

# 2009-2010년 8월 완도근해 해역의 해양환경 및 식물플랑크톤 모니터링

조은섭\*† · 윤석현\*\*

\*, \*\* 국립수산물품질관리원 수산해양종합정보과

## Marine Environmental and Phytoplankton Monitoring in Wando Coastal Waters in August during the Period of 2009-2010

Eun-Seob Cho\*† · Seok-Hyun Youn\*\*

\*, \*\* Fishery and Ocean Information Division, NFRDI, Busan, 619-705, Korea

**요 약 :** 본 연구는 완도근해 해역을 대상으로 2009년 8월 중순경과 2010년 8월 하순경에 대한 수온과 염분 분포 특성 및 식물플랑크톤 군집분석을 통하여 한국의 남서해역에 대한 기초 모니터링 자료를 제공하는데 목적이 있다. 2009년 8월 중순경의 자료를 보면 대부분의 정점에서 균일한 수온과 염분 분포를 나타내고 있다. 이러한 원인으로 7월부터 시작된 긴 장마와 일조량 부족으로 판단된다. 그러나 2010년 8월 하순경에는 수온과 염분의 성층화 현상이 나타났다. 성층화의 주요인으로는 8월 중순경부터 시작된 집중적인 일조량으로 인하여 발달된 것으로 추정된다. 저층의 경우 20℃ 이하를 보여 표층과 큰 수온차를 보여주고 있으며 강진만과 고금도를 중심으로 한 해역과는 수온분포 차이를 볼 수 있다. 이러한 원인으로 고금도 근해에서 유입되는 외양수의 영향이 강진만까지 확대되지 못하고 직접적인 연안수의 영향으로 수온차를 나타내는 것으로 사료된다. 또한 투명도도 강진만과 고금도 근해해역과는 차이가 약 2배 이상 차이를 보여 수괴가 다소 상이한 것을 알 수 있다. 그러나 용존산소와 포화도는 조사일수에 관계없이 저층으로 갈수록 높아지는 경향을 보였다. 2009년 8월 중순경의 강진만은 규조류가 우점한 반면에 고금도 근해해역에는 *Gonyaulax polygramma* 종이 월등히 높은 세포밀도를 보여 2009년 8월 남해안에서 발생한 *G. polygramma* 적조가 유입된 것으로 추정된다. 2010년 8월 하순경에는 규조류로 점유되는 관계로 본 해역은 높은 부유물질에 관계없이 규조류가 월등히 높은 밀도를 보이는 원인으로 와편모조류의 급성장에는 적합하지 못한 해역으로 판단된다. 따라서 *Cochlodinium polykrikoides* 적조가 발생된 기록을 가지고 있지만 본 종이 지속적인 성장을 위한 해역으로 좋지 못한 환경을 가지고 있으며 본 해역에서 출현된 규조류는 조개류의 주요 먹이원으로 작용될 뿐만 아니라 기초생태계를 형성하는데 주요한 인자로 작용될 것으로 판단된다.

**핵심용어 :** 완도, 수질환경, 식물플랑크톤, 적조, 모니터링

**Abstract :** This study was determined to analysis marine environmental and phytoplankton monitoring in Wando coastal waters in August during the period of 2009-2010 and provided the basic environmental data against Southwest Sea of Korea. In August, 2009, the distribution of water temperature and salinity showed an unique characteristics for all of stations, which was associated with a long duration of rainfall after July, 2009 and a lack of sunshine. In the lower of August, 2010, the stratification of water temperature and salinity was shown, which was caused by an intensive sunshine after the middle of August, 2010. Gangjin Bay and Gogeundo waters showed a highly different water temperature and transparency. It is thought that two regions have a distinct water mass and characteristics. In dissolved oxygen and oxygen saturation were higher according to higher water depth regardless of stations. In August, 2009, different dominant species occurred that Gangjin Bay showed a higher cell density of diatom, but *Gonyaulax polygramma* played an important role in dominant species in Gogeundo waters. It is associated with the introduction red tide water of *G. polygramma* occurring to southern coastal water in August, 2009. In August, 2010, diatom was extremely higher cell density compared with that of dinoflagellate that regarded as adaptive microorganism against higher quantity of suspended solid in Wando waters.. Although Wando has a record of *Cochlodinium* red tide, this species may be difficult to grow and persist. Dominant species, diatom, play an important role in food organism for shellfish and forming a ecological lineage.

