 해양기름오염사고 건수와 유출량

있고, 1996년 영국 연안에서 단일선체 유조선 Sea Empress호(147,273 DWT)의 좌초사고로 인하여 81,800 kL(72,000톤)의 원유와 420 kL(370톤)의 연료유가 유출되었으며, 1999년 프랑스 브리타니 연안의 비스케이 만에서 유조선 Erika호(19,666 GT)의 침몰사고로 인하여 화물로 적재되었던 약 31,000톤의 Bunker-C유 중에서 약 22,500 kL(19,800톤)이 유출되었다. 2002년 스페인 북서해안에서 단일선체 유조선 Prestige호(42,820 GT, 81,564 DWT)의 침몰사고로 인하여 화물로 적재되었던 77,000톤의 Bunker-C유 중에서 71,600 kL(63,000톤)이 유출되었고, 2003년 파키스탄 카라치 항 입구에서 유조선 Tasman Spirit호(87,584 DWT)의 좌초·침몰로 인하여 약 34,100 kL(30,000톤)의 원유가 유출되었으며, 2007년 한국 서해 태안 앞바다에서 단일선체 유조선 Hebei Spirit호(146,848 GT)의 충돌사고로 인하여 12,547 kL(10,800톤)의 원유가 유출되었다.

국제유조선선주오염방지연맹(ITOPF, 2013)이 1970년 이후 지금까지 보유해온 약 10,000건의 기름유출사고 정보 중에서 약 81%가 8 kL(7톤) 미만의 소규모 사고에 관한 자료인데, 소규모 사고에 관한 세계 각국의 보고는 일관성이 없어서 소규모 사고의 건수와 유출량에 관한 자료는 불완전하다. 그러나 그 정보의 약 19%가 8 kL(7톤) 이상의 중·대규모 사고에 관한 자료이며, 중·대규모 사고에 관한 각국의 보고가 훨씬 더 신뢰성이 높다(Huijer, 2005). 이러한 정량적 분석은 국제적 차원의 기름오염방지 제도를 도입하거나 보완하는 데에 이용되는 기초자료로서 매우 가치가 있고, 또한 국제적·대양해역별 규모의 방제자원 확보나 방제비축기지 배치와 같은 국제적 기름오염 대비·대응·협력체제 구축, 기름오염피해보상기금 확대 등을 위한 장기적 국제 계획(프로그램)의 수립에 있어 정량적 자료로 이용가능하다는 측면에서 중요한 의미가 있다.

3.3 국내외 세계의 자료 비교

최근 20년간(1993-2012년) 국내 연안에서 발생한 기름오염 사고건수가 총계 6,600여건(평균 330여건/년)으로 선박기름 유출량 8 kL 이상인 세계의 기름유출사고건수 총계 420건(평균 21건/년)의 약 16배에 해당하는 것은 8 kL 미만의 소규모 사고뿐만 아니라 육상과 기타에 의한 해양기름오염사고도 국내의 기름오염사고건수에 포함되기 때문이다. 그러나 20년간 국내의 기름유출량은 총계 약 57,000 kL(평균 약 2,900 여kL/년)으로 선박기름유출량 8 kL 이상의 세계 기름유출량 총계 약 800,000 kL(평균 약 40,000kL/년)의 약 0.7%에 불과하다. 이것은 세계 대량기름유출사고의 규모가 국내 사고에 비하여 훨씬 더 크다는 것을 의미한다. 예를 들면, 국내 최대의 원유유출량(12,547 kL, 10,800톤)을 기록한 유조선 Hebei Spirit호 사고는 세계의 선박기름유출량 순위에서 제131위를

차지함으로써(ITOPF, 2013) 영국 연안에서 약 132,900 kL(117,000톤)의 원유를 유출하여 유출량 세계 제7위를 차지한 1967년 유조선 Torrey Canyon호 사고 또는 서인도제도 토바고 해역에서 약 326,000 kL(287,000톤)의 원유를 유출하여 유출량 세계 제1위를 차지한 1979년 유조선 Atlantic Empress호 사고와 비교하면 유출량의 규모가 상대적으로 매우 작았다.

