

Original Article

해상 위험·유해물질 사고대응체계 개선방안에 관한 고찰

최현규¹ · 하창우^{2,†} · 김병철³

¹해양경찰청 기동방제과 특수방제계장

²해양경찰청 기동방제과 과장

³해양경찰청 기동방제과 방제지원계장

A Study on the improvement of Hazardous and Noxious Substances Accidents Response System by Sea

Hyun Kue Choi¹, Changwoo Ha^{2,†}, and Byeung Cheol Kim³

¹Deputy Director, Marine Pollution Response Division, Korea Coast Guard, Incheon 21995, Korea

²Director, Marine Pollution Response Division, Korea Coast Guard, Incheon 21995, Korea

³Deputy Director, Marine Pollution Response Division, Korea Coast Guard, Incheon 21995, Korea

요 약

씨프린스호와 허베이스피리트호 등 대규모 유류오염사고를 계기로 우리나라의 해양오염사고 국가 대응체계에 많은 발전을 해왔다. 이를 통해 최근 10년간 전국적으로 기름에 의한 오염사고는 연평균 271건을 유지하고 있음에도 유출량은 우이산호 사고가 있었던 2014년을 제외하면 매년 감소 추세에 있다. 반면 위험·유해물질 사고는 2013년 부산 마리티임 메이저호 충돌·화재사고와 2019년 울산 스톨트 그로이랜드호 폭발·화재사고 등 사고가 지속적으로 발생하고 있다. 해상화학사고는 대규모 재난피해를 야기할 수 있어 국가 대응체계를 강화하고 위험·유해물질 운송선박 및 저장시설의 사전 대비·대응을 강화하는 것이 필요하다. 본 연구는 미국과 일본의 해상 위험·유해물질 사고대응체계를 비교하여 우리나라 현행제도의 개선방안을 제시하였다. 미국은 자국 수역에 입항하는 모든 선박이 구난 및 화재대응 등 해상사고에 대응이 가능한 민간업체와 사전계약을 체결하도록 의무화하고 선박대응계획서(VRP)를 작성하여 미국 해안경비대 승인을 받도록 강제하고 있다. 일본은 특정해역 내에서 화재폭발 위험성이 높은 경질성기름과 화학물질을 운송하는 경우에는 사전에 소방선과 민간 방제업체와 계약토록 의무화 하고 있다. 따라서 우리나라는 해상으로 운송되는 화학물질 중 화재·폭발 위험성이 높은 LNG, LPG 등 가스류의 물질을 중점관리대상 물질로 추가하고 위험·유해물질 운송선박 및 저장시설에 대하여 방제선 배치와 방제자재·약제 비치의무를 부여할 필요가 있다. 또한 화재발생 위험성이 높은 화물을 운송하는 선박 및 저장시설이 폭발·화재사고 시 대규모 재난 피해를 예방할 수 있는 조치를 강화하기 위하여 해상화학 사고 대응에 관한 법을 신설하는 등 제도적 규제를 강화할 필요가 있다.

Abstract – National oil spill response system in Korea has been continuously developed since large-scale oil pollution accidents occurred such as M/T Sea Prince and M/T Hebei Spirit. Through this, the oil pollution accidents have been maintained at annual average of 271 in the past 10 years and the amount of spilled oil has been gradually declining every year, except in 2014, when M/T Wuyisan accident occurred. On the other hand, the Hazardous and Noxious Substances accidents such as the collision and fire accidents of the M/T Maritime Maisie in Busan in 2013 and M/T Stolt Groenland explosion accidents in Ulsan in 2019 have been continuously occurred. As HNS accidents might be caused a catastrophe, so the government should be strengthened preparedness for HNS accident and vessel and facilities by HNS should be thoroughly prepared and responded to the accident. This study compared the preparedness and response system for HNS of the U.S. and Japan, suggested ways to improve current response system in Korea. The U.S. mandates that all ships entering their waters contracts with private response organizations capable of responding to maritime accidents in advance, such as rescue and fire response, and compile a Vessel Response Plan(VRP) to be approved by U.S. Coast Guard. The Japan also mandates to con-

[†]Corresponding author: changwow@korea.kr

본 논문은 2020년 한국해양과학기술협의회 공동학술대회 한국해양환경·에너지학회에 발표된 논문입니다.

tract with fire-fighting vessel and private response organizations in advance when transporting light oils and HNS with a high risk of fire explosions by vessel within a specific area in the country. As a result, Korea should add substances such as LNG and LPG, which have high risk of fire and explosion, among chemical substances transported by sea as substances to be managed, in addition the ships and facilities dealing with HNS should be deploy mandatory the OSRV including fire-fighting function and should be prepare the responding equipment and materials for chemical accidents. In addition, in order to strengthen measures to prevent large-scale disasters due to the accident of explosion or fire, HNS vessel and facilities with high risk of fires, the Korea government should be strengthen institutional regulations, such as establishing laws on the response to HNS accidents.

Keywords: Oil spill response system(유류오염방제대응체계), HNS(위험·유해물질), OSRV(방제선), VRP(선박대응계획서), Fire-fighting vessel(소방정)

1. 서 론

우리나라는 1995년 여수에서 발생한 씨프린스호 사고와 2007년 허베이스피리트호 유류오염사고 등 크고 작은 사고를 겪으면서 국가대응체계를 발전시켜 왔다. 최근 10년간 국내 해양오염사고는 연평균 271건이 발생하였는데, 대부분 어선에 의한 소규모 사고이다. 한편 유출량은 2014년 여수에서 유조선 우이산호가 GS칼텍스 송유관을 충돌하여 생긴 유출량을 제외하고 매년 감소추세에 있다(KCG[2020a]). 위험·유해물질(Hazardous and Noxious Substances; HNS)에 의한 사고는 연간 1~3건 정도로 발생빈도는 낮으나 사고 발생 시 폭발 및 화재사고 등으로 재난적 피해가 예상되고 있어 사고대응을 위한 철저한 대비가 필요하다.

