기획특집

해양환경 보전대책

Ⅰ. 우리나라의 연안오염실태 / 박주석
Ⅱ. 해양오염방지를 위한 연구개발동향과 전망 / 강성현
Ⅲ. 해양환경보전대책 / 유철상

기획특집 I

우리나라의 연안오염 실태

박 주 석 / 국립수산진흥원
해양자원부장

우리나라의 해안오염실태

한국 연안수역에 환경오염이 문제시된 것은 1967년 울산공단 건설을 시작으로 진해, 광양, 인천, 포항 등 전국 중요연안에 임해공단이 연이어 건설되자 그 산업폐수가 날로 개발되어가는 양식장을 오염시켰기 때문이다. 따라서, 국립수산진흥원에서는 1970년에 들어와 전국 연안의 중요 어장과 공단주변 해역 그리고 10개 수산자원보전지역에 대한 계속적인 환경오염 조사를 실시하여 왔으며 그 조사 결과로서 중요 어장의 오염실태와 대책 방향을 제시코저 한다.

1. 전국의 오염실태

전국 연안 환경오염의 특색을 보면 바다물이 썩는 부패성 유기오염은 중요 도시주변과 임해공업단지 해역 즉 마산만, 진해만, 인천만, 광양만 및 여수연안 등이 심하게 오염되어 부영양화 내지 과영양화 상태로 변하므로서 연안 생태계가 파괴되어 어장성이 상실되고 또한 적조발생을 유도함으로서 연안 양식장의 피해를 가중시키고 있다.

그러나 축적성 오염 물질인 중금속과 농약오염은 구리성분이 마산만, 반월만 및 온산만 등에서 기준치를 초과하는 경우가 있으나 다른 성분들은 기준치에 미달하는 현상이고 해수중의 유류오염도 그 절대농도는 비교적 높은 편이나 1978년 이후 년별로 감소되는 경향에 있으며 유류사고건는 적은편이나 대형인 점이 우려된다. 따라서 심각한 유기오염에 관해 중점적으로 기술키로 한다.

전국 연안의 13개 중요 해역의 수질오염 상태는 마산만, 행암만, 진동만, 울산만, 인천만, 금강하류, 가막만, 광양만 등지에서 기준치(COD 2ppm, 질소 0.1ppm, 인 0.015ppm)를 크게 초과할 뿐만아니라 해를 거듭할수록 그 기준치 초과율이 높아지는 경향을 나타냄으로서 오염이 심각한 상태이다. 마산만과 진동만 등 진해만 일원은 거의 100% 기준치를 초과한 상태이다. 한편 일본 세또內海의 COD 변화는 1982년 값보다 1987년의 것이 낮은 편이어서 우리와는 대조적이다(표 1).

〈표 1〉 해역별 연별 오염 기준치초과 상황

항 목	화학적산소 요구량 (COD)			질 소 (DIN)			인 (DIP)			평 균 (A+B+C/3)
해역 연도	'82	'87	'91	'82	'87	'91	'82	'87	'91	'91
인천연안(40)	24	75	95	54	100	100	57	100	76	90
금강하류 (8)	0	0	88	13	75	100	3	100	88	92
목포연안(23)	10	69	27	38	48	0	29	62	27	18
완 도 (14)	0	0	33	0	0	0	0	0	0	11
여 자 만 (7)	0	13	100	57	0	100	0	13	100	100
가 막 만 (8)	38	25	0	13	26	80	88	26	100	60
광 양 만 (9)	11	11	89	67	67	100	100	89	100	96
한 산 만(12)	8	62	22	0	16	100	16	16	89	70
마 산 만 (7)	100	100	100	100	100	100	83	100	100	100
행 암 만 (5)	100	100	100	75	100	100	50	100	100	100

진해만서부(8)	38	100	100	13	88	100	13	10	100	100
진 동 만(12)	33	100	100	8	83	100	0	16	100	100
영 일 만(20)	5	10	0	5	–	100	5	5	60	53
일본瀨戶내해	44	33	–	–	–	–	–	–	–	–
기 본 치	2.0mg/ℓ			0.1mg/ℓ			0.015mg/ℓ			

숫자는 총 시료수에 대한 기준치초과율, ( ) 시료수, 8월 자료

한편 성행하는 서해와 남해의 매립, 간척사업이 기존 어장을 상실케하고 산란장 및 치환성육장을 황폐시켜 수산자원감소에 원흉이 되고 있다.

