

# 연안오염현황과 보전대책

국립수산진흥원

환경과장 김봉안

## 목 차

- 1. 서 언
- 2. 수질오염물
- 3. 수질오염이 수산물에 미치는 영향
- 4. 우리나라 연안해수의 오염현황
- 5. 적조발생 현황
- 6. 연안어장 보전대책

## 1. 서 언

우리 인간이 살고 있는 지구는 태양계에서 유일하게 물(水)을 가지고 있는 별이라고 한다. 생명은 바다로부터 비롯되었으며, 생물의 진화·성장 및 번식도 바다에 의해서 크게 좌우되고, 그래서 바다는 지구의 생명 유지장치라고도 한다.

바다는 또한 지구의 거대한 열 저장소로서 지구의 기후를 조절하고 있을 뿐만 아니라 운송 및 교통의 수단으로서도 커다란 역할을 하고 있다. 따라서 고대문명은 모두 큰강 하구나 바다주변에서 발달하였고, 현대에 있어서도 많은 주요도시가 강 하구나 바닷가에 인접해서 발달되고 있다. 또한 바다는 고대 수렵시대부터 현대에 이르기까지 우리 인간에게 많은 식량을 공급해 왔다. 그리고 문물의 발달과 인구의 증가에 따라 점차 더 많은 동물성 단백질을 공급할 것이다. '83년 FAO 통계에 의하면 전세계의 수산물 총생산량은 76,471천톤(%)에 달하고 있으며 앞으로도 남극새우(Krill) 등 미이용자원을 개발하고 양식과 재배어업을 잘 개발하면 지금의 두배 이상을 생산할 수 있다고 한다. 이 뿐만 아니라 바닷물

에는 지구상의 모든 물질이 무진장하게 용해되어 있어 인간이 이용하기를 기다리고 있는 것이다.

그런데 이와 같이 우리 인간생활과 밀접한 관계가 있는 바다가 오염되어 병들어가고 있다. 바다를 오염시키는 원인은 육지로부터 흘러 들어간 각종 산업폐수와 폐기물, 일상생활에서 발생하는 생활하수와 쓰레기 등과 농업용으로 사용된 농약 및 화학비료 등이 있고, 해상에서는 선박의 해난 사고에 의한 유류오염 및 과일 양식에 의한 자가 오염 등을 들 수 있다. 우리나라도 5차에 걸친 경제개발계획으로 공업화가 촉진되므로 각종 공단이 건설되고, 인구의 증가와 도시집중으로 산업폐수와 생활하수가 바다에 대량 유입되어 연안어장의 오염이 가속화되고 있다. 이로 인하여 연안해역은 부영양화되었고, 근래에 와서는 적조가 발생하여 수산물피해가 발생하고 있다.

## 2. 수질오염원

수질오염원은 전술한 바와 같이 일상생활에서 배출되는 생활하수와 공장·사업장 등에서 배출되는 산업폐수, 천해 및 간척지 매립공사로 인한 부유토(浮游土), 농축산폐수 및 유류 유출 등이다.

### 가. 생활하수

'83년 환경청에서 조사한 바에 의하면 전국의 생활하수 배출량은 하루에 7,433천톤이다. 이를 수계별로 보면 한강수계가 2,580천톤으로 전국의 34.7%로 가장 많고, 다음이 낙동강수계

1,360 천톤(18.3%), 금강수계 536 천톤(7.2%)  
 영산강수계 274 천톤(3.7%), 만경강 60 천톤  
 (0.8%), 섬진강 173 천톤(2.3%) 그리고 기타  
 가 2,450 천톤(33.0%)이다. 생활하수의 배출원  
 은 생활계의 일반가정, 공중시설이 주가 되며 산  
 업계의 공장, 사업장에서도 배출된다.

