

연안지역 유류오염 복원에 대한 국내/외 기술고찰 및 향후 연구계획

Speculation on international/domestic remediation technologies for the contaminated coastal area by oil spill events and future research plan

차성민* · 기서진** · 최희철*** · 김준하****

Cha, Sung Min · Ki, Seo Jin · Choi, Hee Chul · Kim, Joon Ha

Abstract

The development of remediation technologies in the contaminated coastal area from oil spill is essential for solving environmental disaster. Many countries including USA, France and United Kingdom have tried to make novel remediation techniques and predict oil dispersion in the ocean and coastal line by using their own models. To develop new technology of remediation, this research in advance was carried out the status of domestic and international remediation technologies and tried to suggest future research plan for developing new remediation technologies considering geographical characteristics of Korea peninsula.

Key words : coastal area, remediation

1. 서론

지구온난화에 따른 기후변화와 함께 무분별한 해양자원 이용/개발은 현재 해양 생태계를 급속하게 교란시키고 있으며, 해양 물동량의 증가에 따라서 외국선적의 입항에 따른 ballast water를 통한 외래종의 유입¹⁾, 연안 지역(내)의 인간 활동에 따른 점/비점오염원 증가²⁾는 연안 생태계 및 환경변화를 심화시키고 있어 이를 효과적으로 제어/복원할 수 있는 대책이 절실히 요구되고 있다. 이와 함께, 소득수준 향상에 따른 환경에 대한 국민의 관심 증가³⁾와 국제환경규제 강화는 국내 환경기술수준의 양적/질적 향상을 요구하고 있으며, R&D를 통한 높은 수준의 환경복원 기술개발은 특히 뿐만 아니라 국가와 국내산업의 위상 제고에 막대한 역할을 할 것으로 예상되고 있다. 이러한 시점에서, 최근 국내에서 발생한 태안 원유 유출사고는 유류 재난 발생 시 이를 해결하기 위한 현재 국내 (복원)기반 기술의 한계를 잘 보여주고 있으며, 오염지역을 최단기간 내 친환경적으로 복원할 수 있는 국가 차원의 기술개발이 시급히 요구되고 있다. 본 연구에서는 국내연안의 구조적인 특성조사, 국내 유류오염 사례, 복원기술 연구 사례 및 외국의 사례분석을 통해 국내 복원 기술의 한계점 및 외국의 기술동향 분석을 통해 향후 유류오염 복원 기술 개발의 방향을 제시하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 현지조사

국내 연안을 대표하는 리아스식 해안의 오염 경향을 조사하기 위해, 최근 대규모 oil spill 사건이 발생한 태안지역의 신두리 지역에 대해 기초 현장 조사를 실시하였다. 조사방법은 갯벌지역의 유류 오염 실태 점검, 코어 샘플 채취 및 오염지역 내 표면수 채취를 실시하였다.

* 정희원 · 광주과학기술원 환경공학과 박사과정
** 광주과학기술원 환경공학과 박사과정
*** 정희원 · 광주과학기술원 환경공학과 교수
**** 정희원 · 광주과학기술원 환경공학과 조교수 Email: joonkim@gist.ac.kr

2.2 선행 사례 조사

사례 조사는 크게 국내 유류 오염 사례 및 복원 기술 개발 사례와 외국의 오염 사례 및 복원 기술 개발 사례에 대한 문헌 조사를 실시하였다. 주요 문헌 조사의 내용은 oil spill 사고 경험이 있는 주요 국가의 해양 환경 관련 정부 기관 및 연구소에서 수행한 연구 과제 및 Technical manual을 중심으로 조사를 실시하였다.

3. 결 과

3.1 기초 현장 조사

신두리 지역의 코어 샘플 채취는 총 3개 지점에서 수행되었으며 오염이 심각한 신두리 갯벌과 구름포 갯벌, 그리고 오염 상태가 양호한 파도리 갯벌에서 수행하였다. 실트질 갯벌인 신두리 갯벌의 경우 표면층을 제외하고는 오염이 발생하지 않았으며 신두리 갯벌보다 조립질인 구름포 갯벌의 경우 지하로의 침투가 확인되었다. 파도리 갯벌 샘플링 지점의 경우 타르 고형물이 발견되긴 하였으나 큰 오염 피해는 발생하지 않은 것으로 보여졌다.

