KEI
정책보고서
2024-09

사고유출수로 인한 수질오염사고 대응과 사후관리 개선방안

Enhancing Response and Follow-up Management Frameworks for Water Pollution Caused by Spill Accidents

전동진 | 한대호 | 정아영

KEI 한국환경연구원
Korea Environment Institute

▌저 자 전동진, 한대호, 정아영

▌연구진
연구책임자 전동진 (한국환경연구원 연구위원)
참여연구원 한대호 (한국환경연구원 책임연구원)
정아영 (한국환경연구원 전문연구원)

▌연구자문위원 (가나다순)
강미정 (한국수자원환경연구소 박사)
김상현 (환경부 수질수생태과 사무관)
김익재 (한국환경연구원 통합물관리연구실 선임연구위원)
김호정 (한국환경연구원 통합물관리연구실 선임연구위원)
백동해 (한국환경연구원 공공인프라평가실 부연구위원)
이동범 (한국환경공단 수질오염방제부 부장)
정태용 (한국외국어대학교 환경학과 교수)

ⓒ 2024 한국환경연구원

발행인 이 창 훈
발행처 한국환경연구원
(30147) 세종특별자치시 시청대로 370
세종국책연구단지 과학·인프라동
전화 044-415-7777 팩스 044-415-7799
http://www.kei.re.kr
인 쇄 2024년 9월 25일
발 행 2024년 9월 30일
등 록 제 2015-000009호(1998년 1월 30일)
ISBN 979-11-5980-948-4 93530
인쇄처 세일포커스(주) 02-2275-6894

이 보고서를 인용 및 활용 시 아래와 같이 출처를 표시해 주십시오.
전동진 외(2024), 「사고유출수로 인한 수질오염사고 대응과 사후관리 개선 방안」, 한국환경연구원.

값 7,000원

서 언

2024년 1월 경기도 화성시와 평택시에서 관리천 수질오염사고가 발생했습니다. 유해화학물질 취급량이 증가하면서 화학사고가 늘어났고 화학사고 수습 시 사용하는 소화수로 인한 수질오염사고 비율도 늘었습니다. 현행 유해화학물질 취급시설 관리와 수질오염사고 대응 체계로는 관리천 수질오염사고와 유사한 사고가 반복될 우려가 매우 높습니다. 소화폐수를 포함하여 사고유출수로 인한 수질오염사고 예방·대응·사후관리 역량을 강화해야 할 것입니다.

한국환경연구원은 지난 30여 년간 다양한 환경정책·기술 연구를 바탕으로 우리나라 환경문제 예방과 해결에 기여해 왔고, 미래에 발생할 수 있는 환경문제에 대응할 정책·기술 연구를 선도적으로 수행하고자 합니다. 그 일환으로 올해 본 원에서는 사고유출수로 인한 수질오염사고 관리 정책을 마련하고자 하였습니다. 이를 위해 노력해 주신 본 원의 전동진 연구위원, 한대호 책임연구원, 정아영 전문연구원께 감사를 표합니다. 바쁘신 와중에도 자문으로 수질오염사고 관리 정책 연구에 도움을 주신 환경부 김상현 사무관, 한국환경공단 이동범 부장, 한국외국어대학교 정태용 교수, 한국수자원환경연구소 강미정 박사께 감사의 마음을 전합니다. 내부 자문위원으로 도움을 주신 본 원의 김익재 선임연구위원, 김호정 선임연구위원, 백동해 부연구위원께도 고마움을 전합니다. 감사합니다.

2024년 9월

한국환경연구원

원장 **이 창 훈**

요 약

Ⅰ. 서 론

❑ **본 연구는 관리천 수질오염사고의 재발을 방지하고자 사고유출수로 인한 수질오염사고 대응과 사후관리 개선방안을 제시하는 데 목적을 둠**

- ㅇ 관리천 수질오염사고 전 과정 분석, 국내외 수질오염사고 현황과 사례 분석, 기존 수질오염사고 관리 제도의 한계 분석, 주요 선진국의 수질오염사고 관리 동향을 고찰함으로써 사고유출수로 인한 수질오염사고 대응 및 사후관리 강화 체계를 마련함

Ⅱ. 수질오염사고 현황

❑ **유해화학물질 취급량과 화학사고 건수 증가, 화학물질과 소화수로 인한 수질오염사고 비율 증대함**

- ㅇ 2023년 화학물질 관련 누출사고는 91건, 화재사고는 15건으로 화학사고 발생건수 집계 이래 가장 많이 발생함
- ㅇ 2022년 화학물질과 소방수로 인한 수질오염사고 비율은 13.1%와 11.5%이며 2018년 대비 각각 4.3%, 7.1% 증가함

❑ **관리천 수질오염사고의 주요 원인은 집수용량 부족, 늦은 상황전파, 초동대응 미흡으로 판단됨**

- ㅇ 유해화학물질 저장·보관 업체는 저장·보관 용량 수준으로 차단시설을 설치해 소화폐수가 대부분 사업장 밖으로 유출됨
- ㅇ 관할 환경청과 사고오염수 유출 하천 직하류에 위치한 평택시는 사고 발생 다음 날 사고를 인지하였기에 사고대응이 늦어진 것으로 보임

❑ **국내외 수질오염사고 대응 사례를 분석한 결과, 소화폐수 저류능력과 신속한 초동대응이 중요하며, 사업자의 방제역할을 강화해야 함**

- ㅇ 사고가 발생하더라도 완충저류시설이나 폐수처리시설이 연계돼 있거나 신속하게 초동대응을 하면 대규모 수질오염사고로 확대되지 않도록 막을 수 있음
- ㅇ 사업자가 주도적으로 방제작업에 참여하면 지자체의 행정적 재정적 부담을 완화할 수 있고 원인자의 책임성도 제고할 수 있음

Ⅲ. 수질오염사고 관련 제도 분석

❑ **유해화학물질 저장·보관 시설의 피해저감시설 설치 기준은 소화폐수를 동반한 사고유출수를 저류하지 못하고 화학사고예방관리계획도 소화폐수 사고예방엔 역부족임**

- ㅇ 유해화학물질 저장·보관 시설은 「화학물질관리법」에 따라 피해저감시설을 설치해야 하나, 액체상태 유해화학물질을 대상으로 저장·보관 용량 수준으로 세부 설치기준이 마련됨
- ㅇ 유해화학물질 취급시설은 「화학물질관리법」에 따라 화학사고예방관리계획서를 작성해야 하나, 환경수용체를 고려한 취급시설 입지정보, 소화폐수를 고려한 사업장 주변 지역 영향평가, 사고대응 및 응급조치계획은 미흡함

❑ **수질오염사고 위기관리 매뉴얼은 초동대응을 수행하기에 미비점이 있으며, 위기대응 발령 기준을 조정해야 함**

- ㅇ 위기관리 기본방침은 사고오염수가 수계로 유입되는 것을 차단하는 초동대응보다는 수계 유입 이후 대규모 수질오염사고로 확대되는 것을 방지하는 데 중점을 둠
- ㅇ '관심' 단계에 초동대응으로 사업장 밖 유출 차단 방제, 하천유입 차단 방제를 실시하도록 하나, '관심' 단계의 발령 기준이 높고 모호하며, 위기경보가 발령되더라도 초동대응을 실시하기엔 늦음

Ⅳ. 수질오염사고 관리체계 국제 동향 고찰

❑ 오염원인자는 초동대응뿐만 아니라 사업장 외부 오염지역도 전문방제업체를 직접 고용해 정화작업 수행

ㅇ 유럽과 미국에서는 환경 피해에 대한 예방조치, 시정조치, 비용부담 책임을 오염원인자에게 두어 모든 조치를 취하도록 요구하거나 지시를 내릴 수 있으며, 시정 조치 결정은 정부 승인에 따르고 환경 피해의 성격, 범위, 심각성, 자연적 회복 가능성을 고려함

❑ 사업자를 위한 오염예방지침을 제공해 사업자의 초동대응 역량 강화에 기여

ㅇ 수질오염을 유발하는 유형을 총 17가지로 구분하여 유형별 사고 예방 및 대응 방안을 상세히 제공하며, 오염사고에 대응하는 부지 계획, 배수계획, 외부 및 내부 연락처 목록을 마련하게 하고, 배수계획에서는 소방유출수 포집 시스템, 임시 집수 구역, 휴대용 임시 저류조 설치 구역을 계획하도록 함

❑ 소화폐수 위험평가를 실시해 소화폐수로 인한 수질오염사고 예방 강화

ㅇ 소화폐수를 대량으로 생성할 수 있는 화재사건의 중요도와 소화폐수 유출로 인한 잠재적 환경위험을 바탕으로 소화폐수유출의 환경적 위험을 평가하고, 위험성이 있는 사업장에 한해 사업장 밖으로 소화폐수가 유출되지 않도록 조치사항을 이행하도록 함

❑ 방제작업 종료 기준 마련

ㅇ 방제종료 기준은 일반적으로 방제에 참여하는 다양한 조직으로 구성된 팀에서 토론과 합의를 거쳐 결정하며, 합의를 도출하려면 적용할 수 있는 방제기술이 제한적임을 인식하고 방제작업의 목표를 명확히 하며, 방제작업이 시작되기 전에 동의를 얻도록 함

❑ 정보 공개

ㅇ 잠재적 수질오염사고 원인자인 사업자와 주민들에게 수질오염사고 예방, 대응에 대한

인식을 제고하도록 사고 발생현황, 지리적 대응계획, 재원, 유출 대응 장비 위치, 규제 시설 위치 등에 대한 정보를 투명하게 제공하도록 함

Ⅴ. 결론 및 제언

❑ **사고유출수로 인한 수질오염사고 관리 정책 방향 설정**

ㅇ 사고유출수의 수계 유입 후 수질오염 현장 방제에서 사고유출수 수계 유입 전 사고지점 초동 방제로 패러다임을 전환해야 함

❑ **정책 제언**

ㅇ 사고유출수 예방 강화: 소화폐수 위험평가 시행, 화학사고예방관리계획 강화, 사업자를 위한 수질오염사고 대응 지침 마련 및 제공, 예방계획서 지자체 공유

ㅇ 수질오염사고 대응체계 조정: 위기경보 기준 및 대응주체 조정, 사고원인자의 오염사고 방제, 환경청 중심 사고관리체계로 전환

ㅇ 대응 기술 및 정보 고도화: 오염사고 방제기술 개발 확대, 사고 전 과정 정보 공개 체계 마련

ㅇ 방제 및 사후관리 강화: 방제목표 설정체계 구축, 사후영향조사에 관한 사항 법제화

주제어: 사고유출수, 수질오염사고, 소화폐수, 관리천, 유해화학물질 관리

차례

요 약 ····· i

제1장 서 론 ····· 1

1. 연구의 필요성 및 목적 ····· 1
2. 연구 범위 ····· 3
3. 연구 내용 및 수행 체계 ····· 3

제2장 수질오염사고 현황 ····· 5

1. 국내 수질오염사고 현황 ····· 5
2. 관리천 수질오염사고 사례 분석 ····· 7
3. 국내 수질오염사고 대응 사례 분석 ····· 21
4. 해외 수질오염사고 대응 사례 분석 ····· 25
5. 종합분석 ····· 30

제3장 수질오염사고 관련 제도 분석 ····· 32

1. 유해화학물질 취급시설 관리 ····· 32
2. 완충저류시설 설치 및 관리 ····· 45
3. 수질오염사고 대응 ····· 48
4. 종합분석 ····· 56

제4장 수질오염사고 관리체계 국제 동향 고찰 ····· 57

1. 오염원인자 역할 ····· 57
2. 수질오염예방 지침 제공 ····· 60
3. 소화폐수 위험평가 ····· 63

4. 방제작업 종료 기준 마련 ····· 65
5. 정보 공개 ····· 66
6. 종합분석 ····· 68

제5장 결론 및 제언 ····· 70
1. 사고유출수로 인한 수질오염사고 관리 정책 방향 설정 ····· 70
2. 정책 제언 ····· 72

참고문헌 ····· 79

Executive Summary ····· 87

표차례

〈표 2-1〉 수질오염사고 세부 유형별 발생현황 ····· 5
〈표 2-2〉 수질오염사고 세부 원인별 발생현황 ····· 6
〈표 2-3〉 수질오염사고 방제 비용과 기간 ····· 7
〈표 2-4〉 오염수 처리 결과 ····· 11
〈표 2-5〉 동원 인력 ····· 11
〈표 2-6〉 동원 장비 ····· 12
〈표 2-7〉 수질오염사고 초기 관리천과 진위천 특정수질유해물질 측정 결과 ····· 12
〈표 2-8〉 관리천 오염하천수 수질개선 목표 ····· 16
〈표 2-9〉 관계기관별 주요 의견 ····· 20
〈표 2-10〉 한국타이어 화재사고로 인한 수질오염사고 관련 주요 상황전파 및 초동대응 ····· 22
〈표 2-11〉 고창군 상하면 수질오염사고 시간대별 수습사항 ····· 25
〈표 2-12〉 Olympia brewery transformer spill 수습사항 ····· 27
〈표 2-13〉 목재처리시설 사고유출수로 인한 수질오염사고 수습사항 ····· 29
〈표 2-14〉 국내외 수질오염사고 특징 ····· 31
〈표 3-1〉 「화학물질관리법」에 따른 유해화학물질 취급시설의 설치 및 관리 기준 ····· 33
〈표 3-2〉 「수도법」에 따른 유해화학물질 영업장의 입지 제한 ····· 34
〈표 3-3〉 유해화학물질 영업허가 및 영업허가의 면제 ····· 35
〈표 3-4〉 유해화학물질 저장·보관시설의 설치 및 관리기준 ····· 36
〈표 3-5〉 유해화학물질 저장·보관시설의 피해저감시설 세부 설치기준 ····· 37
〈표 3-6〉 화학사고예방관리계획에 관한 사항 ····· 40
〈표 3-7〉 화학사고예방관리계획서 작성사항 ····· 42
〈표 3-8〉 「물환경보전법」에 따른 완충저류시설 설치 및 관리 ····· 46
〈표 3-9〉 완충저류시설 용량의 결정 ····· 47
〈표 3-10〉 초동조치 관련 주관기관 및 유관기관 주요 임무 ····· 49

〈표 3-11〉 대규모 수질오염사고 위기관리 기본방침 ····· 52
〈표 3-12〉 수질오염사고 관심 단계 초동 조치 ····· 54
〈표 3-13〉 초동대응 관련 기관별 임무 ····· 55
〈표 4-1〉 유럽 환경 피해의 예방 및 구제와 관련된 환경 책임 ····· 57
〈표 4-2〉 미국 종합환경대응배상책임 주요내용 ····· 59
〈표 4-3〉 GPP-21에 따른 사업장의 오염사고대응을 위한 배수계획 고려사항 ····· 61
〈표 4-4〉 GPP-22에 따른 사업장의 오염물질 확산 차단방법 ····· 62
〈표 4-5〉 GPP-22에 따른 현장 오염제어 방안 ····· 62
〈표 4-6〉 해양오염사고의 방제작업 종료 시점 ····· 65
〈표 5-1〉 대규모 수질오염사고 위기경보 판단기준과 주관기관 예시 ····· 74
〈표 5-2〉 환경공단과 해양환경공단의 오염방제 관련 기능 ····· 76
〈표 5-3〉 '관심' 단계에 따른 조치목록 예시 ····· 77
〈표 5-4〉 「해양환경관리법」에 따른 해양오염영향조사 ····· 78

그림차례

〈그림 1-1〉 관리천 수질오염사고 ····· 1
〈그림 1-2〉 연구 수행 체계도 ····· 4
〈그림 2-1〉 관리천 수질오염사고 발생개요 ····· 8
〈그림 2-2〉 관리천 수질오염사고 대응 과정 ····· 9
〈그림 2-3〉 관리천 방제둑 설치 지점 ····· 10
〈그림 2-4〉 에틸렌디아민과 메틸에틸케톤 모니터링 결과 ····· 14
〈그림 2-5〉 관리천 주요지점의 색도 추이 ····· 15
〈그림 2-6〉 한국타이어 화재사고로 인한 수질오염사고 대응 조치 ····· 21
〈그림 2-7〉 고창군 상하면 수질오염사고 유출 경로 ····· 24
〈그림 2-8〉 Olympia brewery transformer spill 사고 개요 ····· 26
〈그림 2-9〉 목재처리장 사고 및 사고오염수 유출경로 ····· 28
〈그림 2-10〉 목재처리액 유출로 인한 수질오염사고 피해 ····· 30
〈그림 3-1〉 주식회사 케이엔티로지스틱스의 에틸렌디아민의 영향범위 지도 ····· 45
〈그림 3-2〉 사고유출수 처리 모식도 ····· 48
〈그림 3-3〉 화학사고 위기경보 판단기준 및 주요 활동 ····· 50
〈그림 3-4〉 대규모 수질오염사고 전개 양상 ····· 51
〈그림 3-5〉 대규모 수질오염사고 위기경보 발령체계와 판단기준 ····· 53
〈그림 4-1〉 북아일랜드와 스코틀랜드의 오염예방 지침 ····· 60
〈그림 4-2〉 아일랜드의 소화폐수 환경위험평가 ····· 63
〈그림 4-3〉 환경오염 위험 등급 판정에 따른 소화폐수 유출 방지 조치 사항 ····· 64
〈그림 4-4〉 미국 워싱턴주 생태부의 유출사고 정보 공개 ····· 66
〈그림 4-5〉 프랑스 BARPI ARIA database 세부검색 ····· 68
〈그림 5-1〉 사고유출수로 인한 수질오염사고 대응 강화를 위한 정책 방향 ····· 72
〈그림 5-2〉 수질오염사고 대응을 위한 장비 활용 사례 ····· 76

제1장

서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

2024년 1월 9일 경기도 화성시 양감면의 유해화학물질 보관·저장 업체에서 화재가 발생하여 보관 중이던 화학물질이 소화용수와 함께 우수로와 관리천으로 유출되는 사고가 발생하였다. 수질오염사고 구간에 방제둑을 설치하고 관리천 상류 유입수를 차단하여 국가하천인 진위천까지 수질오염이 확산하는 것을 막았으나, 사고지점부터 관리천 말단까지 약 8.5km 구간이 사고유출수로 오염되고 약 한 달이 넘도록 방제작업을 실시해 2월 15일 수질오염사고 구간을 정상화했다.

자료: 연합뉴스(2024.1.11), “시퍼렇게 물든 하천... 화재 현장 인근 위험물질 유입”, 검색일: 2024.4.25.

〈그림 1-1〉 관리천 수질오염사고

국내 화학물질 취급현황을 살펴보면, 화학물질 취급 업체 수, 화학물질 종류, 유통량이 증가하는 추세이다.[1] 2023년 화학물질 관련 누출사고는 91건, 화재사고는 15건이며 화학사고 발생건수 집계 이래 가장 많이 발생하였다.[2] 화학물질과 소방수로 인한 수질오염사고는 최근 감소하였으나, 2019년부터 매년 전체 수질오염사고 중 20% 이상을 차지하고 있다. 화성시 사례와 같이 유해화학물질 취급 영업장 내 누출 및 화재 사고로 인한 수질오염사고 발생과 피해규모가 증가할 것으로 우려된다.

정부는 「화학물질관리법」에 따라 유해화학물질이 사업장 밖으로 유출되는 것을 예방하고 피해를 저감하기 위해 유해화학물질 취급시설에 피해저감시설을 설치하도록 하고 화학사고 예방관리계획서를 작성하도록 하고 있다. 또한 '화학사고 재난 위기관리 매뉴얼'과 '대규모 수질오염사고 위기관리 매뉴얼'을 마련하여 사고유출수로 인한 수질오염사고에 신속히 대응할 수 있는 체계를 구축하였다. 하지만 기존 화학물질관리, 화학사고관리, 수질오염사고관리 방식으로는 사고오염수 유출로 인한 수질오염사고를 예방하고 대응하는 데 한계가 있다. 화성시 사례와 같이 완충저류시설이나 폐수처리시설이 없는 유해화학물질 영업장에서 화재가 발생하면 보관된 화학물질과 화재 진압에 사용된 소화용수가 수계로 유입되는 것을 차단하는 제도와 역량이 미흡한 실정이다. 이번 관리천 수질오염사고를 계기로 유사한 사고가 앞으로 반복되지 않도록 사고유출수로 인한 수질오염사고의 예방·대응·사후 관리체계를 점검하고 개선해야 할 것이다.

사업장에서 사고로 인한 소규모 유해화학물질 유출은 예방할 수 있고 신속하게 초동대응을 한다면 환경수용체에 미치는 피해규모를 줄일 수 있다. 그러나 화재가 동반되면 사업장 내 저류용량의 한계로 화재진압에 사용된 소화용수가 사고물질과 함께 환경수용체로 유출될 가능성이 매우 높고 환경오염 피해규모가 증대되면서 방제 및 사후관리 절차가 더욱 복잡해지고 실행의 난도가 높아질 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 수질오염사고 동향, 기존 정책 한계, 해외 우수 사례, 해외 정책 동향 등을 분석해 사고유출수로 인한 수질오염사고를 예방하고 효과적으로 대응하며 사후관리를 강화하는 방안을 마련하고자 한다.

---

1) 최여울, 홍미진(2023), p.3.
2) 지표누리(2024.4.9), "화학사고발생건수", 검색일: 2024.8.1.

2. 연구 범위

최근 발생한 수질오염사고 중 피해규모가 크고 대규모 수질오염사고 위기관리 매뉴얼에 의해 '관심' 단계가 발령된 관리천 수질오염사고에 초점을 맞춰 연구를 수행하였다. 사고가 발생한 유해화학물질 영업장의 화학사고 관리, 수질오염사고 관리에 대한 현재 정책의 시사점과 한계점을 도출하고 이를 개선하는 방안을 모색하였다. 특히, 다른 사고원인보다 피해규모가 크고 사고 발생 비율이 높아진 소화용수를 동반한 유해화학물질 유출사고에 집중하여, 이를 효과적으로 차단하는 방안과 수질오염사고로 확대될 경우 대응과 사후관리 강화 방안을 집중적으로 탐구하였다.

- ㅇ 소화용수를 동반한 사고오염수 유출 예방
- ㅇ 수질오염사고 대응 강화
- ㅇ 수질오염사고 방제 및 교육 고도화
- ㅇ 수질오염사고 사후관리 강화

3. 연구 내용 및 수행 체계

본 연구에서는 유해화학물질 저장·저장업소의 화재사고 발생에 따른 사고유출수 관리와 수질오염사고 대응·사후관리를 강화하는 데 기여하고자 하며, 연구의 주요 내용 및 수행체계는 다음과 같다(그림 1-2 참조).

첫째, 국내 수질오염사고 사례 분석에서는 관리천 수질오염사고의 발생부터 종료까지 전 과정을 면밀히 검토하였으며, 타 사례도 검토해 사고의 차별점과 시사점을 분석하였다.

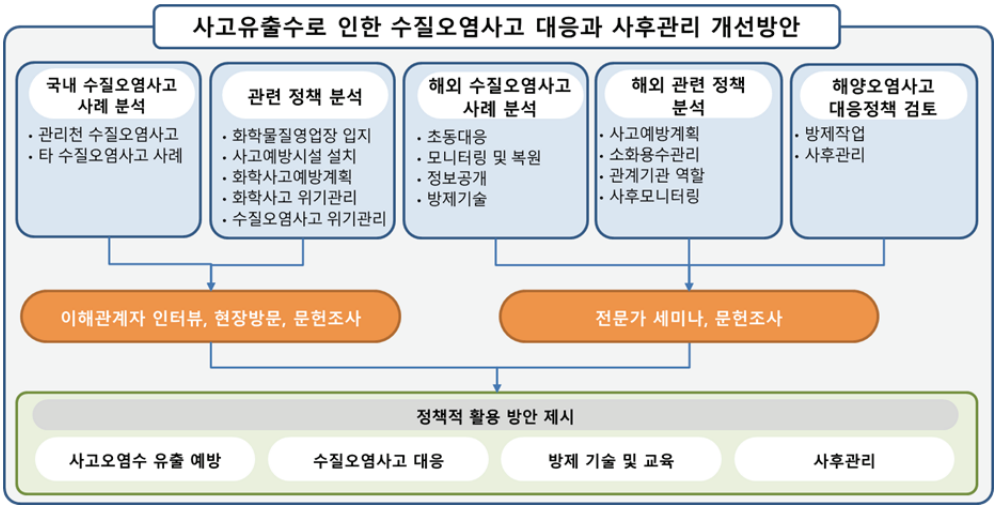
둘째, 관련 정책 분석에서는 앞서 발굴한 시사점을 바탕으로 화학물질영업장 입지, 사고예방시설 설치, 화학사고예방계획, 화학사고 위기관리, 수질오염사고 위기관리 제도의 한계점을 도출하였다.

셋째, 해외 수질오염사고 사례 분석에서는 초동대응, 모니터링 및 복원, 정보 공개, 방제기술을 국내 사고 사례와 비교하여 시사점을 분석하였다.

넷째, 해외 관련 정책 분석에서는 사고예방계획, 소화용수관리, 관계기관 역할, 사후모니터링에 관한 사항을 국내 정책 현황과 비교하고 국내 적용 가능성을 검토하였다.

다섯째, 해양오염사고 대응정책 검토에서는 방제작업과 사후관리에 관한 사항을 살펴보고 수질오염사고 대응체계에 적용할 수 있는지 여부를 고찰하였다.

국내 사례와 관련 정책 분석 부문은 이해관계자 인터뷰, 현장방문, 문헌조사를 통해 연구를 수행하였고, 해외 사고 사례와 관련 정책 분석, 해양오염사고 대응정책 검토 부문은 전문가 세미나와 문헌조사를 기반으로 연구를 수행했다. 정책적 활용 방안으로는 사고오염수 유출 예방, 수질오염사고 대응, 방제기술 및 교육 고도화, 사후관리 강화에 관하여 제시하였다.



자료: 저자 작성.

〈그림 1-2〉 연구 수행 체계도

제2장

수질오염사고 현황

1. 국내 수질오염사고 현황

가. 수질오염사고 발생현황과 원인

최근 5년간(2018~2022년) 환경부에서 집계한 수질오염사고를 살펴보면 총 651건이 발생하였고 유류 유출 39.6%, 물고기 폐사 26.4%, 화학물질 유출 13.1% 순으로 발생하였다. 대규모 수질오염사고로 확대될 가능성이 높은 화학물질 유출은 2018년 10건에서 2022년 13건으로 증가하였고, 소방수 유출도 최근 증가하는 것으로 나타났다. 특히, 기타로 분류된 소방수 유출은 2018년 4.4%였으나 2021년 18.7%, 2022년 10.1%로 점차 증가하고 있다.

〈표 2-1〉 수질오염사고 세부 유형별 발생현황

연도	합계	유류 유출		화학물질		물고기 폐사		기타							
								폐기물		오·폐수		소방수		기타	
	건	건	%	건	%	건	%	건	%	건	%	건	%	건	%
총건수	651	258	39.6	85	13.1	172	26.4	6	0.9	47	7.2	75	11.5	8	1.2
2022년	99	34	34.3	13	13.1	36	36.4	-	-	6	6.1	10	10.1	-	-
2021년	139	51	36.7	15	10.8	32	23.0	2	1.4	12	8.6	26	18.7	1	0.1
2020년	162	60	37.0	27	16.7	40	24.7	-	-	14	8.6	20	12.3	1	0.6
2019년	138	56	40.6	20	14.5	38	27.5	-	-	5	3.6	14	10.1	5	3.6
2018년	113	57	50.4	10	8.8	26	23.0	4	3.5	10	8.8	5	4.4	1	0.9

자료: 환경부(2023), p.8.

