

폐쇄성 해역의 빈산소 수괴 발생 및 저질 환경개선 방안 (천수만을 중심으로)

신우석, 최무진

충남연구원 서해안기후환경연구소, swooseok77@cni.re.kr

- ◇ 충청남도 천수만 내 고수온 및 빈산소 수괴 발생 등에 의한 양식장 관련 수산 피해 사례 관련 연구의 필요성 증대에 따라,
- ◇ 천수만 내 빈산소 수괴 발생과 오염 퇴적물 상관관계 분석을 통해 굴 패각을 활용한 개선방안 및 관련 정책방향을 제시함.

□ 천수만 내 고온 현상과 양식장 집단 폐사 발생

- 2015년 기준 충청남도 양식장은 161개소, 면적 93,053m²이며, 이 중 태안군(61개소, 47,727m²), 보령시(53개소, 22,326m²), 서산시(33개소, 15,944m²) 순으로 천수만, 가로림만 일대에 양식장이 90% 이상 밀집되어 있음.
- 금년(2016년) 여름 폭염(8월 천수만 일대 표층 수온 평균 27.2℃, 최대 29.6℃) 영향으로 서산시(13곳, 0.75ha) 약 18억원, 태안군(45곳, 18.6ha) 약 27억원의 재산피해를 입음¹⁾.
- 이러한 장기간 표층 고수온의 영향에 따른 직접적인 양식장 피해와 더불어 저층의 빈산소 수괴 발생으로 인해 피해를 가중시킬 수 있어, 이에 대한 체계적인 연구와 정책지원이 필요함.
- ※ 빈산소 수괴 : 부영양화 된 내만에서 수괴의 성층화와 유기물 분해 및 기타 화학적 요인들에 의해 용존산소(DO)의 농도가 2.5~3.0mg/L 이하로 낮아지

1) 충청남도, “천수만 고수온 피해어가 복국 현황” 내부자료 인용, 2016. 11. 1

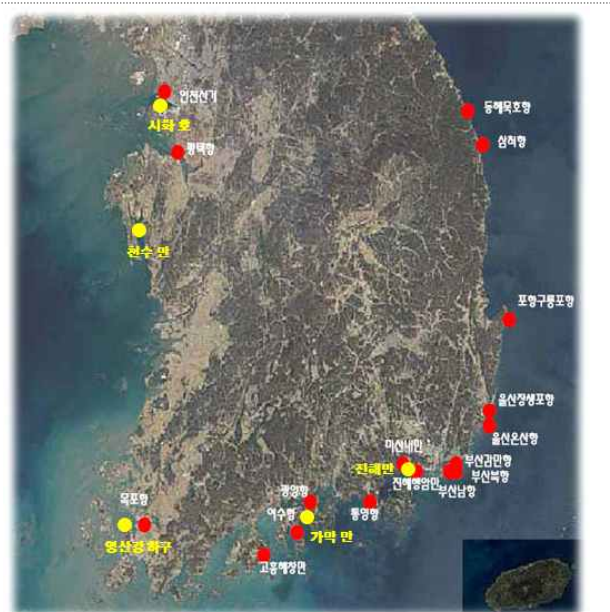
는 현상(이 동, 2010)²⁾. 보통 하계 고수온기에 표층의 수온은 높고, 저층 수온이 낮아 수괴가 연직으로 성층될 때 발생함.

▶ 용존산소(dissolved oxygen) 농도가 0.025mg/L이하로 감소할 경우 저서동물은 완전히 폐사하여 일종의 무생물대(azoic zone)가 형성됨(Lim et al., 2006)³⁾

□ 국내 연안 빈산소수괴 발생 지역과 하상 오염퇴적물 특성

○ 빈산소 수괴 현상은 수괴(물 덩어리)의 혼합이 어려운 내만이나 폐쇄된 장소에서 주로 발생하지만, 하구역에서도 발생하여 연안 생태계에 영향을 미치는데, 전 세계적으로 질소비료 사용 후 1950년대 관찰되기 시작함(아드리아해 북구해역(Northern Adriatic Sea) 처음 보고).

○ 국내에서는 1970년대 중반부터 진해만에서 발견되었으며(Kweon, 1979)⁴⁾, 매년 여름철이면 지속적으로 형성되고 있으며(Lim et al., 2006), 가막만, 천수만, 시화호, 연산강 하구 등과 같은 연안역의 다양한 지역에서 빈산소 수괴가 형성되고 있음(그림 3).



