

# 국내 수질오염사고 현황 분석과 대응 체계

이재균 · 김태오 · 정용준\*<sup>+</sup>

금오공과대학교 환경공학과

\* 부산가톨릭대학교 환경공학과

## Analysis of Domestic Water Pollution Accident and Response Management

Jae-Kyun Lee · Tae-O Kim · Yong-Jun Jung\*<sup>+</sup>

Department of Environmental engineering, Kumoh National Institute of Technology

\* Department of Environmental engineering, Catholic University of Pusan

### 요 약

본 연구에서는 4대강 수계를 중심으로 발생한 각종 수질오염사고를 분석하였고, 수질오염방제 센터에서 수행한 업무도 평가한 후, 향후 발생하게 될 수질오염사고에 대한 대응 체계에 대하여 고찰하였다. 2007년부터 2012년까지 발생한 수질 오염사고는 연평균 66.7건이었으나, 인명피해 사고는 없었다. 한강권역에서 89건(25.4%)으로 가장 높았으며, 낙동강권역에서 71건(20.3%), 금강권역에서 42건(12%), 영산강권역에서 28건(8%)이 발생한 것으로 조사되었고, 주요 4대강을 제외한 기타 하천에서도 104건(29.7%)이 발생했다. 관리부주의로 인한 사고가 가장 높은 비율인 179건(51.1%)을 차지하였고, 기타 80건(22.7%), 자연현상 70건(19.9%) 및 교통사고 21건(5.9%) 순으로 나타났다. 방제지원 실적은 유류유출로 인한 오염사고 발생 건수가 51건으로 전체의 대부분인 45건(89%), 수환경변화로 인한 물고기 폐사 사고 5건(9%), 화학물질 유출로 인한 오염사고 건수는 1건(2%)으로 분석되었다. 수질오염사고 발생시의 대응체계를 분석한 결과, 대형사고 및 중소형사고 모두 국가 전문기관, 즉 수질오염방제센터의 역할 또는 임무에 대한 법제화가 필요한 실정이다.

**핵심용어** : 수질오염사고, 하천, 관리부주의, 수질오염방제센터

### Abstract

Domestic water pollution accidents and response management were analysed on the basis of collected data from the latest 5 years. Although average 66.7 number of accidents were happened every year, no damages of human life were reported yet. According to the data collected, the accidents were occurred at Han river, Nakdong river, Keum river, Youngsang river and other rivers, where the percentages were 25.4%, 20.3%, 12%, 8% and 29.7%, respectively. Main reasons were blamed for negligent management, mixed influences, natural phenomenon and traffic accident. Response activities were performed in the case of the oil leak, the fish death caused by water environment, the spill of chemicals. From the diagnosis of water pollution accidents, it is recommended that the registration of all control centers for their roles and duties was made in case of the big accidents as well as the small/middle accidents.

**Keywords** : Negligent management, river, water pollution accident, water pollution control center

## 1. 서론

환경정책기본법상의 환경오염이란 사업활동 및 그 밖의 사람의 활동에 의하여 발생하는 대기오염, 수질오염, 토양오염, 해양오염, 방사능오염, 소음·진동, 악취, 일조 방해 등으로써 사람의 건강이나 환경에 피해를 주는 상태를 말한다(BEPA, 2013).

환경오염사고는 사업 및 생활 활동에 따라 고의 또는 과실로 오염물질이 누출·유출되어 수질·대기·토양오염 및 소음진동·악취발생 등으로 사람의 건강이나 환경

에 피해를 줄 수 있는 사고다(MOE, 2009). 특히 수질오염 사고는 특정 물질이 자연발생량 이상으로 수계에 유입(Kwon et al., 2009)된 후 물리적·화학적 반응 또는 수환경의 변화 등으로 생태계나 인간에게 악영향을 초래한다. 하천의 수질오염사고는 자연현상에 의한 것으로 부영양화에 의한 녹조 생성과 토사에 의한 물고기 집단 폐사 등과 인위적 수질오염사고로 공장의 불법배출이나 화재발생 및 이송차량의 전복사고 등에 의한 유독물, 기름 유출사고의 경우 등으로 구분할 수 있다(Myeong and Jeong, 2011).