3.2 국내 기술 동향

해양 오염 복원과 관련된 국내 기술 동향은 크게 1995년 씨프린스 호 사건이 일어나기 이전과 이후로 구분할 수 있다. 씨프린스 호 사건 이전까지 국내 해양 기름 유출과 관련된 연구는 외국의 기술의 국내 도입에 따른 한계점 인식을 통해 국내 자체 기술을 확보하기 위한 연구가 한국해양연구원을 중심으로 진행되었으며, 1993년까지 수행된 기름 유출 관련 연구는 유류를 분해할 수 있는 신형 균주 개발과 환경에 대한 독성이 낮은 유처리제의 개발 등을 통해 사고 발생 시 비용 효율적으로 해상 유류 오염을 방제할 수 있는 기술 개발에 초점을 두었다. 국내 유류 오염 방제 관련 기술에 큰 변화가 온 것은 씨프린스 호 사건 이후이다. 씨프린스 호 사건을 계기로 국가 차원의 해양 오염 방제 능력 향상을 위한 방제 전략이 수립이 되었으며 한국해양연구원, 해양경찰청, 부산수산대학교 연구팀에서는 유류 확산 예측 모델을 개발하였으며 모델 검증을 통해 사용 가능성을 입증하였다. 해양 방제 뿐만 아니라 2004년에는 “해양 과학 기술 개발 계획(MT계획)”이 본격적으로 추진됨에 따라 한국해양연구원을 중심으로 동해의 해수 물성, 해수면 고도 및 중, 심층 순환 등의 모니터링을 통하여 기후 변화에 따른 동해 해수 순환과 중장기 변동 반응 및 예측에 대한 연구를 수행 중에 있다. 또한, 한국해양연구원과 해양경찰청은 2006년까지 대규모 해양 오염 발생 시 효율적인 방제 및 환경 재난의 최소화를 위해 위성 영상과 GIS 기반의 전자해도 데이터베이스 구축을 통하여 해역 특성 및 수치 모델을 이용하여 해역별 해수 유동 예측 프로그램이 개발 및 운영 중에 있다. 현재까지 국내 해양 기름 유출 관련 연구는 방제 효율성 향상에 주요 초점이 맞춰 있었으며 사고 지역의 모니터링, 지형학적 특성을 고려한 오염 지역 복원 및 생태 복원과 관련된 연구는 상대적으로 이루어지지 못했으며 따라서 방제 신기술 개발과 함께 체계적인 오염 지역 복원 기술의 개발이 요구되는 실정이다.

3.3 국외 기술 동향

한국에서 해양 오염 관련 주요 연구가 한국해양연구원을 중심으로 이루어 졌다면 미국은 National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)을 중심으로 이루어 졌다. 미국에서는 1989년 3월, Alaska의 Prince Williams만에서 발생한 Exxon Valdez 호 기름 유출 사고 당시, 해변의 오염된 지역 미생물을 활용한 Bioremediation 연구가 수행되었으며 1990년 6월 발생한 Mega Borg 유류 사고의 방제를 위해 미생물 제제를 사용하여 방제 기술에 적용하였다. 이런 방제 기술을 사고 직후 적용이 가능했던 것은 여러 차례에 걸친 대규모 해양 기름 유출 사고를 겪으면서 Oil Spill Response and Cleanup Techniques를 구축하여 사고 발생 시 정해진 절차에 따라 방제 및 복원을 위한 체계를 사전에 갖추고 있었기 때문이다. 또한 사고 발생 시, surface oil distribution, surface oiling descriptions, sediment types 에 따른 사진 관련 자료를 체계적으로 수집하였으며 oil 이 해양에 유출되었을 때, oil의 물리/화학적 거동 및 사화에 관한 연구 결과를 통해 oil의 확산을 예측하고 있다.

