

어장 오염(漁場汚染)의 실태와 문제점

국립수산진흥원

박 주 석

1. 해양 오염의 역사적 배경과 조사

우리나라의 환경오염(環境汚染), 즉 공해 문제(公害問題)가 국민적 관심사로 대두된것은 1962년 경제개발 5개년 계획이 시작된 이후이며 1963년 드디어 공해방지법(公害防止法)이 처음으로 제정됨으로써 모든 공해방지 규제 행정 조치가 이루어지게 되었다. 바다 오염은 1967年 蔚山工業團地가 建設되어 産業 廢水가 漁場에 被害를 주게 되자, 어업권 보상문제(漁業權補償問題)를 둘러 싸고 국립수산진흥원(國立水產振興院), 보건사회부(保健社會部) 및 공업연구소(工業研究所) 등과 대규모(大規模)적이고 장기적(長期的)인 해양오염 합동조사(海洋汚染合同調査)를 실시한 것이 과학적인 조사로서는 처음이라 할 수 있으며, 이어서 광양만, 마산만, 진해만 등지에서 임해 공업단지가 조성됨으로서 많은 어장과피와 어업 피해가 증가하게 되었다.

따라서 국립수산진흥원에서는 1970년에 들어서자 바다 오염으로부터 전국 연안의 보호하기 위하여 전국 연안의 중요 양식장과 임해공단 주변에 약 350여개의 조사 정점(調査定點)을 설정하여 거의 매월 1회씩 수온, 염분, 화학적 산소 요구량(COD), 용존 산소량(DO), PH, 유지류(油脂類), 부유물질(SS), 영양염류, 중금속(수은, 구리, 카드뮴, 아연납) 등을 정기적으로 조사하여 해역의 중금속 오염도, 유류 오염도, 부영양화(富營養化)와 적조 현상(赤潮現象)등을 종합적으로 분석, 경년 변화(經年變化)를 파악하여 어장 피해 방지와 보존을 위한 종합 정책 수립에 기여하고 있다.

한편 제도상의 보완을 위하여 1977년 말에 환

경 보전법(環境保全法)과 해양오염방지법(海洋汚染防止法)을 제정하였고 1979년에는 환경청이 설립되어 환경보전정책의 전문화를 실시하고 있다.

2. 연안 어장 보존의 필요성

1960년대초부터 굴 및 미역양식이 수하식양식으로 개발되자 남해안 특히 한산, 거제만, 고성만, 자란만 및 진해만은 대규모 굴 양식 단지로 변모하여 전체 연안 어획고를 좌우할 만큼 대산업으로 성장하였으며, 홍합 양식의 적극화 및 최근의 피조개 양식도 연달아 개발되어 바다의 생산가치를 한층 더 높이고 친해 개발의 필요성을 더욱 재촉하기에 이르렀다.

최근 진해만, 한산, 거제만 및 인접수역의 굴 생산량만 보더라도 약 13만톤, 수출 약 2,500만불이나 되고 피조개도 생산 약 7,000톤에 수출 약 1,500만불에 달하고 있어 육지의 단위 면적당 생산량과를 비교하면 엄청나게 수익성이 높다는 것이다.

우리나라의 양식 적지는 동해 43,132헥타, 남해 63,174헥타, 서해 35,600헥타로 알려져 있으며, 양식 기법(養殖技法) 개발에 따라 더욱 외해 어장(外海漁場)을 개발할 수 있는 여지가 충분하다. 이와 같은 필요성은 우리나라의 농, 축산 개발 여지의 한계점 도달에 비추어 국민 단백질 공급상 필수 불가결하거니와 국제적 여건상 200해리 경제수역에 관련된 해양법이 통과되자 원양 어장의 대폭 상실에 따른 어획고의 감소를 연안 양식장에서 길러서 양육, 보충해야 할 입장에 처해있다. 이런 점에서 정부에서는 연안 자원 조성(沿岸資源造成)의 일환책으로 수산자

원 보존수역(水産資源 保存水域)을 표 1과 같이 대폭 확대하였고, '82도에는 어초(魚礁)사업으로 약 32억원의 예산을 투입한 바 있다.

