

Guest Editorial

기후변화가 남해(북부 동중국해 포함) 해양생태계에 미치는
영향 평가 시범 연구 II

주세종 · 김세주

한국해양과학기술원 심해저자원연구부
(426-744) 경기도 안산시 상록구 해안로 787

Assessment of the Impact of Climate Change on Marine Ecosystem in the
South Sea of Korea II

Se-Jong Ju and Se-Joo Kim

Guest Editors of Special Issue
Deep-sea and Seabed Resources Research Division, KIOST
Ansan 426-744, Korea

Abstract : According to the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), ocean warming and acidification are accelerating as a result of the continuous increase in atmospheric CO₂. This may affect the function and structure of marine ecosystems. Recently, changes in marine environments/ecosystems have been observed (increase in SST, decrease in the pH of seawater, northward expansion of subtropical species, etc.) in Korean waters. However, we still don't understand well how climate change affects these changes and what can be expected in the future. In order to answer these questions with regard to Korean waters, the project named 'Assessment of the impact of climate change on marine ecosystems in the South Sea of Korea' has been supported for 5 years by the Ministry of Oceans and Fisheries and is scheduled to end in 2013. This project should provide valuable information on the current status of marine environments/ecosystems in the South Sea of Korea and help establish the methodology and observation/prediction systems to better understand and predict the impact of climate/marine environment changes on the structure and function of marine ecosystems. This special issue contains 5 research and a review articles that highlight the studies carried out during 2012-2013 through this project.

Key words : climate change, marine ecosystem, South Sea of Korea, ocean warming, ocean acidification

정부간 기후변화 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)는 전 지구적인 기후 및 환경변화(수온 상승, 해양산성화)가 지속적인 대기 중 이산화탄소 증가로 인해 가속화되고 있으며, 이러한 변화는 해양생태계 구조 및 기능에 큰 영향을 미칠 것으로 예측하고 있다(IPCC 2007). 현재 우리나라 주변해에서도 지구 온난화에

따른 해수온 상승, 열대 외래 생물종 유입, 주요 어종의 어획 변동(한류어종 급감과 난류 어종 급증) 등 해양환경 및 생태계 변화가 보고되고 있다(Kang et al. 2002; Kim et al. 2007). 이러한 변화로부터 해양환경/유용생물자원의 보호 및 관리를 최적화하기 위해서는 기후변화가 해양 환경/생태계에 미치는 영향 분석이 요구된다. 그러나 이를 파악하기 위해 필수적인 장기 관측 자료가 아직 충분히 축적되어 있지 못한 것이 우리의 현실이다. 따라서 기후/해

양환경 변화에 따른 한반도 주변해의 해양생태계 및 생태계 구성요소들의 변화 양상을 파악하고, 주시해야 할 것이 무엇이며, 어떤 시공간적인 규모에서 감시/예측 체계를 구축해야 하는지를 제시하고자 한국해양과학기술원은 해양수산부의 지원으로 연구사업 ‘기후변화가 남해(북부 동중국해 포함) 해양생태계에 미치는 영향평가 시범 연구(2008~2013)’를 수행하고 있다.

본 연구사업의 연구대상해역인 북부 동중국해를 포함한 남해는 한반도 주변해역 중 기후/환경변화(외양기원 해류 및 태풍, 육상기원 담수 및 물질유입)에 가장 직접적인 영향을 받는 곳에 위치하고 있다. 그리고 본 연구해역은 한중일 삼국의 첨예한 해양영토 분쟁이 상존하는 해역일 뿐만 아니라 우리나라와 중국의 대양진출 교두보로서 전략적 요충지역이기도 하다. 따라서 기후/해양환경변화가 해양생태계 미치는 영향 및 해양영토분쟁에서 우위를 선점하기 위해 본 연구해역의 지속적인 해양기초자료축적 및 환경모니터링은 필수적이라 할 수 있다. 특히, 기후/해양환경 변화와 해양생태계 변동의 상관성을 평가/진단하기 위해서는 많은 예산과 인력 투자가 필요한 중장기 모니터링 프로그램의 운용이 필수적이다(Hays et al. 2005;