**Key Words :** Wando, Environment, Phytoplankton, Red tide, Monitoring

\* 대표저자 : 정희원, escho@nfrdi.go.kr, 051-720-2256

### 1. 서론

완도 연안역은 노화도, 청산도 등의 섬으로 이루어진 다도해 해상국립공원으로 수심 50m 이내의 얇은 천해를 이루고 있으며, 남해연안수, 대마난류, 황해 저층수, 중국 연안수 등의 영향을 받아 계절에 따라 복잡한 해황을 형성하고 있다(Lie and Cho, 2002). 특히 여름철 바람에 의한 용승, 조류에 의한 해저혼합, 담수유입(정 등, 2000)에 의한 저온수와 주변해역에 발달된 고온수와의 전선대는 완도해역에 많은 영향을 미치고 있는 것으로 알려져 있다(최 등, 2000). 동일한 시기에 유해성 *Cochlodinium polykrikoides* 적조생물도 완도근해 해역에 발생된 기록도 있기 때문에(www.nfrdi.re.kr) 가두리 양식장의 양식생물을 보호하고 지속적이고 안정적인 생산을 위해서는 해양환경 및 식물플랑크톤 모니터링이 절실히 요구된다. 또한 완도근해 해역은 지형적으로 수산생물의 생육 및 산란 서식장소로 최적의 조건을 갖추고 있을 뿐만 아니라 건강한 해양생물의 생태계를 유지하기 위해서는 지속적인 해양환경에 대한 모니터링 조사가 필요하다. 따라서 본 연구는 완도근해 해역을 대상으로 2009년과 2010년 8월의 수질환경특성 및 식물플랑크톤 특성을 조사하여 한국의 남서해역에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

### 2. 재료 및 방법

조사 정점은 완도, 고금도, 신지도, 조약도를 중심으로 7개 정점을 설정했다(Fig. 1). 조사시기는 2009년 8월 10일부터 8월 12일까지, 2010년 8월 24일부터 8월 25일까지 국립수산물학원 해조류연구센터 소속 R/V 탐구 9호(24G/T)를 이용하여 수온, 염분, 용존산소, 투명도와 부유물질을 조사했다. 수온, 염분, 용존산소는 YSI 650 MDS(YSI incorporated, USA)를 사용하여 표층에서 저층까지 수심별로 측정했다. 투명도는 직경 30cm 세키원판을 이용했고 부유물질은 미리 무게를 측정 한 유리섬유 여과지(GF/F: 0.7 μm)로 여과하여 건조한 후 함량차로 측정하였다(해양수산부, 1998). 식물플랑크톤 분석을 위

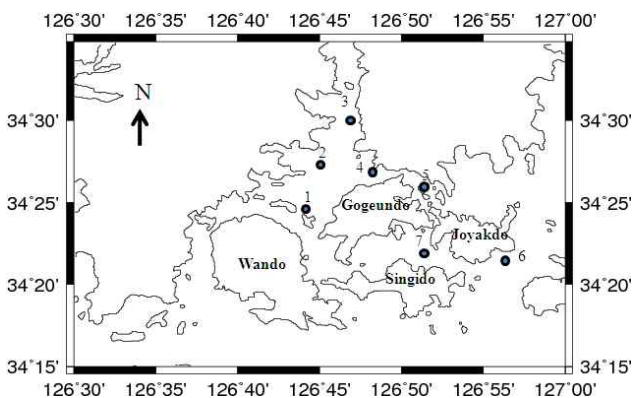


Fig. 1. Map showing for sampling locations.

하여 표층 해수 1L를 채수하여 Lugol's 용액으로 고정된 후 실험실로 운반하여 3일 이상 침강시킨 후 상등액을 제거하여 5ml로 농축시켰다. 농축시료는 Sedgwick-Rafter에 분산시킨 뒤 광학현미경(Olympus, BX50) 하에서 검경하였다. 단, *C. polykrikoides*는 현장에서 생시료 1L를 직경 10 μm 시이브로 농축한 후 간이용현미경(Carlzeiss)으로 검경했다. 일조량과 강수량에 대한 자료는 광주기상청(www.kma.go.kr) 자료를 참고하였다.

