

유해 적조생물 *Cochlodinium polykricoides* 의 주야 수직이동에 관한 연구

정창수 · 김영숙 · 성기탁* · 전경암 · 심정민 · 황운기 · 박승운
국립수산과학원 동해수산연구소, *국립수산과학원 해양연구팀

서론

우리나라 연안에서 매년 하절기에 발생하여 양식수산물의 대량 폐사를 가져오는 유해적조는 와편모조류에 속하는 *Cochlodinium polykricoides*에 의해 발생되며, 1982년 최초로 발견된 이후 현재까지 20여년이 상 남해안과 동해안에서 지속적으로 발생하고 있다. 특히 1995년에는 남해안을 중심으로 동해중부해역까지 대규모로 발생하여 양식어류에 막대한 수산피해를 일으킨 바 있으며, 그 후에도 매년 크고 적은 수산피해가 반복적으로 발생하고 있는 실정이다.

현재까지 *Cochlodinium polykricoides* 적조에 대한 우리나라에서의 발생기작 및 이동 확산에 대한 연구와 분류 및 생태적 특성 등에 관한 연구는 다수 있으나, 적조발생 해역에서 *Cochlodinium polykricoides* 의 주야 수직이동 및 분포 양상에 관한 연구는 미미한 실정이다.

Cochlodinium polykricoides 적조로 인한 수산피해는, 적조생물의 최대 밀도를 피하여 양식시설물의 이동이나 수층조절을 통하여 피해를 방지하거나 대폭 줄일 수 있으므로, 적조생물의 일일중 수직분포 및 이동 양상을 보다 정확히 파악하여 그 결과를 적조로 인한 수산피해를 사전에 방지하는데 활용하고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구는 동해안 강구 0.3마일 연안(수심 20m) 에서 9월 18일 14:00 부터 19일 11:00까지 시간별 *Cochlodinium polykricoides* 수직이동 양상 및 조사해역에 미치는 해수흐름을 파악하기위하여 시간별로 15회에 걸쳐 Niskin 채수기를 사용하여 상층은 1m 간격으로 그리고 10m 이심에서는 5m 간격으로 *Cochlodinium polykricoides* 을 채집하여 수심별, 시간별로 선상에서 광학현미경(ZEISS-KF2)으로 검경하였다.

또한 조사해역의 해양물리 및 환경 특성을 파악하고자 Current meter를 이용하여 조류와 항류성분을 조사하였으며, 수온 및 염분 측정에는 CTD(SBE-19)를 사용하였다. 해수의 영양염, 클로로필-a 등은 시료를 채수하여 실험실에서 분석하였다.

결과 및 요약

조사해역의 표층수온은 16:00에 24.7°C로서 가장 높았으며, 저층(20m) 수온은 11.1~14.6°C(평균 13.6°C) 범위로서 표층보다 10°C 이상의 수온차이를 나타내었으며, 수온과 염분농도의 상관관계(sigma-t plot)에서는 본 연구가 시행되어진 해역은 유입 담수의 영향이 미치지 않는 것으로 나타났다.

조사해역에는 14:00부터 19:00에는 북향류의 조류가 20cm/sec 내외로 강하게 나타났으나, 관측 중반인 20:00이후에는 북향류, 동향류 모두 5cm/sec 이하로 약한 양상을 보였으며, 일주조가 가장 크게 나타났다.

Cochlodinium polykrikoides 주야 수직이동은 수심별 출현 생물밀도로서 평가하였는데, 조도가 가장 높은 시간대인 14:00~15:00에는 표층에서 1m수심에 집적되는 양상을 보이다가 16:00 이후부터는 표층부터 중층까지 분포하므로써 이시간대부터 저층으로의 수직이동양상이 뚜렷이 나타났다.

심야 시간대 21:00~24:00에는 중간수심에서 비교적 높은 농도로서 나타내었으며 03:00에는 저밀도(≤ 40 cells/ml) *Cochlodinium polykrikoides*이 전수층에서 출현하였으나 15~20m의 저층에서의 분포율이 높게 (86%) 출현하였다. 하강속도는 저층 20m를 기준으로 약 1.6%로서 나타났으나, 저층에서 표층으로의 이동시간은 약 12시간 정도 소요되는 것으로 나타났다.

