

제주 연안의 착편모조

김형신·정민민*

제주대학교 기초과학연구소, *국립수산과학원 제주수산연구소

요약

2002년 12월부터 2004년 6월까지 제주 연안 해역의 25개 정점을 대상으로 착편모조의 분포 여부를 조사하였다. 조사 결과 총 22개 정점에서 착편모조가 채집되었다. 특히 연안에 형성된 저염분 수역인 일부 못에서도 착편모조가 관찰되었다. 이번 연구를 통해서 제주 연안 해역에는 *Prymnesium* spp., *Chrysochromulina* spp. 및 *Phaeocystis globosa*의 3屬의 착편모조가 분포하고 있음을 확인할 수 있었다.

서론

우리나라는 물론 전 세계적으로 해양의 부영양화에 따른 적조발생은 여러 가지 문제를 야기 시키고 있으며, 이들 문제들을 해결하기 위한 각국의 연구 노력은 지금도 계속 이어지고 있다. 적조의 원인이 되는 플랑크톤의 종류는 다양하지만, 그 중에서도 규조류 및 편모조류가 우리나라 적조 원인 종의 주류를 이루고 있다. 이들 적조 원인 생물에 있어서도 각 시대의 경과에 따라 주요 적조원인 플랑크톤 종류가 변화하고 있음을 알 수 있다. 즉, 국립수산과학원의 자료에 의하면 1980년대에는 주요 적조 원인생물로서 *Skeletonema costatum*과 같은 규조류가 주류를 이루는 규조중심 적조가 대부분을 차지하였으나, 1990년대에 들어서면서부터 현재에 이르기까지는 주로 *Cochlodinium*과 같은 와편모조류가 주류를 이루는 와편모조 중심 적조현상이 대부분을 차지하고 있다. 이와 같이 시대의 흐름에 따라 적조를 일으키는 주요 원인 생물이 변화를 보이는 원인에 대해서는 아직 연구되어지지 않고 있으나, 거시적으로 본다면 지구 온난화에 따른 해양환경의 점차적 변화에 의한 영향을 생각할 수 있으며, 그 외에도 해역으로 유입되는 부하물질의 질적 변화에 따른 과거와는 다른 수질에 의한 영향 또한 배제할 수 없으리라 생각된다. 이러한 가운데 미래형 적조 원인 생물로서의 가

능성을 지닌 편모조류의 출현이 관찰되고 있으며, 미국 및 유럽의 몇몇 나라에서는 벌써 수 차례의 피해사해가 보고 되어 있다(Sabour et al., 2000; Dahl et al., 1989; Lindahl and Dahl, 1990). 이들 종은 Haptophyta 또는 Prymnesiophyta (이하 착편모조로 표기함)에 속하는 종들로(Tomas, 1997), 양식산업에서 중요하게 이용되어지고 있는 *Isochrysis* 나 *Pavlova* 속 등도 이 식물문에 속한다. 현재 이들 착편모조에 관한 연구는 일본, 노르웨이, 스웨덴 등의 각국에서 활기를 띠고 진행 중에 있으나(Segatto and Granéli, 1995; Myklestad et al., 1995; Meldahl et al., 1993; Igarashi et al., 1995; Heidal and Mohus, 1995; Meldahl et al., 1995; Granéli et al., 1993; Johansson and Granéli, 1998), 아직 우리나라에서는 활발한 연구가 이루어지지 않고 있는 실정이다. 우리나라에서는 *Pleurochrysis*의 생리학적 연구(목, 2001), *Calyptrosphaera sphaeroidea*의 미세구조 관찰(정 등, 1998) 및 우리나라 주변 연안 해역에 분포하고 있는 착편모조의 종류 및 분포(김과 정, 2004) 등과 관련한 연구 결과가 발표되었을 뿐 비교적 착편모조에 관한 연구가 미흡한 실정이다. 따라서 이 연구는 제주 연안의 착편모조 분포 해역과 그 종류를 파악함으로써 앞으로 발생할 수도 있을 착편모조 적조와 관련된 기본적 정보 및 해양 생태계 내에서 저차 생산자로서의 착편모조에 관한 정보를 축적하고자 실시하였다.

