

# 제주도 연안 갯녹음 현상 및 대책 방안 모색

제주발전연구원 책임연구원 강진영  
국립한경대학교 해양과학기술연구소 연구교수 신우석

## 1. 서론

갯녹음 현상(Whitening event)이란 탄산칼슘( $\text{CaCO}_3$ ) 성분의 홍조류인 무절산호조류가 암반을 뒤덮어 연안 바다 환경이 바뀌어 여러 가지 형태의 바다숲이 줄어들거나 사라지는 현상을 말한다. 또한, 갯녹음 현상은 홍조류의 일종인 무절산호조류가 살아있는 상태에서는 분홍색을 띄지만 사멸 후에는 흰색으로 변화하여 바다 속이 흰색으로 보이기 때문에 백화현상이라고도 부른다.

이러한 갯녹음 현상은 미국, 캐나다 및 일본 등 세계 각지에서 발생하는데, 특히, 미국 캘리포니아주 전역의 약 1,500km에 걸친 연안을 포함하여 미국 Maine주에서 캐나다 St. Lawrence만을 경유하여 Newfoundland 섬까지 이르는 약 2,000km에 걸친 광범위한 연안에서의 갯녹음 현상이 대표적인 사례이다.<sup>1)</sup>

우리나라와 지리적으로 가까운 일본에서도 쿠로시오 해류와 대마난류의 영향을 직접 받고 있는 남부해역, 북해도 남서부와 삼육해안 등에서 갯녹음 현상이 뚜렷하게 관찰되고 있다.<sup>2)</sup>

우리나라의 경우, 1980년대 이후부터 제주도와 남해안 일대의 해역에서 갯녹음 현상이 나타나기 시작하였으며, 1990년대 이후부터는 동해 연안까지도 갯녹음 현상

1) 국립수산과학원, 제주연안 갯녹음어장 복원 연구, 국립수산과학원 사업보고서, 2007

2) 국립수산과학원, 제주연안 갯녹음어장 복원 연구, 국립수산과학원 사업보고서, 2007

이 발생하여 피해가 일어나면서 이에 대한 심각성이 부각되었다.<sup>3)</sup>

이에, 우리나라에서는 동해수산연구소에서 갯녹음 현상에 대한 전반적인 실태 조사에 착수하였고, 그에 따른 실태조사보고서에 따르면, 1997년 강원지역과 경북지역에서 약 370ha(강원 155ha, 경북 215ha) 정도가 발생한 것으로 보고되었고, 이후 1999년에는 강원지역과 경북지역 그리고 경남지역에서 총 2,887ha(강원 776ha, 경북 1,774ha, 경남 336ha) 정도가 발생한 것으로 조사됨에 따라 조사 기간 중 가장 넓은 갯녹음 현상 발생 면적을 나타냈다.<sup>4)</sup>

현재 갯녹음 현상에 대한 지속적인 모니터링은 이루어지고 있지 않아 그 실태는 파악하기 어렵지만 환경오염물질의 증가와 더불어 기후변화에 따른 환경변화로 인하여 갯녹음 현상은 점점 더 확대되어 가는 것으로 판단되고, 이는 비단 이들 지역뿐만 아니라 제주지역의 경우도 갯녹음 현상이 발생하고 있고, 그 면적은 지속적으로 확대되고 있을 것으로 판단된다.

이에 본 연구에서는 갯녹음 현상의 원인과 발생현황 그리고 제주지역 조사현황 및 문제점에 대해서 살펴봄으로써 제주지역에서의 갯녹음 현상에 대한 향후 대응 방향에 대하여 제시하고자 한다.

## 2. 갯녹음 발생 원인 및 기작

갯녹음 현상의 발생 원인은 지역, 환경, 생물 등 다양한 조건 특성 등에 의해 다양하지만, 발생의 근본적인 기본 메커니즘은 물리적, 화학적 및 생물학적 원인으로 나눌 수 있다. 이러한 원인들에 대해서 제주의 현실과 비교하여 아래에 좀 더 구체적으로 설명하였다.