연간사고건수와 연간기름유출량은 모두 20년간 연도별로 변동 폭이 크고 양자의 상관관계가 명확하지 않았지만 모두가 해가 거듭될수록 대체로 감소하는 경향을 보인 것은 국내와 세계에서 모두 거의 비슷한 현상이었다. Huijer(2005)가 1995년부터 2004년까지 10년간 세계의 유조선 기름유출사고 추세를 분석한 결과, 기름유출량이 8 kL(7톤) 이상인 세계의 유조선사고건수는 총계 232건으로 60개 국가에 분포되어 있었으며, 그 중에서 55건이 발생하여 전체의 23.7%를 차지한 미국(USA)이 제1위이고, 15건이 발생하여 전체의 6.5%를 차지한 한국(South Korea)이 제2위를 기록하였다. 1990년대(1990-1999년) 한국에서 발생한 대량기름유출사고들은 주로 유조선이 연안 해역에서 악천후 때에 좌초하거나 충돌하는 해양사고에 기인하는 것으로 분석되었다. 한국 정부는 대형 유조선이 다도해 부근의 해상교통밀집해역으로부터 외해 쪽으로 멀리 떨어져서 항해하도록 유조선통항금지해역을 설정함으로써 유조선의 기름유출사고건수를 감소시키는 효과를 거두었다. 실제로 한국 연안에서 발생한 8 kL(7톤)이상의 기름유출 사고건수는 1990년대(1990-1999년)의 14건이 2000년대(2000-2009년)의 5건으로 줄었다(Huijer, 2005).

우리나라의 해양오염사고 통계 분석(KCG, 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011a; 2012)에서는 기름유출량 규모를 5단계(1 kL미만, 1-10 kL, 10-30 kL, 30-100 kL, 100 kL이상)로 구분하여 국내의 사고건수와 유출량(kL)을 제공하는 것에 비하여, IMO(2005), Huijer(2005) 및 ITOPF(2013)는 실제 유출량이 기록되어 있어도 역사적 이유와 편의상 이유로 기름유출량 규모를 3단계[7톤(50 bbls) 미만, 7-700톤(50-5,000 bbls), 700톤(5,000 bbls) 이상]로 구분하여 세계의 사고건수와 유출량(tonnes)을 제공하고 있기 때문에, 국내의 통계와 세계의 통계를 서로 비교할 경우에는 불편이 따른다. 따라서 이런 불편을 개선하는 방안을 수립할 필요가 있다.

3.4 해양기름오염방지제도

(1) 우리나라

20년 동안 국내의 연간사고건수와 연간기름유출량과의 상관관계는 명확하지 않았으며, 해가 거듭될수록 사고건수와 유출량이 모두 감소하는 경향을 보이고 있지만(Fig. 1), 무엇보다도 먼저 Sea Prince호, Hebei Spirit호 등과 같은 대형 유조선에 의한 기름유출사고를 방지하는 대책이 필요하다.

1995년 7월 전남 여천 소리도 인근 해안에서 좌초되어 기름 5,035 kL(원유 4,155 kL, Bunker-C유 780 kL, Bunker-A유 100 kL)를 유출한 유조선 Sea Prince호 사고는 1997년 해양오염방지법 개정을 통한 한국해양오염방제조합 설립의 계기가 되었다(Kim, 2009). 또한 2007년 12월 충남 태안 앞바다에서 선박 충돌로 인하여 12,547 kL(약 10,800톤)의 원유를 유출한 Hebei Spirit호 사고는 세계적 선박기름유출량 순위의 제131위를 기록하였고(ITOPF, 2013), 이를 계기로 「허베이 스피리트호 유류오염사고 피해주민의 지원 및 해양환경의 복원 등에 관한 특별법」이 제정되었고(Kim, 2009), 긴급방제총괄지휘권이 해양경찰청으로 부여되어 일원화되었으며(법 제62조제1항, 시행령 제45조제3항제1호), 국가긴급방제계획이 수정되었고, 2011년부터 단일선체 유조선의 국내연안통항을 금지시켰으며, 기름오염방제장비·자재·약제의 확보·긴급동원·지원·훈련에 관한 문제점을 보완하고 실천하게 되었다.