+ Corresponding author : yjjung@cup.ac.kr

수질오염으로 인한 국민건강 및 환경상의 위해를 예방하고 하천·호소 등 공공수역의 수질 및 수생태계를 적정하게 관리·보전함으로써 국민으로 하여금 그 혜택을 널리 향유할 수 있도록 함과 동시에 미래의 세대에게 승계될 수 있도록 함을 목적으로 제정된 수질및수생태계보전에관한법률에서 수질오염물질은 수질오염의 요인이 되는 물질로서 환경부령이 정하는 것을 말한다(MOE, 2012a)로 규정하고 있다.

대규모 수질오염사고들이 세계 곳곳의 하천뿐만 아니라 해양에서 발생하고 있고, 그에 따른 현황 분석 및 보고들이 지속되고 있다(Hofer, 1998; Alonso et al., 2004; Hou et al., 2009; Peng et al., 2013). 국내에서도 수질오염사고와 관련하여 정부기관이나 연구소에서 부분적으로 분석한 자료는 있지만(Pusan, 2002; Cho et al., 2006), 최근 들어서 체계적으로 수질오염 원인별, 성상별로 분류하여 분석한 사례는 찾아보기 어렵기 때문에 수질오염 피해방지 및 수질오염 사고 발생시 효과적인 방제 활동을 위한 정보관리가 필요한 실정이다.

수질오염사고가 발생하였을 때 원인을 정확히 파악하지 못하고, 신속한 대처가 이뤄지지 않아서 환경은 물론 인간에 대한 피해가 급증하는 경우도 발견되고 있다. 공통적으로 대응할 수 있는 대책은 수계특성에 적합한 수질오염사고대응예측시스템을 운영하고 있으며, 우리나라에서도 신속한 상황전파와 초기 방제활동을 위해 최적의 방제시나리오를 선정하는 시스템을 개발하게 되었다(Mun et al., 2012).

따라서 본 연구에서는 2007년부터 2012년까지 최근 6년 동안 4대강 수계를 중심으로 발생한 수질오염사고의 현황과 수계별 및 유형별 사고 발생 현황을 분석한 후, 발생한 수질오염사고에 대한 수질오염방제센터의 조치 및 지원 내용을 소개하였다. 또한 분석한 내용을 근간으로 수질오염사고 발생시의 대응 절차를 제안하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1 수질오염사고 발생 현황

2007년부터 2012년까지 6년 동안 국내 4대강 수계와 만경강, 중소하천 및 해안에서 발생한 수질오염사고 내용을 집계하여 분석하였다. 수질오염사고로 분류한 유형은 크게 유류 유출, 화학물질 유입, 수환경 변화 및 기타 등으로 분류하였고, 발생한 수질오염사고도 각 수계별로 구분하여 정리하였다. 수질오염사고 원인별 발생건수는 관리부주의, 교통사고, 자연발생 및 기타 등으로 분류하였다.

### 2.2 수질오염사고 방제지원 현황

발생한 수질오염사고를 현장에서 즉각적으로 신속하

게 대처하도록 정부조직내의 전문기관에 수질오염방제센터를 설립하여 운영하고 있다. 2010년부터 2012년까지 3년간 발생한 수질오염사고에 대하여 수질오염방제센터의 전문 인력이 현장에 투입되어 지원한 방제업무 결과를 유형별로 분석하였다.

### 2.3 수질오염사고 대응

앞서 조사한 수질오염사고 유형과 방제 지원 현황 등을 분석한 후, 향후 발생이 예상되는 유형별, 원인별 수질오염사고에 대한 대응 체계에 대하여 업무 수행절차, 관련 법과 기관 등을 중심으로 고찰하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 수질오염사고 발생 현황

2007년부터 2012년까지 집계한 수질오염사고 발생현황(KECO, 2012)에 의하면 Fig. 1에서 보듯이 수질오염사고는 2007년 50건, 2010년에 최대치인 86건이 발생하였고, 2012년도는 83건이 발생할 정도로 매년 증가하는 추세를 나타낼 정도로 진행중이기 때문에, 각 수계별, 원인별, 유형별 수질오염사고를 상세히 분석 및 검토할 필요가 있는 것으로 판단된다. 2007년부터 2012년도까지 6년간 연평균 66.7건이 지속적으로 발생한 것으로 조사되었으나, 수질오염사고로 인한 인명피해 사고는 발생하지 않았다.

