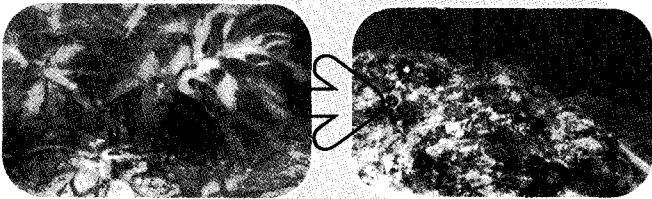


갯녹음 현상 대책에 대한 지금까지의 연구 성과

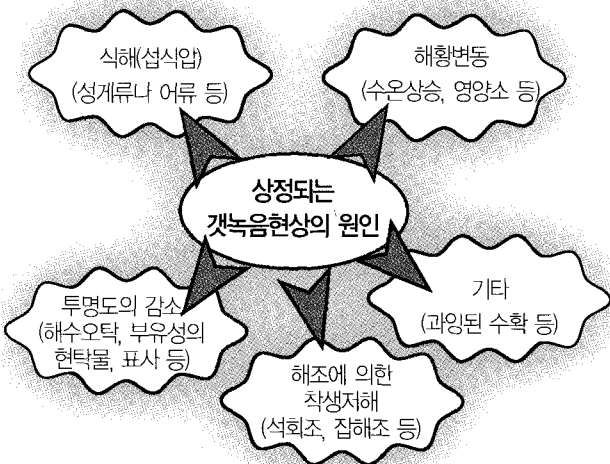
후지타 다이스케 | 도쿄해양대학 조교수



2004 년도부터 수산기반정비사업의 일환으로서 「긴급 갯녹음현상대책 모델사업」이 시작되었다.

이 사업은 종래의 정비사업(이른바 보조사업)과 같은 성격을 가지면서 갯녹음현상 회복을 위한 가이드 라인 작성을 목표로 하고 있다.

현재 홋카이도에서 카고시마까지 전국 17개의 도도부현이 본 사업에 대처하고 있고 워킹 그룹에서도 가이드라인 작성을 위한 작업이 시작되고 있다. 그러나 조장이나 갯녹음현상에 대한 인식에는 격차가 있어 계속해서 논의되고 있다. 이 논의가 진행되는 가운데 갯녹음현상이란 무엇인가? 또 그 대책이란 어떠한 것일까? 라는 근본적인 화제가 반복되어 접근방법이나 방향성을 찾아낼 수 없는 경우도 많다. 이 글에서는 해조군락과 그 변동, 갯녹음현상 조장의 회복·잔존 사례, 갯녹음현상의 회복사업, 갯녹음현상 대책과 문제점에 대하여 설명함으로써 공통 인식에 일조를 하고자 한다.



해조군락과 그 변동

해조의 상당수는 암반이나 조약돌에 생기고 보통은 여러가지 종류가 혼재하여 군락을 형성한다. 단지, 수질·지질 또는 물리적 조건에 따라서는 단일종 혹은 소수종이 우점하는 경우가 많다. 다시마가 우점하는 군락을 다시마장, 모자반류가 우점하는 군락을 가라모(ガラモ)장이라고 부른다. 특히 식용 해조나 수산자원 육성의 관점에서 중요한 해조(해초) 군락을 조장, 그 중에서도 군락 정도가 큰 다시마류나 모자반류 등 대형 갈조류의 군락을 해중 숲이라고 부른다.

잘 알려지지 않은 해조 군락의 하나로 홍조 참산호말(석회조)의 군락이 있다. 이 군락은 전 세계에 분포해 다른 어느 종류의 조장보다도 널리 퍼져있다. 참산호말류는 일반적으로 저조도, 고수온, 빈영양, 파랑, 표사, 조식 어류에 내성이 강하고 각지역의 조장 앞바다 측, 즉 심해에서도 보통 확인된다. 요즘은 성게나 전복의 부유 유생의 착저 장소로서 중요성이 인식되고 있지만, 생산력을 중시하는 입장에서는 아직 평가가 낮다. 이외에도 다시마나 우뚝가사리 등 유용한 해조가 편중되는 지역에서는 다른 해조를 잡해조나 해조(害藻)라고 불리 역시 그 생태학적인 역할을 경시하는 경향이 있다.

