

도내 주요 해안 기름찌꺼기(타르볼) 유입 원인·피해 분석 및 대응방안

윤 중 주

충남연구원 기후변화대응연구센터
jjyoon@cni.re.kr

이 연구는 2017년 7월 6일(목) 이후 도내 태안 해역을 중심으로 한 원인미상의 기름찌꺼기(타르볼) 유입에 따른 해양환경 피해 현황, 유입경로, 발생원인 및 대응방안을 분석하고 검토하여 향후 재발 가능성에 대한 대책을 수립하는데 목적이 있음

CONTENTS

1. 목적 및 필요성
2. 국내외 유류오염 피해 사례
3. 유류오염 사고에 의한 사회·환경 영향
4. 충남 해역 타르볼 유입 피해 현황
5. 발생 원인 추정
6. 향후 대응 방안 및 정책 제언

요약

- 이 연구는 2017년 7월 6일(목) 이후 원인 미상의 유류잔존물(타르볼)이 태안군 및 도내 주요 해변에 발견됨에 따라 유입에 따른 피해 현황 및 원인 분석 필요에 따라 수행되었음
- 태안해역을 중심으로 도내 청정 해역이미지 타격이 우려되었으나, 도내 긴급 대책상황실을 운영하여 오염원 유입 및 방제활동 상황을 총괄하고 현장 상황을 지속적으로 점검하여 상황 종료할 수 있었음
- 직접적인 발생원인은 미상이나 인간의 해상활동에 따른 유류유출이 지속되는 원인과 함께 신고·관리되지 않는 일부 중규모 어선의 크고 작은 사고 및 외항 선박(대형 화물선)에 의한 유류유출 가능성 또는 중규모의 중국 어선 그룹의 불법 조업 시 발생하는 크고 작은 선박사고에 따른 유류유출 가능성 등을 유추해 볼 수 있음
- 유류 입자 발생원 추정 수치모의 결과, 중국 등 영해 바깥측보다는 충청남도 해안으로부터 남서쪽으로 약 100 km ~ 150 km 거리의 해역에서 약 1개월 전후 원인미상 유류유출 사고 발생이 예측됨
- 향후 원인 미상의 유류잔존물질 연안유입 사고 발생 시, 체계적인 대응 절차에 따른 민·관·산·학·연 간 네트워크를 활용한 유기적인 방제 시스템 운영이 필요함
- 해양오염사고 발생 위험이 큰 충남 도내 해역의 정기적 관리 체계(해양쓰레기 및 유류오염물질 유입 관리를 위한 정기 모니터링 시스템) 구축을 통한 예방적 대응책 및 대응지침 마련이 필수적임

01 목적 및 필요성

1. 배경 및 필요성

- 2017년 7월 6일(목) 이후 원인미상의 유류잔존물(타르볼)이 태안군 및 도내 주요 해변에 발견되어 道 자체 상황실을 운영하고, 이 후 약 2주간 지속 모니터링과 긴급방제를 수행함
 - 피해 지역은 4개 시·군(태안, 보령, 서천, 홍성) 일부 연안지역(주요 해수욕장)으로 보고됨
- 지난 2007년 12월에 충청남도 태안군 만리포 앞바다에서는 국내 최대의 유류오염사고인 허베이 스피리트호 사건으로 인하여 직접적인 연안피해와 함께 사회·경제적 악영향이 장기간 지속된 사례가 있음
 - 당시 해양생태환경 오염 문제 뿐 아니라, 지역 경제 및 다양한 지역 갈등이 유발되었음
 - 전국민적인 관심과 방제 노력으로 사고 해역의 회복이 빠르게 진행되었으며, 2017년은 유류 오염사고 10주년이 되는 해임
- 허베이 스피리트호 유류오염사고 피해 극복을 통하여, 충남 태안군이 청정한 이미지를 회복하여 지역 경제 및 관광산업이 지속적으로 발전하고 있는 중에 다시 유류오염물질(타르볼 등) 유입이 발견되어 그동안의 생태복원 노력에 악영향 우려가 발생
 - 유류오염물질 발견 시기가 해수욕장 개장(7월초)와 맞물려 해수욕장 주변 상인 및 지역 주민들의 방문객 감소 우려가 매우 큰 상황이었음
 - 오염물질 유입이 확산될 경우, 재난대응본부가 가동될 필요가 있어 초기 대응을 통한 방제작업 진행이 매우 중요하였음
 - 발견 당시 인근해역에서의 대규모 유류유출 사고 등이 보고되지 않아, 직접적인 원인 발생 추적이 어려웠으며, 다양한 원인미상 사고 발생 시나리오에 대한 복합적인 검토가 필요하였음

- 발생 초기, 10년 전 허베이 스피리트호에서 유출된 유류잔존물(중동산 원유)이 다시 나타났을 가능성에 대한 제기가 있었으나, 해경의 타르볼 시료 성분분석 결과 선박운항용 중질유(병커 C)로 나타나 10년 전 사고건과는 관련이 없는 것으로 분석되었음
- 대규모 오염사고 판단기준은 지속성 기름 100kl, 비지속성 기름 300kl 유출로 구분하는데, 서해안 주변 해역 및 중국 및 기타 공해상에서의 다양한 유류유출 사고 가능성까지 복합적인 검토를 수행할 필요가 있음
- 향후 원인 미상의 유류잔존물질 연안유입 사고가 발생 시, 체계적인 대응 절차에 따른 민·관·산·학·연 간 네트워크를 활용한 유기적인 방제 시스템 운영이 필요함

2. 연구의 목적 및 내용

- 도내 유류잔존물질(타르볼 등) 연안 유입에 따른 피해 현황 및 원인 분석
- 유류오염물질 유입 유입경로에 대한 시나리오 추정(수치모의 실험)
- 해양오염사고 발생 위험이 큰 충남 도내 해역의 정기적 관리 체계 구축을 통한 예방적 대응책 구축방안 및 대응지침 마련

3. 연구의 내용

- 본 연구에서는 도내 유류잔존물질(타르볼 등) 연안 유입에 따른 피해 현황을 분석함
 - 주요 해수욕장 피해현황 분석(시·공간적 현황 조사)
- 유류오염 피해의 단계적 진행 과정을 분석(타르볼 생성 원인 분석)
 - 국내외 유류유출 사고 사례 분석 및 기존 조사자료 문헌 조사

● 유류오염물질 유입 발생원인, 유입경로에 대한 시나리오 별 추정

- 주변 해역 해양사고 발생현황 조사
- 입자 역추적 모형을 이용한 시나리오별 오염발생원 추정

● 유류잔존물 정기 모니터링을 통한 상시 관리방안 제시

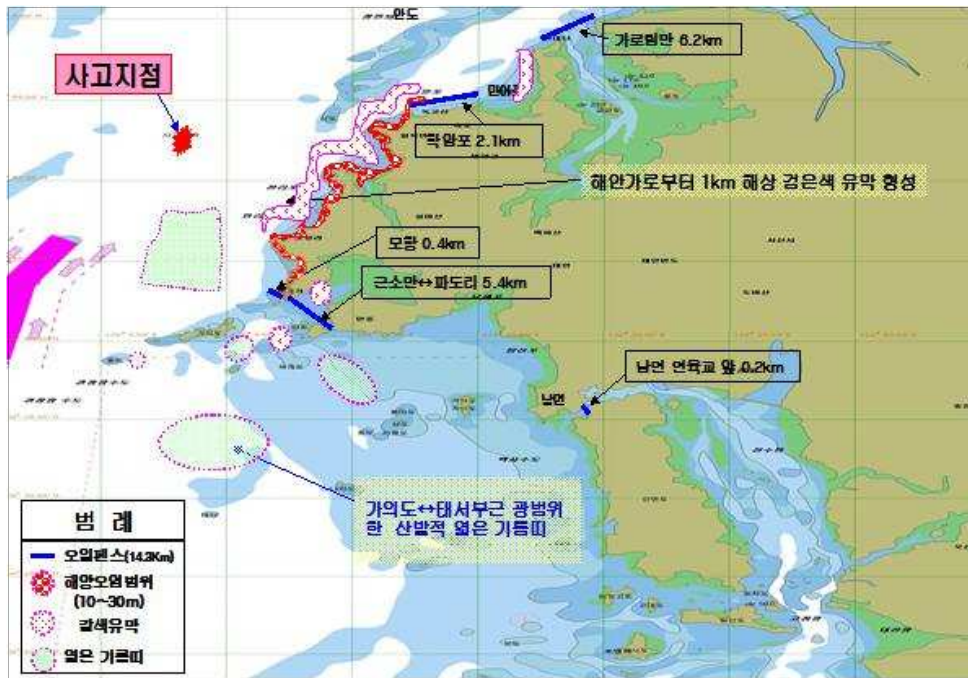
- 도내 주요 해역 유류잔존물 유입상황 정기 모니터링 체계 구축안 제시
- 해양쓰레기 유입원인 정기 모니터링과 연계한 해역별 관리 방안

02

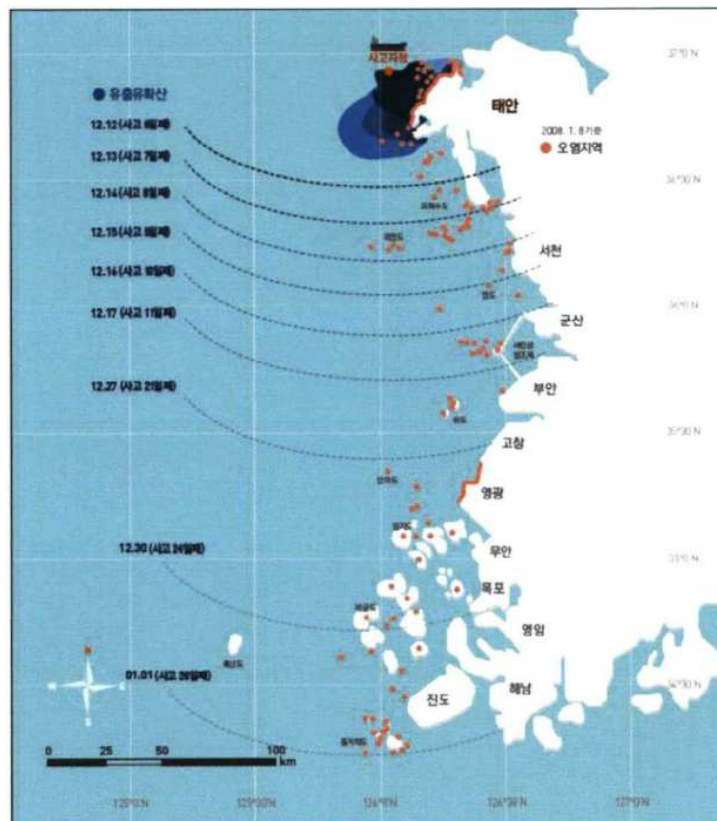
국내외 유류오염 피해 사례

1. 국내 사례

- 국내의 대표적인 유류오염 사고로는 지난 1995년 7월 23일 전라남도 여수 소리도에서 키프로스 선적의 14만 5천 톤급 ‘씨프린스호(Sea Prince)’ 좌초사건이 있음
 - 암초에 좌초된 후 기름 5천여 톤이 유출되었고, 인근 양식장 3천8백 ha에 피해가 발생
 - 그 외에도 제1유일호, 호남사파이어호 등 사고 발생에 따른 9천여 톤의 유류유출에 따른 875억원의 재산 피해가 발생
 - 가장 큰 규모의 국내 유류오염 사고인 허베이 스피리트호(Hebei Spirit) 유류오염 사고는 2007년 12월 7일 7시경, 충청남도 태안군 만리포 앞 해역에서 대형 크레인선을 예인하던 삼성 T-5호의 예인선이 절단되면서 크레인선 삼성 1호가 원유운반선 허베이 스피리트호와 충돌한 사고가 발생
 - 이 사고로 아랍에미레이트산 원유, 쿠웨이트산 원유, 이란산 원유 등 3종의 원유 12,547 kl가 유출되어 사상 최악의 해양 유류오염이 발생하였음
 - 사고 당시 강한 북서풍의 영향으로 사고 해역 인근 태안반도 약 70km 해안으로 유출유가 표착
 - 사고 이후 충청남도 태안반도 남부지역 전역과 전라남북도 해안, 제주도 해안에 이르기까지 서해안과 남해안 일부에 타르가 광범위하게 유입
 - 특히 서해안의 조수 간만의 차이가 커 넓은 조간대가 형성되는 지역을 중심으로, 당시 유출된 유류 확산에 따른 해안선, 해안사구, 해빈 등을 오염이 발생함
- 1995년 여수 씨프린스호 사고보다 2배 이상 많은 양의 기름이 해상으로 유출되었음