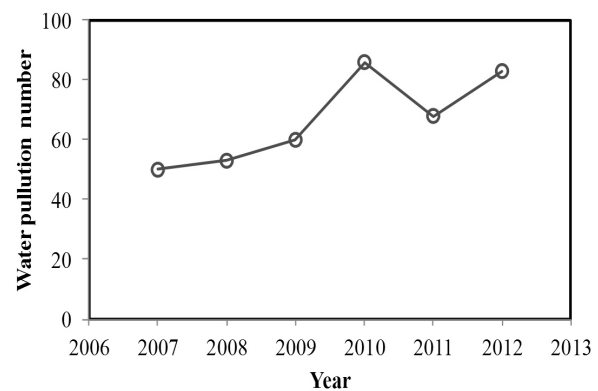


Fig. 1. Profiles of water pollution accident (2007~2012)

2008년부터 2012년까지의 수질오염사고 발생사례에 대한 수계별 분석자료를 Fig. 2에 제시하였다. 전체 350건의 조사사례 중 수계별 발생건수를 살펴보면 한강권역에서 89건(25.4%)으로 가장 높았고, 낙동강권역에서 71건(20.3%), 금강권역에서 42건(12%), 영산강권역에서 28건(8%)이 발생한 것으로 조사되었으며, 주요 4대강을 제외한 기타 하천에서도 104건(29.7%)을 나타냈다. 특히 낙동강권역과 영산강권역에서는 조사 집계기 시작된 2008년

이후부터 매년 지속적으로 소량이나마 증가하는 추세를 나타내고 있는 반면, 한강권역에서는 2009년 한해에 발생한 수질오염사고 가운데 43%인 가장 많은 26건을 보고한 이후 사고 발생이 감소하는 것으로 나타났다.

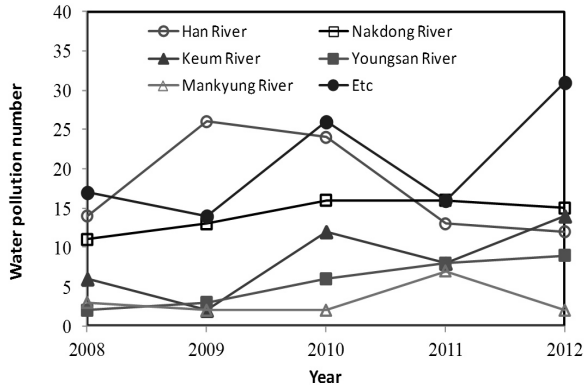


Fig. 2. Water pollution accident at major rivers (2008~2012)

Fig. 3은 수질오염사고 유형별 분석자료를 표현한 것이다. 유형별 발생건수를 분석한 결과 유류유출로 인한 발생건수가 총 169건(48.3%)으로 가장 높은 비율을 차지하였고, 수환경변화 71건(20.3%), 화학물질 유입 26건(7.4%) 및 기타 84건(24%)으로 나타났다. 유류 유출에 의한 수질오염사고는 가장 빈번히 발생하는 유형으로서, 2010년도에는 46건으로 전체 사고 가운데 53.5%를 차지함에 따라 이에 대한 특별한 관리가 필요한 실정이다. 또한, 화학약품 유입에 의한 사고 발생율은 낮게 나타났지만, 매년 지속적으로 발생하고 있는 상황이다.

