J. Soil Groundw. Environ. Vol. 21(4), p. 20~29, 2016
http://dx.doi.org/10.7857/JSGE.2016.21.4.020
ISSN 1598-6438 (Print), ISSN 2287-8831 (Online)

≪ **Review Paper** ≫

화학사고시 토양오염 사전관리제도 도입을 위한 국내외 제도 분석 및 시사점

유근제 · 양지훈 · 황상일*
한국환경정책 · 평가연구원

A Study on the Introduction of Pre-management System to Prevent Soil Contamination by Chemical Accident

Keunje Yoo · Jihoon Yang · Sang-Il Hwang*
Korea Environment Institute

ABSTRACT

Although a number of chemical accidents have been occurred in South Korea, the effective prevention act for soil contamination has not been established so far. To effectively protect soil contamination from chemical accidents, decision support laws and regulations are absolutely essential. Regarding this situation, this study was aimed at diagnosing problems in current chemical safety management and prevention and response system against chemical accidents through analyzing the domestic and foreign causes of chemical accidents and the accident response procedures and finally suggesting policy measures for solving those problems. In order to clarify management of soil contamination by chemical accident, this study suggests the establishment of chemical accident preparedness, response, and making of local chemical management law and policy. This law needs to be supported by a clear management framework to guide government officials and all other stakeholders in the management of soil contamination by chemical accident.

Key words : Chemical accident, Soil and groundwater contamination, Soil policy, Chemical safety management, Chemical accident response system

1. 서 론

현재 국내에는 약 4만 종 이상의 화학물질이 유통되고 있으며, 매년 약 400여 종의 화학물질이 시장에 신규로 진입되는 등 화학물질의 사용이 꾸준히 증가하고 있다. 2011년 기준 유독물 유통량은 3천 934만 톤으로 2002년의 2천 445만 톤에 비해 Fig. 1과 같이 약 60%가 증가하였고 향후에도 지속적으로 증가할 것으로 예상하고 있다(NEMA, 2011). 화학물질의 사용증가는 환경안전사고의 증가로 이어져 최근 10년 사이에 5배 이상이 증가하여 환경뿐만 아니라 인명 및 재산에 대한 직접적 위협요인이 되고 있어 생활안전에 대한 사회적 불안감도 점차 고조되고 있는 실정이다(NEMA, 2011). 또한, 낮은 산업안전 의식, 효과적인 사고 예방 · 대응 기술 및 체계의 부족, 사고 이후에도 피해구제 제도 등의 미흡으로 인해 사회적 갈등 및 비용 소모가 증가하고 있어 실효성 있는 구제장치 마련의 필요성도 지속적으로 제기되어 왔다(KISTEP, 2014).

미국의 경우에는, 화학사고 발생 시 부처별 대응체계의 혼선 방지를 위해 사업장 안과 밖의 소관부처를 구분하여 법에 명확히 명시하고 있으며, 각 부처는 사고 발생 시 총괄업무 및 사고 후의 제도정비 등에 대해 체계적으로 역할을 담당하고 있다(Park and Seo, 2013). 화학사고의 예방 및 대응 프로그램의 시행에 있어서도 위해관리계획, 공정안전관리제도 등 각각의 관할분야에 대해 체계적인 관리프로그램을 시행함으로서 사고에 대한 근원적 예방대책으로 활용하고 있다(US EPA, 2013).

우리나라는 '2012년의 구미 불산 누출사고'를 계기로 화학물질 안전관리를 위해 많은 정책적 변화가 이루어지고 있다. 2013년 국가정책조정회의에서 '화학물질 안전관리 종합대책'이 발표되었으며, 사고현장의 혼선 방지를 위

*Corresponding author : sangilh@kei.re.kr
Received : 2016. 6. 9 Reviewed : 2016. 6. 29 Accepted : 2016. 7. 7
Discussion until : 2016. 10. 31

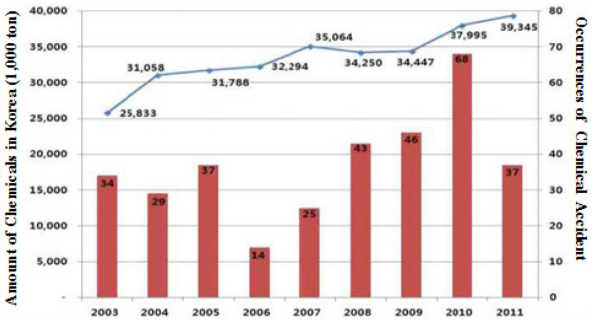

Fig. 1. Trend of incidents of chemical accidents and circulation amount of toxic chemicals in South Korea (NEMA, 2011).

해 모든 화학사고에 대한 주관부처를 환경부로 일원화하였다(Ha, 2014). 2014년 1월부터는 유해 화학물질로부터 국민 건강과 환경을 사전예방적으로 보호하고 화학사고의 적극적인 예방 및 대응을 위해 「화학물질관리법」 (화관법), 「화학물질평가법」 (화평법)이 제정 또는 변경 시행되고 있다. 또한, 2015년 12월부터는 환경유해물질 관리 및 환경오염 피해구제 강화를 위해 「환경오염피해 배상책임 및 피해구제에 관한 법률」이 시행되는 등 환경안전사고 예방 및 대응정책을 강화하는 데 있어 매우 중요한 시기를 맞고 있다(National Law Information Center, 2015a; Han, 2015).

지속적으로 발생되는 화학물질사고 문제를 근본적으로 해결하기 위해 정부는 '화학물질안전관리 종합대책', '유해화학물질 유출사고 위기관리 표준 매뉴얼 개정' 등을 통해 예방・대응・관리체계 개선에 노력을 기울이고 있지만 이러한 정책 및 제도를 뒷받침하여 산업 및 사고현장에 효과적으로 활용될 수 있는 대응기술이 부족한 실정이다(Ha, 2014; Han, 2015). 대기, 수질 등 지상환경매체는 환경건강에 직접적인 영향을 미치기 때문에 화학사고로 인한 오염관리 대응체계를 시급히 마련하고 지속적으로 관련 기술이 개발되어 왔지만, 토양・지하수환경은 화학사고 발생 시 지상과 지하 환경매체에 모두 영향을 미치는 잠재적 환경위해요소로 중요한 의미를 가지고 있다.

