

## 우리나라 주변해역의 오염현황과 오염원

이 동 수

연세대학교 이과대학 화학과

### Marine Pollution in Korean Seas: An Emerging Environmental Issue

Lee Dong Soo

Dept. of Chemistry, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

황해, 동해, 동지나해로 구성된 한국주변해역의 해양오염가능성을 검토하였다. 1988년까지 보고된 오염자료는 극히 제한되어 있어서 오염실태를 파악하는 것은 불가능 하였다. 그러나 오염원이나 오염물 배출량에 대한 자료는 상당량 보고되어 있어서 이를 토대로 오염가능성을 평가하는 것은 가능하였다. 이 해역에 가장 문제시 될 것으로 보이는 오염물로는 발전소 관련 오염물인 폐열과 방사능물질, 해양투기와 육상에서 유입되는 유기오염물, 그리고 선박사고에 의한 유출유를 들 수 있다.

Attempt was made to identify potential pollutants in Korean Seas and to assess their environmental qualities. Existing pollution data for these Seas so scarce that environmental quality assessment was not possible. However, numerous potential pollutants were identified. Among them, heat and radioactivity from electric power plants, organic wastes from ocean dumping and land based sources, and accidentally spilled oils are suspected to be of most concern.

#### 서 론

동해, 황해, 남해로 구성된 우리나라 연안해역은 오랫동안 수산자원, 광물자원, 교통, 오락등 수많은 귀한 자원을 제공해 왔다. 그러나 이 자원들은 최근 빠른 속도로 진행되는 해양오염으로부터 크게 위협 받고 있다. 우리나라는 물론 인접국인 일본, 중국, 대만의 급속한 산업화와 상대적으로 경시된 환경보호정책 때문에 많은 오염물질들이 발생되었고 또 이중 상당량이 해양으로 유입되었다. 현재 우리나라와 인접국은 세계석탄의 약 20%를 소모하고 있다. 세계적으로 바다로 수송되는 원유의 20%가 동지나해를 포함한 우리 주변해역을 통과하고 있다. 그리고 7억이라는 많은 인구가 우리근해의 유역에 살고 있다. 최근들어 인구가 근해도시로 밀집하여 상대적으로 해양오염을 가중시키고 있다. 한마디로 우

리해역은 오염의 위협을 크게 받고 있다.

그러나 제한된 연안을 제외하곤 또 제한된 오염물을 제외하곤 우리 해역에 대한 오염자료는 극히 제한되어 있어서 해양환경의 질에 관한 일반적인 평가는 거의 불가능 하였다. 반면 오염원과 오염부하량에 관한 자료는 비교적 풍부하다 따라서 여기서는 우리나라는 물론 우리해역에 영향을 줄 수 있는 중국, 일본, 대만 등 인접국의 오염원 자료를 수집, 분석하여 우리해역의 오염 가능성을 평가한다.

#### 열 및 핵 발전소

동아시아 국가들은 산업과 공업이 급속도로 발전하고 있는데 반해 중국을 제외하고는 에너지 자원은 극히 적어서 1973년 첫 오일쇼크 이후 주요 에너지원으로 석유에서 원자력으로 옮겨왔다. 1986년

중국을 제외한 동북아시아 국가들은 원자력 발전소 49기를 가동하고 있고 16기를 건설하고 있는데 이것은 숫자로 세계 원자력의 13%에 해당되는 많은 량이다. 특히 단위면적당 원자력 발전량은 매우 많은데, 이 지역의 단위면적당 원자력 발전량은 71,000 KW/Km<sup>3</sup>로 유럽과는 같고 미국보다는 8배 높다<sup>1</sup>.

핵발전소외에도 연구용 원자로, 핵재처리 공장 등 다른 핵시설이 많이 있다. 이 지역에 35기 실험원자로가 있는데, 일본에 18기, 중국에 7, 대만에 6, 한국에 3, 북한에 1기가 있다<sup>2</sup>. 1976년부터 가동되고 있는 일본 도카이에 있는 핵재처리 시설은 아시아 지역에 있는 유일한 것이다. 그러나 이 시설의 핵재처리용량은 년 250톤으로 수요에 턱없이 모자라기 때문에 일본에서 사용된 연료의 2/3는 영국이나 프랑스에 보내어져 재처리 되고 있다<sup>3</sup>. 재처리 능력을 확대하기 위하여 아모리현 시모까따반도에 년 800톤 용량의 새로운 처리시설이 건설중에 있다<sup>4</sup>.