조사방법

2002년 12월부터 2004년 6월까지 수 차례에 걸쳐 제주도 각 연안 해역에서 착편모조를 채집하였다 (Fig. 1). 채집 방법은 각 해역의 표층에서 채수법으로 실시하였으며, 시료는 고정하지 않은 상태로 실험실로 옮겨서 염분 농도를 측정하고 광학 현미경(NIKON E200, Japan)을 이용하여 시료내의 착편모조 유무를 검색하였다. 검색된 세포는 속 또는 종 단계까지 분류하였다(Green et al., 1989; Fukuyo et al., 1995; Hoek et al., 1995; Moestrup and Thomsen, 1995; 千原·村野, 1997; Thronsen, 1997).

선장 인근 연안, 굴전 연안 및 낙포 부두 연안 해역에서 출현하였다(김과 정, 2004). 특히, 염분 농도가 비교적 낮은 화진포(15 psu) 및 경포호(10 psu)에서 채집되어 광염성 생물임을 알 수 있었는데, 제주도 연안에서도 저염분 수역인 구좌읍 하도리 철새도래지 연안에 형성된 소규모의 못(26 psu)과 제주시 외도동에 위치한 마이못(13 psu), 남원읍 위미리 연안(29 psu)에서도 *Prymnesium*屬이 출현하였다. 물론 일반 해역인 삼양포구, 표선면 신양리 해역, 서귀항 및 제주항에서도 *Prymnesium*屬이 관찰되었다. 이러한 일련의 조사 결과는 *Prymnesium*屬이 광염성 생물임을 확실히 뒷받침해 준다.

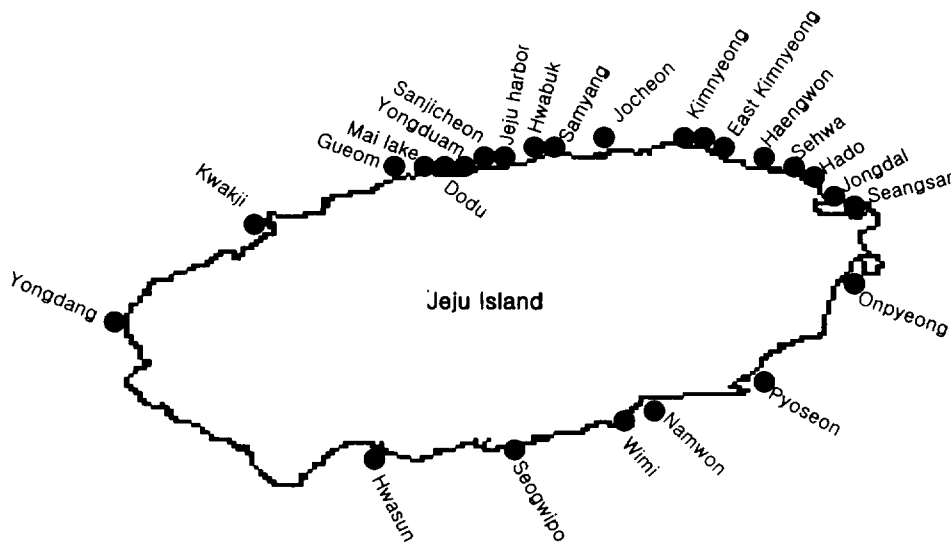


Fig. 1. Location map showing the sampling stations in coastal water of Jeju island.

결과 및 고찰

이 연구에서 조사 기간 내에 제주도 연안 해역 총 22개 정점에서 착편모조의 출현이 확인되었다 (Table 1). 제주도 연안 해역에서 채집된 착편모조는 크게 *Prymnesium* spp., *Chrysochromulina* spp. 및 *Phaeocystis globosa*의 3屬으로 확인되었다.

*Prymnesium*屬은 동해안의 화진포, 경포호, 감포 연안에서, 서해안에서는 제주도 연안, 대천항, 조금 나룻터 인근 연안, 그리고 남해안에서는 사람도 도

*Chrysochromulina*屬은 동·서·남해의 전 연안 해역에 고루 분포하였다(김과 정, 2004). 제주도 연안 해역에서도 분포 조사를 실시한 25개 정점중 21개 정점에서 관찰되었다(Table 1). 이러한 조사 결과에 의하면 *Chrysochromulina*屬은 거의 모든 해역에 분포하는 것으로 추정된다.