하지만, 현재 국내의 화학사고 관련 정책 및 제도에서는 대기나 수질매체와 달리 토양지하수 오염관리를 위한 체계적인 대응방안이 구축되어 있지 않고 토양지하수 기술・정책분야에서는 사고대비나 사고대응이 아닌 사고발생 후에 조치하는 관리개념 중심으로 구성되어 있다. 미래에는 다양한 화학물질의 사용 및 배출량이 증가할 것으로 예상되기 때문에 실질적인 환경현안문제나 미래에 일어날 다양한 화학물질오염사고에 선제적으로 대응하는 체계가 필요하다. 특히, 화학사고로 인한 환경오염은 토양이나 지하수에도 발생할 수 있으며, 토양이나 지하수 오염은 수십 년 단위의 장기간동안 인체나 생태계에 악영향을 미칠 수 있기 때문에 화학사고로 인한 토양이나 지하수 오염 역시 중요하게 다루어져야 한다.

2. 국내외 법・제도 현황

2.1. 미국

미국 환경청에서는 1985년부터 화학물질의 누출 사고에 대한 지역사회의 대응 촉진을 위하여 다양한 프로그램을 구축하였다. 1986년 SARA(Superfund Amendments and Reauthorization Act)와 EPCRA(Emergency Planning and Community Right-to-Know Act)의 제정을 시작으로, 고위험물질목록(EHS list, Extremely Hazardous Substances list)과 유해화학물질의 취급량을 규제하여 화학물질에 대한 비상대응계획을 수립하는데 필요한 평가기준을 제시하였다(US EPA, 2013; US EPA, 2015). 미국에서는 화학물질 및 화학제품 유통과 관련하여 미국환경청과 식품의약국(Food and Drug Administration, FDA), 독성물질질병등록국(Agency for Toxic Substances and Disease Registry, ATSDR), 산업안전보건청(Occupational Safety and Health Administration, OSHA) 및 국립산업안전보건연구원(National Institute for Occupational Safety and Health) 등 각 부처에서 청정대기법(Clean Air Act, CAA), 비상계획 및 지역사회 알권리에 관한 법(EPCRA), 산업안전보건법(Occupational Safety and Health Act, OSH Act) 등 15개 법령이 현재 정립되어 유해화학물질을 관리하는데 활용되고 있다(Table 1).

특히, EPCRA법은 사회 전반에 걸쳐 널리 사용되는 유해화학물질을 안전하고 효과적으로 취급하여 유해화학물질 사고에 대응할 대비책을 사전에 수립하고 사고가 일어난 지역/장소의 관할 지방 정부와 인근 지역주민에게 유해성을 알리는데 그 목적이 있다. EPCRA 법은 3가지 부제(Subtitle)로 구성되어 있으며, 이법이 효과적으로 운영될 수 있도록 연방정부 및 각 주정부 차원에서 여러 가지 사고 전 혹은 사고 후 유해 물질별 누출 취약(대기, 토양, 지하수/지표면수에 미치는 영향을 고려)시설 선정 및 지역 유해 평가기법 등을 개발하여 사용하고 있다(US EPA, 1997; US EPA, 2015).

EPCRA법 부제 A(subtitle A)에서는 유해물질 사고 시 비상대책 수립 및 사고 시 신고 의무 조항에 관한 내용을 다루고 있으며, 유해물질 사고 시 비상 대책 수립과 누출 사고의 체제(Framework)를 확립할 목적으로 만들어

Table 1. U.S. legal instruments addressing chemical safety management (US EPA, 1997; US EPA, 2015)

Legal instrument	Category	Objective of legislation	Responsible government official
TSCA	Chemical	• Identify and control industrial chemical hazards that are toxic to human health or the environment	EPA
EPCRA	Chemical/ Pesticides	• Requires local emergency planning for responses to industrial chemical or pesticide accidents • Provides information from companies about possible industrial chemical or pesticide hazards in the facility's community • Mandates a national inventory of toxic chemical releases (Toxics release inventory)	EPA
CAA	Chemical	• Establishes criteria and standards for regulating toxic air pollutants	EPA
CWA	Chemical/ Pesticides	• Establishes criteria and standards for pollutants in surface water bodies	EPA
SDWA	Pesticides	• Mandates the development of enforceable Maximum Contaminant Levels (MCLs).	EPA
RCRA	Chemical	• Requires appropriate handling and disposal of hazardous waste	EPA
CERCLA	Chemical	• Covers incidents with hazardous materials. Mandates EPA Superfund program to clean up highest priority sites contaminated by chemicals.	ATSDR/EPA
HMTA	Chemical	• Ensures the safe and environmentally sound transportation of hazardous materials by all modes of transportation through a comprehensive, risk-based, national program.	DOT
OSHA	Chemical	• Establish protective standards, enforce those standards, and reach out to employers and employees through technical assistance and consultation programs.	OSHA/NIOSH

진 법적 지침이다. 비상대책 수립 의무조항에서는 미국환경청에서 지정한 "극 유해화학물질"의 기준허가량 이상을 저장 하거나 취급하는 시설에만 적용된다. 각 주정부에서는 EPCRA법에 신속하게 대응하기 위하여 연방법에 따라 의무적으로 SERC(State Emergency Response Commission)를 설치 후 각 지방 단위에서 SERC를 운영할 책임자를 임명, 모든 비상사고대비 활동의 지휘 · 감독한다. SERC는 관할 구역 내에 있는 극 유해화학물질을 저장 및 취급하는 시설 소유주, 민, 사, 공 합동체제를 구성하여 매년 극 유해화학물질 사고를 대비한 비상대책을 검토하여야 한다(US EPA, 1997; US EPA, 2015).