### 3. 결과

2009년 8월 10일부터 8월 12일까지 완도근해 해역에 대한 수온과 염분의 수심별 분포 특성을 보면 완도에서 가장 근접한 정점 1의 경우 수온과 염분 모두 수심에 관계없이 거의 일정한 값을 보이고 있다(Fig. 2). 정점 2부터 정점 7까지 수온 분포는 수심에 관계없이 거의 균일한 곡선을 보이고 있으며, 정점 6과 정점 7은 다른 정점에 비하여 24 °C 이하의 낮은 수온을 나타내고 있는 반면에, 정점 1과 정점 3은 표층이 28 °C에 근접하고 저층이 24.5 °C 이상을 보여 조사정점 중에서 가장 높게 나타났다. 정점 2부터 정점 7까지의 염분 분포는 균일하게 나타났다. 또한 용존산소와 포화도를 보면 대체적으로 용존산소가 증가함에 따라 포화도 같이 상승되는 것을 알 수 있다(Fig. 3). 정점 1과 정점 7은 수심별에 관계없이 거의 일정한 곡선을 보였으나, 나머지 정점들은 수심이 깊어짐에 따라 약간의 용존산소와 포화도가 상승되는 변화를 볼 수 있다. 이러한 원인은 해양미생물의 활발한 호기성 활동 증가 및 물속에 용존된 화학적 산소발생의 증대로 추측된다. 또한 본 연구에서는 해저상은 조사하지 않았지만, 바닥에 서식하고 있는 해조류의 광합성 작용증가도 원인으로 작용될 수 있다. 특히 정점 5의 경우 표층과 저층간의 차이가 0.5 mg l<sup>-1</sup> 정도 나타남을 알 수 있다. 정점 4는 다른 정점에 비하여 가장 낮은 6.5 mg l<sup>-1</sup> 정도를 보여 약 1 mg l<sup>-1</sup> 낮은 분포를 보이고 있다.

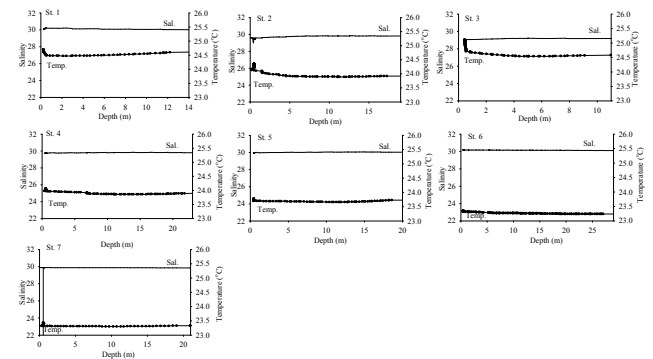


Fig. 2. Vertical distribution of water temperature(Line and scatter plot line) and salinity(Slid line) in Wando waters during August 10-12, 2009.

따라서 완도를 중심으로 한 St. 4와 St. 3과의 뚜렷한 해양환경 차이를 볼 수 없고 수심이 대체적으로 얕고 8월 중순경에도 불구하고 강진만 입구나 마량만의 해양환경 변화는 외양수 영향을 많이 받을 수 있는 조약도 근해해역과 큰 차이를 볼 수 없기 때문에 2009년 하절기 완도 근해역은 대체적으로 양호한 해양환경을 유지되고 있는 것을 알 수 있다.

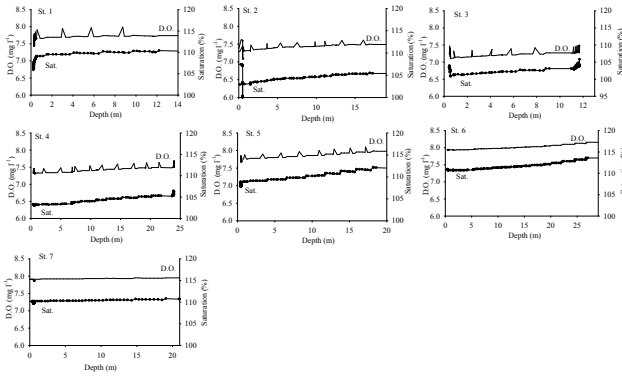


Fig. 3. Vertical distribution of oxygen saturation(Lne and scatter plot line) and dissolved oxygen(Srait line) in Wando waters during August 10-12, 2009.