**나. 산업폐수**

각종 공산품의 생산 등 산업활동의 결과 생성  
 되는 폐수는 생활하수와는 달리 높은 농도이며,  
 중금속 등 유독성 물질을 많이 함유하고 있다. '84  
 년말 현재 전국의 산업폐수 배출량은 하루 6,422  
 천톤으로 '80년비 42.3%가 증가되었다. 이를  
 수계별로 보면 동해가 1,951 천톤으로 전체의 약  
 70%를 차지하여 가장 많고, 다음이 한강 240  
 천톤(8.6%), 낙동강 208 천톤(7.4%), 남해  
 133 천톤(4.8%) 등 순이다. 동해에 방출된 폐  
 수가 많은 것은 포항제철과 삼척 및 영동 화력발  
 전소의 배수가 많기 때문이다.

**다. 농축산폐수**

축산폐수는 그 발생량이 많지 않으나, 높은 농  
 도의 유기물질을 함유하고 있기 때문에 수질오염  
 부하량이 매우 높아 일정규정 이상의 축산시설  
 (소·돼지 등)을 규제하고 있다. '83년말 현재  
 축산폐수 배출량은 하루 5,066 톤이나 되었다. 농  
 약 및 화학비료의 사용량은 영농방법의 변화와  
 병충의 면역 등으로 점차 사용량이 증가되고 있  
 는 추세이며, 이로 인한 수질오염도 가중되고 있  
 다. 참고로 '83년도의 농약사용량은 15,598 톤  
 (성분)이고 비료사용량은 709 천톤이다.

**라. 유류오염**

해양경찰대에서 조사한 '85년도 해양유류오  
 염 사고는 모두 166건으로 '84년의 226건에  
 비하여 27%가 감소하였으나, 유출량은 모두  
 11,020 D/M 로 전년의 1,006 D/M에 비하여 무려  
 11 배로 유류오염사고가 대형화되고 있음을 알  
 수 있다.

**마. 매립사업**

'80년 이후 산업기지 건설과 농경지를 조성

하기 위하여 대단위 매립사업이 진행되고 있어 인  
 근 양식어장이 크게 오염되고 있을 뿐만 아니라  
 조류 및 지반 변동 등으로 어장환경이 악변(惡變)  
 되고 있다.

**바. 자가오염**

자가오염은 일정한 장소에 많은 양의 물질을 장  
 기간에 걸쳐서 양식할 때 배설물이 축적되어 생  
 기는 오염을 말한다. 남해연안의 주요양식어장에  
 는 굴, 피조개, 홍합 등을 대량 양식하고 있을  
 뿐만 아니라, 근년에 와서는 어류양식도 증가하  
 고 있어 이들로부터 나타나는 유기오염도 커다  
 란 문제점으로 대두되고 있다.

이밖에도 수질을 오염시키는 물질은 일상생활  
 에서 발생되는 분뇨나 쓰레기 등의 생활폐기물,  
 각종 산업활동에서 발생되는 산업폐기물과 합성  
 수지 폐기물 등이 있다. 이와 같은 폐기물은 높  
 은 산업발달과 인구의 증가 및 도시집중으로 양  
 적증가와 더불어 질적다양화 및 악성화(惡性化)  
 가 지속되고 있다.

**3. 수질오염이 수산물에 미치는 영향**

수질오염이 수산물에 미치는 영향과 피해  
 정도는 오염물질의 종류·양·수산물의 종류에  
 따라 다르다. 이를 요약하면 다음과 같다.

**가. 매립으로 인한 영향과 피해**

- 1) 공사시 부유토에 의한 피해  
 성육장, 산란장 파괴(沈澱性泥土)  
 생육·생산을 저하(浮游性泥土)
- 2) 해류의 방향변경 및 육지영류 공급차단
- 3) 매립후의 관개용수 공업용수 등 오염된 배  
 출수 방류
- 4) 천해어장의 상실

**나. 유기오염으로 인한 영향과 피해**

- 1) 생태계 균형파괴  
 산지·성육장으로 부적당  
 오염내성(汚染耐性) 동물로 전환

- 2) 부영양화로부터 과영양화 상태  
생산성 감소 및 생리적 장애  
적조유발 및 대량폐사
- 3) 수산물 자원량 감소  
성육장애로 생산둔화  
치자어(稚仔魚) 감모로 가입량 저하
- 4) 양식수산물의 상품가치 저하