이 모든 핵시설들은 열오염과 핵폐기물 처분문제를 야기시킨다. 핵 발전소에서 해양으로 유입되는 오염물로는 열과 방사능물질이 있다. 소량의 방사능물질은 발전소의 정상가동 중에서도 나온다. 그리고 사고에 의해서도 핵물질의 배출되는데 이것이 더욱 문제가 된다. 사고에 의한 유출은 짧은 시간에 많은 량이 배출될 수 있기 때문이다. 그러나 어떤 형태이든 방사능물질의 배출은 문제가 된다. 왜냐하면 반감기가 길고 또 생물체에 쉽게 흡수될 수 있는 물질은 해양생물에 고농도로 농축되어 인간의 건강까지 위협할 수 있기 때문이다.

사고에 의한 방사능물질의 대량배출은 이지역에서는 아직까지는 일어나지 않았다. 그리고 해양환경방사능에 대한 감시도 핵시설주변을 중심으로 계속되어 왔으나 아직까지 대중의 관심을 끌 정도의 중대오염은 감지되지 않았다. 반감기가 긴 방사능물질인 Sr-90은 1950년부터 동지나 해수에 대하여 관측되어 왔는데 현재의 농도는 미국연안해수와 같고 북해나 아이리해보다는 수배 낮다. 최대의 농도가 관측된 것은 1950년대초로 이때에 빈번했던 핵실험에 그 원인이 있는 것 같다<sup>5</sup>.

해수가 발전소의 냉각수로 많이 이용될 경우 해수의 온도상승 때문에 주변의 생태계가 영향을 받게 된다. 이와같은 변화는 인간에 유익할 수도 있다. 온도가 높아진 해역은 고온어종 양식 율동장으로

이용할 수 있다. 우리나라에는 생산값이 높고 또 율동기간이 비교적 짧기 때문에 양식을 많이 하는 곳이다.

우리주변해역에서 폐열이나 방사능에 의해 해양생태계가 변화되거나 파괴된 경우는 아직까지 보고된 바 없다.

## 유기물 오염

인간활동과 산업활동에서 나오는 유기폐기물은 우리나라 해역에서 가장 문제가 되는 오염물로 판단된다. 우리 근해는 인구밀도가 매우 높고 산업활동도 빠른 속도로 증가하고 있기 때문에 유기 폐기물이 대량 생성되고 있다.

유기물은 해수에 들어오는 즉시 산화되어 용존산소의 농도를 낮추어 해양생물에 악영향을 줄 수 있다. 그리고 유기물 그 자체가 암모니아, 인산이온, 아질산 이온등 분해물질들은 자정능력이 적은 해역에 축적되기도 한다. 그럴 경우 적조가 발생하여 양식장이나 어장에 큰 피해를 받을 수 있다. 도시하수에서 나오는 유기물은 때로는 박테리아, 바이러스, 전염성 세균 등을 포함하고 있어 질병을 퍼트리기도 한다. 질병은 주로 조개류에 의해 전염되는데 이는 현재 우리나라에서 중요한 공해문제에 속한다.

우리가 속한 동북아시아지역에는 1984년도 현재 인구 일백만이 넘는 도시가 27개나 있다<sup>6</sup>. 이 도시들은 대부분 바닷가나 강가에 위치해서 많은 폐기물을 바다로 배출하고 있다. 그리고 연안의 인구밀도도 매우 높아서 연안의 절반이상이 km<sup>3</sup>당 200명을 넘는다. 그리고 상당부분은 밀도가 600명을 넘는다. 동지나해를 포함한 우리주변 해역으로 흐르는 강과 하천유역의 총 인구는 세계인구의 15%에 달하는 7억이나 되는데 이것은 발틱해나 북해의 약 10배에 해당하는 수치이다. 이 인구의 약 80%가 200마일 내의 연안에 분포하고 있는데 그중에서도 황해연안의 밀도가 유별히 높다. 높은 인구외에도 빠른 속도로 진행되는 주변국들의 공업화에서도 유기오염물이 상당히 배출된다. 상대적으로 환경을 경시하고 경제성장에 중점을 두는 정책이 사태를 더욱 악화시키고 있다.