[그림 1] 충남 도내 유류오염표시 도면



[그림 2-2] 허베이 스피리트호 유출유 확산 현황



[그림 2-3] 허베이 스피리트호 유류오염 사고 관련 현황

[표 2-1] 허베이 스피리트호 유류오염 사고 개요(자료 : 위키디피아)

사고개요	사고일시	사고선박	사고장소		유출량
	'07. 12. 7	Hebei Spirit (홍콩, 선령 14년)	태안군 만리포 북서방 5마일(8km)		원유 12,547kl (10,900톤)

오염지역	해 안 선		오 염 도 서(개소)		
	전 체	육지부	계	충 남	전남·북
	375km	70.1km	101	59	42

유류오염사고 피 해 지 역	특 별 재 난 지 역		특별대책위 지정지역
	충남 6개 시군('07.12.11) (태안, 보령, 서천, 당진, 서산, 홍성)	전남 3개군('08.1.18) (신안, 영광, 무안)	전북 2개 시군('08.6.19) (부안, 군산)

- 허베이 스피리트호 유류오염 사고의 결과, 서해안 약 350km² 면적에서 어장, 양식장, 해수욕장 오염 피해가 발생하였고, 해양생태계 역시 큰 피해를 입게 되었음
 - 총 357km에 이르는 해안선과 101개 도서에서 유류 오염피해가 확인되었으며, 11개 시군이 유류오염사고 특별재난지역 또는 특별오염지역으로 선포됨
- 사고 직후 높은 파도로 인하여 유출유가 해수와 강하게 혼합되었는데, 유화작용에 의한 에멀전 형성이 급격히 진행되어 사고 4일 후 유출유는 대부분 에멀전화 되었으며, 수층에서 안정화된 에멀전 형태로 부유하게 되었음
- 사고 직후 해양오염영향조사팀이 구성되어 빠른 피해현황 조사가 진행되었는데, 조사 정점 대부분에서 사고에 의한 직접적인 영향이 확인되었고, 63%의 정점에서 해양환경 수질기준을 초과하였음
 - 특히 태안군 학암포에서 파도리에 이르는 피해 집중 지역에서 높은 오염도가 나타났음
 - 사고 1개월 후 해수 내 총유분 농도가 급격히 감소하였으며, 이후에도 지속적으로 감소하였음
 - 사고 1년 후에는 대부분 지역에서 수질기준 이하의 값으로 돌아온 것으로 조사됨
 - 퇴적물 내 유류오염농도의 경우, 태안 학암포에서 파도리 구간에서 높은 농도가 나타났으며, 사고 이후 시간에 따라 농도가 지속적으로 감소하였음
 - 2016년 조사에서도 일부 지역에서만 퇴적물 내 유정이 간헐적으로 관찰되고 있음
- 허베이 스피리트 호 사건 이후 국립공원연구원에서 진행하고 있는 생태계영향 장기모니터링(2008년 이후 시행) 결과, 태안해안국립공원 해안의 잔존유정은 전반적으로 지속적으로 감소하여 현재는 미약한 수준인 것으로 보고됨
 - 연도별 변화를 비교한 결과 총 조사 길이 48,196m에서 심각한 잔존유정은 2008년 33,357m(69.21%), 2009년 4,750 m(9.86%), 2010년 2,150 m(4.46%), 2011년 1,800 m(3.73%), 2012년 1,100m(2.28%), 2013년 1,100 m(2.28%), 2014년 0 m(0%)이고, 우려수준 잔존유정은 2008년 8,488m(17.61%), 2009년 1,700 m(3.53%), 2010년 1,170 m(2.43%), 2011년 1,380 m(2.86%), 2012년 2,220m(4.61%), 2013년 2,220 m(4.61%), 2014년 3,320 m(6.88%), 2015년 2,890 m(6.00%)로 나타났음.

- 2007년 12월 7일 발생한 허베이 스피리트호 유류유출 사고 후 약 8년이 지난 2015년 조사 결과에서 심각한 수준의 오염이 발견되지 않았음
 - 유류유출 사고 직후 방제작업과 8년에 걸친 풍화작용으로 심각한 수준의 유류는 제거된 것으로 판단되며 아직 우려수준으로 남아있는 특정지역의 경우 유류의 풍화 정도를 고려하여 조사 범위, 빈도, 방법에 대한 조사계획의 수립이 필요할 것으로 판단됨
- 잔존 유류와 함께 생태계의 회복도 빠르게 진행되어 인근 해역의 조하대, 갯벌, 암반에 서식하는 중형 및 대형저서동물 등이 사고 4년이 경과한 시점부터 회복 징후가 빠르게 나타나 현재 대부분 사고 이전의 수준으로 회복되었음
- 허베이 스피리트호 사건 이후 발생한 대표적인 유류오염 사고로는 2014년 1월 31일 9시경 여수 앞바다에서 발생한 우이산호 유류유출 사고가 있음
- 여수 원유 2부두로 진입 중이던 싱가포르 유조선 우이산(WU YI SAN)호가 항해 부주의(추정)로 원유 이송 송유관을 파손시켜 송유관 내부에 있던 기름이 해상으로 유출되었음
 - 이로 인해 원유 등 약 164킬로리터가 유출되고, "사고 지점으로부터 5~6킬로미터 해안에 부분적으로 기름 부착, 사고 지점 북서쪽 묘도 일원 및 남쪽 오동도 해상까지 부분 오염"되었음이 보고됨(2014년 2월 4일 해양수산부 홈페이지 보도자료)
- 우이산호 사고가 발생한 전남 여수시 낙포동 원유 부두는 광양만으로 진입하는 입구에 위치하며, 북쪽으로는 광양만, 동서쪽으로 남해군과 여수시로 막혀있는 커다란 만(gulf)의 형태를 이루고 있음
- 광양만 안쪽으로는 광양 국가 산업단지, 여수 국가 산업 단지 등 석유 화학 단지, 제철소, 원료 부두 등이 밀집
 - 낙포동 원유 부두 아래쪽 오동도 해상은 한려 해상 국립공원이며, 여수 남단의 돌산도 일부와 금오 열도는 다도해 해상 국립공원 구역임
 - 사고 해역의 동서쪽 남해군과 여수군 어촌 마을은 톳, 미역, 바지락 등 각종 어패류를 양식하고 있어 당시 주변 해양생태계에 큰 피해를 입히게 되었음

2. 국외 사례

- 세계적으로 유조선에 의한 큰 유류오염은 1967년 영국해안에서의 토리 캐년호(Torrey Canyon) 사고, 미국 산타 바바라(Santa barbara) 해역에서 유출된 유류가 각각 100만 톤에 이름이 보고되었음(김웅서, 2014)
 - 이 사고로 인하여 10만 마리 이상의 바닷새가 죽은 것으로 추정되었음
- 1976년에는 미국 뉴 잉글랜드 해역에서 760만 갤런의 기름이 유출되었으며, 1978년 3월 프랑스의 브리타니(Brittany) 해안에서 22만 톤의 기름이 유출되어 굴 양식장, 홍합 양식장, 바다가재의 저장소를 파괴시켰음
- 이후 1989년 엑손 발데스(Exxon Valdez) 유조선이 알래스카의 프린스 윌리엄(Prince William) 해협에서 좌초하여 원유 26만 배럴이 유출됨. 이 후 바람과 해류에 의해 알래스카 해안 30,000km² 이상이 오염되었음
 - 당시 이 지역에 서식하고 있었던 백만 마리의 바닷새 중, 이 사고로 약 400,000마리가 죽었음
 - 엑손 발데즈(Exxon Valdez)호 기름유출 사고의 예에서 보면 10년이 지난 후에도 몇몇 조간대와 조하대에서 유출유가 남아 있는 것이 확인되었음
- 이외에 1991년 걸프전 당시 미국의 이라크 해안 석유시설 파괴로 인한 걸프만 유류오염이 발생하여 바닷새 수만 마리가 일시에 죽은 것으로 추정됨
- 2010년 4월 20일 영국의 석유회사 BP사의 멕시코 만내 시추 시설인 딥워터 호라이즌호가 폭발, 붕괴하면서 부서진 시추시설의 파이프 구멍을 통해 총 800,000kl(490만 배럴)의 원유가 유출된 사고가 발생함
 - 사고 발생 85일 만인 7월 15일 원유유출을 최종 차단함
 - 당시 기름의 확산 범위가 우리나라 전체 면적보다 넓은 것으로 나타났으며, 약 30년 이상 대서양 해역에 영향을 미칠 것으로 추측되고 있음
 - 미 연방 어류, 야생동물보호국은 이번 사고로 인해 모두 4천676마리의 조류가 수거된 가운데 이 중 3천634마리는 죽어 있었고, 1천226마리의 조류는 기름에 오염된 채 수거됐다고 발표
 - 멕시코만 일대의 해산물도 상당수 오염돼 상당기간 어획작업이 금지되는 등 환경대재앙이 발생



엑손 발데즈 유조선(1989)



방제작업 중인 딥워터 호라이즌호(2010)

[그림 2-4] 대규모 국제 유류오염 사고 사례(엑손 발데즈호, 딥워터 호라이즌호)



멕시코만 기름유출 사고 해양 조류 피해 예시



주민들의 소송 진행 사례(증거물 제출)

[그림 2-5] 멕시코만 유류오염 사고(2010) 관련 현황

03

유류오염 사고에 의한 사회·환경 영향

1. 환경 피해 영향

- 오늘날 바다는 각종 해양폐기물, 유류, 방사성물질, 기타 합성 화학물질 등 눈에 보이지 않는 각종 오염물질의 유입으로 그 영향이 결국은 인간에게 장기간에 걸쳐 돌아오게 됨
- 특히 유류의 경우 가장 중요한 에너지원의 하나이지만, 실수로 인하여 해상에 유출될 경우 해양생태계에 치명적인 피해를 입히게 되며, 수산·양식업 분야의 직접적 손해 뿐 아니라 해양관광 등 연관된 해양관련 지역경제와 산업 전반에 큰 타격을 주게 됨
- 유류는 좁은 뜻으로 원유와 정제물을 의미하며, 주성분은 알칸, 방향족 및 알켄의 탄화수소로 나눌 수 있으며, 탄화수소와 수소가 대부분이고 이외에 기타 광물질을 포함하는 탄화수소 유도체를 포함하고 있음
- 원유와 정제물은 물리화학적 성질로서 비중이 모두 1.0미만이므로 물에 뜨게 되지만, 유출된 후 휘발성이 증발되면 비중이 증가되어 상당한 시간이 흐른 후에는 가라앉게 됨. 이 후 해양에 유입된 유류는 증발, 용해, 침전 등 물리화학적 변화와 미생물에 의한 분해가 천천히 진행됨(김웅서, 2012)
- 이러한 변화와 분해 이전에 해양생태계로 유입된 유류는 물리적, 화학적 피해를 입히게 되는데 대표적인 물리적 환경 피해 영향은 다음과 같음(국립공원연구원, 2009a)
 - 유막을 형성함으로써 대기권과의 가스교환을 방해하여 해수의 용존산소 저하에 의한 각종 어패