한편, 「1973년 선박으로부터의 오염을 방지하기 위한 국제협약(MARPOL 73)」을 수용하기 위하여 우리나라는 1977년 12월 31일 법률 제3079호로 「해양오염방지법」을 제정하였고, 지금까지 이 국제협약의 개정에 따라 국내법의 내용이 개정되어 현재는 「해양환경관리법」 시행규칙(선박에서의 오염방지에 관한 규칙)으로 유지되고 있다.

(2) 세계

1967년 3월 18일 영국 연안에서 약 11만9천 톤의 원유를 유출한 유조선 Torrey Canyon호 좌초사고는 엄청난 언론보도로 인하여 일반 대중의 주목을 받은 첫 번째의 대형 유조선 참사로 국제해사기구(IMO) 내의 해양환경보호위원회(MEPC) 출범과 해양오염방지협약(MARPOL 73) 채택의 계기가 되었을 뿐만 아니라 유조선 기름유출로 인한 손해를 보상하는 기반이 되는 국제협약들(International Conventions)의 채택 및 그 협약들의 발효 전에 이견을 좁히기 위한 임시 자발 협정(Interim voluntary agreements) 체결의 계기가 되었다(Kim, 2009; ITOPF, 2013).

1989년 3월 24일 알래스카 연안에서 약 3만7천 톤의 원유를 유출한 유조선 Exxon Baldez호 좌초사고는 미국 유류오염법(OPA) 제정과 유조선 이중선체 의무화의 동기가 되었다(Kim, 2009).

1993년 1월 5일 영국 연안에서 8만6천2백톤의 기름(84,700톤의 원유 및 1,500톤의 중질연료유)을 유출한 유조선 Braer호 좌초사건을 계기로 본래 항공용으로 개발된 선박자동식별장치(AIS)를 선박충돌방지 및 VTS관제의 목적으로 선박에 도입하는 논의가 시작되었다.

1999년 12월 11일 프랑스 연안에서 60마일 떨어진 비스케이

만에서 약 2만 톤의 화물연료유를 유출한 유조선 Erika호 침몰사고를 계기로 2001년 4월 국제해사기구(IMO)는 MARPOL 73/78협약을 개정하여 1973년 이전에 건조된 단일선체 유조선은 2007년까지 퇴출하고 그 이후에 건조된 단일선체 유조선은 2015년까지만 운항하도록 하였다(KCG, 2011b).

2002년 11월 19일 스페인 북부의 Vigo에서 서쪽으로 170마일 떨어진 대서양에서 약 6만3천 톤의 화물연료유를 유출한 유조선 Prestige호 침몰사고가 노후 단일선체 유조선의 안전관리 부실에 따른 인재로 밝혀짐에 따라 스페인 등 유럽연합 국가들을 중심으로 선박의 안전성 제고를 위한 다양한 조치들을 취하였다. 예를 들면, ① 단일선체 구조 유조선의 중질유 운송금지 ② 단일선체 구조 유조선의 조기 퇴출 ③ 유조선에 대한 항만국통제(PSC) 등 점검 강화 ④ 유류오염사고에 대한 책임과 배상책임확대 등을 시행하게 되었다(KCG, 2011b).

1980년대 중반부터 기름의 해상물동량은 꾸준히 증가하는 데에 반하여 유조선 기름유출사고의 건수와 유출량은 오히려 감소하는 추세가 계속되는 이유는 첫째, 「1973/1978년 선박으로부터의 오염방지에 관한 국제협약(MARPOL 73/78)」의 이행으로 기름유출사고건수가 1970년대에서 1980년대로 진행하면서 크게 감소되었고, 둘째, 1989년 유조선 Exxon Baldez호 기름유출사고에 대응하여 미국에서 제정된 「1990년 유류오염법(OPA 90)」은 미국 해역에서 운항하는 유조선에 대하여 엄격하게 적용하는 규정들을 담고 있고 기름유출자에게 방제비용, 벌금 및 손해배상액에 대한 무한책임을 부과하며 개선된 안전기준, 긴급계획, 훈련프로그램, 기타의 조치를 통하여 기름유출사고건수와 유출량을 감소시키는 추세에 기여하였으며, 셋째, 「1974년 해상에서의 인명안전에 관한 국제협약(SOLAS 74)」의 개정을 통하여 선박안전과 해양오염방지를 위한 「국제안전관리규코드(ISM Code)」를 SOLAS 74 협약의 제IX장으로 통합하고 1998년 7월부터 발효시켜서 이행함으로써 2000년대에는 선박의 해양사고가 줄었고, 기름유출사고건수와 기름유출량이 감소하였다(Huijter, 2005).