**다. 유류오염으로 인한 영향과 피해**

- 1) 해면코팅 및 생물 질식사  
광선침투 및 산소공급 억제
- 2) 독성물질에 의한 영향  
생리기능 저해  
성장 및 생식률 저하
- 3) 독성물질의 용매작용

**라. 적조로 인한 영향과 피해**

- 1) 직접작용에 의한 생물폐사  
호흡장애(질식사) : Chatonella屬  
생물독의 분비 : Protogonyaulax屬
- 2) 간접작용에 의한 생물폐사

분해시 용존산소 소비, 규조 및 편조적조 이상과 같이 해안으로 유입된 각종 오염물질은 1차적으로 수질을 변화시켜 생물의 서식(棲息)을 어렵게 하고, 또한 생물에 직·간접으로 폐사를 일으키게 하여 인간의 경제활동에 커다란 영향을 주고, 때로는 이를 이용한 인체의 건강에도 위해를 가져온다.

**4. 우리나라 연안해수의 오염현황**

전국 주요양식어장 및 임해공단 주변해역의 수질오염 진행상황을 보면 다음과 같다.

**가. 인천항 주변해역**

여름철인 8~9월에 용존산소(DO)가 매년 낮아지고, 화학적 산소요구량(COD)은 높아지고 있으며 겨울철인 2월에는 DO량이 높고 COD는 낮아지는 계절적 변화를 보이고 있다. 이와 같은 현상은 경인지역의 유입되는 생활하수와 공장폐수 등 오염물질이 여름철 변온기에 분해되므로 나타나는 현상으로 추정된다. 부유물질은

매년 증가경향이며 다른 해역에 비해서 높고, 특히 여름철보다 겨울철에 높은 현상을 나타내고 있다. 유지류인 n-Hexane추출물질은 다른 해역보다 높으나 근년에는 감소추세를 보이고, 총질소 등 영양염류는 매년 증가되고 있다. 인근해역인 반월항은 반월공단에서 유입되는 각종 폐수의 영향으로 여름철에는 부폐성오염이 심화되고 있다.

**나. 천수만**

대체로 양호한 수질상태를 나타내고 있으나, 총질소와 인삼염이 여름철에 증가되는 현상을 보이고 있다. 그리고 금강하류역은 부유물질이 많고 여름철에는 영양염류가 증가되는 경향을 보이고 있다.

**다. 영관주변**

여름철 유기물의 분해로 인한 저층의 화학적 산소요구량이 증가되고 있으며, 총질소 성분도 증가되고 있다.

**라. 목포연안 해역**

화학적 산소요구량과 인산염 성분이 증가경향을 보이고 있으며 부유물질과 n-Hexane 추출물질은 다소 감소경향에 있다.

**마. 진도 완도근해 및 득량만 여자만 해역**

모든 성분이 대체로 양호한 분포로 깨끗한 해역이다.

**바. 가막만 해역**

한국화약 및 여수공단·배후도시 하수구 주변해역에서 오염이 심화된 현상을 볼 수 있으나, 기타 해역은 양호한 수질상태를 나타내고 있다.

**사. 여수만 주변해역**

용존산소가 감소되고, 인산염과 총질소분이 증가되고 있다. 이러한 현상은 도시하수 및 각종 식품공장 폐수의 유기오염이 심화되고 있음을 나타내고 있다. 그러나 여수의항은 모든 성분이 양호하고 깨끗한 해역이다.

**아. 광양만 해역**

화학적 산소요구량 부유물질 n-Hexane 추출 물질이 증가되고 있으며, 여름철에는 저층에서 인산염과 총질소 등이 증가되는 경향을 보이고 있다.

**자. 사천만**

여름철 화학적 산소요구량과 총질소분의 증가 현상을 보이고 있는데, 이는 남강의 陸水流入이 그 원인이라고 추정되었다. 자란만과 고성만은 부유물질이 증가되고 있으며, 여름철에는 화학적 산소요구량이 증가되고, 특히 총질소는 급격한 증가현상을 보이고 있다. 이러한 현상은 매년 계속되고 있는 양식생물의 자가오염이 심화된 것으로 추정된다.

