

해양 화학물질 유출사고 대응을 위한 한국형 위험유해물질의 데이터베이스 개발에 대한 연구

박미옥*† · 박현실** · 김태홍** · 오상우*** · 이문진***

*, ** 부경대학교 해양학과, *** 선박해양플랜트연구소 해양안전연구부

A Study on the Development of HNS Database for Response System of Marine Spill Accident in Korea

Mi Ok Park*† · Hyeon-Sil Park** · Taehong Kim** · Sangwoo Oh*** · Moonjin Lee***

*, ** Department of Oceanography, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

*** Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering, 32, Yuseong-daero, 1312 Yuseong-gu, Daejeon 34103, Korea

요 약 : 본 연구에서는 국내의 공시된 545종의 위험유해물질의 국제 해상운송위험물 코드를 포함한 다양한 물질 고유번호들을 수집하고 물질정보와 위험성에 대해 조사한 후, 이미 개발된 미국, 일본, 유럽형 데이터베이스를 참고하여, 해상 운송되는 국내 HNS의 물질정보와 폭발성과 부식성을 포함한 거동특성에 대한 자료를 취합한 한국형 위험유해물질 데이터베이스를 구축하였다. 또한 기존 육상 환경위주의 위험유해물질의 데이터베이스의 문제점과 혼합물 위험유해물질의 물질정보의 부재를 포함한 해결해야할 문제점을 보고하였다. 해양유출사고에 대비한 데이터베이스의 구조를 국내 해양환경에 맞는 기본모델을 구축하고 추후 확장 데이터베이스 구성에 대한 개선안을 제시하였다.

핵심용어 : 위험유해물질, 데이터베이스, 폭발성, 부식성, 국제해상운송위험

Abstract : In this study we collected various substance codes, physical and chemical properties, and hazard level of the 545 HNS which was determined earlier, and constructed the Korean HNS database including International Maritime Dangerous Goods (IMDG) codes, informations of explosive and corrosive characteristics of HNS after reviewing of US, Japan and European Database. And also problems of present HNS Database which focused mainly on land-based environment and an absence of information for chemical and physical properties of mixed substance HNS are reported. For the efficient implementation of comprehensive HNS management system, we constructed the basic model for the HNS database in marine environment and made suggestions for improvement for the future development of HNS Database to be prepared for the marine spill accidents.

Key Words : Hazard and Noxious Substances(HNS), Database, Explosive, Corrosive, IMDG

1. 서 론

우리나라 연안 해역에서 허베이 스피리트 유출사고, 세월호 사고 등 재난 사고가 증가 하고 있으며, 유류 유출사고 뿐 아니라 위험 유해물질 유출사고도 빈번하게 발생하고 있는 실정이다. 최근 우리나라 무역량의 90% 이상이 해양으로

운송되고 있으며, 이 중 독성과 폭발성, 인화성이 있는 위험 유해물질의 물동량은 약 18%를 차지하는 1억 5천만 톤에 달하고, 그 종류는 약 6천여 종으로 알려져 있다(Cho et al., 2013). 국내의 화공제품의 생산량 증가와 국외 수입량의 증가는 앞으로도 계속적인 해상 수송량이 증가할 것으로 예상되며, 실제 HNS 운송량은 2004년에 비해 2012년에는 2억 7천만 톤으로 증가했다. 유류를 제외한 HNS는 전체 해상 운송량의 39-47%에 해당한다(MPSS, 2015).

최근 들어 유류 유출 오염사고 시 유류 확산 방지를 위한 장치 및 유류 회수 장치, 유류 수거를 위한 다양한 방법과

† Corresponding Author : mopark@pknu.ac.kr, 051-629-6575

※ 해양 화학물질 유출사고 대응과 식별기술을 위한 한국형 위험유해물질의 데이터베이스 개발을 위한 연구, 해양환경안전학회 2015년도 추계학술발표회, 경상대 통영캠퍼스, 2015년 11월 26일, pp. 364-366.