### 2.1 물리적 원인

먼저, 갯녹음 현상의 물리적 원인은 해수온 상승, 다량의 담수 유입, 육상생태계와

3) 김형근, 윤이용, 2002, 강릉하천 하구역에 발생하는 갯녹음(백화) 현상의 진단, 강원지역환경기술개발센터, pp.32

4) 국립수산과학원, 제주연안 갯녹음어장 복원 연구, 국립수산과학원 사업보고서, 2007

의 단절 등이 원인으로 지적되고 있다.

최근 들어 지구 환경이 많이 변화하고 있다. 국립기상연구소의 2009년 기후 시스템의 온난화에 따른 우리나라 기후 변화에 대한 자료를 보면 지난 100년간(1912년~2008년) 한반도의 기온 상승률은 1.7℃로 나타나 전 지구 100년(1906년~2005년)간 전 지구 평균 상승률인 0.74℃에 비하여 높은 것으로 나타났으며, 도시화 효과에 의한 온도 상승폭이 두드러진 것으로 나타났다. 게다가 국립수산과학원에 따르면 한국 근해 표층수온 상승률은 전 지구적인 해양수온 상승률을 상회하여 최근 10년(1995년~2004년) 동안 표층수온은 연평균 0.67℃가 상승했다.<sup>5)</sup> 특히, 남해안(제주, 완도 및 여수) 연안의 수온 변화를 분석한 결과를 보면, 제주 연안의 경우, 최근 21년 동안 0.31℃ 상승하였으며, 완도와 여수 연안은 최근 26년 동안 각각 0.7℃, 1.07℃ 상승한 것으로 나타났다.<sup>6)</sup> 특히, 김 등에 의한 수온 변동과 갯녹음 확산에 관한 연구보고에 따르면 수온이 상승할수록 갯녹음이 확산되고 해중립이 감소하는 결과를 보여주고 있어 갯녹음 현상이 수온 상승과 밀접한 관계를 갖고 있음을 알 수 있다.<sup>7)</sup>

둘째로, 제주연안으로의 다량의 담수 유입이다. 최근 기후변화로 인한 집중강우의 증가와 더불어 토양이용의 변화로 불투수층의 증가는 제주연안으로의 담수의 유입을 증가시킬 것으로 판단된다. 강수에 의한 빗물은 제주도 전역의 해안가를 통하여 바다에 유입됨으로써 해양환경의 안정성<sup>8)</sup> 등을 유지할 수 있으나 해안도로 등으로 인하여 균일하게 흐르지 못하고 특정 장소 또는 해역에 일시에 대량으로 유입되면서 갯녹음 현상을 가속화하는 것으로 판단된다.

셋째로 제주연안과 육상생태계와의 단절이다. 제주지역의 경우 해안 주변에는 해안도로를 비롯한 다양한 공사가 이루어졌거나 진행중으로 판단되며, 이는 육상생태계와 제주연안과의 생태계 또는 생태축을 단절시키는 원인으로 작용한다.

제주 연안의 항, 포구는 연안에 위치해 있으며 이러한 시설을 개발하기 위해서는 자연 해안을 변화시키는데, 이러한 과정에서 특히, 하천수의 진로를 변화시키고, 때로는 차단하는 역할을 함으로써 항, 포구의 방파제 주변 해역의 생태계를 교란시킬

5) 한국과학기술한림원, 기후변화에 대한 농수산학 분야의 현황과 대책, 2010

6) 김위식 등, 기후변화에 기인한 연안 수온 상승에 따른 연안 어류의 바이러스성 질병 발생 예측, 한국수산과학회지, 46, 582-588, 2013

7) 김대권 등, 제주연안에서 기후변화가 갯녹음 확산에 미치는 영향, 수산자원관리, 1, 1-17, 2011

8) 대마난류에 의한 고수온, 고염분, 저영양염의 영향을 바다로 유입되는 담수가 해역 전체에 영향을 주어 수온, 염분, 영양염 등 균일한 양상을 나타냄으로써 해안의 안정성을 추구하고 있음

수 있다. 또한 제주도 해안 절경을 관광 산업화 목적으로 건설된 해안도로는 육상 생태계와 해양생태계의 연결을 차단하는 역할을 하고 있다.

