

미국 멕시코만 오염사고 분석을 통한 국가방제정책 개선방안 연구

김상운* · 임창수** · 이완섭** · 하창우**†

*, ** 해양경찰청

A Study on the Improvement of National Marine Pollution Response Policy based on the Analysis of Gulf of Mexico Oil Spill Incident

Sang-Woon Kim* · Chang-Soo Lim** · Wan-Sub Lee** · Chang-Woo Ha**†

*, ** Korea Coast Guard Headquarters

요 약 : 2010년 4월 20일, 반잠수식 시추선 Deepwater Horizon호가 폭발, 침몰하는 사고가 발생하였으며, 이로 인해 490만배럴(약 77.8만톤)의 원유가 미국 멕시코만으로 유출되었다. 이 사고로부터 1년 이상이 경과함에 따라 정부 측과 오염행위자 측의 각종 분석보고서와 사고로부터 얻은 교훈 등이 발표되고 있다. 본 연구에서는 미국 버락 오바마 대통령의 지시로 구성된 “Deepwater Horizon 기름유출과 원해 석유시추에 관한 국가위원회”의 최종보고서와 미국 해안경비대(USCG)¹⁾와 미국 에너지 관리·규제·집행국(BOEMRE)²⁾ 합동조사단의 중간보고서를 바탕으로 기름오염 사고 원인과 사고대응에 대한 측면을 중점적으로 검토·분석하였다. 또한, 분석결과를 토대로 우리나라 정부에서 유출구 봉쇄조치 지도감독 능력 강화, 현장소각과 임시방제정 프로그램의 도입검토 및 향후 미국의 연구개발성과에 대한 지속적인 모니터링 등 국가방제정책의 개선방안을 제시하였다.

핵심어 : Deepwater Horizon호, 국가방제정책, 미국 해안경비대, 미국 에너지 관리·규제·집행국, 임시방제정 프로그램

Abstract : On April 20, 2010, semi-submersible offshore drilling unit Deepwater Horizon was exploded and sank, and 4.9 million barrels(about 778 thousand tons) of crude oil was spilled into the Gulf of Mexico. As more than one year has been passed since the incident, a lot of investigation reports and lessons learned have been made public and also a lot more will be released soon. This paper studies the final report of the National Commission on “the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling”, which was organized by the executive directive of U.S. President Barack Obama, and the interim report of Joint Investigation team of U.S. Coast Guard and BOEMRE of “Report of Investigation into the Circumstances Surrounding the Explosion, Fire, Sinking and Loss of Eleven Members Aboard the Mobile Offshore Drilling Unit Deepwater Horizon”. The review is focused on the response to the oil spill. And the paper suggests how to improve national marine pollution response policy. In the paper, the Korean governments is suggested to reinforce the capability for instructing and supervising the responsible party’s source control measures, to review how to introduce in-situ burning and vessel of opportunity program into our country, and to continue monitoring on the progress of developments of R&D projects related to oil spill response in the U.S.

Key Words : Deepwater Horizon, National Marine Pollution Response Policy, U.S. Coast Guard, Bureau of Ocean Energy, Regulation and Enforcement, Vessel of opportunity program

1. 서 론

2010년 4월 20일, 미국 멕시코만에서 반잠수식 부유 시추선 Deepwater Horizon호가 폭발, 침몰하는 사고가 발생하였으며,

이로 인해 490만 배럴(약 77.8천톤)의 원유가 멕시코만으로 유출되었다. 이 사고는 미국 멕시코만 기름유출사고, Deepwater Horizon호 기름유출사고, BP³⁾ 기름유출사고, 마콘도⁴⁾ 폭발사고 등으로 불리고 있다. 이 사고는 석유산업 역사상 최악의 기름유출사고로서 2011년 5월 현재까지 보상액이 5.7조원에 이르며, 인적재난으로는 911폭발테러사고 다음으로 피해액이 많아 아직까지도 해안방제 작업과 피해보상이 진행중에 있다.

사고 이후 1년 이상 경과한 지금 사고원인과 사고대응에 대

* 대표저자 : 종신회원, oprc@kcg.go.kr, 032-835-2091
† 교신저자 : 정희원, Changwow@korea.kr, 032-835-2193

1) USCG(United States Coast Guard)는 미국 해안경비대로서 이번 사고의 해양오염방제 총괄 책임기관임
2) BOEMRE(Bureau of Ocean Energy, Regulation and Enforcement)는 미국 내부부 산하, 원해 시추작업 총괄책임 기관으로서 원래 광물관리청(MMS)에서 사고 이후 2010.6월 조직개편과 함께 현재 이름으로 개칭함

3) BP(British Petroleum)는 세계 최대 석유회사로서 이번사고의 책임자(Responsible party)임
4) 마콘도(Macondo)는 Deepwater Horizon호로 석유시추작업을 진행한 사고유정의 이름임

한 정부와 BP의 분석보고서가 나오고 있다. 정부에서는 4가지 주요 조사를 진행하고 있으며, 일부는 이미 완료되었다.

이 사고와 관련된 선행연구사례로는 국내에서는 2010년 해양환경안전학회 추계학술대회에서 발표된 “미국 멕시코만 오염 사고 대응체제 연구(하, 2010)”만이 확인 되었으며, 미국 내 및 국제적으로도 학술연구는 시작단계인 것으로 판단된다.

본 연구에서는 버락 오바마 미국 대통령의 지시로 구성된 “Deepwater Horizon호 기름유출과 원해시추에 관한 국가위원회(National Commission on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling)”의 조사보고서, USCG와 BOEMRE 합동조사팀의 중간보고서, BP 내부조사 보고서의 내용을 중점 검토하였으며, 해양오염예방과 방제 부분에 초점을 맞추었다. 검토결과를 우리나라의 최대 해양오염사고인 2007년 허베이 스피리트호 오염사고 대응과 비교하고 향후 우리나라 방제정책의 개선방안을 제시하고자 한다.