EPCRA법 부제 B(subtitle B)의 항목 311조와 312조에서는 인근 주민들의 알 권리에 대해 규정한 것으로 연방정부의 OSHA(Occupational Safety and Health Administration)에서는 작업장 내 근로자의 건강과 안전을 위해 규제 대상이 되는 수천여개의 유해화학물질들에 대한 지침을 제공하고 있다. 일 년 동안 하루 취급량이 4.5 ton이 넘거나 극 유해 물질 취급시설(TPQ 약 0.23 ton 혹은 190 *l* 이하로 규정)로 간주되는 시설은 그 물질의 모든 MSDS(Material Safety Data Sheet)와 재고량/보관위치 및 상태를 작성하여 현장에 배치하고, 이 정보를 필요로 하는 주민에게 제공하는 것을 원칙으로 하고 있다(US EPA, 2015). OSHA가 규제하는 유해화학물질의 정의는 물리적 또는 인체에 유해한 화학물질을 말하는 것으로 인화성, 폭발성, 압축가스, 산화성, 불안정성, 물에 강한 반응성, 자연 발화성, 유기성 과산화수소 등을 포함한다. 유해화학물질에는 농업에 사용하는 일반 농약이나, 식품첨가제, 화장품, 의약품 등은 포함되지 않는다. 312조에서 규정한 재고량/보관위치 및 상태의 보고는 매년 LEPC (Local Emergency Planning Committees), SERC, 그리고 지역 관련 소방서에 보고해야 하며, 일반 시민은 공식적인 절차를 거쳐 자료를 공개 열람할 수 있다. 항목 313조에서는 TRI(Toxic Chemical Release Inventory Reporting) 제도를 규정해 320여개에 해당하는 유독화학물질을 규정하고 있다. 313조에서는 정규직원이 10명 이상이며 1년에 해당 물질을 11.34 ton 이상 생산하거나 제조공정에서 소모하는 경우 또는 해당 물질을 1년에 4.5 ton 이상을 사용하는 시설, 그리고 지속성과 생체 농축성이 높은 유독 화학물질(PBT: Persistent Bioaccummulative Toxics Chemicals) 중 일부를 포함하는 내용이 기술되어 있다(US EPA, 2015). 예를 들어 Dioxins은 0.1 g, 납은 45.36 kg 이상의 양이 주변 환경으로 누출되었다면 보고해야할 의무가 있다. 이 조항에 해당하는 시설은 매년 PBT가 얼마나 주변 환경 각 매체별로 그리고 연관 지역 하수처리장 등으로 배출되었는지를 수학적 모델을 통해 예측한다. 연간 배출량을 각 관련 주정부 기관과 미국환경청에 보고하면, 그것을 종합하여 미국환경청에서 미 연방 전체의 Database(National Library of Medicine's TOXNET: Toxicology Network)를 구축하고 있으며 이를 토대로 필요한 기관과 개인이 종합자료를 조

사·연구할 수 있도록 공개하고 있다(US EPA, 2015). 이 자료는 1988년 7월부터 수집을 시작하여 현재까지 이르고 있으며 방대한 자료를 이용하여 미국 국토 전체의 환경과 국민의 보건에 미치는 영향을 다각도로 조사·연구하고 있다. 유해화학물질은 미국 의회에서 규정한 만성적인 유독성이 강한 물질을 규정한 것으로 대부분의 발암물질이 이에 포함되며, 혼합물일 경우에는 0.1% 이상 함유되었을 경우에 보고해야할 의무가 있다. 현재 30종, 594개의 물질이 포함되어 있으며 매년 일부분씩 수정·보완하여 발표하고 있다(US EPA, 2015).

미국환경청의 TOXNET에는 토양·지하수환경의 주요 오염원이 되는 유해화학물질인 Benzene, Toluene, Benzo(a) pyrene, Cadmium, Mercury, Dioxins, Methyl Chloride, Naphthalene, PCBs 등 뿐만 아니라, Ammonia, Chlorine, 질산, 불소 등의 화학물질도 포함되어 있다. 특히 신규 오염물질인 PBT는 일반적인 환경조건에서 쉽게 분해되지 않고 생물체내에 지속적으로 농축되어 위해성이 매우 높은 물질로 분류되고 있기 때문에 극소량이 누출되어도 반드시 미국환경청에 보고를 하도록 법적으로 명시가 되어있다(US EPA, 2012).

EPCRA법 부제 C(subtitle C)에서는 상업상 목적으로 개발한 화학물질의 세부사항은 이 법에 적용되지 않는다고 규정하고 있다. 화학물질의 제조 및 성분의 주요사항은 상업적인 목적으로 비밀이 보장되어야하나, 의학적인 목적으로 응급처치, 의학적인 진단, 임상연구, 치료 목적 등으로 사용될 경우에는 해당 정보를 제공해야 할 의무가 있음을 명시하였다. 그 외에 법규 위반 시 적용되는 민사 혹은 형사적인 처벌 조항 등을 규정하고 있으며, 연방정부에서 관련 산업체가 법을 위반할 시 처벌여부 및 법 집행 등과 관련된 내용을 상세하게 기술하고 있다(US EPA, 2015).