원인별로는 시설관리미흡 133건, 작업부주의 122건으로 나타나 관리부주의에 따른 수질오염사고가 약 39%를 차지하였다. 다음으로 원인불명 105건을 제외하면 기타로 분류된 화재로 인한 수질오염사고가 97건으로 약 15%를 차지하였다. 과거에는 자연현상과 교통사고로 인한 수질오염 비율이 높았으나, 최근에는 화재로 인한 사고 비율이 높아지는 경향을 보이므로 더욱 각별한 관리가 필요하다고 판단된다.

〈표 2-2〉 수질오염사고 세부 원인별 발생현황

연도	합계	관리부주의		자연현상	교통사고	기타				
	건	작업부주의	시설관리미흡			무단투기	화재	비점오염원	원인불명	기타
총건수	651	122	133	81	57	26	97	18	105	12
2022년	99	16	15	26	9	5	15	2	11	-
2021년	139	23	26	13	11	7	26	1	27	5
2020년	162	29	40	16	12	6	29	1	24	5
2019년	138	27	20	16	15	7	17	6	28	2
2018년	113	27	32	10	10	1	10	8	15	-

자료: 환경부(2023), p.9.

나. 수질오염사고 방제

최근 10년간(2014~2023년) 집계된 수질오염사고 1,362건 중 681건에 대해 환경공단이 추산한 방제 비용[3] 자료를 활용하여 사고유형별 방제 비용과 기간의 특성을 살펴보았다(표 2-3 참조).[4] 총 방제 비용은 약 30억 원이었으며, 비용이 최대로 지출된 수질오염사고는 2021년 여수에서 발생한 유류유출사고 약 6억 9천만 원이며 방제 기간도 75일로 가장 길었다. 사고유형별 평균 방제 비용은 소방수로 인한 수질오염사고가 460만 원으로 가장 높았다. 수질오염사고의 평균 방제 기간은 약 3.2일이었으며, 폐기물로 인한 수질오염사고의 평균 방제 기간이 약 4.3일로 가장 길었다.

3) 인건비를 제외한 방제 물품과 장비 비용만 추산하였다.
4) 환경공단 수질오염방제부(2024.7).

〈표 2-3〉 수질오염사고 방제 비용과 기간

사고유형		방제 비용(백만 원)					방제 기간(일)			
		건수	합계	평균	최대	최소	건수	평균	최소	최대
유류 유출		402	1,819	4.5	684	0.016	571	3.5	1	75
화학물질		96	389	4.1	48	0.007	149	2.6	1	22
물고기 폐사		24	79	3.3	18	0.016	241	3.4	1	24
기타	폐기물	6	28	3.7	10	1.5	8	4.3	1	10
	오·폐수	58	245	4.2	40	0.032	109	2.2	1	31
	소방수	88	409	4.6	112	0.016	118	2.5	1	20
	기타	7	10	1.5	5	0.016	26	1.9	1	8

자료: 환경공단 수질오염방제부(2024.7).

2. 관리천 수질오염사고 사례 분석

2024년 1월 9일 화성시 양감면의 유해화학물질 보관저장업체 화재사고로 유해화학물질 및 소화용수가 관리천으로 유출된 사고는 현행 수질오염사고 관리체계에 다양한 문제점이 드러난 사건이다. 따라서 본 절에서는 해당 사고의 발생부터 종료까지 전 과정에 대해 환경부 보도자료, 관계기관 내부자료 및 인터뷰, 언론보도 등을 종합해 자세히 분석하였다.

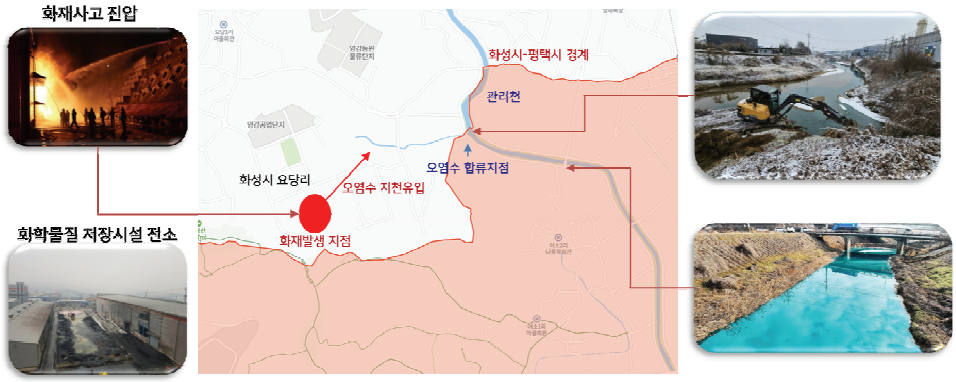
가. 사고 개요

2024년 1월 9일 화성시 양감면의 유해화학물질 보관저장업체 화재사고로 유해화학물질 및 소화용수가 관리천으로 유출되어 약 한 달이 넘도록 8.5km에 달하는 구간의 정화 및 복구 작업을 실시하였다. 해당 사고는 최근 10년간 '관심' 단계가 발령된 두 사고 중 하나[5][6]이며, 다른 수질오염사고와 달리 유출된 화학물질 중 에틸렌디아민때문에 관리천이 푸른색을 띠면서 언론, 시민단체, 대중에게 널리 화제가 됐다(그림 2-1 참조).

---

5) 2017년 충북 청주시 공공폐수처리시설 침수사고로 시설 가동이 중지되어 미처리된 폐수가 석남천으로 유입된 수질오염사고가 '관심' 단계였으며, 최근 10년간 발생한 수질오염사고 중 '관심' 단계 이상으로 발령된 경우는 없었다.

6) 환경부(2023), p.193.



자료: KBS뉴스(2024.1.12), “화성시와 평택시, 오염된 소하천 사흘째 방제작업...재난안전대책본부 구성”, 검색일: 2024.4.10; 오마이뉴스(2024.1.17), “화성 위험물 창고 화재, 하천 오염으로 확대”, 검색일: 2024.4.10; KBS뉴스(2024.1.17), “환경부, 화성·평택 사고 직후 수질오염 기준 36배 초과...12일부터 기준치 이내”, 검색일: 2024.4.10; 오마이뉴스(2024.1.19), “화재 난 화성 화학물질 저장업체, 하수처리 외 구역이었다”, 검색일: 2024.4.10을 토대로 저자 재구성.

〈그림 2-1〉 관리천 수질오염사고 발생개요

나. 수질오염사고 대응

사고접수부터 수질오염사고 위기경보가 해제된 시점까지 43일간 관리천 수질오염사고의 대응 과정을 상황전파 및 초동대응, 방제작업, 수질 모니터링으로 구분하여 살펴보았다(그림 2-2 참조).

월	1																			
일	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
경과일수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
사고접수																				
초동대응 실시																				
방제둑 설치(개소)		4	3	3		1		1	1											
방제둑 철거																1				
오염수 제거(톤/일)		154	518	826	1485	1750	1858	2622	3027	3708	6198	3760	5846	5946	3950	5821	6957	7798	8143	8661
활성탄 흡착탄 운영(톤/일)																				
상류수 우회 방류(발안천)(톤/일)				624	162	3328	5640	5332	8636	6804	5980	6244	9556	8988	4320	5540	8980	9444	10만	768
상류수 우회 방류(고잔배수로)(톤/일)										5000					8000				14000	
하류 인근 농업용수 우회 방류(톤/일)									900	870	1210	1880	2576	1772	1692	1653	2278	2075	2124	1572
폐사어 수거(kg)				60	40		5		35	20	60									
관리천 방류																				
모니터링		매일															결빙	매일		
위기경보(관심)																				
월	1			2																
일	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	20
경과일수	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	43
사고접수																				
초동대응 실시																				
방제둑 설치						2														
방제둑 철거									1									13		
오염수 제거(톤/일)	8576	9239	9208	8982	8838	8733	11만	11만	11만	10만	9577	9408	7385	6413	9372	9876				
활성탄 흡착탄 운영(톤/일)							1352	1961	3414	3815	3687	3097	2915	2684	2689	2901				
상류수 우회 방류(발안천)(톤/일)	192	256																		
상류수 우회 방류(고잔배수로)(톤/일)				14000					12000											
하류 인근 농업용수 우회 방류(톤/일)	1197	658	968	608	1072	673	1187	804	1113	764	1113	402	418	367	504	454	86			
폐사어 수거(kg)																				
관리천 방류																		방류		
모니터링	매일								빈도조정(2~3일 간격)											
위기경보(관심)																				해제

자료: 한강유역환경청 수생태관리과(2024.7)를 토대로 저자 작성.

〈그림 2-2〉 관리천 수질오염사고 대응 과정

1) 상황전파 및 초동대응

환경부 보도자료에 따르면 1월 9일 21시 55분경 소방재난본부는 화재가 발생했다는 신고를 받고 소방력을 총동원하여 화재 확산을 차단하였으며, 화성시와 평택시는 화재 발생 직후 유출수 흡착 등 초동 조치를 실시하였다.[7] 언론보도를 바탕으로 세부적인 상황전파 과정을 살펴보면, 소방당국은 신고 2분여 뒤 화성시와 화학물질안전원에 통보하고 9분쯤 뒤 현장에 도착했고, 관할 지방자치단체인 화성시는 화재 발생 2시간이 지난 10일 00시에 오염수 차단에 나섰고, 한강유역환경청에는 13시간이 지난 10일 오전 11시 30분경 수질오염사고가 보고되었다.[8] 또한 사고유출수의 관리천 합류지점 직하류를 관할하는 평택시에는 이러한 상황을 알리지 않았으며, 평택시는 다음 날 오전 뉴스를 보고 인지했다.

---

7) 환경부 보도자료(2024.1.16), p.1.

8) 더팩트(2024.1.21), "뉴스 보고 알았어요...경계지역 재난대응의 '민낯'", 검색일: 2024.7.23.

초동대응의 경우, 화성시 관계자는 부직포 등을 이용해 유출된 화학물질 등을 제거하기 시작했으나 야간이라 식별하기 어려웠다고 언급하였다.[9] 화재사고가 발생하고 초동대응 주체인 화성시가 도착하는 데까지 걸린 2시간 동안 사업장 내 우수관로와 사업장과 관리천 사이의 우수관로, 농배수로에서 유해화학물질과 소화용수의 수계 유입 차단을 위한 초동 방제조치는 이루어지지 않았다. 외부 여건에 따라 적극적으로 초동대응을 하는 데에는 한계가 있었던 것으로 보인다.

2) 수질오염 방제

화재진압 과정에서 보관된 유해화학물질과 소화수가 우수관로와 농배수로를 통해 인근 지류 하천인 관리천으로 유입됐다. 그리고 사고 다음 날인 1월 10일부터 17일까지 관리천 합류지점 2곳, 관리천 상류지점 4곳, 합류 이후 하류지점 7곳 등 총 13곳에 방제둑을 설치해 상류 유입수의 합류로 오염수의 양이 늘어나는 것을 방지하고 오염수가 국가하천인 진위천으로 합류되는 것을 차단하였다.[10]

자료: 환경부 보도자료(2024.1.22), p.4.

〈그림 2-3〉 관리천 방제둑 설치 지점

9) 더팩트(2024.1.21), "뉴스 보고 알았어요...경계지역 재난대응의 '민낯'", 검색일: 2024.7.23.
10) 한강유역환경청 수생태관리과(2024.7).

1월 10일부터 방제둑 설치를 진행하는 동시에 방제둑 안에 가두어 둔 오염수를 오염 정도에 따라 처리하였다. 관리천 유입부에서 수질기준을 초과한 오염수는 1월 28일까지 탱크로리를 이용하여 폐수처리 전문업체에 위탁해 15,049톤을 처리하였으며, 관리천 하류에 색도는 있으나 수질기준을 만족하는 오염하천수는 2월 13일까지 인근 21개 공공하·폐수처리장으로 연계하여 210,813톤을 처리하였다. 또한 관리천 정상화 조치의 일환으로 2월 4일부터 13일까지 활성탄 여과기로 28,515톤을 정화하여 진위천으로 방류하는 작업을 실시하였다.

〈표 2-4〉 오염수 처리 결과

(단위: 톤)

날짜	오염수			
	계	위탁처리(고농도)	하수처리(저농도)	활성탄 여과처리
1.10.~1.14.	35,181	14,613	20,568	-
1.15.~1.21.	47,279	436	46,843	-
1.22.~1.28.	66,586	0	65,234	1,352
1.29.~2.13.	105,331	0	78,168	27,163
누계	254,377	15,049	210,813	28,515

자료: 환경부 보도자료(2024.2.15), p.3.

사고 수습에 동원된 인력은 총 7,240명이며, 화성시가 3,714명으로 가장 많았다.[11] 또한 사고 수습에 동원된 장비는 총 10,875대이며, 살수차 10,516대가 투입되었다.

〈표 2-5〉 동원 인력

(단위: 명)

인력	계	한강청	경기도	화성시	평택시	환경공단
총계	7,240	184	1,105	3,714	1,867	370

자료: 한강유역환경청 수생태관리과(2024.7).

11) 한강유역환경청(2024.7).

〈표 2-6〉 동원 장비

(단위: 대)

구분	계	굴삭기	탱크로리	살수차
총계	10,875	187	565	10,516

자료: 한강유역환경청 수생태관리과(2024.7).

3) 수질 모니터링

사고 발생 다음 날인 1월 10일부터 방제작업이 종료된 2월 15일까지 사업장 배수구 1곳, 관리천 상류 1곳, 관리천 합류부부터 진위천 합류부 앞 지점까지 4곳, 진위천 3곳을 대상으로 수질 모니터링을 실시했다.[12] 1월 10일 사고 발생 초기 사고오염수의 관리천 유입지점은 구리, 벤젠, 나프탈렌 등 특정수질유해물질 5종이 수질기준[13]을 초과하였으나, 11일에는 폼알데하이드만 수질기준을 초과하고 나머지 항목은 기준을 초과하지 않거나 불검출됐다.[14] 관리천 합류부에서 생태독성은 첫째 날 수질기준 대비 16배를 초과하고 12일까지 생태독성 값이 2.4TU로 감소하였으나 수질기준인 1TU를 충족하진 못했다. 그리고 관리천 말단의 진위천 합류부에서 사고 발생 이후 3일간 특정수질유해물질 모두 수질기준을 만족하였다.

〈표 2-7〉 수질오염사고 초기 관리천과 진위천 특정수질유해물질 측정 결과

(단위: mg/L)

항목	관리천 합류부			진위천 합류부		수질오염물질 배출허용기준 (청정지역)
	1.10.	1.11.	1.12.	1.10.	1.12.	
구리	36.002	0.555	0.179	불검출	0.008	1
납	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.1
비소	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.05
카드뮴	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.02
6가 크롬	-	불검출	불검출	-	-	0.1
수은	불검출	불검출	불검출	-	-	0.001
셀레늄	-	불검출	불검출	-	-	0.1
벤젠	0.055	0.004	불검출	불검출	불검출	0.01
테트라클로로에틸렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.02

12) 환경부 보도자료(2024.2.5), p.5.
13) 청정지역의 수질오염물질 배출허용기준.
14) 환경부 보도자료(2024.1.16), p.6.

〈표 2-7〉의 계속

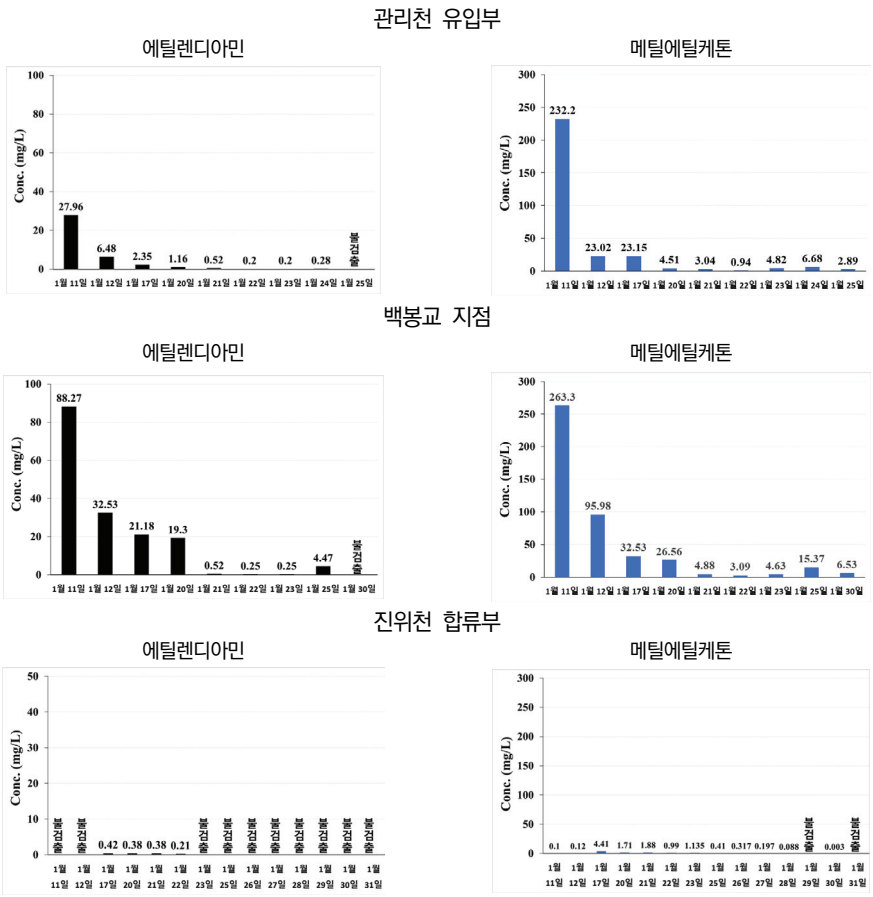
항목	관리천 합류부			진위천 합류부		수질오염물질 배출허용기준 (청정지역)
	1.10.	1.11.	1.12.	1.10.	1.12.	
트리클로로에틸렌	불검출	0.002	불검출	불검출	불검출	0.06
사염화탄소	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.004
1,1-디클로로에틸렌	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.03
1,2-디클로로에탄	불검출	0.003	불검출	불검출	불검출	0.03
클로로포름	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.08
1,4-다이옥산	-	불검출	불검출	-	-	0.05
디에틸헥실프탈레이트	-	불검출	불검출	-	-	0.02
염화비닐	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.01
아크릴로니트릴	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.01
브로모포름	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	0.03
아크릴아미드	-	불검출	불검출	-	-	0.015
나프탈렌	0.307	0.028	0.007	불검출	불검출	0.05
폼알데하이드	불검출	0.622	0.211	불검출	불검출	0.5
에피클로로하이드린	-	불검출	불검출	-	-	0.03
페놀	-	0.092	0.068	-	-	0.1
펜타클로로페놀	-	불검출	불검출	-	-	0.001
스티렌	0.015	불검출	불검출	불검출	불검출	0.02
비스(2-에틸헥실) 아디페이트	-	불검출	불검출	-	-	0.2
시안	0.42	0.014	불검출	불검출	불검출	0.2
PCBs	-	불검출	불검출	-	-	불검출
유기인	-	불검출	불검출	-	-	0.2
안티몬	0.071	불검출	불검출	불검출	불검출	0.02
생태독성	>16	3.5	2.4	0	0	1

자료: 환경부 보도자료(2024.1.16), p.6.

화학물질 보관업체의 허가서류, 재고량, 관계자 진술 등을 종합해 사고 당시 발화동에서 유출된 유해화학물질은 에틸렌디아민, 메틸에틸케톤 및 에틸아세테이트로 보고되었다.[15] 다만, 이들 물질 3종은 특정수질유해물질에 포함되지 않고 「물환경보전법」 등 관계 법령에서 정하는 공정시험기준이 없어 화학물질안전원은 국내외 문헌을 참고하여 시험방법을 마련한 후 분석을 시행했다.[16] 1월 11일부터 1월 31일까지 9개 모니터링 지점에서 해당 화학물질 3종을 측정한 결과, 사업장 배수구에서 이틀간 에틸렌디아민은 144~188mg/L, 메틸에틸케톤은 123~634mg/L 검출되었으나 에틸아세테이트는 검출되지 않았다. 관리천 유입부에서도 1월 11일 에틸렌디아민이 27.96mg/L, 메틸에틸케톤이 232.2mg/L 검출되었으나

15) 환경부 보도자료(2024.1.16), p.2.
16) 환경부 보도자료(2024.1.25), p.1.

12일부터 감소하였다. 관리천 하류 백봉교 지점에서도 1월 11일부터 에틸렌디아민과 메틸에틸케톤이 각각 88.27mg/L, 263.3mg/L 각각 검출됐으나, 이후 감소하는 경향을 보였으며, 진위천 합류부 앞 지점에서는 앞선 두 지점에 비해 낮은 농도로 검출되거나 불검출됐다. 에틸렌디아민과 메틸에틸케톤은 알코올처럼 휘발이 잘되는 유기화학물로서 잔류 가능성이 낮고 수생태독성이 크지 않아 국내외에서 수질기준이 설정되어 있지 않으므로 수질기준을 바탕으로 유출된 화학물질의 오염도를 판단하기 어려웠던 것으로 보인다.[17]

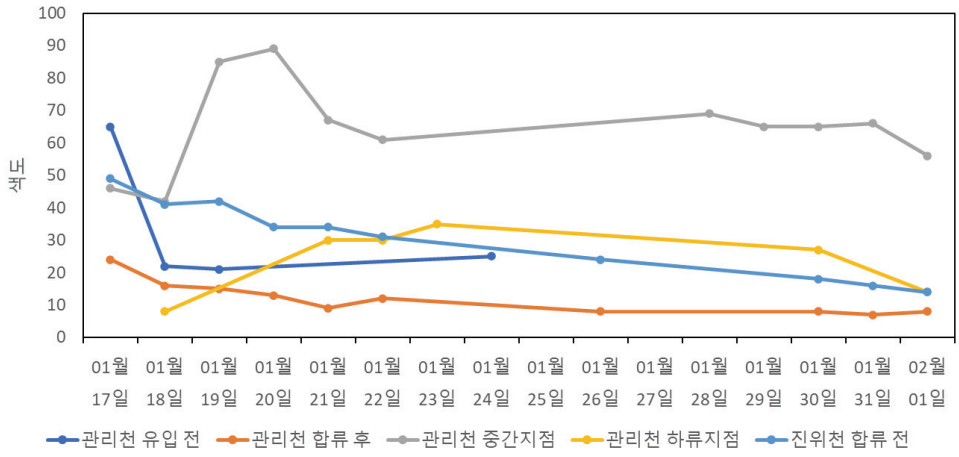


자료: 환경부 보도자료(2024.2.5), p.12.

〈그림 2-4〉 에틸렌디아민과 메틸에틸케톤 모니터링 결과

17) 환경부 보도자료(2024.1.25), p.2.

환경부는 1월 17일부터 2월 1일까지 관리천 유입 전 지점부터 진위천 합류 전 지점까지 다섯 지점의 색도 측정자료를 공개하였다.[18] 사고 발생 7일 후인 1월 17일부터 측정자료가 제공돼 사고지점과 가까운 관리천 유입지점과 합류지점보다 관리천 중간지점부터 진위천 합류 전 지점의 색도가 높은 경향을 보였다. 1월 17일 관리천 유입 전 지점의 색도는 65도였다가 18일부터 24일까지 20도대를 유지하였다. 1월 17일 관리천 합류부의 색도는 24도에서 지속적으로 감소해 1월 26일 이후부터 10도 이하를 유지했다. 관리천 중간지점은 다른 지점보다 지속적으로 색도가 40도 이상을 나타냈고 최대 89도까지 측정됐다. 진위천 합류 전 지점은 17일 기준 49도로 가장 높았다가 점차 감소했다.



자료: 환경부 보도자료(2024.2.5), pp.5-10을 토대로 저자 작성.

〈그림 2-5〉 관리천 주요지점의 색도 추이

4) 상황종료

1월 31일 환경부와 국립환경과학원은 관리천과 진위천의 수질·유량 분석 결과를 토대로 지자체 등 관계기관 및 전문가 의견을 수렴하여 진위천 방류기준으로 활용될 '관리천 오염하천수 수질개선 목표'를 마련했다.[19] 독성물질의 개선목표는 「환경정책기본법」에 근거한

18) 환경부 보도자료(2024.2.5), pp.5-10.

하천 환경기준을 적용하고, 기준이 없는 항목은 해당지역 배출허용기준보다 10배 강화된 기준을 적용하였다. 유출추정화학물질인 미규제물질은 독성참고치와 국내 어패류 섭취량 등 고유인자를 적용하여 환경기준 도출방법에 따라 설정하였다. 비독성물질인 TOC는 수질오염사고 대응 시스템 수질모의를 통해 진위천 완전혼합지점에서 연간변동폭의 10% 이내로 예측되는 관리천 농도로 결정했고, 색도는 심미적 특성을 고려해 '가' 지역 배출허용기준인 300도에 10배를 강화한 20~30도를 기준으로 마련했다.

2월 9일 기준 특정수질유해물질 농도, 생태독성, 색도 등 모든 수질 측정 항목이 환경부에서 설정한 '관리천 오염하천수 수질개선 목표'를 충족함에 따라 2월 13일 관계기관은 단계적으로 관리천 하천수를 이전처럼 흐르도록 하는 정상화 작업을 추진하기로 결정했다.[20] 그리고 2월 15일 방제둑 13곳을 해체하고 통수시켰으며, 2월 20일 '관심' 위기경보를 해제했다.[21]

〈표 2-8〉 관리천 오염하천수 수질개선 목표

구분	항목	진위천 합류 전 지점 (2월 9일)	목표수질		기준근거	배출허용 기준 (가 지역)
비독성 물질	TOC(mg/L)	29.8	40	통수유량 13천톤/일	수질모의를 통해 결정 (완전혼합지점의 수질영향 10% 이내)	40
	색도	20	20~30*			300
	pH	7.3	6.0~8.5	환경기준		5.8~8.6
독성 물질	안티몬	불검출	0.02	환경기준	환경정책기본법 하천 환경기준	0.2
	시안	불검출	불검출			1
	벤젠(mg/L)	불검출	0.01			0.1
	폼알데하이드 (mg/L)	0.052	0.5			5.0
	1,2-디클로로에탄 (mg/L)	불검출	0.03			0.3

19) 환경부 보도자료(2024.2.5), p.2.
20) 환경부 보도자료(2024.2.15), p.1.
21) 한강유역환경청 수생태관리과(2024.7).

〈표 2-8〉의 계속

구분	항목	진위천 합류 전 지점 (2월 9일)	목표수질		기준근거	배출허용 기준 (가 지역)
독성 물질	트리클로로에틸렌 (mg/L)	불검출	0.03	잠정 환경기준	수질오염물질 배출허용기준 (가 지역)의 1/10 ※ ⬚ 특정수질 유해물질	0.3
	구리(mg/L)	0.029	0.3			3
	크롬(mg/L)	불검출	0.2			2
	톨루엔(mg/L)	불검출	0.7			7.0
	자일렌(mg/L)	불검출	0.5			5.0
	나프탈렌(mg/L)	불검출	0.05			0.5
	페놀(mg/L)	불검출	0.1			1
	스티렌(mg/L)	불검출	0.02			0.2
	생태독성(TU)	0.0	0.2			2
	에틸렌디아민 (mg/L)	0.60	1.2	잠정 환경기준	독성참고치, 어패류섭취량 등 고유인자 반영	-
	메틸에틸케톤 (mg/L)	0.016	3.7			-

자료: 환경부 보도자료(2024.2.5), p.13; 환경부 보도자료(2024.2.15), p.4.