류의 호흡 곤란 유발

- 입사광선을 차단에 따른 식물플랑크톤의 광합성 생산력이 감소로 인한 먹이사슬 시스템의 근본을 약하게 함
 - 갯벌, 모래, 자갈 등에 직접 도포되어 저서생물의 질식사를 유발하며, 저층에 퇴적된 에멀전 형태의 유화물은 장기간 저서생태계에 영향을 미치게 됨
 - 해조류(다시마, 미역, 김 등)의 엽상체에 유류가 붙게 되면 대사 작용이 불가능해져 양식장의 황폐화 유발
 - 대형생물에 부착한 유류 덩어리는 운동성을 저하시키게 되고, 어류의 경우 아가미에 유출유가 달라붙게 되면 호흡에 방해로 일으켜 질식사를 유발함
 - 유류 덩어리 자체의 생물에 대한 유독성 때문에 생리적 피해를 주게 됨
 - 이 외에 유류잔존물이 항온동물인 조류(鳥類)의 깃털에 묻으면 깃털의 방수성과 보온작용을 약화시켜 철새 등의 저체온에 의한 폐죽을 유발 가능
 - 유독한 냄새 발생에 따른 생태계 및 인간의 일상생활에까지 막대한 지장 초래 가능
- 화학적 환경피해 영향은 기름에 포함된 다환방향성 탄화수소 등의 독성에 의한 피해가 대표적임(다환방향성 탄화수소는 대표적 발암물질임)
- 벤젠이나 톨루엔 등 저분자 방향족 탄화수소는 물에 잘 녹는 성질이 있으며, 생물의 세포막을 파괴시키고 효소나 구조 단백질에 직접적인 영향을 미칠 수 있음
 - 분자량이 적은 화학물질은 독성이 강하지만, 휘발성이 강해 공기중으로 사고직후 빠져나가기 때문에 큰 문제는 없음
- 바다로 유출된 유류 중 탄소수가 적은 지방족 탄화수소나 방향족 탄화수소는 미생물에 의한 수개월 내 분해가 가능하지만 분자량이 큰 타르는 아주 느리게 분해되기 때문에 유류유출 사고 이후 오랜 기간 동안 타르볼 형태의 찌꺼기가 넓은 해역에서 알갱이 형태로 발견 될 수 있음
- 해양생물 중 갯지렁이류나 일부 연체동물들에 의한 분해가 이루어짐이 밝혀진 바 있어 유류오염에 대한 해양생태계의 자연자정능력은 확인되고 있으나, 대량의 유류유출은 이러한 자연자정능력의 범위를 벗어나는 수준이므로 빠른 방제작업이 중요하다고 할 수 있음(국립공원연구원, 2009b)

2. 사회·경제적 피해 영향

- 대형 유류오염 사고는 해양수질, 해양생태계 등 환경적인 악영향과 함께 연안 및 해역이용, 수산물 안전성 등 인간의 생활 전반에 큰 영향을 미치게 됨
- 또한 인구변화와 지역 경제, 관광산업, 공동체 등 피해지역의 사회·경제적 변화에도 중대하고 지속적인 영향이 나타나게 됨
- 특히 충남 태안군의 경우 2007년 발생한 대량 유류오염 사고인 ‘허베이 스피리트호 사고’에 대하여 공식 사고 명칭으로 ‘태안 기름유출 사고’가 사고 발생 초기부터 사용되어, 지역 이미지가 크게 타격되었음
 - 사고 명칭에 사고 발생지역인 태안군이 부각되어 국민들의 인식 속에 유류오염이나 기름유출 관련 대표 도시로 태안군이 각인된 효과로 태안군에 대한 부정적 환경 이미지가 지속적으로 남아 있게 된 하나의 원인으로 작용하고 있음
 - 실제 국내 유명 검색사이트에 ‘기름유출’ 검색 시, 연관검색어로 ‘태안 기름유출’이 가장 첫 번째로 검색되고 있음
 - 이는 사건의 가해자인 삼성중공업나 허베이 스피리트호가 아닌 피해자인 태안군만이 부각되고 있음을 보여주는 것임
- 사회·경제적 피해영향은 주로 다음과 같은 항목에서 주로 나타나게 됨
 - 인구변화
 - : 총 인구변화, 전출입동향 등
 - 지역 경제 변화
 - : 지역내 총생산 동향, 수산물 생산량, 관광, 지역경제 피해 현황 등
 - 주민 건강 영향
 - 지역 사회 갈등
 - : 피해주민 단체 활동 관련 갈등, 방제작업 관련 갈등, 손해 배보상 관련 갈등 등

- 정광용과 이승환(2012)의 유류오염사고가 주변 환경에 미치는 영향조사 연구에 의하면, 2007년 허베이 스피리트호 사고 이후 태안군의 인구 전출감소와 전입증가가 발생함
 - 이는 여느 농어촌지역의 경우와 반대의 경향인데, 사고 직후 태안으로의 많은 인구유입은 피해지역 주민 생계자금 지원 등 각종 지원책에 대한 기대 심리 및 보상심리 작용으로 인한 출향인구의 귀향이 일시적으로 늘어난 것으로 분석됨
- 태안군 지역내 총생산은 사고 이전 지속적으로 증가세였으나 사고 이후 2008년도에는 전년대비 18.7%가 감소하였음
 - 특히 농림어업 분야에서 2008년도에 2005년도의 80.2% 수준을 보여 어업부문에서 직접적인 피해가 나타난 것으로 분석됨
 - 도매 및 소매업, 숙박 및 음식점업 분야에서도 2007년에는 방제인력의 방문 등으로 전년대비 증가하였으나, 2008년도에는 숙박 및 음식점업 생산량이 전년대비 89%로 감소하여 관광객 감소에 따른 생산량이 줄어든 것으로 나타남
- 허베이 스피리트 유류오염사고는 태안지역 내 어업, 양식업 등 수산분야 및 음식점업, 숙박업, 소매점업 등 일반 비수산분야까지 막대한 경제적 피해가 나타났음
- 기름 방제를 위하여 참여한 누적인원은 약 2백만 명에 달하였는데, 태안환경보건센터의 2009년 1월부터 2010년 6월까지의 중장기 건강영향 조사 실시 결과, 다환방향성 탄화수소(PAHs)에 의한 유전물질 손상지표가 태안 해안가 주민들이 일반인 평균치보다 4배 가까이 높게 나타나 유전자 손상 가능성이 보고되었음
- 지역의 생산기반 붕괴와 함께 유류오염사고는 지역사회의 각종 갈등을 유발하였는데 대부분 소득감소, 생계막막 등 경제적 측면이 지역갈등 원인의 가장 큰 부분으로 나타났음
 - 주요 갈등현상으로는 사고초기 생계안정 자금지원, 손해 배보상에 따른 피해 주민간, 지역간의 금액 차이, 배보상 무임승차에 대한 불만 및 갈등, 업종별 이해상충, 보상 당사자·단체 간의 배타적 인식과 행동에 따라 요구사항이 결집되지 못한 점 등이 있음

04

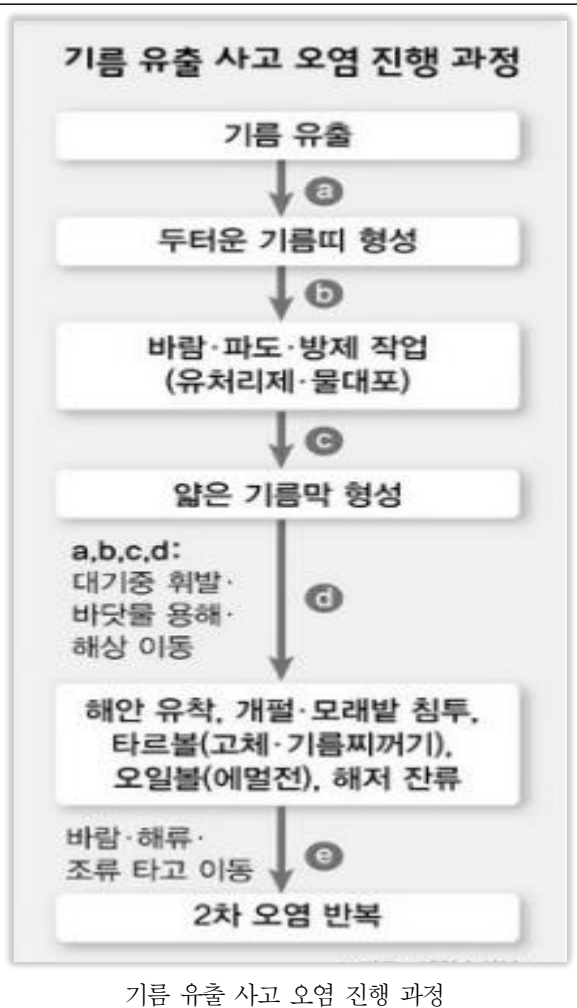
충남 해역 타르볼 유입 피해 현황

1. 타르볼의 발생 기작 및 특징

- 유류가 해양에 유출되면 해수면에 얇은 막 형태로 퍼져나가게 되는데, 가벼운 기름일수록 유막의 두께가 얇고 빨리 분해가 됨
- 이 중 분자량이 적은 것은 공기 중으로 휘발하게 되고, 수용성 성분은 바다에 녹아들게 되며, 물에 녹지 않는 나머지 성분은 유화되어 작은 볼(방울) 형태로 되는데, 마치 녹은 초콜릿처럼 보이게 며 아주 끈적끈적한 형태로 부유되어 이동하여 해안으로 밀려 올 경우 조간대 생태계 및 해변가에 직접적인 영향을 미치게 됨(그림 4-1)
- 특히 기름 성분 중 무거운 부분은 물에 녹지 않는 타르볼(tar ball) 형태로 고형화 되는데 그 분해 속도가 매우 느려 기름 유출 사고 이 후 오랜 기간이 지나도 그 영향이 나타남
- 일반적으로 해상에 유출된 유류는 시간이 경과함에 따라 경시변화 즉 유상화 및 타르화를 일으키게 되는데 덩어리 형태의 고형체인 타르볼이 되어 시간이 어느 정도 지나면 흔히 발견되며, 크기는 0.5~10cm로 다양하게 나타남
 - 타르는 기온이 높은 여름에는 부드럽고 끈적거리며, 반대로 겨울철에는 딱딱한 고체의 형태로 바뀌어 나타남
 - 양이 많은 경우 바다에서는 뜰채나 흡착포로 건져내고, 해변에서는 덩어리를 주워서 수거함
 - 해류나 조류를 타고 먼 거리를 이동하여 발생지역에서 수백km가 떨어진 해역에서 발견되기도 함