그러나 상기 두 屬과는 달리 *Ph. globosa*는 남원읍 위미리 연안 해역에서만 관찰되었으며 이것은 김과 정(2004)의 연구결과에서 경상북도 울진군 후포 연안에서만 *Ph. globosa*가 출현하여 다양한 해역에서의 관찰이 어려웠던 결과와 일치하였다.

Table 1. Haptophyte algae occurring in the Jeju coast (C: *Chrysochromulina* spp., P: *Prymnesium* spp., Ph: *Ph. globosa*. -: non-existence, blank: no sampling)

| Sampling sites | Sampling date | | | | | | | | Salinity (psu) |
|--------------------------|---------------|-----|-------|--------|-----|-------|-----|-------|----------------|
| | 2002. | | 2003. | | | 2004. | | | |
| | 12. | 03. | 04. | 06. | 11. | 03. | 04. | 06. | |
| Seongsan harbor | C | | | | C | | | | |
| Jocheon harbor | C | | | | | | - | | 21 |
| Haengwon nursery complex | C | | | | C | | | | 20 |
| Seogwipo harbor | C | | | | P | | | P · C | |
| Kimnyeong Yeongdeungmul | C | | | | | | | - | |
| Kimnyeong mokji | - | | | | | | | - | |
| Gueom-ri. breakwater | C | | | | | | | | |
| Kwakji beach | C | | | | | | | | |
| Gujwa-eup Hado-ri | | C | C · P | | | | | | 26 |
| Samyang | | C | | | | | | | |
| Gujwa-eup Onpyeong-ri | | C | | | | | | | |
| Pyoseon-myeon Sinyang-ri | | C | | | C | | | P · C | |
| Yongdang-ri | | C | | | | | | | |
| Gujwa-eup East Kimnyeong | | C | | | | | | | |
| Namwon-eup Wimi-ri | | | C · P | C · Ph | | P · C | | | 29 |
| Jeju harbor | | | | | C | P · C | | C | |
| Namwon | | | | | | | | C | |
| Sehwa | | | | | C | | | C | |
| Yongduam | | | | | C | | | C | |
| Hwabuk | | | | | C | | | C | |
| Sanjicheon downstream | | | | | | | | - | 4 |
| Mai lake | | | | | | | | P | 13 |
| Dodu harbor | | | | | | | | - | 22 |
| Jongdal-ri | | | | | C | | | - | |
| Hwasun-ri | | | | | C | | | - | |

일반적으로 제주도는 적조가 발생하지 않는 청정 해역으로 알려져 있지만 국립수산물학원의 자료에 의하면 1995년 9월에 제주도의 고내리 연안에서 이호 연안에 이르기까지 *Noctiluca*와 *Scrippsiella*에 의한 적조가 발생했던 기록이 있다. 이러한 사실은 현재까지 많은 적조 현상이 보고된 것은 아니지만 제주도 연안 해역에서도 적조가 발생할 가능성이 잠재되어 있다는 것을 뜻한다. 이 연구에서 조사된 제주도 연안 해역에서 출현하는 착편모조인 *Prymnesium*, *Chrysochromulina* 및 *Phaeocystis*의 몇몇 종은 독성을 포함하고 있는 것으로 알려져 있으며(UNESCO, 2003), 그로 인해 발생하는 경제적 손실은 물론 환경적 측면에서의 오염 등은 다양한 사회적 문제를

초래하는 것으로 알려져 있다(Moestrup, 1994). 즉, 독성을 가지고 있는 몇몇 종들은 어류 또는 이매패류 등 다양한 수서생물에 대해 죽음에까지 이르게 되는 치명적인 영향을 미친다(Walne, 1970; Green and Leadbeater, 1994; Wikfors et al. 2000). 또한 일부 종은 DMS (dimethylsulfide)를 생성하여 간접적으로는 산성비의 원인이 되기도 한다(Moestrup, 1994). DMS를 생성하는 종으로는 *Phaeocystis* 이외에도 *Emiliania huxleyi*, *P. parvum* 등이 알려져 있다.