다. 수질오염사고 후속조치

1) 방제 비용 집행

평택시 내부자료에 따르면, 이번 수질오염사고로 화성시와 평택시가 지출한 방제작업 비용은 약 126억 원(평택시: 약 61억 원, 화성시: 약 65억 원)으로 집계됐다.[22] 1차 특교세 30억 원, 1차 도기금 30억 원은 화성시와 평택시에 절반씩 교부했고, 2차 특교세 27억 원은 평택시 약 6억 5천만 원, 화성시 약 20억 5천만 원씩 교부했다. 결과적으로 지자체가 지출한 총

22) 평택시 환경지도과(2024.7).

방제 비용에서 교부액을 제외하면 평택시는 약 24억 4천만 원, 화성시는 약 26억 1천만 원의 재원부족액이 발생했다. 「환경오염피해 배상책임 및 구제에 관한 법률」에 따른 환경책임보험 제도로 관리천 사고 책임기업은 시설규모와 기업유형에 따른 가입내역에 따라 피해 배상액 30억 원을 보장받는다.[23] 결과적으로 특교세, 도기금, 환경책임보험에 따른 보장금액으로는 행정대집행으로 지출한 평택시와 화성시의 방제 비용을 충당하기 어려워 보인다.

2) 사후환경영향조사

언론보도에 따르면, 3월 12일부터 9월까지 약 7개월간 경기도수자원본부가 주관하고 경기도 보건환경연구원, 국립환경과학원, 화학물질안전원, 화성시, 평택시 등 5개 기관이 참여해 수질, 수생태, 하천 퇴적물, 지하수 등 4개 분야에 대한 사후환경영향조사를 실시하기로 했다.[24] 경기도 내부자료에 따르면, 3월부터 5월까지 관리천과 진위천 구간을 대상으로 모니터링을 실시한 결과 4가지 분야에서 안정적인 상태를 유지하는 것으로 나타났다.[25] 그리고 시간이 지날수록 영향이 줄어드는 유출사고 특성상 추가 조사보다 기존의 주기적인 측정자료를 모니터링하는 것이 바람직하며, 중장기 관점에서 지속적인 관심을 가지고 모니터링과 환경복원을 위한 사업이 필요함을 향후 관리 방안으로 제언했다.

라. 관계기관 인터뷰

관리천 수질오염사고와 관련된 환경부, 한강유역환경청, 환경공단, 평택시를 방문하여 예방, 상황전파 및 정보공유, 초동대응, 수질오염사고 방제, 사후관리에 관한 한계점과 개선방향에 대해 인터뷰를 수행했다.

사고예방의 한계점으로 현행 제도상 유해화학물질 보관·저장 시설에는 유해화학물질의 저장·보관 용량 수준으로 집수정을 설치하도록 해 소화용수를 저류하는 데 한계가 있으며,

---

23) 뉴스핌(2024.6.7), “환경부, 환경책임보험 보장금액 전면 확대 추진…소기업 보상한도 20억↑”, 검색일: 2024.7.7.

24) 환경보건뉴스(2024.3.13), “경기도, 화성시 관리천 수질오염사고 주변 지역 사후환경영향조사 실시”, 검색일: 2024.4.18.

25) 경기도 수질관리과(2024.8).

사고대응 주체인 지자체는 사업장의 화학사고예방관리에 관한 정보가 없어 예방 및 대응이 어려움을 언급했다. 그리고 사고예방을 위해 행동매뉴얼과 교육을 지자체에게 제공하지만 현실적으로 작동성은 낮아 보인다.

상황전파 및 정보공유의 경우, 화재진압에 사용된 소화용수의 양과 성상에 대한 정보공유가 되지 않아 피해규모를 예상하거나 파악하기 어려운 점, 보고체계가 미흡한 점, 획일적인 정보공유 체계가 없는 점이 한계로 나타났으며, 유역청과 광역지자체의 실질적인 역할과 기능이 강화될 필요가 있다고 언급했다.

초동대응의 경우, 관계기관이 사고상황을 파악하고 초동대응을 위해 현장에 진입하기 어려운 점, 예산부족과 집행의 문제로 지자체 담당자가 현장대응에 관해 즉각적인 의사결정을 내리기 어려운 점이 한계로 나타났다. 이에 따른 대응책으로 소방청과 환경부 차원의 협력체계 구축, 사업장 내부 및 외부 우수관망 정보를 파악해 사고오염수를 원천차단할 수 있는 지점 사전파악, 현장출동을 위한 사고기준 마련, 사업자의 초동대응 교육 및 역할 강화가 필요함을 언급했다.

수질오염사고 방제의 한계점으로는 방제종료 기준 부재로 방제작업량과 방제기간이 늘어남에 따라 방제 비용이 과도하게 늘어난 점, 수질오염사고 예산과 전문인력 부족, 관계기관의 지원을 통한 지시사항을 지자체에서 모두 이행하기 어려운 점이 있었다. 수질오염방제 교육 고도화와 방제협회 및 방제기금 마련을 통한 선제적 지원, 방제작업 종료 가이드라인 또는 기준의 필요성이 언급됐다.

사후관리에 대해 사고의 경중, 피해규모, 물질종류, 위기단계를 고려한 사후환경영향평가 가이드라인의 필요성을 제기했다.

비용에 관해 수질오염사고가 발생한 지자체에게 중앙정부의 특교세나 광역도의 기금을 배분할 때, 피해 범위와 규모를 고려해 공간적 피해 범위가 넓고 방제 작업이 지속해서 요구되는 지자체에 배분이 더 이루어져야 한다는 의견을 제시했다.

〈표 2-9〉 관계기관별 주요 의견

기관	환경부 수질수생태과	한강유역환경청 수생태관리과	환경공단 수질오염방제부	평택시 환경지도과
예방	- 집수정만으로 소화용수 저류 불가능	-	- 행동매뉴얼 및 교육을 제공하나 작동성은 낮아 보임	- 화학사고예방관리계획에 대한 정보가 없어 대응 어려움
상황전파 및 정보공유	- 소화용수에 관한 정보 협조가 안 됨 - 사고 이후 보고체계를 개선함	- 보고체계가 미흡하여 현장출동 늦음	- 환경청의 실질적 기능과 역할 강화 필요	- 다양한 관계기관에서 여러 자료를 요청하며, 획일화된 정보공유 체계 필요 - 광역지자체의 실질적 역할이 부족
초동대응	- 중장비 업체와 사전 연락 및 협조체계 구축 필요	-	- 초동대응을 위한 상황정보 파악 및 사고현장 진입 불가 - 소방청과 환경부 차원의 협력 강화 필요 - 사업장 내·외 우수·하수관망 정보를 미리 파악해 원천차단지점 사전확보 필요	- 담당자가 현장에서 즉각적인 의사결정 및 대응 어려움 - 현장 출동을 위한 기준이 필요(대부분 지자체는 수질오염사고 업무는 보조업무임) - 사업자에게 초동대응 역할을 부여하는 것이 현실적임
수질오염 방제	- 수질오염사고가 어느 정도 수습됐음에도 종료 기준이 없어 방제작업 지속 - 방제종료 기준 마련 체계 또는 기준 필요	- 유류유출사고는 빈번하나, 화학물질 및 소화용수 유출 사고는 10년 만에 발생해 대처 미흡 - 수질오염사고는 인명피해가 없어 전문인력과 예산이 부족	- 방제협회 및 방제기금 마련을 통한 선제적 지원 필요	- 대부분 관계기관이 방제지원으로만 기능이 국한돼 모든 지시사항을 지자체에서만 이행하는 데 한계가 있음 - 수질오염방제 교육 고도화 필요
사후관리	-	- 사고의 경중, 위기단계를 고려한 사후환경영향평가 가이드라인 필요	-	-
비용	-	-	-	- 피해범위와 규모를 고려한 지자체 간 지원금 배분 필요

자료: 저자 작성.

3. 국내 수질오염사고 대응 사례 분석

관리천 수질오염사고 외에 최근 발생한 국내 수질오염사고의 수습과정을 비교해 사고 유출수로 인한 수질오염사고 대응 및 사후관리의 시사점을 살펴보았다.

가. 한국타이어 소화폐수 유출 수질오염사고

1) 사고 개요

2023년 3월 12일 대전광역시 대덕구에 위치한 한국타이어 대전공장의 화재사고는 최고 단계인 대응 3단계가 발령되고 헬기 9대와 소방장비 158대를 투입해 13시간여 만에 초진을 완료할 정도로 규모가 컸다.[26] 화재를 진압하는 과정에서 발생한 소화폐수의 대부분은 폐수종말처리장으로 들어갔으나 처리 용량을 초과하면서 소화폐수 일부가 덕암천으로 흘러들어 갔다(그림 2-6 참조).[27]

자료: 금강유역환경청 수생태관리과(2024.7).

〈그림 2-6〉 한국타이어 화재사고로 인한 수질오염사고 대응 조치

26) 연합뉴스(2023.3.13), "한국타이어 대전공장 불 타이어 40만개 태우고 13시간만에 초진(종합2보)", 검색일: 2024.7.25.

27) 동아일보(2023.3.17), "한국타이어 화재 사고로 인근 하천서 기준치 3배 넘는 중금속 검출", 검색일: 2024.7.25.

2) 수질오염사고 대응

가) 상황전파 및 초동대응

3월 12일 22시 9분에 사업장 내 화재가 발생하고 22시 13분에 화학물질안전원에 사건이 접수된 후 23시 50분에 대덕구청이 현장에 도착했다(표 2-10 참조). 다음 날 1시 19분에 대덕구청 환경과는 금강유역환경청에 통보하고, 3시 10분 금강유역환경청은 환경공단에 상황을 전파하고 기술지원을 요청했으며, 4시경 수질오염방제센터가 현장에 도착했다. 5시 19분에 환경공단은 폐수 유출을 확인하고 6시 20분에 소화폐수 차집관로 원류를 확인해 오일펜스 구축을 완료했다. 9시에는 소화폐수 회수를 위해 탱크로리를 투입하고 소화폐수 전량을 폐수처리장으로 유입조치했으나, 11시 25분 소화수 분사량 증가로 월류가 재개되자 추가 물질을 조성하고 오일펜스를 추가로 구축해 수질오염 확산을 차단하는 데 노력했다. 다음 날인 3월 14일 소화폐수 회수를 위해 탱크로리 2대를 추가 투입하고 17시 30분에 소화수 방사량이 감소해 투입된 탱크로리를 모두 철수했다.

〈표 2-10〉 한국타이어 화재사고로 인한 수질오염사고 관련 주요 상황전파 및 초동대응

일자	시간	주요조치내용	기관
3.12.	22:09	사업장 내 화재 발생	
	22:13	안전원 접수	
	23:50	대덕구청 환경과 현장 도착	
3.13.	1:19	대덕구청 환경과 금강청 통보	
	2:45	대덕구청 금강청에 기술 지원 요청	
	3:10	금강청 환경공단 전파 및 기술 지원 요청	
	4:00	한국환경공단 수질오염방제센터 현장 도착	
	5:19	사고지점 상하류 수질 측정 결과 폐수 유출 확인	공단
	6:20	소화폐수 차집관로 월류 확인 및 오일펜스 구축 완료	대덕구, 공단
	6:20~17:00	오일펜스 내 거품 및 유막 제거	
	8:10	금강청 현장 도착	
	9:00	소화폐수 회수를 위해 탱크로리 25톤 3대 투입	한국타이어
	10:00	차집관로 스크린에 이물질 제거로 소화폐수 전량 폐수처리장 유입 조치	대전시설공단

〈표 2-10〉의 계속

일자	시간	주요조치내용	기관
3.13.	11:25	소화수 분사량 증가로 월류 재개	
	12:30	사업장 내 소화폐수가 흘러넘쳐 추가 물길 조성	
	12:40	오일펜스 추가 구축	공단
3.14.	9:30	소화폐수 회수를 위해 탱크로리 2대 추가	한국타이어
	17:30	소화수 방사량 감소로 탱크로리 5대 모두 철수	

자료: 금강유역환경청 수생태관리과(2024.7).

나) 수질 모니터링

금강유역환경청 수생태관리과(2024.7) 자료에 따르면 사고 발생 다음 날인 3월 13일 14시와 15시에 사고지점 하류인 세종1과 부강에서 채수하고 3월 16일까지 동일한 곳에서 매일 채수를 실시했다.

3월 17일 대전시보건환경연구원에 따르면, 16일 진행된 검사에서 납이 0.095mg/L 검출돼 기준치인 0.05mg/L의 두 배 가까운 수치가 나타났고, 안티몬은 0.063mg/L 검출돼 기준치의 세 배 넘는 수치가 나타났다.[28] 다만, 환경부 보도자료에 따르면 보도된 수질분석 결과의 시료는 덕암천에서 채수한 것이 아니며, 화재사고로 발생한 폐수를 공공처리시설로 유입하려고 모아놓은 지점에서 측정한 수치이고 사고지점 하류인 금강 본류에서는 납, 안티몬, 수은, 비소, 페놀 등 중금속이 불검출됐다고 설명했다.[29]

다) 상황 종료

사고 발생 이후 소화폐수가 유출된 하천의 하류지점에서 수질을 모니터링한 결과 중금속이 불검출됨에 따라 상황은 종료된 것으로 보인다.

28) 조선일보(2023.3.27), "화재 난 한국타이어 소방폐수에서 기준치 3배 이상 중금속 성분 검출", 검색일: 2024.7.25.

29) 환경부 보도자료(2023.3.17), p.1.

나. 고창군 상하면 수질오염사고

1) 사고 개요

2024년 5월 14일 농가에서 보관 중인 유류통이 쓰러져 경유 약 1,000L가 주변 우수로를 통해 농수로로 유출됐다(그림 2-7 참조).

자료: 전북지방환경청 새만금유역관리단(2024.7).

〈그림 2-7〉 고창군 상하면 수질오염사고 유출 경로

2) 수질오염사고 대응

고창군에 사고가 접수되고 10분 후 방제둑 설치와 흡착포 살포, 오일붐 설치 등 방제작업이 실시됐으며, 약 4시간 후 환경청이 사고 현장에 도착하고 오염확산 여부를 확인했다(표 2-11 참조). 사고 발생 이후 3일 동안 유류 제거, 오염토양 제거, 농수로 준설 등 방제작업이 지속됐으며, 14일 후 오염토양 약 154톤이 위탁 처리됐다. 관계자 인터뷰에 따르면, 마을 주민과 고창군 관계자의 신속하고 적극적인 초동조치로 유류유출사고 피해확산을 막은 것으로 보인다.

〈표 2-11〉 고창군 상하면 수질오염사고 시간대별 수습사항

일자	시간	주요조치내용	기관
5.14.	18:40	- 사고 접수	고창군
	18:50	- 방제작업 실시(방제둑 3지점 설치, 흡착포 살포, 오일붐 설치 등)	-
	20:25	- 환경청 접수	환경청
	22:40	- 사고 현장 도착 및 오염확산여부 확인	환경청
5.15.	9:00~18:00	- 방제작업 지속 실시 · 흡착포, 오일붐 교체 · 방제둑 1지점의 용수를 주변 농경지로 이송 · 농수로 준설 - 방제상황 점검 및 오염확산 여부 확인	고창군 환경청
5.16~17.	-	- 방제작업 지속 실시 · 흡착포, 오일붐 교체 · 마을 앞 구거 유류 제거 · 농수로 등의 오염토양 제거(금호기술) · 수분 제거를 위해 주변에 임시 보관	고창군
5.20.	-	- 발생폐기물 지정폐기물 위탁 처리(1.2톤)	-
5.28.	-	- 오염토양 위탁 처리(154톤)	-

자료: 전북지방환경청 새만금유역관리단(2024.7).

4. 해외 수질오염사고 대응 사례 분석

본 절에서는 주요 선진국에서 수질오염사고가 발생했을 때 초동대응, 대응주체, 관계기관의 역할, 영향지역에 대한 조치사항 등을 중점적으로 살펴보았다.

가. Olympia brewery transformer spill

1) 사고 개요

2019년 2월 25일 미국 워싱턴주 텀워터시(City of Tumwater)에 위치한 올림피아 양조장이 소유한 파손된 변압기에서 오일 약 600갤런(2,270L)이 유출됐고 우수관로를 통해 데슈츠강(Deschutes River)과 캐피톨 호수(Capitol Lake)로 유입됐다.[30]

30) Department of Ecology State of Washington(2019.9.27), “Olympia Brewery Transformer Spill”, 검색일: 2024.8.1.

변압기

변압기 인근

캐피톨 호수

자료: Flickr(2019.2), “Olympia Brewery Transformer Spill”, 검색일: 2024.9.1.

〈그림 2-8〉 Olympia brewery transformer spill 사고 개요

2) 수질오염사고 대응

사고 발생 다음 날인 2월 26일 양조장의 변압기에서 유출된 오일에 폴리염소화비페닐(PCB)이 포함되었을 가능성이 생기면서 오일 샘플 분석을 의뢰함과 동시에 워싱턴주 생태부, 텀워터시, 서스턴 카운티 보건부는 양조장 부지 소유주와 협력하여 오염정화 계획을 수립했다. 양조장 소유주는 청소업체와 계약해 오염된 지표와 데슈츠강 내 오염된 토양, 바위, 식물 및 하천의 오일을 제거하는 작업을 실시했다. 생태부 하위기관인 Washington Conservation Corps는 정화작업 결과를 지속적으로 감독하였고, 오염정화 작업팀은 오염구간의 방제 작업을 지속했다.

5월 9일 양조장 소유주는 정화 활동 작업에 지속적으로 자금을 제공하기 어려운 상태에 이르렀으며, 이에 워싱턴주는 주 기금을 투입해 정화작업을 지속하기로 결정했다. 그리고 이는 PCB의 생물농축에 따른 장기적 영향을 염두에 둔 결정으로 보인다. 6월 12일 캐피톨 호수 바닥에서 오일을 회수하기 위해 다이빙과 흡입 작업을 실시했다. 9월 10일 생태부는 수질오염 대응 작업 완료를 공표했으며, 보고된 세부작업은 모든 오염 영향지역 내 오일 제거, 오일 및 PCB 영향을 받은 식물 제거, 호수 표면층 및 퇴적층의 오일 제거, 오염된 도로 및 우수관로 등 공공 인프라 교체, 잠재적인 오염의 추가 원인 제거이다. 그리고 생태부는 지속적으로 오염도를 평가하고 추가 대응 또는 개선 여부를 검토하기로 했다.

〈표 2-12〉 Olympia brewery transformer spill 수습사항

일자	주요조치내용
19.2.26.	- 유출된 오일에 폴리염소화비페닐(PCB)이 포함돼 있을 수 있어 워싱턴주 생태부(Department of ecology)는 유출현장에서 오일 샘플을 수집하고 분석 의뢰
19.2.27.	- 워싱턴주 생태부는 캐피톨 호수의 기름얼룩과 해당 사고의 관련 여부 확인 - 워싱턴주 생태부, 텀워터시, 서스턴 카운티 보건부는 양조장 부지 소유주와 협력하여 정화 계획 수립 - 캐피톨 호수를 관리하는 Department of Enterprise Services와 양조장의 청소계약업체인 Cowlitz Clean Sweep과 협력하여 대응에 임함
19.2.28.	- 양조장 소유주가 고용한 업체는 지표면과 데슈츠강에서 변압기 오일을 제거하는 작업(토양, 바위, 식물 및 하천)을 지속함
19.3.1.	- 데슈츠강부터 캐피톨 호수까지 오일 봉쇄 붐을 배치 - 의뢰한 실험결과에 따라 PCB가 0.005% 미만이 오일에 포함됨을 확인하였으며, 이는 즉각적인 공중보건에 위협을 초래하진 않으나 수생먹이사슬에 축적되고 해양 생물 건강에 악영향을 미칠 수 있음을 진단
19.3.29.	- 민간계약 작업팀은 오염구간의 방제작업을 지속하면서, 생태부에서 요구한 정화작업의 일환으로 오염이 확인된 우수배제장치와 우수관을 교체
19.3.29.	- 생태부 하위기관인 Washington Conservation Corps는 오염구역의 정화작업 결과를 지속적으로 확인 및 평가
19.5.9.	- 양조장 소유주는 정화 활동 작업에 지속적인 자금을 더는 제공하기 어려운 상태에 이름 - 주 기금을 투입하여 정화작업을 지속하기로 결정
19.6.12.	- 캐피톨 호수 바닥에서 석유를 회수하는 다이빙과 흡입 작업을 실시
19.9.10.	- 수질오염 대응 작업 완료 · 모든 영향지역 내 오일 제거 · 오일 및 PCB 영향을 받은 식물 제거 · 캐피톨 호수 표면의 오일 회수 및 오염된 퇴적물 제거 · 도로 및 우수관로와 같은 공공 인프라 교체 · 양조장 내 잠재적인 오염의 추가 원인 제거 - 생태부의 대응을 지속적으로 평가하고 추가 대응 또는 개선 여부 검토

자료: Department of Ecology State of Washington(2019.9.27), “Olympia Brewery Transformer Spill”, 검색일: 2024.8.1을 참고하여 저자 번역.

3) 수질오염사고 후속조치

워싱턴주 생태부는 사고 원인자인 올림피아 양조장 소유주에게 원유 유출사고 청소 비용으로 1,137만 달러 규모 청구서를 전달했다.[31] 해당 금액 외에도 소유주는 벌금 14,000달러와 환경 피해 평가를 위한 비용도 청구될 것으로 보도됐다.

31) The Oltmpian(2021.2.13), “Ecology Says Olympia Brewery Owner Owes It $11.37 Million for Oil Spill Cleanup”, 검색일: 2024.9.1.

나. Toxic releases wood treatment water pollution

1) 사고 개요

2008년 4월 22일 오전 9시 30분경 목재처리공장의 오토클레이브에서 목재 처리액(Propiconazole, Tebuconazole, and Copper carbonate)으로 목재를 처리하던 중 갑자기 문이 열리면서 내부의 처리액이 사업장 내 우수관로와 도시 우수관로를 통해 외부로 유출됐고 Le diouric 하천을 지나 Aber benoit강으로 흘러들어갔다.[32]

사고현장 사고오염수 유출경로

자료: ARIA(2012.3), pp.1-2.

〈그림 2-9〉 목재처리장 사고 및 사고오염수 유출경로

2) 수질오염사고 대응

사고 당일 오토클레이브에서 유출된 사고오염수 약 39톤 중 17.5톤은 작업자가 직접 저수조로 펌핑해 저장탱크로 이송하고, 다음 날까지 전문업체가 우수관로에 저류된 8.5톤을 이송했으며, 약 8~12톤이 수계로 유입됐을 것으로 추정된다.[33]

Le diouric 하천은 파란색으로 물들었으며 우수관로 배수구가 위치한 하천 주변 300~400m에서 수생생물(게, 벌레 등)의 폐사가 관찰됐다. 다만, Aber benoit강에서는 수생생물의 폐사가 관찰되지 않았으나 미량의 황산구리가 발견돼 제거작업을 수행했다.

32) ARIA(2012.3), pp.1-6.
33) ARIA(2012.3), pp.1-2.

〈표 2-13〉 목재처리시설 사고유출수로 인한 수질오염사고 수습사항

일자	주요조치내용
'08.4.22.	- 사고 발생 및 사고오염수 유출(약 39톤) - 톱밥을 바닥에 살포하고, 맨홀 주변에 톱밥, 나뭇조각, 모래로 임시차단벽 설치 - 작업자가 직접 사고오염수를 저수조로 펌핑해 저장탱크로 이송(17.5톤)
'08.4.23.	- 전문 하청업체가 우수관로에 저류된 사고오염수 펌핑 및 이송(8.5톤)
'08.4.24.	- 전문업체가 도시 우수관로 청소
'08.4.25.	- 지자체 직원들은 소방관과 목재처리회사 직원들의 도움을 받아 Le diouric 하천을 따라 오염물질 제거작업 진행 - 시설조사관이 현장에 방문해 우수관로 청소 완료 확인

자료: ARIA(2012.3), pp.1-6을 참고하여 저자 번역.

3) 수질오염사고 후속조치

사고 발생 3일 후 시설조사관이 사고 현장을 방문했으며, 우수관로 내 오염물질 제거 여부를 확인했다.[34] 시설조사관은 공장운영 방식의 미비점을 발견해 운영자에게 2주 이내에 오염물질이 외부로 직접 또는 간접적으로 유출되지 않도록 바닥, 탱크, 수조, 배관 등의 배치를 개선할 것과 예방조치 조치를 시행할 것을 요구하는 명령을 내렸다. 도청은 운영자에게 공장 부지의 모든 액체 폐기물과 오염된 톱밥을 처리할 것과 생태계 평가에 상응하는 기법으로 수질오염사고의 범위와 결과를 평가할 것을 명령했다. 5월 14일 검사관은 다시 현장점검을 실시했고 요구한 모든 지시사항이 이행됨을 확인했다. 구체적으로 우수배수구 2곳에 차단 밸브를 설치하고 2.2m^2 용량 저수조를 추가로 배치했으며, 7m^2 저류지를 만들었다.

4) 환경영향평가

목재처리액의 특성을 고려해 지하수, 지표수, 수생태에 대한 환경영향을 조사했다.[35] 지하수와 지표수의 오염수준 평가는 시설검사관의 요청에 따라 운영자가 컨설턴트에게 의뢰했으며, 수생태 조사는 여러 공공기관의 전문가에게 평가를 받았다.

지하수는 모니터링 지점 3곳 중 2곳에서 목재처리액의 흔적이 발견됐고 음용수 기준을

34) ARIA(2012.3), pp.4-5.
35) ARIA(2012.3), p.5.

상회하였기 때문에 장기간에 걸친 광범위한 모니터링 프로그램이 필요하다고 판단을 내렸다. 지표수는 4월 25일부터 5월 29일까지 수질이 상당히 개선됐으며 오염도가 규제 기준치 이하임을 확인했다. 5월 14일에 발표된 수생태영향에 대한 전문기관의 분석 결과에 따르면, 단기적으로 사고물질이 기준값을 초과하지 않았으나, 생태계 내 축적 경향이 관찰되었다. 이에 따라, 생물축적영향을 검증하는 모니터링 계획을 수행하기로 했다.

색도 변화　　수생생물 폐사

자료: ARIA(2012.3), p.3.

〈그림 2-10〉 목재처리액 유출로 인한 수질오염사고 피해

5. 종합분석

국내 화학물질 취급 업체 수, 화학물질 종류, 유통량이 증가하면서 화학물질 관련 누출사고와 화재사고 역시 증가하고 있다. 수질오염사고 발생은 감소 추세이나 화학물질 또는 소방수에 기인한 수질오염사고의 비율은 늘어났다. 유해화학물질 취급시설 화재가 발생하면 유해화학물질을 동반한 소화용수 상당량이 우수관로를 통해 수계로 유출될 가능성이 높고 대규모 수질오염사고로 이어질 수 있으므로 대응책을 마련해야 한다.