같은 종합적인 방제 시스템이 개발되고 있는데 반해, 위험 유해물질에 대한 대비는 대응방안 및 방제 시스템은 물론이고, 전문 인력을 포함한 자료의 체계적 데이터베이스도 매우 미비한 상태이다. 그러나 국제적으로 범세계적 HNS 유출 사고에 대비한 대응체제 구축을 위해 국가 간 대비 대응 및 협조체제를 만들고자 국제 해사 기구 IMO(International Maritime Organization)에서는 2007년 OPRC(Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation) - HNS를 발효하였고, 우리나라도 2008년 가입함으로써 국내외적으로 이러한 HNS 해양오염 유출사고의 대응책을 세워하는 시점에 이르게 되었다. 해상 운송 시 위험유해물질의 유출사고 발생 시 현장대응 능력 뿐 아니라 사고 발생 현장에서 필요한 물질정보의 신속한 제공과 처리를 위한 위험요인에 대한 정보가 사전 구축되어야 하며, 물질 수송이 물동량 기준으로 본 사고이력들을 기반으로 관리체계도 우선으로 갖추어져야만 한다.

현재 국내의 국가 중점관리 대상 물질 HNS는 68종으로 연간 해상유통량이 100,000 m³ 이상의 액체성 화합물 28종과 연간 유통량은 100,000 m³ 미만이지만 해양환경관리법상 유해액체물질로 분류된 X, Y, Z 류 545종에 포함된 40종으로 구성되어 있다. 그러나 해양환경관리법상 지정된 유해 액체물질 화합물은 유통되고 있는 물질별로 지정하다 보니, 지정 유해위험물 중 상당수가 혼합물의 형태로 포함되어 있어서 이 데이터를 기초로 물질정보 데이터베이스를 구성하기 어렵다. 해상 운송되는 약 6천 종의 HNS에 비해, 현재 이용 가능한 68종의 해상 유출에 대비한 위험유해물질 데이터베이스는 매우 부족한 자료이므로 데이터베이스의 자료 확보는 해상운송에 대한 안전관리를 위해서 우선적으로 확장해야 하는 상태이다. 따라서 이와 같은 자료가 수집되기까지 본 연구에서는 해양환경관리법상의 유해액체물질 545종을 우선 선택하여, 국내 사정에 맞는 해양 HNS 데이터베이스의 구성요소와 다양한 자료의 공급원 중 선택의 기준을 검토하여 초기단계의 HNS 데이터베이스의 기본형을 제시하고자 한다.

또한 국외의 HNS 사고에 대비한 요구에 부응하기 위해, 단순한 물동량 기준으로 고시된 현재의 HNS 물질 545종은 향후 사고에 대비한 효율적인 대응을 위해 제고되어야 할 점이 많으므로, 앞으로 HNS의 우선 순위도를 인체 및 해양 환경에 대한 유해성과 사고 대응 시 위험성 그리고 사고이력을 포함한 자료를 토대로 데이터베이스를 확장하고 체계적인 우선순위 결정방법을 정해야 할 것으로 사료된다. 따라서 본 연구에서는 국내의 해양 HNS 유출 사고 발생 시 적합한 데이터베이스 구축을 위해 고려할 점과 기존 국외의 데이터베이스들의 검토하고 국내의 기존자료들을 활용한 해양 위험유해물질 데이터베이스의 구축을 위한 기초를 다

지고자 한다. 또한 대응정보를 효과적으로 활용할 수 있도록, 물질정보와 위험도를 포함한 대응정보를 활용해 추후 데이터의 확장을 위해 우선순위 선정을 위해 고려해야 할 점을 고찰하고, 누락된 자료 및 혼합물에 대한 물성자료의 미비점을 보완하기 위한 제안을 제시하고자 한다. 이러한 국내외 체계적인 데이터베이스 구축을 위해 선진국의 표준화된 분류체계와 데이터베이스를 검토하여, 국내 유해위험물질의 관리와 사고대응을 위한 안전 관리기능을 확보할 수 있는 정보서비스의 기본 인프라를 마련할 수 있는 한 측면에서 국내 해양 유해위험물질의 데이터베이스의 구축에 필요한 요건을 제시하고자 한다.