2. 미국 멕시코만 오염사고 원인, 사고 대응 및 사고로부터의 교훈 분석

2.1 사고 개요

2010년 4월 20일 오후 7:45경, 미국 루이지아나주 베니스시 연안으로부터 남동쪽으로 83km 떨어진 멕시코만 해역에서 시추작업 중이던 Deepwater Horizon호가 폭발하면서 화염에 휩싸였다. 이 시추선은 약 36시간 동안 탄 다음 4월 22일 아침, 침몰하였다. 그날 오후에 기름유출이 최초로 확인되었으며, 임시 봉쇄캡(3-ram Capping)으로 유출구를 봉쇄한 7월 15일까지 총 490만 배럴(약 77.8만 톤)의 원유가 멕시코만으로 유출되었다. 2010년 7월 15일 임시봉쇄캡 씌우기가 성공적으로 완료되어 유출이 차단되었으며, 공식적으로는 2010년 9월 19일 대체유정(Relief well)을 통해 사고유정을 영구적으로 완전 봉쇄된 것으로 확인하였다.

이 유출사고는 미국 역사상 최대 기름유출사고인 엑슨 발데즈호 사고(1989년 3월 24일)의 유출규모 24만 배럴의 20배를 능가하며, 우리나라 허베이 스피리트호 오염사고(2007년 12월 7일)의 66배에 해당하는 엄청난 양이다.

미국정부와 사고책임자인 BP는 사고유정으로부터 기름유출을 차단하고 유출된 기름을 방제하기 위하여 다양한 노력을 전개하였다. 유출구 봉쇄작업은 무인원격잠수정(Remotely Operated Vehicle, ROV)을 이용하여 현장에서 BOP(폭발방지장치, Blowout Preventer) 현장조작 조치, 유출차단 돔 설치, RITT(Riser Insertion Tube Tool) 삽입, Top kill, Junk shot, LMRP(Lower Marine Riser Package) Capping, 3-Ram stack capping, Static kill, Permanent kill 등 여러 가지 방법을 시도하였다. 하지만, 사고해점의 수심이 1,500 m로 높은 압력과 낮은 온도(약 154 bar, 약 3 °C)를 형성하여 원유와 메탄가스가 해수와 접촉하면서 주변에 빠른 속도로 엄청난 양의 슬러시(Slush, 질척한 얼음)를 형성시켜 유출구 봉쇄에 어려움을 겪었

다. 또한 유출된 기름을 회수하거나 분산시키기 위하여 원해/근해/해안 유회수 작업, 유처리제 살포(해저, 해면), 현장소각 등 여러 가지 방제방법을 시행하였다(British Petroleum, 2010).

2.2 사고 원인 및 사고 대응 보고서 분석

사고 이후 1년 이상이 경과하여 각종 사고분석보고서가 나오고 있다. 본 연구에서 중점 검토한 보고서는 3종류로서 정부 측의 보고서 2종과 BP의 내부보고서 1종이다.

먼저 사고대응과 관련된 연방정부 차원의 분석 및 개선권고 사항을 주로 다루고 있는 국가위원회의 분석보고서이다. 버락 오바마 미국 대통령의 지시로 Deepwater Horizon호 기름유출과 원해시추에 관한 국가위원회가 구성되었다. 이 국가위원회는 사고원인에 대해 조사하고 국가의 기름유출 대응능력 제고 방안을 권고하며, 원해 에너지 개발을 보다 안전하게 운영할 수 있는 방안을 강구할 것을 대통령으로부터 지시받았다. 국가위원회는 2011년 1월 발간된 최종보고서를 통해 BP와 그 계약자의 관리부실과 규제당국의 관리감독 태만으로 사고가 발생하였으며, 기름유출이후에는 사고대응에 대한 준비부족으로 초기 유출구 봉쇄에 실패함으로써 사고의 규모가 커진 짐을 지직하면서 원해 시추시설에 대한 정부의 관리감독 체제 강화, 환경보호 방안 강화, 유정으로부터 유출차단과 방제능력을 제고하기 위한 정부와 업체, 정부부처간의 협력강화 등을 권고하였다.

USCG와 BOEMRE로 구성된 합동조사반은 사고원인에 대한 조사를 진행하고 있다. USCG는 해양사고에 대한 대응과 해양오염방제 지휘기관이며, BOEMRE는 원유시추 총괄 감독기관이다. 2011년 4월 22일, 해안경비대와 관련된 사항에 대한 조사 보고서 “Deepwater Horizon호 폭발, 화재, 침몰 및 11명 사망 관련된 환경 분석 보고서(Report of Investigation into the Circumstances Surrounding the Explosion, Fire, Sinking and Loss of Eleven Crew Members Aboard the Mobile Offshore Drilling Unit Deepwater Horizon)”를 발표하였다(USCG and BOEMRE, 2011). 이 보고서는 합동조사반의 중간보고서이며, 최종 보고서는 2011년 7월 27일 이전에 발표할 계획이다.

이러한 정부측의 조사와 더불어 오염행위자인 BP에서는 내부적으로 사고원인과 대응에 대하여 조사하고 발표하였다. 주요 보고서로는 2010년 9월 1일 발표된 “Deepwater Horizon호 유출구 봉쇄와 대응 : 대응능력의 활용과 사고로부터 교훈”과 2010년 9월 8일 발표된 “Deepwater Horizon호 사고조사보고서”를 들 수 있다.

2.3 방제조치방안의 효율성 분석

2010년 8월 4일, 미국 연방정부는 “BP Deepwater Horizon Oil Budget: What happened to the Oil?”라는 제목의 보고서를 통해 처음으로 유출 총량에 대한 정부측의 예측치를 발표하였다(Lubchenco. et al, 2010). NOAA 주도로 작성된 보고서를 통해 각 방제조치별 효율성을 확인할 수 있다. 미 연방정부는 이 사고의 총 유출량은 약 490만 배럴(약 77.8만 톤)로 추정하였다. 방제조치별 효율성에 대한 분석은 그 근거와 신뢰성에 대하여

여러 기관과 학계에서 이의를 제기하였다. 결국 연방정부 합동 조사단이 구성되어 유출량과 각 조치별 유출유 처리량에 대한 최종보고서 “Oil Budget Calculator Technical Documentation”을 2010년 11월 발표하였으며, 이 보고서에서 제시한 대응조치별 유출유 처리예측량은 Fig. 1과 같다.