녹아내리고 있는 타르볼 및 빗자루에 묻은 기름찌꺼기

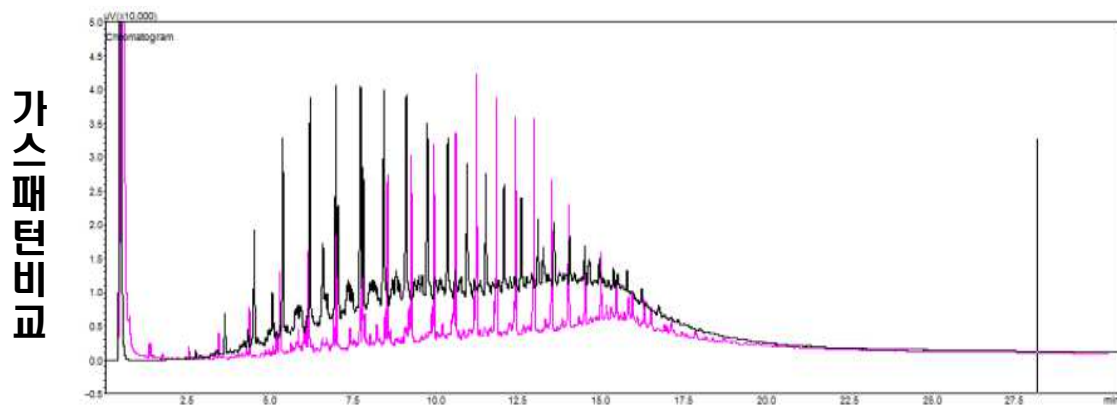


[그림 4-1] 기름 유출 사고 오염 진행과정 및 2017년 충남 해역에서 발견된 기름찌꺼기 예

- 타르볼이나 기름찌꺼기 발생에 따른 일시적 호흡은 대부분 사람들에게서 유해하지는 않으나, 일부 사람에 따라서 석유제품에 함유된 탄화수소를 포함한 화학물질 등에 매우 민감한 경우 건강상에 해로울 수 있음
- 피부가 민감한 사람의 경우, 접촉을 최대한 피하고 접촉이 일어난 경우 비누와 물로만 접촉부위를 깨끗이 씻어내야 함
 - 기름성분을 씻어내기 위해 시너 등 용제, 석유제품을 활용하는 것은 타르볼 자체보다 피부에 더 큰 해를 일으킬 수 있어 주의가 필요함

2. 2017년 7월, 충청남도 해역 기름찌꺼기(타르 잔존물) 유입 현황

- 충남 도내 태안군, 홍성군, 보령시, 서천군을 중심으로 한 주요 해역의 해수욕장에서 타르 성분의 기름찌꺼기가 발견되어 긴급 방제작업에 나섬(그림 4-3)
- 타르볼은 원인미상의 다양한 요인으로 인하여 해마다 비정기적으로 일부분 유입되는 현상이나, 대부분 그 양이 극히 작아서 관심을 두고 찾지 않으면 발견하기 힘든 정도여서 크게 사회적 현상으로 부각되지는 않았음
- 그러나 충청남도 내 태안 등 일부 해역은 2007년 허베이 스피리트호 유류오염 사고 등 대규모 사고의 전례가 있어 특히나 타르볼 발생에 민감하며, 주민의 관심도가 높은 편임
 - 일부 언론에서 제기하는 허베이 스피리트호의 잔유물은 유종 판명을 통해서 아닌 것으로 밝혀졌으며, 세월호 수습과정에서 유출된 기름의 유입 가능성도 그 유출량과 거리, 유출 시점과의 시간적 범위 등을 고려하면 상당히 낮은 것으로 분석됨



[그림 4-2] 허베이스피리트(검정색) / 태안해안가 부착유(분홍색)

- 발견 시기가 해수욕장 개장 시기와 맞물려 있어, 긴급 방제에 따른 대처가 가능함에도 언론을 통한 보도 시 피서지로서의 선호도 추락으로 인한 충청남도 지역 경제에 중대한 악영향이 미칠 수 있어 세심한 대응정책 추진이 필요하였음
- 태안군 연포해수욕장에서 인근 해역에 비해 상대적으로 많은 양의 타르 찌꺼기가

유입되었음. 이는 연포 해변 근처에서 어떠한 유류오염 사고나 해저에 기름층의 존재에 의한 것이 아니라 안면도를 따라 북상하는 해류가 연포해수욕장 주변 해역을 따라 ‘ㄱ’자로 꺾여서 돌아가는 태안반도의 지형적 특성상 각종 부유물질(해양쓰레기 및 기타 오염물질 포함)의 유입이 활발하게 발생하기 때문임

- 충청남도 해양정책과에서는 긴급 대책상황실을 ‘17년 7월 11일부터 운영하여 상황 종료시까지 오염원 유입 및 방제활동에 관한 상황을 총괄하고 현장 상황을 지속적으로 점검하였음
 - 이를 통하여 관할 해역 방제작업을 실시하는 4개 시군에 대한 상황 점검 및 지원과 해양경찰 해양경비안전서(보령서, 태안서)와 원인조사 및 사건과약에 공동 대응하였음

- 도내 해역으로 유입되어 발견된 타르볼은 여름철 높은 기온에 의해 원형의 형태를 유지하지 못하고 끈적이는 형태로 일부 녹아 있는 형태를 보였는데, 바닷가를 찾은 해수욕객 등 관광객의 해양활동에 직간접적인 피해 유발이 가능한 정도였음
 - 피부에 묻을 경우, 알려지나 두드러기 등 일부 피부 트러블을 유발할 수 있으며, 기름성분이므로 물로 잘 지워지지 않아 불쾌감을 유발할 수 있음
 - 특히 해수욕객이 집중 방문하는 해수욕장 개장 시기(특히 주말)여서 옷에 타르볼이 묻을 경우, 일반세제로 지워지지 않아 수영복(비치웨어) 등 의류 및 신발 손상 피해 발생

- 최초 타르볼 발견 신고 이후 다양한 인터넷이나 SNS를 통한 대민 피해 발생에 대한 사례 등이 확산되어 충청남도 해안가 전체 이미지 타격에 우려가 크게 나타남
 - 2017. 7. 8(토) 지사님 페이스북을 통해 민원(연포해수욕장 유류오염) 접수된 사례가 있음

[표 4-1] 2017년 7월 충남도내 주요 해역 타르볼 발생 현황 개요

사고 개요	<ul style="list-style-type: none"> ■ '17.7.5(수) 15:12경, 태안군 삼봉해수욕장에 검은색 기름부착 신고접수 후 태안군 내 마검포 등 13개 해수욕장에 타르 형태의 기름부착 확인 ■ 주요 해수욕장에 2017. 7. 6(목) 이후 원인미상의 유류오염 잔존 타르볼이 지속적으로 발생되고 있어 이에 대한 긴급제거 및 쓰레기 수거 등 해수욕장 정화활동 진행 ■ 해수욕장 만조선을 기준으로 작은 알갱이 형태의 타르볼이 지속적으로 바다에서 떠밀려 들어와 착저하고 있는 상황임
일시/장소 (타르 발견 시점)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 태안군 연포, 만리포, 파도리 등 14개 해변 - 마검포 : 17.07.04. 14:30 - 만리포 : 17.07.05. 14:30 - 바람아래 : 17.07.06 14:10 - 연포: 17.07.08. 15:10 등 ■ 홍성군 신리 부근 해안 및 남당항 일부 ■ 보령시 대천해수욕장, 삽시도, 원산도 등 일부 ■ 서천군 장항면, 마서면, 비인면, 서면 등 주요해안 일부 발견(송림, 갈목, 장포리, 선도리, 도둔 해변 등)
오염원 제원	<ul style="list-style-type: none"> ■ 오염원 미상으로 먼바다에서 타르볼 형태로 부유쓰레기와 함께 조류에 밀려 유입
오염원 상태	<ul style="list-style-type: none"> ■ 상당기간 경시변화 진행된 타르(볼) 형태로 발견 ■ 해경의 유종 분석 결과 원유가 아닌 선박운항유인 중질유(B-C)로 분석됨
해역 특성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 지정 해수욕장 태안군 내 28개소, 보령시 내 2개소, 서천군 내 1개소 분포 ■ 대산항, 평택항 등 위치로 대형선박의 통항이 잦은 편임
오염 상황	<ul style="list-style-type: none"> ■ 해수욕장 만조선 부근에 타르 형태 알갱이가 드문드문 분포 ■ 부유 해양쓰레기에 용해 부착되어 유입된 양도 상당히 많음 : 해초류인 모자반이나 폐그물, 부유쓰레기 등에 많이 흡착되어 발견됨 ■ 타르 유입 해안에 기름 묻은 중국 쓰레기 등도 일부 발견
오염 규모	<ul style="list-style-type: none"> ■ 장마철 해양쓰레기와 동시 발생하여 정확한 타르 유입량 집계에 한계 ■ 타르 피해 해안가의 해양쓰레기 총 누적 집계량은 243.5톤 ■ 쓰레기에 묻어나온 타르량 추정 : 총 수거량의 0.05%, 약 122 kg (추정치) * 태안123.7, 보령3.4, 서천33.4, 홍성83으로 연인원 약 3,000명 인원 동원 추산
기상 상황	<ul style="list-style-type: none"> ■ 평년보다 늦은 장마 및 태풍 '난마돌'의 영향으로 비가 자주 내렸음 ■ 서해안 해류는 남동풍 영향으로 여름철 남쪽에서 북쪽으로 흘러 올라감
상황 종료	<ul style="list-style-type: none"> ■ 4개 시군 추가오염 및 오염물질 유입량 미미하여, 7월 20일부로 상황종결 처리 ■ 이후 추가 오염동향 지속 주시 및 오염 잔존 시군은 일부 정화작업 지속 실시



[그림 4-3] 주요 해안 최초 타르(기름찌꺼기) 발견 지점

[표 4-2] 2017년 7월 충남도내 해안 유류오염 관련 상황실 운영 개요

<p>운영 개요</p>	<p>■도 자체 대책 상황실 운영(해양정책과 내)을 통한 유류오염 잔존물(타르볼)에 대한 통합 모니터링 및 대응방안을 수립</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>4개 시·군 (태안,보령,서천,홍성)</p> <p>▶관내 해안가 등 오염상황 파악</p> <p>▶해안가 방제작업 실시</p> </div> <p>⇔</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>충청남도 (해양정책과)</p> <p>▶상황 모니터링 지속 및 시군 지원</p> <p>▶심각상황판단시 道 재난대응본부 운영</p> </div> <p>⇔</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>해양경비안전서 (보령서, 태안서)</p> <p>▶해상방제작업 실시</p> <p>▶원인조사 및 파악</p> </div> </div>
<p>기 간</p>	<p>■2017. 7. 11(화) ~ 2017. 7. 20(목) : 상황 종료 시까지</p>
<p>구 성</p>	<p>■피해(예상)지역 4개 시·군(태안, 보령, 서천, 홍성)</p>
<p>주요 임무</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■오염상황 모니터링·일일보고(19:00시까지) 및 해안방제 조치 ■오염원인 및 유출량 등 파악(해경 협조) ■지속 모니터링에 따라 심각상황 판단 시 도 차원의 재난대응본부 운영 계획

[표 4-3] 충남 도내 해안 유류오염 관련 상황실 운영에 따른 일자별 대응 현황 - 오염상황

충남도내 4개 시군 주요해안 유류오염 발생관련 일일 보고 현황 - 오염 상황	
7월 11일	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연포 해변 등 태안군 일부 제외 대부분 해양쓰레기로 기름알갱이 미미 ■ (홍성군) 서부면 신리 해안가 일원 해양부유물과 함께 기름알갱이(타르볼) 착저 <ul style="list-style-type: none"> - 수룡항 포구, 남당항 구간 등으로 해양쓰레기가 오염의 대부분이고 기름알갱이는 미미함 ■ (태안군) 14개 해변 오염 지속발생, 정화완료된 지역도 재오염 발생 <ul style="list-style-type: none"> - 대량의 해양쓰레기(해조류)가 지속 유입되고 있으며, 연포해변은 기름알갱이 지속발견 ■ (서천군) 서천군 장항면, 마서면, 비인면, 서면 주요해안 오염발견 <ul style="list-style-type: none"> - 송림, 갈목, 장포리, 선도리해변 등으로 해양쓰레기가 대부분이고 기름알갱이는 미미함 ■ (보령시) 삽시도 수거작업 실시(7.8~10) 이후로 추가오염 동향 없음
7월 12일	<ul style="list-style-type: none"> ○ 태안 일부지역 제외하고 기름알갱이 유입 소강 분위기 ■ (보령시) 추가오염 상황 없음, 오염물 既 유입된 도서지역(원산도 등)은 많은 양은 아니나 해양쓰레기와 기름알갱이 곳곳에 산재 ■ (홍성군) 既 오염 서부면 신리 항포구 外(남당, 수룡항 인근) 추가오염 상황없음 ■ (태안군) 주요 오염해안은 정화작업 후에도 지속적으로 오염물질 유입 <ul style="list-style-type: none"> - 대부분 해안 육안상 타르볼 감소추세, 연포, 파도리, 만리포는 감소추세 더딤 ■ (서천군) 해양쓰레기가 일부해변에 지속적으로 밀려오나, 추가적으로 밀려오는 쓰레기에서는 기름알갱이 발견되지 않음
7월 13일	<ul style="list-style-type: none"> ○ 3개 시·군 추가오염 없음, 태안 연포부근도 소강상태 ■ (3개 시군) 추가오염상황 없음 <ul style="list-style-type: none"> - (홍성군 잔존지역) 신리 항포구 - (보령시 잔존지역) 원산도, 장고도, 삽시도 - (서천군 잔존지역) 장포해변, 도둔해변 ■ (태 안 군) 연포해변 부근 제외 타르볼 추가유입 없음, 오염 심했던 연포해변 부근도 타르볼 유입은 소강상태
7월 14일	<ul style="list-style-type: none"> ○ 태안 연포해수욕장 13일과 비슷한 상황, 추가오염 미미 ■ (3개 시군) 추가오염상황 없음 <ul style="list-style-type: none"> - (홍성군 잔존지역) 신리 항포구 - (보령시 잔존지역) 원산도, 장고도, 삽시도 - (서천군 잔존지역) 장포해변, 도둔해변 ■ (태 안 군) 13일과 상황 비슷, 추가오염상황 미미