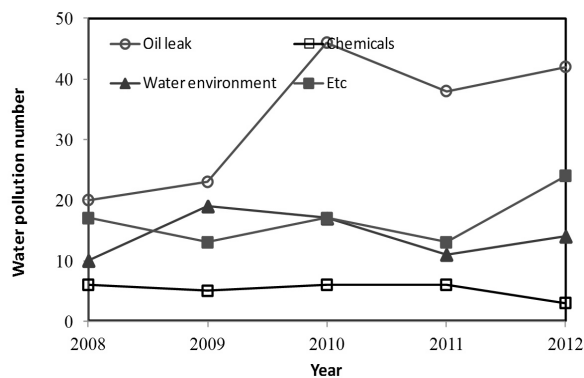


Fig. 3. Water pollution accident with category (2008~2012)

수질오염사고 원인별 발생 건수를 Fig. 4에 표시하였다. 조사 기간의 연도와 무관하게 2008년부터 2012년까지 관리부주의로 인한 사고가 가장 높은 비율인 179건(51.1%)을 차지하였고, 기타 80건(22.7%), 자연현상 70건(19.9%) 및 교통사고 21건(5.9%)에 의한 수질오염사고로

각각 나타났다. 특히 2010년도의 전체 수질오염사고 가운데, 관리부주의로 인한 사고가 45건(52.3%)을 차지할 정도로 관리 감독의 강화가 절실히 필요한 실정이다. 1999년부터 2004년까지를 조사한 2006년 시정개발연구원 친수하천의 수질사고 발생시 대응방안 연구보고서(Cho et al., 2006)에 따르면 수질오염사고의 주된 요인으로 운전 및 취급부주의로 분석하고 있어, 본 조사 내용과 유사하게 나타났다.

수질오염사고 원인을 기타로 분류한 경우는 2012년도를 기준으로 분석하면, 원인미상의 경우가 15건, 화재 8건, 하수유틀류 2건, 유류도유 2건, 무단방류 1건 및 태풍 피해가 4건으로 나타났다.

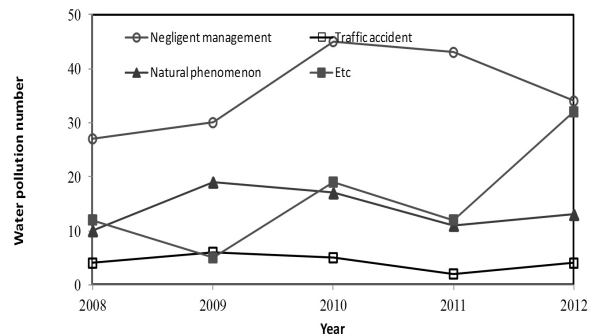


Fig. 4. Total water pollution accident number with cause (2008~2012)

### 3.2 수질오염사고 방제지원 현황 분석

수질오염방제센터가 설립된 이후 2010년부터 2012년까지 수질오염사고 현장에 직접 투입되어 방제지원업무를 수행한 내용을 분석하였다. 3년간 수질오염방제센터가 방제지원을 수행했던 총 57건의 사례에 대해서 지역별과 원인별 발생빈도를 Fig. 5와 Fig. 6에 각각 나타내었다.

지역별 발생빈도를 분석한 Fig. 5를 보면, 낙동강권역에 위치한 영남지역본부의 방제지원 사례가 모두 19건으로 전체 지원 실적의 1/3인 약 33%를 차지하였고, 호남지역권 17(30%), 충청지역권 15건(26%) 그리고 수도권 지역 6건(11%)을 차지하고 있음을 알 수 있었다.

원인별 발생빈도를 분석한 Fig. 6에 따르면, 방제지원 실적 총 57건 중 유류유출로 인한 오염사고발생 건수가 51건으로 전체의 대부분인 45건(89%)을 차지하고 있었고, 그밖에 수환경변화로 인한 물고기 폐사 사고가 5건(9%), 화학물질 유출로 인한 오염사고 건수는 1건(2%)으로써 상대적으로 발생 정도가 낮은 것으로 분석되었다. 유류유출사고를 분석하면 준설선 유류 유출, 유류탱크 사고, 폐식용유 유출, 유조차 전복, 농가 부주의에 기인한 농기계 유류 유출 등과 같이 오염사고 자체가 유류 유출로 기인된 사고가 많았다.