●: 해양오염퇴적물 조사대상 해역 위치도
●: 빈산소 수괴 현상 발생 대표 해역 위치도

[그림 3] 우리나라 연안 빈산소 수괴 및 오염퇴적물 위치도

○ 한편, 국토해양부가 2010년~2012년까지 전국 27개 해역을 대상으로 실시한 해양오염퇴적물 분포

현황 조사결과(그림 3), 22개 해역에서 정화복원이 필요할 정도로 오염된 퇴적물을 발견하였으며, 대상물량은 최소 8백만 m^3 (단가: 105천원/ m^3)

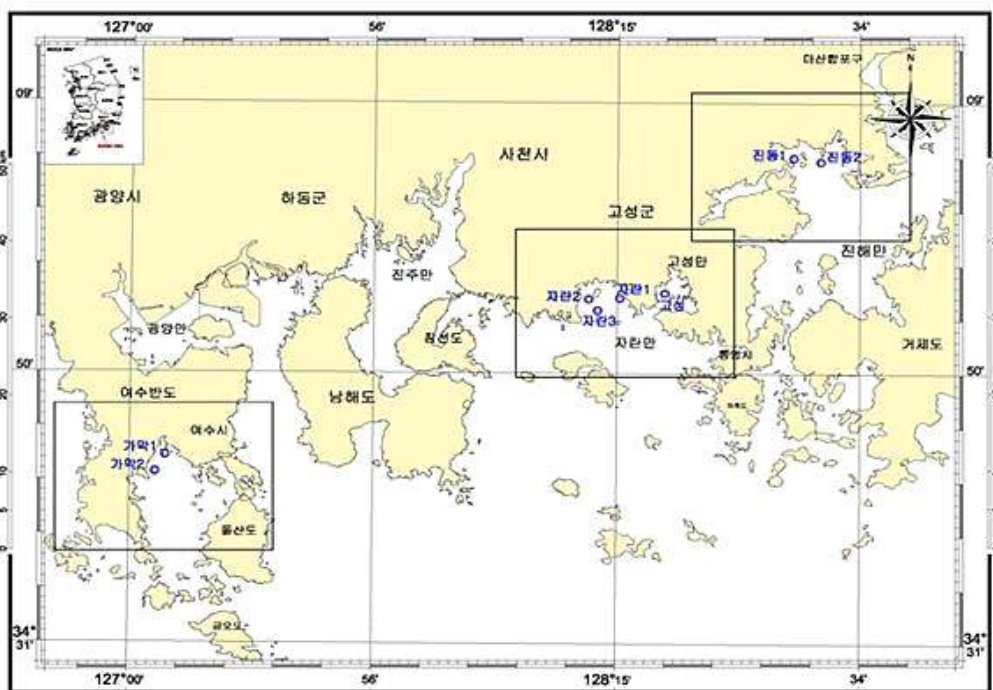
2) 이용화 등, 빈산소 수괴해역 용존산소 환경개선장치 개발과 현장 적용, 해양환경안전학회지, 16, 339-344, 2010

3) Lim et al., Hypoxia and benthic community recovery in Korean coastal waters, Mar. Pollut. Bull., 52, 1517-1526, 2006

4) S. W. Kweon, Studies on the distribution of dissolved oxygen on Jinhae Bay in Summer. Bull. Nat' l. Fish. Res., 22, 7-20, 1979

이상으로 최소 8천4백억원~1조원 이상 해양오염퇴적물 정화복원이 필요함.

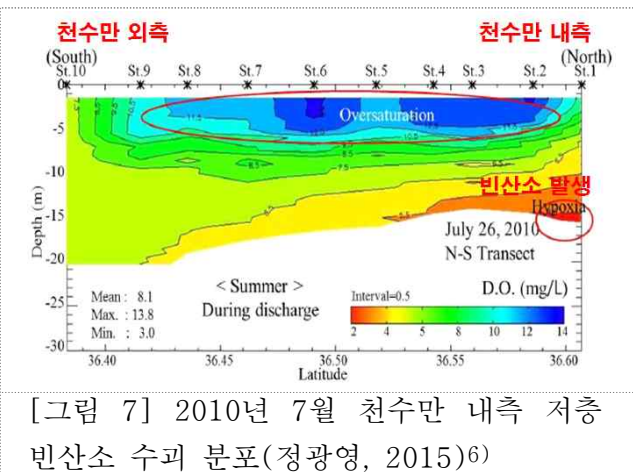
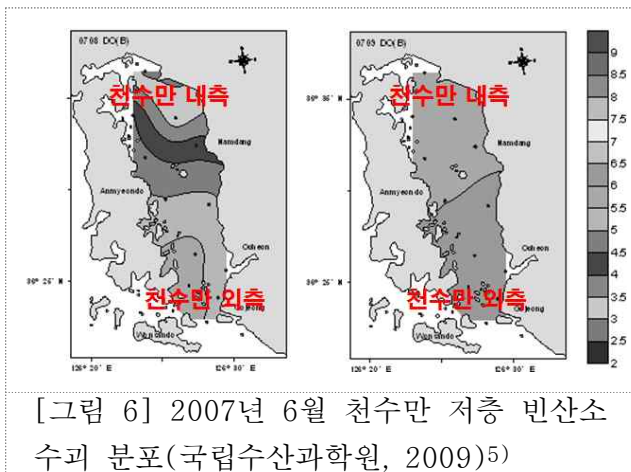
- 이처럼 빈산소 수괴 발생과 저질 오염퇴적물간의 높은 상관성은 이미 많은 연구에서 언급하고 있음. 따라서, 국내·외적으로 연안 내만의 빈산소(또는 무산소)층의 해소를 위하여 오염된 저질 퇴적환경의 개선을 통한 생태계 복원이 꾸준히 연구되어 왔음.
- 현재 우리나라의 남해(진해만, 여수만, 자란만) 지역에서는 20여년간 빈산소 수괴의 발생 예측 자료를 신속하게 제공하기 위해 주요 양식장에 실시간 관측시스템을 실시하고 있음(그림. 4).
- 기후변화에 따른 온난화 현상에 의한 우리나라 연안의 빈산소 수괴 발생 해역은 더욱 확대될 가능성이 있으며 그에 따른 부정적 영향 정도(해양생태계의 파괴 및 그로 인한 어업피해 등)도 증대될 가능성이 있음. 따라서, 빈산소 수괴 발생 해소를 위한 기술 개발은 현시점에서 적절하며 가장 시급한 과제임.