해조의 군락이 생성되는 조건은 광합성에 필요한 빛이 닿는 범위 내의 수심대의 착생 기질로서 암반이나 조약돌이 분포하고 해수가 적당히 움직여야 하고 일부의 해조는 조식, 파랑, 하천수, 용승류, 혹은 적당한 표사, 전석(轉石)의 반전, 방목 등도 필요로 한다.

생육할 수 있는 수온대(지리적 분포)도 거의 종류마다 정해져 있다. 일반적으로 해조는 내만보다 외해, 특히 투명도가 높은 외해의 고도(孤島) 주변에서 깊게까지 생기고 차폐역에서 외해까지 복잡한 지형을 갖은 해역이나 한란(寒暖)의 해류가 교차하는 해역에서는 그 종류수가 많아진다

또한 해조군락의 경관은 항상 같지 않다. 대부분의 해조는 계절적 성쇠를 나타내고 1년생 해조의 경우 초기에는 육안으로 모습을 확인할 수 없다. 또한 따뜻한 겨울, 혹은, 혹서, 냉해, 연안 해류의 이접안, 폭풍, 장마 등의 영향에 의한 경년 변화도 확인된다. 게다가 새로운 섬의 형성, 해안의 침강, 투석·블록의 투입 때에는 해조 군락의 전이가 일어나 환경조건에 따라 종류 조성이 변화한다. 이외에 일부 해조의 이상 번무, 귀화 해조의 침입 등의 문제도 있다

갯녹음 현상

해조 군락에서는 위와 같이 여러 가지의 경관 변화가 확인되는 것은 자연스러운 것이나 조장이 계절적 성쇠나 다소의 경년 변화의 단계를 넘어 쇠퇴·소실해 버리는 현상을 갯녹음현상이라고 부른다. 해안에 갯녹음현상이 발생하면 나지(裸地)에 가까운 상태부터 무절참산호말이나 기타 껍질모양 해초류, 고착성 무척추 동물이 우점하는 상태, 적어도 계절적으로 다소의 직립 해조가 존속하는 상태까지 여러 가지가 있다.

갯녹음현상이 발생하는 원인은 각 해역의 지형, 해양학적 특성, 생물의 종류 조성, 연안 이용 정도 등에 따라서 다르지만 엘리노의 발생이나 흑조류의 점안에 따른 고수온·빈영양, 태풍에 의한 격랑, 성게·어류 등 조식 동물의 섭취 증대, 생활·산업 하수 유입에 따른 오탁·부영양화, 하천 개수나 호안·항만정비에 따른 해수의 정체·현탁물질·퇴적 부니의 증가, 포유류·어패류(성게 등 조식 동물의 포식자)의 난획, 화산재의 퇴적 등을 들 수 있다.

이같은 원인은 단독 또는 복합적으로 작용하지만, 요즘은 천재지변에 더하여 인간의 생활·산업의 영향을 무시할 수 없는 것이 많다.

갯녹음현상에 대해서는 잘못된 이해가 많다.

가장 큰 오해는 해저에 갯녹음현상 지대와 같은 경관이 존재한다고 해서 이것을 갯녹음현상과 혼동해 과대평가하는 것이다. 예를 들면 홋카이도 남서해안 등지의 갯녹음현상 지대는 「성계 참산호말 군집」이지만 이 타입의 군집은 일반적 조장의 앞바다 측에서 보편적으로 확인되는 것으로 모든 것이 갯녹음현상은 아니다. 해황의 변화나 어획강도의 증대 등의 이유로 이 타입의 군집이 확대하고 조장이 쇠퇴·소실했을 경우로 한정되어 항공사진으로 희게 찍힌 「성계 참산호말 군집」을 모두 갯녹음현상이라고 판단 할 수는 없다. 원래 성계나 참산호말도 근원부터 약당이 아닌 암전하게 생활하는 경우도 있거니와 자연의 맹위나 인간의 방자(어획이나 환경파괴)에 편승하여 위세를 부리기도 한다.