[표 4-2] 계속

충남도내 4개 시군 주요해안 유류오염 발생관련 일일 보고 현황 - 오염 상황	
7월 15~16일	<p>○ 장마에 따른 추가오염 없음, 1~2일내 상황종료 예상</p> <p>■ (3개 시군) 추가오염상황 없으나, 잔존지역 작업속도 더딤(주말 수거X)</p> <ul style="list-style-type: none"> - (보령시 잔존지역) 원산도, 장고도, 삼시도 - (서천군 잔존지역) 장포해변, 도둔해변 - (홍성군 잔존지역) 신리 향포구 <p>■ (태안군) 추가오염상황 없고, 주말 작업 등을 통해 대다수 오염물 수거완료 상태 (우천 등으로 인한 추가유입 예의주시)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 타르볼 잔존지역은 없으나 우천으로 인해 해양쓰레기 다수 유입(타르볼 발견X)
7월 17일	<p>○ 추가오염 및 잔존 오염량 미미, 일부시군 내부 상황종결</p> <p>■ (서천군) 추가오염상황 없음, 잔존지역 수거완료 ⇒ 내부 상황종료처리 예정</p> <p>■ (태안군) 추가오염 미미, 대부분 오염물 수거완료 ⇒ 모니터링 지속추진</p> <p>■ (보령, 홍성) 추가오염상황 없으나, 우천으로 인한 잔존지역 작업지연</p> <ul style="list-style-type: none"> - (보령시 잔존지역) 원산도, 삼시도 *잔여오염물 80%가량 정리 - (홍성군 잔존지역) 신리 향포구 * 7.17정화로 60~70%가량 정리

- 타르볼 발생 보고(최초보고 '17년 7월 5일) 이 후 7월 11일 태안 연포해변 현장 조사 시에 발견된 타르볼은 끈적이는 원형의 형태를 유지하고 있었으나, 이후 일주일 후인 7월 18일 현장 조사에서 발견된 타르볼은 대부분 녹아서 납작하게 퍼져 말라 있는 상태로 확인되었음(그림 4-5)
 - 7월 18일 수거된 유류잔존물 조각은 타르 성분이기에는 하나 유증이 거의 다 증발되어 냄새가 나지 않는 정도이며, 손으로 접촉했을 때 유분이 묻어나오지 않았음
 - 조류에 의해 유입되는 양이 일주일의 기간 만에 거의 추가 발견 되지 않을 정도로 줄어들어 추가 오염 발생 가능성이 현격히 줄어들었으며, 이 후 상황 종료 시까지 특이한 변동사항은 없었음
- 이에 따라 인근 해역에 표류하는 부유성 타르 입자의 양이 줄어들었을 것으로 추정할 수 있었으며, 추가 유류유출 사고가 보고되지 않아 해변가 주변의 유류잔존물에 대한 수거활동을 통하여 상황종료까지 진행되었음
 - 다만 매년 하계에 해류를 따라 타르볼이 미량으로나마 발견된 기록이 있어 지속적인 감시체계의 유지는 필요한 것으로 판단됨

[표 4-4] 충남 도내 해안 유류오염 관련 상황실 운영에 따른 일자별 대응 현황 - 추진 상황

충남도내 4개 시군 주요해안 유류오염 발생관련 일일 보고 현황 - 방제작업 추진 상황	
7월 11일	<ul style="list-style-type: none"> ○ 누적 수거량 35톤, 주요해안 지속순찰 ■ (홍성군) 오염지역外 궁리, 어사리, 남당리 해안지역 순찰결과 이상 없음 ■ (태안군) 7.10~11 수거량(14.1톤), 누적수거량 (34.6톤) ■ (서천군) 서천군 주요해안가 타르알갱이 발생현황 파악(14:00~18:00) 및 장항 송림해변, 마서 갈목해변 오염물 수거(0.4톤) ■ (보령시) 대천해수욕장 점검결과, 타르알갱이 밀·썰물시 유입·유출 반복
7월 12일	<ul style="list-style-type: none"> ○ 누적수거량 55.4톤(태안군51), 금일수거량 20.4톤 ■ (충남도) 오염물 수거량이 많은 태안군 연포, 삼봉해수욕장 현장점검 <ul style="list-style-type: none"> - 삼봉해변은 현재 오염물 없이 깨끗한 상태, 연포해변은 군부대 등 동원 지속 수거작업 중 ☞ 지역상인 등 의견청취 결과 7.8 연포해수욕장 개장에도 불구하고 관광객 감소(예약취소 등) ■ (보령시) 주요 도서지역 「해양환경도우미」 활용, 쓰레기와 타르알갱이 수거(1톤) ■ (태안군) 금일 수거량(16.4톤) / 누적 수거량(51톤) <ul style="list-style-type: none"> - 수거량의 대부분은 해조류로 기름덩어리양이 많지 않아 일반 해양쓰레기로 분류 ■ (서천군) 송림, 갈목, 도둔해변 쓰레기 및 타르알갱이 수거(3톤 가량)
7월 13일	<ul style="list-style-type: none"> ○ 당일 수거량 24.2톤, 누적수거량 79.6톤 ■ (보령시) 13개 도서 중 10개 지역 자연방제효과로 상황종료 <ul style="list-style-type: none"> - 잔존 3개도서 수거량(금일1.5톤/누적2.5톤), 2~3일내 상황종료 예상 ■ (서천군) 송림, 장포, 도둔해변 (금일10톤/누적13.4톤) 수거 <ul style="list-style-type: none"> - 송림해변은 수거완료, 장포, 도둔해변은 2~3일내로 상황종료 예상 ■ (태안군) 주요 해수욕장 (금일12.7톤/누적63.7톤) 수거 ■ (해 경) 태안, 보령해경 해상 지속순찰, 추가유입 없을 것으로 판단
7월 14일	<ul style="list-style-type: none"> ○ 금일 수거량 22.6톤, 누적수거량 102.2톤 ■ (충남도) 연포~만리포 해수욕장 오염상황 확인 <ul style="list-style-type: none"> - 만리포 등 해수욕장 깨끗한 상태, 연포해수욕장은 변영회 등 모여 8~12시까지 매일 정화작업 추진으로 해수욕객 이용 문제없는 상황 ■ (보령시) 잔존 3개 도서 (금일0.5톤/누적3톤) 수거 ■ (서천군) 장포, 도둔해변 (금일10톤/누적23.4톤) 수거 ■ (태안군) 주요 해수욕장 (금일12.1톤/누적75.8톤) 수거

[표 4-3] 계속

충남도내 4개 시군 주요해안 유류오염 발생관련 일일 보고 현황 - 방제작업 추진 상황	
7월 15~16일	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주말 수거량 26.8톤, 누적수거량 129톤 ■ (태안군) 주요 해수욕장 (26.8톤/누적102.6톤) 수거(7.15~16) ■ (3개 시군) 주말(7.15~7.16) 우천 등으로 인해, 정화작업 없음 <ul style="list-style-type: none"> - 홍성군은 당초, 금일(7.16) 조금기간에 신리항 포구 일원 작업 후 상황종료 예정이었으나, 우천으로 인한 위험 등으로 7.17(월)로 작업 연기 - 서천, 보령시는 잔존오염량 미미하여 주말(7.15~7.16) 정화작업 미추진
7월 17일	<ul style="list-style-type: none"> ○ 금일수거량 24.6톤, 누적수거량 153.6톤 ■ (서천군) 장포, 도둔해변 등 (10톤/누적33.4톤) 수거 ■ (태안군) 연포 등 주요 해수욕장 (11.4톤/누적114톤) 수거 ■ (홍성군) 신리부근 해안 (3톤/누적3톤) 수거 ■ (보령시) 원산도, 삽시도 (0.2톤/누적3.2톤) 수거 ■ (충남도) 타르불유입 원인·피해파악 및 대응방안 현안과제 충남연구원 의뢰 ○ 태안군 연포해수욕장 대상으로 KBS대전, TJB 오전 10시경 방문취재 <ul style="list-style-type: none"> - KBS대전 9시뉴스 및 TJB 8시뉴스 관련보도*자료1

연포해수욕장



만리포 해수욕장



[그림 4-4] 유류오염 발생 초기 연포 해수욕장, 만리포 해수욕장 현장(2017. 7. 11)

연포해수욕장(7.11)



연포해수욕장(7.18)



[그림 4-5] 유류오염 발생 초기 연포 해수욕장 현장(2017. 7. 11, 2017. 7. 18)

홍성군(서부면 남당항 부근)



서천군(선도리, 송림 해변)



태안군(연포해변, 파도리 해변)



[그림 4-6] 주요 해변 오염 현황(2017. 7. 11)

서천군 서면 도둔리 흥원항 부근



태안군 근흥면 연포해수욕장 인근(태안33대대 동원)

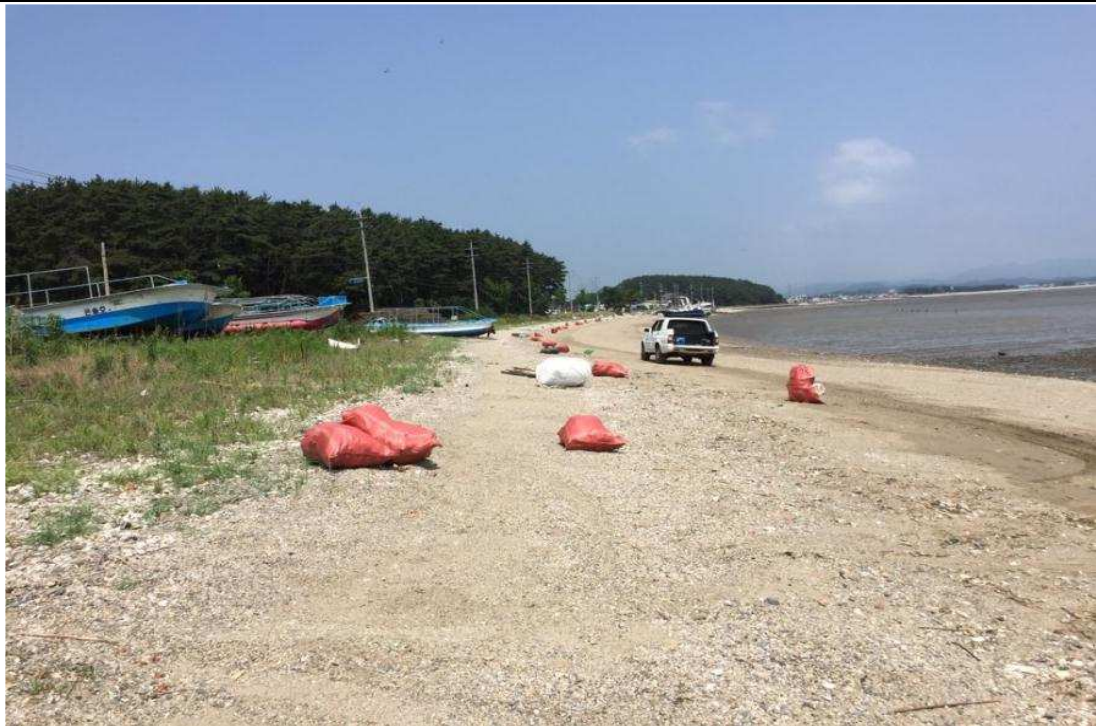


[그림 4-7] 주요 해변 방제 작업 현황, 타르 부착 해양쓰레기 수거(2017. 7. 13)