## 2.2 화학적 원인

갯녹음 현상의 화학적인 원인은 해수의 염도 변화, 빈 영양염류에 의한 영양염 결핍, 해양오염 등을 지적할 수 있다.

최근 기후변화로 인하여 제주연안지역은 많은 변화가 일어날 것으로 판단되는데, 그 중 하나가 해수의 저염수화이다. 제주특별자치도 기후변화적응대책 세부시행계획(2012)에서는 이러한 부분에 대해서 여름철에 양자강 저염수가 유입되어 수산양식업을 위협하므로 저염수 이동정보를 제공할 필요성에 대해서 지적한 바 있다.<sup>9)</sup>

그리고 갯녹음 현상에 대한 화학적 원인 중 하나가 빈영양염류 현상과의 관계이며, 이를 지적하는 연구도 보고되고 있다.<sup>10)11)</sup> 우리나라 해역에 있어서 고수온과 빈영양염류가 특징인 대마난류의 접근은 다시마류와 같은 아한대성인 대형 갈조류의 성장을 저해 또는 사멸시키기도 한다. 특히, 제주 해역은 쿠로시오 해류의 지류인 대마난류의 영향을 받고 있으며 이 해류의 특성은 고수온, 고염분, 빈 영양염의 특성을 가지고 있어서 난류성 해조류인 산호말이 번식하기에 알맞은 조건을 지니고 있다.<sup>12)</sup> 예를 들어 민광식 등에 의해 조사된 동해안 해조장 조성시험에서는 갯녹음 현상이 발생한 지역이 그렇지 않은 지역보다 영양염과 클로로필-a의 함량이 낮은 빈 영양상태라고 보고하고 있다.<sup>13)</sup>

세 번째로 갯녹음 현상의 화학적 원인 중 하나가 해양오염이며, 해양오염에서는 투명도 감소와 각종 오염물질의 유입을 원인으로 제시하고 있다.

우선 투명도 감소의 원인은 해안도로 신설 및 해안 매립공사, 집중강우 등에 의한 강우 유출 등에 의한 대량의 부니(腐泥) 및 사니질(沙泥質) 유입과 육상양식장 배출수에 함유된 사료찌꺼기 및 배설물에 의한 부유물질의 유입 등을 제주연안의 투명도를 감소시키는 원인으로 언급할 수 있는데, 제주연안의 투명도 저하는 광합성 저해

9) 제주특별자치도, 제주특별자치도 기후변화 적응대책 세부시행계획, 2012

10) 국립수산과학원, 제주연안 갯녹음어장 복원 연구, 국립수산과학원 사업보고서, 2007

11) 민광식 등, 동해안 해조장 조성시험, 동수연사업보고서, 206-217, 1998

12) 국립수산과학원, 제주연안 갯녹음어장 복원 연구, 국립수산과학원 사업보고서, 2007

13) 민광식 등, 동해안 해조장 조성시험, 동수연사업보고서, 206-217, 1998

및 부착기질 소멸의 원인이 된다.