한편, 1979년 7월 미국 캄페체 만에서 발생한 유정 Ixtoc 폭발사고로 인하여 1980년 3월까지 290일간 수심 51 m 수면 하에서 약 55만6천 kL(3백5십만 barrels)의 석유를 유출한 바가 있고(US FISG-OBCSET, 2010), 2010년 4월 20일 미국 멕시코 만에서 석유시추시설 Deepwater Horizon호 폭발화재사고가 발생하여 7월14일까지 86일간 수심 1,500m의 수면 하에서 약 77만8천kL(4백90만 barrels)의 석유를 유출하였고(Kim et al., 2011), 2011년 6월 중국 보하이(渤海)만 원유시추선 폭발사고가 발생함으로써(KCG, 2012), 앞으로 석유시추시설의 기름유출사고 방지를 위하여 어떤 조치나 제도가 새로 도입될지 세계적인 관심이 모아지고 있다.

4. 결 론

해양기름오염방제조치에 관한 연구의 일환으로 정량적 기초자료를 확보하기 위하여 최근 20년간(1993년-2012년) 국내 및 세계의 해양에서 발생한 기름오염사고에 관한 통계자료를 수집하여 분석한 결과는 다음과 같다.

(1) 최근 20년간(1993-2012년) 국내 연안에서 총계 6,608건의 기름오염사고(평균 약 330건/년)가 발생하여 총계 57,328 kL의 기름(평균 약 2,866 kL/년)이 바다에 유출되었다. 20년간 연간사고건수와 연간기름유출량과의 상관관계는 명확하지 않았으며, 해가 거듭될수록 사고건수와 유출량이 전반적으로 감소하는 경향이였다. 그러나 유조선의 대량기름유출사고로 인하여 연간유출량이 1993년에 15,388 kL, 1995년에 15,773 kL, 1997년에 3,428 kL, 2007년에 13,008 kL로 크게 증가하였다.

(2) 최근 20년간(1993-2012년) 세계의 연간사고건수와 연간기름유출량을 살펴보면, 기름유출량 8 kL(7톤) 이상의 사고건수는 총계 420건으로 평균 21건/년이었고, 기름유출량은 총계 약 800,000 kL(704,000톤)로 평균 약 40,000 kL(35,200톤)/년이였다. 세부적으로 보면, 기름유출량 8-800 kL(7-700톤)의 사고건수는 20년간 총계 335건으로 평균 약 16.8건/년이었고, 기름유출량이 800 kL(700톤)를 초과하는 사고건수는 20년간 총계 85건으로 평균 약 4.3건/년이였다. 세계의 연간사고건수와 연간기름유출량은 모두 20년간 연도별로 변동 폭이 크지만 전체적으로 사고건수의 감소에 따라 기름유출량이 감소하는 경향을 보였으며, 2008년부터 사고건수와 기름유출량 모두 크게 감소하였다. 특히 2012년에는 800 kL(700톤)을 초과하는 기름유출사고가 발생하지 않았다. 그러나 기름유출량이 8 kL(7톤) 이상인 사고에서 세계의 연간기름유출량이 1993년에 약 159,000 kL (140,000톤), 1994년에 약 147,600 kL (130,000톤), 1996년에 약 90,900 kL (80,000톤), 1997년에 약 81,800 kL (72,000톤), 2002년에 약 76,100 kL (67,000톤)로 크게 증가한 것은 유조선의 대량기름유출사고 때문이었다. 또한 유조선의 대량기름유출량도 1993년의 약 159,000 kL (140,000톤)에서 2002년의 약 76,100 kL (67,000톤)으로 10년간 절반 이상 줄어서 해가 거듭될수록 점차 감소하는 추세였다.

