

## 참전복 치패에 대한 부착성 규조류의 먹이효율

한형균 · 허성범\*

국립수산진흥원 거제수산종묘시험장  
\*부경대학교 양식학과

### Dietary Value of Benthic Diatoms for Newly Settled Abalone, *Haliotis discus hannai* Ino

Hyoung-Kyun Han and Sung Bum Hur\*

Keoje Marine Hatchery, National Fisheries Research & Development Institute, Keoje 656-840, Korea  
\*Department of Aquaculture, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

Growth trends of 10 selected species of benthic diatoms, considered essential dietary requirement of the newly settled abalone were monitored. *Navicula* sp. (B-38), *N. incerta* and *Caloneis schroderi* grew faster than the other tested diatoms. 16 and 32 % abalones fed on *Rhaphoneis* sp. and *Phaeodactylum tricornutum* settled, respectively; less abalones settled, when fed on *Navicula* sp., *Hantzschia marina* or *Nitzschia* sp. In the first experiment, survival of the settled abalone was the highest (63 %) and lowest (31 %) for those fed on *Rhaphoneis* sp. and *Navicula* sp. respectively. However, in the second and third series of experiments, abalones fed on *Rhaphoneis* sp. and *Navicula* sp. showed the highest (67, 49 %) and lowest (35, 18 %) survival. *C.schroderi* proved to be the best diet, as the shell length of those fed on the diatoms was 83  $\mu$ m, as against about 36  $\mu$ m of those abalones, receiving *H.marina* or *Nitzschia* sp., diatoms of the lowest dietary value.

Key words: Abalone, Seedling production, Dietary value, Benthic diatom

## 서 론

전복류는 세계적으로 100여종이 알려져 있고, 이중 어획 대상이 되는 대형종은 20여종으로서 주로 온대수역에서 많이 생산되고 있다. 우리나라에 서식하는 전복류는 소형종인 오분자기(*Haliotis diversicolor supertexta*)를 비롯하여 난류계의 대형종인 말전복(*H. gigantea*), 까막전복(*H. discus*), 시볼트 전복(*H. sieboldii*) 그리고, 한류계인 참전복(*H. discus hannai* Ino)의 5종이 알려져 있다.

대한해협과 제주도 북쪽을 동서로 잇는 경계수역인 화도, 태랑도, 거문도 및 대마도와 부산 사이를 연결하는 수역을 중심으로 북으로는 한류계와 남으로는 난류계가 분포하고, 이들 두 수역의 중심에는 난류계와 한류계 전복이 섞여 살고 있는데, 참전복은 한류성 전복으로서 이러

한 경계수역을 중심으로 이북의 전 연안에 널리 분포하고 있다(内田·山本, 1942).

전복류는 산업적으로 중요한 종이기 때문에 오래전부터 많은 연구가 이루어져 왔다. 인공종묘생산에 관하여는 眞岡·兒玉(1971), 西川 等(1974), Tanaka (1978), Kikuchi and Uki (1974 a, b, c, d, e, 1975, 1981, 1982) 등의 연구가 있다. 국내에서는 卞(1970)의 전복 종묘생산에 관한 연구를 시초로 하여 盧 等(1974), 盧(1988), 李 等(1978), 白 等(1985)의 보고가 있다.

전복 치패의 먹이로서 부착성 규조류에 대한 연구로는 Uki and Kikuchi (1979)의 6종의 부착성 규조류에 대한 먹이 효과, Suzuki et al. (1987)의 파판에서 규조류 군집의 변화, Ioriya and Suzuki (1987)의 파판에서 규조류의 변화, Yamada and Takano (1987)의 부착규조의 증식촉진을 위한

한천 첨가, 그리고 Ohgai et al. (1991)의 참전복 유생의 착저와 치패의 성장에 미치는 부착성 규조류의 영향, 金(1992)의 종묘생산을 위한 부착성 규조류의 배양 및 먹이생물 효과에 대한 보고 등이 있다.

많은 연구 결과를 토대로 전복 인공종묘생산에 관한 기술은 발달하여 양식산업화에 이르렀으나, 아직까지 전복 치패의 초기 먹이인 부착성 규조류의 양적 및 질적 확보의 문제가 미흡한 부분으로 남아 있다. 따라서 본 실험은 전복 종묘생산시에 치패의 초기성장과 생존율을 향상시키기 위한 목적으로 10종의 부착성 규조류에 대한 참전복 치패의 먹이 효과를 밝히고자 했다.

## 재료 및 방법

### 규조의 배양

실험에 사용한 부착성 규조는 부경대학교 양식학과 한국해양미세조류은행에서 보관중인 것을 사용했고(Table 1), 실험은 국립수산물진흥원 거제수산물시험장에서 실시했다.

실험 1에서는 *Amphora veneta*, *Caloneis schroderi*, *Navicula* sp. (KMCC-B-38), *Navicula incerta*, *Nitzschia closterium*, *Rhaphoneis* sp.의 6종을 배양했고, 실험 2와 3에서는 실험 1에서 효과가 낮았던 *Amphora veneta*, *Navicula* sp. (KMCC-B-38)의 2종을 제외한 나머지 4종과 새로운 종인 *Hantzschia marina*, *Navicula* sp., *Nitzschia* sp. (KMCC-B-2), *Pheodactylum tricornerutum*의 4종을 합하여 모두 8종을 배양했다.

