

論文

HEBEI SPIRIT호 기름유출사고에 의한 서남해안 유입 타르볼의 방제

오정우* · 조현진** · 김두호* · 나은영* · 장명길* · 황성훈* · 신재길**

*서해지방해양경찰청 해양오염방제과, **목포해양경찰서 해양오염방제과

Response of Tarball entering the South-Western Sea by HEBEI SPIRIT Oil Spill

Oh Jung Woo* · Cho Hyun Jin** · Kim Du Ho* · Na Eun Young* ·
Jang Myoung Gil* · Hwang Sung Hun* · Shin Jae Gil**

*Marine Pollution Response Division, West Regional Headquarters Korea Coast Guard, Mokpo, 530-711, Korea

**Marine Pollution Response Division, Mokpo Coast Guard, Mokpo, 530-890, Korea

요약 : 2007년 12월 7일 HEBEI SPIRIT호 기름유출 사고로 인해 형성된 타르볼이 12월 27일부터 서남해안에 유입되기 시작하였다. 유입된 타르볼은 해경을 중심으로 한 방제세력에 의해 해상 및 해안에서 제거되었으며, 해상 및 해안에 있어서 각각 0.345톤 및 1,739톤의 타르볼이 수거되었다. 서남해역 타르볼 방제에 동원된 방제인력은 약 2만 5천명의 자원봉사자를 포함하여 총 9만 7천명으로 파악되고 있다. 본 연구에서는 뜰채나 그물 등 서남해권내의 해상과 해안에 유입된 타르볼의 방제에 실제적으로 사용되었던 방제방법들을 소개하였다.

핵심용어 : 타르볼, HEBEI SPIRIT호, 방제

Abstract : Tarballs formed by HEBEI SPIRIT oil spill observed in the south-western sea of Korea from December 27 2007. The tarballs were removed by the response party, which Korea Coast Guard became a center of organization. The amounts of removing tarballs from the sea and the coast were 0.345 tons and 1,739 tons, respectively. The number of persons, in order to remove the tarballs from the south-western sea of Korea, counted about 97,000 persons, including 25,000 volunteers. In this paper, we introduced the response methods of tarballs entering into the south-western sea of Korea such as a landing net, meshes and so on.

Key Words : Tarball, HEBEI SPIRIT, Response of oil spill

1. 서론

2007년 12월 7일 태안 해역에서 발생한 HEBEI SPIRIT호 유류유출 사고는 발생 후 21일이 경과한 2007년 12월 27일 전남 영광군 낙월면 안마도 북서방 약 8마일 해상에서 조업중인 어선에 의해 부유 타르가 처음 관측되면서 서남해 해역에도 영향을 미치게 된다(그림 1). 서해지방해양경찰청 및 목포해양경찰서를 중심으로 한 방제세력은 타르가 관내로 유입되기 전부터 관계기관, 단체, 업체들로 구성된 지역방제대책본부를 설치·운영하여 만약의 사태에 대비하고 있었고, 타르가 발견된 시점부터 구체적인 '타르 방제작업'을 실시하였다.

일반적으로 해상에 유출된 원유는 시간이 경과함에 따라 경시변화(유상화, 타르화)를 일으키게 된다. 즉 원유의 가벼운 휘발성분이 날아가고, 그 뒤에 남은 무겁고 끈적끈적한 아스팔트 성분이 모래, 개흙, 먼지와 엉겨붙어 덩글게 뭉쳐지면서 덩어리 형태의 고품체를 형성하게 된다. 이와 같은 타르볼은 해상으로의 원유 유출 후 시간이 어느 정도 지나면 흔히 발견되며, 크기는

2~10cm로 다양하다(한국화학연구원 2008). 타르는 여름에는 부드럽고 끈적거리며 겨울에는 딱딱한 고체물질로 바뀐다(Sami, 2001).

본 연구에서는 서남해 해상과 해안에 대해 타르의 유입개요를 살펴보고, 유입된 타르의 방제방법에 실제적으로 사용되었던 사례를 중심으로 소개하고자 한다.