관리천 수질오염사고와 국내외 수질오염사고의 대응 사례를 종합적으로 비교하면 다음과 같다(표 2-14 참조). 소화폐수를 동반한 사고오염수가 발생하더라도 충분한 저류용량을 갖춘 예방시설이 존재하면 수질오염사고 확대를 방지할 수 있으나, 저류용량이 적으면 대규모 수질오염사고로 이어질 수밖에 없다. 소화용수를 동반하지 않는 사고유출수가 발생하더라도 사고상황 파악이 늦거나 상황전파가 늦는 경우도 수질오염사고의 피해 범위와 규모가 매우

커지게 된다. 사고현장에서 사고유출수가 발생해 관계기관에 신속하게 상황이 전파되어도 상황접수 후 초동대응을 위한 방제장비 준비 및 현장이동, 방제 중장비 업체 호출 등은 사고유출수가 수계로 유출된 후 수행될 수밖에 없다. 따라서 사고 현장에서 소방청 또는 사업자가 즉각적으로 초동대응을 해야 수질오염사고 확산을 방지할 수 있다. 환경정화 성과가 나타나 방제작업을 임의로 종료하면 섣부른 결정이라 오해받을 수 있으며, 막연히 방제작업을 지속하면 지자체의 예산과 행정력이 남용될 수 있으므로 다양한 이해관계자가 수용할 수 있는 방제종료 기준과 절차가 필요해 보인다.

〈표 2-14〉 국내외 수질오염사고 특징

구분	관리천 수질오염사고	한국타이어 수질오염사고	고창군 수질오염사고	올림피아 수질오염사고	목제처리장 수질오염사고
사고 물질	- 유해화학물질 및 소화폐수	- 소화폐수	- 유류	- 유류	- 유해화학물질
유출량	- 알 수 없음	- 알 수 없음	- 1,000L	- 2,270L	- 39톤
예방 시설	- 집수정	- 폐수처리시설	-	-	- 저류지
상황 전파	- 환경청 및 타 지자체 전파 늦음	- 관할 지자체 및 환경청 전파	- 빠른 상황전파	- 수계유출 이후 사고 인지	-
초동 대응	- 중장비 투입시기 늦음	- 폐수 이송	- 주민들의 신속한 초동조치	-	- 사업장 직원의 사고오염수 회수
수질 오염 방제	- 방제둑 설치 - 오염수 이송 처리 - 현장 활성탄 처리	- 오일펜스 구축 - 흡착포	- 오일펜스 구축 - 흡착포 - 오염토양 제거	- 오일펜스 구축 - 흡착포 - 우수관로 교체 - 호소 퇴적물 제거	- 우수관로 세척 - 하천 전 구간 청소 - 오염수 이송 처리
방제 수행자	- 지자체 - 지자체의 전문업체 위탁	- 지자체	- 지자체 - 주민	- 사업자의 전문업체 위탁 - 주정부의 전문업체 위탁	- 사업자 위임 전문업체 위탁
재원	- 지자체 예산 - 특교세 - 광역도 기금	- 지자체로 추정	- 지자체로 추정	- 사업자 부담 - 주 기금	- 사업자로 추정
방제 종료 결정	- 목표 수질기준 마련 및 달성	- 수계 수질상태 확인	-	-	- 수질 및 수생태 상태 평가

자료: 저자 작성.

제3장

수질오염사고 관련 제도 분석

1. 유해화학물질 취급시설 관리

가. 유해화학물질 취급시설 안전거리

「화학물질관리법」에 따르면, 유해화학물질 취급시설은 환경부령으로 정하는 배치·설치 및 관리 기준 등에 따라 설치·운영되어야 하며 「건축법」에 따른 건축물의 경계 또는 「자연환경보전법」의 생태·경관보호지역의 경계까지 안전거리를 유지하도록 배치해야 한다(표 3-1 참조). 그리고 보호대상은 갑종과 을종으로 구분하여 거리를 달리하는데, 갑종 보호대상에는 학교, 병원, 아동복지시설 등 대규모 인원을 수용하는 건축물이 포함되고, 을종 보호대상에는 단독주택, 공동주택, 근린생활시설, 생태·경관보호지역 등이 포함된다. 유해화학물질 취급시설 외벽으로부터 갑종 보호대상은 17~30m, 을종 보호대상은 12~20m 이상 거리를 유지해야 한다. 다만, 적용시설은 인화성 가스 및 인화성액체 저장시설이며, 일반 유해화학물질 취급시설은 적용되지 않는 것으로 보인다. 즉, 「화학물질관리법」에 따른 유해화학물질 업종 입지의 안전거리 설정은 화재·폭발, 유출·누출 사고로부터 인명, 생태, 자연경관을 보호하는 것이 목적이며, 하천환경 보호를 위한 안전거리 기준은 없는 것으로 판단된다.

〈표 3-1〉「화학물질관리법」에 따른 유해화학물질 취급시설의 설치 및 관리 기준

화학물질관리법

제24조(취급시설의 배치·설치 및 관리 기준 등)
① 유해화학물질 취급시설은 환경부령으로 정하는 배치·설치 및 관리 기준 등에 따라 설치·운영되어야 한다.

화학물질관리법 시행규칙

제21조(취급시설의 배치·설치 및 관리 기준) ① 법 제24조제1항에 따라 유해화학물질 취급시설은 그 외벽부터 「건축법」 제2조제2호의 건축물의 경계 또는 「자연환경보전법」 제2조제12호의 생태·경관보호지역의 경계까지 환경부장관이 정하여 고시하는 안전거리를 유지하도록 배치되어야 한다.
② 법 제24조제1항에 따른 유해화학물질 취급시설의 설치 및 관리기준은 별표 5와 같다.

유해화학물질 취급시설 외벽으로부터 보호대상까지의 안전거리 고시

제4조(취급시설의 배치·설치) 법 제24조 및 규칙 제21조에 따라 유해화학물질 취급시설은 유해화학물질의 화재·폭발, 유출·누출사고에 따른 피해확산을 방지할 수 있도록 그 외벽으로부터 보호대상까지 별표 1에 따른 안전거리를 유지할 수 있도록 배치·설치되어야 한다. 다만, 법 시행 이전에 설치된 시설에 대해서는 법 제23조에 따른 화학사고예방관리계획서에 따른 검토결과 안전성이 확인된 경우는 제외할 수 있다.
제5조(보호대상의 구분) ① 보호대상은 "갑종 보호대상"과 "을종 보호대상"으로 구분할 수 있다.
② 갑종 보호대상은 학교, 병원, 아동복지시설, 노인복지시설, 호텔·여관 등 숙박시설, 공연장·예식장·전시장 등 대규모 인원을 수용할 수 있는 건축물로서 별표 2에서 정하는 것을 말한다.
③ 을종 보호대상은 단독주택, 공동주택, 상가 등은 근린생활시설과 생태·경관보호지역으로서 별표 3에서 정하는 것을 말한다.

[별표 1] 취급시설 외벽으로부터 보호대상까지 안전거리

구분	시설용량	갑종 보호대상	을종 보호대상
인화성가스	1만m^3 이하	17m	12m
	1만m^3 초과~2만m^3 이하	21m	14m
	2만m^3 초과~3만m^3 이하	24m	16m
	3만m^3 초과~4만m^3 이하	27m	18m
	4만m^3 초과~5만m^3 이하	30m	20m
	5만m^3 초과~99만m^3 이하	30m 〔저온저장탱크는 3/25√(X2+10,000)〕	20m 〔저온저장탱크는 2/25√(X+10,000)〕
	99만m^3 초과	30m (인화성가스 저온저장탱크는 120m)	20m 〔인화성가스 저온저장탱크는 80m〕
인화성액체	-	30m	10m

자료: 국가법령정보센터, "유해화학물질 취급시설 외벽으로부터 보호대상까지의 안전고리 고시", "화학물질관리법", "화학물질관리법 시행규칙".

나. 유해화학물질 취급시설 입지

「수도법」에서는 음용·공업용 등으로 제공하기 위한 취수시설을 설치한 지역의 수질 보전을 위해 상수원 상류에 공장설립을 제한한다(표 3-2 참조). 공장은 「수도법」에 근거해 지정된 상수원보호구역과 공장설립제한지역에 설립이 제한되며, 공장설립이 제한되는 지역 중 상수원에 미치는 영향 등을 고려하여 취수시설로부터 상류로 유하거리 7km를 초과하는 지역 또는 유하거리 4~7km 이내 지역으로서 하천과 호소의 경계로부터 500m를 벗어난 지역은 공장설립 승인지역의 범위로 정하고 환경부령으로 정하는 공장의 설립을 승인할 수 있다. 「화학물질관리법」에 따라 영업허가를 받아야 하는 사업장은 공장설립승인지역에 설립될 수 없다. 「화학물질관리법」에 따른 유해화학물질 영업허가에는 유해화학물질 제조업, 판매업, 보관·저장업, 운반업, 사용업이 모두 포함되며, 유해화학물질의 취급용량이 낮은 영업은 영업허가를 면제한다(표 3-3 참조). 따라서 유해화학물질 영업허가가 필요한 일정규모 이상의 유해화학물질 취급시설은 상수원보호구역, 공장설립제한지역, 공장설립승인지역 등 상수원 상류 지역에 설치될 수 없다.

〈표 3-2〉 「수도법」에 따른 유해화학물질 영업장의 입지 제한

수도법
제7조의2(상수원보호구역 외의 지역에서의 공장설립의 제한) ① 상수원보호구역의 상류지역이나 취수시설(광역상수도 및 지방상수도의 취수시설만을 말한다)의 상류·하류 일정지역으로서 대통령령으로 정하는 지역에서는 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 공장을 설립할 수 없다. ② 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장은 관할구역에서 제1항의 취수시설이 설치되거나 변경되는 경우에는 환경부령으로 정하는 바에 따라 지체 없이 공고하여야 한다. ③ 시장·군수·구청장은 제1항에도 불구하고 공장설립이 제한되는 지역 중 상수원에 미치는 영향 등을 고려하여 대통령령으로 정하는 지역에는 환경부령으로 정하는 공장의 설립을 승인할 수 있다. 이 경우 상수원보호구역이 다른 시장·군수·구청장의 관할에 속하는 경우에는 해당 시장·군수·구청장과 미리 협의하여야 한다.
수도법 시행령
제14조의2(공장설립이 제한되는 지역의 범위) 법 제7조의2제1항에서 “대통령령으로 정하는 지역”이란 다음 각 호의 지역을 말한다. 1. 상수원보호구역이 지정·공고된 경우 가. 취수시설의 용량이 1일 20만세제곱미터 미만인 경우: 상수원보호구역의 경계구역으로부터 상류로 유하거리(流下距離) 10킬로미터 이내인 지역 나. 취수시설의 용량이 1일 20만세제곱미터 이상인 경우: 상수원보호구역의 경계구역으로부터 상류로 유하거리 20킬로미터 이내인 지역. 다만, 환경부령으로 정하는 수원을 취수하여 광역상수원으로 공급하는 경우에는 가목에 따른 지역으로 한다.

〈표 3-2〉의 계속

2. 상수원보호구역이 지정·공고되지 않은 경우: 취수시설(환경부령으로 정하는 수원을 취수하여 광역상수원으로 공급하는 경우로서 환경부장관이 고시로 정하는 취수시설은 제외한다)로부터 상류로 유하거리 15킬로미터 이내인 지역 및 하류로 유하거리 1킬로미터 이내인 지역 3. 「지하수법」 제2조제1호에 따른 지하수를 원수로 취수(取水)하는 경우에는 취수시설로부터 1킬로미터 이내인 지역
제14조의3(공장설립 승인지역의 범위) 법 제7조의2제3항 전단에서 "대통령령으로 정하는 지역"이란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 지역을 말한다. 1. 제14조의2제1호 및 제2호에 해당하는 지역 중 취수시설로부터 상류로 유하거리 7킬로미터를 초과하는 지역 2. 제14조의2제1호 및 제2호에 해당하는 지역 중 취수시설로부터 상류로 유하거리 4킬로미터 초과 7킬로미터 이내인 지역으로서 「하천법」 제2조제1호에 따른 하천 또는 「물환경보전법」 제2조제14호에 따른 호소의 경계로부터 500미터 이내의 지역을 제외한 지역
수도법 시행규칙
제2조의3(공장설립승인지역에 설립하는 공장의 승인요건) 법 제7조의2제3항 전단에서 "환경부령으로 정하는 공장"이란 다음 각 호의 구분에 따라 어느 하나에 해당하는 공장을 말한다. 1. 「수도법 시행령」(이하 "영"이라 한다) 제14조의3제1호의 지역: 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 공장. 다만, 「물환경보전법」 제2조제10호의 폐수배출시설(같은 법 제32조제7항제2호에 따른 폐수를 전량(全量) 위탁처리하여 공공수역으로 폐수를 방류하지 아니하는 배출시설과 같은 법 제33조제7항에 따라 설치되는 폐수무방류배출시설은 제외한다)을 설치하는 사업장 또는 「화학물질관리법」 제28조에 따른 유해화학물질 영업허가를 받아야 하는 사업장은 제외한다.

자료: 국가법령정보센터, "수도법", "수도법 시행령", "수도법 시행규칙"

〈표 3-3〉 유해화학물질 영업허가 및 영업허가의 면제

유해화학물질 영업	유해화학물질 영업허가 면제
1. 유해화학물질 제조업: 판매할 목적으로 유해화학물질 중 허가물질 및 금지물질을 제외한 나머지 물질을 제조하는 영업 2. 유해화학물질 판매업: 유해화학물질 중 허가물질 및 금지물질을 제외한 나머지 물질을 상업적으로 판매하는 영업 3. 유해화학물질 보관·저장업: 유해화학물질 중 허가물질 및 금지물질을 제외한 나머지 물질을 제조, 사용, 판매 및 운반할 목적으로 일정한 시설에 보관·저장하는 영업 4. 유해화학물질 운반업: 유해화학물질 중 허가물질 및 금지물질을 제외한 나머지 물질을 운반(항공기·선박·철도를 이용한 운반은 제외한다)하는 영업 5. 유해화학물질 사용업: 유해화학물질 중 허가물질 및 금지물질을 제외한 나머지 물질을 사용하여 제품을 제조하거나 세척(洗滌)·도장(塗裝) 등 작업과정 중에 이들 물질을 사용하는 영업	1. 기계나 장치에 내장되어 있는 유해화학물질을 판매, 보관·저장, 운반 또는 사용하는 영업을 하는 자 2. 유해화학물질에 해당하는 시험용·연구용·검사용 시약을 그 목적으로 판매, 보관·저장, 운반 또는 사용하는 영업을 하는 자 3. 항만, 역구내(驛區內) 등 일정한 구역에서 유해화학물질을 하역하거나 운반하는 자 4. 제1호부터 제3호까지의 규정에 준하여 유해화학물질 영업허가가 필요 없다고 인정하여 환경부령으로 정한 자

자료: 국가법령정보센터, "화학물질관리법".

다. 화학사고 예방

1) 유해화학물질 취급시설의 화학물질 유출 관리

가) 유해화학물질 저장·보관시설의 피해저감시설 설치 기준

관리천 수질오염사고는 유해화학물질 저장·보관시설에서 발생한 화재로 유해화학물질과 소화폐수가 하천에 유입되어 발생하므로 유해화학물질 취급시설의 화학사고 관리에 관한 사항을 검토해 보았다. 「화학물질관리법 시행령」에서는 유해화학물질 저장·보관시설의 설치 및 관리기준을 제시한다(표 3-4 참조). 화학물질 유출 방지를 위해 액체 상태의 유해화학물질 저장·보관시설은 방류벽, 방지턱 등 집수설비를 설치해야 하며, 유해화학물질이 사업장 주변의 하천이나 토양으로 흘러들어가지 않도록 차단시설 및 집수설비 등을 설치하도록 정하고 있다.

〈표 3-4〉 유해화학물질 저장·보관시설의 설치 및 관리기준

화학물질관리법 시행규칙 [별표 5]
3. 저장·보관시설의 경우
가. 설치기준
1) 유해화학물질 저장·보관시설이 설치된 건축물에는 환기설비를 설치해야 한다. 다만, 설비의 기능상 환기가 불가능하거나 불필요한 경우에는 그렇지 않다.
2) 유해화학물질 체류로 인한 사고를 예방하기 위하여 분진, 액체 또는 기체 등 유해화학물질의 물리적·화학적 특성에 적합한 배출설비를 갖추어야 한다.
3) 금속부식성 물질을 취급하는 설비는 부식이나 손상을 예방하기 위하여 해당 물질에 견디는 재질을 사용해야 한다.
4) 액체나 기체 상태의 유해화학물질은 누출·유출 여부를 조기에 인지할 수 있도록 검지·경보설비를 설치하고, 해당 물질의 확산을 방지하기 위한 긴급차단설비를 설치해야 한다.
5) 액체 상태의 유해화학물질 저장·보관시설은 방류벽, 방지턱 등 집수설비를 설치해야 한다.
6) 유해화학물질이 사업장 주변의 하천이나 토양으로 흘러 들어가지 않도록 차단시설 및 집수설비 등을 설치해야 한다.
7) 유해화학물질에 노출되거나 흡입하는 등의 피해를 예방할 수 있도록 긴급세척시설과 개인보호장구를 갖추어야 한다.
8) 저장설비는 그 설비의 압력이 최고사용압력을 초과하는 경우 즉시 그 압력을 최고사용압력 이하로 돌릴 수 있도록 안전장치를 설치해야 한다.
9) 저장·보관시설은 바닥에 유해화학물질이 스며들지 않도록 하는 재료를 사용해야 한다.

자료: 국가법령정보센터, “화학물질관리법 시행규칙”.

유해화학물질 저장·보관시설의 피해저감시설기준은 화학물질안전원에서 실내 저장, 실내 보관, 실외 저장, 실외 보관시설로 구분하여 설치 및 관리에 관한 사항을 고시한다(표 3-5 참조). 고체 또는 기체 유해화학물질을 취급하는 실내 보관시설인 경우 건축물의 바닥은 물질이 스며들지 못하고 해당 물질에 견딜 수 있는 재료를 사용하는 것 외에는 기준이 없다. 유해화학물질을 액체 상태로 보관하는 보관설비를 설치하는 경우에는 실내와 실외 보관시설의 시설기준이 동일하다. 물질이 누출되어 확산하는 것을 방지하도록 방지턱, 트렌치, 건축물 벽체 등을 활용한 집수시설을 설치해야 한다. 용기를 취급하는 경우에는 집수시설의 용량을 최대 단일 용기의 100% 이상으로 할 것을 명시하고 있다. 세부적인 피해저감시설 설치기준은 적재 및 하역 용량 이상을 수용하는 것이다. 저장시설도 고체나 기체보다 액체 상태 유해확물질의 유출을 방지하는 기준이 마련돼 있으며, 저장탱크의 용량 수준으로 집수할 수 있어야 한다. 결과적으로 고체나 기체 상태 유해화학물질은 유출 가능성이 낮아 집수나 저류 기능을 가진 피해저감시설에 대한 기준이 없으며, 액체 상태는 취급용량 수준으로 피해저감시설의 용량을 갖추어야 하는 것으로 판단된다.

〈표 3-5〉 유해화학물질 저장·보관시설의 피해저감시설 세부 설치기준

종류	액체상태 유해화학물질의 피해저감시설 기준	세부 설치기준
유해화학물질 실내 보관시설	- 액체 상태로 보관하는 보관설비를 설치하는 경우에는 물질이 누출되어 확산되는 것을 방지하기 위한 아래 조건을 만족하는 방지턱, 트렌치, 건축물 벽체 등을 활용한 집수시설을 설치 · 가. 집수시설은 해당물질에 견디는 재질을 사용하거나 적절한 마감처리를 할 것 · 나. 집수시설은 외부로 유출되지 아니하는 구조로 할 것 · 다. 용기를 취급하는 경우에는 집수시설의 용량을 최대 단일 용기의 100% 이상으로 할 것. - 액체 상태 유해화학물질을 적재·하역하는 시설의 바닥둘레에는 유해화학물질이 외부로 흘러나가지 아니하도록 방지턱 등을 설치	- 방지턱 · 방지턱의 설치둘레 길이는 운반차량 적재함의 길이 이상일 것 · 방지턱의 설치둘레 폭은 차량 진입을 고려하여 차량의 폭 이상일 것 · 방지턱의 높이는 15cm 이상 또는 적재·하역량(최대 단일 용기의 100%를 말한다. 이하 같다) 이상의 용량을 수용할 수 있는 높이 이상으로 할 것 - 트렌치 및 집수조 · 트렌치의 설치둘레 길이는 운반차량의 적재함 길이 이상일 것 · 트렌치의 설치둘레 폭은 차량 진입을 고려하여 차량의 폭 이상일 것 · 트렌치 및 집수조의 용량은 적재·하역량 용량 이상으로 할 것 ※ 200L 이하인 단일용기 운반차량의 적재·하역장소는 제외

〈표 3-5〉의 계속

종류	액체상태 유해화학물질의 피해저감시설 기준	세부 설치기준
유해화학물질 실내 저장시설	- 유해화학물질을 액체상태로 저장하는 저장탱크를 설치하는 경우에는 물질이 누출되어 확산되는 것을 방지하기 위해 방류벽, 방지턱, 트렌치, 건축물 벽체 등을 활용한 집수시설을 설치 · 가. 집수시설은 해당물질에 견디는 재질을 사용하거나 적절한 마감처리를 할 것 · 나. 집수시설은 외부로 유출되지 아니하는 구조로 할 것 · 다. 용기를 취급하는 경우에는 집수시설의 용량을 최대 단일 용기의 100% 이상으로 할 것	- 집수시설 · 하나의 저장탱크 집수설비는 당해 탱크용량의 110% 이상, 둘 이상의 저장탱크는 당해 저장탱크 중 용량이 최대인 것의 110% 이상 - 방류벽 · 탱크의 옆판으로부터 최소 0.5m 이상 거리 유지
	- 액체상체 유해화학물질을 적재·하역하는 시설의 바닥둘레에는 유해화학물질이 외부로 흘러나가지 아니하도록 방지턱 등을 설치	- 방지턱 · 방지턱의 설치둘레 길이는 운송차량에 고정된 탱크의 길이 이상일 것 · 방지턱의 설치둘레 폭은 차량 진입을 고려하여 차량의 폭 이상일 것 · 방지턱의 높이는 15cm 이상 또는 운송차량 탱크용량의 1/4 이상의 용량을 수용할 수 있는 높이 이상으로 할 것 - 트렌치 및 집수조 · 트렌치의 설치둘레 길이는 운송차량에 고정된 탱크의 길이 이상일 것 · 트렌치의 설치둘레 폭은 차량 진입을 고려하여 차량의 폭 이상일 것 · 트렌치 및 집수조의 용량은 운송차량 탱크용량의 1/4 이상을 수용할 수 있는 용량으로 할 것
유해화학물질 실외 저장시설	- 물질이 누출되어 확산되는 것을 방지하기 위하여 방류벽을 설치	- 방류벽 · 하나의 저장탱크 방류벽은 당해 탱크용량의 110% 이상, 둘 이상의 저장탱크는 당해 저장탱크 중 용량이 최대인 것의 110% 이상 · 방류벽의 높이는 0.5m 이상 · 탱크의 옆판으로부터 최소 1.5m 이상 거리 유지

〈표 3-5〉의 계속

종류	액체상태 유해화학물질의 피해저감시설 기준	세부 설치기준
유해화학물질 실외 저장시설	- 적재·하역하는 시설의 바닥둘레에는 유해화학물질이 외부로 흘러나가지 아니하도록 방지턱 등을 설치	- 방지턱 · 방지턱의 설치둘레 길이는 운송차량에 고정된 탱크의 길이 이상일 것 · 방지턱의 설치둘레 폭은 차량 진입을 고려하여 차량의 폭 이상일 것 · 방지턱의 높이는 15cm 이상 또는 운송차량 탱크용량의 1/4 이상의 용량을 수용할 수 있는 높이 이상으로 할 것 - 트렌치 및 집수조 · 트렌치의 설치둘레 길이는 운송차량에 고정된 탱크의 길이 이상일 것 · 트렌치의 설치둘레 폭은 차량 진입을 고려하여 차량의 폭 이상일 것 · 트렌치 및 집수조의 용량은 운송차량 탱크용량의 1/4 이상을 수용할 수 있는 용량으로 할 것 - 이동식 집수시설 · 유해화학물질이 스며들지 않는 적절한 재질을 사용할 것 · 설치둘레 길이는 운송차량에 고정된 탱크의 길이 이상일 것 · 설치둘레 폭은 차량 진입을 고려하여 차량의 폭 이상일 것 · 용량은 적재·하역량의 1/4 이상을 수용할 수 있는 용량으로 사용할 것 · 이동식 집수시설에 모인 유해화학물질은 펌프 등을 활용하여 적절하게 이송·처리할 것 · 이동식 집수시설의 유해화학물질이 외부로 유출되지 않도록 사용 전·후 파손 및 누출 여부 등을 확인·점검 할 것

자료: 국가법령정보센터, “유해화학물질 실내 보관시설 설치 및 관리에 관한 고시”, “유해화학물질 실내 저장시설 설치 및 관리에 관한 고시”, “유해화학물질 실외 보관시설 설치 및 관리에 관한 고시”, “유해화학물질 실외 저장시설 설치 및 관리에 관한 고시”.

나) 화학사고예방관리계획서 작성

「화학물질관리법」에 따라 유해화학물질 취급시설을 설치·운영하려는 자는 사전에 화학사고 발생으로 사업장 주변 지역의 사람이나 환경 등에 미치는 영향을 평가하고 그 피해를 최소화하기 위한 화학사고예방관리계획서를 작성해야 한다(표 3-6 참조). 화학사고로 인한 수질오염사고를 예방하도록 계획서에 포함해야 하는 사항은 화학사고 발생으로 유해화학물질이 사업장 주변 지역으로 유출·누출될 경우 사람의 건강이나 주변 환경에 영향을 미치는 정도, 유해화학물질 취급시설의 목록 및 방재시설과 장비의 보유 현황, 화학사고 발생 시 유출·누출 시나리오 및 응급조치 계획, 화학사고 피해의 최소화·제거 및 복구 등을 위한 조치계획 등이다. 자세한 작성사항은 화학물질안전원 고시인 "화학사고예방관리계획서 작성 등에 관한 규정"과 "화학사고예방관리계획서 작성 매뉴얼"에서 확인할 수 있다.

〈표 3-6〉 화학사고예방관리계획에 관한 사항

화학물질관리법
제23조(화학사고예방관리계획서의 작성·제출) ① 유해화학물질 취급시설을 설치·운영하려는 자는 사전에 화학사고 발생으로 사업장 주변 지역의 사람이나 환경 등에 미치는 영향을 평가하고 그 피해를 최소화하기 위한 화학사고예방관리계획서(이하 "화학사고예방관리계획서"라 한다)를 작성하여 환경부장관에게 제출하여야 한다. 다만, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 유해화학물질 취급시설을 설치·운영하려는 자는 그러하지 아니하다. 1. 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 제2조제2호의 연구실 2. 「학교안전사고 예방 및 보상에 관한 법률」 제2조제1호의 학교 3. 화학사고 발생으로 사업장 주변 지역의 사람이나 환경에 미치는 영향이 크지 아니하거나 유해화학물질 취급 형태·수량 등을 고려할 때 화학사고예방관리계획서의 작성 필요성이 낮은 유해화학물질 취급시설로서 환경부령으로 정하는 기준에 해당하는 시설 ② 화학사고예방관리계획서에 포함되어야 하는 내용은 다음 각 호의 내용을 포함하여 환경부령으로 정한다. 이 경우 취급하는 유해화학물질의 유해성 및 취급수량 등을 고려하여 화학사고예방관리계획서에 포함되어야 하는 내용을 달리 정할 수 있다. 1. 취급하는 유해화학물질의 목록 및 유해성정보 2. 화학사고 발생으로 유해화학물질이 사업장 주변 지역으로 유출·누출될 경우 사람의 건강이나 주변 환경에 영향을 미치는 정도 3. 유해화학물질 취급시설의 목록 및 방재시설과 장비의 보유현황 4. 유해화학물질 취급시설의 공정안전정보, 공정위험성 분석자료, 공정운전절차, 운전책임자, 작업자 현황 및 유의사항에 관한 사항 5. 화학사고 대비 교육·훈련 및 자체점검 계획 6. 화학사고 발생 시 비상연락체계 및 가동중지에 대한 권한자 등 안전관리 담당조직

〈표 3-6〉의 계속

화학물질관리법
7. 화학사고 발생 시 유출·누출 시나리오 및 응급조치 계획 8. 화학사고 발생 시 영향 범위에 있는 주민, 공작물·농작물 및 환경매체 등의 확인 9. 화학사고 발생 시 주민의 소산계획 10. 화학사고 피해의 최소화·제거 및 복구 등을 위한 조치계획 11. 그 밖에 유해화학물질의 안전관리에 관한 사항

자료: 국가법령정보센터, "화학물질관리법".

