

① 유출유가 해양생태계에 미치는 영향

검은 파도가 밀려온다

.. 피해 수십년, 완벽한 복원 미지수

글 | 김용서 _ 한국해양연구원 해양자원연구본부장 wskim@kordi.re.kr

지난 여름 하얀 파도가 밀려오던 만리포의 아름다운 백사장을 추억 속에 간직하고 있던 사람들은 검은 파도가 밀려오는 백사장을 보고는 아연실색했을 것이다. 검고 끈적끈적한 원유로 덮인 바닷물은 하얀 포말을 내면서 부서지는 파도를 만들기조차 힘든 듯 바닷가로 밀려왔다가는 간신히 되돌아가곤 했다. 바닷가 모래는 초콜릿을 부어놓은 듯 범벅이 되었고, 온몸에 시켜면 기름이 묻은 해양생물들은 죽음의 그림자를 드리우고 있었다.

1만2천547㎏ 원유 유출, 추자도까지 타르볼 남하

지난해 12월 7일 오전 7시 15분경 충남 태안 만리포 북서쪽 8.28 km 앞바다에서 홍콩 선적 유조선 허베이 스피리트호와 인천대교 공사현장에 투입되었던 해상크레인이 충돌하는 바람에 1만2천547㎏에 달하는 원유가 유출되는 사고가 일어났다. 해상크레인을 예인하던 선박의 연결 케이블이 끊어져 크레인선이 표류하다 유조선과 부딪쳐 유조선 기름 탱크에 3개의 구멍이 뚫린 것이다. 유출된 원유는 이를 뒤인 9일 오전에는 북쪽으로 가로림만 입구까지, 11일 오전에는 기름띠가 남쪽으로 안면도까지 퍼졌다. 시간이 흐르면서 유출된 기름에서 휘발성 물질이 날아가고 타르볼이 만들어졌다. 13일에는 타르볼이 안면도와 보령에서 발견되었고, 23일에는 전북 부안과 전남 영광, 30일에는 전남 신안 등에서도 발견되었다. 타르볼은 계속 남하하여 해를 넘기며 1월 2일에는 전남 진도와 해남, 그리고 추자도에서도 발견되었다. 이 사고로 어장 및 양식장, 해수욕장 등에 막대한 피해가 발생했고, 현재 피해가 정확히 파악되지는 않

았지만 기존 유류유출 사고의 예를 보면 해양생태계에도 엄청난 피해가 발생했으리라는 것은 불 보듯 뻔하다.

유조선 허베이 스피리트호 사고는 1995년 전남 여수 소리도(연도) 인근 해상에서 일어난 유조선 시프린스호의 악몽을 되살아나게 하였다. 시프린스호는 당시 태풍으로 암초에 부딪혀 소리도 덕포 해안에 좌초했었다. 우리나라에서는 그 동안 크고 작은 유조선 사고로 유류가 유출된 바 있다. 예를 들어 1993년 9월 27일 여수에서 제5금동호 사고 때 1천280톤, 95년 7월 23일 여수에서 시프린스호 사고 때 5천35톤, 같은 해 9월 21일 부산에서 제1유일호 사고로 2천232톤, 곧 이어 11월 17일 여수에서 호남사파이어호 사고로 1천800톤, 그리고 1997년 4월 3일 경남 통영에서 제3오성호 사고로 1천688톤이 유출되었다. 또 세계적인 대형 유류유출사고로 1967년 영국 해안에서 발생한 토레이 캐년호 사고, 1989년 알래스카에서 발생한 엑스 발데즈호 사고, 1999년 프랑스 해안에서 발생한 에리카호 사고, 2002년 스페인 해안에서 발생한 프레스티지호 사고를 들 수 있다. 엑스 발데즈호 사고 때는 총 4만2천톤의 원유가 흘러 나왔다. 엄청난 예산을 들여 방제작업을 했지만, 흘러나온 기름의 겨우 14%만이 회수되었다. 한번 었질러진 기름은 다시 주워 담기 힘든 법이다.

다환방향족 탄화수소 분해속도 느려 장기간 잔류

사고로 유출된 기름은 어떻게 될까? 물보다 가벼운 액체상태의 기름은 바다로 유출되면 해수면에 얇은 막을 만들며 퍼져나간다.

