# 갯녹음현상 진단 조사에 대하여

안도 히로시 | 사단법인 수산토목건설기술센타 기술보급부

**최근에는 단번에 갯녹음현상(조장)의 전체 모습을 파악하는 위성 화상이나 항공사진(광학적 조사법), 음향 측심기(음향적 조사법)를 활용한다거나 원격 탐사(대상물로부터 반사 또는 방사되는 전자파를 측정·기록해서 지표 부근의 정보를 수집하는 기술)의 조사 방법이 고안되고 있다.**

## 머리말

지금까지 갯녹음현상의 지속 원인이 되는 성게나 물고기의 식해와 그 대책에 대해 소개되었다. 갯녹음현상을 지속시키는 원인에는 그 밖에도 해수의 탁도이나 부니의 퇴적이 해조류를 조락·고사시키거나 혹은 기질에 퇴적한 부니가 해조 포자의 착생을 방해하기도 한다. 또한 고수온이나 영양의 결핍, 높은 파도의 내습도 갯녹음현상의 원인이 된다. 그리고, 이러한 원인이 우리의 바닷가에서 어느 정도 일어나고 있는지를 조사해 갯녹음현상의 유무나 진행 정도 등을 판단, 필요한 처치를 실시하는 것이 여기서 소개하는 갯녹음현상 진단이다.

## 갯녹음현상 진단의 조사 방법

갯녹음현상은 이전에 조장이 있던 장소가 어떠한 환경요인의 변화를 계기로 조장을 쇠퇴·소실시켜 그 이후에도 영원히 회복되지 않는 어장을 말한다.

이러한 경관은 평소에 조장의 분포를 파악하지 않거

나 혹은 전복 · 성게의 어획이 감소하지 않으면 좀처럼 인지되지 않기 때문에 대부분 심각한 상황이 되고 난 후 문제가 나타나고 있다. 이 때문에, 정기적으로 상황을 조사해 갯녹음현상의 조기 발견과 적절한 대책을 세우는 것이 중요하다.

갯녹음현상 진단은 ① 갯녹음현상의 유무를 파악하는 조사, ②갯녹음현상의 정도를 파악하는 조사, 그리고 ③ 원인을 규명하는 조사, 3개로 분류할 수 있다.

갯녹음현상의 유무를 파악하는 조사란 조장 형성(진행 · 퇴행)의 상황을 조사하는 것으로 갯녹음현상의 유무를 판단한다. 즉 조사는 종래부터 행해지고 있는 조장 조사 (조장 분포 · 식생 )가 중심이 된다. 다만, 갯녹음현상은 광범위하게 분포하는 것이 특징이므로 잠수 관찰로는 시간과 노력이 걸려 비효율적이다.

최근에는 단번에 갯녹음현상(조장)의 전체 모습을 파악하는 위성 화상이나 항공사진(광학적 조사법), 음향 측심기(음향적 조사법)를 활용한다거나 원격 탐사(대상물로부터 반사 또는 방사되는 전자파를 측정 · 기록해서 지표 부근의 정보를 수집하는 기술)의 조사 방법이 고안되고 있다.

갯녹음현상의 진행 정도를 파악하는 조사란, 해조군락의 식생이나 성게 등의 성장 상태로부터 갯녹음현상의 진행 정도를 추정하는 것이다. 그리고, 갯녹음현상 원인을 규명하는 조사란, 예를 들면 해조를 갯녹음현상의 장소에 설치해 조식성 동물의 섭취 행동을 관찰, 또는 펜스를 설치해 성게의 침입을 막아 펜스내의 해조의 변화를 관찰하는 등, 조작 실험적인 조사로부터 원인을 규정하고자 하는 것이다.

## (1) 갯녹음현상의 유무를 파악하는 조사

### 1) 잠수 관찰

잠수 관찰은 로프를 따라 다이버가 조장 위를 유영하면서 일정한 간격으로 방형구를 해저면에 설치해 방형구내에 출현하는 해조류이나 저생동물을 기록하면서 갯녹음현상의 상황, 대형 해조의 하한 수심 등을 관찰한다. 이 조사는 상세한 데이터를 얻을 수 있을 것처럼 생각되지만, 실은 다이버의 관찰능력에 의존하기 때문에 충분한 조사 능력을 가진 다이버가 주의 깊게 관찰하지 해야된다는 난점이 있다. 또, 사진이나 비디오도 조장의 모습을 시각적으로 전하는데는 효과적이지만, 이것을 정량적인 조장 분포의 해석에 이용하기까지는 어려움이 있다.