최근 10년간 위험·유해물질 사고는 총 26건이 발생하였고 유출량은 298 kt이다(KCG[2020b]) 2019년 9월 28일 울산항 연포부두에서 발생한 위험물운반선 스톨트 그로이랜드호 사고는 탱크 내부 화물의 중합반응에 의한 유증기와 산소가 혼합되어 점화원에 의해 폭발 연소된 것으로 추정되며 사고발생 18시간 만에 진화가 완료되었다. 당시 선박에는 인화성이 강한 스티렌과 아크릴로니트릴, 아이소부틸아세테이트 등 14종의 유해액체물질이 25,337톤 적재중이어서 초기 화재진화 실패 시 대형재난사고가 발생할 수 있었다(UFD[2020]). 또한 2013년 12월 29일 부산에서 발생한 화학물 질운반선 마리티타임페이지호와 자동차운반선과의 충돌사고로 화학물질 운반선에 화재가 발생하였다. 이 선박은 파라자이렌 등 3종의 고인화성 물질 3만9천톤을 적재하고 있었고 화재에 취약한 화물과 유독성가스로 인하여 표류 18일 만에 네덜란드 전문가가 알콜형포 소화약제로 진압하였다(KCG[2015]).

국내 위험·유해물질 해상물동량은 2015년 268백만톤에서 2018년 333백만톤으로 65백만톤(24%)이 증가하였고 매년 지속적인 증가추세에 있다. 특히 울산, 여수, 부산, 대산에서 위험·유해물질을 많이 취급하고 있어 위험·유해물질로 인한 화재·폭발 사고가 발생할 가능성이 높다(PORT-MIS[2020]; KCG[2011a]).

국제해사기구(International Maritime Organization; IMO)는 2020년 1월 1일부터 선박에서 사용하는 연료유 황 함유량 기준을 3.5%에서 0.5%로 강화하였다(IMO[2020a]). 선박 연료유 황 함유량 규제를 준수하기 위해서는 저유황유(Low Sulfur Fuel Oil; LSFO)를 사용하거나 황산화물(Sox)스크러버 설치 또는 LNG 연료를 사

용하는 선박을 건조하거나 기존 선박을 개조하여 사용하여야 한다. 해운선사들은 기존의 시설 개조가 필요없는 저유황유의 사용을 선호하고 있지만 장기적으로 LNG를 연료로 사용하는 추진선의 건조가 증가할 것으로 보인다(DNV GL[2015]). 기존 선박의 중질성 연료유의 유출에 대한 사고대응과 더불어 전 세계적으로 증가되는 LNG연료 추진선박의 화재, 폭발 등의 사고 대비대응 체계도 강화할 필요가 있다.

위험·유해물질의 사고대응과 관련한 선행연구들은 오염원이 해상뿐만 아니라 해저에서도 발생할 수 있으며 자연재난으로 인한 복합적인 사고로 발전할 수 있어 해양오염 방제정책 개선이 필요하다는 연구가 진행되었고(Chun *et al.*[2019]), 한국형 위험·유해물질 데이터베이스 개발이 필요하다는 연구가 있었다(Park *et al.*[2016]). 또한 해양경찰이 위험·유해물질 재난사고에 대응하기 위한 방안을 제시한 연구(You[2013])와 국내에서 산적상태로 운송되는 위험·유해물질 해상운송사고 위험성 평가 및 사고 저감방안에 관한 연구도 이어졌다(Cho *et al.* [2013]). 이러한 선행연구는 주로 사고의 유형과 전망 그리고 오염원이 되는 물질의 관리를 강화해야 한다는 연구가 중심이었으나 위험·유해물질 사고 시 방제의무자가 갖추어야 할 방제선 및 자체·약제 비치의무 등 오염원인자 책임원칙(Polluter Pays Principle; PPP)을 준수해야 하는 대비·대응에 관한 연구는 미흡하였다. 위험·유해물질의 화재·폭발, 유출 등의 사고로부터 피해를 저감시키기 위한 국가 및 방제의무자의 사고 대응체계를 강화할 필요가 있다. 이에 본 연구는 우리나라와 미국과 일본의 위험·유해물질 사고 대응체계의 비교 연구를 통해 우리나라 위험·유해물질 운반선박 및 저장시설의 화재 및 폭발사고 대응을 위한 국가 대비·대응체계 개선방안을 제시하고자 한다.

2. 위험·유해물질 사고대응 현황

2.1 OPRC-HNS 의정서

국제해사기구(IMO)는 대규모 해양오염사고 발생 시 국가 간의 협력을 촉진하고 효과적으로 방제작업을 수행할 수 있도록 「1990년 유류오염의 대비 대응 및 협력에 관한 국제협약」(International Convention on Oil Pollution Response and Co-operation; OPRC)을 1990년에 채택하였다(IMO[2020b]). 이 후 기름 이외의 위험·유해물질에 의한 사고에 대응하기 위해 OPRC협약의 대상물질 범위를

기름 외에 위험·유해물질까지 확대하는 「위험·유해물질의 오염 대비·대응 및 국제협력에 관한 의정서」(Protocol on Preparedness, Response and Co-operation to Pollution Incidents by Hazardous and Noxious Substances, 2000; OPRC-HNS)가 2000년 3월 15일 채택되고 2007년 6월 14일 발효되었다. OPRC-HNS 의정서는 체약국에게 부과되는 의무 등 그 내용이 기본적으로 OPRC협약과 같이 국가긴급방재계획 수립 및 지역긴급방재계획 수립, 선박 및 해양시설 오염비상계획의 비치, 오염사고 발생 시 인접국가에 오염사실 통보 그리고 오염대응관련 인력과 장비 등 국가 간 신속한 출입국 보장을 위한 국제협력 제공 등의 의무를 부과하고 있다.