미국의 유해화학물질 사고에 대한 응급대응의 목표는 주 및 연방정부의 환경 응급대응에 대한 전반적인 프로그램들을 활용하여 통합관리 하는 것이다(US EPA, 1999; US EPA, 2012; US EPA, 2013). Table 2와 같이 공중보건 및 안전에 위협이 되거나, 대기, 토양 및 수계에 사고 오염을 유발할 가능성이 있는 산업 및 상업 시설은 대비, 예방 및 긴급 사태(Preparedness, Prevention and Contingency, PPC) 계획의 개발 및 실행이 필요하다. 지하 저장 가능 총량이 79,494 *l* 이상인 저장탱크시설 규제의 경우, 유출방지대응(Spill Prevention Response, SPR) 계획이 필요하다. SPR 계획은 PPC 계획의 내용과 더불어 특정 흐름에 따른 고시가 요구된다. 환경 응급대응계획은 하나의 문서로 통합된 규제시설 계획을 강력히 권고한다(US EPA, 1999; US EPA, 2013). 규제시설에 대하여 SARA Title III에 고시된 시설개발계획이 요구되며, 환경 응급대응계획은 필요한 모든 정보를 제공하고 있는 SARA Title III 계획과의 일관성을 보장하고 있다. PPC, SPR 계획에서는 시설 설명, 계획 수행 방법, 유출 방지 및 대응 방안, 대책 및 응급 유출 관리 네트워크에 대한 내용이 서술되어있다. 시설 설명에는 산업 및 상업 활동, 응급 대응 계획, 물질 및 폐기물 인벤토리, 오염 사고 역사 등에 대한 내용이 담겨있고, 계획 수행 방법에는 시설 운영의 조직적 구조, 응급 조절 명단, 책임 및 의무 조정, 명령 회로 등의 내용이 담겨있다(Table 2). 유출 방지 및 대응 방안에는 사전유출계획, 물질 상용성, 정말조사 및 모니터링 프로그램, 유출방지 유지, 관리 유지 프로그램, 보안, 외부 요인 계획, 직원 교육 프로그램 등의 내용이 담겨있다. 대책에는 시설에 의한 대책 착수, 계약인에 의한 대책 착수, 내외부 의사소통 및 경보 시스템, 설비 직원의 철수 계획, 대응을 위한 응급 요건 등의 내용이 담겨있다. 마지막 응급 유출 관리 네트워크에는 주 응급 대응국 정리, 고시 목록, 저장 탱크의 흐름에 따른 고시 요건 등의 내용이 담겨있다(Table 2).

2.2. 유럽

EU는 화학물질과 관련하여 유럽연합 각국의 화학물질 제조사와 수입업체에게 동등하게 적용되는 법률로서 화학물질관리제도(Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemical, REACH)를 2006년부터 시행중이다(EC, 2006; ECHA, 2008). EU의 화학물질 사고 대응체계는 EU의 지침(Seveso II)에 기반하여 회원국의 입법/대응체계로 구성되어 있으며, 산업 사고의 월경성 영향에 관한 관련 협약(The UNECE Convention on the Transboundary Effects of Industrial Accidents) 등도 포함되어 있다(http://www.unece.org/env/teia/about.html). 현재 27개 EU 회원국이 SEVESO 지침에 따라 화학사고 예방·대응 관리 등과 관련된 내용을 반영하여 자국 법규를 제정하고 시행하고 있다. 현재 EU에서는 화학물질 사고 대응 총괄을 'EU 환경총국(DG Environment)'에서 담당하고 있으며, 산업배출, 대기질 및 소음과에서 담당하고 있다. 이와 관련된 전담인력 1명이 중대사고 위험 사무국(Major Accident Hazard Bureau, MAHB)와 협력하여 업무 수행을 하고 있으며, 주로 SEVESO 지침 개정 및 운영과 회원국 Competent authorities 와의 커뮤니케이션을 주요 기능으로 하고 있다(EC, 2006; ECHA,

Table 2. U.S. state and federal government programs for prevention and emergency response system by chemical accidents (US EPA, 1999; US EPA, 2013)

Aspect	PPC (water)	PPC (waste)	SPR	SPCC
Purpose	Prevention/Control of accidental discharge of polluting materials to surface waste or ground-water	To minimize and abate hazards to human health and the environment from fires, explosions, or release of solid wastes to air, soil, or surface water	Prevention/Control of accidental discharge of regulated substances and downstream notification requirement	Prevention of accidental discharges of oils and hazardous substances into the waters od the United States
Types of Industrial Activities Affected	All industrial activities having potential for accidental pollution	Activities which generate, store, recycle, treat, transport, or dispose of solid wastes, activities associated with drilling and operating oil and gas wells	Activities pertaining to above ground storage facilities with >21,000 gallons of regulated substances	Non-transportation related activities with potential for discharge of oil and hazardous substances
Activities Covered	Transportation, storage, processing of raw materials, intermediates, products, fuels, wastes	Generation, storage, transport, recycle, treatment, disposal of hazardous wastes; processing and disposal of residual or municipal wastes; road spreading operations, brine disposal	Storage and handling of regulated substances	Production, storage, processing, refining, handling, transferring, distributing
What Pollution Materials are Addressed	All polluting materials	Any hazardous, residual, municipal, or medical wastes	Hazardous Substances and Petroleum	Oil and hazardous substances defined pursuant to Sec. 311 of the Clean Water Act
Hazards Addressed	Container leaks, ruptures, spills, floods, power failures, mechanical failure, human error, strikes, vandalism	Same plus fires and explosions	Same	Same
Plan Includes	Incidents, training, preventive maintenance, housekeeping, security, backup equipment, internal, external communicator, spill containment, drainage controls, inspections	Same plus additional local notification, emergency coordination, and evacuation requirements	Same, plus downstream notification requirement	Same
Amendments to Plan Required for Significant Facility or Operational Changes	Yes	Yes	Yes	Yes
Emergency Incident Report Required	Yes	Yes	Yes	Yes
Annual Notification/ Updated	No	No	Yes	No

2008). MAHB는 JRC(Joint Research Center of the EC, 이태리 소재)내에 설치되어 있으며 4~5명의 전담인력이 SEVESO 지침의 이행과 관련된 기술적 지원 및 중대사고 관련 D/B(MARS, CDCIR) 운영 · 담당하고 있다. EU회원국들은 환경총국, 중대사고 위험 사무국과 주기적으로 만나 협력체계를 구축하고 있으며, SEVESO 전문가그룹(expert group)과 회원국의 지명으로 구성된 관할당국 위원회(the committee of competent authorities)가 주기적으로(1~2회/연) 지침이행과 관련된 이슈들(questions/ requests or suggestions for guidance/ reports/statistics etc.)