규조는 f/2 배지(Guillard and Ryther 1962; Table 2)를 이용하여 2 l 원형 flask에서 배양했고, 배지는 121°C, 1.5 lb/inch<sup>2</sup> 에서 30분간 멸균하여 사용했으며, 배양시 실내 온도는 17~18°C, 조도는 5,000 lux의 연속조명을 유지했다.

Table 1. List of the diatom species used for the study

Species	Strain No.	Isolation area
<i>Amphora veneta</i>	KMCC B-26	Haeundae
<i>Caloneis schroderi</i>	KMCC B-39	Incheon
<i>Hantzschia marina</i>	KMCC B-37	Incheon
<i>Navicula</i> sp.	KMCC B-38	Nacdong
<i>Navicula incerta</i>	KMCC B- 3	Incheon
<i>Navicula</i> sp.	KMCC B- 2	Incheon
<i>Nitzschia closterium</i>	KMCC B- 9	Nacdonga
<i>Nitzschia</i> sp.	KMCC B-11	Japan
<i>Phaeodactylum tricornerutum</i>	KMCC B-13	USA
<i>Rhaphoneis</i> sp.	KMCC B-41	Suncheon

### 배양된 규조의 파판 부착

배양된 규조를 파판에 부착시키는 방법은 PE가 코팅된 철사틀에 플라스틱 파판(두께 0.4~0.5 mm, 크기 30×15 cm)을 8매씩 수직으로 끼워넣은 1조의 채묘기를 20 l의 여과해수가 채워진 사각 FRP수조(25 l 용량)에 넣고 실험구별로 배양된 규조를 250 ml씩 접종하고, f/2 배지를 250 ml씩 공급하여 강하게 통기시켰다. 그리고 24시간이 지난뒤 여과해수를 분당 1 l 씩 유수시켰고, 3일에 한번씩 12시간의 지수상태에서 배양된 규조와 f/2 배지를 250 ml씩 보충하여 규조가 파판에서 증식되도록 했다. 규조가 파판에 충분히 부착하여 전복 유생을 채묘할 때까지 소요 일수는 실험 1, 2에서 11일, 실험 3에서 19일이었다. 파판에 부착된 규조의 원활한 증식과 순수종 유지를 위하여 2~5일 간격으로 3~5시간 정도 유수를 중단시킨 상태에서 배양된 규조와 배지를 공급했다.

해수는 강압여과기를 통과한 후 10→5→3→1 μm cartridge filter 순으로 여과했다. 실험 1과 3에서는 차광망을 설치하여 규조의 성장 상태에 따라서 조도를 조절했으며, 밤에는 수조위 70 cm 높이에 40 W 형광등을 설치하여 조도가 약 5,000 lux였다. 반면, 실험 2에서는 항온실에서 조도가 약 5,000 lux인 인공 조명하에서 실시했다.

전복 유생이 파판에 완전히 부착하여 부착율을 측정할 이후 실험 종료시까지 파판에 부착된 규조량을 측정했는데, 실험 1에서는 5일 간격으로, 실험 2 및 실험 3에서는 7일 간격으로 했다. 측정방법은 파판에 정사각형(5 cm<sup>2</sup>) 모양의 눈금 구간을 설정했고, 조사시 파판 상, 중, 하부에서 한 구간씩 절단하여 dry oven 안에서 건조시킨(50°C, 1시간) 후 직시화학천평으로 무게를 측정했으며, 측정값에서 파판 무게를 뺀 규조의 평균 건조중량값을 구하여 mg/cm<sup>2</sup>로 나타내었다.

### 먹이 효과실험

실험은 3회 실시했는데, 실험 1과 2는 실험구별로 규조가 부착된 파판에 전복 유생을 채묘한 상태에서 했고, 실험 3은 소형치패(평균각장 1.90±0.2 mm)를 파판에 옮겨 붙여서 했다.

실험 1과 2는 부화 후 상족돌기가 형성된 veliger유생을 규조가 부착된 파판이 들어 있는 수조에 약 5,000개체(625개체/파판)씩 넣어 채묘했다. 해수공급은 유생이 파판에 거의 부착된 것을 확인한 후 위와 같은 방법의 여과해수를 분당 1 l 로 유수시켰다. 부착율 조사는 유생이 파

**Tble 2. Settling of the abalone larvae fed on different diatom species on the plastic plates (initial number of larvae: 625 inds./plate)**