그리고 각종 오염물질의 유입으로 해양이 점차 오염되는 부분에 있어서는 다음과 같은 예를 들 수 있다. 제주지역은 1차산업이 타지역에 비해 많은 비중을 차지하고 있고 1차 산업에서 사용되는 농약과 약품은 해양으로 유입된다. 예를 들어 제주지역의 대표적인 농산물인 감귤은 연간 4~5번의 병충해 제거용 농약을 살포하고 있고, 일반 농가에서도 제초제 등 다양한 농약을 사용하고 있다. 특히, 6~7월달에 장마가 시작되면 병충해를 의식하여 농약을 많이 살포하게 되는데 이러한 농약이 자연환경에서 안정화되기 이전에 장마 또는 집중호우에 의해 하천을 통해 바다로 일시에 유출하게 되는 경우가 발생한다. 그러나 현재까지 농약사용으로 인해 제주연안의 생태계가 파괴되고 있다는 직접적인 원인 분석 자료는 없기 때문에 이에 대한 폭넓고 세밀한 조사가 필요하다. 그리고 1차 산업에 있어서 제주지역에서 큰 비중을 차지하고 있는 넙치 양식은 대부분 육상에 양식시설을 설치하여 운영되고 있으며, 지속적으로 배출수를 방류하고 있는 실정이다. 이러한 배출수는 우선 연안의 해수를 사용하는 경우와 지하해수(염지하수)를 사용하는 경우가 있는데 지하해수(염지하수)의 경우 연안해수에 비해서 염분도가 낮은 경우가 있어 이를 배출하였을 때 주변 해안의 염분을 저하시키는 원인을 제공할 수 있다. 그리고 그보다 더 중요한 것은 배출수 중에 있는 사료찌꺼기와 어류의 배설물은 투명도를 감소시켜 해조류 등의 성장을 저하시키며 각종 약품의 종류에 따라 해조류나 각종 연안동·식물에 영향을 끼치는데 더 큰 문제가 있다.

### 2.3 생물학적인 원인

갯녹음 현상의 생물학적 원인으로는 서식처 경쟁(무절석회조류 우점), 초식 동물들(성게, 전복, 독가시치 등)의 먹이활동에 따른 피해 증가로 인한 해조류 감소 및 소멸, 수산자원의 남획으로 인한 해양생태계 파괴 등이 있다.

갯녹음 현상이 발생한 해역의 성게류는 개체수 자체는 풍부하다. 그러나 그들의 주요 먹이인 대형 해조류의 생육 장소가 물과 땅이 맞닿아 있는 경계선(수계선:水界線)<sup>14)</sup>으로 한정되어 있기 때문에 먹이가 절대적으로 부족하다. 먹이 부족으로 성게

14) 강이나 호수, 바다 등의 물을 말하는데, 바로 물과 땅이 닿아서 이루는 선을 말함

류는 성장이 둔화하여 어획 대상 크기까지 성장하는데 긴 시간이 필요하게 된다. 또 어획 크기에 이르러도 식용으로 알맞은 부분인 생식지의 발달이 불충분하여 판매 대상이 되지 못한다. 결국, 갯녹음 현상이 발생한 장소에서는 성계 어획을 할 수 없게 된다. 그리고 성계류가 어획되지 않음에 따라 성계류가 더욱 과잉 분포하여 먹이가 되는 해조류가 더욱 적어지는 악순환이 발생한다.<sup>15)</sup> 그러나, 1998년에 이 등에 의해 조사된 제주연안의 해조류 종류와 성계의 먹이 활동 효과 조사 결과에 따르면 성계가 해조류 서식처 형성이나 갯녹음 현상을 일으키는 해조류의 주요 소비자가 아님을 추정하고 있다.<sup>16)</sup> 이러한 상반된 주장이 있는 것으로 보아 좀 더 체계적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

게다가, 해조류 먹이 활동에 관여하는 것으로 알려진 어류의 영향에 대해서 기존 연구된 자료 중 일본의 경우 압초성의 조장에서는 혼슈의 태평양 연안에서 천연감태 해안에 표착한 사가라메, 그리고 인공적으로 조성된 해조류 서식처에서 독가시치 등의 섭식으로 인한 영향을 확인할 수 있었고, 기이 반도(紀伊半島)의 기이 수도 연안에서는 감태장이 대규모로 쇠퇴한 해의 가을에 수온이 높고 주로 비늘돔의 잇자국이 남겨져 있었다. 시코쿠(四國)의 태평양 연안에서는 감태장이 1980년대부터 2000년에 걸쳐 급속히 쇠퇴하였는데 이는 어류의 채식으로 인해 발생한 것으로 추정된다.<sup>17)</sup>

이처럼 해중립 감소와 갯녹음 현상에 있어서 성계, 전복, 어류 등 조식성 생물에 의한 영향도 받고 있음을 알 수 있으나 이러한 부분에 대해서도 좀 더 철저한 연구가 필요하다고 판단된다.