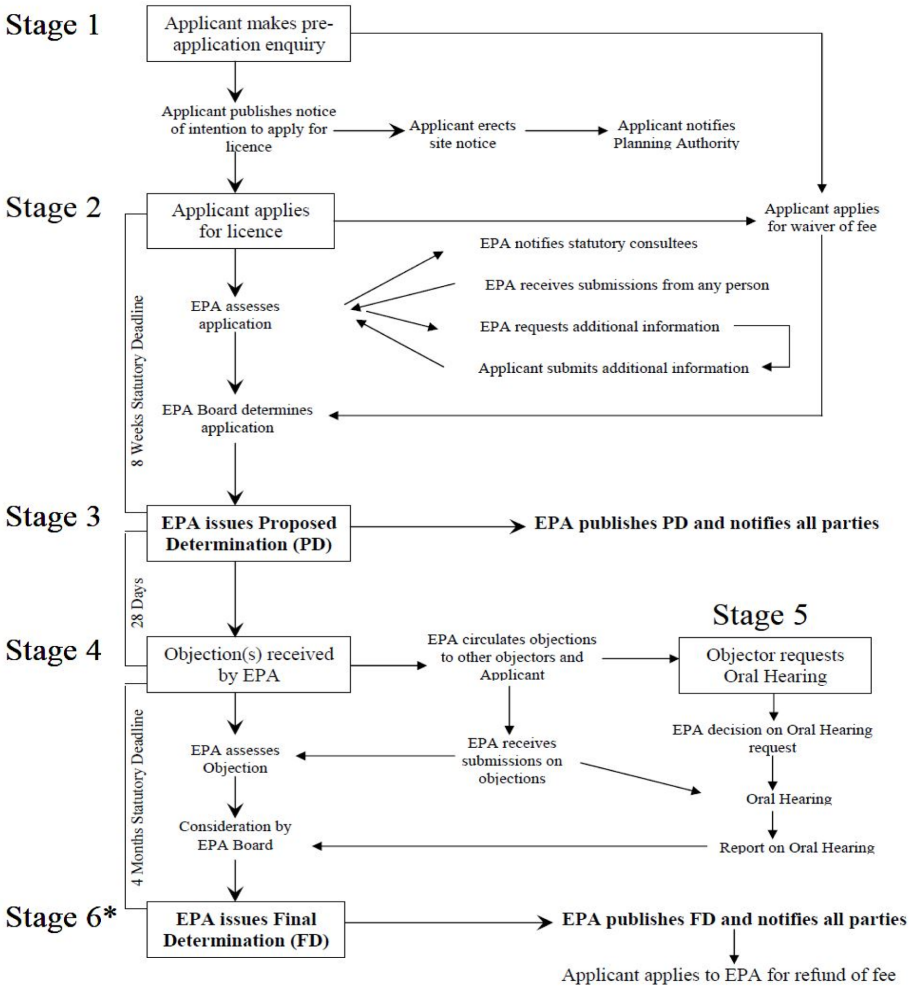

Fig. 2. IPPC decision making process (EU, 2011).

을 논의한다(EC, 2006; ECHA, 2008).

EU는 통합환경관리제도(Intergrated Pollution Prevention and Control, IPPC)를 통해 환경오염 문제를 매체 구분에 따르지 않고, Fig. 2와 같이 특정한 산업행위가 초래하는 영향을 통합적으로 평가하는 시스템을 갖추고 있다(EU, 2011). IPPC 제도는 배출시설의 통합환경관리 및 최적가용기법(Best Available Technique, BAT)을 기반으로 통합허가제도를 시행하고 있으며, 이를 통해 환경 오염의 사전 예방, 매체간 이동 및 상호 작용의 효과적인 관리를 하는데 목적이 있다(EU, 2011). 즉, 환경오염 시 매체간 상호관련성에 대한 인식을 토대로하여 환경에서의 종합적인 영향을 검토하고, 산업활동으로 인한 수질, 대기 및 토양으로의 배출을 통제하고 있다(Fig. 2). 배출 방지가 불가능한 경우에는 배출을 최소화시킴으로써 환경보호 수준을 높이고 있다(EU, 2011). IPPC에는 사고 예방 및 응급 대응에 대한 내용이 수록되어있다(Attachment J: Accident Prevection & Emergency Response). 사고 예방 및 응급 대응에는 밤 시간, 주말 혹은 휴일과 같은 일반적인 근무시간 외에 발생하는 응급 상황에 대응하는 조항과 함께 사고로 인한 유해화학물질의 방출 혹은 누출 시 환경 영향의 최소화를 위하여 응급 절차를 포함한 조치가 제안되어있다(EU, 2011).

특히, 벨기에에서는 유해화학물질로 인한 토양오염사고가 발생하면, 해당 부지의 운영자, 사용자 또는 소유자가 관할기관에 14일 이내에 즉시 보고해야 한다. 관할 기관은 긴급사고 대응을 위한 접근방식을 결정하고 오염 처리를 위한 조치를 강구하도록 사고 처리 의무자에게 통보하여야 한다(Flanders, Belgium, 2012). 또한 관할 기관은 사고 처리 의무자와 긴급사고 접수 후 30일 이내에 사고 대응・처리에 대하여 의사소통을 해야 한다(Flanders, Belgium, 2012). 또한, 긴급사고의 경우, 예비조사 및 서술적 조사는 생략될 수 있다. 사고 처리 의무자는 긴급사

고 대응을 위한 오염 처리 조치 후, 토양복원전문가의 지도에 따라 처리 결과가 서술되어있는 평가보고서를 작성해야 하며, 평가보고서 형식은 관할당국 및 OVAM (Openbare Vlaamse Afvalstoffen Maatschappij, Public Waste Agency of Flanders)의 규정에 따른다(OVAM, 2013). 만약, 평가보고서에 서술된 오염 처리 조치 결과, 토양오염이 지속되고, 토양오염이 복원 기준치를 명백히 초과하거나 초과할 우려가 있다는 의견이 있는 경우, OVAM은 서술적 조사를 수행하도록 할 수 있다. 만약, 평가보고서의 오염 처리 조치 결과, 토양오염이 복원 표준을 초과하거나 초과할 우려가 없다는 의견이 있는 경우에는 OVAM은 사고 처리 의무자에게 이러한 사실을 전달하고, 관할당국에게 오염 처리 조치 수행 결과를 공인받는다(OVAM, 2013).