Diatom species	Dry weight of diatom (mg/cm <sup>2</sup> )	Larvae settled (no/plate)	Settled (%)
<b>Experiment 1</b>			
<i>Amphora veneta</i>	0.604	145.3 ± 8.2	23.25 <sup>c</sup>
<i>Caloneis schroderi</i>	0.750	136.5 ± 8.5	21.84 <sup>b</sup>
<i>Navicula</i> sp. (B-38)	0.706	97.0 ± 4.8	15.52 <sup>a</sup>
<i>Navicula incerta</i>	0.608	171.1 ± 7.5	27.38 <sup>d</sup>
<i>Nitzschia closterium</i>	0.615	185.7 ± 10.1	29.71 <sup>e</sup>
<i>Rhaphoneis</i> sp.	0.656	197.5 ± 7.7	31.60 <sup>f</sup>
<b>Experiment 2</b>			
<i>Caloneis schroderi</i>	0.608	92.3 ± 6.5	14.77 <sup>c</sup>
<i>Hantzschia marina</i>	0.464	68.4 ± 10.0	10.94 <sup>a</sup>
<i>Navicula</i> sp. (B-2)	0.336	86.3 ± 14.6	13.81 <sup>bc</sup>
<i>Navicula incerta</i>	0.604	81.5 ± 6.9	13.04 <sup>b</sup>
<i>Nitzschia</i> sp.	0.308	65.3 ± 7.2	10.45 <sup>a</sup>
<i>Nitzschia closterium</i>	0.388	86.3 ± 10.4	13.81 <sup>bc</sup>
<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	0.364	102.5 ± 15.5	16.40 <sup>d</sup>
<i>Rhaphoneis</i> sp.	0.360	87.4 ± 8.6	13.98 <sup>bc</sup>

판에 완전히 부착한 후 육안으로 확인 가능했을 때 했는데, 실험 1은 유생 투입 후 10일째, 실험 2는 15일째였다. 실험은 2반복으로 했다.

실험 3은 실험 2와 동일한 개체군(수정 후 48일) 가운데 소형개체(평균각장 1.90 ± 0.2 mm)를 선별하여 파판 1매당 35마리씩 옮겨 부착시켰다. 치패를 옮길때는 파판에서 떼는 과정에서 상처로 인한 폐사를 줄이고, 순수한 규조 종을 유지하기 위해 실험에 이용될 치패가 부착된 부분의 파판을 최소화하여 되게 가위로 절단하여 규조가 없는 별도의 새 파판에 떨어뜨려 자연적으로 옮겨 붙도록 한 후, 다시 같은 방법으로 규조가 부착된 실험 파판에 옮겼다. 해수는 여과해수를 분당 1.8~2.0 ℓ를 공급했다.

치패의 성장 및 생존율을 측정은 부착율 조사 후 실험 1에서는 35일간 5일 간격으로, 실험 2는 28일간 7일 간격으로, 실험 3은 21일간 7일 간격으로 실시했다. 측정방법은 실험 1과 2는 수조당 파판 4매, 실험 3은 전체 파판에 부착된 치패에 대한 성장과 생존율을 구했는데, 성장은 현미경과 vernier caliper를 사용하여 치패의 각장을 계측했고, 생존율은 파판에 부착된 치패의 마리수로 했다.

### 통계처리

실험 1, 2의 전복치패 생존율과 성장 결과는 ANOVA-test를 실시하여 Duncan's multiple range test (Duncan,

1955)로 평균간의 유의성을 검정하였다.

## 결 과

### 1. 수온과 비중

실험 1의 수온과 비중은 파판에 규조 접종시부터 전복 유생을 수조에 넣기까지 각각 16.5~18.5℃, 1.0245~1.0250 범위였고, 채묘 후 실험 종료시까지의 수온과 비중은 각각 16.8~22.2℃, 1.0239~1.0252 범위였다. 채묘 후 2일간은 해수 공급을 중단하여 수온이 22.2℃로 급상승했고, 냉수대로 인하여 주기적으로 3~4℃ 정도의 수온 변동이 있었다.

실험 2의 수온과 비중은 규조 부착시부터 유생 채묘시까지 각각 16.0~16.5℃, 1.0252~1.0260이었고, 유생 채묘시부터 실험 종료시까지 각각 16.4~19.0℃, 1.0248~1.0253 범위였다. 유생 채묘시까지 냉수대에 의한 저수온 현상이 지속되어 16.5℃ 수준으로 유지되다가 그 이후부터 점차 상승했다.

실험 3의 수온과 비중은 규조 접종시부터 치패 부착시까지 각각 17.6~25.7℃와 1.0248~1.0250 범위였고, 그 후 실험 종료시까지 각각 17.6~22.2℃와 1.0235~1.0253 범위였다. 수온 변동은 최초 규조 접종시 3일간의 저수온 상태에서 25.7℃까지 급상승했으나, 해수를 공급한 이후

큰 수은 변동은 없었고, 실험 종료시에 이르러 22.2°C로 상승했다.

## 2. 규조의 성장

규조의 성장 결과는 Fig. 1과 같다. 실험 1에서 실험개시시 규조의 건조중량은 모든 실험구에서 0.604~0.750 mg/cm<sup>2</sup> 범위로서 비슷한 값으로 나타냈다. *N. incerta*와 *A. veneta*는 5일째 각각 0.904, 0.905 mg/cm<sup>2</sup>로 최고에 달한 후 감소하였다. 그외 4종은 10일째 1.096(*Rhaphoneis* sp.)~1.326(*Navicula* sp., B-38) mg/cm<sup>2</sup> 범위로 최대성장을 보인후 점차 감소하는 경향이였다. 또한 *Navicula* sp. (B-38)는 실험 종료시까지 큰 변화 없이 가장 높은 값을 유지하여 35일째 1.131 mg/cm<sup>2</sup>였지만, *C. schroderi*와 *Rhaphoneis* sp.는 10일째 이후 급격히 감소하여 실험 종료시는 각각 0.364 mg/cm<sup>2</sup>, 0.307 mg/cm<sup>2</sup>로 최저값을 나타내었다. 반면, *A. veneta*, *N. incerta* 및 *N. closterium*은 20일째까지 감소했다가 다시 증가

하는 경향을 보였다.