조장의 회복 · 잔존 사례

많은 갯녹음현상에서는 해조의 생육을 제한하는 요인이 제거되면 조장은 회복된다. 흑조의 접안, 엘리노, 화산재의 퇴적, 광산 폐수 등에 의한 갯녹음현상은 그 좋은 예이다. 또, 일반적으로 성계에 의한 조장의 파괴를 봐도 성계를 실험적으로 제거, 살육(해머에 의한 구타나 생석회의 살포) 혹은 어획했을 경우, 성계 포식자 군을 회복시킨 경우, 성계가 고수온에 대량 폐사했을 경우가 발생하면 조장은 회복된다. 현재, 성계 어획이 높은 지역에서는 대규모 갯녹음현상은 해소되고 있다.

이러한 결과는 생물 군집이 톱다운·컨트롤에 의해서 유지·결정되고 있는 것을 나타내는 것이지만 영양염류와 이것을 일차적으로 이용하는 기초 생산자가 군집을 지탱하는 보텀 업(상의(上意)하달식 관리방식)·컨트롤에 의해서도 유지가 기대가 된다.

하구나 쇠파대에서는 해조가 잘 자란다. 이것은 단지 하천수나 파랑이 성계의 접근을 막을뿐만 아니라 해조류에게 영양염류를 공급하고 그 섭취를 촉진하는 것

이 중요하다고 생각된다. 인간이 해수 중의 영양염류를 조정할 수 없다는 의견도 있지만, 과소화가 진행되기 전의 어촌의 생활폐수나 수산가공 부산물의 해중 투기 등은 영양염류의 과잉공급이 발생된다고 봐야한다. 최근엔 특히 빈영양 지역에서의 영양염류 순환 사이클의 약화가 염려된다. 이 때문에 사례는 적지만 일부에 시비(施肥)가 시도되고 있고 근래는 해양 심층수를 대량 취수 한 후의 방수의 유효 이용의 관점에서도 주목받고 있다.

갯녹음 현상의 회복 사업

해조의 증식 방법에는 크게 나누어 ①착생면 갱신, ②착생면 조성, ③천적구제·진입 방지, ④모조(母藻) 투입, ⑤시비(施肥) 등 5개가 있다. 이 중, ④는 보조적 기술로 로프, 수중접착제 등을 이용해 해중 조림(造林)을 실시할 수 있다. ③과 ⑤에 대해서는 앞서도 언급했지만 특히 ③은 성계에 의한 식해 대책으로 성계 진입 방지용 에어 포켓(air pocket), 고망(古網) 등과 같은 성계 펜스의 설치로 상당한 효과를 거둘 수 있다. 성계 포획기구도 개발되었지만 비용이나 작업성의 면에서 실용 단계는 아니다. ①과 ②는 토목적 수법에 의한 강제적인 갯녹음현상 회복으로서 주목받는다.

①의 착생면 조성은 현재도 일본에서 공공사업으로 투석이나 블록 투입의 형태로 행해지고 있다. 그러나, 기존 조장의 주변이라면 몰라도 갯녹음현상 지대에서는 기질의 투입 후 몇 년간은 해조가 무성하더라도 머지않아 주위와 같이 빈식생화하는 사례가 많다. 블록에 대해서는 형상, 재질, 설치 수심 등이 검토되는데 예를 들면 평골(平滑)보다 돌기, 콘크리트보다 철골 앵글이나 고체화 한 다공질의 석탄재, 깊은 심해보다 쇠파대의 이용과 같이, 블록상의 해조의 생존을 높이는 기술이 몇 가지가 제안되고 있다. 그러나 대개는 비용대 효

과(B/C)의 관점에서 실효면적의 확대가 곤란하고 블록 자체가 해수의 유동 환경을 바꾸거나 조식 어류의 번식을 촉진시키는 등의 우려가 있다. 또 아직 신기술은 실증 년수가 부족하다는 지적도 있다. 이와 같이 착생면 조성은 30년에 달하는 내구 년수(실질·서류상)와 유지비용이 없는 효과 등이 있다는 간단한 발상이나 탁상공론으로 비용대 효과(B/C)를 검토, 갯녹음현상 시대에 도입하는 것은 과거의 시행착오를 거듭하게만 된다.