2. 국내외 해양환경 HNS 데이터베이스의 비교

해외의 HNS 데이터베이스 중 가장 종합적인 데이터베이스는 미국의 NOAA와 EPA가 공동으로 구축한 CAMEO (Computer-Aided Management of Emergency Operations)를 들 수 있다(CAMEO Chemicals, 2015). 물질정보 및 대응정보를 6천여 종 화합물에 대해 수록하였고, 사고발생시 인체 및 수생생물에 대한 독성자료까지 포함한 포괄적인 데이터베이스로 온라인상에서 검색할 수 있는 정보체계를 구축해놓고 있어서, 효과적인 검색기능도 갖추고 있다. 그러나 미국 데이터베이스의 경우, IMDG 번호(International Maritime Dangerous Goods Codes)는 누락되어 있다.

일본의 경우는 국내의 경우와 유사하게 실질적이나 데이터베이스가 검색기능도 갖추지 못했고, 선정한 물질정보 자료 및 데이터의 우선순위 등이 명료하지 않다(MDPC, 2004). 단순히 실질적으로 가장 많이 유통되는 물질 정보위주로 정리한 것으로 보인다. 유럽의 HNS 데이터베이스도 종합적 이라기보다는 부분적인 데이터베이스로 여겨진다.

국내의 경우, 위험물의 유형별 구분체계의 GHS(Global Harmonized System of classification and labelling of chemicals) 도입현황을 Lee et al.(2013)이 보고한 바에 의하면 유관기관들은 환경부(유해화학물질 관리법), 고용노동부(산업안전보건법), 소방방재청(위험물 안전 관리법), 국토해양부, 기술표준원, 농촌진흥청 등이 있다. 이 중 환경부는 유독물 GHS 지원 시스템(<http://ncis.neir.go.kr/ghs>)을, 고용노동부는 MSDS/GHS 시스템(<http://www.kosha.or.kr>)을 통해 14,800여종의 화학물질에 대해 분류정보를 제공하고, 소방방재청은 국가위험물정보시스템(<http://www.nem.go.kr/hazmat>)에서 약 2,500여종의 위험물의 정보를 제공하고 있다. 이 중 환경부와 고용노동부는 모두 NFPA(National Fire Protection Association) 704라는 위험물에 대한 화학적 반응성, 인화성, 건강위해수준과 기타 특이점등 네 가지 특성을 단계별로 숫자로 표기한 다이아몬드 형태의

그림으로 표시한 자료를 제시하고 있다.

화학물질 안전관리 정보시스템(KISChem, Korea Information System for Chemical Safety Management)은 이러한 기존의 다양한 자료들을 모두 참고하여, 4만여 종의 방대한 물질정보와 대응정보를 수록하고 있고 온라인상에서 검색하여 쓰도록 제공하고 있다. KISChem(2015)은 9개 항목 50범주의 정보를 제공하고(Table 1), 이는 기본물질정보를 포함하며 물리화학적 특성, 독성정보, 응급조치, 폭발 및 화재위험성, 누출 시 대처 요령, 환경거동, 그리고 GHS 정보를 제공한다. 이들 자료의 구성은 해외의 기존 개발된 데이터베이스의 상당부분을 물리적으로 취합한 것으로 종합적인 자료제공의 장점이 있으나, 정보의 중복성 및 정리, 그리고 누락된 자료의 보완이 필요한 한계점이 있다. 이와 별도로 화학물질정보시스템(NCIS : National Chemicals Information System)(Table 2)도 9개 항목과 45개 범주의 자료를 제공하며, 이 NCIS 데이터베이스는 사고 시 조치 및 취급중의 사항보다는 물질 자체의 물리화학적 특성이나 환경독성, 인체 건강독성과 함께 관리번호를 포괄적으로 모두 제공하고 있어 KISChem과 차별성이 있으며, 본 연구의 HNS 데이터베이스 구축과정에 IMDG 번호 및 HS 번호와 같은 자료를 얻는데 활용하였다. 이외에도

KOSHA MSDS(단일 물질의 MSDS 정보, 16개 항목)과 CEIS(화학사고 응급대응 정보시스템)이 9개 항목 62개 범주의 자료를 제공한다.