실험 2의 실험개시시 규조의 건조중량은 *C. schroderi*가 0.608 mg/cm<sup>2</sup>로 가장 높았고, *Nitzschia* sp.는 0.308 mg/cm<sup>2</sup>로 가장 낮았다. 규조의 성장은 모든 실험구에서 실험 14일째에 각각 최대값을 보였고, 그 이후부터 감소하는 경향이었는데, *Nitzschia* sp.는 21일째에 다시 증가했다. 실험 종료시는 *N. incerta*는 0.540 mg/cm<sup>2</sup>로 가장 높았고, *P. tricornutum*은 0.296 mg/cm<sup>2</sup>로 가장 낮았으며, 나머지 실험구는 0.336~0.456 mg/cm<sup>2</sup> 범위였다.

실험 3의 실험개시시 규조의 건조중량은 0.492~0.708 mg/cm<sup>2</sup> 범위로서 *N. closterium*이 가장 낮은 값을 보인 반면, *H. marina*는 0.708 mg/cm<sup>2</sup>로 가장 높았다. 모든 실험구에서 점차 증가하여 7일째 각각 최대값을 보였으며, *N. closterium*은 0.880 mg/cm<sup>2</sup>로 가장 낮았고, *N. incerta*와 *Navicula* sp. (B-2)는 각각 1.424 mg/cm<sup>2</sup>, 1.488 mg/cm<sup>2</sup>로 가장 높았다. 7일째 이후부터 다시 감소하여 실험 종료시는 *C. schroderi*와 *N. incerta* 및 *N. closterium*이 0.248~0.296 mg/cm<sup>2</sup> 범위로 낮았지만, 그 외 실험구에서는 0.468~0.624 mg/cm<sup>2</sup>로 비교적 높았고, 그 중 *H. marina*가 가장 높았다.

## 유생의 부착률

전복 유생의 부착률 결과는 Table 2와 같다. 실험 1의 유생 부착률은 *Rhaphoneis* sp. 에서 파관당 평균 197.5마리의 유생이 부착하여 31.6%로 가장 높았고, *Navicula* sp. (B-38)는 97.0마리의 유생이 부착하여 15.5%로 가장 낮았다. 나머지 실험구는 29.7 (*N. closterium*)~21.8% (*C. schroderi*)의 범위를 보였다.

실험 2의 부착률은 *Nitzschia* sp.와 *H. marina*는 각각 10.5%, 10.9%로 가장 낮았고, *C. schroderi*는 14.8%로 비교적 높았으며, *P. tricornutum*은 16.4%로 가장 높았다.

## 치패의 생존율

전복 치패의 생존율 결과는 Fig. 2와 같다. 실험 1에서 치패의 생존율은 모든 실험구에서 점차 감소하였다. 치패의 최종 생존율은 *Navicula* sp. (B-38)가 30.5%로 가장 낮았으며, *Rhaphoneis* sp.는 62.7%로 가장 높았다. 실험 2에서 치패의 생존율은 시일이 경과 할수록 실험구간에 현저한 차이를 보여 실험 종료시 최종 생존율은 *H. marina*의 40.4%, *N. closterium*의 35.2%, 및 *Nitzschia* sp.의 39.1%로 가장 낮은 반면, *C. schroderi*는 67.6%로 가장 높았다. 실험 3에서 치패의 최종 생존율은 *Navicula* sp. (B-2)와 *H.*

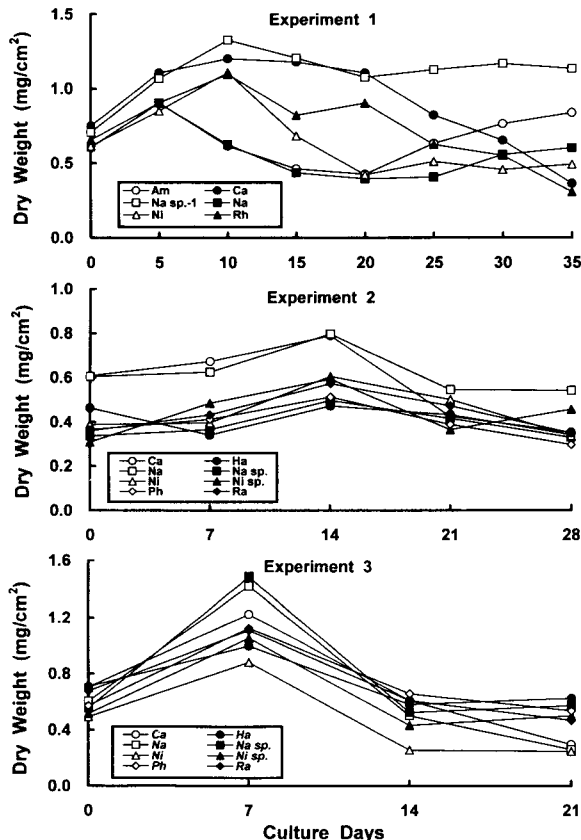


Fig. 1. Growth of diatom attached on the plastic plate (Am: *Amphora veneta*, Ca: *Caloneis schroderi*, Ha: *Hantzschia marina*, Na sp.-1: *Navicula* sp. (B-38), Na: *Navicula incerta*, Na sp.: *Navicula* sp. (B-2), Ni: *Nitzschia closterium*, Ni sp.: *Nitzschia* sp., Ph: *Phaeodactylum tricornutum*, Rha: *Rhaphoneis* sp.).