2.2 국제협약 적용 대상물질

해상으로 운송되는 기름 및 위험·유해물질에 관한 국제협약 및 의정서는 SOLAS¹⁾, MARPOL²⁾, OPRC³⁾, OPRC-HNS⁴⁾ 그리고 HNS협약⁵⁾이 있으며, 각 협약에서 규정하는 위험·유해물질의 종류는 표와 같다(Table 1). SOLAS협약은 해상의 인명과 안전에 관한 사항을 규정한 협약으로 선박으로 운송되는 포장위험물질, 산적고체물질, 산적위험액체화합물, 산적액화가스 그리고 방사능 물질이 대상 물질이다. MARPOL 협약은 해양환경을 보전하기 위하여 선박 및 해양시설에서 발생하는 오염물질을 규제하고 있으며 대상물질은 기름, 산적유해액체물질, 포장유해물질, 오수, 폐기물, 대기오염물질을 규정하고 있다. 또한 OPRC 협약은 대형 유류오염사고

대비대응을 위한 국가 간의 협력을 규정하고 OPRC-HNS의정서는 기름을 제외한 물질로 해양환경에 유입되면 인간의 건강과 해양생물자원 또는 생명체에 해로운 물질로서 쾌적성을 손상하거나 다른 합법적인 바다의 이용에 방해가 되는 물질로 정의하고 있다(KCG[2011b]).

HNS협약은 위험·유해물질의 유출로 인한 인적, 물적 그리고 환경적인 손해를 보상하기 위한 협약으로 유류, 산적유해액체물질, 산적위험물질, 포장위험물질, 액화가스, 인화점 60도씨 미만의 인화성물질, 산적고체물질 그리고 방사성물질을 규정하고 있다.

국제협약에서 규정한 해상운송물질을 국내법에 적용한 자료를 표로 정리하였다(Table 2). 해양환경관리법은 유류 및 유해액체물질 등을 대상으로 해양오염 대비대응을 위한 국가 및 방제의무자의 의무사항을 규정하고 있으며, 위험·유해물질 68종을 국가긴급계획 중점관리대상물질로 관리하고 있다. 선박안전법은 위험물질과 산적유해액체물질 그리고 방사능물질에 대해 국제협약의 내용을 수용하였다(NLIC[2020a]).

3. 국내·외 위험·유해물질 사고 대응체계

3.1 한국

우리나라의 경우 MAPPOL협약의 내용을 해양환경관리법에 반영하였으며 이 법은 국가에게 대규모 해양오염사고에 대비하기 위

Table 1. Materials regulated by international conventions

Conventions	Materials	Provisions
SOLAS	- (Part A) Packaged form - (Part A-1) Solid form in bulk - (Part B) Dangerous liquid chemicals in bulk - (Part C) Liquefied gases in bulk - (Part D) Packaged irradiated nuclear fuel, plutonium and high-level radioactive wastes	Chapter VII
MARPOL	- (ANNEX I) Oil * crude oil, fuel oil, sludge, oil refuse and refined products. - (ANNEX II) Noxious liquid substances in bulk * IBC Code 17,18, Noxious liquid substances (X,Y,Z) - (ANNEX III) Packaged form * IMDG Code - (ANNEX IV) Sewage - (ANNEX V) Garbage - (ANNEX VI) Air pollution	Annex I~VI
OPRC	- Oil * crude oil, fuel oil, sludge, oil refuse and refined products	Article 2(1)
OPRC-HNS Protocol 2000	- Hazardous and noxious substances * any substance other than oil	Article 2(2)
HNS Convention	- Oils in bulk (MARPOL Annex I) - Noxious liquid substances in bulk (MARPOL Annex II) - Dangerous liquid substances in bulk (IBC Code) - Dangerous, hazardous and harmful substances, materials and articles in packaged form (IMDG Code) - Liquefied gases (IGC Code) - Liquid substances carried in bulk with a flash-point not exceeding 60 °C - Solid bulk materials (IMSBC Code) - Residues (IMDG, IMSBC Code)	Article 1. 5(a)(b) Article 5

¹⁾국제해상인명안전협약(International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974)

²⁾선박으로부터의 오염방지를 위한 국제협약에 관한 의정서(73/78) (Protocol of 1978 Relating to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973; 73/78 MARPOL)

³⁾유류오염 대비, 대응 및 협력에 관한 국제협약(International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation, 1990; OPRC)

⁴⁾유류오염 및 위험·유해물질 대비, 대응 및 협력에 관한 국제협약(The Protocol on Preparedness, Response and Co-operation to Pollution Incidents by Hazardous and Noxious Substances, 2000(HNS Protocol))

⁵⁾1996년 위험·유해물질의 해상운송과 관련된 손해에 대한 책임과 배상에 관한 국제협약의 2010년 개정의정서(2010 HNS협약) International Convention On Liability and Compensation For Damage in Connection with the Carriage of Hazardous and Noxious Substances By Sea, 2010 (2010 HNS Convention)

Table 2. Materials regulated by International Conventions

Law	Materials	Provisions
Marine Environment Management Act	- Oil * crude oil, petroleum products (other than petroleum gas), oil mixture and refused - 68 materials notified among Hazardous and Noxious Substances in Korea	Article 2. Act 5
Ship Safety Act	- Dangerous Goods * explosives, high-pressure gas, flammable liquid, combustible materials, oxidative material, poison, Irradiated materials, corrosive substances, dangerous substances - Liquid dangerous goods in bulk * liquid gas substances, liquid chemical, flammable substances, noxious liquid substances - Irradiated materials	Acts dangerous vessel transfer and storage provision 2

해 국가긴급계획(National Contingency Plan; NCP) 및 지역긴급방재계획(Regional Contingency Plan; RCP)을 수립하고 대규모 해양 오염사고에 대응하기 위해 중앙, 광역 및 지역방재대책본부를 설치할 의무를 부과하고 있다.