### 3. 갯녹음 현상 진단 조사 방법<sup>18)</sup>

갯녹음 현상 진단은 ① 갯녹음 현상의 유무를 파악하는 조사, ② 갯녹음 현상의 정도를 파악하는 조사, 그리고 ③ 원인을 규명하는 조사, 3개로 분류할 수 있다. 갯녹음

15) 가와이 다다시, 성계의 식해 대책에 대하여, 어장어장, 70, 34-37, 2005

16) 이기완 등, 제주연안의 해조상과 성계의 섭식효과, Journal of Aquaculture, 11, 401-419, 1998

17) 데라야키 도시노부, 어류의 식해 대책에 대하여, 어장어장, 70, 38-41, 2005

18) 안도 히로시, 갯녹음현상 진단 조사에 대해서, 어장어장, 70, 42-45, 2005

현상의 유무를 파악하는 조사란 조장 형성(진행 및 퇴행)의 상황을 조사하는 것으로 갯녹음 현상의 유무를 판단한다. 즉, 조사는 종래부터 행해지고 있는 조장 조사(서식처 분포, 식생(植生))가 중심이 된다.

### 3.1 잠수 관찰 조사법

가장 일반적이고 직접적인 방법인 잠수 관찰 조사 방법은 조사 해역에 잠수부가 투입되 일정한 간격으로 방형구를 해저면에 설치해 방형구 내에 출현하는 해조류나 저생 동물을 관찰·기록하면서 갯녹음 현상의 상황, 대형 해조의 하한 수심 등을 관찰한다.<sup>19)</sup> 잠수 조사는 잠수 관찰, 사진 촬영을 기본적으로 수행하고 필요에 따라서 해조류와 무절석회조류, 산호 등을 직접 채집한다. 잠수 관찰 조사 방법은 갯녹음 현상의 유무를 판단하는데 가장 효과적인 방법이다. 하지만, 이 조사는 상세한 데이터를 얻을 수 있을 것처럼 생각되지만, 실은 다이버의 관찰 능력에 의존하기 때문에 충분한 조사 능력을 가진 다이버가 주의 깊게 관찰해야 되며, 광범위하게 분포하는 갯녹음의 특성상 시간과 인력이 많이 소모되는 단점이 있다. 또, 사진이나 비디오도 조장의 모습을 시각적으로 전하는데는 효과적이지만, 이것을 정량적인 조장 분포의 해석에 이용하기까지는 어려움이 있다.

### 3.2 광학적 조사법

항공사진이나 위성 화상을 이용하는 광학적 조사 방법은 주로 갯녹음 현상이나 해조류 분포를 관측하는 방법이다. 이전에는 사진으로 해조류 조장의 유무를 관측했기 때문에 숙련된 기술이 필요했지만, 최근에는 사진으로 해조의 파장마다 반사강도를 추출해 이것과 현지조사 결과의 관계를 통계적으로 해석함으로써 파도별로 조장의 분포를 파악할 수 있게 되었다. 다만, 분류에 있어서 색조, 형상 등의 관측 키가 필요하고 그러기 위해서는 촬영과 같은 시기의 잠수 관찰이 필요하다. 화상 해석은 전문적인 지식이 필요하지만, 해조류 조장의 분포를 개략적으로 확인한다면 사진을 A/D 변환(아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 것, 예를 들면 사진을 스캐너로 읽어

19) 최임호 등, 갯녹음 발생 분포특성 및 효과 조사 기법 고찰, 해양환경안전학회, 308-311, 2013

내는 것임)하고, 디지털 화상 편집 소프트웨어(Photoshop CS)를 이용해서 해조류 조장이라고 생각되는 장소의 색조를 조사함으로써 확인할 수 있다.

