

## 바다 생태계가 변하고 있다

글\_ 김미경 영남대학교 생명공학연구소 연구교수 mkkim@yumail.ac.kr



독도의 가막베도라치(2002. 8. 20 김수열, 영남대 해양과학연구소)



독도의 돌돔 유어(2002. 8. 20 영남대 해양과학연구소)



독도의 용치늘래기(2002. 8. 20 영남대 해양과학연구소)



독도의 자리돔과 자리돔 무리(2002. 8. 20 영남대 해양과학연구소)

**올** 해도 태풍 '나비'의 영향으로 우리나라와 일본의 해안지대 주민들은 불안에 떨어야 했고, 미국은 사상 최대의 강풍을 동반한 허리케인 '카트리나'의 강타로 많은 인명과 재산상의 피해를 보았다. 1994년부터 2003년까지 홍수, 허리케인 등 자연재해로 인해 피해를 본 사람이 25억 명 이상이라고 하니 시간이 갈수록 자연은 우리 인간들을 비롯기나 하듯 그 위세를 더해만 가고 있다.

### 지구촌 기상 이변, 바다 수온 상승과 연관

왜 태풍은 이렇게 갈수록 풍속이 빨라지고 강우량 또한 증가하고 있는 것일까. 영국의 과학전문지 '네이처'에 의하면 1970년대 중반 이후 태평양의 태풍과 대서양의 허리케인이 점점 더 강해지고 있다고 한다.

일반적으로 북위 5~20도의 뜨거운 바다에서 많은 수증기가 상승하며 물방울이 될 때 나오는 열에너지가 태풍을 발생시킨다. 미국 매사추세츠공대 케리 이매뉴얼 교수가 지난 50년간 태풍과 허리케인을 분석한 결과, 1970년대 중반 이후 이들의 최대 풍속은 약 50% 증가했는데, 그 원인은 지구온난화로 인한 바다 수온의 상승에 있었다.

1960년대 이전까지 하루 100mm 이상의 폭우는 연간 2.7회에 불과했으나, 최근에는

매년 10회 이상 나타나고 있고, 지난 50년간 남부지방의 집중호우는 18% 증가하였다. 국제대담위원회(ICOLD)의 통계에 따르면 한국은 세계적인 홍수 재난국가로 부상하고 있으며, 홍수피해에 따른 연간 사상자 수가 중국과 인도에 이어 3위에 달한다고 한다.

많은 학자들은 이러한 기후 변화와 지구온난화는 바다 생태계의 변화와 무관하지 않다고 본다. 미 과학 잡지 사이언스는 캘리포니아주의 태평양에서 바다의 식물플랑크톤 수가 80% 감소하였다고 보고했다. 그 결과 식물플랑크톤과 먹이연쇄 관계에 있는 어류들이 먹이부족으로 극심하게 줄어 수산자원에도 큰 영향을 주고 있다는 것이다.

우리 나라 제주도과 동해안에는 해파리의 이상 증식으로 해파리떼가 피서객을 공격하는가 하면 서해에 나타난 식인상어가 남해안에서도 발견되었고, 남해의 유해성 적조 발생 시기가 해마다 빨라졌다. 특히 올해는 1995년 한반도에 처음으로 적조가 발생한 이후 가장 빨리 발생하였다. 동해에선 오징어, 멸치, 고등어 3개 난류 어종은 어획량 50만 톤 이상으로 연근해 어업 생산량의 반 이상으로 증가하고 있으나, 명태, 정어리 등 한류(寒流) 어종은 어획량이 1981년 17만 톤에서 2004년 64톤으로 급감하고 있다고 한다.

## 강원도 연안에서도 아열대성 어류 발견

동해수산연구소는 2000년부터 아열대성 어종들이 동해안을 거쳐 계속 북상, 강원도 최북단 고성 연안까지 진출하고 있다고 밝혔다. 2001년부터 동해안에서 발견한 아열대 어종은 10여 종이며, 강원도 양양 연안 방파제에서 붉은바다거북이 출현하였고, 경북 울진 죽변 연안에서 제주도 이남이 서식지인 은행게 두 마리가 발견되었다. 영덕 축산 연안 정치망에서는 새치류 중 가장 열대성이 강한 흑새치가 잡혔다. 동해 속초에 독가시치, 강원도 경포에 장수거북, 속초에 강담돔, 강원도 양양에 초대형 노랑가오리류와 경북 동해 연안에 대형해파리 등이 연이어 출현하기도 했다. 이들 역시 인도양, 태평양 열대, 동남아시아 등지에 주로 분포하고 있는 아열대성 어종이고, 경북 울진과 포항, 강원도 양양, 삼척 등지에서 백미돔, 자리돔, 철갑동어 등 아열대성 어종이 자주 잡힌다는 것이다.