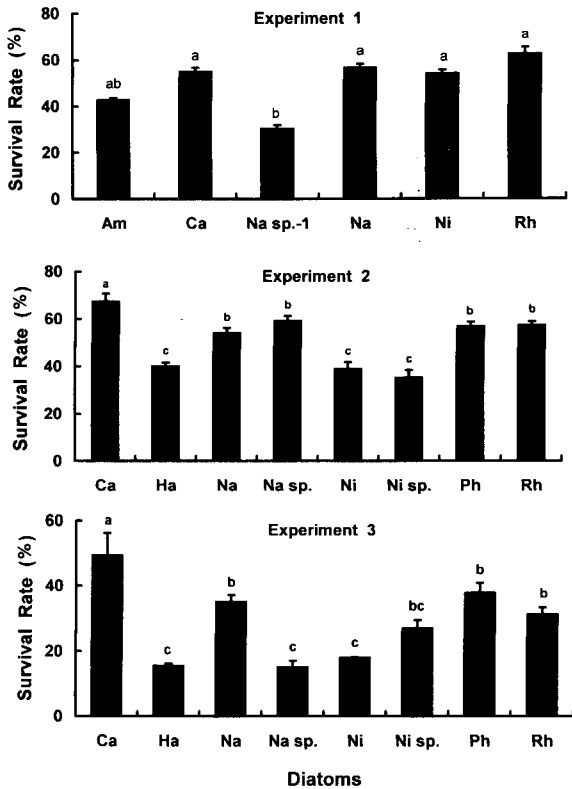


Fig. 2. Survival of the abalone, *H. discus hannai* spat fed on different benthic diatoms (Am: *Amphora veneta*, Ca: *Caloneis schroderi*, Ha: *Hantzschia marina*, Na sp.-1: *Navicula* sp. (B-38), Na: *Navicula incerta*, Na sp.: *Navicula* sp. (B-2), Ni: *Nitzschia closterium*, Ni sp.: *Nitzschia* sp., Ph: *Phaeodactylum tricornutum*, Rha: *Rhaphoneis* sp.).

*marina* 및 *N. closterium*이 각각 15.5%, 15.1%, 18.0%로서 가장 낮은 값을 보인 반면, *C. schroderi*는 49.4%로 가장 높았다.

### 치패의 성장

전복 치패의 성장 변화는 Fig. 3, 일간성장 결과는 Fig. 4와 같다. 실험 1에서는 개시시 치패의 평균 각장이  $486.7 \pm 23.9 \mu\text{m}$ 였으나, 15일 이후부터 규조 종류에 따른 치패의 성장차이가 점점 나타나기 시작하여 실험종료시의 평균 각장과 일간성장량에 있어서 *C. schroderi*는 각각  $2734.2 \pm 772.9 \mu\text{m}$ ,  $63.8 \mu\text{m}$ 로서 가장 높았고, *N. incerta*는 각각  $1725.0 \pm 45.5 \mu\text{m}$ ,  $35.4 \mu\text{m}$ 로 가장 낮았다.

실험 2에서는 개시시 치패의 평균각장이  $501.4 \pm 24.2 \mu\text{m}$ 였으며, 시일이 경과 할 수록 점차 현저한 성장 차이를 보였고, 실험 종료시에 생존율이 가장 낮았던 *H. marina*의 평균각장과 일간성장량은 각각  $1050.9 \pm 159.9 \mu\text{m}$ ,  $19.9 \mu\text{m}$