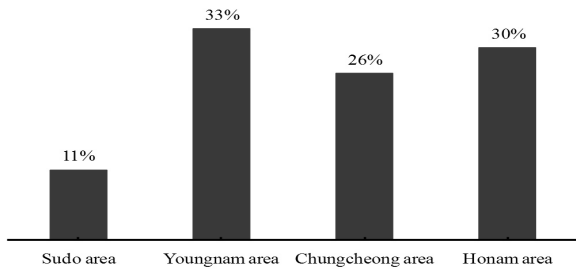


Fig. 5. Regional occurrence of water pollution accident

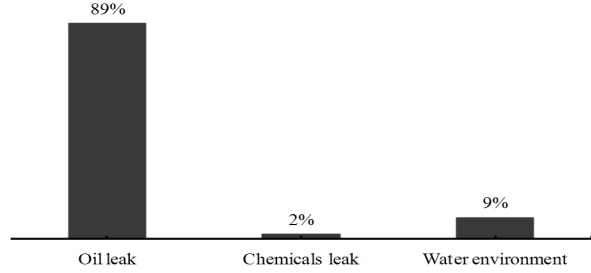


Fig. 6. The occurrence of water pollution accident with cause

수질오염방제센터의 지원사례 중 유류유출사고에 대한 지원비율이 높게 나타나는 원인으로 유류유출사고 분석 결과에서도 기술한 바와 같이 유역(지방)환경청에서 보유하지 않은 방제선이나 유회수기 등 수질오염방제센터에서만 보유하고 있는 장비를 활용한 방제조치 활동이 많았기 때문으로 분석된다.

### 3.3 수질오염사고 대응 체계 분석

정부(MOE, 2012b)에서 발간한 「대규모 환경(수질)오

염 위기대응 실무매뉴얼」을 참고하여 수질오염사고 발생 시 현재 적용하고 있는 업무수행 체계를 검토하였다.

Fig. 7과 같이 시·군·구지역 재난대책본부에서는 시·도지역 재난대책본부에 사고 상황을 보고하고 지원기관 및 지역유관기관에 사고를 통보한다. 또한, 시·도지역 재난대책본부는 중앙사고수습본부에 상황을 보고하며 중앙사고수습본부는 중앙안전관리위원회로, 중앙안전관리위원회는 최종적으로 대통령에게 상황을 보고하게 된다.