Boyce et al. 2010). 이를 위해서 우선적으로 수산과학원 한국해양자료센터(KODC)와 위성/관측기지를 통해 확보한 과거 26년간의 자료와 본 사업(2008~2010)을 통해 획득한 남해 주요 연안역 현장조사결과를 바탕으로, 남해 연안역 기후변화(수온상승+산성화) 취약 지역을 확인하고 이 지역에서의 기후변화 영향 감시 및 평가를 위한 해양환경 모니터링(현장관측, 위성활용, 관측부이) 체계를 구축하여 2011년 6월부터 시험 운용하고 있다(Fig. 1). 이와 더불어, 현장조사 결과 및 실시간 부이관측자료 제공을 위한 DB 구축 작업을 진행하고 있으며, 해양생물반응 연구 최적방법론 제시를 위한 연구도 수행하고 있다.

기후/해양환경 변화에 따른 플랑크톤 군집 구성의 변화는 생태계 먹이망 및 에너지흐름에 영향을 미치고 궁극적으로는 수산자원의 변동으로 연결된다(김 등 2012; Kang et al. 2002). 본 사업에서 확인한 지금까지의 대표적인 연구 결과들을 요약해보면 다음과 같다. 기존자료 분석을 통해 남해에서 기후변화(수온상승+산성화) 취약 연안역은 마산, 진해만, 부산앞바다, 제주 조천 앞바다로 나타났으며, 비교적 완만하게 기후변화 영향을 받은 연안역으로는 고흥, 진도, 완도연안, 득량만 등으로 나타났다. 그리고