현재까지 국내에서 이러한 데이터베이스는 국립환경과학원에서 육상의 유해 위험물질 위주로 정리되었고(KISChem), 최근 소방산업기술원에서 위험물의 종류별 구분체계 개선 및 위험물질 정보제공 선진화 방안연구를 발표한 바 있다(Lee et al., 2013). 이 보고서에서는 GHS를 위주로 해서 각 기관마다 다른 데이터베이스와 데이터베이스 표준화의 필요성을 강조하였다. 특히 위험물질의 관리 측면에서 운송 및 사용자를 위한 산업안전보건법 시행규칙(2006)은 정보 전달 방법이 UN이 채택한 화학물질의 분류 및 표시에 대한 국제기준(GHS)을 고시에 반영하여 유해위험성 분류를 물리적 위험성 16종, 건강 유해성 10종, 환경유해성 2종으로 총 28종으로 세분화 하였다. 또한 정보 전달 방법인 MSDS(물질안전보건자료)의 항목과 순서를 국제적인 방법으로 수정해 사용하고 있다. 환경부는 유해화학물질 관리법을 개정하여 2007년부터 사용하고 있으며, 2008년부터 물질을 28종으로 유사하게 분류하고 유해 위험문구, 예방, 대응, 저장 및 폐기까지 포함한 정보를 제공하고 있다. 또한 소방재청은 위험물 안

Table 1. HNS informations by KISChem

Item	Category
Basic Material Information	CAS Number
	Substance Name(English)
	Substance Name(Korean)
	Similar Name(English)
	Similar Name(Korean)
	Usage Information
Physical and chemical properties	Molecular Weight
	Condition
	Color
	Odor
	Flavor
	Boiling Point
	Melting point
	Vapor Pressure
	Vapor Density
	Solubility (water)
	Solubility (solvent)
	pH
	Octanol/Water Partition coefficient
	Specific Gravity
Viscosity	
GHS Information	Human toxicity Information
	Ecotoxicology Information

Table 2. HSNS informations by NCIS

Item	Sub Category
General Information	English
	Korean
	Similar English Number
	Similar Korean Number
	CAS Number
	Molecular Formula
	Structural Formula
	Molecular Weight
Control Number	RTECS Number
	UN Number
	EC Number
	HS Number
	ICSC Number
Physical and chemical properties	Physical state
	Characteristics
	Odor
	Melting point
	Boiling Point
	Vapor Pressure
	Density
Octanol/Water Partition coefficient	
Henry constant	

전관리법의 시행규칙 “위험물 운반에 관한 기준” 중 운반용기에 대한 표시사항을 위험물 분류 및 표지에 대한 기준으로 사용토록 하고 있다. 전 세계가 사용하고 있는 GHS 시스템을 도입해서 위험물질의 분류 및 표시의 통일화는 2008년 도입해서 2010년부터 시행하게 되었으나, 여전히 국내의 화학물질의 정보를 제공하는 분류 및 표시등이 서로 상이하며, 단일 물질에 대한 분류 번호도 중복되거나 다른 경우들이 있어 정확한 자료의 전달이 어렵거나 데이터베이스 간 통일이 필요하다. 특히 사고 발생 시 기관간의 정보의 혼선 가능성도 배제할 수 없어서 이에 따른 육상 및 해상, 그리고 사고 발생 시 수습하는 안전 요원 등의 건강유해성 및 사고의 위급성, 조치를 위한 기본 대응 정보를 제공하기 위해서라도, 물질 특성 정보를 제공하는 고유번호의 통일 혹은 명확한 연계성이 확보되어야 한다.

