

## ③ 해상 유출유 방제기술

# 오일펜스로 차단 · 포집 후 유회수기로 회수

글 | 이문진 \_ 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 책임연구원 mjlee@moeri.re.kr

**해**상 유출유의 방제기술은 오일펜스와 유회수기를 이용한 기계적 방법, 유처리제를 사용하는 화학적 방법, 기름 분해 미생물을 이용하는 생물학적 방법, 그리고 해상에서 유출유를 소각하는 해상소각 방법으로 구분된다.

## 진공식 유회수기, 진공청소기처럼 유출유 흡입

해상 유출유의 기계적 방제 방법은 오일펜스를 이용한 유출유의 확산방지 및 포집과 유회수기 및 유흡착재를 이용한 회수로 이루어진다. 유출유의 확산방지 및 포집을 위한 오일펜스는 형태에 따라 펜스형과 커튼형으로 구분된다. 펜스형은 연직적으로 세운 판에 부력재를 붙인 형태로 부력이 오일펜스의 중심축에 집중되어 전체가 함께 움직이는 특징을 갖는다. 커튼형 오일펜스는 부력재 아래에 차단막을 부착한 형태로 부력재와 독립적으로 차단막이 움직이는 특징을 갖는다. 대표적인 커튼형 오일펜스로는 스티로폼 오일펜스, 자동팽창식 오일펜스, 공기팽창식 오일펜스 등이 있으며, 이 밖에 특수 목적으로 사용하는 연안용 펜스, 빙해용 펜스, 소각용 펜스 등도 사용되고 있다.

오일펜스는 형태 및 재질에 따라 장단점을 갖는다. 운동 성능면에서는 펜스형 오일펜스, 가격면과 보관면에서는 스티로폼 오일펜스, 설치시간 측면에서는 공기팽창식 오일펜스가 각각 장점을 가지고 있다.

오일펜스를 이용하여 차단 및 포집된 해상 유출유는 유회수기 또는 유흡착재를 이용하여 회수한다. 유회수기는 수면으로부터 유

출된 기름을 회수하기 위한 장치를 통칭한다. 유회수기는 자항식으로 사용될 수도 있고, 해안 또는 선상에서 원격으로 제어하면서 사



방제선의 오일펜스 전장

용될 수도 있다. 유회수기의 성능은 유회수기 자체의 기계적, 물리적 특성, 해상상태, 유종과 유막두께, 점성 및 유화정도, 운용자의 기술 숙련도 등에 따라 달라진다. 유회수기는 장비의 운용원리에 따라 위어형, 친유성, 진공식, 기계식으로 분류할 수 있다.

위어형은 수면에 위치하도록 설계된 차단벽으로 물은 차단하고 물 위의 기름만 유입되도록 하여 유출유를 회수하는 방식이다. 그러나 위어식 유회수기는 비교적 많은 양의 물을 함께 회수하며, 회수된 양 중 기름의 양은 10% 내외이다. 친유성 유회수기는 기름을 흡착하는 매체를 이용하여 기름을 흡착 회수하는 방식이며, 흡착하는 매체의 형태에 따라 로프식, 디스크식, 벨트식 등으로 구분한다. 친유성 유회수기에서는 매체에 흡착된 기름을 짜내거나 긁어내어 별도의 저장장치로 분리 회수한다. 친유성 유회수기는 비교적 높은 회수율을 보이나, 저점성의 유류에 대해서는 효율이 낮다. 진공식 유회수기는 진공청소기와 유사한 방식으로 해상 유출유를 흡입 회수하는 장비이며, 유류의 종류에 구애받지 않고 광범위하게 사용할 수 있다. 그러나 해상 유출유의 양이 충분히 많지 않을 경우 다량의 물이 함께 흡입될 수 있는 단점이 있다.

기계식 유회수기는 날개 달린 벨트식, 톱니형 디스크식, 그랩 버킷식, 드럼형 분리식 등과 같이 기계적 회수도구로 구성된다. 기계식 유회수기는 직접적인 회수 도구를 이용하여 유출유를 회수하며, 기름에 포함된 폐기물도 함께 회수될 수 있으므로 이를 분리할 수 있는 장치가 추가로 장착된다.