유막의 분산속도와 두께는 수온, 기상 및 해상 상태, 유출된 기름의 성질에 따라 결정된다. 가벼운 기름일수록 유막의 두께가 얇고 빨리 분산된다. 유출된 기름 중에 분자량이 적은 성분은 휘발하고, 수용성 성분은 해수에 녹으며, 섞이지 않는 성분은 유화되어 작은 방울 형태로 분산된다. 기름이 유화되는 속도는 파도나 난류에 따라 다르고, 이 유상액은 마치 초콜릿 무스처럼 보이며, 아주 끈적끈적해 해안으로 밀려오면 조간대 생태계에 큰 영향을 미치게 된다. 원유 성분 중에 무거운 부분은 기름이 1mm에서 10~20cm 정도 되는 타르볼을 형성한다. 현미경적인 크기의 유화된 기름방울은 표면적이 넓어서 미생물에 의해 분해가 쉽게 일어나지만 타르볼이나 무스는 상대적으로 느리게 분해된다.

탄화수소의 혼합물인 원유 성분은 박테리아, 효모, 곰팡이와 같

은 미생물에 의해 분해된다. 직선형, 가지형의 탄화수소는 비교적 빨리 분해되고 고리형 탄화수소는 느리게, 분자량이 큰 타르는 아주 느리게 분해된다. 기름 중 탄소수가 적은 지방족 탄화수소나 방향족 탄화수소는 미생물에 의해 수개월 내 분해가 가능하지만, 분자량이 크고 구조가 복잡한 탄화수소는 분해가 늦거나 미생물에 의해 분해되지 않는 것도 많다. 다환방향족 탄화수소(PAH)는 발암물질로 알려져 있으며, 고리가 3개 이상인 것은 자연 상태 하에서 미생물에 의한 분해속도가 아주 느려 오랫동안 잔류한다. 그러나 미생물 대신 오염물질에 대한 내성이 강한 것으로 알려진 갯지렁이 종류나 연체동물들이 다환방향족 탄화수소를 분해한다는 것이 밝혀진 바 있다.

유조선 사고를 비롯해 여러 가지 원인으로 인해 바다로 유출된



만리포 해안의 유출유(사진 유옥환)

기름은 해양생태계에 크고 작은 영향을 미친다. 유류 유출 사고는 상황에 따라 수일부터 길게는 수십 년 동안 생태계에 영향을 미치기도 하며, 유출량이 적더라도 시기와 장소에 따라 생태계에 큰 영향을 미칠 수 있다. 원유와 정제된 기름의 수용성 성분 중에는 해양 생물에게 해를 미치는 각종 유독물질이 포함되어 있다. 향기로운 냄새가 나는 방향족 탄화수소는 지방족 탄화수소보다 독성이 강하다. 벤젠이나 톨루엔 등 저분자 방향족 탄화수소는 물에 잘 녹으며 세포막을 파괴하고 효소나 구조단백질에 영향을 미친다. 지방족 탄화수소는 마취효과가 있는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 무거운 타르보다는 분자량이 적은 화합물이 독성이 강하다. 분자량이 아주 적은 것은 공기 중으로 빨리 휘발해 버리므로 해양생물에게는 사고 초기에 단기적인 영향을 미친다. 그러나 타르볼 형태로 된 기름은 덩어리 형태로 분해되지 않고 남아 장기적인 영향을 미친다.

갯벌에 스며든 기름, 만성적인 피해 유발

유출된 기름이 해양생물에 미치는 영향은 사고 당시 직접적인 피해와 사고 후 오랜 시간이 경과한 후에 나타나는 장기적인 피해로 구분할 수 있다. 직접적인 피해는 다시 기름의 물리적인 특성에 의한 피해와 화학적 성분에 의한 피해로 나눌 수 있다. 물리적인 피해는 원유나 병커유 등 점성이 큰 기름에 접촉하여 질식사하거나 체온이 떨어져 사망하는 경우를 말한다. 향온동물인 바닷새는 갯벌에 기름이 묻으면 방수성과 보온성을 상실해 체온이 급격히 떨어져 죽게 된다. 1990년에서 1991년에 걸쳐 일어난 걸프전쟁 당시 이라크의 해안 석유시설의 파괴로 약 6천700만 톤의 원유가 흘러나와 인근에 살던 바닷새 2만~5만 마리가 체온저하로 사망하였다. 한편 바다 표면에 유막을 형성하면 대기에서 해양으로 녹아들어가는 산소의 양이 줄어들기도 한다. 화학적인 피해는 기름에 포함된 방향