동일 화학물질에 대한 개별 법령에 따라 각기 다른 화학물질의 유해 위험 군으로 분류한 경우와 다양한 참고자료의 데이터를 그대로 모두 병기하여 중복 물질자료가 그대로 수록되었고 심지어 매우 다른 자료들도 함께 여과 없이 기재된 경우도 많았다. 이는 사용자에게 서로 다른 물성 중 어느 자료를 선택해야할지 혼선을 주고 있다. 향후 다양한 기관에서 산업체 현장, 운송과정 중의 사고 대응, 저장고에서의 안전 규칙 등 유해위험물질을 다루는 인력에 대한 교육 자료로 활용하는 과정에서도 문제점으로 부각될 것이므로 규제 및 안전수칙 등 이러한 데이터베이스의 사용목적이 다를지라도 일관성 있는 주관기관의 관리 및 통일성 있는 분류체계를 정비할 필요성이 절실히 필요하다. 즉, 안전한 관리체계의 선진화와 국민안전과 관련된 위험물에 대한 정확한 정보 전달(Hazard communication)이 요구되고 있다(Lee et al., 2013). 특히 해양환경의 경우, 점차 해상 운송이 증가하고 있을 뿐 아니라 각종 안전사고의 증가 및 세계적인 추세가 해상안전을 위협하는 요인이 증가하고 있으므로 해양의 화학물질 유출사고를 대비한 데이터베이스가 별도로 필요하며, 이에 상응하는 적절한 조치를 위한 대응정보의 데이터 베이스화를 국제적인 정보전달 체계와 연계하여 준비할 필요성이 대두되고 있다.

사고 발생 시 선박에서의 긴급한 사고 대처를 위해서는 해양환경의 특성에 따라 더욱 신속한 조치가 필요하므로 이에 따른 적절한 조치가 취해지기 위해서는 해상을 통해 운송되는 유해위험 물질에 대한 정확한 정보를 전해줄 수 있는 HNS 데이터베이스가 마련되어야 한다. 현재는 물동량 위주로 채택된 유해 액체물질 분류를 위한 세부기준에 따라 물질목록이 해양환경전문가그룹(GESAMP, 2015) 위험성 분석표를 따라 물질 특성평가에 기초한 오염범주를 배정한 545종의 유해위험물질을 X, Y, Z로 구분하여 지정하고 있다.

국내에 현재 해양환경 특성을 고려한 해상운송 HNS 물성 자료의 종합적인 데이터베이스는 없으며, Lee and Kim(2012)이 68종의 위험유해물질 긴급대응 가이드북과 화학방재 연구센터에서 배포한 유해물질 방재 핸드북(Chemical Emergency Information Center, 2004) 외에는 거의 찾아보기 힘든 실정이다. 더구나 해양환경에서 일어날 수 있는 조건을 고려한 현장대응 정보 또한 구비되어 있지 않다.

국제해사기구(IMO)에서는 선박에 의한 위험물 운송의 증가로 인하여 사고발생의 우려가 높아짐에 따라 1963년 위험물의 안전한 운송을 위한 국제적인 기준인 “국제 위험물 해상운송규칙(IMDG: International Maritime Dangerous Goods)”을 제정하고 이를 표준기준으로 권고하였다. 우리나라도 위험물의 해상 운송량이 증가하여 위험성이 높아짐에 따라 IMDG 번호를 1979년 국내법으로 수용하게 되었다(Hong et al., 2001). 국내 HNS 데이터베이스는 해양환경의 특성에 맞게 구축된 것이 아니라, 물질 정보 중 분류번호가 주로 UN 번호나 CAS 번호로 되어있고, 해상운송의 안전한 운송을 위한 IMDG 번호는 대개 없거나 부분적인 자료만 수록되어 있다. IMDG 번호는 총 5개 책자로 되어있으며, 1권은 일반규정, 2, 3, 4권은 9개 분류별 각 물질의 특별기준, 그리고 5권은 번호의 부족으로 관련된 번호 혹은 권고들이 포함되어 있다. 이렇게 여러 책으로 구성되어 있어서 해상안전 사고 시 관련물질을 찾아보기가 매우 불편하며, 실제 유료화 된 제공은 되고 있지 않다. 이러한 불편을 해소하고자 Hong et al.(2001)은 IMDG 번호를 전산화하여 신속하고 정확한 정보 제공을 하고자 했다. 본 연구에서도 데이터베이스 구성을 위해 기존 데이터베이스를 참고로 IMDG 번호를 확보하여 포함시키도록 하였다.