화학사고의 수질오염사고 확대 예방관리와 관련된 작성사항을 중점으로 살펴보면, 취급시설 입지현황에는 취급시설 500m 범위 내 농경지, 산림, 하천, 저수지 등 현황과 상수원·취수원 및 자연보호구역 위치도에 관한 정보를 작성해야 한다(표 3-7 참조). 그러나 이러한 환경수용체에 대한 위치나 유하거리에 관한 사항이 아닌 존재 유무만 표시하게 돼 있다.

장외평가정보 작성에서는 유해화학물질이 화재·폭발 또는 유출·누출되어 사람 및 환경에 영향을 미칠 수 있는 시나리오를 선정하고, 사고시나리오의 사업장 주변지역 영향 평가를 통해 위험도를 산정한다. 시나리오 선정에서는 대상설비별로 유해화학물질의 취급량, 시설정보, 운전조건, 기상조건 등을 이용하여 영향범위를 평가하고 모든 유해화학물질을 분석해야 한다. 또한 화재·폭발 사고시나리오로는 화재·폭발 가능성이 있는 유해화학물질에 대해 추가로 분석해야 한다. 시나리오에서 최악의 조건은 유해화학물질을 취급하는 개별 단위 설비에서 보유할 수 있는 최대의 양이 일정 조건에서 10분 동안 모두 유출·누출되어 화재·폭발 및 확산을 가정한 경우이다.[36]

관리천 수질오염사고의 원인인 주식회사 케이앤티로지스틱스의 유출 화학물질 중 하나인 에틸렌디아민의 영향범위는 〈그림 3-1〉과 같이 화학물질종합정보시스템의 위해관리계획 지역사회 고지에서 확인할 수 있는데, 에틸렌디아민이 보관된 대상 설비마다 영향범위가 그려져 있다. 화재진압에 따라 소화폐수와 함께 유출 범위가 더욱 확산되고 업체 위치상 급경사로 유출 속도가 빠른 점은 반영되지 않은 것으로 판단된다.

사업장 주변지역 영향 평가는 총괄영향범위를 구성하는 사고시나리오뿐 아니라 영향범위가

36) 화학물질안전원(2021.5), p.69.

사업장 경계를 벗어나는 모든 사고시나리오를 포함해 작성해야 한다. 영향범위 내 상수원, 취수원 등 환경수용체는 지도상에 위치를 표기해야 한다. 그리고 사고시나리오 개수, 시설 빈도, 거리, 영향범위 내 주민 수를 고려해 사고빈도 점수와 사고영향점수를 산정하고 위험도를 최종적으로 결정해야 한다.

사전관리방침 내 안전관리계획에서는 화학사고의 예방, 대비, 대응, 수습을 위한 내용을 포함한 화학사고 대비 교육과 훈련 계획을 작성해야 한다. 비상 대응체계에서는 사업장 내외부 사고 신고 체계, 유관기관 목록 및 관계기관의 사고 신고 체계, 총괄 영향범위 내 다른 시·군 경계가 포함되는 경우 해당 시·군의 사고 신고 체계를 반영한 전체 연락망을 작성해야 한다.

내부 비상 대응계획 내 사고대응 및 응급조치 계획에서는 화학사고 발생 시 투입되는 방재 인력 및 장비·물품 운용 계획과 취급 시설 유형별 응급조치 계획을 작성해야 한다. 화학사고 사후 조치에서는 사고원인 조사 및 재발 방지 계획을 작성해야 한다.

외부비상대응계획에서는 지역화학사고대응계획의 활용, 지역사회와 공조계획, 주민 보호·대피 계획, 지역사회 고지계획 등을 작성해야 하며, 주로 지역사회와의 소통과 정보제공, 주민의 보호와 대피에 관한 사항을 중점으로 다룬다.

〈표 3-7〉 화학사고예방관리계획서 작성사항

작성사항	작성내용
취급시설 입지정보	제16조(취급시설 입지정보) ① 취급시설의 입지정보는 축척이 표기되어 있는 도면을 포함하여 작성해야 한다. ④ 주변 환경정보는 별지 제8호서식에 따라 영향범위가 가장 큰 시나리오 원점을 기준으로 반경 500m 범위에 있는 주변 정보를 다음 각 호의 내용이 포함되도록 작성해야 한다. 단, 선정 시나리오가 없거나 영향범위가 가장 큰 시나리오 원점을 기준으로 반경 500m 범위가 사업장 경계를 벗어나지 않는 경우 사업장 경계 외부 500m 범위에 있는 주변 정보를 작성해야 한다. 1. 사업장 주변의 총 주민 수 2. 주거용·상업용·공공건물 위치도 및 명세 3. 농경지, 산림, 하천, 저수지 등 현황 4. 상수원·취수원 및 자연보호구역 위치도

〈표 3-7〉의 계속

작성사항		작성내용
장외 평가 정보	시나리오의 선정	제19조(사고시나리오 선정) ④ 제2항에 따라 선정된 대상설비별로 유해화학물질의 취급량, 시설정보, 운전조건, 기상조건 등을 이용하여 영향범위를 산정한다. ⑤ 독성사고의 사고시나리오는 모든 유해화학물질에 대하여 분석하여야 하며, 화재·폭발 사고의 사고시나리오는 화재·폭발의 가능성이 있는 유해화학물질에 대하여 추가적으로 분석해야 한다.
	사업장 주변지역 영향 평가	제20조(사업장 주변지역 영향 평가) ① 사고시나리오의 영향범위 내 주민수와 보호대상은 다음 각 호와 같이 구분하여 작성해야 한다. 다만, 총괄영향범위에 해당하는 사고시나리오만 작성한다. 1. 주민 수는 거주민의 수와 근로자의 수로 구분하여 작성해야 한다. 2. 보호대상은 공공수용체 및 환경수용체로 구분하여 표시하고 지도상에 위치를 표기해야 한다. ② 제19조제8항에 따른 총괄영향범위는 영향범위의 공공수용체 및 환경수용체를 표시하고, 지도상에 위치를 표기해야 한다. ④ 제1항제2호의 공공수용체는 「건축법」 제2조제2호에 해당하는 주거용, 상업용, 공공건물, 공공휴양지, 학교, 병원 등을 말하며, 환경수용체는 「자연환경보전법」 제2조제12호에 따른 생태·경관보호지역, 상수·취수원, 「자연공원법」 제2조제1호에 따른 자연공원, 「습지보전법」 제8조에 따른 습지보호지역 등을 말한다.
	위험도 분석	① 위험도 분석을 위한 구간점수 도출 요소는 사고시나리오 개수, 사고시나리오 시설빈도, 사고시나리오 거리, 영향범위 내 주민수를 말한다. ② 제1항 각 호의 요소의 합을 구하고, 그 값을 구간별로 점수화한다. ③ 제2항의 구간별 점수를 가로축의 사고빈도점수와 세로축의 사고영향점수로 하여 위험도 판정표에 적용하여 확인하며 사고빈도점수와 사고영향점수는 다음 각 호와 같다.
사전 관리 방침	안전관리 계획	제22조(안전관리계획) ③ 화학사고 대비 교육·훈련 계획은 실행 가능하고 효과적인 내용으로 작성해야 하며, 다음 각 호의 사항을 포함하여 작성해야 한다. 1. 화학사고예방관리계획서의 작성과 화학사고의 예방·대비·대응·수습을 위한 내용을 포함하되 연간계획으로 작성한다.
	비상대응 체계	제23조(비상대응체계) ② 다음 각 호의 내용을 반영하되 주·야간 및 공휴일의 사고신고체계를 구분하여 최초 사고 발견자로부터 비상대응 연락 담당자, 유관기관 및 인근 사업장 등으로 신속하게 전파될 수 있도록 전체 연락망으로 작성해야 한다. 1. 사업장 내·외부 사고신고 체계(사고 발생 시 15분 이내 유관기관에 신고 사항 포함) 2. 유관기관 목록 및 유관기관의 사고신고 체계(유관기관별 신고 담당자 지정) 3. 인근 사업장과 공조체계를 구축한 경우 해당 사업장 목록 및 연락 체계 4. 총괄영향범위 내 다른 시·군 경계가 포함되는 경우 해당 시·군의 사고신고 체계

〈표 3-7〉의 계속

작성사항		작성내용
내부 비상 대응 계획	사고대응 및 응급조치 계획	제25조(사고대응 및 응급조치계획) ① 가동중지 권한 및 절차는 화학사고에 대비하여 비상상황이 발생하는 경우의 비상운전정지 권한 및 절차 등을 작성해야 한다. ② 화학사고 발생 시 투입되는 방재 인력 및 장비·물품 운용 계획은 다음 각 호의 내용을 포함하여 작성해야 한다. 1. 화학사고 초기 대응을 위한 자체 방재 인력 현황 2. 방재장비·물품 및 개인보호장구 보유현황 및 배치도 3. 방재장비·물품 등의 관리·유지 및 확충 계획 4. 방재인력 및 장비·물품 운영에 필요한 추가적인 기타 사항 ⑤ 제4항에 따른 취급시설 유형별 응급조치계획은 다음 각 호의 내용을 고려하여 작성해야 한다. 1. 해당 시설의 자동·수동 차단시스템 2. 단계별 내외부 확산차단 또는 방지대책 3. 2차 오염 방지대책 4. 사내·외 비상대피, 응급의료 및 환자수송 계획 5. 기타 응급조치에 필요한 사항
	화학사고 사후조치	제26조(화학사고 사후조치) ① 유해화학물질 취급시설 운영자는 다음 각 호의 내용을 포함하여 사고원인 조사 및 재발 방지 계획을 작성해야 한다. 1. 사고조사팀의 구성 및 팀원의 역할 2. 사고조사보고서의 작성항목 및 작성방법 3. 개선대책, 이행방법 4. 기타 사고원인 파악 및 재발방지를 위해 필요한 추가적인 사항
외부비상대응계획		제27조(지역화학사고대응계획의 활용) 제28조(지역사회와의 공조계획) 제29조(주민 보호·대피 계획) 제30조(지역사회 고지계획)

자료: 국가법령정보센터, “화학사고예방관리계획서 작성 등에 관한 규정”을 토대로 저자 작성.

자료: 화학물질종합정보시스템(2024), “위해관리지역 지역사회 고지, 주식회사 케이앤티로지스틱스”, 검색일: 2024.7.28.

〈그림 3-1〉 주식회사 케이엔티로지스틱스의 에틸렌디아민의 영향범위 지도

2. 완충저류시설 설치 및 관리

가. 완충저류시설의 설치와 운영

완충저류시설은 유류유출, 유해화학물질 유출, 화재사고 등으로 인한 사고오염수를 저류시켜 하천 직유입을 차단함으로써 수질오염사고를 예방하는 것을 목적으로 한다.[37] 완충저류시설은 「물환경보전법」에 따라 지자체장이 관할구역 내 공업지역 또는 산업단지에 설치·운영하여야 한다(표 3-8 참조). 세부적인 설치 대상은 면적 150만 제곱미터 이상 공업지역 또는 산업단지, 특정수질유해물질이 포함된 폐수를 1일 200톤 이상 배출하는 공업지역 또는 산업

37) 환경부(2021.8.24), p.2.

단지, 유해화학물질의 연간 제조·보관·저장·사용량이 1천 톤 이상이거나 면적 $1m^2$당 2kg 이상 공업지역 또는 산업단지 등이며, 폐수배출량이 1일 5천 톤 이상이면 한강, 낙동강, 금강, 영산강·섬진강·탐진강 본류 경계로부터 1km 이내 지역과 지류 경계로부터 0.5km 이내 지역이 완충저류시설 설치 대상이다. 이러한 기준은 대규모 수질오염사고를 유발할 가능성이 높은 공업지역 또는 산업단지를 관리하는 기준으로 판단된다.

〈표 3-8〉「물환경보전법」에 따른 완충저류시설 설치 및 관리

물환경보전법
제21조의4(완충저류시설의 설치·관리) ①「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항에 따른 공업지역 중 환경부령으로 정하는 지역 또는「산업입지 및 개발에 관한 법률」 제2조제8호에 따른 산업단지 중 환경부령으로 정하는 단지의 소재지를 관할하는 특별시장·광역시장·특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수(광역시의 군수는 제외한다)는 그 공업지역 또는 산업단지에서 배출되는 오수·폐수 등을 일시적으로 담아둘 수 있는 완충저류시설(緩衝貯留施設)을 설치·운영하여야 한다. ② 제1항에 따라 완충저류시설을 설치·운영하여야 하는 지방자치단체의 장은 추진일정 및 설치장소 등 환경부령으로 정하는 사항을 포함한 완충저류시설 설치·운영계획을 수립하여 환경부장관과 협의하여야 한다. 환경부령으로 정하는 중요 사항을 변경하려는 경우에도 또한 같다. ③ 환경부장관은 예산의 범위에서 완충저류시설의 설치·운영에 필요한 비용의 전부 또는 일부를 지원할 수 있다. ④ 완충저류시설의 용량 산정 기준 등 완충저류시설의 설치기준 및 운영에 관하여 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.
물환경보전법 시행규칙
제30조의3(완충저류시설의 설치대상) 법 제21조의4제1항에서 "환경부령으로 정하는 지역"과 "환경부령으로 정하는 단지"란 다음 각 호의 공업지역(「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항에 따른 공업지역을 말한다. 이하 같다) 또는 산업단지(「산업입지 및 개발에 관한 법률」 제2조제8호에 따른 산업단지를 말한다. 이하 같다)를 말한다. 1. 면적이 150만제곱미터 이상인 공업지역 또는 산업단지 2. 특정수질유해물질이 포함된 폐수를 1일 200톤 이상 배출하는 공업지역 또는 산업단지 3. 폐수배출량이 1일 5천톤 이상인 경우로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 지역에 위치한 공업지역 또는 산업단지 가. 영 제32조 각 호의 어느 하나에 해당하는 배출시설의 설치제한 지역 나. 한강, 낙동강, 금강, 영산강·섬진강·탐진강 본류(本流)의 경계(「하천법」 제2조제2호의 하천구역의 경계를 말한다)로부터 1킬로미터 이내에 해당하는 지역 다. 한강, 낙동강, 금강, 영산강·섬진강·탐진강 본류에 직접 유입되는 지류(支流)(「하천법」 제7조제1항에 따른 국가하천 또는 지방하천에 한정한다)의 경계(「하천법」 제2조제2호의 하천구역의 경계를 말한다)로부터 500미터 이내에 해당하는 지역 4.「화학물질관리법」 제2조제7호의 유해화학물질의 연간 제조·보관·저장·사용량이 1천톤 이상이거나 면적 1제곱미터당 2킬로그램 이상인 공업지역 또는 산업단지

자료: 국가법령정보센터, "물환경보전법", "물환경보전법 시행규칙".

완충저류시설은 배수구역 내에서 발생할 수 있는 사고유출수, 초기우수 등이 완충저류시설로 적당히 유입되도록 설치하여야 하며, 배수구역에서 발생할 수 있는 사고유출수, 초기우수 등을 안정적으로 저류하는 구조와 용량을 갖추어야 한다.[38]

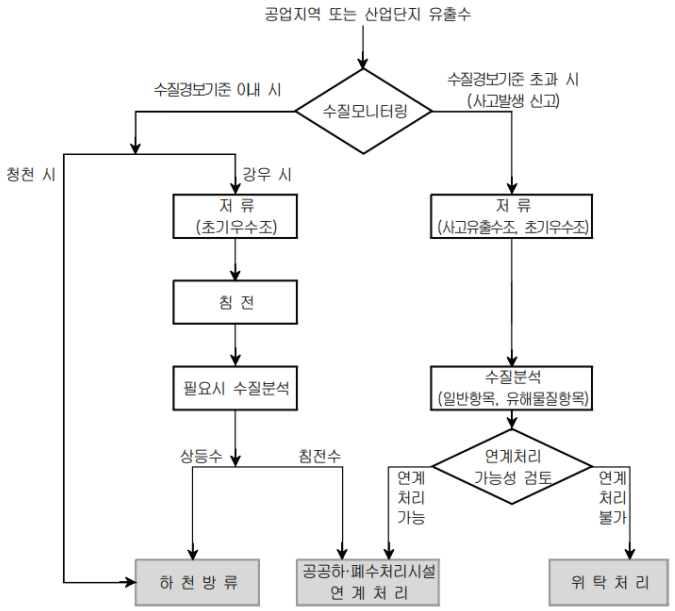
〈표 3-9〉 완충저류시설 용량의 결정

<table>
<tr><th>기능</th><th>용량</th></tr>
<tr><td>사고유출수 저류 및 초기우수 저류 기능 동시 수행</td><td>- 사고유출수조 용량 + 강우 시 사고대응 용량
- 사고원수량: 「낙동강수계 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률 시행규칙」 [별표 7]에 따라 고시된“유출차단시설 및 집수시설의 설치·운영기준”의 유해화학물질 보관·저장시설의 유출차단시설 설치기준 준용
· 방류벽(방류제, 방류조 포함) 내 유해화학물질 저장량의 10%(단일 방류벽 기준)와 용량이 최대인 저장탱크의 용량 중에서 큰 용량
- 소방용수량: 「소화수조 및 저수조의 화재안전기준(NFSC 402)」(소방청 고시)에 제시된 소화수조 또는 저수조의 저수량(대상지역 내 최대량)
· 특정소방대상물의 연면적을 다음 표에 따른 기준면적으로 나누어 얻은 수(소수점 이하의 수는 1로 본다)에 20m^{3}을 곱한 양 이상
<table>
<tr><th>소방대상물의 구분</th><th>면적</th></tr>
<tr><td>1. 1층 및 2층의 바닥면적 합계가 15,000m^{2}이상인 소방대상물</td><td>7,500m^2</td></tr>
<tr><td>2. 제1호에 해당되지 아니하는 그 밖의 소방대상물</td><td>12,500m^2</td></tr>
</table>
- 강우시 사고대응 용량: 해당 배수구역의 강우량을 누적유출고로 환산하여 최소 5밀리미터 이상의 강우량에 해당하는 용량
· 배수구역이 명확히 구분된 경우 대표 배수구역(해당 배수구역 중 가장 큰 배수구역)의 면적에 해당되는 용량만 산정
· 임야 등 투수면적(토지이용계획상 녹지, 하천 등) 및 유사시설 활용용량 제외
· 강우시 사고대응 용량 = (대표 배수구역 면적 – 투수면적) × 5mm - 유사시설 활용용량</td></tr>
<tr><td>사고유출수 저류기능만 수행</td><td>- (사고유출수조 용량 + 우수관로 기저유량 × 4시간) × 1.2 ~ 1.5(안전율)
- 우수관로 기저유량: 차집수문 등의 유입시설로 연결되는 우수관로에 융설, 지하수, 불명수의 유입으로 흐르는 유량(현장측정 시 강우의 영향을 줄이기 위하여 강우가 있은 날로부터 최소 3일 이후 측정)</td></tr>
</table>

자료: 환경부(2021.8.24), pp.29-30.

사고유출수가 완충저류시설로 저류되면 수질검사 결과를 참고하여 적정 처리할 수 있는 시설로 위탁하거나 연계 처리한다. 이때 연계 처리시설의 처리 가능 여부를 검토해야 하며 연계 처리가 불가능하면 위탁 처리할 수 있다.

38) 국가법령정보센터, “물환경보전법 시행규칙”, [별표 12의2].



자료: 환경부(2021.8.24), p.41.

〈그림 3-2〉 사고유출수 처리 모식도

3. 수질오염사고 대응

가. 화학사고 재난 위기관리

화학사고 재난 위기대응 실무매뉴얼은 육상에서 발생한 화학사고로 대규모 인명·재산 피해가 발생하는 사태에 대해 범정부적 위기관리(예방-대비-대응-복구) 체계 및 기관별 활동 방향의 규정을 목적으로 하며, 화학사고로 인한 수계 유출 사고에는 수질오염사고 위기관리 업무와 관련된 사항인 대규모 수질오염위기관리 표준매뉴얼의 재난관리체계를 적용한다.[39] 수질오염사고와 관련해 화학사고 발생에 따른 대응 단계에서 수계 유출 대비에 관한 사항을 중점으로 살펴보았다.

초동조치에 관한 사항을 살펴보면, 환경부, 산업통상자원부, 고용노동부는 화학사고의

39) 환경부 수질수생태과(2024.7).

초동대응을 지원하고 지자체는 수질오염 확대 방지를 위해 방재활동 지원, 하천유입 방지조치 등 수질오염 대비 활동을 수행해야 한다(표 3-10 참조).

〈표 3-10〉 초동조치 관련 주관기관 및 유관기관 주요 임무

부처	초동조치
환경부	- 사고 사업장의 초동대응 조치 지원
산업통상자원부	- 사고 사업장의 초동대응 조치 지원
고용노동부	- 사고 사업장의 초동대응 조치 지원
지자체	- 인력·장비 동원 및 지역 관계기관 협력 등(방재활동 지원) - 하천유입 방지조치 등 수질오염 대비 활동 수행
소방본부·소방	- 인명구조, 오염지역 방재활동 등 대응활동 지원 - 오염지역 방재 등 응급 복구활동 지원
경찰청	- 순찰차 등 가용인력 동원 초동조치, 출입통제선 설치
화학재난합동방재센터	- 사고 상황파악 및 초동대응 - 사고·주변 지역 오염 등에 대한 지속적 모니터링 - 사고현장 대응 위한 인력 및 장비 등 지원

자료: 환경부 화학안전과(2024.7).

위기관리 단계별 위기관리활동에는 수질오염사고 확대 방지 활동에 관한 사항이 담겨 있으며, 대응 단계의 중점 추진 사항 중 2차 사고에 대비해 추가 화학물질 유출 등 오염 확대에 대한 조치, 수질오염사고(화학물질 수계 유입 및 취·정수장 영향 등) 확대 방지 활동을 해야 한다.[40] 수질오염사고 확대 방지를 위한 초동 조치로 사건 현장 주민 보호조치를 위한 사고시설 운영자·책임자는 유출확대 방지를 위한 시설 응급복구(건사·건토, 흡착제 등 초기 방재 조치, 수계, 상·하수관로 유입방지 활동(집수정, 폐수처리장 이송 조치 등))을 해야 한다. 또한 현장 대응활동에서는 화학사고로 인한 2차 사고 대비 대응활동으로 화학사고 접수 시 수질담당자에게 통보하고, 수질담당자는 수계 유무 등 확인 후 화학사고와 합동 대응을 하고, 초기 소방수 유출방지 응급조치로 건사, 건토, 흡착제 등으로 초기 방재, 초기

40) 환경부 화학안전과(2024.7).

소방수가 외부로 유출되지 않도록 저류조 등 확보, 저류조 용량 초과 대비 탱크로리 등 이동 운반차량 확보를 수행해야 한다.

화학사고 위기경보는 네 단계로 구분된다(그림 3-3 참조). 사고상황공유 앱을 통해 유관기관 간 사고상황 정보공유가 필요할 때는 '관심' 단계를 발령하고, 화학물질 유출·누출사고로 인명피해가 발생하거나 발생할 우려가 있는 경우와 화학물질이 사업장 외부로 유출·누출되어 방재작업이 필요한 경우는 '주의' 단계를 발령한다. 화학물질 유출·누출 사고로 5명 이상 인명피해가 발생하거나 발생할 우려가 있는 경우와 화학물질이 사업장 외부로 유출·누출되어 방재작업이 3일 이상 소요될 것으로 예상되는 경우 '경계' 단계를 발령한다. 마지막으로 '심각' 단계는 화학물질 유출·누출사고로 10명 이상 인명피해가 발생하거나 발생할 우려가 있는 경우와 화학물질이 사업장 외부로 유출·누출되어 방재작업이 5일 이상 소요될 것으로 예상되는 경우에 발령한다.

구분	판단 기준	주요 활동
관심 (Blue)	○ **사고상황공유앱**을 통해 유관기관 간 사고상황 정보 공유가 필요한 때	○ 징후 감시활동 ○ 유관기간 협조체계 등 점검
주의 (Yellow)	○ 화학물질 유출·누출사고로 **인명피해**가 **발생**하거나 **발생할 우려**가 있는 경우 ○ 화학물질이 **사업장 외부로 유출·누출**되어 **방재작업이 필요**한 경우	○ 화학사고종합상황실 운영 ○ 유관기관 협조체계 가동
경계 (Orange)	○ 화학물질 유출·누출사고로 **다수의 인명피해**(5명 이상)가 **발생**하거나 **발생할 우려**가 있는 경우 ○ 화학물질이 사업장 외부로 유출·누출되어 **방재작업이 3일 이상 소요**될 것으로 예상되는 경우	○ 중앙사고수습본부 운영
심각 (Red)	○ 화학물질 유출·누출사고 **대규모 인명피해**(10명 이상)가 **발생**하거나 **발생할 우려**가 있는 경우 ○ 화학물질이 사업장 외부로 유출·누출되어 **방재작업이 5일 이상 소요**될 것으로 예상되는 경우	○ 중앙재난안전대책본부 운영 ※ 가용 자원 총동원 지원을 위한 정부본부 운영 건의 ○ 사고피해 저감을 위한 총력대응

자료: 환경부 화학안전과(2024.7).

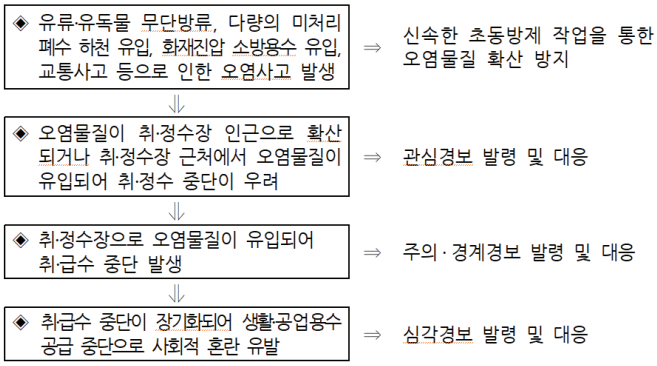
〈그림 3-3〉 화학사고 위기경보 판단기준 및 주요 활동

나. 대규모 수질오염사고 위기관리

대규모 수질오염사고 위기대응 실무매뉴얼은 대규모 수질오염사고 발생 시 신속하고 효율적인 수습으로 피해를 최소화하도록 환경부 및 관련기관이 조치하여야 하는 사항 등을 세부적으로 규정하고 있다. 단, 국가 위기로 확대될 우려가 없거나 피해 정도와 영향이 경미한 중·소형 사고인 경우에는 위기관리 실무기관인 시·도 및 시·군·구 자체적으로 본 매뉴얼에 준하여 대응한다. 본 매뉴얼에서는 관리천 수질오염사고와 관련된 초동대응에 대한 대응사항을 살펴보았다.