표 1. 수산자원 보전지구 지정 현황

도 별	지 구 명	지정면적 (km ²)	고시일자
강원도	남 대 천	1.35	'77.12.13
	한 산 만	702.10	'75. 3.21
	진 동 만	285.30	'78.11.28
경 북	남해, 통영(1)	132.00	"
	영덕, 오십천	20.00	'78.11.22
충 남	천 수 만	248.80	"
	완 도	644.43	'82. 1. 8
전 남	득 량 만	463.75	"
	가 막 만	293.59	"
	여 자 만	501.78	"
	영 광	308.90	"
경 북	울진 왕피천	71.40	"
경 남	남해, 통영(2)	529.74	"
계	13개지구	4,208.14	

그러면서 한편 우리의 경제적, 사회적 여건은 날로 증가하는 산업폐수와 도시 배수의 유입을 원활하게 방제(防除)하기 어려운 실정임으로 바다오염의 심화(深化)를 충분히 막지 못함이 바로 현실문제의 직결되는 것이라 본다.

그러나 아무리 정책이 적극적으로 뒷받침하여 빈틈없는 훌륭한 계획수립과 자금투입이 지속하고 양식기법이 발전했다 하더라도 양식장의 수질이 오염되어 환경이 적합하지 못하면 모든것이 허사로 끝날것이다. 이와 같은 사실은 현재 우리들에게 있어서 해결해야 할 당면한 과제이며 현실적으로 어려운 문제점으로 부각되고 있다.

3. 어장 오염 현황

1962년 이래 급속한 경제성장을 위한 중공업 육성 및 인구의 도시 집중에 따라 수질오염, 대기오염 및 토양오염은 드디어 국민적 관심사로 등장하였으며 이것이 중국에는 해양오염으로 귀결된다는 것이다. 전국적으로 오염이 심한 해역으로 손꼽히는 곳은 마산만, 울산만, 인천항, 부산항이라 할 수 있고, 그밖에 여수, 군산, 포항 등 중요 항구에서는 오염 종류에 따라 정도가 다르지만 기름오염, 부패성 유기오염(腐敗性

有機汚染)은 심한 편이다. 특히 대도시를 끼고 있는 하천이나 하류역은 예를 들면 부산의 동천수영천, 울산의 태화강 하류역은 오염이 극히 심하여 어장으로서의 가치 상실은 말할나위 없고, 무생물(無生物) 상태인 부수역(腐水域)으로 변천하였다. 1979년 마산만이 오염 해역으로 판정되어 패류채취 금지 조치가 취해졌고, 앞으로 몇개 해역은 검토되어야 할 지경에 이르렀다.

현재까지 어장에 피해를 주는 오염의 종류로서는 대단위 임해공단 주변 어장은 여기서 나오는 각종 공장폐수에 섞여 있는 유독성 화학물질의 유입으로 어장피해를 입힌 것인데 울산 어업권 보상이 시초이고 광양공단, 온산공단의 피해사건이 그 대표적 예이다. 유류 오염이 큰 문제가 되는데 이는 급속한 공업 발달에 따른 원자재 수입과 수출 진흥정책에 따른 선박출입의 증가로 유류의 유출사고가 빈발하였기 때문이다.