(3) 국내외 세계를 비교하면, 국내적으로나 세계적으로 공히 20년간 연간사고건수와 연간기름유출량과의 상관관계는 명확하지 않았으며 사고건수와 유출량이 모두 연도별로 변동 폭이 크지만 해가 거듭될수록 전반적으로 감소하는 경향을 보였다. 2008년부터 세계의 사고건수와 유출량은 모두 크게 감소하였고, 특히 2012년에는 800 kL(700톤) 이상의 기름유출사고는 발생하지 않았다.

감사의 글

본 연구는 목포해양대학교 장기해외연수 지원금에 의하여 수행되었으며, 이에 감사를 표합니다.

참 고 문 헌

- [1] Baek, Joong-Soo, Gwang-Su Kim and Eun-il Cho(1996), The Biodegradability Characteristics of the Mixtures of Bunker-A, B Oils with Dispersants in the Seawater, Journal of the Korean Fisheries Society, Vol. 29 No. 6, pp. 787-796.
- [2] Cho, Dong-Oh and Jin-Yong Mok(2008), A Comparative Analysis of Major Oil Spill Compensation Systems in France, Spain, and Korea - In the Case of M/T Erika, Prestige, and Hebei Spirit -, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 14, No. 3, pp. 177- 181.
- [3] Cho, Dong-Oh, Jin-Yong Mok and Kwang-Shik Baek(2009), A Feasibility Study on Joining "The Supplementary Fund Protocol", Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 15, No. 3, pp. 213-216.
- [4] Cho, Hyun-Jin and Chang-Woo Ha(2012), The Effectiveness of the Dispersant Use during the "Deepwater Horizon" Incident - REVIEW of the proceedings from 2011 International Oil Spill Conference -, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 18, No. 1, pp. 61-65.
- [5] Huijer, Keisha(2005), Trends in Oil Spills from Tanker Ships 1995-2004, the 28th Arctic and Marine Oil spill Program (AMOP) Technical Seminar, <http://www.itopf.com/uploads/amop05.pdf>
- [6] IMO(2005), Manual on oil pollution : Section IV. Combating oil spills, ISBN 92-801-4177-5, pp. 23-40.
- [7] ITOPIF(2013), <http://www.itopf.com/information-services/data-and-statistics/statistics/>
- [8] Jang, Duck Jong(2005), Alternative Policy and Actual State on Compensation for Fisheries Damage by Oil Pollution, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 11, No. 1, pp. 61-70.
- [9] Kang, Chang-Gu(1996), Scientific Prevention of Marine Pollution - Oil Spill Incidents, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 2, No. 2, pp. 87-99.
- [10] Kang, Seong-Gil and Chang-Gu, Kang(2003), Case Analysis of Marine Pollution Accidents: Centering on M/T Sea Prince Accident, Journal of the Society of Naval Architects of