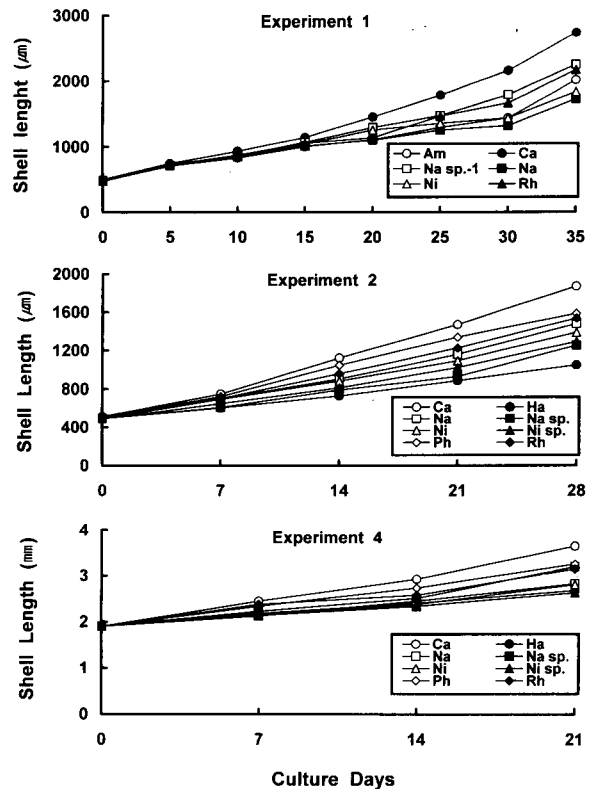


Fig. 3. Growth of the abalone, *H. discus hannai* spat fed on different benthic diatoms (Am: *Amphora veneta*, Ca: *Caloneis schroderi*, Ha: *Hantzschia marina*, Na sp.-1: *Navicula* sp. (B-38), Na: *Navicula incerta*, Na sp.: *Navicula* sp. (B-2), Ni: *Nitzschia closterium*, Ni sp.: *Nitzschia* sp., Ph: *Phaeodactylum tricornutum*, Rha: *Rhaphoneis* sp.).

로 가장 낮은 반면, *C. schroderi*는 각각  $1872.5 \pm 241.3 \mu\text{m}$ ,  $48.4 \mu\text{m}$ 로 가장 높았다.

실험 3에서는 개시시 치패의 평균각장이  $1.90 \pm 0.2 \text{ mm}$ 였으나, 7일째 2.1~2.5 mm 범위, 14일째 2.3~2.9 mm 범위로 규조 종류에 따른 치패의 성장차이가 나타났다. 실험 종료시 치패의 평균각장과 일간성장량에 있어서 *H. marina* 규는 각각  $2.68 \pm 0.5 \text{ mm}$ 와  $37.1 \mu\text{m}$ , *N. closterium*은  $2.63 \pm 0.4 \text{ mm}$ 와  $34.8 \mu\text{m}$ 로 성장하여 가장 낮은 반면, *C. schroderi* 규는 각각  $3.65 \pm 0.7 \text{ mm}$ 와  $83.3 \mu\text{m}$ 로 가장 높았다.

### 고찰

전복이 부착성 규조류를 섭식하는 시기는 부유생활을 거친 후 저서 생활로 들어가면서부터 시작된다. 전복 치패의 생존과 성장은 파관에 부착된 치패의 밀도와 규조류의 질과 양, 사육수조 내의 유수량, 사용 해수의 영양염,

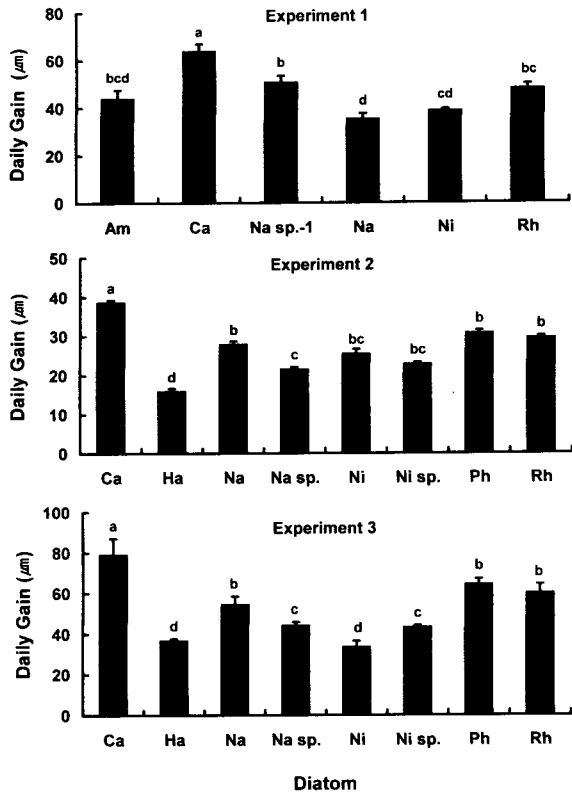


Fig. 4. Daily growth gain in shell length of the abalone, *H. discus hannai* spat fed on different benthic diatoms (Am: *Amphora veneta*, Ca: *Caloneis schroderi*, Ha: *Hantzschia marina*, Na sp.-1: *Navicula* sp. (B-38), Na: *Navicula incerta*, Na sp.: *Navicula* sp. (B-2), Ni: *Nitzschia closterium*, Ni sp.: *Nitzschia* sp., Ph: *Phaeodactylum tricornutum*, Rha: *Rhaphoneis* sp.).

일사량 등 여러 복합적인 환경요인에 의해 좌우된다. 전복 종묘생산 과정에서 파관에 부착된 규조류는 부착 초기 치패의 먹이로서 양이 충분할 수 있으나, 치패의 성장에 따른 포식량의 증가는 파관에 부착된 규조류의 성장 속도를 앞지르게 되어 먹이의 절대량이 부족한 상태가 되곤한다(盧, 1988). 따라서 부착성 규조류의 질과 양은 전복 치패의 성장 및 생존율을 좌우하는 중요한 요인이 된다.