황해와 동지나해로 유입되는 COD는 연간 칠백

탄소를 상회하는데 이는 발틱해나 북해로의 유입량의 다섯배에 해당하는 많은 양이다<sup>6</sup>. 특히 황해는 유기물의 유입량도 엄청나고 해황도 좋지 않아서 크게 우려되는 곳이다. 황해는 수심이 얇고 육지로 둘러싸여 있기 때문에 물의 순환이 제한된 곳이다. 다행히 물의 수직혼합은 활발하여 매년 한번씩 혼합이 일어난다. 그리고 입구가 막혀있지 않아서 대양과의 혼합도 비교적 원활하다.

우리나라 주변해역은 발틱해와 같은 산소가 완전히 소멸되어 저서수산업이 피해 입는 일은 아직까지는 일어나지 않고 있다. 그러나 만과 같은 작은 폐쇄해역은 산소의 고갈이 일어나는 곳이 있다. 대표적인 곳이 마산만인데, 일본의 벳푸만 만큼 심각하지는 않으나 바닥에서의 무산소 상태는 상당히 진행된 것으로 보인다. 아직까지 유화수소가 발생하는 것은 관찰되는 않았으나 최근에 망간의 이동은 많이 일어나는 것이 관찰된 바 있다<sup>7</sup>. 반면 1980년 조사에서는 망간의 이동이 관찰되지 않았던 사실로 미루어 무산소 상태는 그 이후에 진행된 것으로 추정된다. 한편 황해의 반대편인 중국쪽 연안에서는 아직까지 무산소상태가 보고되지 않고 있다. 아마도 해안선이 복잡하지 않고 수심이 얇는데 그 원인이 있는 것 같다.

동해, 남해, 황해중 유기물오염이 가장 우려되는 곳은 황해이다. 이미 지적인 바와 같이 유기물의 유입도 많고 자정능력도 작기 때문이다. 해양연구소에서 1980년부터 관측한 동쪽 황해의 용존산소를 보면 약 4.5 ml/l의 최소값이 여름과 초가을에 나타난다. 이 값은 약 60% 포화도로 크게 우려할 정도로 낮은 값은 아니다. 그러나 서쪽황해는 사정이 약간 다르다. 양자강하구의 저층수의 산소농도가 2 ml/l 까지 낮은 값이 최근에 보고 되었다<sup>8</sup>. 산소의 농도가 시간적으로 어떻게 변해왔는지는 축적된 자료가 불충분하여 현재로서는 평가가 불가능하다.

처리않된 하수를 방류할 경우 세균에 의한 해양 오염 문제도 발생할 수 있다. 세균이 양식장으로 유입되어 세균에 오염된 해산물을 섭취할 경우 건강이 위협 받을 수 있다. 일례로 1987년 구정때 중국 상해 해안주민들에 퍼진 간염발생사고를 들 수 있다<sup>9</sup>. 전염이 급속도로 퍼져서 20일간에 수많은 사람들이 전염된 바 있다. 원인은 나중에 오염된 폐류에 있었던 것으로 밝혀졌다. 유사한 사고가 1989년에

홍콩에서도 발생된 바 있다.

우리 주변해역의 유기물 오염은 적어도 앞으로 수년간은 악화될 것으로 예상된다. 우리나라와 중국은 하수처리시설을 현재 많이 설치하고는 있으나 오염부하량이 감소하여 환경이 좋아지는데는 아직도 시간이 걸릴 것으로 판단된다. 따라서 앞으로 당분간은 처리않된 하수에 의한 황해의 오염은 계속될 전망이다. 이미 유입된 유기물은 바닥에 침적하여 수년동안 영향을 미칠수 있다. 특히 황해의 경우는 부유입자가 많아서 해수중 유기물은 바닥으로 빠른 속도로 가라 앉을 것이다. 따라서 우리주변, 특히 황해의 유기물 오염현황을 파악하고 향후 추세를 예측하는 하는 것은 매우 중요한 과제가 아닐 수 없다. 특히 뒤에서 별도로 언급하겠지만 많은 유기성 폐기물을 황해에 투기하는 것과 관련하여 황해의 무산소화와 부영양화는 장기적인 문제로 대두될 가능성이 매우 높다.