- Korea, Vol. 40, No. 2, pp. 38-49.
- [11] KCG(2004), Korea Coast Guard 2004 White Paper, pp. 180-187.
 - [12] KCG(2005), Korea Coast Guard 2005 White Paper, pp. 234-247.
 - [13] KCG(2006), Korea Coast Guard 2006 White Paper, pp. 246-257.
 - [14] KCG(2007), Korea Coast Guard 2007 White Paper, pp. 272-283.
 - [15] KCG(2008), Korea Coast Guard 2008 White Paper, pp. 276-287.
 - [16] KCG(2009), Korea Coast Guard 2009 White Paper, pp. 248-258.
 - [17] KCG(2010), Korea Coast Guard 2010 White Paper, pp. 222-234.
 - [18] KCG(2011a), Korea Coast Guard 2011 White Paper, pp. 230-245.
 - [19] KCG(2011b), The Sinking Accident of M/T Prestige off the coast of Spain, A Collection of Cases for Marine Pollution Incidents, pp. 177-185.
 - [20] KCG(2012), Korea Coast Guard 2012 White Paper, pp. 208-223.
 - [21] KCG and KMPRC(2004), A Collection of Cases for the revetion and control of marine pollution in Korea, registration number of administrative publications: 11-1530000-000031-14, pp. 3-9.
 - [22] KEI(2011), Mid- and Long-term Effect Analysis and System Improvement Plan of Marine Oil Spill Incident (III), Korea Environment Institute, p. 350.
 - [23] Kim, Gwang-Su, Chung-Kil Park and Sun-Jae You(1993a), Study on the Biodegradability of Dispersants and Dispersant/Bunker-C Oil Mixtures and the Dissolved Oxygen Consumption in the Seawater(I) - The Biodegradability of Dispersants and the Dissolved Oxygen Consumption in the Seawater -, Bulletin of the Korean Fisheries Society, Vol. 26 No. 5, pp. 493-501.
 - [24] Kim, Gwang-Su, Chung-Kil Park and Jong-Gu Kim(1993b), Study on the Biodegradability of Dispersants and Dispersant/Bunker-C Oil Mixtures and the Dissolved Oxygen Consumption in the Seawater(II) - the Biodegradability of Dispersants and Dispersant/Bunker-C Oil Mixtures and the Dissolved Oxygen Consumption in the Seawater -, Bulletin of the Korean Fisheries Society, Vol. 26 No. 6, pp. 519-528.
 - [25] Kim, Hye-Jin, Moon-Jin Le, Se-Woong Oh and Joon-Mook Kang(2011), A Study on Development of Operational System for Oil Spill Prediction Model, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 17, No. 4, pp. 375-382.
 - [26] Kim, Kwang-Soo(2009), A Study on the Change of Education System for Marine Pollution Prevention Manager in Korea - A Comparative Analysis between Old 「Marine Pollution Prevention Act」 and New 「Marine Environment Management Act」, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 15, No. 2, pp. 105-110.
 - [27] Kim, Kwang-Soo(2010), A Study on Reported Status and Management Plan of Marine Facilities in Korea 1. On the Basis of Nationwide Status of Marine Facilities, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 16, No. 3, pp. 269-274.
 - [28] Kim, Sang-Woo and Hee-Dong Jeong(2009), M/T Hebei Spirit Oil Spill Area Monitoring Using Multiple Data, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 15, No. 4, pp. 283-288.
 - [29] Kim, Sang-Woon, Chang-Soo Lim, Wan-Sub Lee and Chang-Woo Ha(2011), A Study on the Improvement of National Marine Pollution Response Policy based on the Analysis of Gulf of Mexico Oil Spill Incident, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 17, No. 3, pp. 257-264.
 - [30] KOEM(2009), Study on Plan of Strengthening Capability of Korea Marine Environment Management Corporation for Prevention and Control of Oil Spill at Sea - Final Report, p. 275.
 - [31] Lee, Moon-Suk and Suk-Jae Kwon(2011), Analysis on Impact and Recovery Effectiveness of Hebei Spirit Oil Spill Accident for Living and Production Environment, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol 7, No. 1, pp. 1-6.
 - [32] Lee, Sang-Ho(2003), The Pending Problems and Measures for Marine Pollution Prevention and Control in Korea, Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 40, No. 2, pp. 32-37.
 - [33] Lim, Chae-Hyun and Won-Heui Han(2012), A Study on the Selection of Subject Vessel for Development of Oil Recovery Equipment for Small Vessel, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 18, No. 6, pp. 604-609.
 - [34] Mok, Jin-Yong(2001), National Oil Pollution Response System

대형 기름유출사고와 방제조치에 관한 연구 1. 국내외 해양기름오염사고 건수와 유출량

: Current Issues and Policy Recommendation, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 7, No. 2, pp. 105-121.

- [35] US FISG-OBCSET(2010), Oil Budget Calculator Deepwater Horizon Technical Documentation, A Report to the National Incident Command by the Federal Interagency Solutions Group, Oil Budget Calculator Science and Engineering Team, pp. 1-49.
- [36] Yun, Jong-Hwi(1999), On the Effective Oil Spill Response Model along the Coastal Waters in Korea, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 5, No. 2, pp. 1-14.
- [37] Yun, Jong-Hwi(2009), A Study on Development of Oil Spill Response Training Courses in Korea, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 15, No. 4, pp. 355-362.
- [38] Yun, Jong-Hwi, Hyuk-Soo Youn and Dong-Sun Kim(2002), A Study on the Required Stockpiles of Marine Oil Spill Response Equipments in the Busan Area, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 8, No. 1, pp. 139-148.

원고접수일 : 2013년 01월 20일

원고수정일 : 2013년 03월 21일 (1차)

2013년 04월 17일 (2차)

게재확정일 : 2013년 04월 25일