선박 및 저장시설 방재의무자의 해양오염사고 대비·대응을 위해 필수적으로 오염방지설비, 오염물질기록부, 해양오염비상계획서 및 해양오염방지관리인의 비치의무를 규정하고 있다. 선박의 경우 150톤이상 유조선과 1만톤이상 일반선박, 1만 m³ 이상의 저장 시설에 대해 방제자재·약제 비치의무와 500톤이상 유조선과 1만톤 이상 일반선박은 방제선을 공동으로 비치하거나 해양환경공단에 위탁배치하도록 규정하고 있다. 반면 위험·유해물질 운반선박의 경우 해양환경관리법은 화물의 해양유출시 확산 방지를 위한 방제자재·약제 비치의무가 없으며, 유해액체물질 중 인화성 물질로 인한 화재발생 시 외부에서 소화를 위한 대비 대응체계는 없는 실정이다. 다만 선박안전법은 선박이 화물의 안전한 수송과 인명의 안전을 위하여 화물의 위험도에 따라 적재하는 탱크의 규격을 준수토록 규정하고 있고 화재예방을 위한 자체 소방설비 기준을 마련하고 있다. 국내 해양환경관리법과 선박안전법의 규정에 따라 위험·유해물질 운송하는 선박은 선박운송에 집중하고 있으며, 해상유출 및 화재 폭발사고로 자체진화가 어려운 상황이 있는 경우 민간 세력을 사전에 계약해서 대응할 수 있도록 하는 제도는 없는 상황이다.

해양경찰청은 위험·유해물질의 사고대비 대응을 위해 중점관리 대상물질 68종을 지정 고시하고 해당물질의 해상유출시 위험성 및 방제대응방법 등의 정보를 사전 확보하고 대응장비 및 자재를 비축하고 있다. 중점관리 대상물질은 산적유해액체물질 위주로 구성 되어 있으며 일부 가스류는 액화상태로 운송되고 있다. 최근 LNG 및 LPG의 운송량 증가 및 국제해사기구(IMO) 황함유량 규제강화에 따른 LNG 연료 추진선박의 증가가 예상됨에 따라 화재대비 대

응을 위해 관리대상 물질에 폭발·화재 우려가 높은 물질을 추가하여 관리강화가 필요하다.

3.2 미국

미국의 기름 및 위험·유해물질에 의한 사고 대응 규정은 유류오염법(Oil Pollution Acts; OPA 90), 산적기름 또는 유해물질 취급 시설(33CFR154, Facilities Transferring Oil or Hazardous Material in Bulk) 그리고 선박 기름 또는 유해물질 오염예방 규칙(33CFR155, Oil or Hazardous Material Pollution Prevention Regulations for Vessels)에서 다루고 있다. 미국은 자국 내 수역을 항해하는 모든 선박과 기름저장시설에 방제자원, 방제선 등을 사전 배치하도록 의무화 하고 있으며 배치의무 이행사항 등이 기재된 선박대응계획서(Vessel Response Plan; VRP)를 갖추고 저장시설은 시설대응계획서(Facilities Response Plan; FRP)를 작성하여 미국 해안경비대(U.S. Coast Guard)의 승인을 받도록 규정하고 있다.

수질 오염방지 및 관리법(33USC Ch.26 Water pollution prevention and Control)에서 유조선, 해양시설 및 육상시설의 소유자(또는 운영자)는 기름 및 유해물질 유출완화를 위한 대응계획 작성을 의무화하고 있으며 대부분의 시설 및 선박소유자는 배치의무를 준수하기 위해 구난 및 화재사고 대응이 가능한 방제업체(Oil Spill Response Organization; OSRO)와 사전 위탁계약을 체결하도록 의무화 하고 있다.

미국은 긴급구난 및 해상소방 규정(33CFR155 Subpart I)과 국제해사기구에서 규정하는 선상해양오염비상계획서 비치의무를 유해액체물질을 운송하는 국제항해 모든 외국선박 및 미국국적 선박에 대해 적용하고 있다.

3.3 일본

일본은 OPRC-HNS의정서 발효 이후 2008년 4월 1일부터 해상

Table 3. Preparedness and response on oil and HNS between government and ship/facility

Contents	Preparedness and response on oil and HNS
Government	National and regional contingency plan Countermeasure head quarter emergency response Equipment for emergency response
Ship/Facility	SOPEP, Preparedness equipment, Marine pollution record book Oil pollution prevention manager, Report on discharge Response marine pollution, Compensation Marine pollution response materials (except HNS materials) Deployment response ship (except HNS materials)

Table 4. Equipment in ship when navigate at specific area in Japan (WLIC[2019])

Contents			Equipment and Response materials
Specific gravity	Vapor pressure (20°C, kPa)	Solubility (g/100g)	
	2.67↑	-	Tester, Fire-fighter(1 m ³ /min)
1.0↓	2.67↓	1 under 1 over	Tester, Fire-fighter, Oil fence-A, Skimmer Tester, Fire-fighter
1.0~1.027	-	-	Tester, Fire-fighter, Oil fence-A, Skimmer
1.027↑	-	1 under 1 over	Tester, Fire-fighter, Oil fence-A, Skimmer Tester, Fire-fighter

에서 증발이 어려운 원유, 중유 및 윤활유 등을 제외한 비지속성 기름 및 유해액체물질을 운송하는 선박에 대해 도쿄만, 이세만, 오사카만을 포함한 세토내해인 3개 특정해역을 항해할 경우 자재, 약제 및 화재 대응 방수선 등을 비치토록 의무화 하고 있다.