### 2) 광학적 조사법

광학적 조사법은 항공사진이나 위성 화상을 이용해 갯녹음현상이나 조장의 분포를 판독한다. 이전에는 사진으로 조장의 유무를 판독했기 때문에 숙련된 기술이 필요했지만, 최근에는 사진으로 해조 · 초류의 파장마다 반사강도를 추출해 이것과 현지조사 결과의 관계를 통계적으로 해석함으로써 파도(波度)별로 조장의 분포를 파악할 수 있게 되었다. 다만, 분류에 있어서 표-1에 나타내는 색조, 형상 등의 판독 키가 필요하고 그러기 위해서는 촬영과 같은 시기의 잠수 관찰이 필요하게 된다.

표-1. 조장 분포 조사의 사진 판독 키

(갯녹음현상 진단 지침 2002)

| 판독키 / 구분 | 색조 | 감촉 | 생육기반 | |
|---|---|---|---|---|
| 거머리말 | 녹색, 옅은 다갈색이 혼재 | 곱고, パッチ 모양 | 사니(砂泥) | 가능 |
| ガラモ(가라모) | 갈색 | 거칠다 | 전석, 암반, 조약돌 | 추정 |
| 해중림 | 어두운 갈색 | 매끄럽다 | 전석, 암반, 조약돌 | 추정 |
| 기타 | 갈색 짙은 갈색 | 곱다 | 전석, 암반, 조약돌 | 가능 |

화상 해석은 전문적인 지식이 필요하다. 다만, 조장의 분포를 개략적으로 확인한다면 사진을 A/D변환(아

날로그 신호를 디지탈 신호로 변환하는 것. 예를 들면 사진을 스캐너로 읽어냄)하고, 디지털 화상 편집 소프트 웨어(Photshop CS 등)를 이용해서 조장이라고 생각되는 장소의 색조를 조사함으로써 확인할 수 있다.

항공 촬영은 일정한 고도와 해석의 장해가 되는 헐레이션(halation)(사진에서 강한 빛이 닿은 부분의 주위가 하얗게 희미해져 비치는 현상)이나 파랑, 탁도 등에 주의하여 행해진다. 위성 화상은 항공사진보다 넓은 지역을 촬영할 수 있기 때문에 화상을 연결할 필요가 적어지고, 색조차이도 적기 때문에 좋은 화상을 얻을 수 있는 것이 특징이다. 수산청은 2002년도부터 위성 IKONOS를 이용하여 실시간으로 조장 분포 상황을 파악하는 기술개발을 하고 있다(코바야시(小林) 2003).

화상 해석된 데이터는 사진-1과 같이 색조 차이로 갯녹음현상이 판독됩니다.

이 밖에 연도별로 같은 해역을 포개어 갯녹음현상의 확대, 조장의 소실을 추출하여 사진이나 지도에 오버레이(overlay) 하는 것으로 분포의 변동을 파악할 수도 있다.

다만, 이 경우에는 같은 촬영기술(촬영 각도, 축척, 해상도 등)로 촬영되어 있지 않으면 기하 보정(화상의 일그러짐을 없애는 처리)이 쉽지 않고, 조장의 계절 성쇠를 고려해 촬영 시기가 같지 않으면 현황이 제대로 평가될 수 없으므로 주의가 필요하다.

### 3) 음향학적 조사법

광학적 조사법은 빛의 감쇠가 큰(예를 들면 투명도가 나쁨) 해역에서는 판독이 곤란하지만, 음향학적 조사법은 음파가 탁도에 영향을 받지 않고 바다 속 먼 곳까지 전할 수 있다. 음향학적 조사법은 수중에 음파를 반사하여 해저로부터 돌아오는 음파의 시간이나 강약으로 해저를 영상화한다. 다만, 갯녹음현상은 암반과 구별이 되지 않기 때문에 음향학적 조사법으로 갯녹음현상을 조사하는 것보다 조장의 분포를 조사하는 것으로 연대별의 분포 변화로 갯녹음현상을 판독하게 된다.

조사에 이용하는 장치로는 어군 탐지기나 음향 측심기, 사이드 스캔 음파 탐지기, 네로우 멀티 빔 음파 탐지기가 있다. 이러한 장치도 표-2에 나타나듯이 각각

그림-1. 항공사진으로 판독한 갯녹음현상(갯녹음현상 진단 지침 보고서 1999) 하얗게 보이는 개소가 갯녹음현상

표-2. 음향학적 조사 장치의 특징

| 장치명 | 조사범위 | 종류조성 | 엽체길이 | 조장면적 | 비용 | 유의점 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 어군탐지기 | 좁다 | O | O | X | 싸다 | 출력결과가 단편적 |
| 사이드 스캔 음파 탐지기 | 넓다 | X | - | X | 비싸다 | 암초성 조장의 판독은 곤란 |
| 네로우 멀티 빔 | 넓다 | O | O | O | 비싸다 | 천수심은 맞지않음 |

注) 잠수 관찰도 동시 조사한 경우

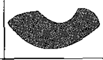
의 장단점이 있기 때문에 잠수 관찰이나 저질 채취 등의 조사와 함께 실시할 필요가 있다.