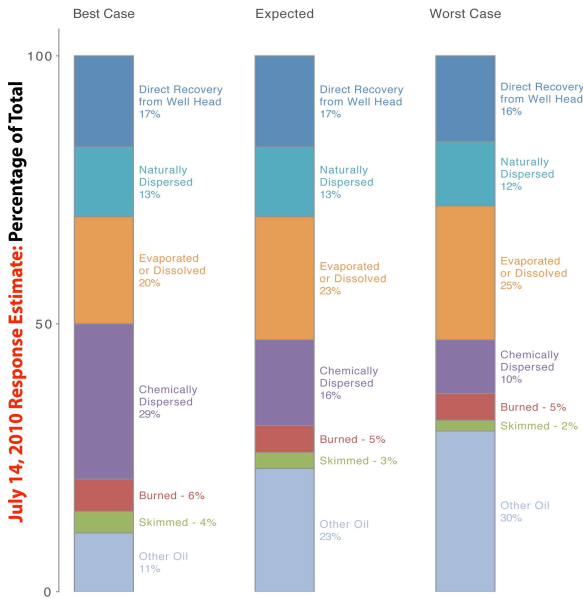


Fig. 1. Revised Oil Budget for Gulf of Mexico oil spill Response(The Federal Interagency Solutions Group, 2010).

이 Oil Budget에 따르면 가장 효과적인 방제방법은 유출구 봉쇄이었다. 1,500 m에 이르는 심해저에서 발생한 유출사고로 사고 직후부터 유출구를 봉쇄하기 위하여 대체유정 파기, 유출 차단 돔, 사추파이프 삽입튜브, Top kill과 Junk shot, LMRP Cap 씌우기 등을 시도하였으며, 결국 유출로부터 85일 만에 3-ram stack을 폭발방지장치(BOP) 위에 씌움으로써 원유유출을 완전 차단하였다. 이 사고는 유출구 봉쇄조치를 취하지 않더라도 적체된 기름이 다 흘러나오면서 유출이 끝나는 선박에 의한 오염사고와 달리 심해저 유정으로부터 유출이므로 유출구 차단작업이 성공하지 못하였다면 유출은 아직도 계속되고 있을 것이다. 또한 Deepwater Horizon호의 시추작업 계획을 승인할 때 BP사가 제시한 심해저 유출사고시 대책은 “대체유정 파기”가 유일하며, 만약 이 작업에만 의존하였다면 유출량은 70% (약 55만톤)가 증가한 약 132만톤에 이르렀을 것으로 예측된다. 사고 대응팀은 대체유정 파기와 병행하여 여러 가지 차단방안을 시도하였으며, 이를 통해 대체유정이 완료되기 60여일 이전에 유출구를 봉쇄하였으며, LMRP Cap 등을 통해 유출량의 17%를 유출구로부터 직접 회수할 수 있었다.

5) 대체유정 파기 완료시점까지 계속 흘러나왔다고 가정할 경우 유출량으로 3-ram stack으로 유출구를 임시 봉쇄한 60일 이후에 대체유정 파기가 완료됨

두 번째로 효과적으로 평가받은 방제조치는 유처리제 살포이다. 최초 보고서에는 화학적으로 분산처리한 양이 총 유출량의 8%이었으나 최종적으로 16%를 유처리제로 분산처리하였다고 분석하고 있다. 우리나라와 마찬가지로 유처리제 살포는 방제방법중 가장 논란이 많은 방안이다. 그럼에도 불구하고 효율성 측면에서는 상당히 높게 평가하였다. 이번사고에서는 해수면 위에 유처리제를 살포하는 기존 살포방법과 병행하여 원유 유출구에 살포파이프를 삽입하여 직접 살포하는 해저 살포(Subsea application)를 처음으로 시도하였다.

유출유를 해수에서 제거하는 방법인 현장소각과 유회수작업은 유출유를 수두내로 분산시키는 유처리제 살포에 비해 효율성이 많이 떨어지는 것으로 평가받았다.

세 번째로 효과적이며 성공적으로 평가받는 방법은 현장소각이다. 현장소각으로 전체 유출량의 5%를 소각 처리하였으며, 현장 대응자로부터 긍정적인 평가를 받았다. 대규모로 현장소각을 시행한 것은 이번사고가 처음이며, 사고가 진행되면서 현장소각 기술이 상당히 향상되는 성과를 거두었다. 이로 인해 OPRC-HNS 기술자그룹회의에서 그 방법에 대한 논의가 활발하게 진행되고 있다.

네 번째로 높게 평가된 방제방법은 방제정 또는 유회수기를 활용한 유회수 작업이다. 멕시코만은 일반적으로 파도가 잔잔하고 조수간만의 차가 작으며, 조류와 해류의 세기도 커지 않음에도 불구하고 수백척의 선박과 수천명의 인력을 동원하고도 유회수량은 전체 유출량의 3%에 불과하였다.

시행된 방제방법 중 가장 효율성이 떨어지며 시행여부를 재고하여야 한다고 평가한 방제방법은 모래언덕 건설이다. 여러 지방정부에서 유출유가 해안으로 밀려오는 것을 차단하기 위하여 모래언덕을 건설하는 프로젝트를 제안하였다. 전문가들이 실효성에 의문을 제시하는 와중에 오바마 대통령의 2차 현장방문시 지방정부의 장들이 대통령에게 직접 요구하였으며, 정치적인 압박에 의해 승인되어 시행되었다. 그러나 유출구가 임시로 봉쇄된 7월 15일에 전체 공정의 6%만이 완공되었으며, 18km에 이르는 차단언덕이 완공된 것은 11월말이다. 실제 이 모래언덕으로 차단한 기름의 양은 159 톤(1,000 배럴) 미만으로 확인하였다. 모래언덕 건설에 소요된 비용은 2,000억원이 넘는다. 이는 과학적인 근거나 토대 없이 정치적 압박이나 다른 요인에 의해 방제방법을 결정하고 시행함으로써 방제의 비효율성이 초래되었음을 절실하게 보여주는 사례이다.