[그림 4] 빈산소 수괴 실시간 관측시스템 설치 현황(국립수산과학원)

□ 천수만 내 빈산소 수괴발생과 하상 퇴적물 개선방안

- 천수만은 평균 수심 20m 이내의 반폐쇄적 천해성 내만으로 담수 배출이 불규칙적으로 일어나며 육상기원 다량의 유기물이 유입되어, 빈산소 수괴 발생과 이로 인한 저질오염퇴적물에 의한 추가 피해가 예상된다.
- 2007년에 조사된 연구를 보면 여름철 7월부터 용존산소의 농도가 낮아지기 시작하여 8월에 방조제 부근 만 안쪽에서 2.5~3.0mg/L로 낮은 농도 분포를 보임(그림 6).



- 빈 산소 수괴발생과 이로인한 저질오염물퇴적물 증가에 대한 대책으로 도내에서 가공 후 버려지는 굴 폐각을 이용하는 방안을 제안함.
- 굴 폐각을 활용한 하상 퇴적물 개선방안은 화학작용을 통해 황화수소, 영양염류, 유기물 및 유해 미량금속(중금속 등)의 용출 발생 및 산소 소비제어에 의한 저서생물 증가와 생물량 증가를 기대할 수 있으며, 저서 생태계 기능을 활성화 할 수 있음(그림 8).

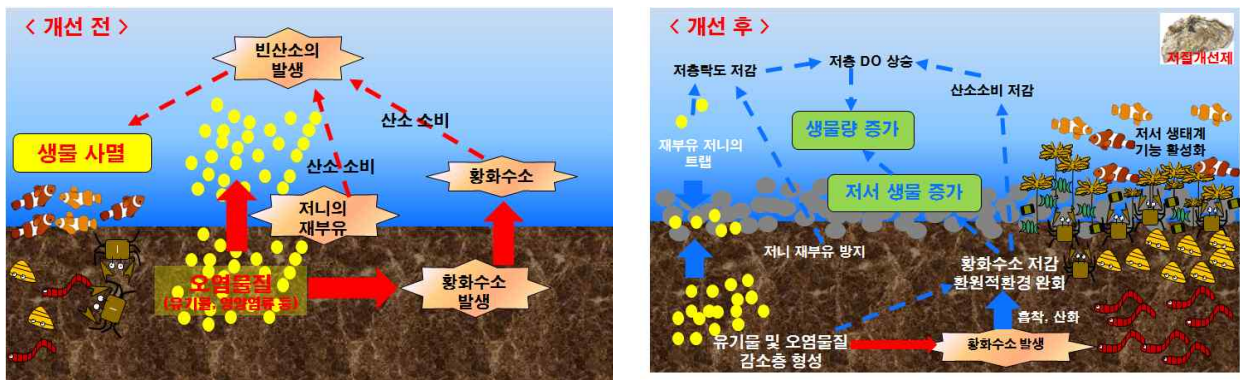
□ 천수만 내 빈산소 수괴 및 저질개선을 위한 제언

- 천수만 내 수온과 빈산소 수괴 발생 예측 가능한 관측 시스템을 설치·운영

5) 국립수산과학원, 한국 연안의 빈산소 수괴, 2009

6) 정광영, 천수만의 여름철 해수유동과 물성 및 용존산소 변동 특성, 충남대학교 박사논문, 2015

- 예측 자료(최초발생시기, 지점, 수심 등), 발생 상황 등 정보제공체계 구축
- 관련 연구사업 발굴·시행
 - 천수만 내에 적용 가능한 저질 오염퇴적물 개선방안 개발·적용
 - 지역 양식장 피해 저감
- 충청남도 연안환경측정망 모니터링 사업과 국가해양환경측정망과 연계
 - 표층 고수온 및 빈산소 발생시 비정기 집중 모니터링 추가 실시로 대응체계 구축
- 버려지는 굴 패각의 재활용 자원화(저질 개선제, 황 탈취소재 등)
 - 어촌 및 어업인 부가 수익창출 유도 정책 지원 필요



[그림 8] 버려지는 굴 패각을 활용한 저질 오염퇴적물 개선 개념도