### (2) 갯녹음현상의 원인을 파악하는 조사

갯녹음현상의 발생이 밝혀진 이후부터는 그 원인을 규명하는 조사가 필요하다. 갯녹음현상의 원인은 이미 보고되고 있듯이 여러가지가 있지만, 지금까지의 조사나 기존의 지식에서 어느 정도는 원인을 특정할 수 있을 것 같다. 또, 성게나 어류의 식해와 그 영향은 밝혀지고 있다. 따라서 조사를 실시하기 전에 논의를 거듭하고 정보를 모아 우선 가장 큰 영향을 준다고 생각되는 원인을 중심으로 조사를 시작하고 조사를 진행시키면서 다른 인자와의 관련성을 검토하면서 순서대로 여러가지 조사와 조합해 가는 것이 좋다.

지금까지 갯녹음현상을 지속시키는 요인으로서 성게나 어류의 식해, 해수의 탁도나 부니의 퇴적을 들 수 있다. 식해의 경우는 근방의 천연 조장에서 성체를 채취 또는 해조 묘판을 구입해서, 이것을 갯녹음현상이 일어나는 장소에 두어 식해의 상황을 관찰하는 것이 가장 효과적이다. 다만, 날짜에 따라 또는 시간에 따라서 섭취의 정도는 다르므로 단순하게 이식하는 것만으로는 확인할 수 없을지도 모른다. 이 때문에 조사 실시에 맞춰서 식해 동물의 종류에 따라, 시간이나 계절, 식해 동물의 생식에 영향을 주는 환경요인을 확인하고 나서, 적절한 조사를 실시할 필요가 있다. 섭취를 확인하는 방법으로서는 성게와 같이 이동이 적고, 조체에 잠시

표-3. 조식 어류의 검은자위의 식흔 모식(나카야마 · 아라이 1999를 도화)

| 어 종 | 식 흔 | 특 징 |
|---|---|---|
| 비늘돔 |  | 식흔은 직경 2.5~5.0㎝의 초승달 형 잎모양부분은 깨물어 자르지 않고 잡아 뜯어졌다. |
| 쥐 돔 | | 식흔은 직경 0.2~0.5㎝로 소형이며 연속적인 톱니 모양 |
| 독가시치 | | 식흔은 직경 0.3~2.2㎝의 초승달형 또는 타원 활모양, 때때로 이빨 모양은 연속적이며 극히 미세한 요철이나 입의 표면에 평행한 연속적인 선이 보였다. |

들러붙고 있는 것을 목격할 수 있는 것은 좋지만, 조식 어류의 경우는 섭취 관찰이 어렵기 때문에 표3에 제시한 식흔(食痕)(나카야마등 1999)으로 파악할 수 있다.

다만, 해조 이식의 단점은 식해의 유무는 대체로 판정할 수 있어도, 이 식압이 갯녹음현상을 가져올지의 여부는 간단히 판정할 수 없다. 이것을 판정하려면 많은 데이터를 모으기 위해서 몇번이나 반복해 조사를 계속할 필요가 있다.

탁도나 부니의 경우는 우선 유역의 기상 · 수문 · 수질 데이터 등에서 탁도의 유입량이나 발생시기를 특정짓는 것으로 시작된. 그리고 탁도가 유입하는 기간의 투명도, 혼탁 발생 후의 부니의 퇴적 상황 관측으로 영향 범위를 특정하고 저해 요인이 되고 있을까를 검토하게 된다.

이것도 어려워서 나는 이전에 항내의 탁함에 의해서 안벽의 해조가 소실된 것을 엽체의 부니 퇴적량으로 조사했던 적이 있만, 해조의 연령에 의해서 부니에 대한 내성이 다르다는 것, 부니의 성질(무기질계 · 유기질계)에 따라서 영향이 다른 것, 부니와 함께 고착한 동물수의 영향이 큰 경우가 있어서 부니가 해조를 고사시키고 있는 것을 제대로 정량적으로는 판단할 수 없었다. 이에 대해서도 식해와 같이 장기적으로 많은 데이터를 모아 반복 조사를 계속할 필요가 있다.