**차. 거제도서부 외양해역**

화학적 산소요구량의 증가, 저층의 용존산소량의 감소, 총질소분의 증가 등, 이 해역이 외양성 입에도 불구하고 유기오염 현상이 점차 진행되고 있다.

**카. 거제 한산만해역**

여름철에 화학적 산소요구량과 부유물질의 증가, 총질소의 급격한 증가 현상과, 저층에서 낮은 용존산소량을 나타내는 등 부영양화의 현상이 현저하게 나타나고 있다. 이는 장기간 계속되고 있는 양식물에 의한 자가오염 현상이라고 추정된다.

충무항 주변해역도 도시하수와 각종수산물 가공공장의 폐수 그리고 인근 양식장의 영향으로 총질소분이 증가되고, 용존산소량은 감소하는 경향을 나타내고 있다.

**타. 진해만 일원의 광도만 진해만서부 중부 동부 및 진해만해역**

총질소분이 높고, 여름철에는 저층에서 용존산소량이 급격히 감소되어 貧酸素 상태를 나타내는 지점이 증가되는 등 부영양화가 크게 진행되고 있다.

**파. 마산만**

용존산소가 표층에서는 높고, 계절에 따라 과포화상태를 나타내기도 하나, 저층은 거의 무산소상태를 나타내는 등, 표저층간에 큰 변화를 보이고 있다. 여름철에는 화학적 산소요구량과 부유물질이 증가되고, 저층에서는 인산염의 증가와 특히 총질소분의 급격한 증가현상을 나타내는 등, 오염진행이 극심하다.

**하. 낙동강하류역**

여름철에 화학적 산소요구량과 인산염이 증가되는 현상을 보이고, 부유물질과 총질소분은 매년 증가경향을 보이고 있다.

**5. 적조발생 현황**

적조라 함은 질소나 인산염 성분이 많은 富栄養化된 해역에서 식물Plankton이 대량번식되어 물의 색깔을 적갈색 또는 황록색으로 변화시키는 현상을 말한다. 적조가 발생되면 수산물에 직·간접으로 많은 피해를 주게 되는데, 이는 적조생물의 종류에 따라 다르다. 직접적으로 피해를 주는 종류는 편모주류에 많고, 이것은 독성을 가지고 있기 때문에 생물을 직접 폐사 또는 질식사킨다. 간접적으로 피해를 주는 것은 규조류나 편모조류가 대량번식하여 사멸할 때 해수 중의 산소를 모두 소비하고 또 유독가스를 발생하므로 수중의 모든 생물은 폐사된다.

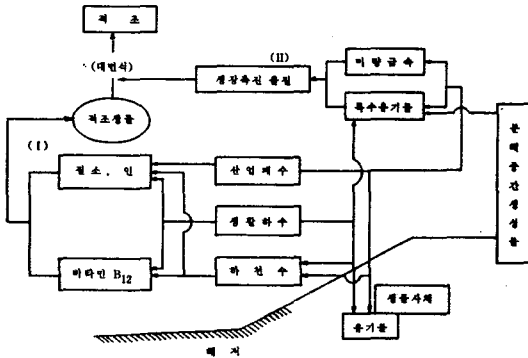
**가. 적조발생요건**

적조가 발생하는 과정은 대략 그림 1 과 같다. 지형은 폐쇄되어 해수의 교환이 미약하고, 영양염류의 공급이 풍부하여, 총질산염(T-N) 0.1 ppm 이상, 인산염 0.015 ppm 이상, COD 1mg/l 이상이 되는 해역에서 여름철 수온이 20~25℃로 높고, 비가 내린 후 바람이 없는 잔잔한 날씨가 계속되면 반드시 적조가 발생한다. 진해만 일원과 광양만, 여의도 등 내만해역은 적조가 쉽게 발생할 요건을 갖추고 있다. 근래에 와서는 마산만, 행암만, 진동만, 당동만, 원문만 및 복신만 등은 적조의 다발해역이 되고 있다.