특정해역 항해 시 총톤수 150톤이상(화물창의 크기 300 m³ 이상) 유조선과 유해액체물질 운반선은 방제자재를 비치토록 의무화하고 있다(Table 4). 유출되는 물질의 비중이 1이하이고 증기압이 2.67이상인 물질을 운반하는 선박은 운송중인 물질이 유출될 경우 위험도를 측정할 수 있는 측정장치와 분당 1 m³의 물을 방수할 수 있는 방수선을 비치토록 규정하고 있다. 또한 유출된 물질의 증기압이 2.67미만이고 용해도가 1미만인 물질의 경우 측정장치와 방수선 이외에 오일펜스 A형과 유회수장치를 갖추도록 의무화 하고 있다(WLIC[2019]).

또한 4급 항해사 또는 기관사와 위험물 교육이수 자격을 갖춘 방제요원을 확보하여야 하며 방수선은 직접 또는 위탁배치가 가능하고 사고선박까지 2시간 이내 배치하여야 한다. 부득이한 경우 3시간 안에 도달 할 수 있어야 한다. 선박은 유출에 대비하여 방제자재와 장비를 배치하여야 하며 방제요원확보 등의 증명서류를 선내에 비치해야 하는 의무가 있다.

4. 위험·유해물질 국가별 대응체계 고찰

위험·유해물질 사고대응에 선진화된 미국과 일본의 사고대응체계를 비교하여 우리나라 위험·유해물질 사고대응 개선방안을 도출하고자 한다. 위험·유해물질 사고 대비·대응에 관하여 규정한 OPRC-HNS의정서 제4조는 당사국 또는 양자·다자간 협력하거나 해운업계나 위험·유해물질 관련 산업계, 항만당국 및 기타 관련 기관과의 협력을 통해서 자국의 능력범위에 적합한 사항을 수립토록 규정하고 있으며 세부항목으로 오염사고의 위험규모에 적절한 유출 대응 장비의 최저배치기준 및 그 사용계획, 오염사고, 대응 조직 및 인력의 훈련계획, 오염사고에 대응하기 위한 상세계획 및 통신수단, 소요 장비 등 동원능력을 포함한 오염사고 대응을 조정하기 위한 절차 또는 합의가 되어야 함을 규정하고 있다.

4.1 사고 대비체계 비교

미국은 연방법(33CFR155)에 기름을 운반하는 유조선 및 비 유조선에 대해 선박비상계획서에 구난 및 해상소방을 위한 대책을 포함토록 규정하고 있다. 최악의 유출상황 시 확산을 방지하기 위하

여 선박비상계획서(Vessel Response Plan, VRP)를 수립하도록 하였으며 VRP에는 구난작업 및 해상소방 업무를 수행할 수 있는 계약업체 목록을 포함토록 하고 있다. 비상예인선은 예인을 위한 마력 및 예항력을 가진 선박으로서 풍속 최대 40노트(20.58 m/s)에서도 운항이 가능한 선박을 선정토록 규정하고 있고 24시간 연속으로 작동하여 화물탱크 및 연료유 탱크 중 더 큰 탱크의 것을 이송할 수 있는 장비를 갖추도록 하였다. 선박의 화물연료와 기타 내용물 및 상부구조물을 포함한 기름화재를 진화할 수 있는 충분한 양의 소화약제를 가지고 있어야 하며 수중 40ft(12.19 m)에서도 오염물질 제거능력을 갖추도록 규정하고 있다(LII[2020]).

일본은 OPRC-HNS의정서 가입 시 자국 내 위험·유해물질 오염 사고 대비대응에 관한 조사연구위원회의 논의를 거쳐 8가지의 제안사항을 반영하여 의정서를 채택하였다. 주요내용으로 OPRC-HNS의정서 발효에 대비한 국내 대응체계 정비와 선박 소유자가 준비하여야 할 유해액체물질 방제 대응선박, 자재 및 전문가 등을 동원할 수 있도록 하였으며, 육상시설 및 대상해역 외를 항해하는 선박에 대해서도 자재 및 전문가 등을 준비하는 등의 대응이 필요하다는 등의 제언을 반영하여 해양오염 등 및 해상재해방지에 관한 법률을 개정하였다. 기름 및 유해액체물질을 운송하는 선박이 오염물질로 인해 해양에 현저한 피해가 예상되는 해역을 운항하는 경우 사고에 대비하여 방제조치를 위한 자재와 방제에 필요한 지식 이 있는 요원을 사고현장 까지 신속하게 도달할 수 있는 체계를 갖추도록 규정하였다(KCG[2006]).

미국과 일본은 기름 및 위험·유해물질 선박에 관계없이 방제장비 및 자재를 비치하고 화재소방 설비가 있는 방제선박을 배치토록 규정하고 있다. 이는 위험·유해물질로 운송되는 화물 중 고인화성 물질에서 발생하는 화재 발생 시 오염원인자 책임원칙에 의해 방제의 무자가 대응할 수 있도록 사전 계약된 방제선 및 소방선이 동원되어 화재를 진압할 수 있어야 한다. 국내 위험·유해물질 화재 폭발 사고 사례의 경우 선박 자체에 설치된 소화설비로 화재를 진압할 수 없는 경우 반드시 외부의 지원세력이 필요하게 된다. 국내의 경우 해양경찰 경비함정 및 화학방제함이 동원되며 부두에 계류되어 있는 경우 소방세력이 직접 현장에 동원되어 화재를 진압하고 해양경찰세력은 해상에서 화재에 대응하고 있다. 이와 같이 위험·유해물질을 운송 및 저장하는 선박 및 해양시설 방제의무자에 자체 소방세력을 비치토록 의무화 할 필요가 있다. 미국과 일본 그리고 우리나라의 기름 및 위험·유해물질에 대한 대비대응 의무를 비교하였다(Table 5).