1) 전개 양상 구분

수질오염사고 대응을 위한 전개 상황은 네 가지로 구분되며, 유류·유독물 무단방류, 다량의 미처리 폐수 하천유입, 화재진압 소방용수 유입, 교통사고 등으로 인한 오염사고 발생 시 신속한 초동 방제작업으로 오염물질 확산을 방지하는 것이 목적이다. 오염물질이 취·정수장 인근으로 확산하거나 취·정수장 근처에서 오염물질이 유입되어 취·정수 중단이 우려되면 관심경보 발령 및 대응을 한다. 취·정수장으로 오염물질이 유입되어 취·급수 중단을 발생하면 주의·경계경보 발령 및 대응을 하고, 취·급수 중단이 장기화돼 생활·공업용수 공급 중단으로 사회적 혼란을 유발하면 심각경보 발령 및 대응을 한다.



자료: 환경부 수질수생태과(2024.7).

〈그림 3-4〉 대규모 수질오염사고 전개 양상

2) 위기관리 기본방향과 방침

위기관리의 목표는 두 가지로 구분된다. 첫째로 수질오염사고에 대한 철저한 감시와 사고 발생 시 신속한 초동대응으로 수질오염물질 확산을 예방해 피해를 최소화하는 것이며, 둘째로 수질오염사고에 대한 신속한 상황전파 및 정보공유로 취·정수장에서 안전한 먹는물을 공급하고 사회 혼란을 최소화하는 것이다.

기본방침은 수질오염사고 예방 및 감시를 위한 정책 및 제도 마련, 사고 초기 초동대응 역량 강화, 사고 발생 시 신속·정확한 정보 공유 및 공개이다(표 3-11 참조). 초동대응 역량을 강화하도록 수질오염사고 대응 예측시스템을 구축·운영하고 지자체 공무원 및 사고 우려 업체 등을 대상으로 정기적인 사고대응 교육 및 훈련을 실시한다.

〈표 3-11〉 대규모 수질오염사고 위기관리 기본방침

구분	세부방침
수질오염사고 예방 및 감시를 위한 정책 및 제도 마련	- 오염물질 하천유입 감시를 위한 수질자동측정망 운영 및 수질오염감시경보 체계 구축 - 사업장 내 수질오염물질 배출감시를 위한 원격감시시스템 마련 및 상수원 주변 유해물질 운반차량 통행 제한 - 갈수기 등 취약시기별 수질관리대책 수립·시행
사고 초기 초동대응 역량 강화	- 수질오염물질 이동·확산 예측을 위한 수질오염사고 대응 예측시스템 구축·운영 - 지자체 공무원 및 사고 우려 업체 등을 대상으로 정기적인 사고대응 교육 및 훈련 실시
사고 발생시 신속·정확한 정보공유 및 공개	- 수계별 유속·유량 및 계절별·지점별 평균 도달시간 등 주요 하천 정보 확보 - 사고 발생 시 사고 영향지역 분석 및 정확한 정보공유를 위한 광역적 수질분석 계획 마련 및 수질 분석 결과 등 공개

자료: 환경부 수질수생태과(2024.7).

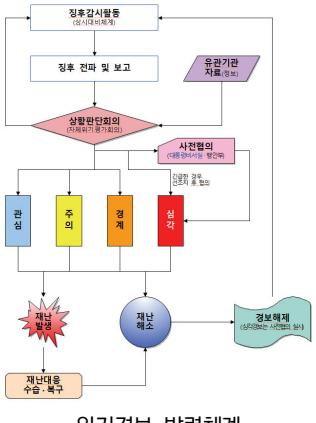
3) 위기경보 발령 절차와 단계

위기경보는 수질오염사고가 발생한 상황을 인지한 후 상황판단 회의를 거쳐 발령한다(그림 3-5 참조). 관심, 주의, 경계는 자체적으로 발령하고, 심각 단계는 대통령비서실과 행정안전부의 사전협의를 거쳐 발령한다.

위기경보는 '관심', '주의', '경계', '심각' 순으로 발령한다. '관심' 단계 판단기준은 가까운

기간 내 위기로 확대할 가능성이 낮은 상태로 다량의 유해물질이 하천으로 유입이 우려될 때, 다량의 미처리된 하폐수의 유출이 우려될 때, 수질자동측정망의 주의경보가 지속될 때, 국가하천에서 오염물질 유입으로 추정되는 어류폐사가 발생하였을 때이며, 징후활동을 감시한다. '주의' 단계는 위기로 확대할 수 있는 경향성이 나타나는 상태로 유해물질 중 일정량이 하천 등으로 유입되었을 때, 대규모 처리시설의 가동중단이 장기화해 다량의 미처리된 하폐수가 하천 등으로 유입되었을 때, 수질자동측정망의 경계경보가 지속될 때, 국가하천에서 오염물질 유입으로 추정되는 어류폐사가 상당량 발생하였을 때이며, 협조체제 가동 및 초동방제 조치를 수행한다. '경계' 단계는 사고의 전개속도상 위기로 확대할 가능성이 농후한 상태로 취수가 중단되거나 대규모 취수중단이 우려될 때, 국가하천에서 어류폐사가 지속적으로 확산해 다량의 물고기가 폐사하였을 때이며, 대응체제 가동 및 방제활동을 실시한다. '심각' 단계는 위기발생이 확실시되는 상태로 취수중단이 장기화되어 일부 지역의 급수가 중단되거나 다수의 인구에 급수 중단이 발생할 것으로 예상될 때이며, 정부 차원의 대응태세가 가동된다. 그리고 실제 경보발령은 상황의 전개속도, 파급효과 등을 감안하여 상황판단회의에서 결정하며, 위기상황에 따라 유연하게 발령할 수 있다.

관리천 수질오염사고는 해당 매뉴얼의 판단기준에 따르면 '주의' 단계가 발령됐어야 한다. 그러나 사고가 발생하고 이틀이 지나서야 '관심' 단계가 발령됐다.



위기경보 발령체계

종류	판단기준	비고
관심 (Blue)	<가까운 기간 내에 위기로 발전할 가능성이 적은 상태> ◦ 공장 등의 폭발·화재 또는 위해물질 운반차량의 전복 등으로 다량의 유류·유해물질이 하천 등으로 유입이 우려될 때 ◦ 대규모 하·폐수처리시설의 가동중단 등으로 다량의 미처리된 하·폐수의 유출이 우려될 때 ◦ 오염물질 유입으로 추정되는 수질자동측정망의 주의경보가 지속 될 때 ◦ 국가하천에서 오염물질 유입으로 추정되는 어류폐사가 발생하였을 때	징후활동 감시
주의 (Yellow)	<위기로 발전할 수 있는 경향성이 나타나는 상태> ◦ 폭발·화재 및 차량 전복 등으로 유출된 다량의 유류·유해물질 중 일정량이 하천 등으로 유입되었을 때 ◦ 대규모 처리시설의 가동중단이 장기화되어 다량의 미처리된 하·폐수가 하천 등으로 유입되었을 때 ◦ 오염물질 유입으로 추정되는 수질자동측정망의 경계경보가 지속 될 때 ◦ 국가하천에서 오염물질 유입으로 추정되는 어류폐사가 상당량 발생하였을 때	협조체제 가동 및 초동방제 조치
경계 (Orange)	<사고의 전개속도 상 위기로 발전할 가능성이 농후한 상태> ◦ 수질오염사고로 일부지역의 취수가 중단되거나, 대규모 취수 중단이 우려될 때 ◦ 국가하천에서 어류폐사 사고가 지속적으로 확산되어 다량의 물고기가 폐사하였을 때	대응체제 가동 및 방제활동 실시
심각 (Red)	<사고의 전개속도가 빨라 위기발생이 확실시 되는 상태> ◦ 수질오염사고로 취수중단이 장기화되어 일부 지역의 급수가 중단되거나, 다수의 인구에 급수 중단이 발생할 것으로 예상될 때	정부차원의 대응태세 가동

위기경보 판단기준

자료: 환경부 수질수생태과(2024.7).

〈그림 3-5〉 대규모 수질오염사고 위기경보 발령체계와 판단기준

4) 수질오염사고 초동대응

네 단계 위기경보 중 초동대응은 '관심' 단계 수준에서 수행된다(표 3-12 참조). 초동대응으로 초동방제를 실시하고 오염물질정보 등 현장 정보를 파악하며 사고지역 현장의 수질분석을 수행한다. 수질오염사고 확대 방지를 위한 초동방제작업은 두 단계로 구분된다. 1단계로 오염물질이 사업장 밖으로 확산하지 않도록 유출차단을 위한 방제조치를 수행하고, 2단계로 오염물질의 하천유입 차단을 위한 방제조치를 수행한다.

〈표 3-12〉 수질오염사고 관심 단계 초동 조치

구분		세부방침
긴급 조치	초동방제 실시	- 현장출동: 시시·도 및 시·군·구(수질오염방제센터, 유역·지방환경청, 국립환경과학원 지원) - 상황보고 및 전파: 사고원인물질 종류·유출량, 공공수역 유입량 등 관련정보를 수집하여 환경부 보고 및 관계기관 전파 · (상황보고·통보) 사고 발생 접수기관에서는 사고지역 관할 시·도 및 환경청에 보고, 인근 지자체에 통보 · (상황전파) 사고 발생지역 관할 지자체에서 소속 및 유관기관에 전파 - 방제인력 및 장비를 동원하여 오염물질 유출 차단 등 현장 초동방제 실시 · 방제장비 및 인력 접근을 위해 사고지점까지 진입로 확보 · 펜스, 저류조(차단벽), 웅덩이, 우회수로 방제둑 등 설치 ※ 설치방법: 유출지점부터 단계적으로 설치 - 1단계: 오염물질의 사업장 밖 유출차단을 위한 방제조치 - 2단계: 오염물질의 하천유입 차단을 위한 방제조치
	오염물질정보 등 현장 정보 파악	- 오염상황 및 피해예상 · 오염상황: 오염물질 종류와 양, 수계 유출 정도 파악 · 현재상황: 농수로, 지천, 하천 본류의 순으로 유출경로, 취수구 위치 등 파악 · 피해예상: 취수구 기능 유지 정도, 취수중단, 수생태계 손상 등 피해정도 파악 · 기타: 기상상태, 하류 수계정보, 하천, 언론보도 내용
	사고지역 현장 수질분석 실시	- 수질조사, 토양 및 저질조사, 오염된 물 띠 추적조사

자료: 환경부 수질수생태과(2024.7).

기관별 역할을 살펴보면, 초동대응의 실질적인 역할은 지자체에 있다(표 3-13 참조). 지자체는 사고예방을 위해 수질오염사고 유발시설을 점검·관리해야 하며, 수질오염사고 대비·예방을 강화해야 한다. 그리고 지자체 담당자 대상 방제교육은 환경청과 환경공단에서 실시한다. 소방청은 화재진압 시 화재물질정보 사전파악 및 소화수로 인한 수질오염사고 방지방안을

강구하도록 돼 있다. '관심' 단계에서 초동방제 조치 또한 지자체의 역할이며, 환경청, 환경공단, 화학물질안전원은 초동방제를 지원하고 환경부는 지자체의 초동방제 조치 여부를 확인해야 한다. '주의' 단계에서는 지자체가 사고유발 사업장 추적조사 및 추가유출 방제조치를 해야 하며, 이후 '경계'와 '심각' 단계에는 초동조치에 관한 사항이 없다.

초동방제에 대한 사항을 종합적으로 살펴보면 한 가지 취약점이 발견된다. 초동방제는 위기경보가 발령되기 전에 수질오염사고가 발생하는 즉시 이루어져야 한다. 그러나 수질오염사고 발생 징후가 포착되고 상황판단회의를 거쳐 위기경보를 발령하고, 위기단계별로 초동방제가 이루어진다는 점이다.

〈표 3-13〉 초동대응 관련 기관별 임무

부처	단계		
	예방	대비(관심)	대비(주의)
환경부	-	- 지자체 등의 초동방제 조치 여부 확인	- 초동방제 등 사고수습상황 모니터링 및 대내외 보고·전파
환경청	- 수질오염사고 예방교육 및 방제훈련 강화	- 현지조사반 파견 및 지자체 초동방제 지원	-
지자체	- 수질오염사고 유발시설 점검·관리 - 수질오염사고 대비·예방 강화	- 현장조치반 투입 및 오염물질 유출방지 초동방제 실시 - 비상연락체계 점검·유지	- 사고유발 사업장 추적조사 및 추가유출 방제조치
환경공단	- "수질오염사고 방제정보시스템" 구축·운영 - 수질오염사고 예방을 위한 교육 및 방제훈련 시행	- 환경청, 지자체 사고대응 지원 - 사고현장 방제 진행상황 파악(드론 장비활용 등) 및 보고	-
화학물질안전원	-	- 유해화학물질에 의한 수질오염사고의 경우 화학물질의 물성·독성정보 제공 및 수집	-
소방청	- 화재진압 시 화재물질정보 사전파악 및 소화수로 인한 수질오염사고 방지방안 강구	-	-

자료: 환경부 수질수생태과(2024.7).

5) 위기경보 해제 및 후속 조치

사고 수습 및 방제 활동은 시·군·구가 환경부 보고 및 위기경보 해제를 요청하거나 환경부가 사고수습상황을 평가한 후 위기경보 단계 조정·해제 결정을 함으로써 종료된다.

4. 종합분석

유해화학물질 취급시설 입지부터 수질오염사고 대응까지 부문별 문제점을 정리하면 다음과 같다. 유해화학물질 취급시설 입지는 대규모 인명피해와 생태·경관 피해를 방지하도록 안전거리를 두고 있으나, 수질오염 방지를 위한 시설의 안전거리에 관한 사항은 없다. 다만, 상수원보호구역, 공장설립제한지역, 공장설립승인지역에 유해화학물질 취급시설의 입지를 제한해 화학사고에서 상수원 수질을 보전하고 있다. 화학사고가 수질오염사고로 확대되는 것을 막는 주요 제도적 수단은 방지시설 설치와 화학사고예방관리계획서 작성이다. 다만, 방지시설의 규모는 화학물질의 보관·저장용량 수준으로 설비하도록 규정하고 화학사고예방관리계획에서는 주변 환경수용체의 존재 유무만 체크하고 사업장 내외부 우수 및 배수관로에 관한 사항과 임시저류시설 설치 및 운영에 관한 사항은 포함돼 있지 않아 소화폐수가 동반된 사고오염수가 수계로 유출되는 것을 방지하는 역량은 부족하다고 판단된다.

수질오염사고를 방지하려면 일정 규모 유해화학물질을 취급하거나 일정 규모 이상 산업단지 또는 공업지역과 주요 본류(한강, 낙동강, 금강, 영산강·섬진강·탐진강)와 그 본류의 지류 주변에 완충저류시설을 설치해야 한다. 즉, 일정 규모 이하로 유해화학물질을 취급하는 시설과 지역, 기타 수계는 완충저류시설 설치 의무가 없어 사고유출수로 인한 수질오염사고 방지 능력이 미비해 보인다. 대규모 수질오염사고 위기관리 매뉴얼에 따른 대응과정에도 미비점에 나타났다. 전개양상과 위기관리 기본방침은 사고오염수가 우수관로와 농배수로 등에서 수계로 유입되는 것을 차단하는 초동대응보다는 수계 유입 이후 대규모 수질오염사고로 확대되는 것을 방지하는 것에 중점을 두고 있다. 또한 '관심' 단계에서 초동대응으로 사업장 밖 유출차단 방제, 하천유입 차단 방제를 실시하도록 하나, '관심' 단계 발령은 최근 10년간 단 두 건으로 판단기준이 높고 모호해 보이며, 위기경보가 발령되더라도 대응 주체인 지자체가 매뉴얼에 따라 오염상황과 현장정보(유출경로, 취수구 위치 등)를 파악해 초동대응을 실시하는 것은 매우 늦은 조치로 보인다.

제4장

수질오염사고 관리체계 국제 동향 고찰

1. 오염원인자 역할

가. 유럽

유럽의 수질오염사고 대응에 관한 제도는 「환경 피해의 예방 및 구제와 관련된 환경 책임에 관한 유럽 의회 및 이사회 지침(Directive 2004/35/CE)」으로 오염자 부담 원칙에 기초한 환경 책임의 틀을 확립하고 있다(표 4-1 참조). 환경 피해 예방 조치, 시정 조치, 비용 부담 책임은 모두 오염자에게 있다. 운영자는 예방과 시정을 지체 없이 취해야 하며, 정부는 예방과 시정 조치 지침을 제공하고 모든 조치를 취하도록 요구하거나 지시를 내릴 수 있다. 시정 조치 결정에는 정부 승인이 필요하며, 환경 피해의 성격, 범위, 심각성, 자연적 회복 가능성을 고려하여야 한다. 다만, 복원 조치로 유의미한 위험을 더는 초래하지 않거나 기준 상태 또는 유사 수준에 도달하기 위해 취해야 할 복원 조치 비용이 얻을 수 있는 환경적 이익에 비해 과도하게 클 경우 추가적인 복원 조치를 취하지 않기로 결정할 권리가 있다.

〈표 4-1〉 유럽 환경 피해의 예방 및 구제와 관련된 환경 책임

구분	세부방침
예방 조치	- 운영자는 환경 피해 발생의 위협이 있는 경우 지체 없이 필요한 예방조치를 취해야 함 - 정부는 운영자에게 취해야 할 필요한 예방 조치 지침 제공
시정 조치	- 운영자는 오염물질 통제, 격리, 제거 등 모든 조치 시행 - 정부는 운영자에게 실행 가능한 모든 조치를 취하도록 요구하거나 지시를 내려 환경 피해 방지

〈표 4-1〉의 계속

구분	세부방침
시정 조치	- 정부는 운영자에게 취해야 할 필요한 시정 조치 지침을 제공 - 정부는 마지막 수단으로 시정 조치를 스스로 취할 수 있음
시정 조치 결정	- 시정 조치 결정에는 정부 승인이 필요하며, 환경 피해의 성격, 범위, 심각성, 자연적 회복 가능성을 고려해야 함 - 환경 손상 복구는 물, 보호종 또는 자연 서식지와 관련하여 1차 복원, 보완 복원 및 보상 복원으로 구분하고 이루어짐 - 환경 피해를 완전한 상태로 복원하지 않거나 천천히 복원하는 1차 복원 조치를 선택할 수 있으며, 동일한 수준의 자연 자원 및/또는 서비스가 더 낮은 비용으로 다른 곳에서 제공될 수 있는 경우에 해당 - 복원 조치로 유의미한 위험을 더는 초래하지 않거나 기준 상태 또는 유사 수준에 도달하기 위해 취해야 할 복원 조치 비용이 얻을 수 있는 환경적 이익에 비해 과도하게 클 경우 추가적인 복원 조치를 취하지 않기로 결정할 권리가 있음
비용 부담	- 운영자는 지침에 따라 취한 예방 및 시정 조치 비용을 부담해야 함

자료: EUR-Lex(2019.6.26), "DIRECTIVE 2004/35/CE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 21 April 2004", 검색일: 2024.9.9를 참고하여 저자 번역.

나. 미국

미국의 수질오염사고 대응에 관한 제도는 「종합환경대응배상책임법(CERCLA)」으로 유해물질의 방출로 인한 환경 오염을 효과적으로 관리하고 오염자의 책임을 강화하여 환경을 보호하는 주요 법적 수단 중 하나이다(표 4-2 참조). 대응 조치는 세 가지로 구분되는데, EPA가 직접 대응 조치를 수행하고 이후 잠재적 책임 당사자에게 비용을 회수하는 것, 행정적 또는 사법적 절차를 거쳐 잠재적 책임 당사자가 직접 정화를 수행하도록 하는 것, 잠재적 책임 당사자와 협상을 통해 전체 또는 일부 작업을 수행하도록 합의하는 것이다. 정화비용은 기본적으로 오염원인자가 부담하지만, 유출에 신속하게 대응해야 하는 경우 수퍼펀드 자금을 사용하여 오염지역을 정화할 수 있다.

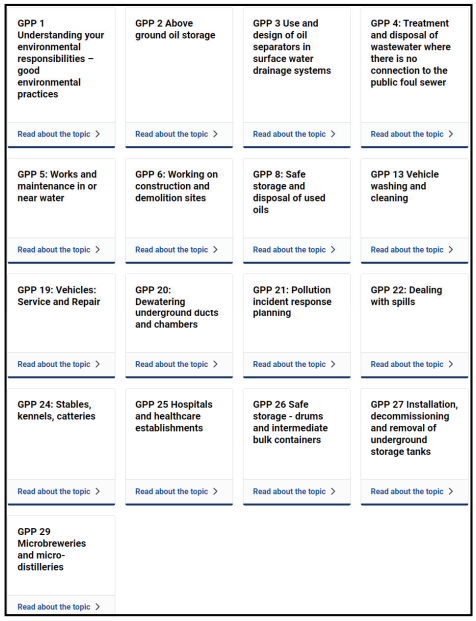
〈표 4-2〉 미국 종합환경대응배상책임 주요내용

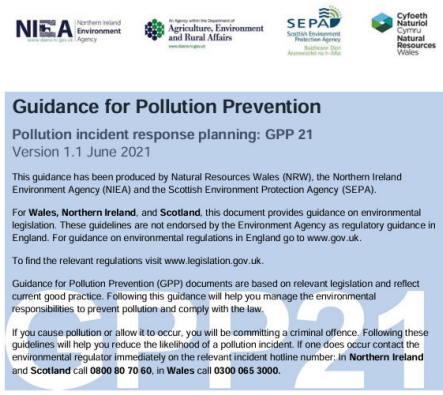
구분	세부방침
대응 권한	- 유출에 대응하는 방법은 제거 조치와 복원 조치로 나뉨 - 제거는 광범위한 조치를 포함하고, 복원은 제거 조치 대신 또는 제거 조치에 추가로 취해지는 영구적인 해결책과 일치하는 조치를 뜻함
대응 조치	- EPA는 대응이 필요한 상황에 따라 세 가지 선택지가 있음 · EPA가 직접 대응 조치를 수행하고, 이후 비용 회수 조치를 거쳐 잠재적 책임 당사자(PRPs)로부터 비용을 회수 · 행정적 또는 사법적 절차를 거쳐 PRPs가 직접 정화를 수행하도록 강제 · PRPs와 협상을 통해 전체 또는 일부 작업을 수행하도록 합의
신탁 기금	- 목표는 오염자가 모든 비용을 부담하게 하는 것이지만, PRPs가 없거나 유출에 신속하게 대응해야 하는 경우 수퍼펀드(Superfund) 자금을 사용하여 오염지역을 정화 - 수퍼펀드는 EPA에 초기 자금을 제공하며, 특정한 상황에서는 민간 단체의 비용을 상환하기 위한 자금을 제공하기도 함

자료: US EPA(2024.7.10), “Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA) and Federal Facilities”, 검색일: 2024.9.9를 참고하여 저자 번역.

2. 수질오염예방 지침 제공

북아일랜드와 스코틀랜드는 환경보호와 오염 방지에 대해 사업체가 환경법을 준수하고 오염을 예방하도록 지원하고자 오염예방지침(GPP: Guidance for Pollution Prevention)을 제공하고 있다(그림 4-1 참조). 수질오염을 유발하는 유형을 총 17가지로 구분하여 유형별 사고 예방 및 대응 방안을 소개하고 있다.





Guidance for Pollution Prevention GPP-21

자료: NRW, NIEA, and SEPA(2021), p.1; NetRegs, “Guidance for Pollution Prevention (GPP) Documents”, 검색일: 2024.5.8.

〈그림 4-1〉 북아일랜드와 스코틀랜드의 오염예방 지침

GPP-21(Pollution incident response planning)은 오염사고대응계획을 위해 외부 및 내부 연락처 목록, 현장 화학물질 재고, 오염 방지 장비 재고, 부지 계획, 배수계획 등을 마련하도록 하고 있다(표 4-3 참조). 특히, 배수계획에는 소방유출수 포집 시스템, 임시 집수 구역, 휴대용 임시 저류조를 설치할 수 있는 구역 등을 계획하도록 하는 것이 특징이다.

〈표 4-3〉 GPP-21에 따른 사업장의 오염사고대응을 위한 배수계획 고려사항

구분	고려사항
배수계획 준비	- 지표유출수 - 하수 - 산업폐수가 하수도로 유입되는 연결 지점 - 오염 감지 검사 지점 - 유분 분리기 - 소방수/유출수 포집 시스템 - 평형조 - 오염 제어 장치(밸브 등) - 임시 집수 구역(주차장 등) - 휴대용 저장탱크, 배수관 차단 및 소방수의 임시 저장에 적합한 기타 구역

자료: NRW, NIEA, and SEPA(2021), pp.9-10을 토대로 저자 번역.

GPP-22(Dealing with spills)는 사업자가 유출된 오염물질을 어떻게 처리해야 하는지를 소개한다(표 4-4 참조). 사업장에서 오염물질이 유출되면 하수도를 폐쇄하는 것을 우선시한다. 다만, 하수도 내 오염물질 저류 시 하수도 내에서 폭발할 가능성이 있는지 확인하고, 충분한 용량을 확보할 수 있는지 확인해야 한다. 그리고 하수도 용량이 초과해 유입지점 또는 유출지점에서 오염물질이 유출되면 예상되는 영향을 미리 파악해야 한다. 오염물질이 하수도를 통해 수계로 유출된 경우, 사업자는 붐이나 방제둑을 수로 등에 설치하여 추가 확산을 차단할 수 있다. 다만, 이러한 대응을 하기에 앞서 하수도 배출 지점 하류에 방제둑을 설치할 적절한 장소를 사전에 검토해야 하고 이러한 계획을 확정하기 전에 관계 기관에 조언을 구해야 한다. 그리고 실제 상황이 발생했을 때 방제둑을 설치하기 전 하천 기반시설부에 미리 알려야 한다.

〈표 4-4〉 GPP-22에 따른 사업장의 오염물질 확산 차단방법

구분	고려사항
하수도 폐쇄	- 유출수가 하수도로 유입될 정도로 확산된 경우, 외부환경으로 유출되는 것을 차단 - 하수도를 폐쇄할 수 있는 경우 오염수를 안전하게 임시로 보관 - 다만, 유출 물질의 하수도 내 폭발 가능성을 확인하고, 충분한 용량을 제공할 수 있는지 확인 - 하수도 용량을 초과할 경우 유입지점과 출구지점의 영향을 파악
수로 내 저류	- 유출수가 하수도에서 수계로 유출된 경우, 사업자가 붐이나 방제둑으로 확산 차단 - 다만, 배출 지점 하류의 적절한 장소를 사전에 검토하고 이러한 계획을 확정하기 전에 환경규제 기관에 조언을 구해야 하며, 유출이 발생한 경우 방제둑을 설치하기 전에 환경규제 기관(북아일랜드의 하천 기반시설부)에 알려야 함

자료: NRW, NIEA, and SEPA(2018), pp.9-18을 토대로 저자 번역.

오염사고 발생 시 사업자가 현장에서 조치할 수 있는 오염물 저류 방안으로는 저류지 설치, 탱크 내 보관, 희생영역 지정, 도랑 설치를 제시하고 있다.