2.4 사고원인, 사고대응 및 사고로부터의 교훈 분석

이번 사고의 여러 가지 측면 중에서 해양오염예방과 사고대응과 관련된 측면에서의 분석과 교훈을 살펴보면 다음과 같다.

1) 중앙정부의 사고 지휘통제 능력 부족

미국은 대규모 유출사고 대응시 연방정부, 주정부 및 오염행위자가 통합지휘(Unified Command)하는 체제를 취하고 있다. 하지만 최종 결정 및 지휘권은 연방정부사고 지휘관에게 부여되어 있다. 특히, 이번사고와 같이 미국 국민의 건강과 안녕에

상당한 위협을 초래할 유출사고 즉, 국가중대유출사고(Spill of National Significance)⁶⁾인 경우에는 연방정부가 모든 대응조치를 지시하도록 규정하고 있다. 오염행위자는 지시를 직접 이행하거나 필요한 자금을 조달하는 역할을 수행하여야 한다. 또한 만약 오염행위자가 자금여력이 없는 경우에는 기름오염신탁펀드(Oil Spill Liability Trust Fund)를 사용하여 대응하고 사후사용금액을 오염행위자에게 청구하는 절차를 따르도록 규정하고 있다(National Commission, 2011).

사고발생 9일 후인 2010년 4월 29일, 유출의 심각성을 인식한 USCG는 이 사고를 국가중대유출사고로 선포하였다. 이번 사고는 국가중대유출사고가 선포된 첫 번째 사례이다. 국가중대유출사고로 선포되면 국가사고지휘관(National Incident Commander)이 지정되며, 국가사고지휘관이 연방사고지휘관(Federal On-Scene Coordinator)의 모든 권한을 위임받으며, 모든 연방정부와 주·지방정부 및 오염행위자에 대한 사고지원을 요청하고 조정할 권한이 부여된다.

그럼에도 불구하고 실제상황을 보면 오염행위자인 BP가 연방정부의 승인을 받지 않고 사고대응의 많은 부분을 주도하였으며, 심지어 사고대응전략을 수립하는데 연방정부를 참여시키지 않고 결정한 경우도 있었다. 이 부분은 특히 유출구 봉쇄작업에서 심하게 확인되었다. 유출구 봉쇄작업을 지휘한 Houston 현장지휘소에서 USCG와 BOEMRE 관계자가 참석한 가운데 오염행위자인 BP가 유정에서 시행할 봉쇄조치의 초안을 만들고, 이 안이 통합지휘소로 보고되면 BOEMRE의 책임자가 유출구 봉쇄방안을 검토하고 승인하는 따랐다. 유출사고에 대한 총책임과 권한을 가진 USCG의 연방사고지휘관이 최종적으로 승인하는 절차는 거치지 않았다(National Commission, 2011).

심해저 유정작업과 관련 기술을 이해하고 있는 정부기관은 BOEMRE가 유일하였으며, 이 기관조차 오염행위자 BP의 유출구 봉쇄작업을 지휘 감독할 능력이 부족하였다. 사고초기 BP는 정부의 승인없이 자체적으로 유출구 봉쇄작업을 수행하였다. 이러한 오염행위자 주도의 대응조치는 BP가 시도한 원유차단둑(Cofferdam), LITT, Top-kill과 Junk shot 등의 일련의 작업이 실패로 돌아가고, 2010년 5월 10일 오바마 대통령이 에너지 장관(Steven Chu)에게 공무원과 과학자들로 팀을 구성하여 BP의 유출구 봉쇄작업을 관리하도록 지시한 이후에나 정부가 유출구 봉쇄조치를 감독하는 쪽으로 변경되었다(National Commission, 2011).

국가긴급계획은 USCG가 오염방제를 지휘하도록 규정하고 있지만 실제적으로는 BP와 방제업체 계약을 맺은 해양오염대응공단(Marine Spill Response Corporation)과 일반 방제업체가 주로 방제작업을 수행하였다(National Commission, 2011).

보고서는 오염행위자가 정부의 승인이나 지휘감독 없이 사고대응의 많은 부분을 수행하였다는 점을 지적하면서 사고대응

기관에서 사고대응 업무 수행, 원유시추사업계획 검토, 전문분야 자문을 위한 업계·학계 전문가 고용 등의 비용을 원해시추에서 벌어들이는 수입의 일부를 할당할 것을 권고하였다(National Commission, 2011).

2) 방제기술에 대한 연구개발의 부족

이전의 미국 최대 오염사고인 Exxon Valdez사고 이후 21년이 경과하는 동안 이중선체가 의무화되고 심해저 시추기술도 비약적으로 발전하였지만 오염방제분야에 있어서는 제자리 걸음을 한 결과 이번사고에서의 방제작업은 21년전 사고 대응과 매우 유사하게 진행되었다고 지적하였다. 이는 방제기술 개발을 위한 학계와 산업계의 연구개발을 지원하는 정책과 정부의 연구개발에 예산을 배정하는 정책이 마련되지 않아 사고가 발생 2년이 경과하면 대부분의 연구개발 예산이 삭감되거나 없어져 기술발전을 이룰 수 없었기 때문으로 지적하였다(National Commission, 2011).