Table 5. Compare with national preparedness system among U.S. Japan and Korea

Content	Korea		Japan (HNS)	U.S (HNS)
	Oil	HNS		
Acts (Regulation)	○	○	○	○
Response Equipment	○	○	○	○
Marine pollution record book (ship)	○	○	○	○
SOPEP	○	○	○	○
Marine pollution prevention manager	○	○	○	○
Marine pollution record book (facility)	○	○	○	○
Facility Emergency Response Plan	○	○		○

Table 6. Compare with national pollution response among U.S. Japan and Korea

Content	Korea		Japan (HNS)	U.S (HNS)
	Oil	HNS		
National Contingency Plan	○	○ (68 substances)	○	○
Countermeasure HQ	○ (Persistent over 10kl)	○ (over 100 kl)	○	○
Reporting discharge	○	○	○	○
Pollution response	○	○	○	○
Pollution risk response	○	○	○	○
Compensation	○ (CLC, FC)	○ (LLMC)	○	○
Obligation to keep response material	○	×	○	○
Deploy response vessel	Object	×	○	○
	Area	×	○	○
Response from coast organization	○	×	-	○
Contribution	○	×	-	-

4.2 사고 대응체계 비교

해양오염사고 발생 시 사고대응을 위한 체계는 Table 6과 같다. 우리나라는 국가긴급계획에 기름과 위험·유해물질 사고 대응을 규정하고 있으며 해양오염사고에 체계적인 대응을 위하여 방제대책 본부를 설치하고 긴급방제조치 한다. 기름 및 위험·유해물질을 운송하는 선박은 해상유출시 신고의무와 방제조치 의무 그리고 해양환경 피해에 대한 보상의무를 부여하고 있다. 기름을 운송하는 선박 및 저장시설은 해양오염사고 시 오염원인자 책임원칙에 따라 직접 방제조치를 이행하기 위해 100톤이상의 유조선과 1만톤이상의 일반선박, 300 kl 이상의 저장시설 및 100톤이상의 유조선계류시설에 대하여 비치해야할 방제자재 및 약제의 기준을 마련하여 비치토록 규정하고 있다(NLIC[2020b]). 일정규모 이상의 선박 및 해양시설은 방제선을 비치하거나 해양환경공단에 위탁배치토록 규정하고 있다. 또한 방제선 등의 비치의무자에 대해서는 공단에 방제분담금을 납부토록 의무화하고 있다. 해안방제는 해역관리청에 방제조치 의무를 부여하고 있으며 해양경찰은 방제기술과 장비 및 자재를 지원토록 규정하고 있다.

위험·유해물질 해상 유출시 사고대응을 위한 국가 대응체계는 갖추고 있으나 위험·유해물질 운송선박은 방제자재 및 약제에 대한 비치의무와 방제선의 비치 의무 대상도 별도의 규정이 마련되지 않은 상태이다.

현재의 위험·유해물질에 대한 규정은 선박에서의 선원의 안전과 화물의 안전한 수송을 위해서 선박 자체에 소화설비 등을 갖추도

록 선박안전법에서 규정하고 있고 해양환경관리법은 위험·유해물질의 해상유출시 오염을 최소화하기 위한 대비대응에 집중하고 있다. 위험·유해물질의 화물 특성상 인화점이 낮고 화재위험이 높은 물질에서 충돌 및 화물이송과정에서 화재 및 폭발사고가 발생하고 있다. 화재 및 폭발사고는 대응인력의 접근이 불가능하게 하며 화재로 인해 유해물질이 주택가 등으로 확산될 경우 주민 대피 등이 필요한 사항이다. 대규모 재난적 피해를 최소화하기 위해 화재를 사전에 대비대응하고 대응 전문인력 관리 및 위험·유해물질 운송 선박에 대한 대응장비 자재 비치 등을 규정한 해상화재사고 대응에 관한 법률이 필요하다. 일본의 경우 해양오염 등 해상재해에 관한 법률에서 해양오염뿐만 아니라 해상에서 발생하는 재해에 관한 사항을 담고 있고 화재에 대응하기 위해 유해액체물질을 운송하는 150톤이상의 선박 또는 300 m³ 이상의 화물창이상의 선박은 방제자재 및 약제를 비치토록 규정하고 방제전문가와 분당 1 m³ 이상의 소방선을 비치토록 규정하고 있다. 미국의 경우도 미국수역을 통과하는 모든 선박에 대해 긴급구난 및 해상소방에 관한 민간방제업체와 사전계약 체결을 의무화하고 있다.

4.3 사고대상 물질

해양오염사고 발생 시 국제협약에서 규정하는 물질은 표(Table 7)와 같다.

해상인명안전협약(SOLAS)은 산적고체위험물과 산적액체위험물, 포장위험물과 액화가스 그리고 방사능물질의 선박 운송에 관한 규

Table 7. Materials regulated in international convention

Convention	Materials	Oil	Solid Noxious Substances in bulk	Noxious Liquid Substances in bulk	Packaged Noxious Substances	Liquid gas	Irradiated Substances
SOLAS		×	○ (Part A-1)	○ (Part B)	○ (Part A)	○ (Part C)	○ (Part D)
MARPOL		○ (Annex I)	×	○ (Annex II)	○ (Annex III)	×	×
OPRC		○ Article 2(1)	×	×	×	×	×
OPRC-HNS		×	○	○	○	○	×
		Article 2.2.	Article 2.2.	Article 2.2.	Article 2.2.	Article 2.2.	
HNS Convention		○ Article 1. 5(a)(i)	○ Article 1. 5(a)(vii)	○ Article 1. 5(a)(ii)(iii)	○ Article 1. 5(a)(iv)	○ Article 1. 5(a)(v)	×
							Article 4. 3(b)