태안군 근흥면 연포해수욕장 인근(소강상태)



서천 서면 도둔리 해변(상황종료 직전)



[그림 4-8] 주요 해변 방제 작업 진행 후 1주일 경과(2017. 7. 14)

연포해수욕장 (해수욕객 이용 문제없음)



만리포해수욕장 (특별한 오염상황 없음)



[그림 4-9] 주요 해변 방제 작업 진행 후 10일 경과(2017. 7. 17)

연포부근 해변 (정화작업 완료, 추가오염 없음)



[그림 4-10] 연포해수욕장 유류오염발생 4주 경과 후 모습(2017. 8. 3)

05 발생 원인 추정

1. 서해안 일대에서 발생한 해양오염 사고 분석

- 충청남도 해역에 유류잔존물(타르볼) 유입의 원인으로 해상에서의 국내 국적의 선박사고에 의한 각종 오염물질 유출 내역을 해경의 협조를 받아 조사하였음(표 4-5)
- 대규모 오염사고 판단기준은 지속성 기름의 경우 100kl, 비지속성 기름의 경우 300kl 유출로 봄
- 표 4-5에서 살펴본 바와 같이 지난 '17년 5월과 6월 사이에 충청남도 인근해상에서 발생한 사고는 총 7건인데, 모두 오염물질 유출량이 1kl 이하로 매우 작을 뿐 아니라 도내 해안 발생 타르볼의 주성분인 병커씨 중유(B-C)를 유출한 선박은 없는 것으로 조사되었음

[표 4-1] 2017년 5월~6월말까지 충남 인근 해상 오염물질 유출 사고 현황

발생일자	장소	오염원	구분	선종	톤수	유출량 (리터)	오염물질
2017.5.17	보령시 대천항 앞	카고트럭	육상	육상 (차량)	4.5	100	폐기물(기타)
2017.5.22	서산시 팔봉면 팔봉1리 구도항	807신흥호	선박	기타선	2211	400	경유
2017.5.27	보령시 오천면 영보리 해안가	대산호	선박	기타선 (예인선)	145	54	중유(B-A)
2017.5.17	홍성군 서부면 남당항 인근해상	뉴정환호	선박	어선	8.55	15	기타유 (윤활유)
2017.5.15	보령시 대천항 남서방 0.2리 해상	불명오염	미상	미상		10	기타유(폐유)
2017.6.5	보령시 대천항 대천안전센터 앞 해상	제2전자호	선박	어선	24	5	기타유 (윤활유)
2017.6.15	태안군 가의도 인근 해상	선홍호	선박	어선	6.06	10	경유

- 또다른 충청남도 해역에 유류잔존물(타르볼) 유입의 원인으로 영해 밖 해상에서의 외국 국적의 선박사고에 의한 각종 오염물질 유출 내역을 해경의 협조를 받아 조사하였음(표 4-6)

－ 아래 표 4-6에 제시된 주요 화물선 침몰사고 중 기름유출이 보고된 사건은 1건으로 2017년 6월 29일 8시 40분경 절강성 항주시 부춘강(杭州市 富春江)에서 화물선 절전강화(浙錢江貨, 툰수미상)가 원인미상의 이유로 침수, 침몰되었으며 정확한 유출량은 미상임

※ 항주시 부춘강은 상하이 남쪽에 위치한 항주만과 연결

[표 4-2] 2017년 4월~6월말까지 서해안 영해 밖 해상(중국 및 대만) 오염물질 유출 사고 현황

발생일자	장소	선종(선명)	비고
2017.4.5	상해시 장강 입구	화물선 (XIANG ZHOU)	침몰
2017.4.8	복건성 천주시 위두만	화물선 (순흥629)	침몰
2017.4.19	천진시 천진남항 인근해상	화물선 (부항66)	침몰
2017.5.17	강소성 장강현 장강수역	화물선 (환수현화3960)	침몰
2017.6.29	절강성 항주시 부춘강	화물선 (절전강화)	침몰, 기름유출 (유막, 기름띠 발생)
2017.6.22	대만 금문현 인근해상	어선 (태위호)	침몰

2. 발생 원인 추적을 위한 수치 모의 결과 분석

- 도내 주요 해역에서 발견된 유류잔존물질(타르볼)의 공간분포 및 수거량 등의 대략적인 정보를 바탕으로 1개월 정도의 기간 동안의 타르볼 형태의 부유물질 이동 확산에 대한 위치 역추적 수치모의를 통해 1개월 전에 타르볼 입자의 발생위치를 추정하였음
- － 본 내용은 한국해양과학기술원 운용해양예보연구센터의 운용해양예보시스템(KOOS)의 유속장 및 OilMAP/SARMAP을 활용한 기술지원으로 수행된 결과를 바탕으로 함

● 수치모델 개요 및 설정

- 유속장 : MOHID 모델 (조류, 해류 및 해양기상 영향을 모두 고려)
- 72시간 예측 결과 사용
- 2 km 해상도의 3차원 예측 중 표층 결과를 사용

● 수치모의 셋업

- 유속장 : MOHID 모델 (조류, 해류 및 해양기상 영향을 모두 고려)
- 72시간 예측 결과 사용
- 2 km 해상도의 3차원 예측 중 표층 결과를 사용

(1) 타르 입자 역추적 모의 실험

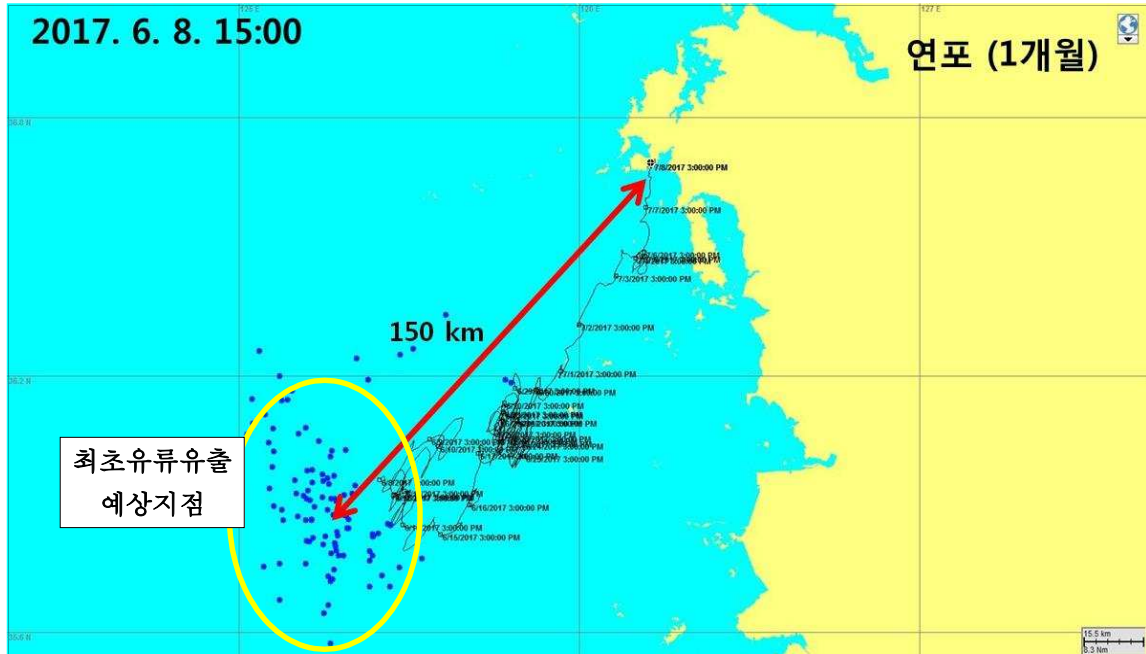
● 모의 시나리오

- 입력자료: WRF 해상풍 및 기압장, MOHID 유속장
- 표류물질 : 물과 유사한 비중으로 표류하는 입자체
- 실험방법 : 13개 해수욕장 중 마검포, 만리포, 기지포, 연포를 선정/ 입자체를 투하하여 발생위치 역추적 (최대 1개월)
- 초기시간 : 마검포 : 17.07.04. 동 시간 14:30 / 만리포 : 17.07.05. 14:30,
기지포 : 17.07.06 14:10 / 연포: 17.07.08. 15:10
- 초기위치: 마검포 : 136.60986°N, 126.28728°E / 만리포 : 36.79046°N, 126.14135°E,
기지포 : 36.55194°N, 126.31586°E / 연포: 36.69293°N, 126.21103°E

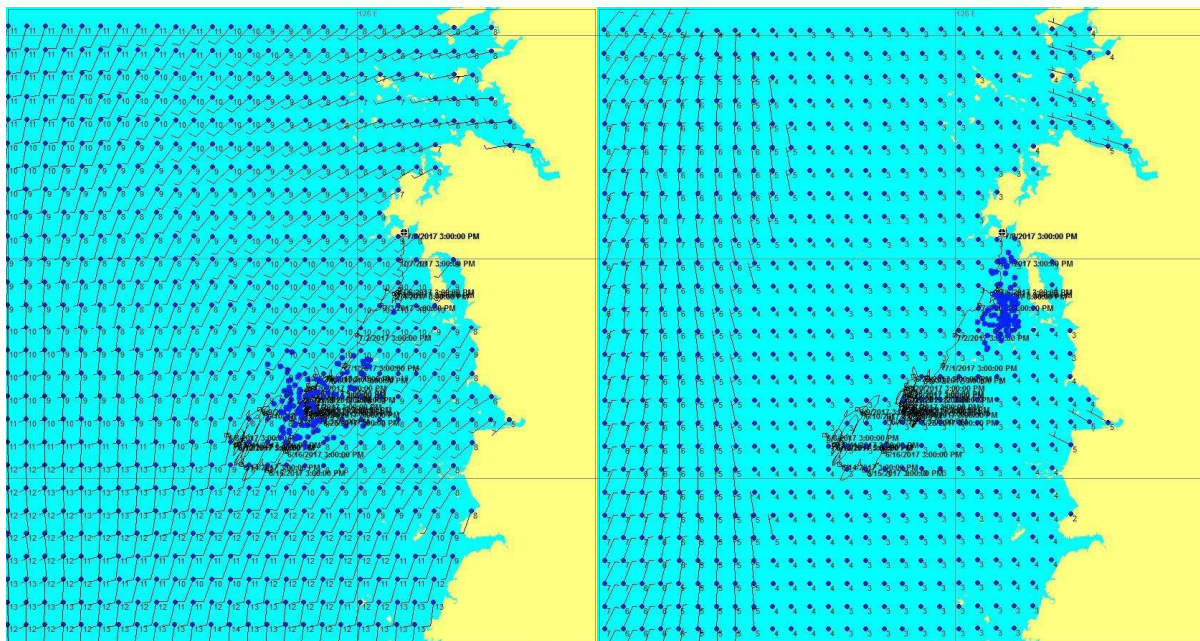
● 모의 결과

- 연포 정점에서부터 1개월 역추적 결과, 입자들의 추정 위치는 연포 정점 남서쪽으로 약 130 km 지점으로 모의됨(그림 5-1)
- 유류 입자들은 7월 1일경까지 연포 남서방 100 km 정도에서 머물러 있다가, 7월 1일 이후 강한 남서풍의 영향으로 급격하게 북동진 이동하여 태안해변에 유입되었던 것으로 추정됨(그림 5-2)
- 해당 지역에서의 입자 이동은 바람 및 해류의 영향보다는 조류의 영향이 우세하기 때문에 장기간 모의에도 입자가 그리 멀리 이동하지는 않지만, 바람이 특별히 강할 경우에는 바람에