규조류 배양 적정수온은 16~21℃ 범위가 좋고, 참전복 치패의 성장기에 가장 알맞는 수온은 15~20℃, 최적 수온은 20℃ 전후이며(韓, 1998), 종묘생산시 치패의 성장과 생존에 적합한 수온은 20℃ 전후로 보고되었다(尹勝 等, 1987). 치패의 성장속도와 수온과의 관계에서 치패의 생리적 허용온도의 상한은 22.5℃ 부근(浮·菊地, 1975)이며, 22℃를 넘지않는 범위내에서 종묘생산할 필요가 있다(井上 等, 1986). 본 실험에서의 수온분포는 실험 1에서

16.8~22.2℃, 실험 2에서 16.4~19.0℃, 실험 3에서 17.6~22.2℃로서 실험 2에서는 비교적 낮았으나 대체로 적정수온이라 할 수 있다.

尹東·中美(1987)은 여러 가지 규조류 중 증식에 있어서 *Navicula ramosissima*는 군집 안정성이 최고로 우수하다고 했다. 본 실험 결과 규조류의 성장은 실험 1에서 6종의 부착성 규조 가운데 *Navicula* sp. (B-38)와 *C. schroderi*가 전반적으로 높았고, 실험 2와 3에서는 *N. incerta*와 *C. schroderi*가 비교적 높았으며, 3회의 실험을 통한 규조의 성장은 *C. schroderi*가 가장 우수했다. 반면, *H. marina*, *N. closterium* 및 *Nitzschia* sp.는 저조한 결과를 보여 Ohgai at al. (1991)의 연구결과와 유사했다. *Navicula* sp. (B-38)의 성장이 계속 양호하게 유지되었던 이유는 초기 치패의 생존을 저하로 인한 치패의 포식량이 적었던 원인으로 판단된다. 또 모든 실험구에서 실험 종료시에 이르러 규조의 성장이 급격히 감소한 현상은 규조류의 성장 주기성과 관계가 있겠지만, 고밀도의 치패가 성장함으로써 포식량이 증가되었기 때문으로 생각된다. 규조 성장이 실험 1보다 실험 2에서 전반적으로 낮았던 이유는 냉수대로 인한 저수온 현상과 인공조명하에서 조도가 낮았던 영향으로 판단된다(Ohgai at al., 1992). 따라서 환경에 따른 규조 종류별 성장에 관하여는 앞으로 보다 구체적으로 검토되어야 할 것이다.

전복 유생은 착저 2일부터 먹이를 먹기 시작하는데 이때 먹이에 대한 선택성을 가지고 있다(Norman-Boudreau et al., 1986). 전복 유생의 부착률에 있어서 金(1992)은 5종의 부착성 규조류 중 *N. closterium*이 14.2%로 가장 좋았다고 했다. 본 연구의 실험 1에서는 6종 가운데 *Rhaphoneis* sp.가 31.6%의 부착률로 가장 좋았고, *N. closterium*도 29.7%로 다소 높았다. 그리고 실험 2에서는 8종 가운데 *P. tricornutum*이 16.4%로 가장 우수했고, 실험 1에서 좋았던 *Rhaphoneis* sp.는 14.0%, *N. closterium*은 13.8%였으며, *C. schroderi*는 14.8%로 비교적 양호했다. 실험 2에서의 부착률은 金(1992)의 실험 결과보다는 약간 높은 수준이었으나, 실험 1의 결과보다는 낮았다. 이러한 차이점은 실험 1에서는 자연광에 의해 수온이 18.5℃에서 22.2℃로 상승하므로써 유생이 파관의 부착 소요기간이 2일이었지만, 실험 2에서는 냉수대로 인한 저수온(16.7~18.0℃) 현상이 지속되어 유생이 부착되는 소요기간이 5일간으로 길었기 때문으로 판단된다. 이러한 결과는 파관의 규조 밀도와 유생의 부착관계에서 규조가 너무 많이 혹은 적게

부착될 경우 유생 부착물이 떨어지고, 배양 초기에 광선을 너무 어둡게 하면 규조 부착 상태가 저조하여 체모율이 좋지 않다는 韓(1998)의 결과를 뒷받침하였다.

전복 종묘의 계획생산을 위해서는 치패의 양적인 파관과 치패의 크기가 문제되고 있으며(二島·內場, 1979), 유생이 먹이가 부착된 파관에 부착한 후 초기에는 먹이량이 충분하기 때문에 규조의 양적인 문제보다도 질적인 문제가 중요하다(Hahn, 1989). Ohgai et al. (1991)은 *Cocconeis* sp., *Navicula ramosissima*, *Nitzschia closterium* 그리고 자연발생시킨 규조류를 각각 실험구의 파관에 배양한 후 부착된 치패의 성장과 생존을 조사한 실험에서 *Cocconeis* sp.를 먹은 치패가 부착, 성장, 생존에서 가장 좋았고, 다음으로 *N. ramosissima*, *N. closterium*이 먹이생물로서 좋은 결과를 보였으며, 자연발생시킨 먹이에 부착한 치패는 부착 17일 후 전량 탈락하여 폐사했다고 보고한 바 있다.