21년전 사고 당시 사용된 유처리제 살포, 유회수작업과 해안 방제작업은 거의 유사한 형태로 진행되었으며, 현장소각 등의 몇몇 방제방법은 사고가 진행되는 과정에서 시도하고 개선되는 과정을 반복하면서 상당한 발전을 이루었다. 하지만 이번사고에서 과학적인 분석 없이 정치적인 압박에 의해 시행된 모래언덕 건설 등은 비용대비 효율성 면에서 최악의 평가를 받았다.

원해, 근해 유회수(Offshore, on-shore skimming) 작업은 수백척의 선박과 수천명의 인력을 동원하고도 전체 유출량의 3%를 회수하는 비효율성을 그대로 드러내었다. 선박이 항해하면서 기름과 물을 선내로 흘러들게 하거나, 오일붐에 포집된 기름과 물을 같이 회수한 후 선내에서 기름만을 분리하는 보다 개선된 형태의 유회수기법이 도입되어 회수효율을 높였으나 역시 한계가 있음이 확인되었다(The Federal Interagency Solutions Group, 2010).

미국뿐만 아니라 세계적으로 가장 논란이 되는 방제방법인 유처리제 살포는 이번 사고에서도 최대의 논란거리였으며, 이번사고에서 유출구에 유처리제 살포용 파이프를 삽입하여 기름이 해수로 유출되기 직전에 직접 살포하는 방법이 처음으로 시도되었다. 유처리제 살포는 기상악화 때에도 시행할 수 있는 최대 장점이 있지만 기름을 해양에서 제거하는 것이 아니라 분산시키며 그 자체에도 독성이 있다는 논란이 끊이지 않고 있어 이에 대한 대대적인 연구개발과 새로운 저독성 유처리제 개발 연구가 진행될 것으로 예상된다.

이러한 방제기술 개발연구의 지지부진한 문제점을 개선하기 위하여 국가위원회는 오염방제에 관한 연구와 개발을 시행하는 학계와 산업체에 인센티브를 제공하는 정책을 제안하였으며, 정부의 연구개발예산을 강제적으로 배정하는 것을 의무화하는 방안을 권고하였다. 이 권고안이 수용되면 방제기술이 획기적으로 개선되는 결과를 가져올 것으로 기대된다.

3) 연방-지방정부, 방제업체-지역민 등 각종 갈등 유발

사고가 발생한 뉴올리언즈는 허리케인이 자주 내습하는 지

6) 국가중대유출사고는 “사고의 심각성, 규모, 위치 및 국민의 건강과 안녕 및 환경에 미칠 실질적 잠재적 영향과 필요한 대응조치가 너무 복잡하여서 유출을 차단하고 방제하는데 필요한 연방, 주, 지방 및 오염행위자의 자원에 대한 특별한 조정이 요구될 경우”에 선포한다.

역으로 지방정부와 주민이 재난대응에 매우 익숙해 있다. 미국에서 허리케인과 같은 자연재해가 발생하면 이에 대한 대응은 Stafford Act(재난관리법)를 따르며, 국가중대오염사고의 경우에는 국가긴급계획을 따르도록 되어있다. Stafford Act에서는 재난이 선포되면 연방정부는 주와 지방정부에 사고대응에 필요한 예산을 배정하고 지방정부는 이를 사용하여 필요한 대응자원을 마련하여 대응하는 절차를 따른다. 반면, 국가긴급계획에서는 국가중대오염사고가 발생하면 주와 지방정부를 대표하는 지정된 주정부대표가 통합지휘소에 참여하여 연방정부지휘관과 오염행위자 대표와 함께 통합지휘를 하는 체제이다. 오염사고 시 주 및 지방정부를 대표하여 사고를 지휘할 주정부대표는 각종 방제훈련에 참여하고 교육을 받아 국가긴급계획의 운용방식을 잘 알고 있다. 하지만 주지사, 지방정부의 장관 주의원 등은 그 역할이 없어 통합지휘소와 다른 목소리를 내는 경우가 많았다(National Commission, 2011).

또한 주정부에서 요청한 사항에 대하여 연방정부가 승인하지 않을 경우 정치적으로 압력을 행사하는 등 각종 갈등이 표출되어 사고대응에 지장을 초래하였다. 그 대표적인 사례가 해안으로 기름이 밀려오는 것을 차단할 목적으로 건설한 모래언덕이다. 이 안은 지방정부에서 제안하였으나 통합지휘소와 관련된 연방정부(미 공병단)에서 효율성에 의문을 제시하면서 승인이 늦춰지자 대통령의 현장방문시 건의하는 방식으로 승인을 얻어 시행하였다. 하지만 가장 최악의 방제방법으로 평가받고 있다(National Commission, 2011).

기름유출로 인해 생업을 할 수 없게 된 지역민은 다른 주에서 들어온 방제작업 계약자 등이 자기들의 생활터전에서 방제작업과 관련된 모든 일자리를 차지하는 것을 원하지 않았다. 이에 지방정부의 장은 통합지휘소와 BP에 방제작업 일자리를 지역민에게 줄 것을 요청하였다. 이에 방제작업 계약자와 지역민 사이에 방제작업과 관련된 일자리를 두고 갈등이 발생되었다.

이를 해결하기 위하여 통합지휘소와 BP는 임시방제정(Vessel of Opportunity) 프로그램을 도입하였다. 이 프로그램은 오염으로 인해 생업을 종사할 수 없게 된 지역민과 업체가 오일분 전장과 예인 등과 같은 방제작업을 수행할 수 있는 임시 일자리를 제공하고 이를 통해 피해보상절차 이외의 방법으로 오염행위자 BP가 사고로부터 피해를 받은 지역민에게 간접적으로 금전적 지원을 할 수 있는 제도이다. 이 프로그램의 추가적인 장점은 지역민들은 해안과 해양의 지형적 특성과 기상에 익숙하여 일정 교육만 이수하고도 성공적으로 방제작업을 수행할 수 있다는 점이다(British Petroleum, 2010).