정을 다루고 있다. 또한 선박에서의 해양오염방지에 관하여 규정한 MARPOL협약은 기름과 유해액체물질 그리고 포장위험물질을 다루고 있고 그 외 오수, 폐기물과 대기오염에 관하여 규정하고 있다. OPRC협약은 기름에 대하여 국가 대비대응체계와 선박 소유자가 갖추어야 할 의무사항을 규정하고 있고 OPRC-HNS협약은 기름을 제외한 위험·유해물질의 대비대응에 관하여 다루고 있다. 위험·유해물질의 해상유출로 인한 피해를 보상하기 위한 HNS협약은 방사능외의 물질로 인한 인적, 물적 환경적 손해를 보상하기 위한 협약으로 아직 발효 전단계이다.

이러한 국제적으로 다루어지고 있는 위험·유해물질에 대해 국내 법은 해양환경관리법과 선박안전법에서 수용하고 있다. 해양환경관리법은 기름과 위험·유해물질의 유출에 의한 해양오염에 대비하고 대응하기 위하여 규정하고 있다.

선박안전법과 위험물선박운송 및 저장규칙은 기름과 산적고체물질, 산적액체유해물질, 포장유해물질과 액화가스 및 방사능물질을 선박을 통하여 수송하는 것에 대하여 관리방안을 다루고 있다. 또한 해양환경관리법은 위험·유해물질에 대하여 해양환경에 해로운 결과를 미치거나 미칠 우려가 있는 기름이외의 액체물질과 그 물질이 함유된 혼합 액체물질로서 545종을 규정하고 중점관리 대상 물질로 68종을 지정 관리하고 있다. 연간 국내 해상 유통량이 1,000 m³ 이상이 물질 92종 중 국내해상유통량이 100,000 m³ 이상의 액체 화학물질 28종과 유통량이 100,000 m³ 미만이지만 유해액체물질(X,Y,Z류)에 포함된 물질 40종, 95년 이후 오염사고 이력이 있는 물질 12종으로 구성되어있다.

환경부는 화학사고대비 물질 56종을 지정관리하고 있으며, 인화성, 폭발 및 반응성, 누출 가능성과 유출시 피해가 큰 물질에 대해서 화학사고 대비물질로 규정하고 있다. 환경부가 지정한 화학사고 대비 물질과 해양환경관리법의 중점관리 대상 중 중복되는 물질이 12종이고 고시대상 물질은 아니지만 잠재적 유해성을 지닌 위험·유해물질은 11종이다. 그 외의 33종은 가스류가 13종, 독성 및 인화성, 부식성이 있는 물질 19종과 비위험물 1종이다. 환경부 대상 물질에서 가스누출로 인해 육지의 인구밀집지역에서 인명의 손상

을 유발할 수 있는 물질을 13종 지정하였으나 해양환경관리법에 따른 고시 지정물질에는 가스류가 거의 포함되어 있지 않고 해양물동량이 많고 해양환경에 유해할 것으로 판단되는 물질을 중점관리 대상물질로 선정하였다. 중점관리대상 위험·유해물질 중 가스류는 3종으로 에틸렌과 프로필렌과 부타디엔으로 에틸렌은 공기보다 가볍고 다른 두 종류의 가스는 공기보다 무거운 물질이다. 위험·유해물질 중점관리 대상 물질에 대한 특성을 살펴보면 이 중 폭발 및 화재의 위험성이 높은 물질은 32종으로서 약 50%에 해당하는 물질이 화재와 폭발에 취약한 물질이라고 할 수 있다. 또한 68종의 물질 중 국내에 유입이 되는 물질 중 가스로 인한 화재 폭발 위험성이 높아짐에 따라 가스류 물질의 추가가 필요하다. 또한 화재 및 폭발사고로 대규모 피해가 우려되는 위험·유해물질의 사고 대응을 위해 해양경찰청은 500톤급의 화학방제함 2척을 울산과 여수에 배치하였으며 악 기상 상황에서도 화학사고에 대응할 수 있는 1,500톤급의 화학방제함의 건조가 예비타당성 조사 중에 있어 화학물질 사고대응이 보다 강화될 것으로 보인다.

4. 결 론

최근 위험·유해물질 물동량의 증가와 함께 유해화학물질로 인한 화재·폭발 사고가 매년 1~3건이 지속적으로 발생하고 있다. 국내에 유입되는 위험·유해물질 해상운송 물동량은 매년 증가하고 있고 국제해사기구(IMO) 선박연료유 황함유량 규제 강화에 따라 선박이 기존의 연료에서 저유황유 또는 LNG연료 추진선박으로 전환되고 있다. LNG 연료 추진선 사고시 위험·유해물질 사고로 발전할 수 있어 대비대응을 강화할 필요가 있다. 본 연구에서는 위험·유해물질 운반선박의 대비 대응체계에 대해 선진화된 미국의 사례와 우리나라와 유사한 일본을 대상으로 대응체계를 비교하고 우리나라 위험·유해물질 사고대응체계의 개선방안을 제안하였다.

첫째로 위험·유해물질 사고 발생 시 자체 대응설비로 대응이 불가능한 경우 오염원인자 책임원칙에 따라 외부 화재소방이 가능한 방제선 및 소방선을 의무적으로 비치할 필요가 있다. 미국과 일본의 경우 모든 선박이 화재사고에 대응할 수 있는 민간 방제세력을 사전계약토록 의무화하고 있어 우리나라의 대응체계에 대한 변화가

⁶MARPOL III은 포장된 형태의 유해물질로서 IMDG Code중 해양오염물질로 정의된 물질

필요하다.