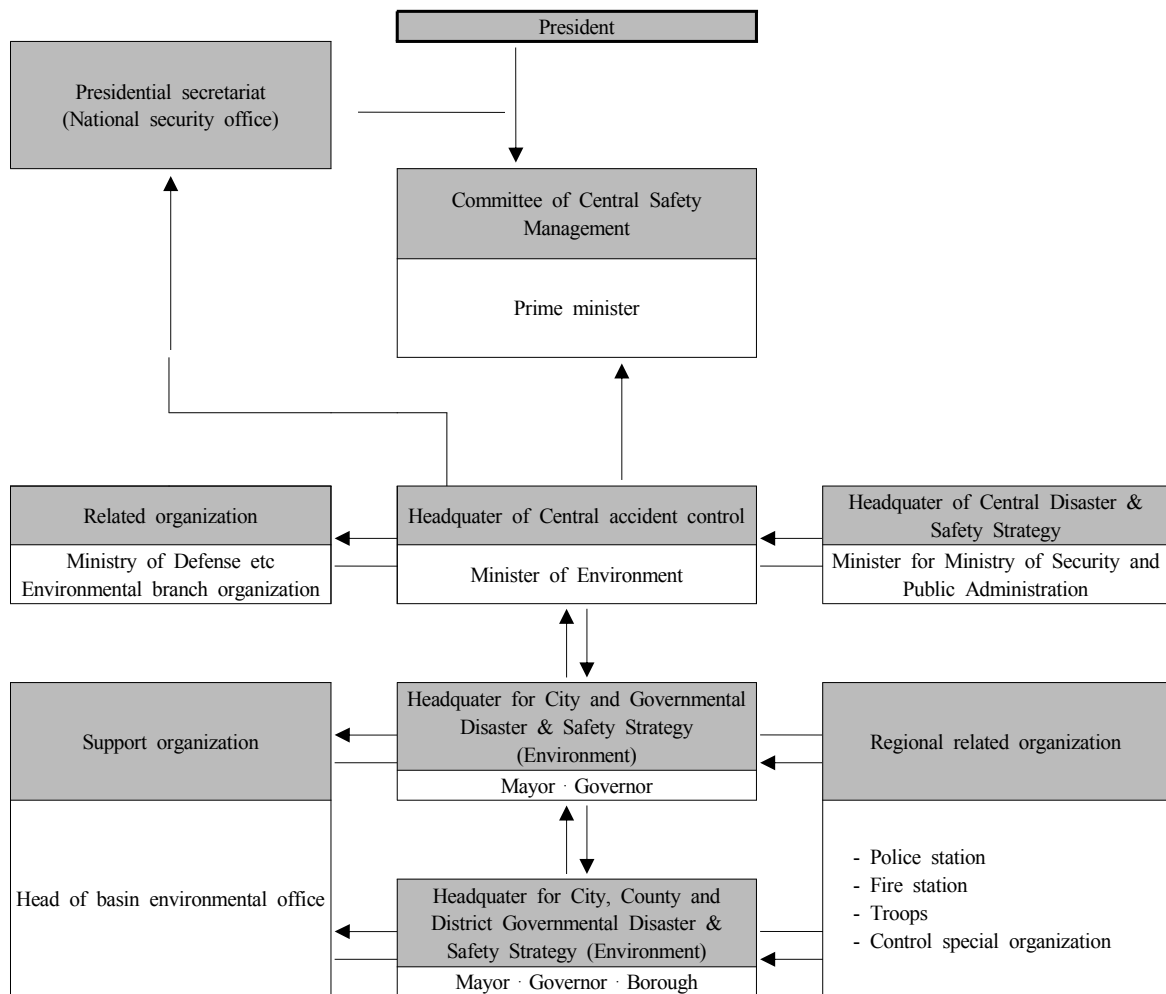


Fig. 7. Response schematic of water pollution accident

또한, 대형사고와 중·소형 사고로 구분하여 이에 대한 조직체계와 함께 반별 업무를 살펴보면 대형사고 발생시 중앙사고수습본부(환경부)에서는 상황분석 및 대응방향을 설정함으로써 사고대응 업무를 총괄 지휘하게 된다. 주요 업무내용으로는 사고발생시 관할 지자체에게 추진할 사항을 지시하며, 유관기관에 협조를 구한다. 중앙사고수습본부의 지휘를 받게 되는 하부조직에는 상황반(수질관리과), 현장지원반(화학물질과), 보급지원반(기획조정실), 수도대책반(수도정책과), 홍보지원실(정책홍보팀) 및 측정분석지원실(국립환경과학원)이 있다.

중·소형 사고 발생 시에는 관할 지자체에서 지역 재난안전대책본부를 설치·운영하여 사고 수습 및 복구 계획을 수립하며, 현장에 출동하여 방제조치를 취하게 된다. 하부 실무조직에는 종합상황반, 사고수습반, 측정분석반, 수도대책반 및 홍보지원반 등이 포함된다. 수질오염사고 발생 시의 관리체계를 살펴보면 대형사고의 경우나 중·소형사고시의 경우 모두 수질오염방제센터의 역할 또는 임무에 대한 내용은 명시되어 있지 않은 상황이다. 다만, 유관기관으로서 관할 지역의 군부대, 소방서, 해양경찰서 등과 협조하여 유류 오염사고 시 현장에 출동하여 유류가 사고지점 하류로 확대되는 것을 방지하기 위해 오일웬스를 설치하고 유회수기, 흡착포 등 방제장비와 물품으로 유류를 회수하며, 유해오염물질 사고에는 수질조사 등을 병행하여 수행하고 있는 실정이다.