다만 이는 해양에 특성화된 데이터베이스가 아니며, 많은 물질정보 자료가 여러 참고자료를 여과 없이 그대로 반영하여 수록하고 있으며, 조건에 따라 다른 값들을 모두 함께 입력하였다. 또한 자료의 구성을 사전적으로 나열하고 있어, 검색이 효율적이지 못한 편이다. 그러나 충분한 자료를 모아두고 있어서, worksheet를 만들었으며, 이를 바탕으로 필요에 맞게 정리하고, 해양환경에 적합한 대응정보를 추가한다면 법정 위험유해 물질의 물질정보 및 대응정보 데이터베이스를 만드는 데 유용할 것으로 보인다.

3. 한국형 해양 HNS 데이터베이스 구축

물질별 고유번호에 대한 연관성을 확인할 수 있도록 물질별(CAS), 위험도 유형별 (IMDG) 번호를 쉽게 알아볼 수 있도록 정리하였으며, 누락된 부분에 대해서는 추후 확인할 수 있도록 표시하였다(Table 3). 현장에서 취급하는 작업자의 사

Table 3. CAS, UN number and IMDG code of HNS Database

No	Name	CAS	UN	IMDG
1	Acetic acid	64-19-7	2789	8
2	Acetic anhydride	108-24-7	1715	8
3	Acetone cyanohydrin	75-86-5	1541	6.1
4	Acetonitrile	75-05-8	1648	3
5	Acrylic acid	79-10-7	2218	8
6	Acrylonitrile	107-13-1	1093	3

용번호는 HS 번호를 사용하고 있어, 신속한 현장대응을 위해 이 HS 번호도 데이터베이스에 차후 포함시켜야 할 필요성이 있다. 물성자료는(Table 4) 각 물질 별로 용해도, 비중, 인화점, 발화점, 증기압, 폭발한계에 대해 정리 하였으며, 폭발성과 부식성에 대한 자료는 각각 3단계와 부식성 물질 73종을 분류하여 정리하였다(Table 5). 추후 증발, 침강, 용해 등 해수 중 거동에 관한 물질 간 분류작업도 필요로 된다. 일부는 NCIS를 통해 확보하였으나, 더 많은 HNS 물질에 대해 적용하기 위해서는 화학적 물리적 특성을 기반으로 세분화하는 과정을 프로그램으로 개발할 필요성이 있다. 추후 6천 여 종의 물질정보를 분류하기 위한 프로그램 개발단계에 있다. 545종의 HNS 물질 중에 물질 정보를 기존 데이터베이스에서 찾을 수 없는 혼합물의 종류는 대략 200여 종에 달하

며, 이들의 물성은 실험을 통해 구하거나, 구성하고 있는 혼합물들을 기준으로 어느 정도 예측가능하나 시간이 필요한 일이다. 그러나 본 연구에서는 대부분 데이터베이스와 마찬가지로 순수한 화합물을 기준으로 정리하여 데이터베이스를 구축하였다.

이번 수립한 한국형 해양 HNS 데이터베이스를 추후 확장할 경우, 선택의 기준으로 우선순위를 IMDG 번호 중 1-6까지의 위험성이 높은 HNS 화합물을 우선적으로 선택해 자료 데이터베이스를 넓혀가는 것이 합리적인 접근방법으로 사료된다. Table 3에는 일련번호와 한글명, 영문명과 함께 CAS 번호, UN 번호, 그리고 해상운송의 안전에 관련한 IMDG 번호를 정리하였다.