이 연구를 통하여 제주도 연안 해역에서도 수종의 착편모조의 서식을 확인할 수 있었다. 이들 착편모조는 해양의 저차 생산자로서의 중요한 역할을 담당하는 나노플랑크톤의 주요 구성요소이자, 이들

종의 일부는 수서 생물에 치명적인 독성을 가지며, 대발생의 원인이 되기도 한다. 따라서 제주도 연안 해역에서의 이들 착편모조의 종 구성과 생태학적 측면에서의 꾸준한 연구가 절실하다고 판단된다.

사 사

이 연구는 2002년도 한국학술진흥재단의 지원(KRF-2002-075-C00021)에 의함.

참고문헌

- 김형신, 정민민. 2004. 한국 연안해역의 착편모조 분포. 한국양식학회지 17: 133-138.
- 목진숙. 2001. 한국 연안에서 분리한 *Pleurochrysis* sp. (Prymnesiophyceae)의 생육과 calcium 흡수 특성. 부산대학교 석사학위논문. 32pp.
- 정익교, 고태훈, 목진숙. 1998. The investigation of the ultrastructure of a new-to-Korea species, *Calyptrosphaera sphaeroidea* (Haptophyceae) isolated from the Tongyoung Bay. 1998년 세계 해양의 해 기념 해양 수산관련 학회 공동 심포지움 및 학술대회 요약집 p. 358.
- 千原光雄, 村野正昭. 1997. 日本産海洋プランクトン 検索圖説. 1630 pp.
- Dahl, E., Lindahl, O., Paasche, E. & Thronsen, J. 1989. Novel phytoplankton blooms, (eds. Coper, E. M., Bricelj M. and Carpenter E. J.) (Springer, Berlin) pp. 383-405.
- Fukuyo, Y., H. Takano, M. Chihara and K. Matsuoka. 1995. Red Tide Organisms in Japan. Uchida Rokakuho. 407 pp.
- Granéli, E., E. Paasche and S. Y. Maestrini. 1993. Three years after the *Chrysochromulina polylepis* bloom in Scandinavian waters in 1988: some conclusions of recent research and monitoring. (in) Toxic Phytoplankton Blooms in the sea, (eds) T. J. Smayda and Y. Shimizu. Elsevier, pp. 23-32.
- Green, J. C., K. P. Nielsen and P. Westbroek. 1989. Phylum Prymnesiophyta. (in) Handbook of Protoctista, (eds) L. Margulis, J. O. Corliss, M. Melkonian, D. J. Chapman and H. I. McKhann. Jones and Bartlett Publishers, BOSTON, pp. 293-317.
- Green, J. C. and B. S. C. Leadbeater. 1994. The Haptophyte Algae. Systematics Association Special Volume No. 51. Clarendon Press, Oxford, 446 pp.
- Heidal K. and Mohus Å., 1995. The toxic *Chrysochromulina* - salmon disaster of 1991 in northern Norway with some follow-up monitoring records of 1992 and -93. In Harmful Marine Algal Blooms, Lassus P., G. Arzul, E. Erard, P. Gentien and C. Marcaillou eds., pp. 163-168.
- Hoek, C., D. G. Mann and H. M. Jahn, 1995. Algae. Cambridge University Press, 640 pp.
- Igarashi T., Y. Oshima, M. Murata and T. Yasumoto, 1995. Chemical studies on prymnesins isolated from *Prymnesium parvum*. (in) Harmful Marine Algal Blooms, Lassus P., G. Arzul, E. Erard, P. Gentien and C. Marcaillou (eds.), pp. 303-308.
- Johansson N. and E. Granéli, 1998. Toxicity of *Chrysochromulina polylepis* cells growing in different N:P ratios. (in) Harmful Algae, Reguera B., J. Blanco, M. L. Fernández and T. Wyatt, (eds.) (Xunta de Galicia and intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO), pp. 329-330.
- Lindahl, O. and Dahl, E., 1990. toxic Marine Phytoplankton, (eds.) E. Granéli, B. Sundström, L. Edler and D. M. Anderson) (Elsevier, New York) pp. 189-194.
- Meldahl, A. S., B. Edverson and F. Fonnum, 1993. The effect of *Prymnesium*-toxin on neurotransmitter transport mechanism: The development of a sensitive test method. (in) Toxic Phytoplankton Blooms in the sea, (eds) T. J. Smayda and Y. Shimizu. Elsevier, pp. 895-900.
- Meldahl, A. S., J. Kvernstuen, G. J. Graskbakken,