사고 발생에 따른 신고접수 및 상황전파 후, 현장에 출동하여 현장지휘소를 설치하고 응급방제 등의 초동 조치를 실시하며, 사고의 규모에 따라 중앙/지역 사고수습(안전대책)본부 등을 설치 운영하여 방제대응조치에 대한 주관역할을 수행하게 하며 최종적으로는 방제종료의 결정 등 사후관리를 진행하는 단계로 구성되어 있다.

현행 대응 매뉴얼의 조치 목록 내용에는 수질오염방제센터에 대한 역할이 명시되지 않은 상황이지만, 해당 매뉴얼의 본문 내용에는 수질오염방제센터의 운영에 대한 항목이 반영되어 있기 때문에 차후에 발간될 매뉴얼 상에는 정부의 수질통합관리센터나 화학물질안전관리센터와 동등한 자격으로 수질오염방제센터에 대한 구체적인 명시가 있어야 할 것이다.

### 3.4 수질오염사고 관련 법과 전문기관 분석

#### 3.4.1 관련 법 분석

하천과 관련된 환경부와 국토해양부의 16개 법을 대상으로 수질오염사고 감시, 방제지원, 교육훈련, 연구업무의 현황을 분석하였다.

현재 법령에서는 공공수역 감시 대상에 대한 구분이

없으며, 관리 및 업무주체가 명확하지 않다. 그리고 시스템을 활용한 수질감시 활동에 대한 내용이 없으며, 인적 감시활동을 지원할 수 있는 정도만 법에 명시되어 있으므로 시스템을 활용한 감시활동에 대한 조항과 인적자원을 활용한 수질감시활동에 대한 조항이 필요하다.

따라서 「수질및수생태계보전에관한법률」에 센터 및 수질오염 방제정보 시스템 운영에 관한 조항을 마련하고 수질오염 감시, 방제지원(비용청구 포함), 교육·훈련, 연구개발에 대한 구체적인 언급이 필요하다.

#### 3.4.2 전문기관 분석

관리(행정)조직은 수질오염사고를 사전에 방지하고, 사고 발생시 신속하고 효과적인 방제지원 등의 업무를 수행하는 기관으로 정부 및 전문기관을 두고 있다. 전문기관에 소속된 수질오염방제센터는 4대강 살리기 사업의 공사 진행에 따른 수질오염사고에 신속하게 대처하기 위하여 설립된 기관으로 수질측정망팀, 수질오염상황팀, 수질관제팀, 생태독성관리팀으로 구성되어 있다. 수질측정망팀은 국가수질자동측정망을 설치 및 운영하며 수질관제팀은 수질원격감시체계(TMS)를 위한 관제센터를 설치 및 운영하고 생태독성관리팀은 생태독성관리를 위한 기술지원 및 정책을 수립하고 있다. 그리고 수질오염 상황팀은 수질오염방제정보상황실을 운영하며, 수질오염방제정보시스템, IP-USN기반 이동형 수질측정기기 등을 통하여 수질오염사고의 상시 감시체계를 구축하고 있으며 방제물품 및 장비를 구비하여 수질오염사고 발생시 방제조치를 지원하고 있다. 수질오염상황팀업무를 살펴보면 수질자동측정망(67개소), 수질원격감시체계(TMS)(688개소), IPUSN기반 이동형 수질측정기기(16개소) 등의 측정정보를 수질오염방제정보시스템으로 수집함으로써 상시 모니터링체계를 구축하고 있다. 또한 수질오염사고 징후 발견시 유역(지방)환경청, 지자체 등 관계기관에게 수질오염방제정보시스템을 통하여 상황을 전파하고, GIS 기반의 방제활동을 지원하고 있다.

수질오염사고 발생시의 대응체계를 분석하면 대형사고 및 중·소형사고의 경우 모두 수질오염방제센터의 역할 또는 임무에 대한 내용은 전혀 언급이 없는 상황으로서 법제화가 미비된 상황이다. 현실적으로는 방제업무와 관련된 유관기관으로서 전문인력 파견 및 방제장비나 방제물품을 지원하는 등 방제조치 지원이라는 소극적인 업무를 수행하고 있는 실정이지만, 향후 수질오염방제센터의 수행업무 내용에 대한 법적 근거가 마련된다면 수질오염사고시 유역(지방)환경청과 공조 체계를 구축하여 방제지원을 수행할 수 있도록 해야 할 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