유럽연합에서는 안전보고서(Safety Report) 제도를 통해 화학사로를 예방하고자 노력하고 있다. 제출대상이 5인 이상 사업장 중 업종과 물질취급량을 기준으로 적용되는 우리나라와 다르게 업종이나 사업장 규모와는 무관하게 물질의 종류와 취급량만으로 제출대상이 정해지는데 영국이 63종, 독일이 약 100여종을 관리하고 있는 등 단일, 복합, 발암물질 등을 대상에 포함시키고 있다. 대부분의 유럽국가에서는 물질의 유해위험도에 따라 고위험/저위험그룹(Top-tier/Low-tier)으로 구분하여 적용기준을 달리 함으로써 제도 운영의 경직성을 탈피하고 있다(Lee, 2013). 또한 안전보고서를 제출해 최초심사를 통과한 사업장도 5년마다 다시 제출하여 심사와 현장확인을 받도록 함으로써 지속적인 공정안전관리체계를 유지하고 있다. 이러한 부분은 우리나라가 공정안전보고서 재제출제도를 1997년 기업활동 촉진을 명분으로 규제완화 차원에서 없앤 것과는 크게 대조적이다.

2.3. 한국

국내의 경우 구미 불산 누출사고 이후 화학사고의 지속적인 발생에 따라 화학사고 예방 및 대응을 위하여 「화학물질관리법」을 개정하였다. 정부 각 부처별 화학물질 관리 혹은 화학사고에 대한 대비책을 마련하기 위하여 각종 법령 혹은 시행령을 제정하고 있으며, 특히 「화학물질관리법」은 유해화학물질관리를 단일법으로 통합하여 법체계를 일원화 하고, 종합적이며 체계적인 화학물질의 관리를 위하여 제정되었다. 최근, 유해화학물질 예방관리 체계를 강화하고, 화학사고의 신속한 대응 체계 마련 및 화학물질의 체계적 관리와 화학사고 예방을 통한 국민 건강 및 환경 보호를 위하여 전면 개정된바 있다. 또한, 환경보건적 측면으로 화학물질의 유해 정보를 확보하고, 화학물질 안전사고 방지를 위한 정보 공유 및 국제적 관리 강화 추세에 맞추어 「화학물질 등록 및 평가에 관한 법률」이 새롭게 제정되었다(Park and Seo, 2013; Han, 2015).

「화학물질관리법」에서는 유해화학물질 취급시설을 설치 · 운영하려는 자에게 장외영향평가서를 작성하도록 하고 있다. 장외영향평가서는 화학사고의 발생으로 인하여 사업장 주변 지역 사람이나 환경 등에 미치는 영향을 평가하여 환경부장관이 유해화학물질 취급시설의 위험도 및 적합 여부를 판단할 수 있도록 하는 것이다. 그러나, 대기환경보전법과 수질 및 수생태 보전에 관한 법률에서 규제하고 있는 화학물질이 각각 61개(대기오염물질), 53개(수질오염물질)이지만, 토양환경보전법에서는 21개 물질만 규제하고 있어 상대적으로 타매체에 비해 매우 미비한 실정이다(Park and Seo, 2013; National Law Information Center, 2015a).

「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」에서는 등록 대상 화학물질 중 법 제24조제1항 및 제2항에 해당하는 화학물질에 대하여 동 규칙 제32조에 따라 위해성평가를 실시하도록 하고 있다. 이 때, 위해성평가보고서에는 생태위해성평가 시 환경매체(수질, 대기, 토양, 이차독성 등)의 농도 수준 및 생태위해도를 결정하여 대상 화학물질의 위해 정도를 평가하도록 하고 있다(National Law Information Center, 2015b). 하지만, 우리나라에서는 유해화학물질에 의한 토양오염의 위해도를 평가하기 위하여 「토양오염물질 위해성평가 지침」을 제정하여 시행하고 있으나, 위해성평가 대상 물질 및 대상 부지 적용의 한계, 사후관리 및 의사결정 체계 미비 등 제도적 완성도가 낮아 적용 사례가 없어 실효성이 떨어지는 실정이다.

3. 시사점

미국의 EPCRA법은 유해화학물질 사고 대응 대비책 수립, 비상 시 주민 경고 및 응급사고 관련 대응 계획 준비, 사고 발생 지역/장소 주민/지방정부에 유해정보 제공, 각 유해화학물질 취급시설에서 연도별 대기, 수계, 지하 누출 총량 보고 등의 임무를 수행하고 있다. 현재 고위험 물질목록에는 포함되는 물질은 일반적인 토양·지하수 오염원이 포함되어있지 않고 대기 확산으로 인한 급성피해 물질 위주로 작성되었다. 그러나 고위험물질목록과 CERCLA에서 지정한 유해물질 기준보고량 이상 누출 시에는 누출된 화학물질의 정보, 총량, 인근 주민 경고 필요

성 여부뿐만 아니라 대기, 수계, 토양으로의 누출 여부 역시 구두 및 서면으로 보고할 의무가 있다. 또한, 고위험물질목록 누출 시 비상 유해성 분석 방법 총론(Hazard Analysis)은 일반적으로는 대기 확산 및 호흡기에 미치는 독성에 중점을 두고 유해성 확인, 취약점 분석, 위험요소 분석의 단계로 나누어 명시하도록 하고 있으며, 이를 기반으로 각 주정부 및 지자체에서는 유해화학물질 사고 시 응급조치 대책을 마련하고 있다. 이는 대기뿐만 아니라 화학물질의 누출 시나리오 및 영향 범위를 수계, 토양 등 환경매체로 확대하여 분석하고 있다.