일출직전인 05:00부터 표층으로 상승하기 시작하여, 06:00~08:00까지는 전반적으로 양적차이는 있었으나, 표층을 중심으로 전수층에서 분포하였으며 09:00이후부터는 표층에서 4m수층까지 집중되는 분포양상을 나타내었다.

*Cochlodinium polykrikoides*의 사슬은 03:00의 최저층(≥ 15 m)에서는 대체적으로 ≤ 2 cells로 세포가 각각 분리되었으나, 표층으로 부상하는 분포율이 높아질수록 사슬의 형성이 ≥ 4 cells로 증가하는 경향으로 나타났다.

클로로필-a의 농도의 변화 경우에는 시간별, 수직별로 *Cochlodinium*

*polykrikoides*의 출현농도와 유사하게 나타내었으며, 1500~1700에서는 0m 표층에서 그리고 0300~0500 15m 저층, 0600~0800 5m내외에서 각각 가장 높은 농도를 나타내었다.

영양염의 경우에는 용존무기인의 농도변화에서는 1500~1900에서 부분적으로 다소 높은 수치를 나타내었으나 전반적으로 유사하게 $\leq 0.002\text{mg}/\ell$ 로서 나타내었다.

용존무기질소의 경우에는 전반적으로 $\leq 0.04\text{mg}/\ell$ 로서 나타내었으나 1400~1500에서는 0m 표층에서는 $\leq 0.002\text{mg}/\ell$ 의 저농도를 나타내었으며 $\geq 5\text{m}$ 의 저층으로 갈수록 농도가 높아지는 경향을 나타내었다. 위와 같은 결과에서 *Cochlodinium polykrikoides*적조생물의 증식에 따른 영양염의 소비율에 있어서 무기인 보다는 질소원의 경우가 비교적 높은 경향을 보임으로서 이는 질소원이 적조 발생 시 생물의 증식 억제 인자가 될 수 있음을 시사하고 있다.

참고문

- 김학균 · 정창수 · 임월애 · 이창규 · 김숙양 · 윤성화 · 조용철 · 이삼근. 2001. 한국연안의 *Cochlodinium polykrikoides* 적조 발생과 변천. 한수지. 34(6): 691-696
- 이창규 · 김형철 · 이삼근 · 정창수 · 김학균 · 임월애. 2001. 남해안 연안에서 적조생물, *Cochlodinium polykrikoides*, *Gyrodinium impudicum*, *Gymnodinium catenatum*의 출현상황과 온도, 염분, 조도 및 영양염류에 따른 성장특성. 한수지. 34(5): 536-544
- 임월애 · 정창수 · 이창규 · 조용철 · 이삼근 · 김학균 · 정익교. 2002. 2000년 여름 남해안에 나타난 *Cochlodinium polykrikoides* 우점 적조의 발생 특성. *J. of the Korean Society of Oceanography*. 7(2): 68-77
- 정창수 · 최우정 · 김학균 · 정영균 · 김정배 · 임월애. 1999. 1998년도 남해도 인근수역의 *Cochlodinium polykrikoides* 적조발생과 동물성플랑크톤의 분포특성. 수진연구보고. 57: 153-161
- Cullen, J.J., S.G. Horrigan. 1981. Effects of nitrate on the diurnal vertical migration, carbon to nitrogen ratio, and the photosynthetic capacity of the dinoflagellate *Gymnodinium splendens*. *Mar. Biol.* 62: 81-89
- Koizumi Y., T. Uchida, T. Honjo. 1996. Diurnal vertical migration of *Gymnodinium mikimotoi* during a red tide in Hoketsu bay, Japan. *Journal of Plankton Research* 18: 289-294
- Park J.G., J.A. Lee, J.A. Lee, K.J. Cho. 2001. Diurnal vertical migration dinoflagellate, *Cochlodinium polykrikoides* (Dinophyceae), during a red tide in coastal waters of Namhae Island, Korea. *Phycologia* 40(3): 292-297