- B. Edvardsen and F. Fonnum, 1995. Toxic activity of *Prymnesium* spp. and *Chrysochromulina* spp. tested by different test methods. (in) Harmful Marine Algal Blooms. Proceedings of the Sixth International conference on Toxic Marine Phytoplankton. (eds) P. Lassus, G. Arzul, E. Erard, P. Gentien and C. Marcaillou, pp. 315-320.
- Moestrup, Ø., 1994. Economic aspects : 'blooms', nuisance species, and toxins. (in) The Haptophyte Algae. (eds) J. C. Green and B. S. C. Leadbeater, The Systematics Association, pp. 265-285.
- Moestrup, Ø. and H. A. Thomsen, 1995. Taxonomy of toxic haptophytes (Prymnesiophytes). (in) Manual on Harmful Marine Microalgae. (eds) G. M. Hallegraeff, D. M. Anderson and A. D. Cembella, UNESCO, pp. 319-338.
- Myklestad S. M., B. Ramlo and S. Hestmann, 1995. Demonstration of strong interaction between the flagellate *Chrysochromulina polylepis* (Prymnesiophyceae) and a marine diatom. In Harmful Marine Algal Blooms, Lassus P., G. Arzul, E. Erard, P. Gentien and C. Marcaillou eds., pp. 633-638.
- Sabour B., M. Laudiki, B. Oudra, S. Oubraim, B. Fawzi, S. Fadlaoui, M. Chlaida and V. Vasconcelos, 2000. Blooms of *Prymnesium parvum* associated with fish mortalities in a hypereutrophic brackish lake in Morocco. Harmful Algae News, The Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, 21: 8-9.
- Segatto A. Z. and E. Granéli, 1995. Was the *Chrysochromulina polylepis* bloom in 1988 caused by a release of cobalt or vitamin B12 from a previous bloom of *Skeletonema costatum*? In Harmful Marine Algal Blooms, Lassus P., G. Arzul, E. Erard, P. Gentien and C. Marcaillou eds., pp. 223-229.
- Throdsen, J., 1997. The planktonic marine flagellates. (in) Identifying Marine Phytoplankton. (ed.) C. K. Tomas, ACADEMIC PRESS, pp. 591-730.
- Tomas, R. C., 1997. Identifying marine phytoplankton. Academic Press, pp. 858.
- UNESCO, 2003. IOC Taxonomic Reference List of Toxic Plankton Algae. IOC, UNESCO, pp. 49.
- Walne, P. R., 1970. Studies on the food value of nineteen genera of algae to juvenile bivalves of the genera *Ostrea*, *Crassostrea*, *Mercenaria* and *Mytilus*. Fishery Investigations, London, 26: 1-62.
- Wikfors, G. H., J. Alix, H. Shumway, S. E. Barcia, S. Cullum, J. and R. M. Smolowitz, 2000. Experimental exposures of bay scallops to cultures of suspected harmful microalgae. J. Shellfish Res., 19(1): 639.

Haptophyte Algae in Coastal Waters of Jeju island

Hyeung-Sin, Kim and Min-Min, Jung*

Research Institute for Basic Science, Cheju National University,

Ara-1 Dong, Jeju-Si, Jeju-Do 690-756, Korea

**Jeju Fisheries Research Institute, National Fisheries Research and Development Institute(NFRDI),*

785, Wimi-ri, Namwon-up, Namjeju-gun, Jeju-do, 699-800, Korea

Abstract. Blooms of Haptophyta have been recorded world-wide and have often been associated with massive fish mortalities, resulting in negative impacts on the marine and/or brackish water ecosystem and great economic consequences for commercial aquaculture. Haptophyte algae were collected at 22 sites in coastal water of Jeju island from December 2002 to June 2004. Haptophyte algae consisted of *Prymnesium* spp., *Chrysochromulina* spp. and *Phaeocystis globosa*.

Key words : Haptophyte algae, *Prymnesium*, *Chrysochromulina*, *Phaeocystis*, Jeju island