HNS 물성 정보 중 용해도, 인화점, 발화점 및 증기압에 대한 자료는 검색한 값들이 다양한 환경 조건하에서 조사되어 있어서 손쉽게 쓰거나 표준화할 수 없는 불편함이 있다. 이번 물질 정보 데이터베이스는 온도조건을 실온 20℃로 고정하여 정리하고 그 외, 온도에서 측정할 값만 있을 경우 조건을 명시하였다. 또한 유사한 명칭의 물질명도 worksheet에 별도로 준비하여 추후 HNS 대응정보 데이터베이스 구축할 경우 사용하고자 하였다. 대응 정보를 신속하고도 정확한 전달하기 위해서는 자료의 단계별 번호화가 유용할 것으로 판단된다. 구간을 정해서 디지털 값으로 정의해놓으면, 추후 이 값들을 그래픽이나 색상 등으로 나타내어 신속한 대처에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다. HNS 물질정보 및 대응

Table 4. Basic chemical and physical properties of HNS

No	Name	Water Solubility	Specific Gravity	Flash Point	Autoignition Temperature	Vapor Pressure	Explosion limits
1	Acetic acid	Mixed	1.05	44.4℃	463℃	11mmHg	16.0% ~ 4.0%
2	Acetic anhydride	120g/l	1.08	48.8℃	330℃	4.15mmHg	10.3% ~ 2.7%
3	Acetone cyanohydrin	Mixed	0.93	73.9℃	688℃	15.53mmHg	11.0% ~ 2.25%
4	Acetonitrile	Mixed	0.8	5.6℃	524℃	88.8mmHg	16% ~ 4.4%
5	Acrylic acid	Mixed	1.05	49.4℃	438℃	3.97mmHg	8.0% ~ 2.0%
6	Acrylonitrile	74.5g/l	0.81	0℃	481℃	83.03mmHg	17.0% ~ 3.0%

Table 5. Additional chemical and physical properties for prioritizing HNS (explosive and corrosive)

No	Name	CAS	Explosive	Causticity
1	Acetic acid	64-19-7	2	O
2	Acetic anhydride	108-24-7	2	O
3	Acetone cyanohydrin	75-86-5	2	X
4	Acetonitrile	75-05-8	3	X
5	Acrylic acid	79-10-7	2	O
6	Acrylonitrile	107-13-1	3	X

정보는 많은 경우, 다양한 출처의 데이터베이스로부터 구할 수 있다. 그러나 실제 유용하게 쓰일 수 있는 데이터베이스로 만들기 위해서는 표준화와 단순화 과정을 위해 단계별 수정작업을 거쳐야 한다.

4. 결 론

국내의 해상운송을 통한 물동량은 증가추세로 유류피해 못지않은 비중을 보이고 있으며, 이에 따른 사고의 위험성도 증가하고 있다. 그러나 이에 대한 대비로서 해양환경에서 유출사고 발생 시 조치를 위한 물질정보의 데이터베이스와 대응 정보가 제대로 갖춰있지 못한 상황이다. 환경부에서 개발되어 제공되는 데이터베이스 웹사이트는 일부 법정 HNS 물질 정보를 제공하고 있으나, 여러 자료들을 단순히 취합하고 있어서 사용하기 어려운 점이 있다. 이보다 신속히 대응할 수 있는 위험도를 표시한 번호가 결여되어 있으며 해양환경을 고려한 정보도 준비되어 있지 않기 때문에 미래의 사고 발생에 대한 대비체계가 절실한 환경이다. 따라서 이용 가능한 국내외 HNS 데이터베이스들을 참고하여, 자료 정리 및 입력을 위한 표준화 작업을 진행하였다.

육상 환경 위주로 구성되어 있는 HNS 데이터베이스와 다른 한국형 해양 HNS 데이터베이스를 구축하기 위해, 다양한 국내외 기존자료를 참고하고 검토하였다. 그 중 CAMEO, KISChem, NCIS을 주요 참고자료로 선택해서, 국내의 법정 고시된 해양환경관리법상의 유해액체물질 540여종의 HNS의 물질정보를 수집하였으며, 향후 데이터베이스 확장시 위험성이 큰 물질부터 추가하기 위해 HNS 물질의 폭발성 및 부식성에 대한 위험도 순위를 별도로 자료화 하였다. 이 과정에서 유통되는 물동량 위주로 법정HNS 물질 제정을 함으로써 포함된 많은 혼합물들은 화학-물리적 물질 특성은 생략하였다. 혼합물을 제외한 276종의 순수 화합물에 대해 세 가지 분류번호(CAS, UN, IMDG)를 함께 연계한 리스트를 완성하였으며, 법정 HNS 545종 물질의 물성자료에 관한 working sheet를 마련하였다. 또한, 우선순위 매김의 기초자료로서 폭발성과 부식성에 대한 위험성을 단계별로 구분하는 등급을 조사하여, 추후 데이터베이스 확장을 위한 선택의 바탕이 되는 보조 자료를 정리하였다. 이로써 향후 해양환경에서 유출사고 발생 시 방제 처리를 위한 물질정보들을 알기 쉽게 정리한 데이터 베이스를 현재 법정 HNS 물질들에 대해서 확보하였다.