대서양, 지중해와 북극해에 위치한 유럽 연안 국가들은 자국의 지리적, 환경적 특성에 맞는 오염 복원 시스템을 갖추고 있으며 주변국에서 오염 사고 발생 시 피해를 최소화 하기 위해 사고 발생 시 부터 상호 협력하

는 체계를 갖고 있다. 프랑스의 경우 Amoco Cadiz 사건당시 30배 이상인 6천8백만 갤런의 oil spill 사건을 겪으며 현재의 Oil Spill Waste Management Operation Guide를 구축하였다. 이 Guide는 연대기 순으로 크게 2개 단계로 구성되어 있으며 물리화학적 처리, 생물학적 처리, 열적처리 방법 등 처리에 대한 기술적인 부분에 대해 상세히 설명하고 있으며 사고 발생 시 복구에 필요한 절차를 제시하고 있다.

즉, 기본적인 모니터링 및 샘플링의 수행에 있어서 지형/지질학적 특성의 고려, 주변국과의 상호협력, 적용 가능한 물리/화학/생물학적 확산예측 및 복원기술들에 대해 체계적인 절차를 갖추고 있다고 보여 진다.

3.4 향후연구방향

향후 추진하고자 하는 연구는 미래에 발생 가능한 해양 유류오염사고에 대응하기 위하여 연안의 체계적인 모니터링, 예측, 생태계 복원 기술을 개발하고 단기 및 중장기적 복원을 시행함으로써, 최 단시간 내 오염지역을 청정화하고 친환경적인 처리방법을 이용하여 해양생태계를 복원하는 것을 그 목표로 하고 다음과 같은 내용을 추진하고자 한다.

- 1) 연안 지형에 따른 유류오염 영향의 정량화 및 모니터링 기법 개발
- 2) 유류오염 영향을 예측/평가하기 위한 지표수/지하수 연계 모델 구축
- 3) 통합 생태 복원 프로토콜 및 시스템 구축

4. 결 론

외국의 경우 기름 유출과 관련된 사고가 발생했을 때, 자국 지형 조건 및 오염 경향에 따른 오염제거 및 정화기술이 체계적으로 갖추어져 있으나 국내의 경우 한국 지형 (리아스식 해안, 갯벌)을 고려한 기술의 적용 및 오염 정화에 대한 절차가 상대적으로 부족하다고 판단되어지고 있다. 따라서 태안지역 유류오염 사건을 계기로 기존에 갖추어진 복원계획을 보강하여 국내 지형에 맞는 연안오염복원 시스템 구축 및 관리체계를 갖추기 위한 추가 연구가 필요하다고 보여 진다.

감사의 글

본 연구는 환경부 “차세대 핵심환경기술개발사업”으로 지원 받았음.

참고문헌

1. Lisa A. Drake, Martina A. Doblin, Fred C. Dobbs (2007). *Potential microbial bioinvasions via ship's ballaster, sediment, and biofilm*, Marine Pollution Bulletin **55**: 333-341
2. 송교욱, 박해식 (2003). 하수처리수의 해중방류를 통한 부산 연안의 수질 개선 효과에 관한 연구
3. 조진훈 (2001). 해안방조제 설치와 갯벌형성에 관한 고찰
4. 한국해양연구소 (1993). 해양 유류오염 방제 및 환경 회복 기술 개발 1차년도 보고서
5. 과학기술부 (1999). 유류오염지역 복원기술 개발
6. 한국과학재단 (1991). 유류오염물질 거동(확산)의 수치 시뮬레이션 모델 개발에 관한 연구
7. 한국해양대학교 (2002). 부산지역에서의 효과적인 해양오염방제능력 향상에 관한 연구
8. 한국해양대학교 (2005). 대학원한국 연안역에서의 해양유류오염사고에 대한 효과적 방제방법 선정 기준에 관한 연구
9. 한국해양연구소 (1993). 해양유류오염 방제 및 환경 회복기술 개발
10. 한국해양연구원 (1996). 해양오염방제 및 환경회복기술;해양유출사고 방제 지원 시스템 활용기술
11. National Oceanic and Atmospheric Administration (2007). An FOSC's Guide to NOAA Scientific Support
12. National Oceanic and Atmospheric Administration (2007). Shoreline Assessment Job Aid
13. National Oceanic and Atmospheric Administration (2002). Trajectory Analysis Handbook
14. National Oceanic and Atmospheric Administration (2000). Shoreline Assessment Manual, 3rd Edition