Fig. 4는 2010년 8월 24일과 8월 25일 동안 완도근해 해역을 대상으로 한 각 조사정점에 대한 수온과 염분의 분포특성을 나타낸 것이다. 정점 1의 수온을 수심별로 보면 표층부터 저층 6m까지 수온이 급격히 떨어지는 경향을 보였으나, 6m부터 저층까지는 다소 완만히 하강하는 추세를 보이고 염분도 수심이 증가함에 따라 완만한 상승추이를 나타내고 있다. 정점 2도 정점 1과 같이 수심이 깊어짐에 따라 떨어지는 경향을 보이고 있으나, 정점 1에 비하여 완만한 하강세를 보여주고 있다. 염분은 정점 1, 2, 3 모두 수심별에 따른 구배가 없고 거의 균일한 값을 보이고 있다. 마량수도에 위치한 정점 4와 정점 5의 경우 정점 2처럼 수심에 따라 다소 완만한 수온이 하강하는 추세를 보여 강진만과 마량만의 조사정점 수온분포도 큰 차이를 보여주지 못하고 있다. 그러나 조약도 근해에 위치하고 있는 정점 6과 정점 7은 수온약층과 염분밀도가 구배가 형성되어 강진만과 마량만과는 상이한 해양환경을 보여주고 있다. 특히 저층의 경우 20℃ 이하를 보여 표층과는 큰 수온차를 볼 수 있다. 용존산소와 포화도를 보면 용존산소가 증가함에 따라 거의 포화도도 같이 상승되는 것을 볼 수 있다 (Fig. 5). 정점 1의 경우 수심이 깊어짐에 따라 용존산소가 지속적으로 상승되는 것을 알 수 있으나, 정점 2와 정점 3은 정점 1처럼 용존산소 증가곡선의 추세가 완만하게 나타났다. 또한 마량수도에 위치한 정점과 조약도 근해해역의 조사정점 모두 용존산소와 포화도 모두 수심별에 따른 큰 차이를 볼 수 없고 다소 완만한 증가곡선을 보이고 있다. 대부분 용존산소는 8.0mg l<sup>-1</sup> 이상을 보여주었고 포화도 역시 100% 이상의 해양환경을 나타내고 있다.

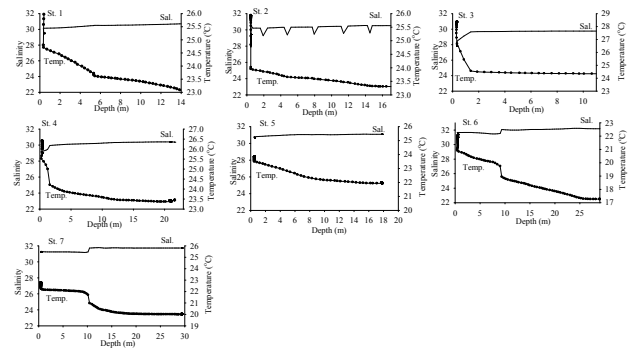


Fig. 4. Vertical distribution of water temperature(Lne and scatter plot line) and salinity(Srait line) in Wando waters during August 24-25, 2010.

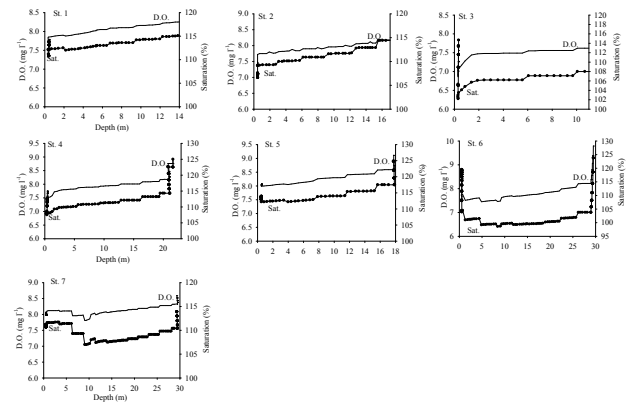


Fig. 5. Vertical distribution of oxygen saturation(Lne and scatter plot line) and dissolved oxygen(Srait line) in Wando waters during August 24-25, 2010.

2009년과 2010년 8월의 부유물질을 2009년 완도주변 해역은 최소 80 mg l<sup>-1</sup> 이상에서 120 mg l<sup>-1</sup> 이내의 범위를 보이고 있고 2010년도 최소 100 mg l<sup>-1</sup> 이상에서 120 mg l<sup>-1</sup> 이내의 범위를 나타내고 있어 연도별 및 정점별에 따른 부유물질의 급격한 변화가 없는 것으로 보인다(Fig. 6). 투명도의 경우 정점 1, 2, 3, 4는 정점 5, 6, 7에 비하여 약 2배 이상 낮은 값을 보여 2010년 정점 2와 정점 3은 0.5m 이하로 매우 낮은 투명도를 보였다.