그림 1. 서남해 해상에서 최초 수거된 타르(2007.12.27)

*비회원, ohjungwoo@hotmail.com 061)247-2191

2. 타르볼의 개요(Payne and Philips, 1985)

2.1 타르볼의 생성과정

타르볼은 검은색의 작은 기름 조각으로, 기름유출의 부산물이다. 원유 혹은 무거운 정제유는 해수면을 떠돌아다니며 그 물리적 성질이 변한다. 유출 초기 몇시간 동안은 기름이 얇게 퍼지며, 바람과 파도에 의해 작은 크기로 쪼개져 더 넓은 범위로 퍼져나간다. 해상에 유출된 기름의 성상은 물리, 화학, 생물학적 작용들에 의해 시간이 경과함에 따라 성질이 변화하게 된다.

유출된 기름은 휘발유처럼 가벼운 성분일 경우 초기에 기름의 대부분이 증발해 버린다. 반면, 원유나 난방유처럼 상대적으로 무거운 종류의 기름인 경우 기름의 대부분은 증발하지 않고 남는다. 동시에, 원유 일부는 물과 혼합되어 에멀전 형태의 덩어리를 형성하게 되며, 이는 초콜릿 푸딩처럼 보인다. 이 에멀전 덩어리는 원래의 기름보다 훨씬 더 두껍고 끈적거린다. 또한 이 덩어리들은 바람과 파도가 조각을 보다 잘게 부수어 타르볼을 생성하게 된다. 타르볼의 크기는 매우 다양하며, 해양환경에서 매우 지속적으로 존재하면서 몇 백마일을 이동할 수 있다.

2.2 타르볼의 물리적 성질

생성된 타르볼은 시간이 경과함에 따라 겉은 딱딱하고 속은 부드러운 끈적끈적한 형태로 변한다. 사람이나 동물에 의해 해변이나 물위의 타르가 깨지면 보다 부드럽고 유동성이 있는 중간부분이 드러난다. 경시변화에 따른 타르볼의 외벽 두께를 측정하기는 매우 어려우며, 따라서 타르볼을 쪼개는데 얼마만한 에너지가 필요한지 보고된 바는 없다.

타르볼의 끈적거림 정도를 결정하는데 온도는 매우 중요한 영향을 준다. 기온이 상승하면 타르볼은 더 유동적이 되고, 그로 인해 끈적거림이 심해진다. 또한 끈적거림에 영향을 주는 또 다른 요소는 물속이나 해변가에 존재하는 입자들과 퇴적물들이다. 이와같은 물질들이 타르볼에 많이 부착될 수록 타르볼을 깨뜨리기 어려워진다.

2.3 타르볼의 유해성

기름이 유출된 상황에서 적은 양의 일시적 호흡은 대부분의 사람들에게 있어 그다지 해롭지는 않다. 그러나 사람에 따라서 특별히 원유와 석유제품에 함유된 탄화수소를 포함한 화학물질에 민감한 반응을 보이는 경우도 있다. 따라서 일반적으로 기름에 접촉하지 않도록 해야겠지만, 접촉이 일어났을 경우 비누와 물로 접촉부위를 씻어내는 것이 좋다. 용제, 휘발유, 등유, 디젤유나 이와 비슷한 물질들은 특히 피부와의 접촉을 피하는 것이 좋다. 이런 물질들은 피부에 닿으면 타르볼 자체보다 더 큰 해를 일으킬 수 있는 것으로 보고되고 있다.

3. 타르볼의 방제

3.1 서남해 해역으로의 타르 유입

최초 2007년 12월 7일 유출된 원유는 경시변화에 의해 타르화 되면서 서남해 해역으로 유입되었다. 서남해 해역에서 처음 타르가 발견된 시점은 사고 발생 후 21일이 경과한 12월 27일 오전으로, 영광군 안마도 북서방 8마일 지점에서 관측되었다. 유입된 타르는 서남해 해안가로 밀려들어 오면서 영광군, 진도군, 무안군, 신안군 등 해안 18개소, 도서 32개소의 총 50개소에 부착하였다(그림 2).