앞으로 해결해야 할 과제로는, 이러한 해양 HNS 데이터베이스의 실제 활용도를 높이기 위해 해상에서 운송과정의 작업자들이 주로 사고 발생 시 선적된 제품의 이름보다 HS 번호를 위주로 인지하고 있으므로, 기존의 데이터베이스가

제공하고 있는 물질 고유번호인 CAS 번호나 위험성 분류체계인 IMDG 번호와 HS 번호를 연계시킬 필요가 있다. 또한, 물질정보 외에도 해상유출시 대응정보 데이터베이스도 반드시 구축되어야 하며, 육상 환경과 달리 해상환경의 특성을 고려한 대응정보가 만들어져야 한다. 대응정보의 내용도 해역에 따른 차이가 있으므로 이를 고려한 정보체계가 구비된다면 효과적인 대비체계의 기초가 될 것으로 보인다. 그러한 첫 단계가 해수 유출시 HNS 물질의 거동을 예측할 수 있는 분류체계이다. 일부 제공되는 정보도 있지만 현재 대다수 물질에 대한 분류가 제공되지 않고 있어서 거동예측 분류군별 정도도 요구된다. 이와 같은 자료가 모두 마련되면 현장에서 즉시 사용가능한 온라인 프로그램을 개발할 수 있을 것이며, 이를 이용해서 보다 정확하고 해상 유출된 HNS의 신속한 제거 및 안전한 작업이 가능할 것으로 기대된다.

사 사

이 논문은 2015년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구(위험유해물질(HNS)사고 관리기술 개발)이다. 대학원생의 연구능력 향상을 위한 노력으로 한국해양과학기술원의 '해양 분야 전문 인력 양성 사업(PP00793)'을 통해 일부 도움주신 점 감사드립니다.

This research was a part of the project titled 'Development of Management Technology for HNS Accident', funded by the Ministry of Oceans and Fisheries, Korea.

We also appreciate the support for enhancement of research ability, from the 'Professional Education & Training Program in ocean Science and Technology(PP00793)' through the Korea Institute of Ocean Science & Technology.

References

- [1] CAMEO Chemicals(2015), <https://cameochemicals.noaa.gov>.
- [2] Chemical Emergency Information Center(2004), 2000 Emergency Response Guidebook.
- [3] 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.
- [4] GESAMP(2015), <http://www.gesamp.org>.
- [5] Hong, C. Y., M. S. Lee and D. H. Kim(2001), Computerized

IMDG Code for Safe Marine Transportation, MECA
Information and Communication LTD, pp. 20-25.

[6] KISChem(2015), <http://kischem.nier.go.kr>.

[7] Lee, B. W., S. M. Lee, H. P. Jung and S. P. Kwon(2013),
Final Report : Improvement of classification for kinds of
dangerous goods and advanced method providing informations
of HNS, National Emergency Management Agency, pp.
96-101.

[8] Lee, M. J. and H. J. Kim(2012), 2012 HNS Emergency
Response Guidebook, Korea Institute of Ocean Science and
Technology, p. 206.

[9] MDPC(2004), Marine Disaster Prevention Center, Data Base
for Marine HNS Spill Disaster Response, pp. 181-464.

[10] MPSS(2015), Ministry of Public Safety and Security, [http://
www.mpss.go.kr](http://www.mpss.go.kr).

Received : 2015. 12. 04.

Revised : 2015. 12. 31. (1st)

: 2016. 02. 02. (2nd)

Accepted : 2016. 02. 25.