항공 촬영은 일정한 고도와 해석의 장애가 되는 헐레이션(halation)(사진에서 강한 빛이 닿은 부분의 주위가 하얗게 희미해져 비치는 현상)이나 과량, 탁도 등에 주의하여야 한다. 위성화상은 항공사진보다 넓은 지역을 촬영할 수 있기 때문에 화상을 연결할 필요가 적어지고, 색조 차이도 있기 때문에 좋은 화상을 얻을 수 있는 것이 특징이다. 이밖에 연도별로 같은 해역을 포개어 갯녹음 현상의 확대, 조장의 소실을 추출하여 사진이나 지도에 오버레이(overlay)하는 것으로 분포의 변동을 파악할 수도 있다. 다만 이 경우에는 같은 촬영기술(촬영각도, 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.

### 3.3 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, 갯녹음 현상은 암반과 구별이 되지 않기 때문에 음향학적 조사법으로 갯녹음 현상을 조사하는 것보다 해조류 조장의 분포를 조사하는 것으로 연대별의 분포 변화로 갯녹음 현상을 판독하게 된다. 조사에 이용하는 장치로는 어군 탐지기나 음향 측심기, 사이드 스캔 음파 탐지기, 네로우 멀티 빔 음파 탐지기 등이 있다. 이러한 장치는 각각의 장단점이 있기 때문에 잠수 관찰이나 저질 채취 등의 조사와 함께 실시할 필요가 있다.

### 3.4 생물학적 조사<sup>20)</sup>

갯녹음 현상의 발생이 밝혀진 이후에는 그 원인을 규명하는 조사가 필요하다. 성

20) 최임호 등, 갯녹음 발생 분포특성 및 효과 조사 기법 고찰, 해양환경안전학회, 308-311, 2013

게, 전복, 소라, 고동 등의 초식동물에 의한 먹이 섭취에 의한 피해와 해조류 섭취 어류의 해조류 섭취 양상은 현장 및 실내 실험을 통해 규명이 가능하다. 해조류가 살아 있는 환경, 갯녹음 현상이 진행 중인 환경, 해조류가 완전히 고사한 환경을 인위적으로 만듦으로써, 해양환경에 따른 어류의 종 다양성 측정이 가능하며, 실험에서 도출된 결과를 바탕으로 갯녹음 현상의 진행 상황을 파악할 수 있다.

#### 4. 제주도 갯녹음 현상 조사 현황과 문제점

제주도 갯녹음 실태는 1998년도부터 본격적으로 조사가 이루어졌으며, 당시의 갯녹음 현상은 제주지역 남부해역에서 주로 발생한 것으로 제시되었다. 당시의 갯녹음 현상은 수심 8m까지(어장 면적 2,913ha)였으나 2004년도 조사에 의하면 수심 15m(어장 면적 4,541.1 ha) 이상으로 확산되고 있는 것으로 나타났다(표 1).<sup>21)</sup>

표 1. 제주지역 갯녹음 발생 현황

| 구분   | 마을어장면적<br>(ha) | 발생면적  |       | 발생비율(%) |       | 비고<br>(%) |
|------|----------------|-------|-------|---------|-------|-----------|
|      |                | 1998년 | 2004년 | 1998년   | 2004년 |           |
| 제주시  | 7,759          | 774   | 1,994 | 10.0    | 25.7  | 15.7↑     |
| 서귀포시 | 6,692          | 2,157 | 2,547 | 32.2    | 38.1  | 5.8↑      |
| 합계   | 14,451         | 2,931 | 4,541 | 20.3    | 31.4  | 11.1↑     |

주) 발생조사 당시에는 4개 시군(제주시, 북제주군, 서귀포시, 남제주군)으로 분리하여 조사하였으나, 표에는 이를 현 체제인 제주시와 서귀포시로 제시함

출처 : 국립수산과학원, 제주연안 갯녹음어장 복원 연구, 국립수산과학원 사업보고서(2007) 재인용

2004년 갯녹음 현상 발생 면적은 1998년 면적에 비해 약 1,610ha(제주지역 마을어장면적의 약 11.1%)가 증가한 것으로 나타났다. 특히, 제주시 지역(조사 당시 북제주군 지역)의 갯녹음 현상 발생 증가폭이 큰 것으로 제시되었다.