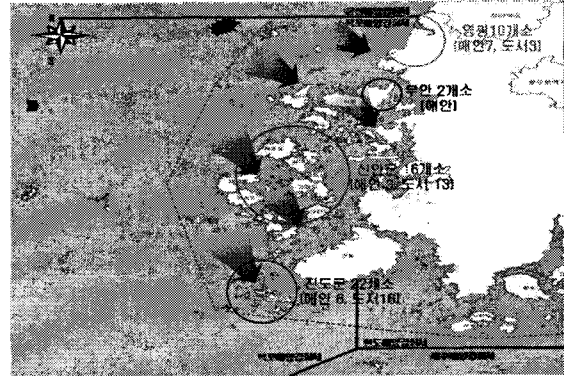


그림 2. 서남해 해역으로의 타르 유입

3.2 해상방제

서남해 해상에 유입된 타르의 성상은 끈적끈적하며 주로 수 cm 동전 크기의 덩어리가 떠돌아 부유하였으며 이들이 펼쳐져 매트 모양으로 나타나기도 하였다(그림 3).

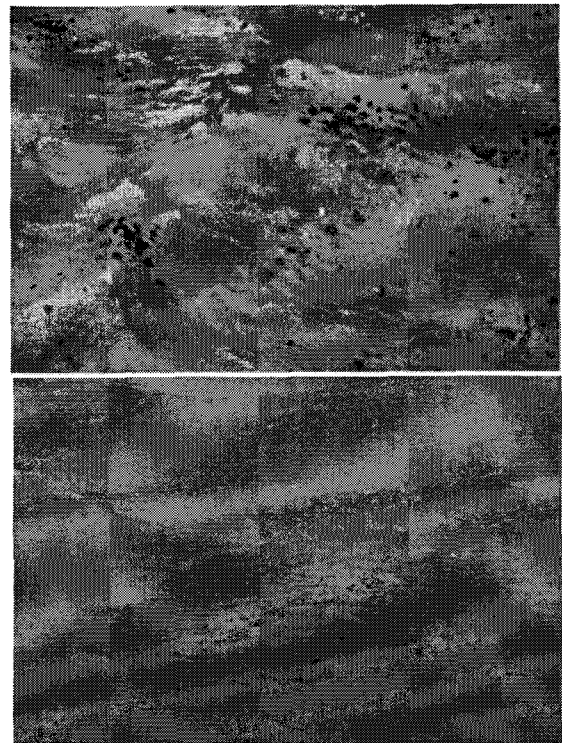


그림 3. 서남해 해상에서 출현한 타르덩어리 형태 (위 : 동전모양; 아래 : 매트모양)

HEBEI SPIRIT호 기름유출사고에 의한 서남해안 유입 타르볼의 방제

해상 부유 타르 수거는 주로 뜰채를 이용한 수작업으로 행해졌으며, 그물을 제작하여 지속적으로 예인하는 방법이 사용되기도 하였다. 뜰채 수거법은 기동력과 많은 노동력을 요하지만 목표포 한 타르볼을 실질적으로 수거할 수 있기 때문에 해경 경비함정 및 방제정 565척(누계)등 총 761척을 동원하여 타르 오염군 탐색 및 타르 345kg을 수거하였고, 헬기를 이용하여 입체적인 해상 오염군 탐색을 실시하였다(표 1).

또한 타르볼을 대량으로 수거하기 위한 목적으로 그물을 제작·활용하였다. 그물의 규격은 100m×2.3m로 그물코는 2mm 크기로 상단부에 2.5m 간격으로 부이를 설치하고 하단부 30cm 간격으로 납봉을 부착하여 수면하로 잠기도록 하였으며 양쪽 끝단에 2m 지주를 설치하여 예인줄을 연결하는 구조로 제작하였다.