2009년 8월의 강우 회수는 총 8회로 한 달 중 약 40% 정도 비가 내렸으나 강우량은 12일과 21일을 제외한 나머지 강우량은 20 mm 이하로 나타났다(Fig. 7). 2010년의 경우 총 14 회로 2009년보다 비가 많았고 강우량도 10일과 28일에는 최고 100 mm 정도를 보여 2009년과는 뚜렷한 정반대의 강우량을 나타냈다. 2009년과 2010년 모두 8월 초순경은 중순과 말경에 비하여 강우량 및 강우 회수도 현저한 차이를 볼 수 있었다. 2009년 8월의 일조량을 보면 15일과 22일에 최고 12시간 정도 보인 반면에, 일조량이 전혀 없는 경우도 7회 정도로 일조량의 변화폭은 현저하게 나타났다. 2010년 8월은 2009년과 달리

14일부터 지속적으로 일조량이 증가되어 21일에는 최고 12시간 정도를 보인 후 22일부터 계속 감소되는 경향을 나타냈다.

보였고, 대부분 *Chaetoceros* spp., *Thalassiothrix fraudellii*, *Pseudonitzschia* spp. 등과 같은 규조류가 대부분 해역에서 출현되었다.

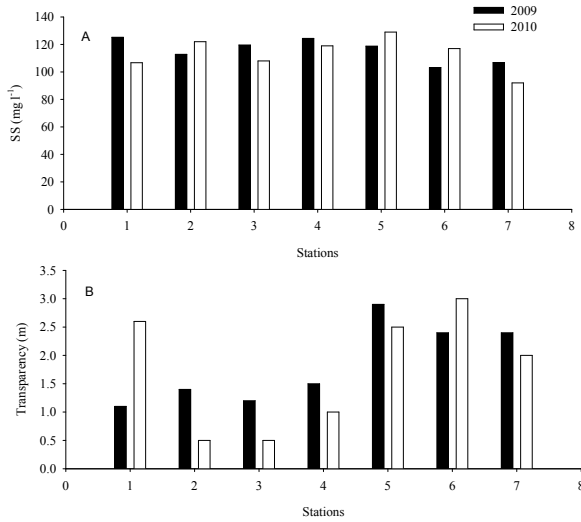


Fig. 6. The distribution of suspended solid (A) and transparency (B) in Wando waters during the period of August 10-12 in 2009, August 24-25 in 2010, respectively.

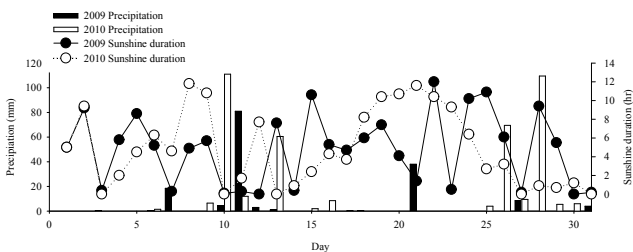


Fig. 7. Precipitation and sunshine duration in Wando waters during the period of August in 2009 and 2010.

2009년 8월 조사시 *C. polykrikoides* 적조생물은 모든 정점에서 출현되지 않았다. Table 1에서 보듯이 *Cosinodiscus gigas*가 강진만 전해역을 중심으로 44 % 이상의 점유율을 보인 반면에, 마량수도와 조약도를 중심으로 한 정점 4, 5, 6, 7은 *Gonyaulax polygramma*가 74 % 이상의 절대적 우점을 나타내고 있다. 따라서 강진만 근해에 나타나는 식물플랑크톤은 대부분 규조류가 우점하고 있는 반면에 마량수도 근해해역에 출현하고 있는 식물플랑크톤은 와편모조류의 점유율이 월등히 높은 결과를 보여 두 해역간의 식물플랑크톤 출현 상은 현저히 상이한 것을 알 수 있다. 2010년 8월에는 정점 7에서 *C. polykrikoides*가 0.5 cells ml<sup>-1</sup> 농도로 출현되었으나, 나머지 정점들은 전혀 나타나지 않았다. 정점간의 우점종 출현을 살펴보면(Table 2) 규조류가 와편모조류보다 훨씬 우세한 점유율을 보였다. 정점 4와 정점 5에서 *Ceratium* spp.가 10 % 우점율을