둘째로 위험·유해물질 중 국가긴급방제계획에서 지정하는 중점 관리대상 물질 68종을 화재 및 폭발 위험성이 높은 가스류 등으로 관리대상물질을 확대하고 물질특성 및 사고발생시 대응방법 등에 대한 교육훈련을 강화하여 피해가 최소화 되도록 하는 데 국가 대응역량을 강화할 필요가 있다.

셋째로 현행 해양환경관리법은 유조선 150톤이상과 일반선박 1만톤이상 및 1만톤이상의 저장시설에 대하여 방제자재 및 약제 비치 의무화하고 있고 유조선 500톤이상인 경우 방제선을 공동으로 배치하거나 해양환경공단에 위탁배치토록 규정하고 있다. 위험·유해물질을 운송하는 선박은 방제자재 및 약제가 비치되지 않고 화재 및 폭발사고 발생 시 방제선박 비치의무가 없어 신속한 소화작업을 진행하기 어려워진다. 선박안전법의 경우 위험·유해물질의 안전한 수송과 인명안전에 관한 규정을 두고 있다. 해상에 유출되는 오염물질의 대응은 해양환경관리법에서 규정하고 있으나 화학물질의 해상유출이 아닌 화재 폭발사고 시 인명안전과 해양환경의 복합적 대응이 필요하고 육상에서 화학사고 대응을 위한 전담 법률을 제정하여 시행하고 있음을 고려할 때 해상에서의 위험·유해물질 운반선박 및 시설에서 발생하는 화재 등의 사고를 미연에 방지하기 위한 구체적인 규정을 마련하기 위해 국가 및 선박, 저장시설에 대한 의무를 규정하고 대비대응 강화를 위한 해상화학사고 대응에 관한 법률 제정이 필요하다.

References

- [1] Cho, S.J., Kim, D.J. and Choi, K.S. Park., 2013, Hazardous and Noxious Substances(HNS) Risk Assessment and Accident Prevention Measures on Domestic Marine Transportation, J. Korean Soc. Mar. Environ. & Safety, 19(2), 145-154.
- [2] Chun, J.Y., Kim, C.K. and Ha, C.W., 2019, A Study on the Improvement of National Maritime Pollution Response Policy according to Change of Maritime Pollution Incident Trend, J. Korean Soc. Mar. Environ. Energy, 22(1), 57-65.
- [3] DNV GL, 2015, In focus-LNG as ship fuel, Norway.
- [4] IMO, Sulphur2020-cutting sulphur oxide emissions, <http://www.imo.org/en/mediacentre/hottopics/pages/sulphur-2020.aspx>, 2020a (accessed 2020.6.19.)
- [5] IMO, International convention on oil pollution preparedness, response and Co-operation (OPRC), [http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-on-Oil-Pollution-Preparedness,-Response-and-Co-operation-\(OPRC\).aspx,2020b](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-on-Oil-Pollution-Preparedness,-Response-and-Co-operation-(OPRC).aspx,2020b) (accessed 2020.6.19.)
- [6] Korea Coast Guard (KCG), 2006, The analysis of the effect OPRC-HNS protocol, 2006, Incheon, 29-35.
- [7] Korea Coast Guard (KCG), 2015, Collision accident of M/T Maritime Maisie in Busan, Marine Pollution Response Casebook (2013 -2015year), Ministry of Public Safety and Security, Incheon, 58-70.
- [8] Korea Coast Guard (KCG), 2011a, Chap 3. Strengthen of Preparedness and Response on HNS accident in Major port. Final report of a study for advancement of national preparedness and response strategy for HNS accident, Korea Coast Guard, Incheon. 57-105.
- [9] Korea Coast Guard (KCG), 2011b, Chap 2. Regulations of Preparedness and Response on HNS accidents, Final report of a study for advancement of national preparedness and response strategy for HNS accident, Korea Coast Guard, Incheon. 9-53.
- [10] Korea Coast Guard (KCG), Statistics of marine pollution accidents, [http:// index.go.kr](http://index.go.kr), 2020a (accessed 2020.06.18.)
- [11] Korea Coast Guard (KCG), Statistics of marine pollution accidents by material (HNS), <http://index.go.kr>, 2020b (accessed 2020.08.13.)
- [12] LII, 33CFR Part 153—Control of Pollution by Oil and Hazardous Substances, Discharge removal, Legal Information Institute, <http://law.cornell.edu/cfr/text/33/part-153>, 2020 (accessed 2020.08.13.)
- [13] National Law Information Center(NLIC), Ship Safety Act, <http://law.go.kr/>, 2020a (accessed 2020.06.19.)
- [14] National Law Information Center (NLIC), Marine Environment Management law, <http://law.go.kr/>, 2020b (accessed 2020.08.13.)
- [15] Park, M.O., Park, H.S., Kim, T.H., Oh, S.W. and Lee, M.J., 2016, A Study on the Development of HNS Database for Response System of Marine Spill Accident in Korea, J. Korean Soc. Mar. Environ. & Safety, 22(1), 52-58.
- [16] PORT-MIS, Statistics of dangerous goods import, <http://new.portmis.go.kr/portmis/websquare/>, 2020(accessed 2020.06.18.)
- [17] Ulsan Fire Department (UFD), 2020, the response activities on site, Ulsan Metropolitan City, White Book of vessel fire accident in Ulsan Yumpo port, Ulsan, 41-128.
- [18] World Law Information Center (WLIC), Law of Marine Pollution and Marine Disaster; Japan, <http://world.moleg.go.kr>, 2019 (accessed 2020.06.19.)
- [19] You, Y.H., 2013, Countermeasure of Maritime Police against HNS Disaster Accident, Crisisonomy, 9(11), 77-92.

Received 1 July 2020

Revised 11 August 2020

Accepted 14 August 2020