오염으로 인해 어업금지구역으로 선포된 해역은 2010년 6월 2일에는 전체 Gulf구역의 37%에 이르렀으며, 이는 루이지애나, 앨라배마, 미시시피, 플로리다 등 4개 주의 거의 모든 어민이 조업을 금지당하는 정도이다. 임시방제정 프로그램이 최대로 시행된 때에는 1일 4천척 이상을 동원하여 방제작업에 참여시켰다. 시행 초기의 도출된 문제점은 프로그램 참여기준을 명확하게 하고 프로그램에 등재된 선박을 동원하는 우선순위를 정하여 균등하게 기회를 제공하는 방식으로 점차 보완되었으며,

이번사고의 가장 큰 특징이자 잘된 점으로 평가받고 있다.

4) 업체의 사고 대응계획(Response Plan)에 대한 정부의 규제 미흡

원해 석유와 가스 시추사업을 총괄하는 기관은 BOEMRE이다. 이 기관은 석유와 가스 시추사업을 승인하고 그 해역을 대역함으로써 벌어들이는 자금을 관리하는 기능과 더불어 시추작업과 관련된 안전과 환경업무까지 포괄적인 책임과 권한을 가지고 있다. 즉, 원해 시추작업을 조장하는 기능과 이를 규제하여 안전과 원해환경이 제대로 보전하는 규제기능을 한 기관에서 가지고 있다.

더욱이 원해 석유시추시설의 폭발, 파손 등과 같은 사고가 발생할 경우 대응을 하여야 하는 주무기관인 USCG, EPA 및 NOAA등과의 업무협조가 원활하게 이루어지지 못하였다. 이 사고 이전까지만 하더라도 USCG와 EPA는 심해저 유출구 봉쇄에 대한 지식과 전문성이 거의 확보되지 못한 상태였으며, 사고로 인한 심각성을 제대로 인식하지 못한 것으로 분석되었다(National Commission, 2011).

사고발생당시 원해시추 감독기관인 광물관리청(MMS)⁷⁾은 BP의 마끈도 유정의 시추작업계획을 승인하였으며, 이 계획에 따르면 시추용파이프 또는 유정의 파손으로 심해저 유출이 발생할 경우 대응방안으로 제시한 것은 대체유정 파기 밖에 없었다. 대체유정 파기는 사고가 발생한 후 4~5개월 이상이 소요되는 방안으로 유출구를 확실하게 봉쇄하는 방안이기는 하지만 신속하게 유출을 차단하기에는 역부족이다. 이러한 계획의 승인도 광물관리청에서 단독으로 행하였으며, 관계기관 및 일반국민에 대한 의견수렴절차는 거치지 않았다(National Commission, 2011).

이에 원해시추작업의 안전을 관리할 독립적인 정부기관을 설립하고, 이 기관과 USCG, EPA, NOAA 등 정부방제작업기관과의 협력을 강화할 것을 권고하였다(National Commission, 2011).

3. 태안 허베이 스피리트호 오염사고의 초동조치 평가

2007년 12월 7일, 충남 태안 앞바다에서 허베이 스피리트호가 대형 크레인 부선과 충돌사고가 발생하여 3개의 기름저장탱크가 파손되면서 원유 12,547 kl가 유출되었다. 이 사고에 대한 초동대응조치는 사고선박 자체적으로 한 조치사항과 사고현장에 도착한 해양경찰 함정과 직원, 민간 선박과 구난업체 직원 등에 의한 것으로 나눌 수 있다. 주요 조치사항은 ① 유출구 봉쇄, ② 선내 이송, ③ 파공탱크 부압형성, ④ 선박의 앞뒤 및 좌우 경사(Trim, Heeling) 조정, ⑤ 선외 이송, ⑥ 오일펜스 긴급 전장, ⑦ 유회수, ⑧ 유처리제 살포 등으로 구분할 수 있다(하, 2009).

7) 사고발생이후 얼마만에 기존 광물관리청(MMS)를 BOEMRE로 개칭하고 조직체제를 조장기능과 규제기능을 분리하였으며, 사고당시에는 광물관리청이 원해시추를 관리감독하고 있었음

이 중 유출을 억제하거나 확산방지 효과를 거둔 조치사항은 선내 이송과 유처리제 살포로 확인되었으며, 나머지 조치는 기상상태 및 화재·폭발위험 등으로 실효를 거두지 못하거나, 유출이 멈추고 기상이 호전된 이후에 시행되었다(하, 2009).

선내 이송을 통해 유출을 억제한 양은 최소 24,791바렐(3,941.8 kℓ), 최대 35,901 바렐(5,708.3 kℓ)로 확인되었다. 이렇게 선내이송을 하고도 손상되지 않은 화물유 탱크의 화물유는 97.97%에 불과(화물탱크의 여유공간 3,978~5,744 kℓ)하여 추가로 선내 이송이 이루어 졌다면 상당량의 유출을 막을 수 있었을 것으로 확인되었다. 만약 선내 이송조치를 전혀 이행하지 않았다면 약 5천톤의 기름이 더 유출되었을 것이며, 최대한으로 이송하였다면 약 5천톤의 기름유출을 막을 수 있었을 것으로 분석된다. 다시표현하면 허베이 스피리트호의 기름유출량이 이송조치를 전혀 취하지 않았을 경우에는 1만 8천톤으로 증가하였을 것이고 선내이송은 99.0~99.5%까지 실시하였다면 7천톤으로 감소될 수 있었을 것으로 계산된다.

또한 손상되지 않은 화물유 탱크(1, 2, 3, 4, 5번 중앙 화물탱크, 1, 3, 5번 우현 화물탱크 및 좌우현 슬롭탱크)의 여유용적은 Table 1)와 같이 적재항 출항시 45,647바렐(Bbbls)이었으나 만선항해 중 화물이 냉각되어 양하항인 대상항에 도착하였을 때 손상된 화물창을 제외한 여타 화물창의 평균온도는 화씨 65.9도이었다. 이에 따라 손상된 1번, 3번, 5번 좌현 화물탱크를 제외한 화물탱크의 여유공간은 60,922 바렐(9,685 m³)로 증가하였으며, 이 양은 9,661.78 kℓ에 해당된다(중앙해양안전심판원, 2008).