Table 1. List of dominant phytoplankton in Wando waters in August, 2009

Station	Species(%)
St. 1	<i>Cosinodiscus gigas</i> (52 %) > <i>Chaetoceros</i> spp.(24 %) > <i>Gonyaulax polygramma</i> (19 %) > Others(13 %)
St. 2	<i>C. gigas</i> (61 %) > <i>Thalassiothrix fraudellii</i> (21 %) > <i>G. polygramma</i> (11 %) > Others(7 %)
St. 3	<i>C. gigas</i> (44 %) > <i>T. fraudellii</i> (18 %) > <i>Letocylindrus danicus</i> (17 %) > <i>G. polygramma</i> (12 %) > Others(9 %)
St. 4	<i>G. polygramma</i> (81 %) > <i>Scropsiella trochoidea</i> (8 %) > <i>Ceratium</i> spp.(7 %) > Others(4 %)
St. 5	<i>G. polygramma</i> (85 %) > <i>Ceratium</i> spp.(18 %) > <i>Protoperidinium</i> spp.(6 %) > Others(1 %)
St. 6	<i>G. polygramma</i> (88 %) > <i>Ceratium</i> spp.(10 %) > Others(2 %)
St. 7	<i>G. polygramma</i> (74 %) > <i>Ceratium</i> spp.(22 %) > <i>Protoperidinium</i> spp.(2 %) > Others(2 %)

Table 2. List of dominant phytoplankton in Wando waters in August, 2010

Station	Species (%)
St. 1	<i>Chaetoceros curvisetus</i> (55 %) > <i>Thalassiothrix fraudellii</i> (31 %) > <i>Leptocylindrus danicus</i> (11 %) > Others(3 %)
St. 2	<i>T. fraudellii</i> (49 %) > <i>Chaetoceros</i> spp.(28 %) > <i>Laurelia borelais</i> (11 %) > <i>Ceratium</i> spp.(9 %) > Others(3 %)
St. 3	<i>Chaetoceros</i> spp.(45 %) > <i>Cosinodiscus gigas</i> (28 %) > <i>L. danicus</i> (17 %) > Others(10 %)
St. 4	<i>C. curvisetus</i> (61 %) > <i>Thalassiosira longissima</i> (25 %) > <i>Ceratium</i> spp.(10 %) > Others(4 %)
St. 5	<i>C. curvisetus</i> (55 %) > <i>T. fraudellii</i> (15 %) > <i>Pseudonitzschia</i> spp.(15 %) > <i>Ceratium</i> spp.(10 %) > Others(5 %)
St. 6	<i>Pseudonitzschia</i> spp.(62 %) > <i>Chaetoceros</i> spp.(18 %) > <i>C. gigas</i> (16 %) > Others(4 %)
St. 7	<i>T. longissima</i> (39 %) > <i>Chaetoceros</i> spp.(27 %) > <i>Pseudonitzschia</i> spp.(15 %) > <i>L. danicus</i> (10 %) > Others(8 %)

#### 4. 고찰

2009년 8월 중순경에 나타난 균일한 수온과 염분 분포는 7월부터 시작된 긴 장마로 인하여 30이하의 낮은 염분과(www.kma.go.kr) 불규칙한 일조량과 적은 강수량으로 인하여 정점에 관계없이 24 °C 내외를 나타내는 결정적 요인으로 생각된다(Fig. 7). 장마와 강진만에서 유입되는 육수의 영향으로 부유물질이 높은 해양환경 하에서 *C. gigas*와 같은 규조류가 와편모조류보다 월등히 높은 점유율을 보인 이유는 소광계수가 높아도 높은 성장을 유지하기 위해서는 이러한 해양환경은 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 그러나 마량수도, 조약