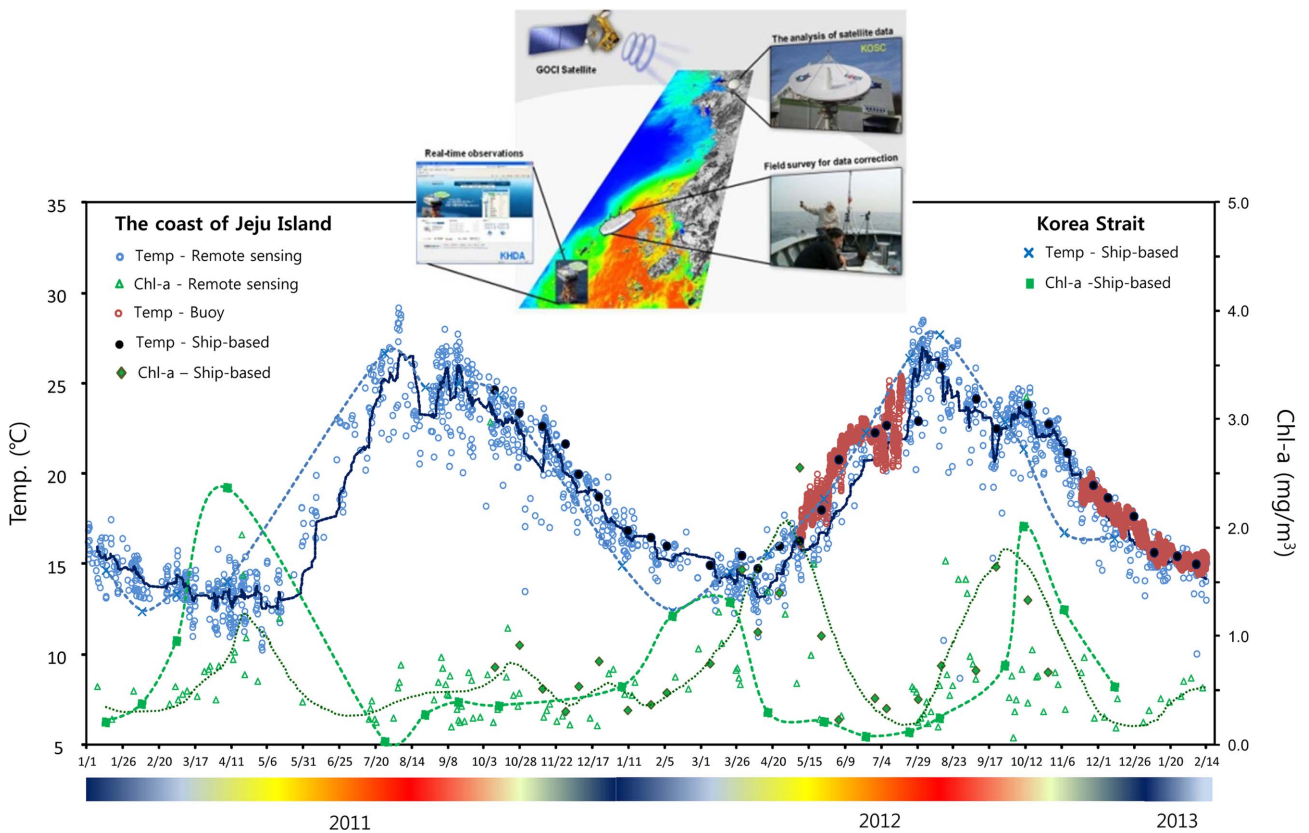


Fig. 1. A example of the long-term trend of seawater temperature and Chl-a data obtained from various observation methods (ship-based measurements from monthly or bi-monthly field surveys, remote sensing, *in-situ* real-time monitoring using a buoy system) through this project

1980년 이후 남해 근해역의 온난화는 빠르게 진행 ($\approx +0.4^{\circ}\text{C}/10\text{년}$)되어 아열대 산호 번식 가능 수온인 겨울철 18°C 해수등온선이 약 50-100 km 북상한 것으로 나타났다. 계절별로는 여름철에, 공간적으로는 제주 북서쪽 해역에서 더 급속한 해수온 상승이 진행되고 있으며, 본 연구해역의 수온변동은 기상변화(엘니뇨, 극진동 등)와 상관성이 높게 나타났다(윤과 최 2011; 손 등 2012; Park et al. 2011). 이러한 해수온 상승에 대한 생태계/생물 영향 증거 사례로는 2010년 제주 서귀포 연안에 약 4년생(2007년 여름부터 정착)의 열대 흑진주 조개(유전자 비교 결과, 남서태평양 마이크로네시아 서식종과 동일종으로 동정됨)가 서식하고 있음을 확인하였으며, 2000년 이후 제주연안 아열대 거품 돌산호의 급번식으로 인한 기존 부착생물 서식지 급감을 확인하였다. 그리고 최근 10년간 동중국해에서의 일차생산력 감소 및 일차생산자인 미세조류의 군집구성변화(소형미세조류 → 극미소미세조류)가 진행되고 있음을 발표하였다(손 등 2012). 더불어 동물플랑크톤의 경우는 개체수 및 생체량은 감소하는 경향을 보인 반면, 난류성 소형 요각류(oncaeids와 corycaeids)의 출현 빈도, 풍도 및 다양도는 증가하였고 유해 생물(해파리류)의 유입도 급증하였다(Hwang et al. 2013). 그리고 연안역 해저 퇴적물의 산성화가 생태계에 미치는 영향에 대한 생물반응실험 결과, 요각류의 난 부화율은 감소하고 석회질 외편모조류의 휴면포자에 형태적 변이가 발생하는 것을 확인하였다. 이러한 결과와 더불어, 모형을 이용한 기후변화-저차 영양단계-상위포식자 관계를 상향 혹은 하향조절 방식으로 재현 해석하여 장기적 생태계 변화를 예측하기도 하였다(강 등 2012; 박 등 2012).