우리나라에서 큰 유류 사건으로서는 1969년에 천지호가 남해안에서 약 7,000톤, 1975년에 지남호가 약 600톤, 1976년 범한호가 약 1,500톤, 1977년 7월 해운대 해수욕장을 휩쓸었던 트루만호의 유출유(流出油) 사고와 1979년 7월 구룡포에서 제 3 유선호와 제 5 유선호의 1,300여 드럼, 1980년 11월 포항에서 동양 상선 선박의 7,800여톤, 1981년 방어진에서 오선에이스호의 4,500여드럼의 유출유(流出油) 사건들을 들 수 있다. 세계적으로 놀라게 한 대 유류오염사건은 1967년 영국 남부의 토리케년(Torrey canyon)호의 117,000톤, 1970년 캐나다에서 애로우(Arrow)호의 12,000톤, 1970년 버뮤다에서 크리시(Chryssi)의 31,000톤, 1971년 미국 동부측에서 텍사코오크라호마(Texaco oklahoma)호의 30,000톤, 1972년 지중해에서 트라델(Trader)호의 35,000톤, 1973년 버뮤다에서 넬슨(Nelson)호의 20,000톤, 1976년 스페인에서 우르퀴오라(Urquiola)의 107,000톤, 1978년의 불란서 서부 보렛탄녀에서 아모코 까디(Amecco cadie)호의 230,000톤, 1979년 멕시코에서 익톡스(Ixtox)호의 약 30,000톤을 들 수 있으며 이들은 모두 막대한 어장피해를 초래하였다. 사실 기름은 아주 적은 농도, 즉 0.01 ppm 농도의 수역에서도 기름냄새를 풍기는 생물이있으므로 상품가치를 저하

시키는 것이다. 1977년 이전의 연안의 중요항구에서의 기름농도는 20 ppm 이상을 기록한 곳이 많았다. 그러나 지금은 크게 감소되었으나 미량의 농도하에서도 피해를 주게 되니 전 연안이 기름 오염이 문제가 되리라 본다.

다음으로 어장황폐와 밀접한 관계가 있는 무서운 오염은 부패성 유기오염이다. 급증하는 도시배수(都市排水)와 식품공장 및 주류공장 계통의 폐수의 유입으로 인한 질소(窒素)와 인(磷)성분의 증가로 해역이 부영양화(富營養化)되어 적조(赤潮) 발생을 유도하는 것인데 그 정도가 심해지면 대형적조로 발전하게 된다. 이의 좋은 표본이 작년 7月에서 9月에 진해만 일대에 발생한 미증유의 대규모 적조인것인데 여기에 대해서는 뒤에 자세히 기술하고자 한다. 또한 COD(화학적 산소요구량)와 부유물질이 증가하는 반면 용존 산소량의 감소, 유화 수소나 메탄가스 등의 증가 등으로 해역은 부패되어, 즉 해역은 부영양화→과영양화(過營養化)→부식(腐蝕)단계로 옮겨가서 끝내 어장가치의 상실은 물론 극히 제한된 원생동물(原生動物)이외는 아무 생물도 살 수 없는 지경에 이르고 마는데 도시 주변이나 만(灣)의 내부에 흔히 볼 수 있다.

중금속 오염은 축적성(蓄積性)으로서 만성 중독을 일으킨다는 점이 인류에게 공포증을 자아내게 하는 것이다. 저 무서운 일본의 미나마타(水俣) 수은 중독사건이 세계를 깜짝 놀라게 했고 이것이 세계적으로 오염조사 강화의 계기가 된 것이다. 그러나 우리나라에서는 공업전설의 역사가 얕고 지형적으로 해조류(海潮流)의 유동이 양호하여 중금속 오염은 구리성분을 제외하면 현재 별 문제가 되는것이 아니나 축적성이란

점에서 가령 기준치를 밀돌고 있다 하더라도 이수치개념을 떠나서 극히 주의를 기울여야 한다. 농약오염은 아직 상세한 연안의 농도 분포 조사가 되어 있지 않으나 5대강 하류에 발생하는 승어의 기형어나 어패류의 폐사사건 등은 이 요인(要因)과 관계가 있는 것으로 추정되나 앞으로 보다 중점적으로 치중해야 할 연구 과제가 되리라 본다.

4. 부영양화와 적조발생

바다의 영양단계(營養段階)를 빈영양역(貧營養域), 부영양역, 과영양역, 부수역으로 나눌수 있다. 부영양화의 진행에 따라 생기는 현상이란 용존산소의 감소와 적조발생이다.