〈표 4-5〉 GPP-22에 따른 현장 오염제어 방안

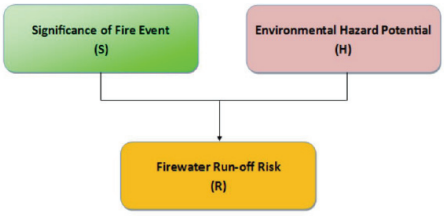
구분	고려사항
저류지(Containment lagoons and ponds	- 현장 면적, 경사, 지면 및 토양 조건이 적합한 경우 저류지는 비용 효율적인 방법으로 소화용수 유출을 억제하고 재사용이 가능 - 불투수성이어야 하며, 차수막을 깔아야 함을 의미 - 주 배수유역으로부터 격리된 곳에 설치하여야 함
탱크	- 유출물을 일시적으로 억제하는 데 특수 제작된 탱크를 사용할 수 있으며, 저류지보다 비용이 더 소요되나 요구면적은 적음 - 소화용수를 담고 재사용할 수 있음 - 비상 상황 시 하수도, 폐수처리장 또는 기타 폐수처리시설의 빗물탱크를 사용할 수 있으나 최후 수단으로 의존하면 안 됨
희생영역 (Sacrificial areas)	- 사업장 내에 희생영역을 할당할 수 있음 - 주차장이나 불투수성으로 된 평지로 임시 인공못으로 활용
도랑	- 다른 오염 제어 방법이 실패하거나 다른 방법을 사용할 수 없는 경우 구덩이나 도랑을 사용

자료: NRW, NIEA, and SEPA(2021), pp.19-20을 토대로 저자 번역.

3. 소화폐수 위험평가

2019년 아일랜드 EPA는 'Guidance on retention requirements for firewater run-off' 지침을 발표해 소화수 유출 방지를 위한 구체적인 격리 요구사항을 규정하면서 대규모 화학물질 저장소나 제조시설에 유해화학물질의 양, 환경수용체의 민감도 등을 고려해 소화폐수 위험도를 평가하고 저류시설을 설치하도록 하고 있다.[41] 지침에 따르면, 법률적 배경은 EU의 Environmental liability directive(2004/35/EC) 및 Seveso Ⅲ directive(directive 2012/18/EU) 이행을 위한 아일랜드 Chemicals Act(Control of major-accident hazards involving dangerous substances) regulations 2015(S.I. No. 547/2008)에 있다.

소화폐수 위험평가 방법은 대량의 소화폐수를 생성할 수 있는 화재 사건의 중요도(S)와 소화폐수 유출로 인한 잠재적 환경 위험(H)을 바탕으로 소화폐수 유출의 환경적 위험(R)을 평가한다(그림 4-2 참조). 소화폐수 위험평가 도구는 소화폐수 유출 방지의 필요성을 결정하고 부지에 필요한 유출 방지 용량을 계산하는 데 사용된다. 사용자는 소방 예방 및 보호 조치, 위험 물질의 양과 종류, 현재 존재하는 유출 방지 시설에 대한 구체적인 정보를 입력해야 하며, 이는 소화폐수 유출 방지를 위한 일관된 위험 평가와 의사결정을 지원하는 중요한 도구로 작용한다. 결과적으로 화재사고의 중대성이 유의하고 환경 위험 잠재성이 높은 경우 환경 오염 위험(R1) 등급을 받게 되며, 소화폐수 유출 방지를 위한 최소 조치를 취해야 한다.



위험평가 방법 흐름도

Significance (S)	Description
S1	Low Significance
S2	Medium Significance
S3	High Significance

Hazard Potential (H)	Description
H0	No Hazard Potential
H1	Hazard Potential

	H0	H1
S1	R0	R1
S2	R0	R1
S3	R1	R1

소화폐수 유출 위험평가

자료: Ireland EPA(2019), pp.12-14.

〈그림 4-2〉 아일랜드의 소화폐수 환경위험평가

41) Environet Solutions(2019.8), "EPA Issues Firewater Guidance", 검색일: 2024.9.8.

소화폐수 유출 방지를 위한 주요 조치 사항은 다음과 같다(그림 4-3 참조). 사업장 내 배수 시스템과 저류시설을 통해 소화폐수가 사업장 밖으로 유출되지 않도록 해야 한다. 또한 화재 발생 시 자동으로 작동하는 차단 밸브를 정기적으로 검사해야 한다. 그리고 소화폐수를 유출 방지 시설로 유도하는 과정은 화재 경보 발령 시 자동으로 이루어져야 한다.

Risk	Minimum Firewater Retention Measures Required
R0 No Risk	No dedicated firewater retention required.
R1 Risk of Environmental Contamination	Firewater run-off must be retained within the operational site. The retention can be provided by means of the site's drainage system and other suitable infrastructure, which is not exclusively foreseen for firewater retention (e.g. storm water attenuation ponds / tanks in waste water treatment plants*). All elements of the site infrastructure to be used for firewater retention (including shut-off valves) must be regularly inspected and tested, to ensure functionality and impermeability. The retention facility/ facilities must remain impermeable for the duration of the incident up to the removal of the firewater run-off. The documented available retention capacity in the existing site infrastructure must be monitored and maintained. Automatic shut-off valves, which engage as soon as the fire alarm is activated must be maintained and tested. Diversion of firewater to retention facilities must be automatic on activation of the site fire alarm. On-site bunds cannot be used to provide firewater retention unless the content of a bund is directly involved in the fire event.

자료: Ireland EPA(2019), p.14.

〈그림 4-3〉 환경오염 위험 등급 판정에 따른 소화폐수 유출 방지 조치 사항

4. 방제작업 종료 기준 마련

수질오염사고 발생 시 방제작업을 종료하는 기준은 중요한 요소이다. 그러나 담수환경의 수질오염사고에 대한 방제종료 기준은 해외에서도 예시를 찾아보기 어려웠다. 따라서 해양 수질오염사고의 방제종료 기준 마련 체계를 검토하였다.

ITOPF(The International Tanker Owners Pollution Federation)는 전 세계 해양 오염문제를 다루는 비영리 국제기관으로 1968년 설립됐으며, 해양 유류 오염 사고 대응, 예방 및 보상에 관한 전문 지식을 제공한다. 방제종료 기준은 일반적으로 방제에 참여하는 다양한 조직의 대표로 구성된 팀에서 토론과 합의를 거쳐 결정되며, 합의를 도출하는 데

적용할 수 있는 방제기술이 제한적임을 인식하고 방제작업의 목표가 명확하고 작업초기 또는 작업이 시작되기 전에 동의되어야 한다.[42]

국제유류오염보상기금의 유류오염 방제 비용 청구·보상 가이드라인에 따르면, 방제작업 중 가장 어려운 문제 중 하나는 유류 제거 작업을 언제 종료해야 하는가를 결정하는 것이다.[43] 잔여 기름의 양이 줄어듦에 따라 이 잔여 유류를 제거하는 데 요구되는 노력이 더욱 가중된다는 사실은 방제 종료 시점을 결정하는 어려움을 더욱 증폭시키고 어느 시점이 되면 요구되는 노력이 작업 지속의 혜택을 넘어선다. 예를 들면, 해변 방제작업을 종료할 때 합리적 종료 시점 선정을 특히 고려해야 하는데, 이는 해당 해변 구간의 '용도'와 '서비스'에 따라 크게 달라진다.

〈표 4-6〉 해양오염사고의 방제작업 종료 시점

유형		세부방침
해상	일반	- 기름이 광범위한 지역에 걸쳐 확산하여 분산되었고 얇은 막으로 감소하거나 자연적으로 소멸함
	기계적 회복	- 많은 양의 기름을 더는 회수할 수 없을 정도로 기름이 풍화됨
	유처리제 적용	- 기름의 풍화 및 유화로 인해 유처리제가 더는 효과적이지 않음
해안	일반	- 해변의 '용도' 또는 '서비스' 복원
	인기 휴양지-대중 접근성 용이	- 종료 시점: 냄새 없음 · 표면에 보이는 기름 또는 광택이 없고 기름이 묻히거나 갇혀 있는 증거 없음 · 미끈거리는 감촉 없음
	산업 항구	- 종료 시점: 가벼운 기름얼룩
	원거리 암석만	- 종료 시점: 대량 기름 제거 · 자연정화에 의존
	생태적 민감지	- 종료 시점: 자연의 민감성 및 계절성에 의존 · 대량 기름의 신중한 제거 · 전문가 조언 필요

자료: 국제유류오염보상기금(2018), p.27.

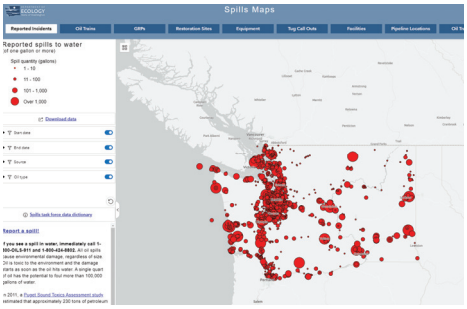
42) ITOPF: 해양경찰청 역(2011), p.3.
43) 국제유류오염보상기금(2018), p.26.

5. 정보 공개

가. 미국 워싱턴주

미국 워싱턴주는 유류 및 유해물질 유출사고 예방, 계획, 대응에 대한 자세한 사항을 생태부 홈페이지에 제공하고 있다(그림 4-4 참조). 많은 유출사고가 보고되진 않지만, 생태부는 매년 약 4,000건에 이르는 유류 및 유해 물질 유출 신고를 받아 조치완료까지 추적하며, 매년 약 750건의 현장 대응을 한다.[44] 유출 지도 서비스에서는 보고된 사고의 위치를 공개하며, 유출량, 사고 발생일, 방제 종료일, 사고 시설, 유출 물질 종류를 구분하여 사용자가 원하는 정보를 얻을 수 있다. 또한 지리적 대응계획, 해안보호기금 또는 원인자 직접 자금 지원에 따른 복원 지역, 유출 대응 장비 위치, 비상 대응 예인선 위치, 규제 시설 위치 등의 정보를 제공함으로써 사고 예방 및 대응에 관한 현황을 사업자와 주민들에게 투명하게 제공하는 것이 특징이다.

유출사고 상황도 실시간으로 업데이트해 제공한다. 2장에서 소개한 Olympia brewery transformer spill 사고와 같이 워싱턴주에서 발생한 유출 사고시에는 사고 유형, 사고 원인, 책임 당사자에 대한 정보뿐만 아니라 일별 사고 현장 상황, 대응 주체(계약자), 대응 방법, 모니터링 결과 등을 제공했다.



유출사고 지도

Incident date	Incident name	County
1/2/2024	Spokane River sheen	Spokane
12/10/2023	Olympic Pipeline gasoline spill near Conway	Skagit
7/19/2023	Minnie Creek diesel spill	Spokane
4/8/2023	Kodiak Enterprise fire	Pierce
8/14/2022	Aleutian Isle sinking	San Juan
11/4/2021	Deep River derelict barge spill	Wahkiakum
2/18/2021	FV Aleutian Falcon fire	Pierce
1/28/2021	Casey Pond dredge sinking	Walla Walla
12/22/2020	Custer Crude Oil Derailment 2020	Whatcom
2/25/2020	Tug Nova Columbia River sinking	Water body

유출사고 대응 정보 공개

자료: Department of Ecology State of Washington, “Spills Maps”, “Spill Incidents”, 검색일: 2024.9.9.

〈그림 4-4〉 미국 워싱턴주 생태부의 유출사고 정보 공개

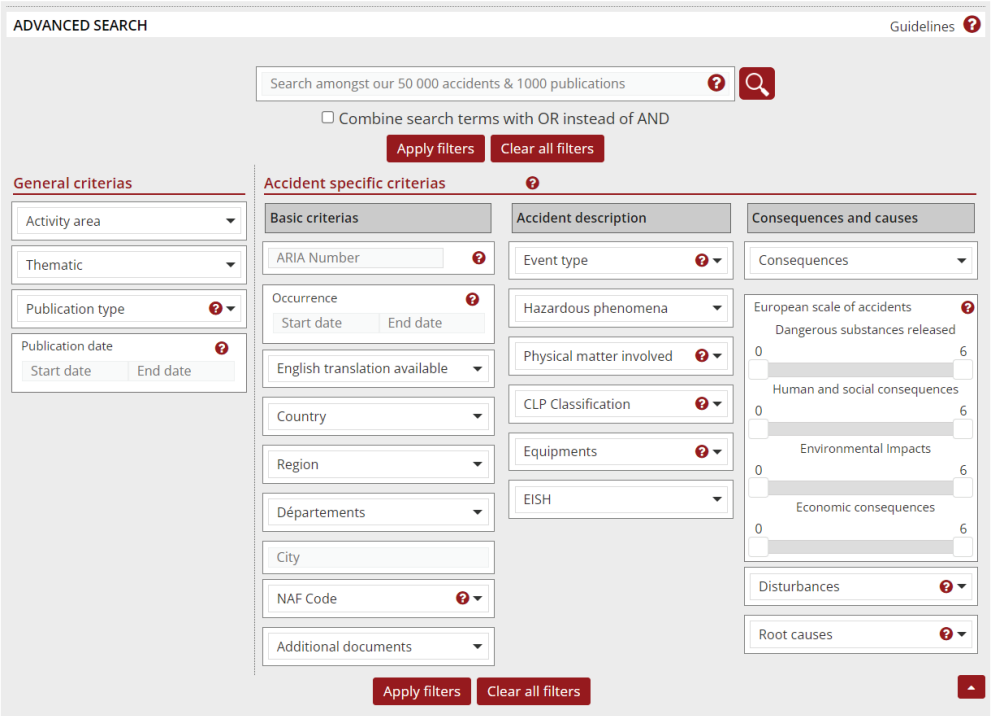
44) Department of Ecology State of Washington, “Spills Maps”, 검색일: 2024.9.9.

나. 프랑스

프랑스의 산업 위험 및 오염 분석국(BARPI)은 산업 사고와 오염 사건을 분석하고 예방하는 프랑스 정부 기관이며, 산업 현장에서 발생할 수 있는 위험 사건을 모니터링하고 데이터베이스를 구축하여 사고 예방을 위한 정보를 제공한다. ARIA는 BARPI가 운영하는 데이터베이스로 산업 사고를 분석하고 연구하여 관련 정보를 제공하는 것을 목적으로 하며, 프랑스뿐만 아니라 전 세계의 산업 사고 데이터를 수집하고 분석해 사고 예방 및 위험 관리를 위한 정보를 제공한다.[45]

ARIA database로는 사고물질, 사고연도, 피해 환경수용체, 사고규모, 사고유형 등으로 구분하여 사고 관련 정보를 찾을 수 있으며(그림 4-5 참조), 주요 사고에 대한 사고보고서를 작성 및 공개해 사고원인, 초동대응, 방제작업, 환경영향, 사고를 통한 개선방안 마련 등에 관한 사항을 구체적으로 소개한다. 또한 유해물질의 유출 정도, 사회영향 정도, 환경 피해 정도, 경제적 피해 정도로 구분하여 사고 결과를 다각적으로 분석하고 정형화해 관리하고 있다.

45) BARPI, “The ARIA Database”, 검색일: 2024.9.9.



자료: BARPI ARIA, "Advanced Search", 검색일: 2024.9.9.

〈그림 4-5〉 프랑스 BARPI ARIA database 세부검색

6. 종합분석

본 장에서는 현재 국내 사고유출수로 인한 수질오염사고의 제도 분석 결과를 토대로 취약점으로 판단되는 오염원인자 역할, 수질오염예방 지침 제공, 소화폐수 위험 평가, 방제작업 종료 기준 마련, 사고정보 공개에 관한 해외 동향을 살펴보았다.

미국과 유럽 등 주요 선진국은 환경오염피해책임에 관한 근거를 마련해 오염원인자가 자기자본으로 모든 조치를 시행하도록 하면서 정부는 관련 지침을 제공하는 것을 우선시하며, 마지막 수단으로 정부가 개입해 역할을 대신하고 비용을 원인자로부터 회수한다. 또한 유럽 주요 선진국은 초동대응이 현실적으로 가능하고 수질오염사고 확대 시 모든 정화비용의 책임이 있는 사업자에게 수질오염예방 지침을 제공함으로써 사고유출수를 엄격히 관리하고

있다. 그리고 소화폐수를 동반한 사고유출수의 수질오염사고 심각성이 증대됨에 따라 2019년 아일랜드가 화재사고 중대성과 환경위해 가능성을 고려한 소화폐수 위험평가제도를 마련한 것은 이번 관리천 수질오염사고를 계기로 국내 도입 가능성을 검토해 볼 만하다. 담수환경의 수질오염사고의 방제작업 종료 기준 및 체계에 관한 사례는 찾기 어려웠지만, 해양오염 비영리 국제기관인 ITOPF는 방제종료 기준의 가장 중요한 사항으로 방제작업의 목표를 명확히 하고 작업 초기 또는 작업이 시작되기 전에 이해관계자의 합의가 필요함을 강조했으며, 이는 국내 대규모 수질오염사고 위기관리체계에 도입해야 할 것으로 보인다. 마지막으로 정보 공개에 관해 주요 선진국에서는 국내 화학물질 사고나 수질오염사고 정보 공개보다 더욱 세부적으로 사고를 분류하고 예방, 대응, 현황에 관한 사항을 투명하게 사업자와 주민들에게 공개함으로써 수질오염사고 대응 인식을 긍정적으로 제고하는 데 기여하는 것으로 판단된다.

제5장

결론 및 제언

1. 사고유출수로 인한 수질오염사고 관리 정책 방향 설정

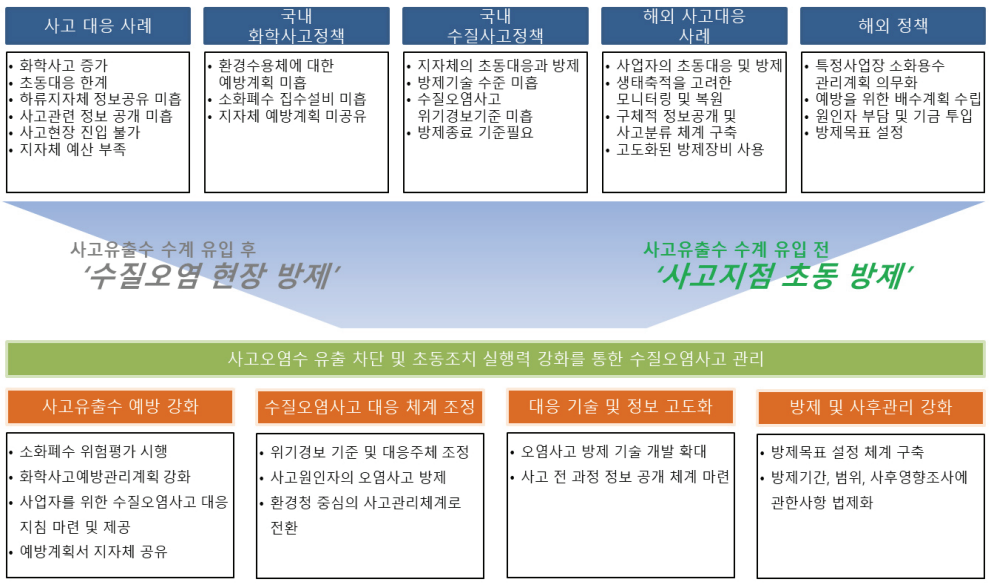
본 연구에서는 관리천 수질오염사고 발생을 계기로 사고유출수로 인한 수질오염사고 대응 개선방안을 마련하고자 하였다. 다양한 사고유출수 중 소화폐수를 동반한 유해화학물질의 수계 유입 시 현재 수질오염사고 관리체계로는 대비·대응 역량이 미흡하고, 그뿐만 아니라 수질오염사고 방제기술과 정보 공개, 사후관리 측면에서도 미비점이 나타났다. 유해화학물질 취급량이 늘어나고 화학물질 또는 소화폐수에 기인한 수질오염사고 비율이 점차 증가하는 상황에서 화학물질과 소화폐수가 동반된 사고유출수의 특성으로 수질오염사고 피해규모가 상당할 것으로 예상되는바, 동 사고의 반복을 방지하고 동시에 수질오염사고 대응 및 사후관리체계를 강화하는 체계로 속히 전환해야 한다. 이에 본 연구에서는 국내외 수질오염사고 현황 및 대응 사례 분석, 기존 수질오염사고 관련 제도 한계 분석, 해외 수질오염사고 관리체계 동향 고찰 등의 과정을 거쳐 사고유출수로 인한 수질오염사고 대응과 사후관리 개선방안을 마련하고자 하였다.

관리천 수질오염사고와 국내외 주요 수질오염사고 발생부터 종료까지 전 과정을 비교한 결과, 수질오염사고 피해규모를 결정하는 주요 요인은 사고유출수가 수계로 유입되는 것을 차단하는 초동대응과 후속 대응을 위한 신속한 상황전파의 수행 여부였다. 사고 위험성이 높은 대규모 산업단지와 공업지역 등에는 강우 및 화재로 인한 유출량까지 고려한 완충저류시설을 설치해 사고유출수의 수계 유입을 효과적으로 차단할 수 있으나, 소규모 유해화학물질 보관·저장시설은 보관·저장 용량 수준으로 집수정을 설치해 소화폐수가 동반될 시 사고유출수 전량이 수계로 유입될 수밖에 없다. 수질오염사고로 확대가 예견되거나 확대될 경우

현장에서 대규모 수질오염사고 위기관리 매뉴얼에 따른 위기경보 수준에 따라 조치를 취해야 하나, 위기경보 발령 기준이 높고 모호해 발령되더라도 초동대응 조치는 이미 늦은 상황이다. 주요 선진국에서는 사업자를 위한 수질오염사고 대응 지침을 제공해 사고원인자가 초동대응을 실시하고 나아가 정화업체를 직접 고용해 사업장 밖 오염지역까지 정화작업을 수행한다. 또 소화폐수로 인한 사고유출수의 심각성을 인지해 배수계획 수립 및 소화폐수 위험평가를 시행하며, 생태축적을 고려한 장기 모니터링과 복원을 수행한다. 또한 국내는 포클레인 등 중장비를 활용한 방제둑 설치 및 펌핑을 통한 이송·처리에 머물러 있으나[46] 해외는 개인이 신속하게 운반하고 설치가 용이한 차수장치와 현장에서 수질정화트레일러를 활용하고 있다. 해양 수질오염사고가 발생하면 방제작업 시작 전 이해관계자 합의를 거쳐 방제작업의 목표를 설정해 경제성과 실효성을 고려한 방제작업을 수행한다.

국내외 사고 대응 사례와 정책 현황을 종합해 볼 때, 사고유출수로 인한 수질오염사고 관리 정책을 '수질오염 현장 방제'에서 '사고지점 현장 방제'로 전환해야 한다. 사고유출수로 인한 수질오염사고 대응 및 사후관리 개선을 위한 추진전략으로 본 연구에서는 사고유출수 예방 강화, 수질오염사고 대응체계 조정, 대응 기술 및 정보 고도화, 사후관리 강화를 제안하는 바이다(그림 5-1 참조).

46) 다만, 관리천 수질오염사고에서는 활성탄처리장치를 현장에 설치해 수질정화에 활용하였다.



자료: 저자 작성.

〈그림 5-1〉 사고유출수로 인한 수질오염사고 대응 강화를 위한 정책 방향

2. 정책 제언

가. 사고유출수 예방 강화

1) 소화폐수 위험평가 시행

관리천 수질오염사고의 재발을 방지하는 가장 효과적인 방법은 유해화학물질 영업장의 소화폐수 저류 역량을 강화하는 것이다. 다만, 완충저류시설이나 폐수처리시설이 연계된 사업장, 환경수용체와 거리가 먼 영업장, 취급물질과 용량이 적은 사업장까지 모든 영업장에 저류역량을 강화하는 저류시설을 설치하고 운영하는 것은 비효율적이고 사업자에게 과도한 부담을 줄 수 있다. 따라서 기존 저류시설 연계 유무, 환경수용체 영향, 화재위험의 중대성을 고려한 유해화학물질 영업장의 소화폐수 위험평가 체계를 수립해 임시저류시설 설치 장소 마련, 우수관로 자동 차단 설비 구축 등 소화폐수 저류역량 강화가 필요한 영업장을 선정하고 이를 명령하고 이행하는 제도를 마련해야 한다. 또한, 장기적 대책으로 유해화학물질 영업

장이 밀집하면서 사고발생빈도가 높고 환경수용체의 영향이 높은 지역을 대상으로 소규모 완충저류시설을 설치하는 것도 검토할 필요가 있다.

2) 화학사고예방관리계획 강화

유해화학물질 취급시설을 대상으로 화학사고예방관리계획서를 작성하도록 하고 있으나, 작성매뉴얼로 유추해 보면 인명피해에 초점을 둔 입지 및 장외평가 정보와 취급용량을 고려한 사고대응 및 응급조치계획을 마련한 것으로 보인다. 따라서 화재사고에 따른 소화폐수를 고려한 입지 및 장외평가 정보 구축, 사고대응 및 응급조치계획을 마련해야 할 것이다. 입지 및 장외평가 정보 구축은 사업장 내외 우수관망도를 작성하도록 하고, 사업장에서 우수관로 및 농배수로를 통한 환경수용체의 거리 및 위치도를 작성하도록 한다. 사고대응 및 응급조치계획은 사고 발생 시 사업장 내외부 유출차단지점은 예측을 통해 미리 선정해 확산 차단 대책을 마련하고, 초동대응이 가능하도록 계획 내 중장비업체 연락망을 구축해 방지대책을 마련해야 한다.

3) 사업자를 위한 수질오염사고 대응 지침 마련 및 제공

사고유출수의 수계유출을 효과적으로 차단하려면 사고 발생 시 신속히 사업장 내에서 초동대응을 수행해야 한다. 따라서 사업자 대상 사고유형별 초동대응 지침을 마련하고 제공해 사업자의 초동대응 역량을 강화할 필요가 있다.

4) 화학사고예방관리계획서 지자체 공유

현재 계획서는 환경청과 화학물질안전원에서 관리하고 있어 계획서에 담긴 사고대응 및 응급조치계획을 바탕으로 수질오염사고 초동대응의 주체인 지자체에서 현장상황을 파악하고 대응하는 데 어려움이 있다. 따라서 화학사고예방관리계획서의 작성사항을 개선하면서 지자체의 현장활용도를 높이도록 해당 계획서를 지자체에도 공유해야 한다.

나. 수질오염사고 대응체계 조정

1) 위기경보 기준 및 대응주체 조정

사고유출수로 인한 수질오염사고 확대를 사전 차단하고 효과적이고 신속하게 초동대응을 하도록 대규모 수질오염사고 위기경보 판단기준을 조정해야 한다(표 5-1 참조). 또한 주관기관을 위기단계별로 지자체, 광역지자체, 환경청, 환경부로 조정해 사고의 중대성에 따라 신속히 대응하는 체계로 개편하여야 한다. 또한, 수질오염사고로 확대될 가능성이 높은 중대한 사고의 경우 사업자가 사고 신고와 동시에 수계유출 차단을 위해 중장비 업체나 방제 전문업체에 연락을 취해 사업장 밖으로 사고오염수가 유출되기 전부터 미리 파악된 유출 차단지점에 신속히 초동대응을 수행하고 지자체가 감독하는 체계도 구축할 필요가 있다.

〈표 5-1〉 대규모 수질오염사고 위기경보 판단기준과 주관기관 예시

구 분	판단 기준	주관기관
관심	〈가까운 기간 내에 위기로 발전할 가능성이 적은 상태〉 · 유관기관 간 사고상황 정보공유가 필요한 때	지자체
주의	〈위기로 발전할 경향성이 나타나는 상태〉 · 다량의 오염물질이 수계로 유입되었을 때 · 수질자동측정망의 경계경보가 지속될 때 · 국가하천에서 오염물질 유입으로 추정되는 어류폐사가 상당량 발생하였을 때	광역지자체
경계	〈사고 전개속도상 위기로 발전할 가능성이 농후한 상태〉 · 수질오염사고로 일부지역의 취수가 중단되거나, 대규모 취수 중단이 우려될 때 · 국가하천에서 어류폐사 사고가 지속적으로 확산해 다량의 물고기가 폐사하였을 때	환경청
심각	〈사고의 전개속도가 빨라 위기발생이 확실시되는 상태〉 · 수질오염사고로 취수중단이 장기화해 일부 지역의 급수가 중단되거나, 다수의 인구에 급수 중단이 발생할 것으로 예상될 때	환경부

자료: 환경부 수질수생태과(2024.7)를 바탕으로 저자 작성.