오염부지 관리로는 Superfund program으로 오염부지의 현재 혹은 잠재 위험에 따른 사고 예방을 위한 응급조치를 실시하고 있다. 응급조치를 통한 유해화학물질의 제거 등을 통하여 즉각적인 대응이 가능하기 때문에 정화 조치 단계에서의 수월한 대안 마련이 가능해진다. 벨기에에서도 마찬가지로 화학사고 등과 같은 사고로 인한 토양지하수오염에 대한 응급대응 개념을 도입하여 토양오염사고 발생 시 긴급복원조치가 가능하도록 규정하고 있다. 특히 미국환경청에서는 유해화학물질 누출 사고 전/후 위해성을 모델링을 통해 예측하여 물질별 위해성 평가를 수행하고자 노력하고 있다. EPCRA법에도 화학사고시 물질별 위해성을 예측하고 평가하기 위한 체계 및 모델링 기법이 운영되고 있다. 이러한 모델링의 목적은 사고시 물질별 응급 및 비상계획・대책을 수립하고 향후 사고시 신속하고 효과적으로 대응하기 위한 것이기도 하지만, 물질별 사전관리체계를 구축하여 오염의 확산과 진행을 최소화시키기 위한 대처 및 관리방법을 체계적으로 마련하는데 더 중요한 의의가 있다.

이와 같이 해외에서는 현재 화학사고와 같은 사고 발생 시 토양지하수 매체의 오염을 최소화 하고 확산을 방지하기 위한 사전관리체계를 마련하고 주기적으로 관련 지침 수정 및 보완을 통한 갱신을 수행하기 위해 노력하고 있다. 이러한 현 추세에 비춰볼 때 국내 환경정책은 사전예방에 기본을 두고 있으나, 법적・제도적 한계로 환경매체별 정책특성이 상이하다. 특히, 토양 및 지하수부문은 사후관리 정책기반의 오염발생 후 정화에 초점이 맞춰져있기 때문에 화학물질 누출관련 사전예방제도의 정착이 필요하다.

「화학물질 등록 및 평가 등에 관한 법률」에 명시된 위해성평가 시 토양 및 지하수로의 노출을 고려한 위해도 산정을 하도록 규정하고 있으나, 실제 「토양오염물질 위해성평가 지침」에 따른 토양오염 위해성평가의 제도적 완성도가 낮아 적용 사례가 없다. 또, 앞서 언급한 바와 같이 화관법의 장외영향평가서 및 위해관리계획서에 사고시나리오 및 영향범위를 선정하도록 되어있으나, 관련 기술지침에는 토양・지하수 등 지중환경에 대한 내용이 포함되어있지 않다. 따라서 지중환경매체 영향범위 및 사고시나리오 선정을 위한 응급대응책이 필요하다. 특히 토양매체를 제외한 대기 및 물환경과 같은 타매체에서는 이미 유해화학물질 유출을 사전에 감지해 사고피해를 최소화하기 위한 방안을 마련하기 위하여 노력하고 있으며, 화학물질 보관탱크, 이송배관 등 유출이 우려되는 곳에 검출센서를 설치해 실시간 모니터링을 수행하려 준비하고 있다. 이에 반해 토양환경 분야에서는 어떠한 움직임이 없는 실정인 것으로 파악되었다. 따라서 토양지하수 매체에서도 타매체와 같이 유해화학물질 누출이 우려되는 것에 검출 센서를 설치하고 실시간 모니터링을 수행하는 방안이 필요하다.

앞서 미국이나 유럽 등 선진국의 사례 이외에도 국내 사례를 살펴보면, 토양환경보전법에서 유해화학물질 관련해서 다루고 있는 조항은 '제12조 특정토양오염관리대상시설의 신고 등'으로 유일하고, 이마저도 각각 유해화학물질이 토양에 미치는 영향이나 취약성에 대해서는 대책마련이 부족한 상황이다. 그렇기 때문에 토양사고 사전관리체계 제도화, 토양법 등 관련법 개정, 취약등급별 사전관리지침(사업자 및 감독기관 매뉴얼) 등을 수립하고 다양한 화학물질 안전관리 제반 인프라와 연계할 필요가 있다. 화학사고는 다양한 조사보고서를 통해 제도개선을 위한 권고사항이나 정책개발에 응용되고 있기 때문에 이와 관련된 데이터베이스 구축이 필요하다.

해외에서는 유해화학물질이나 이를 저장 및 유통하는 시설 관리에 대한 조사 및 분석 등 체계적인 조사를 통해 유해화학물질이나 시설에 대한 종합관리시스템이 구축되어 있으며, 지속적으로 이에 대한 개선이 이루어지고 있다. 현재 전세계적으로 수많은 화학사고가 발생되고 있기 때문에 이와 관련된 관리 제도를 제정 및 개정하고, 지자체 및 관련 산업과의 연계 시스템 구축에 힘쓰고 있다. 또한 이러한 화학사고 및 유해화학물질 관리에 대한 전반적인 데이터베이스 구축을 통한 체계적인 관리를 위해 지속적으로 노력하고 있다. 이러한 시스템이나 프로그램을 통해 유해화학물질 사고에 예방 및 대처할 수 있고, 관련 정책마련 이나 제도개선에도 긍정적인 효과를 끼칠 수 있다.

그리고 이러한 화학사고 사례와 함께 안전교육 등에 활용할 수 있는 시스템이나 프로그램의 구축이 필요하다. 이는 유해화학물질의 사용 및 시설관리 뿐만 아니라 국민의 알권리 및 화학사고에 대한 불안감을 감소시킬 수 있고,

국가적으로도 화학사고에 대한 위험성과 관련 시설의 안전성을 알릴 수 있는 기회가 될 수 있다. 이를 위해 정부부처에서는 주요 화학시설에 대한 검사나 교육 등을 체계적으로 관리할 필요가 있으며, 이를 체계적으로 시행할 수 있는 법령 마련도 필요하다. 이를 통해 마련한 통합 시스템이나 프로그램은 정부 각 기관이나 유해화학물질 취급업체 등에 교육·훈련 및 안전규제, 시설관리와 같은 정책의 개발 또는 시행자료로 활용될 수 있다. 또한 이러한 프로그램은 각 정부부처로 분산되어있는 정보를 통합하여 효과적으로 관리할 수 있을 것이다.