부산수산과학원은 지구온난화현상에 따른 어종변화가 남해안에서도 뚜렷해지는 양상을 보였다고 밝혔다. 철갑동어와 세동가리 등 아열대성 어종들이 북상하는 난류세력에 편승해 초겨울 제주 주변해역에 다량 출현하였다는 것이다.

필자는 2000년과 2002년 2차례에 걸쳐 독도의 해양 생태계를 연구한 적이 있다. 과거에는 독도의 해양생물상이 남해나 제주영역에서 분리된 독립영역으로 분포한다는 연구결과 보고가 지배적이었으나, 연구결과에 의하면 특히 해조류의 종조성이 급격히 감소되었고, 독도의 해조상이 해수온 상승으로 어려움을 겪고 있는 남해구나 제주구와 유사한 환경으로 변하고 있었다. 또한 독도 인근에 아열대

어류인 가막베도라치, 돌돔, 용치놀래기, 자리돔 등도 함께 관찰이 되었으며 여름에는 독도 연안이 갯녹음 현상(백화현상)까지 동반되어 생태계의 심한 변화가 일어나고 있다는 사실을 국내 학계에 처음으로 보고한바 있다.

## 최근 17년간 1.5°C 상승, 세계 평균치의 6배

미 해양대기국(NOAA)의 인공위성 관측에 의하면 우리 나라 동해의 수온은 최근 17년간 1.5°C 올라 세계 바닷물 평균 수온 상승치의 6배를 기록했다. 서해수산연구소에 의하면 서해 해수 온도 변화는 지난 30년간 0.5~0.9°C 상승하였고, 서해의 어종은 과거 서해의 대표 어종이었던 갈치, 참조기의 어획량이 감소하는 대신 남해와 동해에서 많이 잡히던 멸치와 오징어가 서해 대표 어종으로 자리 잡고 있다고 한다.

우리 연안의 수온이 높아지는 것은 지구 온난화 등으로 우리 나라의 기후가 온대에서 아열대로 바뀌고 있음을 의미한다. 산업혁명 이후 인간은 화석연료의 무분별한 사용으로 많은 양의 이산화탄소를 대기로 방출하였다. 인류의 산업 활동으로 인해 방출된 이산화탄소를 '인위적인 CO<sub>2</sub>'라 하는데 산업혁명 이전 대기의 이산화탄소 분압은 약 280ppm으로 일정하였지만, 그 후로 꾸준히 증가하여 현재는 약 375ppm에 이르고 있다. 다가오는 2050년에는 대기의 이산화탄소가 800ppm이 될 것으로 보인다.

온실가스 배출량 중 90% 이상을 차지하고 있는 이산화탄소는 화석연료 사용으로 59억 탄소톤(1992년)이 배출되며, 이는 인간이 배출한 전체 이산화탄소 배출량의 3/4을 차지한다. 대기로 방출된 인

위적인 CO<sub>2</sub> 중 일부는 대기에 잔류하며 나머지는 해양이나 육상식물군으로 흡수된다. 대략 방출량의 50% 정도가 대기에 잔류하며, 약 48%가 해양으로 흡수되고, 나머지는 육상식물군으로 흡수된다는 사실이 최근 입증되었다.

기후변화협약은 지구온난화에 대한 과학적 자료가 증가하여 범지구 차원의 노력이 필요하다는 인식이 확산됨에 따라서 UN 주관으로 1992년 브라질 리우데자네이루에서 열린 환경회의에서 '기후변화에 관한 UN협약(UNFCCC)'이 채택되어 1994년 3월에 발효되었다. 1997년 12월 일본 교토에서 제3차 당사국총회를 통해 온실가스 배출량 감축 의무화, 공동이행제도, 청정개발체제, 배출권 거래제 등 시장원리에 입각한 새로운 온실가스 감축수단의 도입 등을 주요 내용으로 하는 교토의정서를 채택하여 이산화탄소 저감을 위한 다각적인 노력을 하고 있다.

국내에도 이산화탄소 저감을 위한 정책과 대형 연구프로젝트가 수행중이거나 착수단계에 있다. 특히 한국조류학회를 주축으로 식물플랑크톤을 비롯한 해조류를 이산화탄소 저감원으로 국제적으로 인증받기 위한 국제적인 노력을 하고 있다. 따라서 우리 나라 연안의 바다생태계 변화는 범세계적인 네트워크를 통해 함께 풀어야 하는 대과제이자 21세기를 사는 우리 모두에게 던져진 새로운 화두이다. ㉔



글쓴이는 프랑스 파리 ENS 조류학실험실 상임연구원, 영남대학교 해양과학연구소 센터 책임연구원, 해양자원대학원 겸 임부교수를 지냈다.