

# 한국산 캐러기난 해조, 진두발(*Chondrus ocellatus*)의 초기 발생과 생장에 미치는 조도와 광주기의 영향

김영식 · 송영화 · 이순정 · 박은정 · 강경화 · 류진아 · 최한길 · 남기완 · 이종화

군산대학교 해양생명과학부 · 부경대학교 해양생물학과 · 원광대학교 생명과학부

## 서론

진두발(*Chondrus*)은 식용 또는 산업적으로 이용 가능한 캐러기난(carrageenan)이라는 다당류를 함유하고 있는 유용한 홍조류이다. 현재 진두발 속에는 전 세계적으로 8종이 생육하는 것으로 보고되었으며(Hommersand et al., 1993; Yoshida et al., 2000), 산업적 유용성 때문에 많은 연구자들에 의해 다양한 연구가 수행되어왔다(Chopin and Floc'h, 1992; Hommersand et al., 1994).

그러나 한국의 경우 진두발에 관하여는 단지 해조상 연구의 일환으로 4종의 출현종 목록의 제시 및 최근에 분류학적 연구가 시도된 바 있으나 캐러기난의 생산을 위한 진두발에 대한 생물학적 정보는 아직 매우 빈약한 상황에 있다. 따라서 본 연구에서는 캐러기난 홍조의 해면양식 기술개발의 일환으로 진두발의 초기 발생 및 성장·성숙에 미치는 조도 및 광주기의 영향이 조사되었다.

## 재료 및 방법

진두발의 사분포자 및 과포자의 초기 발생 및 분화과정을 구명하기 위하여 채집지에서 공기 중에 미노출된 개체를 채집하여 실험실로 운반한 후, 성숙된 사분포자체와 과포자체를 선택하여 유화용 붓을 이용 부착생물을 제거하였다. 이렇게 처리한 염체를 슬라이드 글래스 조각과 멸균해수가 담겨있는 배양용기에 옮겨서 포자방출을 유도한 후, 슬라이드글래스를 PES배지가 담겨있는 배양용기에 옮겨, 12:12h LD 광주기와 25, 20, 15, 10 °C의 온도, 20, 60, 80  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 의 조도아래에서 배양하였다. 배양용기안에 담겨있는 슬라이드 글래스 조각을 일주일 간격으로 꺼내어 현미경하에서 초기 발생 및 분화과정을 관찰하였다.

생장에 미치는 조도 및 광주기의 영향을 조사하기 위하여 실험실로 운반된 개체중 생식구조를 갖지 않은 배우체의 정단부를 자르고 멸균해수에 넣어 붓으로 오염물을 제거하였다. 조도와 광주기가 성장 및 성숙에 미치는 영향을 알아보기 위해 16°C의 온도에서 30  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , 60  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 의 조도아래 각각 8:16, 12:12, 16:8h LD에서 배양하였다. 모든 실험에서 배양액은 5~7일마다 전량 교환하였고, 습중량은 15일마다 측정하였다. 성숙은 16°C의 온도, 12:12h LD의 광주기, 30  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , 60  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , 100  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 의 조도하에서 관찰하였다. 조체의 생장은 습중량으로 측정하였다. 습중량은 조체의 표면에 묻은 습기를 페이퍼타올로 완전히 제거한 후 0.01 mg의 정확도로 15개체의 무게를 측정하였다.

## 결과 및 고찰

성숙한 사분포자낭에서 방출된 사분포자는 곧 기질에 부착하고, 부착 즉시 수직, 수평 분열에 이어서 약 6일 후에는 반상형의 구조가 형성되었다. 진두발은 원반형의 좌를 형성하면서 성장을 계속하는데, 분화하면서 인근의 좌들과 유합되는 모습을 보였다. 약 2주가 지나면 반상형 구조로부터 직립체가 형성되기 시작하며, 때로는 한 개의 반상형 세포에서 3~4개의 직립체가 형성되기도 하였다. 발아한 각 온도 및 광도 조건마다 반상형 구조가 형성될 때까지 각 세포를 형성하는 초기 발아과정과 형태는 큰 차이를 관찰할 수 없었다. 그러나, 온도가 10°C와 25°C 조건에서는 세포의 분화가 더디게 이루어졌으며, 사분포자와 과포자의 각 조건별 초기 발생 및 분화과정에 있어 커다란 차이점은 관찰

되지 않았다.