Table 1. Estimated total void space of unaffected tankers of Hebei Spirit

	Cargo amount at measured temp. (Bbbls.)	Void volume (Bbbls.)	Average temp. measured (°F)	Cargo amount at standard temp. (Bbbls.)
(A) amount of cargo	1,470,991	45,647 (96.99%)	89.1	1,451,984 (230,842kℓ)
Average Temp. at Deasan port after incident			65.9	
(B) Estimated amount of cargo at Deasan port after incident	1,455,716	60,922 (95.98%)		
(C) Full capacity of all unaffected tanks	1,516,638	-	65.9	1,512,755 (240,509kℓ)
Estimated Total Void space ((C) - (B))	60,922		VCF : 0.99754	60,772 (9,661 kℓ)
* Volume Correction Factor(VCF) : 0.99754(average API 30.19 and temp. 65.9(°F) were applied)				
** Estimated void space just before the incident ; - at measured temp. ; 60,922 Bbbls = 9,685.46 m ³ , - at standard temp. ; 9,661.78K/L				

이송작업 후 탱크별 측심자료가 없고, 사고선박 탱크의 화물유가 다른 유조선(세양호, 동주호)으로 이송되어, 1번 좌현 및 3

번 좌현 화물탱크로부터 선내 다른 탱크로 얼마를 이송하였는지 정확하게 확인할 수는 없다. 다만, 허베이 스피리트 1번 좌현 및 3번 좌현 화물탱크에서 세양호로 11,712 바렐(Bbbls) 이적되었으며, 4번 좌현 평형수 탱크와 3번 좌현 화물탱크의 내부제 파손 또는 균열 등으로 3번 좌현 화물탱크에서 4번 좌현 평형수 탱크로 2,051 바렐(Bbbls) 유입된 점, 사고선박 5번 좌현탱크를 비롯한 13개 탱크로부터 동주호로 11,544 바렐(Bbbls) 이적된 점 등을 고려하여 유추해보면 1번 좌현 및 3번 좌현 화물탱크에서 선내 다른 탱크로 이송한 양은 최소 24,791 바렐(3,941.8 kℓ), 최대 35,901 바렐(5,708.3 kℓ)이다. 만약 동주호로 이적한 양의 50%가 사고선박의 5번 화물탱크에서 이송된 것으로 가정하면, 선내 이송량은 30,129 바렐(4,790 kℓ)이다(Table 2). 손상되지 않은 탱크의 화물유는 선내 이송 전 95.98%에서 이송 후 97.97%로 증가하게 된다(하, 2009).

Table 2. Estimated amount of on-board transfer

(unit : Bbbls @60°F)

(A) Difference in cargo amount between before and after incident	128,590		
(B) spillage into the sea	78,918		
(C) Cargo amount Transferred to Seyang	11,712		
(D) Presumed cargo amount Transferred to Dongjoo(Bbbls)	0 (min)	5,772 (50% of transfer amount)	11,1101 (max)
Cargo amount of on-board transfer(estimated) (A)- (B) - (C) - (D)	35,901	30,129	24,791

또한 유처리제 살포는 특성상 다른 방제방법이 시행되지 못하는 악천후에서도 시행할 수 있는 장점을 발휘하여 이번 사고에서도 사고 당일 16:40분에 처음으로 살포되어 유출유 해안포착을 지연 또는 방지하는 효과를 거둔 것으로 판단된다.

4. 미국 멕시코만 교훈의 국내 수용 제언

미국 멕시코만 오염사고 원인과 대응에 대한 분석 및 이로 인한 교훈을 타산지석으로 우리 실정에 맞게 수용하는 방안을 제시하고자 한다.

4.1 정부의 유출구 봉쇄조치 지휘 역량 강화와 전문성 육성

유출사고의 초동대응 특히, 유출구 봉쇄 또는 차단 조치는 매우 중요하다. 하지만 미국의 Deepwater Horizon호 사고를 우리나라의 허베이 스피리트호 사고를 통해 확인할 수 있듯이 실제적으로는 오염행위자(선박, 시설 소유·운용자)가 정부의 특별한 관리 감독없이 이러한 조치가 행해지고 있는 부분이 많다. 이는 상당부분 정부의 유출구 봉쇄를 관리 감독할 전문성 부족과 관리감독 체제의 부실에 기인된 결과이다.

따라서 우리나라에서는 재난성 오염사고로 이어질 오염원을

8) 예인선 삼성T-5호·예인선 삼호T-3호의 피에인부선 삼성1호·유조선 허베이 스피리트 충돌로 인한 해양오염사건 재결서(중앙해양안전심판원, 2008.12.5)

재확인하고 사고 발생시 오염행위자가 정부측의 승인을 받거나 지휘를 받아 신속하게 봉쇄조치를 취하는 절차를 마련해 두어야 한다. 우리나라의 최대오염원은 초대형 원유운반선이므로 이로 인한 각종 사고형태별로 유출구 봉쇄를 지휘할 수 있는 전문성을 길러두어야 한다.

또한, 선박 침몰과 해저 파이프 파손 등과 같이 유출구가 해저에 위치한 사고에 대응 가능한 기술과 장비를 확보해 두어야 한다.

4.2 향후 미국의 방제분야 R&D 성과 지속적인 모니터링 실시

Exxon Valdez호 사고이후 미국은 OPA90과 국가긴급계획을 수립하고, 기름오염사고 대비를 위한 신탁기금을 마련하였으며, 세계적으로는 이중선체를 의무화하는 등 해양오염방지와 방제 분야에 있어서 획기적인 발전이 있었다. 이번 사고이후에도 커다란 변화가 예측되며 가장 주목해야 할 분야는 연구개발 분야 일 것으로 판단된다. 방제기술 개발을 위한 R&D 예산을 강제로 배정하고 업계와 학계에 인센티브를 부여하는 등의 조치가 내려질 것으로 예상된다.