2. 진해만의 오염 진행

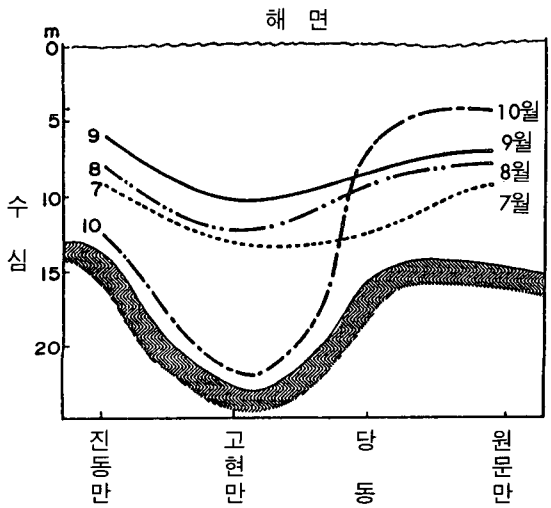
양식장으로서 유명한 진해만에 있어서 오염의 심화에 따라 나타난 결과는 부영양화와 적조발생 그리고 해수중의 용존산소의 감소현상이다.

1970년말경부터 마산만과 행암만의 오염심화에 따라 부영양화 현상이 문제되기 시작하여 1981년 대규모 적조발생을 볼 수 있었고 1989년부터는 저부생물로서는 생활이 곤란할 정도의 저산소수괴가 출현하게 되었다.

가. 저산소수괴 출현

저산소수괴(또는 무산소수괴)가 진해만에 출현하여 최근에 문제시되고 있다. 오염의 심화에 따라 1989년부터 매년 5월경부터 진해만 일부 해역의 저층에서는 용존산소가 현저히 감소하기 시작하여 6월말~7월초순경에는 거의 무산소상태를 나타내어 피조개등 저서생물에 치명적인 피해를 주기도 한

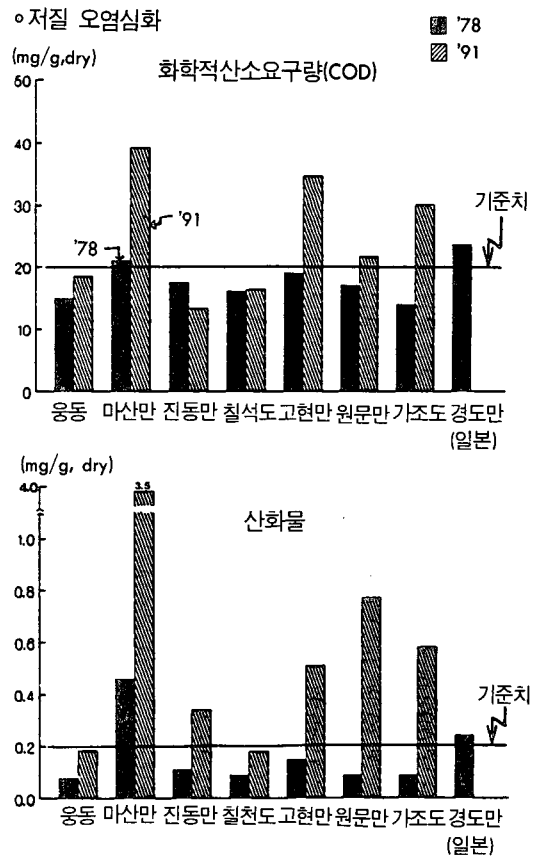
〈그림 1〉 저산소 수층의 월별변화(DO 2ppm이하)



다. 이와 같은 현상이 7~9월까지 계속되다가 일부는 10월이후 회복된다(그림 1). 그 원인은 육지로부터 공급되는 각종 폐수와 해역자체의 적조 플랑크톤 그리고 양식생물의 배설물 및 사체등 많은 량의 유기물이 저층에 침강, 퇴적되어 저질악화가 생기고 이때 부패, 분해하기 때문이다. 따라서 오염진행 방지와 환경개선이 어느때보다 긴요하다.

진해만의 저질은 1991년의 COD, 유화물은 대부분 기준치(COD : 20mg/ℓ, 유화물 : 0.2mg/g)를 초과하는 악화된 상태를 나타내고 있으며 1978년에 비하여 훨씬 더 많이 오염되었다(그림 2).

〈그림 2〉 진해만 일원의 저질오염



나. 저산소수괴 생성원인

연안해역 특히 양식장이 밀집되어 있는 폐쇄성 또는 반폐쇄성 내만인 진해만 서부해역은 육지로부터 공급되는 각종 유기물, 해역자체의 플랑크톤 그리고 양식생물의 배설물이 퇴적되어 저질악화를 초래한다.

어장환경 회복 및 개선의 길은 철저한 법령이행과 강력한 단속을 통하여 근본적으로 오염물질의 해양유입을 감소시키는데 있으며 양식장 자가오염방지, 적조방제기술개발, 매립 · 간척사업조절, 유류 오염방제강화 및 오염자료, 정보교환체제 확립을 하는데 있다.