제주지역 갯녹음 현상은 지속적으로 증가하고 있을 것으로 판단되어지나 그에 대한 원인 분석은 그렇다 하더라도, 그에 대한 현황조사도 2004년도 이후에는 이루어지지 않은 것으로 조사되었다.

21) 국립수산과학원, 제주연안 갯녹음어장 복원 연구, 국립수산과학원 사업보고서, 2007

## 5. 결 론

갯녹음 현상은 연안 생태계를 파괴하고, 어장을 황폐화시켜 수산자원의 고갈로 이어진다. 이와 더불어 바다의 해조류가 사라짐으로써 해양 생물종 다양성의 감소와 바다의 이산화탄소 흡수 능력의 저하 등을 야기할 수 있어 경제적, 생태적, 환경적인 문제점 등의 악순환을 초래할 수 있다.

이에 제주지역에서 갯녹음 현상에 대한 원인으로 작용할 수 있는 물리적, 화학적, 생물학적인 부분에서의 검토 내용과 현 조사현황을 토대로 다음과 같이 제언하고자 한다.

### 5.1. 갯녹음 현상 발생 현황 파악 실시

갯녹음 현상에 대한 체계적인 관리 및 시스템을 구축하기 위해서는 우선적으로 현재 갯녹음 현상 발생지역에 대한 현황 파악이 필요하다.

언론보도에 의하면, 지구온난화, 기후변화 등에 대응하기 위해 갯녹음 해역에 대한 해중립 조성사업이 한·일 연안 시도현의 공동연구과제로 선정되었다고 발표되었다.<sup>22)</sup> 이번 공동연구과제를 통해 제주특별자치도에서는 일본의 아열대성 바다숲 조성 및 양식기술에 대한 정보공유와 선진기술 습득이 이루어질 것으로 다루어지고 있고, 이를 통해 연안어장 생태계 변화에 능동적으로 대처할 수 있는 성과를 얻을 수 있을 것으로 보도되었다.

이러한 정보와 선진기술의 도입을 위해서는 우선적으로 갯녹음 현상 발생 지역에 대한 현황 파악이 무엇보다 중요하다고 판단된다. 다만, 갯녹음 현상 발생에 대한 현황조사에는 많은 비용과 인력이 필요하기 때문에 이에 대한 국가나 지자체의 관심이 그만큼 절실히 필요하다.

### 5.2. 체계적인 갯녹음 현상 관리 방안 마련 및 구축

현황 파악을 토대로 갯녹음 현상 발생 지역에 대해서는 단기적으로는 해중립 조성

22) 헤드라인제주, 한·일 연안 시도현 수산교류회의, '갯녹음' 공동연구과제 선정(2015.10.08)

과 인공어초 설치 또는 종묘의 대량 생산 및 이식 등의 사업을 추진할 필요가 있다. 특히, 유용한 해조류를 인공적으로 이식·부착하여 생태계 복원과 수산자원 증강을 도모하는 해중림 조성과 바다숲 조성 사업이 필요할 것으로 판단된다.

그리고 장기적으로는 갯녹음 현상 심화지역에 대해서는 앞서 서술한 제주지역에서 갯녹음 현상에 대한 원인(물리적, 화학적, 생물학적 원인) 등에 대해서 조사가 필요하다. 특히, 갯녹음 심화지역에 대한 원인 분석시, 물리적인 측면에서는 주변 하천 유무, 해안도로 유무,<sup>23)</sup> 대형공사 유무의 검토가 필요하며, 화학적인 측면에서 있어서는 육상양식장 유무, 염분농도, 탁도, 클로로필-a 함량, 해안 저질 성분 등의 검토가 필요하며, 생물학적인 측면에서는 성게, 전복, 어류 등에 대한 분포도, 성장도, 생식적인 측면에 대해서 검토가 필요할 것으로 판단된다. 갯녹음 현상 심화 지역에 대한 원인분석 후 갯녹음 현상 원인분석을 토대로 각 원인을 조금씩 줄여나가야 한다.