도, 신지도와 같은 조사정점은 강진만에 비하여 외해수의 영향을 많이 받기 때문에 *G. polygramma*와 같은 와편모조류가 (Table 1) 규조류 세력보다 우점할 수 있는 원인으로 설명될 수 있다. 2009년 8월 남해안 해역은 *G. polygramma* 적조가 대규모로 발생되었다(조, 2010; Cho, 2011). 본 조사에서도 나타난 바와 같이 정점 4, 5, 6, 7에서 80% 이상 *G. polygramma*가 출현된 것은 적조 외해수의 영향으로 생각된다. 그러나 거문도를 중심으로 한 *G. polygramma* 세력은 강진만에서 점유하고 있는 규조류의 세력까지 확장하지 못하는 현상을 보였다. 이렇게 완전히 식물플랑크톤 우점종의 양상이 상이한 것은 외해수와 육수와의 상호 전선대를 형성하고 있는 것으로 판단된다. 식물플랑크톤의 성장·생리에 많은 영향을 미칠 수 있는 부유물질 농도를 보면 본 지역은 2009년 100 mg l<sup>-1</sup> 이상을 보여(Fig. 6) 소광계수가 높은 지역으로 와편모조류보다 규조류가 높은 성장을 보이는 원인이기도 하다. 따라서 마량만, 조약도, 신지도 근해에 출현한 *G. polygramma*는 지형 특성상 부유물질이 많이 함유된 지역에서 월등히 높은 우점율을 나타낸 것은 자생적인 원인보다 외해수의 영향이 매우 높다는 것을 다시 한번 확인시켜 주는 항목이기도 하다. 투명도는 수괴를 분석을 하는데 유용한 도구로(이 등, 1996) 강진만 근해해역의 투명도는 1m 이내로 매우 낮지만, 거문도를 중심으로 한 해역의 투명도는 2m 이상으로 강진만과는 뚜렷한 차이를 보여주고 있기 때문에 남해안의 외양수는 강진만까지 영향을 미치지 못하는 것을 알 수 있다. 따라서 2009년 8월 중순에 조사된 완도근해 해역의 해양환경 특성은 7월부터 계속된 긴 장마와 지속적인 일조량 부족으로 인하여 성층화가 발달되지 못하고 균질화된 해양환경을 보여주고 있으나, 강진만과 고금도를 중심으로 한 해역간의 수괴는 다소 상이한 것으로 판단된다. 본 해역은 부유물질이 다량으로 함유되어 있기 때문에 여름철에도 와편모조류보다 규조류의 증식에 적합한 지역으로 조개류의 먹이생물원이나 기초생태계의 주요인자는 규조류로 사료된다. 비록 15m 이내의 얕은 수심에도 불구하고 용존산소 및 포화도의 농도는 급격한 증감이 없고(조, 2009; 조 등, 2009; 박 등, 2011) 대부분 저층으로 갈수록 높아지는 경향을 보여 여름철에도 비교적 양호한 해양환경을 보이고 있다.

2010년 8월 하순경에 조사한 결과는 2009년 8월 중순경의 결과와 비교시 표층과 저층간의 수온차가 많이 나타날 뿐만 아니라 수온약층이 생성되었다는 점이다. 즉 강진만을 중심으로 한 해역의 표층수온과 고금도 근해해역 간에는 약 4℃ 이상 차이를 보여 두 해역간의 뚜렷한 수온 경계로 생각된다. 이러한 원인으로 2010년 8월 10일에 100 mm 이상 강우를 보였으나 하순경까지 큰 비가 오지 않았고 8월 17일부터 지속적으로 강한 일조량을 보여 성층화 발달을 더욱 더 촉진시킨 것으로 생각된다. 고금도를 중심으로 한 해역은 외양수의 영향을 받기 때문에 강진만에 비하여 표층수온이 많이 떨어지는 이유로 판단되며 정점 6과 7에서 염분밀도의 구배화도 외양수의 고염분 영향에 의해서 성층이 나타난 것으로 보아서 강진

만과는 상이한 여름철 수괴를 형성하는 것으로 보인다. 용존산소와 포화도 역시 2009년 8월 중순경에 비하여 비교적 높은 수치를 나타내고 있으며 저층으로 높아지는 경향을 보여 균일화된 2009년 8월 중순경에 나타난 용존산소와 포화도 곡선과 거의 유사한 점은 완도근해에 서식하고 있는 수산생물에게는 하절기에도 큰 영향이 없는 것으로 판단된다. 투명도는 강진만과 고금도 근해해역 간의 차이는 약 2배 이상 나타나지만, 식물플랑크톤 중 조성을 보면 규조류가 와편모조류보다 월등히 우세한 점유율(Table 2)을 보이고 있는 원인으로 부유물질이 높은 해역에서 고성장을 위한 적응력이 와편모조류보다 훨씬 뛰어나기 때문이다(Curl and McLeod, 1961; Langdon, 1987). 따라서 본 해역은 강진만 인근지역으로 공급되는 연안수와 남해 외양수가 혼합되어 비록 부유물질이 높은 농도를 보이지만 규조류의 성장을 위해서는 충분한 영양염 공급이 원활할 것으로 보여 수하식 양식장의 조개류 먹이원으로 충분히 공급할 것으로 보인다.