그물은 고체성 고점도유를 모으는데 효과가 있고 개방구조로 물의 흐름에 대한 저항이 작아 유속이 빠른 곳에서도 작업선의 속력을 조절하면서 예인이 가능하며, 지역(어촌, 항포구)에서 빠르고 쉽게 제작할 수 있다. 또한 오일펜스 등 방제장비보다 가격이 저렴한 장점이 있다. 운용방법으로는 어선 2척을 이용하여 지속적으로 항해하면서 쌍끌이 형태로 해상부유 타르볼 및 표층, 중층 등 해면하에 부유할 수 있는 타르볼을 포집하거나 확인하였다.

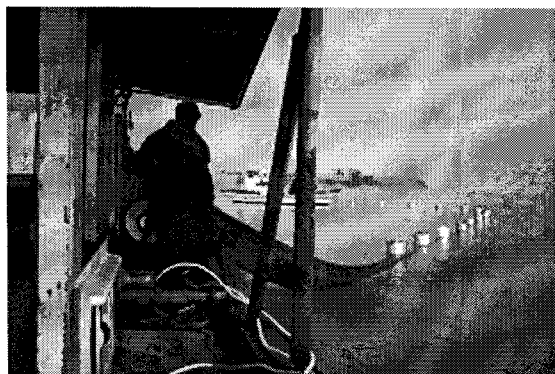


그림 4. 뜰채(위) 및 그물망(아래) 이용 타르볼 수거 작업

그러나 그물을 이용한 방제작업의 효과는 미미한 것으로 나타났다. 이에 대한 원인으로서는 우선 서남해안의 빠른 조류로 인하여 그물코 2mm 사이를 타르볼이 깨지면서 통과하여 지나

갔을 가능성이 판단되어진다. 또 다른 원인으로서는 1월의 낮은 수온으로 인하여 딱딱하게 굳은 타르볼이 그물에 걸리지 않고 비켜갔을 가능성도 고려되어진다. 따라서 향후 해상의 부유 타르볼 수거할 목적으로 그물을 제작할 경우 그물코 크기, 길이와 폭 등을 개선하고, 타르 탈락을 방지하여 포집 효율을 높일 수 있는 방안이 필요할 것으로 판단된다.

환경민감해역 보호를 위해 오일펜스와 그물이 설치되기도 하였는데, 타르볼의 함평만 유입방지를 위해 집중 배치하였고, 이와 함께 오일펜스 끝단에 그물을 연장하여 전장, 타르볼 유입 및 확산을 차단하였다.

표 1. 서남해 해상 오염군 탐색 및 방제에 동원된 선박 및 헬기 현황

계	동원된 선박(척)			헬기(기)
	해경	관공선	어선	
761	565	166	30	10

3.3 해안방제

서남해 해안가에 표착된 타르볼에 대한 방제방법은 크게 세 가지로 그물부착, 주워내기 및 갯닦기가 이용되었다. 각각의 방법을 이용한 상대적인 수거량을 비교한다면 주워내기 방법이 가장 효과적인 것으로 나타났다. 이는 겨울철 낮은 기온으로 인하여 타르볼이 딱딱하게 굳은 상태로 해안에 산재하였기 때문으로 판단된다.

그물부착에 의한 타르볼 제거 방법은 긴 해안선을 보호하는데 이용되었다(그림 5). 설치된 그물은 갯벌이나 자갈해안에 타르볼이 붙는 것을 방지하기 위한 차단막의 역할을 하였으며, 목포시 등 5개 시·군 27개소에 총 6.9 km의 그물이 설치되었다.