이와 같이 퇴적된 유기물의 분해과정에서 많은 양의 산소를 소비하게 되며 해수유동이 느린 내만에서 여름철 육지로부터의 담수유입과 수온상승 등으로 해수의 성층현상이 이루어져 대기로부터의 산소공급이 차단된 상태에서 동시에 많은 양의 산소소비가 이루어지므로 底層은 결국 저산소 또는 무산소수괴를 형성하게 된다.

저산소수괴의 형성은 해역에 따라 그 시기가 다소 차이가 있으나 일본의 대촌만은 7월 이후에 발생하여 8~9월에 성기를 이루었다가 10월경 소실되며 해저무산소화 후에 적조가 발생한다.

다. 저산소(또는 무산소)수괴가 수산생물에 미치는 영향

저산소수괴는 정착성 저서생물에게는 치명적인 영향을 미치며 초기에는 뻘속으로부터 나와 퇴적물의 표면을 기어다니다가 결국 대량폐사를 초래하며 이동성이 강한 어류는 도피하기도 하나 약한 저서어류는 폐사하는 경우가 빈번하다. 실제 일반적으로 底層水의 용존산소량이 약 2㎖/ℓ 이하가 되면 갑자기 군집의 균형이 파괴되어 방어류가 위험하고 1.5㎖/ℓ 이하에서는 저서성 패류가 위험하다. 결국 저산소수괴 생성은 양식생물 및 저서생물에 치명적인 영향을 미치고 극히 제한된 몇 종만 살 수 있는 생태계의 구조로 변하며 나중에는 무생물 수역으로 변한다.

최근 진해만에서 문제가 되는 것은 수질오염을 넘어서서 저질악화로 까지 발전되어 하계에는 저산소(또는 무산소)수괴가 형성되므로 굴, 홍합, 피조개 등 양식생물의 피해가 크게 우려된다. 또한 진해만내 저산소수괴 생성 해역에 서식하는 자연산 및 양식산 피조개 성패의 폐사로 인한 산란자원 감소로 유생 출현량이 매년 감소할 것이므로 금후 피조개 자연채묘량 역시 감소할 것으로 추측된다.

3. 적조현상

1960~1970년대의 부영양화의 심화에 따라 1980년대에 와서는 진해만 일대에서 미증유의 대형 적조가 발생하여 어업피해가 심해지고 사회적 문제로 발전하자 그해 12월말에 해양오염방지법까지 개정하기에 이르렀고 그 이후 적조규모도 내만국지성 단기적조에서 외해확대성 장기적조로 변천하였으며 원인종류도 직접적으로는 무해한 규조류에서 유해하다고 보는 편모조로 바뀌어 지고 어업피해도 점증하고 있는 실정이다.

일본에 있어서 1972년 세또(瀨戶) 내해에서 적조에 의해 양식 방어 1,400만톤이 폐사, 71억엔 정도의 사상 최대의 피해를 기록했으며 이를 계기로 세또내해 환경보전특별조치법을 제정하여 그 오염해역을 회복시켜 좋은 양식장으로 회복하였다.

우리나라의 적조역사는 1962년에 처음으로 진해만에서 발생한 과학적인 기록이 있으며 1970년대까지는 주로 진해만의 내만에서 여름철에 규조류에 의해 단기 소규모로 발생하곤 했으나 1980년대에 와서는 특히 1981년 진해만일원의 대규모 적조 발생이후 장기적 대규모적 전국 확대형 적조로 발전하였다.

전국 연안의 적조 원인종은 34종에 이르며 각 지역마다 특성이 다르다. 이 중에서 어패류를 중독시키는 종류는 진해만 및 충무연안 주된 원인종인 *Gymnodinium*과 *Cochlodinium*에 속하는 종류이고 마비성 패독과 설사성 패독을 일으키는 종류는 Alexandrium tamarense와 Dinophysis fortii이며 진해만 일원에서 주로 춘계에 출현하는 것을 볼 수 있으며 이러한 유독종의 출현은 세계적으로 확대되는 경향이다.

4. 개선방향

전술한 오염심화 해역 진해만의 적조빈발과 저산소수괴 출현은 육지기원의 오폐수의 과다유입이 주된 원인이고 다음으로 양식장 자체의 자가오염이 부수적 원인이라 본다. 그렇다면 이러한 심각한 오염으로부터의 어장환경 회복 및 개선의 길은 백번을 되풀이해도 철저한 법령이행과 강력한 단속을 통하여 근본적으로 오염물질의 해양유입을 감소시키는데 있으며 양식장 자가오염방지, 적조방제기술개발, 매립 · 간척사업조절, 유류오염방제강화 및 오염자료, 정보교환체제 확립을 하는데 있다.