이상을 종합해 보면, 본 조사해역은 강진만과 고금도를 중심으로 수온이 양분화되고 투명도도 뚜렷한 차이를 보여 수괴가 상이한 것으로 판단되지만, 수산생물에 미치는 영향은 미비한 것으로 사료된다. 또한 연안수와 외양수의 혼합으로 식물플랑크톤 성장을 위한 영양염의 충분한 공급이 예상되며 높은 부유물질로 인하여 와편모조류보다 규조류의 성장에 적합한 환경을 형성하고 있기 때문에 조개류의 주요 먹이원으로 간주될 수 있다. 또한 용존 현탁물질이 많이 잔존하는 관계로 *C. polykrikoides* 적조형성에는 부족한 환경을 가지고 있지만, 조약도, 신지도 등은 외양수의 영향을 받기 때문에 여기에 대한 적조 모니터링은 지속적인 양식산업을 위해서는 절실히 요구되는 바이다.

## 감사의 글

이 연구는 국립수산물과학원(하구어장 실효성 평가 및 관리전략 개발, RP-2012-ME-008)의 지원에 의해 운영되었습니다.

## 참고 문헌

- [1] 박승윤, 김상수, 김평중, 조은섭, 김병만, 전상백, 장수정 (2011), 여자만 수질환경의 특성과 장기변동, 해양환경안전학회지, 제17권, 제3호, pp. 203-218.
- [2] 이병걸, 조규대, 최용규(1996), 득량만의 조석주기 및 계절변동에 따른 투명도의 변동특성, 한국어업기술학회지, 제32권, 제4호, pp. 386-394.
- [3] 정희동, 권철휘, 조규대(2000), 한국남서연안 하계 조석전선과 전선역의 변동, 국립수산진흥원 2000년 연구발표회 요약집, pp. 23-24.
- [4] 조은섭(2009), 남해안 시·공간적 수질환경 특성 비교, 한국환경과학회지, 제18권, 제2호, pp. 141-151.

- [5] 조은섭(2010), 2007-2009년 남해안 적조발생 및 적조 미발생에 관한 비교 연구, 해양환경안전학회지, 제16권, 제1호, pp. 31-41.
- [6] 조은섭, 김상수, 이상용, 정희동, 김숙양(2009), 전남서부해역의 수질환경특성, 해양환경안전학회지, 제15권, 제3호, pp. 187-203.
- [7] 최청일, 공용근, 김길주(2000), 진도 독거도 주변해역의 해양환경 특성 및 서식 생물상으로서 미역 생태에 관하여, 국립수산진흥원 2000년 연구발표회 요약집, pp. 22-23.
- [8] 해양수산부(1998), 해양환경공정시험법, p. 330.
- [9] Cho, E. S.(2011), The massive blooms of *Gonyaulaxpolygramma* (Gonyaulacales, Dinophyceae) in the southern coastal areas of Korea in summer, 2009. Journal of the Environmental Sciences, 20(2), pp. 1521-1531.
- [10] Curl, H. and G. C. McLeod(1961), The physiological ecology of a marine diatom, *Skeletonema costatum*. Journal of Marine Research, Vol. 19, pp. 70-88.
- [11] Langdon, C.(1987), On the causes of inter specific differences in the growth-irradiance relationship for phytoplankton. Part 1. A comparative study of the growth-irradiance relationship of three marine phytoplankton species: *Skeletonema costatum*, *Olisthodiscus lutesu* and *Gonyaulax tamarensis*. Journal of Plankton Research, Vol. 9, pp. 459-482.
- [12] Lie, H. J. and C. H. Cho(2002), Recent advances in understanding the circulation and hydrography of the East China Sea. Fisheries and Oceanography, Vol. 11, pp. 318-328.

---

원고접수일 : 2012년 01월 27일

원고수정일 : 2012년 03월 26일 (1차)

2012년 04월 12일 (2차)

게재확정일 : 2012년 04월 23일