이렇게 본 사업의 주요 연구 결과는 학술 논문/대회 발표 및 산·학·연 전문가/실무자 회의 등을 통하여 제공되고 있다. 그리고 남해역 기후/해양환경/생태계 변화 감시를 위해 구축한 해양환경모니터링 및 해양생물반응 연구를 위한 최적방법론은 타해역 기후/해양환경/생태계의 과거, 현재 및 미래의 변동을 정확히 예측하기 위한 초석이 될 것으로 기대한다. 이와 더불어 본 사업의 연구결과는 기후변화에 대한 대국민 인식 함양 및 해양환경/수산자원 변동에 대한 경각심을 유발시키는데 기여할 것이며, 지속이용 가능한 해양환경 및 수산자원(양식어종, 양식장)을 위한 기후변화 대응/적응 정책 제안 및 법 입안에도 활용될 것으로 기대된다.

본 사업과 관련하여 이번 특별호(vol.35, no.2)에는 장기 원격탐사자료와 현장관측을 통한 연구해역에서의 수온 및 식물플랑크톤의 시공간적 변동 양상, 쓰시마 난류 변동 예측을 위한 모델 검증 및 기후모델 활용 그리고 동중국해 해수 물성의 장기 변동(종설) 등 총 6편의 논문이 발표되

었다. 그 동안 사업의 원활한 수행을 위해 많은 도움을 주신 해양수산부와 한국해양과학기술진흥원 관계자들과 감사의 뜻을 전한다. 마지막으로 특별호를 위해 수고해 주신 편집위원장을 비롯한 편집위원과 심사자 및 관계자 여러분께도 감사의 뜻을 전한다.

참고문헌

- 강윤호, 주세종, 박영규 (2012) 기후변화로 인한 신지도 근해 해양먹이망 변동 예측. *Ocean and Polar Res* **34**(2):239-251
- 김중진, 민홍식, 김철호, 윤진희, 김수암 (2012) IPCC 기후변화 시나리오(A1B)에 따른 살오징어(*Todarodes pacificus*) 산란장의 변동 예측. *Ocean and Polar Res* **34**(2):253-264
- 박영규, 최상화, 김선동, 김철호 (2012) 지구시스템 모형을 이용한 21세기 동중국해와 남해의 수온과 일차생산 변화 평가. *Ocean and Polar Res* **34**(2):229-237
- 손영백, 유주형, 노재훈, 주세종, 김상현 (2012) 남해와 동중국해에서 위성으로 추정된 표층수온 및 클로로필의 장기 변화. *Ocean and Polar Res* **34**(2):201-218
- 윤동영, 최현우 (2011) 지역규모에 따른 한국 남부해역 표층수온의 시공간적 변동 패턴 비교. *한국지리정보학회지* **14**(4):1-10
- Boyce DG, Lewis MR, Worm B (2010) Global phytoplankton decline over the past century. *Nature* **466**:591-596
- Hays GC, Richardson AJ, Robinson C (2005) Climate change and marine plankton. *Trends Ecol Evol* **20**(6):337-344
- Hwang SW, Kang HK, Son YB, Jang MC, Choi KH (2013) Collapse of the crustacean Mesozooplankton in the Northern East China Sea: effects of the Three Gorges Dam? *J Coastal Res.* doi:http://dx.doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-13-00011.1 (In-Press)
- IPCC (2007) IPCC the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm> Accessed 17 Jun 2013
- Kang YS, Kim JY, Kim HG, Park JH (2002) Long-term changes in zooplankton and its relationship with squid, *Todarodes pacificus*, catch in Japan/East Sea. *Fish Oceanogr* **11**(6):337-346
- Kim S, Zhang CI, Kim JY, Oh JH, Kang S, Lee JB (2007) Climate variability and its effects on major fisheries in Korea. *Ocean Sci J* **42**(3):179-192
- Park S, Chu PC, Lee JH (2011) Interannual-to-interdecadal variability of the Yellow Sea Cold Water Mass in 1967–2008: Characteristics and seasonal forcings. *J Marine Syst* **87**(3-4):177-193