## 유류오염

유류도 우리해역을 위협하는 또다른 주요 오염물로 간주된다. 유입량도 증가일로에 있고 해황도 유류오염에 매우 민감한 특성을 가지고 있기 때문이다.

우리해역은 페르시아만에서 싱가포르와 말라카 해협을 통과하여 우리나라와 일본으로 가는 많은 유조선이 통과하는 주요 경로이다. 1985년에 우리나라, 일본, 대만이 수입한 원유량은 2억톤을 상회하는데 이는 세계 원유의 해상물동량의 23%에 달한다<sup>10</sup>. 아직도 물동량의 규모는 작으나 중국 발해만에서 일본과 우리나라로 가는 유조선 경로도 새로 생겼다. 그리고 중국과 인접국(한국, 일본, 대만)간의 무역이 최근들어 활발해짐에 따라 해상물동량도 빠른 속도로 증가하고 있다.

자연적으로나 인위적으로 우리 근해에 유입하는 유류의 부하량에 관한 자료는 거의 없다. 중국연안에서 도시하수나 공장폐수와 함께 동아시아 해로 들어오는량은 년 115,000톤으로 추정된 바 있는데, 이같이 높은 값은 중국폐수의 대부분이 처리않된 상태로 배출됨을 감안할 때 이해가 될수도 있으나 측정오차 때문에 지나치게 높게 추정되었을 가능성도 배제할 수 없다.

우리주변해역에 대한 유류의 오염도는 주변국과

국제기구에서 관측되어 왔다. 우리나라의 경우 관측의 대부분이 내해와 연안에 관한 것들이다. 유류의 농도가 높게 나타나는 곳은 역시 해상물동량이 많은, 특히 유조선이 많이 다니는 부산, 울산, 인천, 여수 연안이다. 황해의 반대편에 있는 발해만도 유류오염이 심한 곳으로 알려져 있다. 상기의 오염해역들에는 양식과 같은 수산업활동이 많지 않은 관계로 문제가 상대적으로 크지가 않다. 한편 사고에 의한 유출유는 우리해안을 크게 위협하고 있다. 황해의 경우 조석에 의한 물의 혼합이 심하고 해류도 빠르므로 유출유는 빠른속도로 넓게 퍼진다. 황해가 기름유출사고에 얼마나 민감한가는 1987년에 발생한 보호호 기름유출사고에서 볼수 있다. 인천항에서 40마일 떨어진 해상에 병커유 80톤밖에 흘리지 않았는데 이 기름이 빠른속도로 퍼져 40Km에 달하는 해안을 오염시켜 50억원을 상회하는 큰 피해를 발생시켰다.

### 해양투기

우리나라를 위시한 동북아시아 국가들은 지난 30년간 급속한 공업화와 도시화를 추진한 관계로 폐기물의 량도 비례적으로 증가하여 이들 국가의 주요 환경문제로 대두되었다. 폐기물의 육상매립은 인구 밀도가 낮은 곳에서 적절하다. 얼마전까지도 경비를 절약하기 위하여 폐기물을 강이나 연해에 직접 투기하였다. 그러나 이 결과 심각한 강과 연안오염을 초래하여 어떤 곳들은 생물이 멸종된 곳도 생겨났다. 폐기물 처분문제가 일찌기 발생한 일본은 오래전부터 해양투기를 해오고 있고 우리나라, 대만, 중국도 해양투기를 시작하였다. 날로 증가하는 폐기물의 량과 비싼 땅값 때문에 해양투기는 우리나라는 물론 이웃나라에서도 가장 매력적인 폐기물 처분방법이기 때문이다. 1986년말 중국은 동지나해에 두곳과 황해에 한곳 등 모두 세곳을 해양투기 후보지로 선정하고, 대련에 있는 해양환경연구소가 타당성 조사를 마쳤다<sup>8)</sup>. 따라서 중국의 해양투기활동도 곧 시작될 전망이다.