따라 빠르게 이동할 수 있음

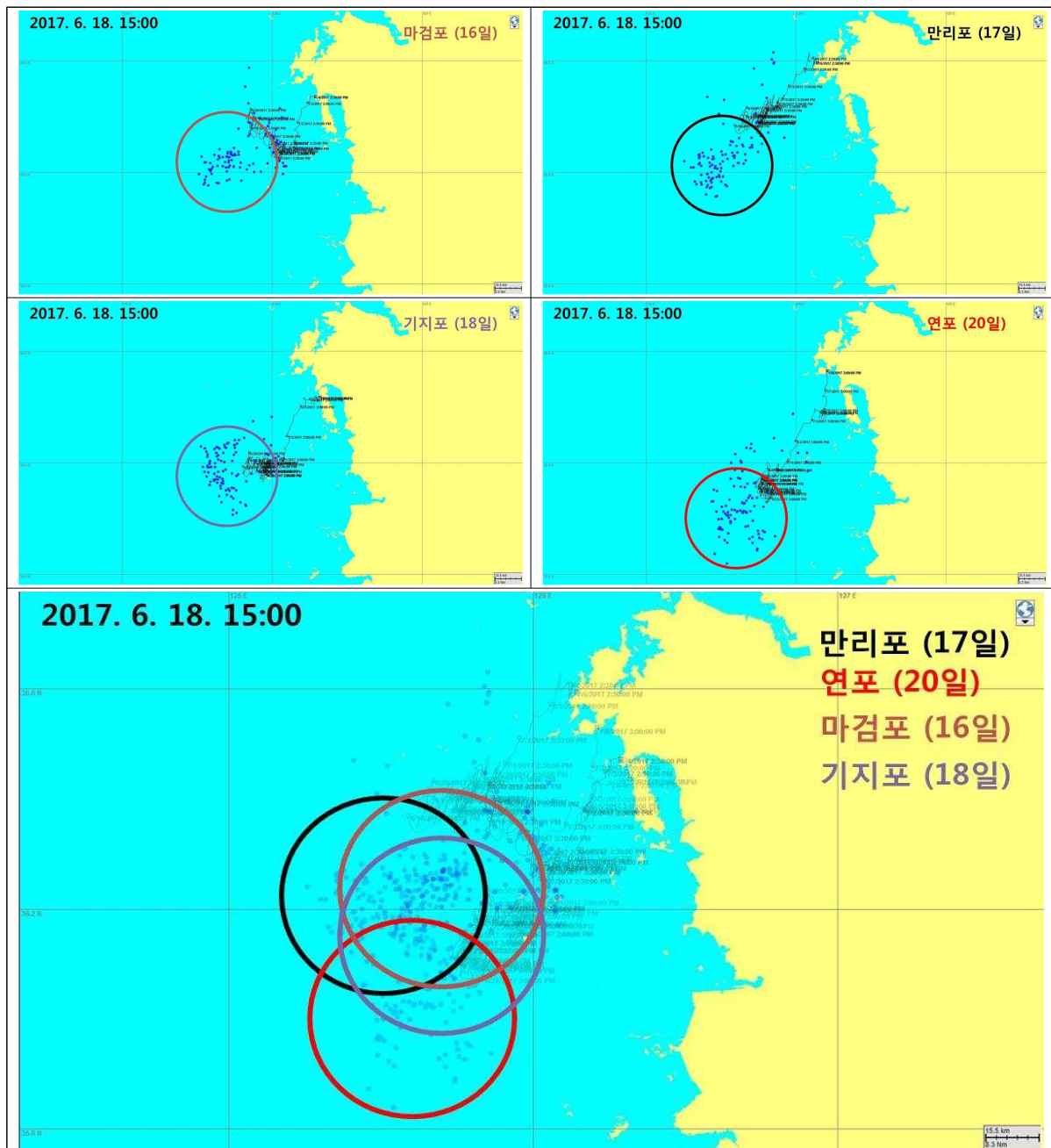


[그림 5-1] 연포 해수욕장으로부터 1개월 동안 입자 역추적 결과



[그림 5-2] 입자경로와 바람장 (7월 1일(좌), 7월 6일(우))

- 타르입자가 발견된 마검포, 만리포, 기지포, 연포 4개 해역으로부터 동시 역추적 결과는 아래 그림 5-3과 같이 나타났으며, 모의 결과 유류잔존물 발견 해안들로부터 약 100 km ~ 150 km 서남쪽으로 떨어진 지점에서 최초 유류오염사고 발생을 유추해볼 수 있음
- 그러나 이 해역 근처에서의 동 시기 대형 유류유출 사고 발생에 대한 기록은 보고되지 않았음



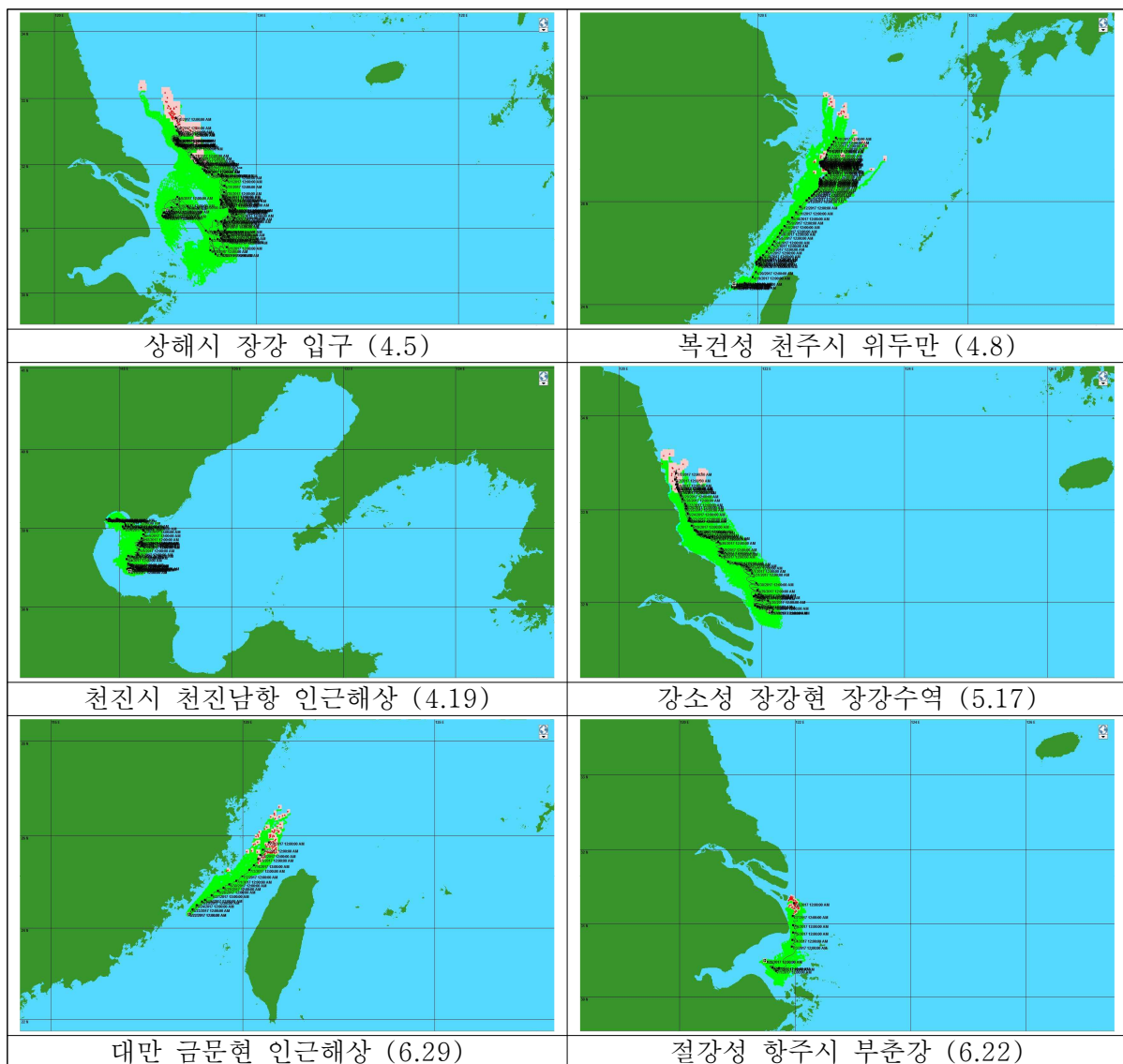
[그림 5-3] 마검포, 만리포, 기지포, 연포해변으로부터 타르볼 입자 역추적 결과
(타르볼 발견 시점부터 6월 18일 15시까지)

● 중국 기원 유류확산에 따른 타르입자 이동 예측

- 입력자료: WRF 해상풍 및 기압장, MOHID 유속장
- 유종 / 유출량 : 중질유(B-C), 10 kl (추정치)
- 실험방법 : 최근 3개월 내 중국 내 선박사고에 대한 유류확산 예측

● 모의 결과

- 중국 본토 기원 가정의 가능성을 파악하기 위해서 2017년 4월~6월 간 중국 연안에서 발생한 대형 선박사고에 대하여 유류유출 실험을 수행하였고, 그 결과는 아래의 그림 5-4와 같음



[그림 5-4] 상해시, 복건성, 천진시, 강소성, 대만 금문현, 절강성으로부터의 유류확산 예측

- 예측 결과 중국 및 대만 해역에서 발생한 유류유출 시나리오 상에서는 6가지 사고 모두 7월초에 우리나라 충청남도 해역까지 접근하지 않는 것으로 모의되었음
- 따라서 유류 입자의 발생원은 중국 등 영해 바깥측보다는 충청남도 해안으로부터 약 100 km ~ 150 km 이내에 있을 것으로 수치모의 결과 나타남

3. 원인 미상 사고 발생 가능성에 대한 고찰

- 타르볼의 해안가 발견은 어느 해역에서나 연중 발생하고 있는 특이하지 않은 일반현상 중의 하나인데, 사람의 해안가 활동에서 크게 드러나지 않을 수준이기 때문에 특정기간 대량발생이 보고되지 않는 한 특별한 이슈화되지 않는 현상임
- 그만큼 인간의 해상활동에 따른 해상으로의 유류유출이 어느 정도는 지속되고 있다고 볼 수 있으며, 해경에 신고 및 관리되지 않는 일부 중규모 어선의 크고 작은 사고가 원인이라고도 볼 수 있음
 - 어선이나 기타선박의 경우, 해양오염사고 신고 시 받을 수 있는 처벌이나 불이익을 염려하여 사고 발생에도 불구하고 신고하지 않고 예선하는 경우도 일부 있다고 보고됨
 - 이 경우에는 해양으로 유출된 유류 등 오염물질에 대한 관리 및 처리가 되지 않아 직접적인 환경적인 피해(타르볼 유입 등)가 장기간에 걸쳐서 발생할 수 있음
- 국내 선박 외에 외항 선박(대형 화물선)에 의한 유류유출 가능성 또는 중규모의 중국 어선 그룹의 불법 조업 시 발생하는 크고 작은 선박사고에 따른 유류유출 가능성 등이 있음
 - 불법 조업활동이므로 해상사고 발생에 따른 책임을 회피하기 위하여 오염물질 방제작업을 수행하지 않고 인근 선단의 도움을 받아 자국으로 돌아가는 경우, 환경피해는 우리나라 연안에서 발생할 수 있음
 - 외국 국적 어선에 대한 체계적인 관리를 해경에서 강화할 필요가 있음