2007년부터 2012년까지 국내 주요 4대강 수계에서 발생한 수질오염사고의 현황과 수계 및 유형별 사고 발생 현황을 분석하고, 수질오염사고에 대한 수질오염 방제센터의 조치 지원 내용을 검토하였으며, 수질오염 사고 발생시의 대응 절차를 제안한 본 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 수질오염사고는 최근 5년간 연평균 66.7건이 발생한 것으로 조사되었으나, 사고로 인한 인명피해 사고는 발생하지 않았다.
2. 수질오염사고는 한강권역에서 89건(25.4%)으로 가장 높았고, 낙동강권역에서 71건(20.3%), 금강권역에서 42건(12%), 영산강권역에서 28건(8%)이 발생한 것으로 조사되었으며, 주요 4대강을 제외한 기타 하천에서도 104건(29.7%)이 발생했다.
3. 관리부주의로 인한 사고가 가장 높은 비율인 179건(51.1%)을 차지하였고, 기타 80건(22.7%), 자연현상 70건(19.9%) 및 교통사고 21건(5.9%) 순으로 나타났다.
4. 방제지원 실적은 유류유출로 인한 오염사고발생 건수가 51건으로 전체의 대부분인 45건(89%), 수환경변화로 인한 물고기 폐사 사고 5건(9%), 화학물질 유출로 인한 오염사고 건수는 1건(2%)으로 분석되었다.
5. 수질오염사고 발생시의 대응체계를 분석하면 대형 사고 및 중소형사고의 경우 모두 수질오염방제센터의 역할 또는 임무에 대한 법제화가 필요한 실정이다.

#### Reference

Alonso, E, Santos, A, Callejon, M and Jimenez, JC (2004). Speciation as a screening tool for the determination of heavy metal surface water pollution in the Guadiamar river basin, *Chemosphere*, 56, pp. 561-570.

Basic Environmental Policy Act (2013). [Korean literature]

Cho, YM, Kim, SH, Yang, JH and Lee, HY (2006). A study on emergency management of water contamination

accidents, SDI 06-R-18. [Korean literature]

Hou, Y and Zhang, TZ (2009). Evaluation of major polluting accidents in China-results and perspectives, *J. of Hazardous Materials*, 168, pp. 670-673.

Hofer, T (1998). Tainting of seafood and marine pollution, *Water Research*, 32(12), pp. 3505-3512.

KECO (2013). Report: Study on the enhanced prevention and support method of water pollution accident. [Korean literature]

Kwon, JH, Park, IH and Ha, SR (2009). Wastewater flowrate analysis of drainage basin for application of total water pollution load management system, *J. of Korean Wetlands Research*. 11(1), pp. 75-82. [Korean literature]

Ministry of Environment (2012a). *Law of protecting the water quality and aquatic ecosystems*. [Korean literature]

Ministry of Environment (2012b). *Crisis response practical manual on large scale environment(water) pollution*. [Korean literature]

Ministry of Environment (2009). *Regulation on prevention and control and business handling from the environment pollution accident*. [Korean literature]

Mun, EH, Jang, JH, Ryu, IG and Kim, JY (2012). Development of web based realtime water pollution accident response management system in rivers, *J. of KOSHAM*, 12(2), pp. 145-150. [Korean literature]

Myeong, GH and Jeong, JC (2011). The assessment of water pollution accident on dam watershed using GIS, *J. of Environmental Impact Assessment*, 20(4), pp. 489-496. [Korean literature]

Peng, JF, Song, YH, Yuan, P, Xiao, SH and Han, L (2013). An novel identification method of the environmental risk sources for surface water pollution accidents in chemical industrial parks, *J. of Environmental Sciences*, 25(7), pp. 1441-1449.

Pusan (2002). BDI Nakdong monthly magazine, 65, 52-6260000-000012-06, pp. 30-33.

- 논문접수일 : 2013년 09월 09일
- 심사의뢰일 : 2013년 09월 16일
- 심사완료일 : 2013년 10월 21일