오일펜스로 포집된 기름을 회수하는 또다른 방법으로 유흡착재를 이용하는 방법이 사용되고 있다. 유흡착재는 기름을 흡수하는

물질을 뜻하며, 흡수 혹은 흡착이라고 부르는 흡착 작용을 통해 기름이 회수된다. 흡수재는 다공성 물질을 가진 재료의 표면 안쪽에 위치한 공극이 있는 공간으로 기름을 흡수하며, 흡착재는 기름이 표면에 잘 묻도록 만들어졌다. 일반적으로 유흡착재는 유회수기를 사용하고 난 후 최종 단계에서 사용하거나 유회수기가 닿지 않는 곳에 사용한다.



펜스형 오일펜스



오일펜스 전장 및 유출유 포집



커튼형 오일펜스





유처리제 살포 방법

## 2천cSt 이하의 기름에서만 유처리제 효과

유처리제는 기름의 응집성을 줄여줌으로써 유막이 바람과 파랑 및 조류에 의해서 작은 유적으로 깨질 수 있도록 하여 해표면 및 해면 아래의 확산 및 분산을 촉진함으로써 자연적인 분해 및 풍화 작용을 촉진하는 화학제품이다. 최근에 신속하고 효과적인 유출유 제거를 위해서 기계적 방제방법에 대한 대안 중 하나로서 화학적 방제법이 제시되고 있다.

유처리제의 분산 성능은 대상유의 점성과 밀접한 관련이 있는데, 일반적으로 2천cSt 이하의 기름에 대하여 효과를 발휘하며, 1만cSt 이상의 기름에 대해서는 거의 효과가 없는 것으로 알려져 있다.

대부분의 국가에서 유처리제는 선택적으로 사용되고 있으며, 나라별로 유처리제에 대한 의존도에 다소간의 차이를 보이고 있다. 방제작업에 있어 유처리제에 대한 의존도가 가장 높은 국가는 영국으로서 근해의 평상시 해상조건에서도 기계적인 회수가 불가능하다는 이유 때문에 전통적으로 유처리제를 선호하고 있다.

유처리제는 선박 또는 항공기를 이용하여 살포하는데, 유처리제의 분산효과로 인한 환경피해 우려로 해역특성을 고려한 사용지침에 따라 살포하고 있다. 우리나라의 경우도 해역별 수심조건과 주요 환경 민감 자원까지의 도달시간을 고려하여 살포 가능해역과 고려해역을 구분하여 유처리제 사용을 제한하고 있다.

## 미생물 이용해 분해하거나 현장에서 소각하기도

생물학적 방법은 기름을 분해하는 미생물을 이용하는 방법으로 해상 유출유에 미생물을 살포하여 미생물에 의한 기름의 분해 제거를 유도한다. 이 방법이 효율적으로 사용되기 위해서는 기온 및 수온이 높고, 산소 공급이 원활해야 하며, 적당량의 영양염이 지속적



엑스 발데즈호 사고시 현장 소각

으로 제공되어야 한다. 현재 여러 종류의 제품이 개발되어 있으나, 사용상의 제약 조건 때문에 크게 활용되지는 못하고 있다.

해상 유출유 방제방법으로서 해상의 유출유를 현장에서 소각하는 현장소각 방법이 있다. 현장소각은 유출유를 해상에서 소각함으로써 비교적 신속하게 제거할 수 있는 장점은 있으나, 소각으로 인한 대기오염 문제로 반대 의견이 높다. 이러한 문제로 국내에서는 현장 소각이 방제방법으로 고려되고 있지 않으며, 미국을 비롯한 일부 국가에서만 방제방법으로 인식되고 있다. 미국의 경우 현장 소각 시행시 환경영향을 파악하기 위하여 SMART 프로그램을 구축 운영하고 있으며, 이를 통하여 현장 소각에 의한 결과를 현장에서 실시간으로 모니터링한다. ㉓



글쓴이는 부경대학교 해양학과 졸업 후 동대학원에서 석사·박사학위를 받았다. 현재 해양경찰청 자체평가 위원, 북서태평양보전실천계획(NOWPAP) 해양유류오염방제센터(MERRAC) 한국 전문가 등을 겸임하고 있다.