부영양화의 출현은 지형적으로 폐쇄되어 외양수의 출입이 적고 내만수와의 교환이 잘 안되는 내만수역에 질소와 인(磷)이 대량유입되어 일어나며 진해만이 대표적 해역이다.

지금 진행되고 있는 진해만 일대의 부영양화 현상을 살펴보면 표 2와 같이 마산만, 진해만 동부해역 및 진해만 서부해역의 총질소, 인산염 및 COD 모두 1972년 보다 1981년의 것들이 월등히 높은 것을 알 수 있다. 1975년의 日本의 세토내해(瀬戸内海)보다 마산만은 전 항목 모두 높으나 다른 해역은 낮은편이다. 1981년에는 COD 값은 모두 높으나 진해만 서부해역의 영양염류는 적은 편이었다. 그러나 1980년 이후 질소와 인의 농도가 전해역 모두 적조유발 농도인 질소 0.1 ppm과 인 0.015 ppm 이상의 값을 유지하고 COD도 1981년에는 기준치 3 ppm 이상을 초과하는 실정이다. 마산만에 있어서는 1972년에도 벌써 COD 값이 2.56 ppm 이나 되어

표 2. 진해만 일원의 부영양화 진행상황

(단위 : ppm)

년도	마 산 만			진 해 만 동 부			진 해 만 서 부			세 토 내 해(日本)		
	총질소(T-N)	인(P)	COD	T-N	P	COD	T-N	P	COD	총질소(T-N)	인(P)	COD
'72	0.03	0.04	2.56	0.06	0.07	0.8	0.04	0.01	0.47	—	—	—
'75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.34	0.034	1.58
'80	0.36	0.10	1.97	0.14	0.06	1.03	0.14	0.05	1.38	—	—	—
'81	0.56	0.11	5.79	0.29	0.06	3.97	0.22	0.02	3.69	—	—	—

기준치 : T-N ; 0.1 ppm ; P ; 0.015 ppm, COD ; 3 ppm

자료 : '82년 8월

어장에 피해를 줄 수 있는 값 1 ppm(일본 수산자원 보호협회 기준치, 1973) 이상을 초과하고 있어 오염진행이 극심한 편이었다. 그러므로 전해만은 영양 농도면에서 보면 항상 적조가 발생할 수 있는 환경 조성이 되어 있으며 일사량(日射量), 수온상승, 염분저하, 무풍 상태 등 기상조건이 구비되면 언제라도 대규모 적조가 발생할 수 있다고 본다. 일본 세토 내해를 보더라도 1971년경 고도 경제성장이 절정에 달했을 때 오염 물질의 유입을 강력히 규제하지 않았던 결과가 1972년 대형적조(大型赤潮)를 유발시켜 양식방어 1,400만 마리 폐사, 당시 71억 엔의 대 피해를 물고 온 것이다. 이로 인해 1973년 세토 내해 환경보전 임시 조치법을 만들게 되었고, 1978년에 영구법(永久法)으로 바꾸어서 어장회복이 눈에 띄게 하였다.

진해만의 적조현상은 옛날부터 인정되고 있지만 1972년부터 1979년까지 104건의 발생이 기록되고 있으나 이들은 거의 모두 규조류(珪藻類)에 의해 내만에서 약 4~7일 정도 지속하다가 소멸되는 소위 규조류에 의한 국부적(局部的) 단기 적조(短期赤潮)에 불과했으며 어업피해도 그다지 문제되지 않았다. 그러나 1981년 7월에 들자 미증유의 새로운 종류에 의한 대규모 적조, 즉 외양(外洋), 내만(內灣) 할 것 없이 부산에서 총무연안 일대에 확산했다. 과거 '81 적조의 특색은 첫째 적조원인의 종류가 분류학상 과거의 스케레토네마(Skeletonema)나 키-토세로스(Chaetoceros)와 같은 규조류가 아니고 편모조류에 속하는 김노리늪(Gymnodinium)속(이 속은 약 33여종류가 포함되나 적조원인종은 약 12종)인데 1965~1968년 일본 오무라 만(大村灣)에서 대량 발생한 김노리늪 '65년형종(Gymnodinium '65年型種)이란 것이었다. 이 종류는 영양섭취상 무기태(無機態) 영양섭취 이외의 유기물을 바로 이용하는 방식을 취하는 생물이기 때문에 도시배수나 산업폐수 등의 특수유기물이나 미량중금속을 좋아한다.