2) 사고원인자의 오염사고 방제

관리천 사고와 같은 대규모 수질오염사고는 지자체 예산이 우선 투입돼 방제작업이 수행되고, 행정대집행으로 사고원인자에게 방제 비용을 회수하거나 도기금이나 특교세로 지출

비용을 메꾸게 된다. 주요 선진국의 사례와 제도를 참고해 사고대응 주관기관은 사고원인자에게 수질오염사고 방제작업을 지시해 사업자의 자금으로 방제전문업체를 고용해 방제를 수행하도록 하고 주관기관은 이를 감독한다. 사업자의 자금이 부족해 방제작업을 지속할 여력이 없는 경우 지자체 예산, 도기금, 특교세 등을 활용해 방제작업을 지속한다.

3) 환경청 중심 사고관리체계로 전환

수질오염사고 대응은 유해화학물질 취급시설 정보, 화학물질 정보, 우수관망과 하수관망 및 공공하·폐수처리장 등 인프라 정보, 하천 정보, 수질오염총량 정보, 취수장 및 상수원 정보 등을 종합해 빠른 상황판단 후 이루어져야 한다. 따라서 관련 업무를 직접 담당하고 자료를 확보한 환경청을 중심으로 대응체계를 개편할 필요가 있다. 하지만 현재 환경청의 수질오염사고 담당 인력과 예산으로는 한계가 있으므로 수질오염사고 관련 전문인력과 예산 확보가 우선돼야 하며, 수질오염사고 발생 시 환경청 내 담당 부서가 유기적으로 협조할 체계도 마련돼야 한다.

다. 대응 기술 및 정보 고도화

1) 오염사고 방제기술 개발 확대

지금까지 수질오염사고가 발생하면 대부분 중장비 업체를 호출해 하천에 토사로 방제둑을 설치하는 형태로 방제작업을 수행했다. 주요 선진국에서는 트레일러형 수처리시스템을 도입하고 이동 및 설치 용이성이 높은 장비와 기술을 수질오염사고에 적극 활용하고 있다(그림 5-2 참조). 주요 선진국과 국내 수질오염방제 역량에 차이를 보이는 이유는 수질오염방제 지원을 담당하는 환경공단이 수질오염감시예방, 수질오염방제교육훈련, 수질오염사고방제 지원으로 기능으로 국한됐기 때문이다(표 5-2 참조). 따라서 해양환경공단의 해양오염방제 역할에 준하도록 교육원을 운영하고 수질오염 방제기술 연구·개발 지원을 강화할 필요가 있다.

자료: 강미정(2024), pp.39-43.

〈그림 5-2〉 수질오염사고 대응을 위한 장비 활용 사례

〈표 5-2〉 환경공단과 해양환경공단의 오염방제 관련 기능

구분	주요업무	세부업무
환경공단	수질오염감시예방	- 공공수역의 수질오염사고 예방감시 - 사고 발생 시 신속한 상황전파
	수질오염방제교육훈련	- 공공수역 지자체 및 유관기관 담당자 등 방제기술교육 - 수질오염사고 대비 지자체 및 유관기관 합동방제훈련 실시
	수질오염사고방제지원	- 유류유출, 수환경변화로 인한 물고기 폐사 등의 수질오염사고 발생 시 방제기자재, 인력 등 방제조치 지원
해양환경공단	해양오염방제	- 방제 대응태세 구축 - 해양오염사고 방제역량 강화 - 침몰선박 관리 - 해양오염사고 예방활동
	교육연구	- 해양환경교육원 운영 - 국가해양환경교육센터 운영 - 해양환경조사연구원 운영 - 해양오염 방제기술 연구개발

자료: 수질오염방제정보시스템, “역할 및 주요기능”, 검색일: 2024.8.10; 해양환경공단, “주요사업 및 경영성과”, 검색일: 2024.8.10.

2) 사고 전 과정 정보 공개 체계 마련

수질오염사고에 관한 원인, 경과, 결과, 사후관리 정보를 투명하게 공개해 유사사고 재발 방지에 기여하도록 한다. 또한 사고로 인한 사회영향 정도, 환경 피해 정도, 경제적 피해 정도를 정량화하고 분석함으로써 앞으로 발생할 수질오염사고의 피해규모를 예측하고 대응하는 데 활용할 수 있을 것이다.

라. 방제 및 사후관리 강화

1) 방제목표 설정 체계 구축

방제작업의 효과성과 효율성을 제고하도록 방제종료 기준을 미리 마련해야 한다. 위기징후가 식별된 후 긴급조치가 수행되면서 오염물질정보 등 현장 정보가 파악된다. 따라서 위기수준평가 단계에서 위기경보를 발령하기 전 방제종료 기준을 마련해 위기경보발령에 따른 대응조치의 목표를 설정하는 것을 제안하는 바이다(표 5-3 참조).

〈표 5-3〉 '관심' 단계에 따른 조치목록 예시

조치사항	세부기능
(가) 위기징후 식별 (상황접수)	(가-1) 사고접수 및 상황파악 (가-2) 상황파악 요령 (가-3) 상황파악 요소
(나) 긴급조치	(나-1) 초동방제 실시 (나-2) 오염물질정보 등 현장 정보 파악 (나-3) 사고지역 현장수질분석 실시
(다) 보고 및 전파	(다-1) 현장정보 파악·보고
(라) 위기수준평가	(라-1) 자체위기평가회의(상황판단회의) **(라-2) 방제종료 기준 마련(신규)**
(마) 위기경보 발령	(마-1) 발령시기 (마-2) 발령권자 (마-3) 발령사항 (마-4) 전파기관 (마-5) 사전협의 (마-6) 기타
(바) 위기경보발령에 따른 대응 조치	(바-1) 사고대응체계 점검 (바-2) 위기상황 모니터링 지속 및 위험정보 수집 (바-3) 사고대응조직 설치 가동 준비
(사) 위기경보 해제 및 후속조치	(사-1) 위기경보 해제 결정 및 전파 (사-2) 위기상황 조치결과 종합정리 및 전파

자료: 환경부 수질수생태과(2024.7)를 토대로 저자 작성.

2) 사후영향조사에 관한 사항 법제화

해양오염사고가 발생하면 해양오염영향조사기관에서 해양오염영향조사를 실시한다(표 5-4 참조). 수질오염사고의 사후관리 강화를 위해 「물환경보전법」에 수질오염영향조사에 관한 사항을 신설하고 수질오염영향조사에 소요되는 비용은 원인자가 부담하며, 수질오염사고 위기수준에 따라 조사 기간을 달리하도록 정한다.

〈표 5-4〉 「해양환경관리법」에 따른 해양오염영향조사

해양환경관리법
제77조(해양오염영향조사) ① 선박 또는 해양시설에서 대통령령이 정하는 규모 이상의 오염물질이 해양에 배출되는 경우에는 그 선박 또는 해양시설의 소유자는 해양오염영향조사기관을 통하여 해양오염영향조사를 실시하여야 한다. ③ 해양수산부장관은 제1항의 규정에 따라 해양오염영향조사를 하여야 하는 자가 대통령령이 정하는 기간 이내에 이를 행하지 아니하거나 대통령령이 정하는 바에 따라 긴급히 조사를 할 필요가 있다고 인정되는 경우에는 별도의 조사기관을 선정하여 실시하게 하여야 한다. ④ 해양수산부장관은 제3항의 규정에 따라 별도의 해양오염영향조사를 실시하게 하려는 경우에는 해양수산부령이 정하는 바에 따라 「해양수산발전 기본법」 제7조에 따른 해양수산발전위원회의 심의를 거쳐야 한다. 제80조(조사의 비용) ① 제77조제1항 및 제3항의 규정에 따른 해양오염영향조사에 소요되는 비용은 대통령령이 정하는 바에 따라 해양오염사고를 일으킨 선박 또는 해양시설의 소유자가 부담한다. 다만, 천재지변 그 밖의 대통령령이 정하는 사유에 해당하는 경우에는 그러하지 아니하다.
해양환경관리법 시행령
제58조(해양오염영향조사) ① 법 제77조제1항에서 “대통령령이 정하는 규모”란 별표 12에 따른 규모를 말한다. ② 법 제77조제2항에 따른 해양오염영향조사기관(이하 “조사기관”이라 한다)의 지정기준은 별표 13과 같다. ③ 법 제77조제3항에서 “대통령령이 정하는 기간”이란 사고가 발생한 날부터 3개월을 말하고, “대통령령이 정하는 바에 따라 긴급히 조사를 할 필요가 있다고 인정되는 경우”란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우를 말한다.

자료: 국가법령정보센터, “해양환경관리법”, “해양환경관리법 시행령”.

| 참고문헌 |

[국내문헌]

강미정(2024), “사고유출수로 인한 수질오염사고 대응과 사후관리 개선방안: 해외 방제기술 중심”, 「KEI 세미나」, 8월 6일, 세종: 한국환경연구원, pp.39-43.

경기도 수질관리과(2024.8), 내부자료.

국제유류오염보상기금(2018), 「유류오염 방제비용 청구·보상 가이드라인」, pp.26-27.

금강유역환경청 수생태관리과(2024.7), 내부자료.

전북지방환경청 새만금유역관리단(2024.7), 내부자료.

최여울, 홍미진(2023), 「인천광역시 화학물질 취급·배출 특성 연구」, 인천연구원, p.3.

평택시 환경지도과(2024.7), 내부자료.

한강유역환경청 수생태관리과(2024.7), 내부자료.

화학물질안전원(2021.5), 「화학사고예방관리계획서 작성 매뉴얼」, p.69.

환경공단 수질오염방제부(2024.7), 내부자료.

환경부(2021.8.24), 「완충저류시설 설치 및 운영관리 지침」, pp.2-41.

환경부(2023), 「2022년도 수질오염사고와 대응 연차보고서」, pp.8-193.

환경부 수질수생태과(2024.7), 내부자료.

환경부 화학안전과(2024.7), 내부자료.

ITOPF: 해양경찰청 역(2011), 「해안방제 지침」, p.3

[국외문헌]

ARIA(2012.3), *Toxic Releases Wood Treatment Water Pollution Organization and Human Failure*, pp.1-6.

Ireland EPA(2019), *Guidance on Retention Requirements for Firewater Run-off*, pp.12-14.

NRW, NIEA, and SEPA(2018), *GPP22: Dealing with Spills v1*, pp.9-20.

NRW, NIEA, and SEPA(2021), *GPP21: Pollution Incident Response Planning v1.1*, pp.1-10.

[온라인 자료]

국가법령정보센터, “수도법”, https://www.law.go.kr/법령/수도법, 검색일: 2024.5.13.

국가법령정보센터, “수도법 시행규칙”, https://www.law.go.kr/법령/수도법시행규칙, 검색일: 2024.5.13.

국가법령정보센터, “수도법 시행령”, https://www.law.go.kr/법령/수도법시행령, 검색일: 2024.5.13.

국가법령정보센터, “물환경보전법”, https://www.law.go.kr/법령/물환경보전법, 검색일: 2024.5.13.

국가법령정보센터, “물환경보전법 시행규칙”, https://www.law.go.kr/법령/물환경보전법시행규칙, 검색일: 2024.5.13.

국가법령정보센터, “유해화학물질 실내 보관시설 설치 및 관리에 관한 고시”, https://www.law.go.kr/행정규칙/유해화학물질실내보관시설설치및관리에관한고시, 검색일: 2024.5.18.

국가법령정보센터, “유해화학물질 실내 저장시설 설치 및 관리에 관한 고시”, https://www.law.go.kr/행정규칙/유해화학물질실내저장시설설치및관리에관한고시, 검색일: 2024.5.18.

국가법령정보센터, “유해화학물질 실외 보관시설 설치 및 관리에 관한 고시”, https://www.law.go.kr/행정규칙/유해화학물질실외보관시설설치및관리에관한고시, 검색일: 2024.5.18.

국가법령정보센터, “유해화학물질 실외 저장시설 설치 및 관리에 관한 고시”, https://www.law.go.kr/행정규칙/유해화학물질실외저장시설설치및관리에관한고시, 검색일: 2024.5.18.

국가법령정보센터, “유해화학물질 취급시설 외벽으로부터 보호대상까지의 안전거리 고시”, https://www.law.go.kr/행정규칙/유해화학물질취급시설외벽으로부터보호대상까지의안전거리고시, 검색일: 2024.5.13.

국가법령정보센터, “해양환경관리법”, https://www.law.go.kr/법령/해양환경관리법, 검색일:

2024.8.9.

국가법령정보센터, “해양환경관리법 시행령”, https://www.law.go.kr/법령/해양환경관리법시행령, 검색일: 2024.8.9.

국가법령정보센터, “화학사고예방관리계획서 작성 등에 관한 규정”, https://www.law.go.kr/행정규칙/화학사고예방관리계획서작성등에관한규정, 검색일: 2024.5.18.

국가법령정보센터, “화학물질관리법”, https://www.law.go.kr/법령/화학물질관리법, 검색일: 2024.5.13.

국가법령정보센터, “화학물질관리법 시행규칙”, https://www.law.go.kr/법령/화학물질관리법시행규칙, 검색일: 2024.5.13.

뉴스핌(2024.6.7), “환경부, 환경책임보험 보장금액 전면 확대 추진...소기업 보상한도 20억↑”, https://www.newspim.com/news/view/20240607000627, 검색일: 2024.7.7.

더팩트(2024.1.21), “뉴스보고 알았어요...경계지역 재난대응의 ‘민낯’”, https://news.zum.com/articles/88296404, 검색일: 2024.7.23.

동아일보(2023.3.17), “한국타이어 화재 사고로 인근 하천서 기준치 3배 넘는 중금속 검출”, https://www.donga.com/news/Society/article/all/20230317/118376324/1, 검색일: 2024.7.25.

수질오염방제정보시스템, “역할 및 주요기능”, https://www.waterkorea.or.kr/cmmn/link.do?page=pub/centerInfo/roleMng&menu=1, 검색일: 2024.8.10.

연합뉴스(2023.3.13), “한국타이어 대전공장 불 타이어 40만개 태우고 13시간만에 초진(종합2보)”, https://www.yna.co.kr/view/AKR20230313015652063, 검색일: 2024.7.25.

연합뉴스(2024.1.11), “시퍼렇게 물든 하천... 화재 현장 인근 위험물질 유입”, https://www.yna.co.kr/view/MYH20240111021900641, 검색일: 2024.4.25.

오마이뉴스(2024.1.17), “화성 위험물 창고 화재, 하천 오염으로 확대”, https://www.ohmynews.com/NWS_Web/View/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0002994175, 검색일: 2024.4.10.

오마이뉴스(2024.1.19), “화재 난 화성 화학물질 저장업체, 하수처리 외 구역이었다”, https:/

/www.ohmynews.com/NWS_Web/view/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0002994824, 검색일: 2024.4.10.

조선일보(2023.3.27), "화재 난 한국타이어 소방폐수에서 기준치 3배 이상 중금속 성분 검출", https://www.chosun.com/national/regional/chungcheong/2023/03/17/A5QVHFOQTNGL5HUOBIWQJ6HJSI/, 검색일: 2024.7.25.

지표누리(2024.4.9), "화학사고발생건수", https://www.index.go.kr/unify/idx-info.do?pop=1&idxCd=5098, 검색일: 2024.8.1.

화학물질종합정보시스템(2024), "위해관리지역 지역사회 고지, 주식회사 케이앤티로지스틱스", https://icis.me.go.kr:443/injmGpn/injmGpnView.do?cvplSn=W0262-240000842&sidoNm=&pageNo=1&bplcNm=%EC%BC%80%EC%9D%B4%EC%95%A4%ED%8B%B0&sigunNm=&dongNm=&mttrNm=&apiKey=83FBEC58-F93C-3776-93A2-D57074FDABD8, 검색일: 2024.12.9.

환경보건뉴스(2024.3.13), "경기도, 화성시 관리천 수질오염사고 주변 지역 사후환경영향조사 실시", https://www.ehnews.net/news/articleView.html?idxno=31230, 검색일: 2024.4.18.

환경부 보도자료(2023.3.17), "한국타이어 인근 금강 수질분석 결과 기준치 만족...수질오염 여부 지속 감시 예정", p.1, https://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%ED%95%9C%EA%B5%AD%ED%83%80%EC%9D%B4%EC%96%B4&menuId=10525&orgCd=&boardId=1588280&boardMasterId=1&boardCategoryId=&decorator=, 검색일: 2024.5.17.

환경부 보도자료(2024.1.16), "환경부, 관계기관과 함께 화성·평택 관리천 수질오염사고 대응 총력", pp.1-6, https://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%EA%B4%80%EB%A6%AC%EC%B2%9C&menuId=10525&orgCd=&boardId=1650410&boardMasterId=1&boardCategoryId=&decorator=, 검색일: 2024.4.26.

환경부 보도자료(2024.1.22), “관계기관 총력대응으로 관리천 수질 지속 개선 중”, p.4, https://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%EA%B4%80%EB%A6%AC%EC%B2%9C&menuId=10525&orgCd=&boardId=1651680&boardMasterId=1&boardCategoryId=&decorator=, 검색일: 2024.4.26.

환경부 보도자료(2024.1.25), “관리천에 유입된 에틸아세테이트 등 3종 화학물질 수질시료 분석 결과 공개”, pp.1-2, https://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%EA%B4%80%EB%A6%AC%EC%B2%9C&menuId=10525&orgCd=&boardId=1652410&boardMasterId=1&boardCategoryId=&decorator=, 검색일: 2024.4.26.

환경부 보도자료(2024.2.5), “관리천 수질오염사고 구간 정상화… 정화된 하천수 방류 본격 착수”, pp.2-13, https://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%EA%B4%80%EB%A6%AC%EC%B2%9C&menuId=10525&orgCd=&boardId=1654750&boardMasterId=1&boardCategoryId=&decorator=, 검색일: 2024.4.26.

환경부 보도자료(2024.2.15), “관리천 수질오염사고 구간 정상화…방제 작업 끝내고 사후 환경조사 실시”, pp.1-4, https://www.me.go.kr/home/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=title&searchValue=%EA%B4%80%EB%A6%AC%EC%B2%9C&menuId=10525&orgCd=&boardId=1656530&boardMasterId=1&boardCategoryId=&decorator=, 검색일: 2024.4.26.

해양환경공단, “주요사업 및 경영성과”, https://www.koem.or.kr/site/koem/05/10501040000002019051004.jsp, 검색일: 2024.8.10.

BARPI, “The ARIA Database”, https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/the-barpi/the-aria-database/?lang=en, 검색일: 2024.9.9.

BARPI ARIA, “Advanced Search”, https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/?lang=en&s=, 검색일: 2024.9.9.

Department of Ecology State of Washington(2019.9.27), “Olympia Brewery Transformer Spill”, https://ecology.wa.gov/spills-cleanup/spills/spill-preparedness-response/responding-to-spill-incidents/spill-incidents/olympia-brewery-transformer-spill, 검색일: 2024.8.1.

Department of Ecology State of Washington, “Spill Incidents“, https://ecology.wa.gov/Spills-Cleanup/Spills/Spill-preparedness-response/Responding-to-spill-incidents/Spill-incidents, 검색일: 2024.9.9.

Department of Ecology State of Washington, “Spills Maps”, https://gis.ecology.wa.gov/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=591270509d254f189fb63d4c2d0af340&page=Page&views=Reported-Incidents, 검색일: 2024.9.9.

Environet Solutions(2019.8), “EPA Issues Firewater Guidance”, https://www.environet.ie/news/epa-issues-firewater-guidance, 검색일: 2024.9.8.

EUR-Lex(2019.6.26), “DIRECTIVE 2004/35/CE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 21 April 2004”, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02004L0035-20190626, 검색일: 2024.9.9.

Flickr(2019.2), “Olympia Brewery Transformer Spill”, https://www.flickr.com/photos/ecologywa/albums/72157705628602591/, 검색일: 2024.9.1.

KBS뉴스(2024.1.12), “화성시와 평택시, 오염된 소하천 사흘째 방제작업…재난안전대책본부 구성”, https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=7864860, 검색일: 2024.4.10.

KBS뉴스(2024.1.17), “환경부. ”화성·평택 사고 직후 수질오염 기준 36배 초과…12일부터 기준치 이내“, https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=7868302, 검색일: 2024.4.10.

NetRegs, “Guidance for Pollution Prevention (GPP) Documents”, https://www.netr

egs.org.uk/environmental-topics/guidance-for-pollution-prevention-gpp-documents/, 검색일: 2024.5.8.

The Oltmpian(2021.2.13), “Ecology Says Olympia Brewery Owner Owes it $11.37 million for Oil Spill Cleanup”, https://www.theolympian.com/news/local/article249190650.html, 검색일: 2024.9.1.

US EPA(2024.7.10), “Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA) and Federal Facilities”, https://www.epa.gov/enforcement/comprehensive-environmental-response-compensation-and-liability-act-cercla-and-federal, 검색일: 2024.9.9.

Executive Summary

Ⅰ. Background and Objectives of the Study

❑ The purpose of this study is to propose measures to improve response and post-management for water pollution incidents caused by spill accidents, aiming to prevent the recurrence of such accidents in managed streams.

○ The study aims to establish a strengthened system for responding to and managing water pollution incidents caused by spill accidents by analyzing the entire process of water pollution accidents in managed streams, examining the current status and cases of water pollution incidents domestically and internationally, analyzing the limitations of existing water pollution management systems, and reviewing the trends in water pollution incident management in major advanced countries.

Ⅱ. Current Status of Water Pollution Incidents

❑ The volume of hazardous chemicals handled and the number of chemical accidents have increased, with a growing proportion of water pollution incidents caused by chemicals and firefighting water.

○ In 2023, there were 91 chemical spill accidents and 15 fire incidents related to chemicals, marking the highest number of chemical accidents recorded to date.

○ In 2022, the proportions of water pollution incidents caused by chemicals and firefighting water were 13.1% and 11.5%, respectively, representing

increases of 4.3% and 7.1% compared to 2018.

❑ The main causes of water pollution incidents in managed streams include insufficient containment capacity, delayed communication, and inadequate initial response.

- ㅇ Companies storing and handling hazardous chemicals install containment facilities based on storage capacity, resulting in most firefighting wastewater being discharged outside the premises.
- ㅇ The local environmental office and Pyeongtaek City, located downstream from the spill, became aware of the incident the day after it occurred, leading to a delayed response.

❑ An analysis of domestic and international water pollution incident response cases highlights the importance of retention capacity for firefighting water, prompt initial response, and strengthening the role of operators in spill response.

- ㅇ Even when an incident occurs, large-scale water pollution incidents can be prevented if retention or wastewater treatment facilities are utilized and prompt initial responses are executed.
- ㅇ Active participation by operators in spill response can reduce the administrative and financial burden on local governments and enhance accountability of the responsible party.

Ⅲ. Analysis of Water Pollution Incident-Related Regulations

❑ The installation standards for damage mitigation facilities at hazardous chemical storage facilities do not adequately account for spill accidents

involving firefighting water, and chemical accident prevention management plans are insufficient for these incidents.

- ㅇ Hazardous chemical storage facilities are required to install damage mitigation facilities under the Chemical Substances Control Act, but the detailed installation standards are based on storage capacity levels for liquid hazardous chemicals.
- ㅇ Facilities handling hazardous chemicals must prepare chemical accident prevention management plans under the Chemical Substances Control Act, but these plans inadequately consider environmental receptors, the impact of firefighting water on surrounding areas, and emergency response plans.

❑ The crisis management manual for water pollution incidents is inadequate for initial response, necessitating adjustments to the crisis response alert criteria.

- ㅇ The basic crisis management policy focuses on preventing large-scale water pollution incidents after spill accidents enter the water system, rather than the initial response to prevent entry.
- ㅇ In the “Concern” phase, measures include containment outside the premises and preventing stream entry, but the criteria for issuing the “Concern” alert are high and ambiguous, and even if the alert is issued, it is often too late for an initial response.

Ⅳ. Review of International Trends in Water Pollution Incident Management Systems

❑ The polluter is responsible for not only initial response but also employing

professional spill response companies to perform cleanup in contaminated areas outside the premises.

- In Europe and the United States, the polluter is responsible for preventive measures, corrective actions, and costs associated with environmental damage, and is required or directed to take all necessary actions with government approval for corrective measures considering the nature, extent, severity of the environmental damage, and potential for natural recovery.

❑ Guidelines for pollution prevention are provided to operators to enhance their initial response capabilities.

- Water pollution incidents are categorized into 17 types, with detailed prevention and response measures specified for each type. Guidelines also cover site planning, drainage planning, and a list of external and internal contacts, with drainage plans outlining systems for collecting firefighting water, temporary containment areas, and locations for portable retention tanks.

❑ Firefighting water risk assessments are conducted to strengthen the prevention of water pollution incidents caused by firefighting water.

- The environmental risk of firefighting water spills is assessed based on the significance of fire incidents that generate large volumes of such water and the potential environmental risks associated with these spills. Measures are implemented to prevent firefighting water from being discharged from high-risk facilities.

❑ Establishing criteria for the completion of spill response operations

ㅇ The criteria for concluding spill response operations are generally determined through discussion and agreement by a team composed of various organizations involved in the response. To reach an agreement, it is important to recognize the limitations of applicable spill response technologies, clearly define the objectives of the response operations, and ensure agreement before response operations commence.

❑ Information disclosure

ㅇ Information on incident status, geographic response plans, available resources, spill response equipment locations, and regulatory facilities should be transparently provided to businesses and residents who may be potential sources of water pollution incidents, raising awareness of water pollution incident prevention and response.

V. Conclusions and Recommendations

❑ Establish policy directions for managing water pollution incidents caused by spill accidents

ㅇ A paradigm shift is needed from spill response after the spill enters the water system to initial response at the spill site before the spill enters the water system.

❑ Policy recommendations

ㅇ Strengthening spill accident prevention: Implementing firefighting water risk assessments, enhancing chemical accident prevention management plans, providing water pollution incident response guidelines to operators,

and sharing prevention plans with local governments

- Adjusting water pollution incident response systems: Revising crisis alert criteria and response roles, spill response by the responsible party, and transitioning to an environmental office-centered incident management system
- Enhancing response technologies and information: Expanding the development of spill response technologies and establishing a system for transparent information disclosure throughout the incident process
- Strengthening response and post-management: Establishing a system for setting spill response goals and legislating requirements for post-impact assessments

Keywords: Spill Accidents, Water Pollution Incidents, Firefighting Water, Managed Streams, Hazardous Chemical Management

저자약력

전동진 (연구책임)

광주과학기술원 지구환경공학 박사
한국환경연구원 연구위원(현)
djjeon@kei.re.kr

주요 연구실적

- 4대강 수계관리제도 개선방안 마련 (2023)
- 통합물관리 이행에 따른 상수원 관리지역 지원제도의 정비 방안 연구 (2022)
- 상수원 관리 변화에 따른 수질변화 및 정책방향 연구 학술용역 (2021)

한대호

한국환경연구원 책임연구원(현)
dhhan@kei.re.kr

정아영

한국환경연구원 전문연구원(현)
ayjeong@kei.re.kr