06

향후 대응 방안 및 정책 제언

1. 타르볼 및 기름찌꺼기 제거 방안

- 해상 부유 타르의 수거는 주로 선박을 타고 해상에서 뜬채를 이용한 수작업을 시행하거나, 그물을 제작하여 저속으로 예인하는 방법이 사용됨(오정우 외, 2008)
 - 뜬채 수거법은 목표로 한 타르볼을 실질적으로 수거할 수 있는 장점이 있으나 기동력 및 많은 인력이 필요하므로 대량 수거에는 한계가 있음
 - 대량 수거를 위해서는 그물을 제작·활용하는 것이 효과적인데 그물은 고체성 고점도유를 모으는데 효과가 크고, 외해역에서 작업이 가능해 지역 어촌계 단위에서 어촌, 항포구를 중심으로 빠르고 쉽게 제작 및 방제작업을 수행할 수 있음
 - 운용 방법으로는 어선 2척을 이용하여 저속으로 이동하면서 쌍끌이 형태 작업으로 해상부유 타르볼이나 중층·저층에서 부유할 수 있는 타르볼을 포집할 수 있음
 - 그물의 그물코는 2mm 크기로 하며, 그물의 하단부에 적절한 간격으로 납봉을 부착하여 수면하로 잠길 수 있도록 제작하여 예인할 수 있도록 제작함
 - 그러나 유속이 빠른 경우, 타르볼이 그물코 사이에서 깨지면서 통과할 수 있어 주의가 요구됨
- 해안가 표착 타르의 방제 작업은 크게 그물 부착, 주워내기 등이 가능하며, 서해안의 경우 조류를 따라 유입되는 부유 해양쓰레기에 타르 등 기름찌꺼기가 많이 부착되어 들어오므로 이를 중점 모니터링하여 신속히 수거하는 방법이 효과적임
 - 그물 부착에 의한 타르볼 제거 방법은 긴 해안선을 보호하는데 효과적인데, 갯벌이나 자갈해안에 타르볼이 붙는 것을 방지하기 위해 차단막 형식으로 설치를 하게 됨
 - 주워내기 방식은 인력이 직접 투입되어 타르볼이 많은 곳을 선별적으로 작업할 수 있기 때문에

수거량 면에서 가장 효과적인 방법임(딱딱하게 굳은 생태일 경우 효과적)

- 그러나 기온이 뜨거운 여름철에는 타르볼이 해변가에 노출 될 경우 볼 형태를 유지하지 못하고 끈적이는 형태로 옆으로 퍼지게 되는데, 이 경우에는 주워내거나 쓸어내기 작업에 상당한 어려움이 있음
- 여름철에는 해수 중에서도 점도가 높은 끈적이는 상태로 움직이기 때문에 그물, 부유쓰레기 등에 많은 양이 부착되어 해변가로 밀려들어오게 되므로 부유성 해안쓰레기의 중점 모니터링을 통한 유류찌꺼기 유입여부에 대한 신속한 판단과 대응이 중요함

● 타르가 포함되어 수거된 물질들은 반드시 폐기물로 회수하여야 하며, 전량 폐기물 전용처리장을 이용해 소각 처리하도록 함

- 도서지역의 경우 선박을 이용하여 타르볼을 수거하고 전량 육지로 이송 후 폐기물로 처리

● 유류오염 방제는 그 대응방안이 사고의 원인 및 유종, 유출량, 기상상황, 해역의 지형 특성, 저질 환경 등 다양한 특성 요소에 의해 매우 상이할 수 있으므로 당시의 상황에 가장 적합한 방제방법을 선택하는 것이 중요함

● 유류오염 사고가 신고되어 인근 해역으로의 잔유물질 확산이 예상되는 경우에는 체계적인 대응이 가능하겠지만, 이번 2017년 하계 충남해역 기름찌꺼기 발생의 경우와 같이 원인 미상의 타르볼 다량 발생 가능성 역시 언제나 상존하므로 지속 예찰을 통한 초기 대응 시스템 구축이 필수적임

- 수거 등 대응책 마련 시, 해당 지역의 다양한 경제적 손실 발생 가능성에 대한 당사자 간의 지역갈등 요소가 내제되어 있으므로 선부른 언론 보도에 대한 주의가 요구됨
- 향후 유사 상황 재발 신고 접수 시, 금 번 사고에 잘 대처한 사례와 같이 충남도에서는 방제 대응 전문 민·관·산·학·연 네트워크 구축을 통하여 상황실을 즉시 구성하고 해경 및 시군과 공조를 통한 원인 분석 및 방제작업 진행에 주도적인 역할을 수행하도록 함

2. 주요 해변 상시 모니터링 계획 수립 제안

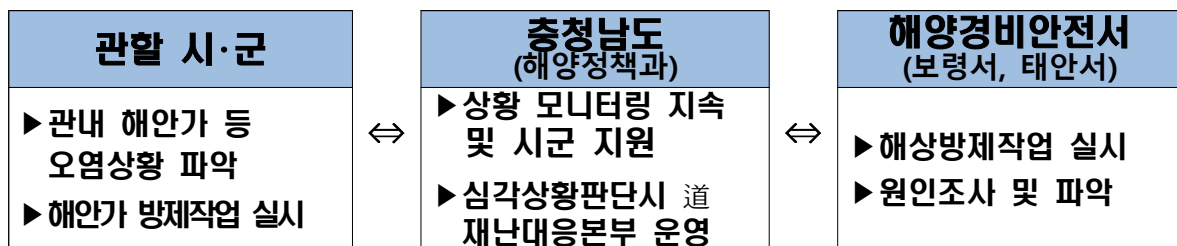
- 대규모의 유류유출 사고 시 지속적으로 잔류하고 있는 유분은 해양생태계를 구성하고 있는 많은 생물에 아치사(亞致死) 수준의 독성 영향을 끼치며, 만성적으로 노출된 생물군집은 시차를 두고 장기적으로 해양생태계 전반을 위협하게 됨
- 소규모 유류유출 사고나 기타 보고되지 않은 여러 원인 미상의 요인으로 인하여 주요 해변가로 오염잔존물(타르, 기름찌꺼기 등)이 유입될 가능성이 상존하고 있음
- 태안군, 홍성군, 보령시 등 주요 해역의 타르볼 유입은 새로운 것이 아니라 작은 규모로 비정기적으로 발견 보고되고 있는 사항임을 볼 때, 道 차원의 지속적이고 체계적인 예찰 모니터링 시스템의 수립을 통해 충분히 선제적 대응할 수 있음
- 도내 주요 해변의 타르 등 유류잔존물질은 하절기에 점성이 있는 상태에서는 주로 부유 해안가쓰레기에 부착되거나 묻어 들어오는 경우가 대부분이기 때문에, 해양쓰레기 수거·처리 시 집중 모니터링을 진행한다면 해양쓰레기 발생량과 성장·기원을 구분함과 동시에 유류잔존물에 대한 유입·발생량에 대한 변동을 신속히 파악할 수 있음
- 유류잔존물질을 모니터링하기 위한 별도의 사업계획을 수립보다는 道에서 추진 중인 「깨끗한 해양환경 만들기」 해양쓰레기 종합대책의 일환으로 진행 예정인 해안하구 등 해양쓰레기 발생원 모니터링 사업에 연계하여 추진할 것을 제안함(해양쓰레기 및 유류오염물질 유입 관리를 위한 모니터링 계획, 그림 6-1)
 - 유류잔존물(타르볼) 다빈도 발견 지역에 대한 조사 지점 및 조사 횟수 등을 조정하여 수행하도록 하며, 도내 모니터링 지점을 30개 이상(지정 해수욕장 대상, 국가 해양쓰레기 모니터링 지점과 별도)으로 월 1회 진행이 필요
 - 주요 해양쓰레기 모니터링 성상분류 항목에 유류잔존물 항목을 세부적으로 명시하여, 도내 해역별·시기별 유입량 특성에 대한 분석을 실시하고 장기 통계자료를 확보
 - 이를 통하여 유류잔존물 다빈도 및 상시 발생 지역의 경우, 체계적인 방제시스템 도입을 위한 국·도비나 시·군비의 지원을 추진할 수 있는 정책 제언의 근거자료로 활용



[그림 6-1] 해양쓰레기 및 유류오염물질 유입 관리를 위한 모니터링 계획 개요

3. 신속한 방제 대책상황실 운영을 통한 道 컨트롤타워 수립

- 향후 유사 상황 발생시, 충청남도는 긴급 대책상황실을 바로 운영하며 상황 종료시까지 오염원 유입 및 방제활동에 관한 상황을 총괄하고 현장 상황을 지속적으로 점검하도록 함
- 이를 통하여 관할 해역 방제작업을 실시하는 각 시군에 대한 상황 점검 및 지원과 해양경찰 해양경비안전서(보령서, 태안서)와 원인조사 및 사건파악에 공동 대응함



● 유류오염 사고 관련 비상연락체계 개선 건의

- 기존 오염사고 발생시 해경→오염 시·군으로 통보되던 체계를 시·군뿐만 아니라 도에도 통보토록 개선

● 연안 시·군 해안방제 자원 확충 건의

- 고속 방제선(해양오염관리선) 도내 추가 배치 필요, 대산항에 배치 추진
- 해양환경관리공단 보령 지사 추가 배치를 통한 충남 서남부 해역의 오염사고 방제세력 확보
- 현재 해양환경관리공단 군산 지사에서 해양오염사고 출동 시 골든타임 1시간 이내 도착 불가능

해양환경관리공단 군산지사 관할	해상		육상	
	거리(mile)	도착 소요시간	거리(km)	도착 소요시간
보령 천수만 해역	42	4시간	75	1시간 10분

- 고속 방제선 배치로 원거리 지역 해양오염사고 신속 대응(항행속도 20knot로 보령 및 천수만 해역 1시간 이내 도착 가능)

- 국립공원연구원. 2009a. 변산반도·다도해해상국립공원의 타르볼 오염 현황 조사. 국립공원관리공단.
- 국립공원연구원. 2009b. 태안해안국립공원 자연자원 정밀조사. 국립공원관리공단.
- 김웅서. 2012. 기름유출 사고, 해양생물에겐 어떤 영향을 미칠까?. KISTI의 과학향기 기사. <http://scentkisti.tistory.com/617>
- 김웅서. 2014. 멕시코 만의 유류유출 사고 후유증. 재미있는 바다이야기. 사이언스타임즈 기사. <http://blog.naver.com/scienceall1/220157220590>
- 오정우 외. 2008. HEBEI SPIRIT호 기름유출사고에 의한 서남해안 유입 타르볼의 방제. 해양환경안전학회 2008년도 춘계학술발표회 자료집. 121-124
- 정광용, 이승환. 2012. 허베이스피리트호 유류오염사고가 주변환경에 미치는 영향조사 및 분석. 디지털정책연구. 10(6): 205-211
- 충청남도. 2017. 일일 종합상황보고(7.13~7.17). 충청남도.
- 한국해양과학기술원 운용해양예보연구센터. 2017. 태안군 내 해수욕장 13개소 타르 발견에 따른 유류확산 역추적 모의 결과. 한국해양과학기술원
- 해양수산부, 2014. 여수 앞바다 송유관 파손 기름유출 사고보고 (2014.2.4.). 해양수산부.