나. 적조발생 및 피해

'80년 이전에는 진해만 국부에서 소규모의 적조가 발생하였으나, '81년에는 진해만 일원에 미증유의 대규모 적조가 발생하여 많은 수산물피해를 주었다. 그 후 '82~'84년에는 상습발생지인 마산만을 제외하고는 중규모의 혼합형 적조가 발생하였으며 발생시기는 8월말에서 9월초순이었다. '85년에는 발생범위가 진해만 일원에서 전남 동부해역인 광양만, 여자만 및 득량만까

그림 1. 적조발생과정



지 확산되었다. 연도별 발생상황을 보면 그림 2와 같다. '81년에는 7~9월에 낙동강하류에서 진해만 일원과 충무근해에 걸친 광범한 해역에 20일간에 걸쳐 대규모의 적조가 발생하였는데, 우점종은 편조류인 *Gymnodinium*과 규조류인 *Skeletonema*로 적조농도는 평균 2,000~15,000 개체 (cell/ml)였고, 최고로 410,000 cell/ml까지 나타났다. 이로 인하여 17억 3천만원에 달하는 수산물 피해를 보았다.

'82년에는 4월에 마산만에서 적조가 발생하였고, 주로 발생하는 시기는 8~9월이었다. 범위는 낙동강하류-진해만 내측과 진동-당동-원문만을 잇는 해역 그리고 거제 칠천도 주변해역이었다. '82년에는 이제까지와는 다르게 고성-자란만에서도 국부적으로 적조가 발생하였으나 진해만에서는 전년비 발생범위가 축소되었다. 우점종은 *Skeletonema*, *Prorocentrum*, *Gy-*

*mnodinium* 등으로 다양화되었고, 농도는 평균 1,000~5,000 cell/ml로 최고는 18,000cell/ml까지 나타났다. 지속기간은 마산만을 제외하고는 약 7일간이었고, 수산물피해는 없었다.

'83년에는 적조발생 범위가 전년비 더욱 축소되었다. 주로 발생하는 시기는 8~9월이었고, 발생해역은 낙동강하류에서 원문만에 이르는 해역이었다. 우점종은 *Skeletonema*, *Prorocentrum*, *Gymnodinium*, *Heterosigma*로 더욱 다양화되었고, 농도는 전년도보다 높은 평균 1,000~15,000 cell/ml로 최고는 25,000 cell/ml까지 나타났다. 적조의 지속기간은 마산만을 제외하고는 7일간 정도였고, 수산물피해는 없었다.

'84년에는 5월에 적조가 처음 발생하였으며, 범위는 전년보다 더욱 축소되어 마산만 및 진해만 서부 일부해역에 국한되었다. 우점종은 전년과 비슷하였으나 *Cochlodinium*속이 추가되었다. 적조농도는 평균 1,000~10,000 cell/ml였으나, 최고농도는 42,000 cell/ml로 높다. 지속기간은 약 7일간이었고, 수산물 피해는 없었다.

'85년에는 예년에 비하여 일찌기 4월부터 마산만에서 적조가 발생하였으며 발생범위도 진해만 일원과, 고성-자란만, 진주만 그리고 전남동부의 광양만-여자만, 득량만 및 가막만 일부해역에서도 발생하였다. 그리고 6월에는 울산은산만과 장생포항에서 평균 2,400~110,000 cell/ml의 높은 농도의 *Heterosigma* 적조가 발생하여 수산물 피해가 있었다.

진해만에서는 10월중간까지 적조가 지속되었고, 서부 일부해역에서는 저층에서 빈산소상태(貧酸素狀態)까지 나타나서 일부 수산물 피해가 발생하였다. 이와 같이 적조는 '82년 이후 점차 조기에 발생하고 있으며, 우점종도 규조류에서 오염이 심화된 해역에서 나타나는 편조류로 바뀌고 있다. 수산물피해도 '82~'84년 사이에는 없었으나, '85년에는 부분적으로 나타나고 있는 것으로 보아 남해안의 주요 양식어장은 유기오염이 크게 진행되고 있다는 것을 알 수 있다 (그림 2). [다음호에 계속]