만리포 해안에 밀려온 유출유 (사진 만원기)

죽 탄화수소 등의 독성에 의해 사망하는 경우이다. 이런 독성물질은 휘발성이 있으므로, 유출사고가 난 직후 며칠 동안 생태계에 미치는 영향이 가장 크다. 1977년 스웨덴 해역에서 일어난 유조선 테시스호 사고로 유출된 기름의 독성 성분 때문에 동물플랑크톤이 약 5일 동안 급격히 감소한 바 있다. 또한 1978년 아모코 카디즈호 사고로 유출된 기름의 독성 성분으로 인해 영국 해안의 플랑크톤 군집이 감소하였다가 2~3주 지난 후에야 회복되었다는 보고도 있다. 그밖에 기름에 오염된 수산식품에서 기름 냄새가 나서 상품가치가 떨어지는 것 등이 직접적인 피해에 속한다. 장기적인 피해는 엑스 발데즈호 사고의 경우처럼 수십 년 동안 일어날 수 있다. 특히 갯벌에 스며든 기름은 오랫동안 남아있으면서 표면으로 천천히 나와서 만성적인 피해를 유발한다.

유출 유류는 생물 종류에 따라 미치는 영향이 다르다. 유류를 이



기름에 뒤덮인 따개비와 총알고둥 (사진 민원기)

용하는 박테리아는 숫자가 늘어나게 된다. 플랑크톤(부유생물)들은 유류 유출사고 초기에 유류의 독성 성분으로 인한 피해가 크지만, 군집이 금세 회복될 수 있다. 어류와 같이 유영능력이 있는 생물들은 사고 해역을 벗어나 다른 곳으로 이동할 수 있어 피해가 적을 수 있다. 그렇지만 운동성이 적거나 바다에 붙어사는 저서생물의 경우 유영생물이나 부유생물보다는 유류 유출에 의한 피해가 크다. 조간대에 사는 저서생물의 경우 유류 자체의 독성 때문에 사망하기도 하며, 유막 형성으로 질식사하기도 한다. 이외에도 유류 섭취로 인한 생리적인 장애가 유발될 수 있다.

유출된 원유는 생물들에 의해 분해되므로 오랜 시간이 흐르면 훼손된 생태계는 회복될 수 있다. 그러나 기름 유출사고 후 생태계가 복원되었는지 판단하기는 쉽지 않다. 그 예로 엑스 발데즈호 사고가 난지 벌써 거의 20년이 흘렀지만 아직도 생태계가 복원되었는가에 대해서는 논란이 많다. 대체로 생태계의 변화가 자연적인 변화 범위 내에 있다면 복원되었다고 한다. 즉 사고 이전에 자연적으로 생태계가 변화했던 것과 변화 폭이 다르지 않다면 생태계가 회복되었다고 말할 수 있다. 그러나 사고 이전에 그 지역의 생태계 조사 자료가 없다면 훼손된 생태계의 회복 정도를 판단하기 어렵다. 시프린스호 사고 경우에도 사고 전 소리도 인근 생태계 조사 자료가 없어 어려움을 많이 겪었다. 다행히 이번 사고로 피해를 본 태안 해역은 기존에 조사한 자료들이 많아 생태계 복원 정도를 모니터링하고 판단하는 것이 용이할 듯하다.

인간의 순간적인 실수로 일어난 유조선 사고는 해양생태계에 장기간 돌이킬 수 없는 상처를 남긴다. 현재까지 대부분의 유류유출 사고는 불가항력적인 상황에서 발생하기보다는 안전에 대한 불감증에서 발생한 인재이다. 해상 유류유출 사고는 이번 태안 사고에서도 보았듯이 피해 범위나 피해 정도가 엄청나고 유출유를 처리하는데 손이 많이 간다. ‘유류가 옆질러졌다고 울어봐야 소용없다’라는 서양 속담이 있다. 옆질러지면 속수무책이다. 옆지르기 전에 조심하는 수밖에 없다. ㉓



글쓴이는 서울대 및 동대학원 졸업 후 미국 뉴욕주립대학교에서 이학박사 학위를 받았다. 현재 국제해저기구(SA) 법률기술위원, 한국해양학회 편집위원 등을 겸임하고 있다.