둘째, '81 적도농도는 보통 3,000~15,000개체/ml였고 최고 410,000개체/ml까지 기록되었으며 심할 때는 농도가 너무 짙어 끈적거리는 점성(粘性)이 있었다.

셋째, 분포는 처음 약 2m 이상의 표층에서 농축되었는데 차차 하층으로 내려갔다. 따라서 처음에는 양식시설물을(홍합이나 굴) 침층으로 내린 것은 피해 방지에 효과가 있었다.

넷째, 심한 지역은 지독한 냄새가 오랫동안 발생했다.

다섯째, 약 2개월 이상 장기간 광역적(廣域的)으로 발생하여 어업피해가 너무 컸다.

이번 '81 적조의 발생원인은 첫째, 전술한 바와 같이 전해만은 오랫동안의 유기오염물질의 대량유입으로 부영양화가 형성되어 있는데다가 1981년 6월 중순부터 7월 상순까지 호우(豪雨) 및 장마로 약 360mm(부산)의 비를 내리게 하여 '80년 같은 기간의 172mm보다 두 배가 넘으며 이때 잡다한 도시배수, 하천수 및 다양한 공장폐수가 유입되어 부영양화를 더욱 가중시켰고 둘째, 장마후 잇따른 기온 급상승(氣溫急上昇) 및 고수온(전년보다 약 5°C 고온), 일사량의 증가 현상이 이번 대형적조를 발생케 한 것이다.

이번 적조와 수산피해를 보면 그 어느때보다 피해가 컸다. 경상남도의 집계에 의하면(1981. 9. 10 현재) 총피해액이 17억 3천 4백만원이고 피해량은 굴 1,301대, 홍합 1,143대, 피조개 1,122헥타로 기록되었다. 여기에 자연산 어패류 및 갑각류 등을 고려하면 금액으로 추산하기 어려운 많은 양이 된 것이다. 또한 수산 자원 측면에서 어패류의 산란 및 부화율, 치자어(稚仔魚)의 감손 등을 포함시켜 보면 돈으로는 계산할 수 없는 막대한 피해손실이 아닐 수 없다. 피해가 가장 심했던 원문포에서 그 안쪽은 거의 전부 폐사하였으며 전해역 평균 40~70%의 폐사율이 일어났다.

외국 적조와 비교해 보면 일본의 경우 1957년에 세토 내해(瀬戸内海)의 도꾸야마만(徳山灣)에서 김노리늪의 적조가 발생하여 어업피해를 크게 입힌 것이 계기가 되어 대대적인 과학적조사를 실시하게 되었으며, 1965년—1968년의 오무라만(大村灣)의 계속적 대형 적조, 그리고 1972년에 74건, 1975년 300건, 1977년 236건, 1978년 165건의 발생이 있어 해마다 몇 십 억엔씩의 손실이 생겼는데 특히 1972년 세토내해(濶戸内海)에서의 홀베리아(Hornellia) 적조에 의한

71억엔의 방어양식 피해가 해양오염 정책 전환의 계기가 된 대표적 예이다. 미국에서는 플로리다 주에서 텍사스에 이르는 멕시코만 연안에서 김노디움 브리브(*Gymnodinium breve*)에 의한 적조가 발생함으로써 많은 해수욕객을 몰아내는 악취까지 발생시키기도 한다.