주요 연구테마로는 매 사고시마다 논란의 중심에 있는 유처리제 관련사항도 포함되므로 이를 지속적으로 모니터링할 필요가 있다. 우리나라에서는 향후 R&D 성과를 공유하고 우리실정에 맞도록 도입하고 우리나라의 관련분야를 활성화할 수 있는 정책을 추진할 것을 제안한다.

4.3 현장소각과 임시방제정 프로그램 도입 검토

이번 유출사고에 가장 긍정적으로 평가를 받은 방제조치는 현장소각이다. 사고대응이 진행되는 과정에서 시행방안과 기술이 상당히 발전되었다. 우리나라는 아직까지 현장소각을 방제 방법으로 수용하지 않고 있지만 우리나라 여건에 맞는지에 대한 검토는 필요하다고 판단된다. 파도가 잔잔하고 조수간만의 차가 거의 없는 미국 멕시코만과 우리나라의 서·남해안은 특성이 매우 다르므로 이러한 지형적, 환경적 특성을 고려하여 현장소각의 도입 실효를 검토할 필요가 있다.

또한, 이번 사고대응에서 상당한 공헌을 한 것으로 평가하는 임시방제정 프로그램의 도입여부를 검토할 필요가 있다. 이 프로그램은 사고로 인해 삶의 터전을 잃은 지역민에게 임시적으로 방제작업 일자리를 제공하는 제도이다. 이 제도는 지역해안을 잘 아는 지역민을 일정 교육을 받게한 후 방제작업에 투입함으로써 오염행위자는 부족한 방제세력을 확보하고 지역민은 자신의 삶의 터전을 직접 청소한다는 자부심과 함께 생계비를 간접적으로 지원받는 효과를 거두었다. 또한 지역여론이 사고대응에 우호적으로 형성되는데 큰 역할을 했다.

우리나라는 지난 허베이 스피리트호 사고시 지역민을 깃달이 등의 단순작업에 투입하였으며, 지역민을 방제작업을 보상의 일부로 생각하고 행위자측 검정회사는 보상할 수 없는 “비효율적인” 방제조치로 평가하여 서로 대립한 사례가 있다. 정부에서는 대규모 오염사고 시 지역민이 참여하여 효율적으로 작업을 할 수 있는 일자리를 사전 검토하고, 일자리 배정 우선순

위를 미리 정해둘 필요가 있다. 또한 지역민에게는 방제조치는 피해보상의 일부가 아니며 “불합리한 방제조치”는 아무리 열심히 하여도 보상받을 수 없음을 명확하게 함으로써 불필요한 충돌을 줄이고 작업의 효율을 높이는 것이 필요하다.

5. 결 론

미국 최대의 오염사고인 2010년 미국 멕시코만 오염사고와 우리나라 최대의 오염사고인 2007년 대안 허베이 스피리트호 오염사고의 사고대응 중 방제분야를 중점 비교 분석하였으며, 분석결과와 사고 교훈을 토대로 첫째, 정부의 해양오염방제 주무부처에서 사고의 초동대응 역량, 즉 유출유 봉쇄와 차단조치의 관리감독 체제 마련과 전문성 육성을 제시하였으며, 둘째, 미국의 사고대응과정에서 긍정적으로 평가되고 국제적으로 재평가 되고 있는 현장소각과 임시방제정 프로그램을 우리나라의 실정에 맞도록 도입하는 방안을 검토할 것을 제시하였다. 또한 해양오염사고 방제작업에서 가장 논란의 중심에 있는 유처리제 살포 등에 대해 향후 미국에서 중점적으로 연구와 개발사업이 시행될 것으로 예상하고 이에 대한 성과를 공유할 수 있도록 추진할 것을 제안하였다.

마지막으로 재난이 더욱 빈번하게 발생하는 21세기를 살아가면서 다른 나라에서 발생한 재난과 그 대응을 통해 우리나라에서 유사사고 발생을 미리 준비하고, 제도와 체제를 보완하는 지혜가 발휘되기를 희망한다.

참 고 문 헌

- [1] 중앙해양안전심판원(2008), 예인선 삼성T-5호·예인선 삼호T-3호의 피예인부선 삼성1호·유조선 허베이 스피리트 충돌로 인한 해양오염사건 재결서, pp. 92-110.
- [2] 하창우(2009), 재난성 해양오염사고 초동대응 능력 제고 방안, 해양경찰학교 교수요원 연구논문, pp. 312-315.
- [3] 하창우(2010), 미국 멕시코만 오염사고의 시사점, 해양경찰학교 교수요원 연구논문, pp. 432-434.
- [4] British Petroleum(2010), Deepwater Horizon Containment & Response: Harnessing Capabilities and Lessons Learned, pp. 9-38.
- [5] Joint Investigation Team of USCG and BOEMRE(2011), Report of Investigation into the Circumstances Surrounding the Explosion, Fire, Sinking and Loss of Eleven Crew Members Abord the Mobile Offshore Drilling Unit Deepwater Horizon, pp. 3-5.
- [6] Lubchenco, J., M. McNutt, B. Lehr, M. Sogge, M. Miller, S. Hammond and W. Conner(2010), BP Deepwater Horizon Oil Budget: What happened to the Oil?, pp. 1-2.
- [7] National Commission on the BP Deepwater Horizon Oil

Spill and Offshore Drilling(2011), The Gulf Oil Disaster and the Future of Offshore Drilling, pp. 249-291.

- [8] The Federal Interagency Solutions Group, Oil Budget Calculator Science and Engineering Team(2010), Oil Budget Calculator Deepwater Horizon Technical Documentation, pp. 38-40.

원고접수일 : 2011년 05월 19일

원고수정일 : 2011년 06월 27일 (1차)

: 2011년 09월 19일 (2차)

게재확정일 : 2011년 09월 22일