4. 결 론

미국 등 선진국은 화학사고가 발생하였을 때 정부 각 부처간 상호 협력하여 신속한 대응이 가능하도록 체계가 구축되어있다. 각 기관들의 적극적이고 효율적인 대처가 가능한 법적 제도가 마련되어 있고 정비되어있어 유해화학물질 사고 발생 시 긴급 대응이 가능하다. 국내에서도 선진국형 화학물질 관리체계를 마련하기 위하여 화평법과 화관법 등이 법률로 공포되었고 화학사고에 대한 대응 지침 및 부처별 협업체계 등이 점점 향상되고 있는 것으로 파악되었다. 하지만, 국내에서는 여전히 화학사고 등과 같은 재난재해 발생시 토양지하수 매체의 오염을 방지하기 위한 사전관리체계 및 대응이 전무한 실정이다. 여전히 국내에서는 토양지하수 매체에서 화학사고 발생시 초기 대응 지침 및 사전관리체계 등은 단기적 대응방안에 대한 지침이 미비하고, 오염 발생에 따른 장기적 오염 제거 및 모니터링 등에 대한 장기적 지침만이 활용되고 있다. 토양지하수관련 법의 법적 관리대상 오염물질 중심으로 사후관리가 이루어지고 있어, 다양한 화학물질의 사용 및 배출량이 증가하는 가운데 다이옥신, 고엽제 등 실질적인 환경현안문제나 미래에 일어날 다양한 화학물질오염사고에 대응하는 체계가 미흡하다.

화학사고는 사전관리 및 예방이 매우 중요하다. 「화관법」과 「화평법」이 마련되면서 제도적인 측면에서 우리나라의 화학물질 안전관리가 한 단계 발전할 수 있는 계기를 마련하였다. 또한 최근에 환경부를 비롯한 여러 부처에서 화학물질사고로 인한 토양지하수 오염을 예방하고 관리하기 위한 R&D를 추진하고 있다. 이러한 추세에 맞춰 화학사고시 토양지하수 오염을 사전관리하고 대응할 수 있는 정책을 뒷받침 할 수 있는 기술들의 수요가 증대할 것이다. 따라서 토양지하수환경관련 사전예방적 관리체계의 기본원칙 정립을 위한 사고관리체계 마련 및 미래 현안에 대한 대응역량강화를 위한 화학물질사고에 대한 사전예방적 정책 및 제도의 정착, 지침 등 실질적인 제도 기반 마련이 절실히 필요하다.

최근 지속적으로 발생하고 있는 중대산업사고를 포함한 화학사고를 조기에 차단하고 중장기적으로 화학사고의 위험에서 벗어나기 위해서는 앞서 해외 선진사례에서 예를 든 사고예방시스템과 같은 사전관리체계를 토양지하수 매체에 갖추고 인적 · 제도적 인프라를 시급히 보강해야 한다. 또한 공정안전보고서 제출대상을 유해위험성이 큰 물질을 중심으로 현실에 맞게 확대하고 유해화학물질관리법 개정으로 새로 도입된 제도를 토양지하수분야에 조기에 정착시키기 위한 노력을 해야 한다.

사 사

본 연구는 환경부의 토양지하수오염방지기술개발사업(과제번호 2014000530003) 일환으로 한국환경산업기술원의 지원을 받아 수행되었습니다.

References

European Commission (EC), 2006, The Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH), (http://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reach_en.htm)

European Chemicals Agency (ECHA), 2008, REACH Legislation, (http://echa.europa.eu/regulations/reach/legislation)

European Union (EU), 2011, Intergrated Pollution Prevention and Control (IPPC), (http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=URISERV%3Al28045)

Flanders, 2012, Belgium: Europe's Best Recycling and Prevention Program, Global Alliance for Incinerator Alternatives, (http://www.reachinbelgium.be/)

Ha, D.Y., 2014, Current R&D Trend for Chemical Accident Policy, KONETIC Special Issues, 116.

Han, Y. H., 2015, A Report of Response system and Environmental Implications for Chemical Accident, Research Institute for Gangwon Policy Memo 517.

KISTEP, 2014, A Study on Prevention of Environmental Damage and Technical Development for Chemical Accident.

Lee, C. H., 2013, A study on chemical accident prevention policy in Europe, *Korea Labor Institute Labor Review*, **104**, 33-41.

National Emergency Management (NEMA), 2011, Korea Disaster Report.

National Law Information Center, 2015a, Chemicals Control

Act, (http://www.law.go.kr).

National Law Information Center, 2015b, Act on the Registration and Evaluation, etc. of Chemical Substances, (http://www.law.go.kr).

OVAM, 2013, Order of the Flemish Government establishing the Flemish regulation on soil remediation and soil protection, Belgium.

Park, J. and Seo, Y.W., 2013, A study on the Improvement of the Chemical Accident Response System, Korea Environment Institute.

US EPA, 1997, National profile on management of chemical, (http://cwm.unitar.org/national-profiles/nphomepage/usa.html).

US EPA, 1999, A Guide to Preparing Superfund Proposed Plans, Records of Decision, and Other Remedy Selection Decision Documents, Soil Waste and Emergency Response, EPA 540-R-98-031 OSWER 9200.1-23P PB98-963241.

US EPA, 2012, Research on the Management of Contaminated Sites, (http://www.epa.gov/land-research/research-management-contaminated-sites).

US EPA, 2013, EPA's report on the environment laws & regulations, (https://www.epa.gov/laws-regulations).

US EPA, 2015, Summary of the Emergency Planning & Community Right-to-Know Act (EPCRA), (https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-emergency-planning-community-right-know-act).