진두발의 생장에 대한 광주기와 조도의 영향은 유의차( $p < 0.001$ )를 보였다.  $16^{\circ}\text{C}$ , 조도  $30 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 의 장일주기인 16:8h LD에서 가장 높은 증가를 보였으며 명기의 시간이 짧아지면서 습증량은 점차 감소하는 경향을 보였다. 12:12h LD은 15일까지의 생장이 가장 현저하였고 그 이후부터는 차츰 감소하는 경향을 보였다. 단일주기인 8:16h LD에서 생장률은 배양 30일까지 증가하지만 그 이후 감소하여 전체 실험기간동안 가장 낮았다. 조도  $30 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 에서 생장은 16:8, 12:12, 8:16h LD 순으로서 명기가 증가함에 따라 좋은 것으로 관찰되었다.  $16^{\circ}\text{C}$ , 조도  $60 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 에서 생장에 따른 광주기의 영향을 보면,  $30 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 의 조건에서와 달리 12:12h LD에서 생장이 가장 좋았으며, 단일주기인 8:16h LD에서는 조도  $30 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 에서와 마찬가지로 가장 적은 생장을 보였다. 각 조도에 따른 광주기간의 생장율은  $30 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 에서는 8:16h LD과 16:8h LD에서,  $60 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 에서는 8:16h LD과 12:12h LD에서 통계적인 유의차를 보였으며, 두 조도간의 광주기에 따른 생장은 16:8h LD를 제외하고 조도가 높을수록 좋았다. 성숙의 모든 조건에서 일어나 제한요인은 발견되지 않았으며,  $60 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 의 조도하에서 가장 먼저 생식개체가 관찰되었다.

조도는 단위 시간 당 단위 면적에 투사되는 광량자로서 해조류의 생장에 있어서는 기본적으로 광합성과 관련되어 있고, 입사되는 광량자의 총량적인 측면에서는 명암기 장단의 광주기와 서로 연관되어 있다고 볼 수 있다 (Lobban et al., 1985). 본 연구의 한국산 진두발의 경우, 그 영향은 현저하여 비교적 낮은 조사범위내에서도 조도가 높을수록 생장은 좋게 나타났다. 이는 본 종이 저조선하의 암반의 틈새 등에 흔하게 분포하고 있는 비교적 저조도의 서식처 조건에 기인한다고 볼 수 있다 (Dring, 1984; Hoffmann, 1988). 그러나 광주기의 경우에 있어서는  $60 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 의 16:8h LD 장일주기에서는 오히려 12:12h LD보다 습증량 및 상대생장이 억제되는 것으로 나타났다. 이러한 조건 아래에서 생장률의 감소는 일종의 광저해 현상으로 누적조도와 관련이 있는 것으로 생각된다. 본 연구에서 최대생장을 위한 광량의 임계값 즉, 광포화점은 알 수 없었지만, 누적조도의 연관을 고려할 때 장일주기에서는 보다 낮은 조도가, 역으로 단일주기에서는 보다 높은 조도가 요구되는 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- Bae, E.H. 1998. A taxonomic Study of *Chondrus ocellatus* Holmes (Rhodophyta) in Korea. SNU M.S. thesis, 70pp.
- Chopin, T. and J.Y. Floc'h. 1992. Eco-physiological and biochemical study of tow of the most contrasting forms of *Chondrus crispus* (Rhodophyta, Gigartinales). Mar. Ecol. Prog. Ser. 81: 185-195.
- Dring, M.J. 1984. Photoperiodism and phycology. Prog. Phycol. Res., 3: 159-192.
- Hoffmann, A.J. and M.E. Malbran. 1989. Temperature, photoperiod and light interactions on growth and fertility of *Glossophora kunthii* (Phaeophyta, Dictyotales) from central Chile. J. Phycol., 25: 129-133.
- Hommersand, M.H. M.D. Guiry, S. Fredericq and G.L. Leister. 1993. New perspectives in the taxonomy of Gigartinaceae (Gigartinales, Rhodophyta). Hydrobiologia 260/261: 105-120.
- Hommersand, M.H., S. Fredericq and D.W. Freshwater. 1994. Phylogenetics, systematics and biogeography of the Gigartinaceae (Gigartinales, Rhodophyta) based on sequence analysis of *rbcl*. Bot. Mar. 37: 193-203.
- Lobban, C.S., P.J. Harrison and M.J. Duncan. 1985. The Physiological Ecology of Seaweeds. Cambridge Univ. Press, New York, 237pp.
- Yoshida, T., K. Yoshinaga and Y. Nakajima. 2000. Check list of marine algae of Japan (revised in 2000). Jpn. J. Phycol. 48: 113-166.