### 5.3. 장기적인 갯녹음 관련 정책 추진

우리나라에서는 연안 어장의 수산자원 증대를 위한 여러 가지 사업(해중림 조성, 인공어초 설치, 종묘의 대량 생산 및 이식 등)을 추진하고 있다. 특히, 갯녹음 발생에 대응하여 유용한 해조류를 인공적으로 이식·부착하여 생태계 복원과 수산자원 증강을 도모하는 해중림 조성과 바다숲 조성을 추진해오고 있다. 갯녹음 현상은 원래 자연적인 천이과정으로 시간이 지나면 해조장으로 되돌아가지만, 최근 발생하고 있는 갯녹음 현상은 인간 활동에 의해 오염이 되거나 갯녹음이 심화된 경우가 많아서 자연적으로 회복이 되지 않는다. 따라서 갯녹음 해역에 해조장을 복원하는 방법이 가장 적극적인 대책이다. 하지만 일시적인 해중림 조성 사업에 그치는 경우도 있고 조성 후 세밀한 모니터링이 동반되지 않아 그 조성의 성공여부를 판단하기도 곤란한 경우가 많다. 따라서 일시적이고 단기적인 정책이 아닌 장기적인 플랜을 세워 지속 가능한 해중림을 조성하고 또한 그 성공여부를 평가할 수 있도록 장기적이고 종합적인 모니터링이 필요하다고 판단된다. 게다가 현재 진행중인 범 지구적인 수온 상승에 의한 해양 생태계의 변화도 무시할 수 없다. 따라서 수온 상승에 의한 제주도 연안 자연 환경 변화에 따른 해조류 종 등의 변화에 대한 연구 등을 통하여 새롭게 변

23) 제주지역 전역에 해안도로가 개설되어 있어 제주지역 대부분이 포함될 것임

하고 있는 제주도 연안 해양 환경에 맞는 갯녹음 관련 정책을 장기적으로 다시 검토 및 추진할 필요성이 있다고 판단된다. 

**\* 참고문헌**

가와이 다다시(川井 唯史), 성게의 식해 대책에 대하여, 어항어장, 70, 34-37, 2005  
 국립수산물학원, 제주연안 갯녹음어장 복원 연구, 국립수산물학원 사업보고서, 2007  
 김대권 등, 제주연안에서 기후변화가 갯녹음 확산에 미치는 영향, 수산자원관리, 1, 1-17, 2011  
 김위식 등, 기후변화에 기인한 연안 수온 상승에 따른 연안 어류의 바이러스성 질병 발생 예측, 한국 수산과학회지, 46, 582-588, 2013  
 김형근, 윤이용, 2002, 강릉하천 하구역에 발생하는 갯녹음(백화) 현상의 진단, 강원지역환경기술 개발센터, pp32  
 데라야키 도시노부(寺脇 利信), 어류의 식해 대책에 대하여, 어장어항, 70, 38-41, 2005  
 민광식 등, 동해안 해조장 조성시험, 동수연사업보고서, 206-217, 1998  
 안도 히로시(安藤 ひろし), 갯녹음현상 진단 조사에 대해서, 어장어항, 70, 42-45, 2005  
 이기완 등, 제주연안의 해조상과 성게의 섭식효과, Journal of Aquaculture, 11, 401-419, 1998  
 제주특별자치도, 기후변화적응대책 세부시행계획, 2012  
 최임호 등, 갯녹음 발생 분포특성 및 효과 조사 기법 고찰, 해양환경안전학회, 308-311, 2013

**◆ 언론보도자료**

헤드라인제주, 한·일 연안 시도현 수산교류회의, '갯녹음' 공동연구과제 선정(2015.10.08)