그림 5. 무안 송석리 입석방조제 보호를 위해 그물 설치한 장면

2007년 12월 27일 영광군 해역에서 타르볼이 처음 발견된 후, 2008년 3월 22일 방제 종료시까지 동원된 방제인력은 총 9만 7천여명으로, 이 가운데 주민이 약 5만명으로 절반 이상을

차지하고 있다. 또한 약 2만 4천여명의 자원봉사자가 타르볼의 방제작업에 참여했으며, 다수의 방제업체, 지자체 및 군 등이 방제작업에 투입되었다(표 2). 서남해안에 분포하는 다수의 유·무인도서에 부착된 타르볼의 방제에 있어서 유인도서지역은 방제작업자로 선정된 지역주민과 자원봉사자가 유입된 타르볼 주위내어 수거하는 형태의 방제작업을 실시하였고, 무인도서는 선박을 이용하여 타르볼을 수거하고 이들을 폐기물로써 회수하는 방법으로 작업을 수행하였다.

서남해 해역에서 수거된 타르볼의 양은 총 1,739톤으로, 수거된 폐기물은 대형 차량을 이용 접근이 용이한 곳에 타르볼 수집장소를 마련한 후 전량 폐기물공제조합에서 처리하였으며, 도서지역은 차도선을 이용 육지로 이송한 후 처리하였다(표 3).

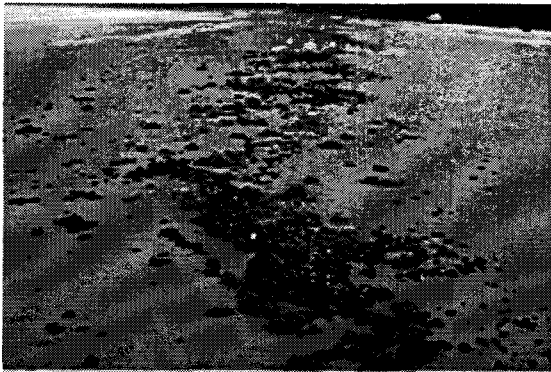


그림 6. 해안가에 유입된 타르볼(임자 대광해수욕장)



그림 7. 해안가에 유입된 타르볼 주위내기
(중도 우전리해수욕장)

표 2. 타르볼 방제동원인력(명)

계	주민	자원 봉사	업체	지자체	해경군
97,078	49,450	24,809	1,389	14,744	6,686

표 3. 폐기물 수거실적(톤)

합계	해상	계	해안, 도서			
			영광군	무안군	신안군	진도군
1,739.4	0.345	1,739.1	732.3	249.7	731.9	25.2

5. 결론

해난 사고에 의한 기름의 해상유출은 국가 재난적인 피해를 가져올 수 있으며, 금번 HEBEI SPIRIT호 유류유출사고는 그것을 경험시켜 주었다. 유출된 기름은 초기에 해상에서의 총력적 방제작업으로 회수에 최선을 다하겠지만, 불가피하게 해안으로 밀려들어올 경우 그로 인한 피해와 복구를 위한 노력은 엄청난 비용을 지불하게 된다. 특히 서남해안은 우리나라에서 가장 많은 도서를 가지는 지역으로 유·무인도서 1,119개가 분포하고 있다. 이와 같은 다도해 해상에서의 유출유의 해안부착은 그 방제에 어려움을 더욱 가중시키게 된다. 본 연구에서는 HEBEI SPIRIT호 유류유출사고에 의해 기인한 서남해역의 타르볼 방제작업을 실제사례를 중심으로 다루어 보았다. 해상에 유출된 기름의 회수와 해안에 부착된 기름의 방제방법은 그 지역의 특성에 따라 매우 상이할 수 있으며, 당시의 상황에 가장 적합한 방제방법을 적절히 선택하여야 할 것이다. 본 연구에서 다루어진 실제 사례들은 그와 같은 최적의 방제방법을 적용하는데 유용한 정보로써 제공될 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] 한국화학연구원(2008), 타르덩어리 성분분석보고서.
- [2] Sami Matar(2001), Chemistry of Petrochemical Processes, Gulf Professional Publishing, pp356
- [3] Payne, J. R, and C. R. Philips.,(1985), Petroleum Spills in the Marine Environment: Chemistry and Formation of Water-in-Oil Emulsions and Tar Balls. Chelsea, MI: Lewis Publishers, pp148