②의 착생면 갱신에서는 갯녹음 현상이 발생한 해저를 계속 피복하는 참산호말류나 잡해조를 제거하기 위해 여러가지 대책이 시도되어 왔다. 옛날에는 간이 기구를 이용해 해조 착상이 쉽게 암초면 청소를 시행하였지만, 후에 해저세경기, 체인 방식, 수중 불도저, 워터 제트 등이 도입되어 버블(bubble)기, 석회조 박리기까지 개발되었다. 다만 비용이나 노동력, 작업성, 지형·저질·수심의 제한 등 문제점도 많아 갯녹음현상 대책으로서 계속되고 있는 것은 없다.

참산호말류는 표층 세포층의 박리, 일부 해조에 대한 성장 억제, 조식 동물에 대한 섭취 자극 등의 작용을 하기 위해서 조장 형성의 저해 요인으로 간주되는 것이 많다. 그러나 우뚝가사리류에 있어서는 중요한 착생 기질로 개체문이나 돌기문의 간격 및 착생 한 해조 기초부가 조식 동물에 대한 해조의 피난 영역이 되므로 일괄적으로 해로운 조류로 취급해서는 안된다.

갯녹음현상 대책과 그 문제점

갯녹음현상 대책으로는 ① 근본적인 원인을 제거하고 전면적 또는 부분적으로 회복시킨다, ② 자연 회복할 때까지의 어업 지원책을 고려한다, ③ 갯녹음현상 상태를 감수하고 유효 이용을 도모한다는 세가지 방법을 고려할 수 있다.

예를 들면 좁은 범위의 성계에 의한 갯녹음에서는 ①이 가능하지만, 광대한 해역으로 확산되면 ③혹은 ①, ②동시도 진행, 가역적인 해황변동이나 일과성의 원인에 의한 경우는 ②가 유리한 대책이다. 어쨌든 사업에는 채산성이나 지속성과 함께 환경에 대해서 비파괴적이고 갯녹음현상의 자연 회복이나 후세의 원인 구조물의 철거에 의한 자발적 회복을 방해하지 않는 것이 요구된다. 또, 재정이 어려운 때이지만 「예산의 단절이 대책의 단절」이 되는 것 같아 효과는 불안하다.

전에 참의원 선거에서는 「고향을 아이나 손자의 대까지도」라고 호소하는 후보자가 다수 있었지만 어업자 중에는 후계자 부족 등을 이유로 자포자기에 빠지거나 관공서 책임으로 돌려 연안이 「형편없는 공공사업」의 먹이가 되는 일도 많다. 한편으로 중유 표착 사건이나 해안 청소활동에서 보듯이 바다를 아끼는 양식적인 지역 주민은 존재하고 어업자와 동등 이상으로 고향의 바다를 소중히 생각하는 사람들도 많다. 갯녹음현상에서 문제가 되는 성계나 조식어의 증가, 혹은 연안의 고수온, 오타, 부니 등의 표면화도 치산·치수의 문제뿐만 아니라, 호안공사에 의한 연안의 평온이나 어장 이용(난획, 과잉된 종묘 방류등)에 원인이 있다고 생각되는 것이 많다. 갯녹음현상 대책의 궁극적인 목표는 어디까지나 「절도 있는 어업과 균형 잡힌 연안 이용」이며, 임기응변적인 대처 요법을 반복하는 일이 아닌 지역 주민의 이해나 협력도 바라보면서 근본적인 상황의 개선이 있어야 할 것이다.

이를 위해서는 숙련된 어업자가 건재한 동안에 바닷가가 풍부했던 시대의 조장의 분포나 생물상에 관한 정보를 수집해 갯녹음현상의 근본적인 원인을 구명·인식할 필요가 있다. 인간의 세대 교체와 함께 조장에 대한 인식의 한계를 넘어 버리는 것이 제일 염려된다. 