5. 전 망

진해만은 각종 유기 오염물질이 지속적으로 유입하고 '81 대형 적조 발생으로 너무나 많은 유기물이 진해만 일대에 저장되어 부영양화 내지 과영양 상태로 가속화 하였으며, 특히 마산만과 행암만을 포함한 진해만 동부해역은 더욱 풍부하여 고온, 무풍, 일사량의 증가 등 기상요건만 적합하면 적조발생은 언제나 발생할 수 있을 것으로 본다.

6. 문제점 및 대책

첫째, 오염발생 방지를 위한 공장폐수의 규제 강화와 도시하수 종말처리장의 설치 운영이 중요하다. 농도규제(濃度規制)가 효력이 적으면 총량규제(總量規制)를 해서라도 중요 양식장은 오염으로부터 막아야 한다.

둘째, 최근 시행령이 개정되었을 것으로 보는 연안 오염 특별관리 해역을 진해만과 같은 수산보고(水産寶庫) 수역으로 지정하여(해양오염방지법 제44조 3 항에 근거) 철저히 관리함으로써 부영양화를 막아야 한다. 이의 효율적 방법으로는 바다뿐만 아니고 진해만을 둘러싼 육지에도 특별대책 지역을 설정하여 오염 물질의 유입 차단을 동시 병행 실시해야 할 것이다.

셋째, 수산환경 수질기준을 설정해야 한다. 진해만 전역이 COD와 영양염류의 농도가 증가하고 있고, 또 다시 '81년과 같은 대형 적조가 발생하면 양식생물은 물론 수산자원 보존에 위해를 끼칠 우려가 큼으로 수질기준을 설정하여 미

연방지를 위해 관리해야 한다. 필요하면 COD나 인(燐)을 삭감해서라도 부영양화 진행을 결코 막아야 한다.

네째, 적조 피해방지에 전력 투구 해야 한다. 적조가 발생했을 때 처음에는 양식장에 침입을 막기 위해 오일펜스(oil Fence)를 치던가 에어커튼(air curtain) 등의 사용과 적조생물의 회수(回收)을 쓸 수 있다. 심해지면 양식 시설물의 이동, 유산동과 같은 약물사용, 조기채취(早期採取) 등을 들 수 있다.

다섯째, 적조방제(防除) 기술개발을 강화해야 한다. 정부는 속히 적조 발생의 방제기술, 선박에서의 유류 처리기술 등에 필요한 조치를 취해야 하고 당해어업 피해를 받는 어업자의 구제에 필요한 모든 조치를 강구해야 한다. 양식장의 오염은 육지에서 뿐만 아니라 양식물의 자가오염(自家汚染)에서도 생김으로 이들의 근원인 저질(汚泥)을 회수하는 일을 철저히 해야 한다.

여섯째, 오염 및 적조조사 강화가 이루어져야 한다. 오염의 심각성은 전술한바와 같거니와 이들 조사는 너무 미약한 실정이다. 계속적으로 실시하는 어장 오염 조사기관은 수산진흥원 밖에 없고, 조사인원도 불과 손꼽을 정도의 숫자 밖에 안 된다. 일본은 적조관계 학자가 350여명에 이르고 수산청, 각현의 수산시험장, 남서해구 연구소에서는 적조전담 부서까지 조직되어 있다. 중요한 것은 적조정보 통보체제(赤潮情報通報體制) 확립으로 신속히 정보를 입수하고 적조예찰 조사자료와 종합 분석하여 효율적인 예보지도를 실시해야 한다. 또한 유독성 적조생물의 분류생리상태 및 구제(驅除)시험을 실시하여 근본적인 방재대책을 강구해야 한다.

마지막으로 어민 스스로의 어장오염방지와 밀식방지(密殖防止)를 통한 자가오염(自家汚染)의 방지를 유념해야 하고, 기업가는 오염방지에 대한 기업의 사회적 책임을 느껴야 한다.