이미 지적인 바와같이 일본은 오래전부터 해양투기를 하고 있는데 투기하는 폐기물의 종류와 량에 관한 자세한 정보는 아직 알려지지 않고 있다. 우리나라도 몇해전부터 상대적으로 영향을 적게 미칠

것으로 예상되는 유기성 폐기물을 황해와 동해에 투기하기 시작하였다. 투기물의 량에 대해서는 확실치 않다. 그리고 투기로 인한 환경변화를 우려하여 감시활동을 의무화하고는 있으나 투기업자가 영세하고 관리에도 어려움이 많아 영향평가가 제대로 수행되지 못하고 있는 것 같다. 특히 이 목적의 환경감시에 저층수와 퇴적물에 대한 용존산소와 유기물함량에 대한 감시가 매우 중요한데 이것이 이루어지지 않고 있다.

### 결 론

우리나라 주변해역에 대한 환경질의 평가는 오염자료가 극히 제한되어 있는 관계로 불가능하였다. 그러나 오염가능성이 높은 오염물질이 여러가지가 있다는 것을 오염원과 오염부하량 자료로부터 유추할 수 있었다. 그 중에서도 부하량이 발틱해나 북해에 비해 월등히 높은 유기물, 탄화수소(유류), 페열과 방사능 물질 등의 오염가능성이 매우 높을 것으로 평가되었다.

우리 근해의 자연조건은 해역에 따라 큰 차이를 보인다. 동해나 남해는 비교적 큰 자정능력을 가진데 반해 황해는 오염에 매우 민감하다. 특히 최근들어 사회주의 국가와의 교역량증가로 해상교통이 크게 증가하고 있는데 이로인한 해양유류오염 사고의 발생가능성도 비례적으로 높아지고 있다. 다른 오염물과는 달리 사고로 인한 유류오염에 대해서는 동, 남, 황해 모두 매우 민감하다. 유출유의 영향은 주로 바람과 해류의 지배를 받는데 세해역 모두 표층해류의 움직임이 빠르기 때문이다. 더군다나 유류오염사고가 세해역 중 어디서 발생하던 인접국가에 영향을 줄 수 있고 국제간의 이해도 관련되기 때문에 이에 대한 국가적, 국제적 대비책을 강구하는 것이 시급한 것으로 보인다.

우리나라는 하·폐수처리시설의 확대, 해양오염방지법의 강화 및 엄격한 적용, 감시활동의 강화 등 여러가지 오염방지에 노력과 투자를 확대해 오고 있으나 이에 대한 해양의 감응이 느리고 또 주변 국가의 노력은 이에 미치지 못하는 관계로 우리 주변해역의 환경질이 개선되는 데에는 아직도 상당한 시일이 걸릴것으로 전망된다.

## 참고문헌

1. International Atomic Energy Association (IAEA), IAEA bulletin **31**(1): 56-57 (1989).
2. IAEA, IAEA Bulletin **30**(4): 52-53 (1988).
3. Ishihara, T., "Radioactive Waste Disposal", *Oceanus* **30**(1): 61-65 (1987).
4. Valencia, M.J., International Conference on the Yellow Sea, Environment and Policy Institute Occasional Paper No.3 (East-West Center), 71-74 (1987).
5. Li, P. Y., Yu, and Y. Yi, *Transactions of Oceanology and Limnology*, 17-22 (1982).
6. Lee, D. S. and M. J. Valencia, *Atlas for Marine Policy in East Asian Seas*, ed. by Morgan and Valencia, 125-136 (Pollution), Univ. California Press (1992).
7. 해양연구소, 연안환경 보전기술 개발연구(과학기술서보고서 BSPG00057-184-4), p292, (1988).
8. Valencia, M.J., International Conference on the Yellow Sea, Environment and Policy Institute Occasional Paper No.3 (East-West Center), 19-21 (1987).
9. *Marine Pollution Bulletin* **19**(5), 194 (1988).
10. U.S. Energy Information Administration, *Annual Energy Review*, 1987.