이번 부착성 규조 종류별 먹이효율 실험에 있어서 전복 치패의 생존율은 10종의 부착성 규조 가운데 *C. schroderi*, *N. incerta*, *P. tricorutum* 및 *Rhaphoneis* sp.는 실험 1에서 54.3~62.7%, 실험 2에서 57.0~67.6%, 실험 3에서 37.4~49.4%로서 좋은 결과를 보였지만, 그 중에서 *C. schroderi*가 가장 우수했다. 그러나 대부분의 실험구에서 실험종료시 먹이 부족으로 인해 탈락현상이 일어남으로써 생존율이 점차 낮았다.

전복 치패의 성장에 있어서 Uki and Kikuchi (1979)는 파관에 부착된 *Navicula* sp.와 *Nitzschia* sp.가 전복 치패의 각장이 약 7 mm가 될 때까지 일반적인 먹이로서 양호하며, 약 10mm 치패를 대상으로 6종의 규조를 먹이로 사육한 결과 *Platymonas* sp. 보다 *Navicula* sp., *Nitzschia* sp.를 먹은 치패의 일간성장량이 10배 이상 차이가 날 정도로 매우 우수하였다고 보고한 바 있고, Nie et al. (1984)은 4.5 mm 치패의 경우 *Platymonas* sp.를 먹은 것이 *Navicula* sp.와 *Nitzschia* sp.가 우점인 먹이를 먹은 치패보다 성장이 빨랐다는 보고도 있다. 또한 金(1992)은 *N. closterium*을 먹은 전복 치패의 일간성장량이 각각 30.5  $\mu\text{m}$ 로 가장 높았다고 했고, Uki et al. (1981)은 자연적으로 발생한 부착성 규조류 (*Ulveella lens*, *Synedra tabulata*, *Cocconeis scutellum*, *Nitzschia panduriformis*, *Melosira nummuloides*)가 부착된 파관에 0.33 mm의 치패를 수온별로 32일간 사육한 실험의 16 $^{\circ}\text{C}$ 에서는 25  $\mu\text{m}$ , 25 $^{\circ}\text{C}$ 에서는 32  $\mu\text{m}$ 의 일간성장량을 보였지만, *Navicula* sp.와 *Nitzschia* sp.가 우점인 25 $^{\circ}\text{C}$ 의 실험구에서는 34일후 70  $\mu\text{m}$ 의 일간성장량을 나타내었다고

보고했다. 본 연구에서는 10종의 부착성 규조를 먹이로 3회의 실험결과, *C. schroderi*를 먹은 치패가 생존율이 양호했을 뿐만 아니라 일간성장량도 각각 63.8  $\mu\text{m}$ , 48.4  $\mu\text{m}$ , 83.3  $\mu\text{m}$ 로 가장 높은 값을 나타내어 *Navicula*와 *Nitzschia*를 먹은 치패보다 월등히 우수했다. 이러한 실험결과들을 토대로 전복 치패의 초기 먹이로서 부착성 규조류에 따른 먹이효율은 치패의 크기, 사육환경 등 여러가지 요인들에 의해 상반된 결과들이 나타날 수 있지만, 치패의 성장과 생존에 영향이 크며, 규조의 질적인 문제가 중요함을 알 수 있다. 이번 실험에서 10종의 규조류 가운데 전복 치패의 먹이로서 가장 우수했던 *C. schroderi*에 대해서는 현재까지 전복치패의 초기 먹이생물로서 연구 보고된 바 없었다.

전복치패의 생산성을 높이기 위해서는 먹이효율이 우수한 규조류를 우점적으로 유지하는 기술이 필요하다. 이를 위해서는 유용 규조류의 생리 생태 및 증식과 관련된 환경 요인 구명은 물론 미리 배양한 규조를 공급하여 파관에 부착시키고, 주기적으로 배양규조를 수조에 뿌려 우점화시키며, 파관 규조를 계속 충분히 유지시킬 수 있는 구체적인 방법이 개발되어야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지정 우수공학연구센터인 해양산업개발연구소의 연구비 지원에 의해 수행된 연구결과 중의 일부이며, 조연과 규조배양 등 도움을 주신 문영봉 박사님, 임영수님께 감사를 드립니다.

## 요 약

10종의 부착성 규조류를 대상으로 참전복 치패의 먹이효율을 조사하였다. 유생의 부착율은 실험 1에서 *Rhaphoneis* sp.가 31.6%, 실험 2에서는 *P. tricorutum*가 16.4%로 가장 높았다. 부착성 규조류를 먹이로 한 치패의 생존율은 실험 1에서 *Raphoneis* sp.가 62.7%로 가장 높았고, *N. incerta*, *C. schroderi*, *N. closterium*는 각각 56.8%, 55.2%, 54.3%로 비교적 높았으며, *Navicula* sp. (B-38)는 30.5%로 가장 낮았다. 그리고 실험 2와 3에서는 *C. schroderi*, *N. incerta*, *P. tricorutum* 및 *Raphoneis* sp.는 높은 생존율을 보였으며, 특히 *C. schroderi*는 67.6%, 49.4%로 가장 높았다. 반면, *H. marina* (40.4%, 15.7%), *Nitzschia* sp. (39.1%, 27.1%), *N. closterium* (35.2%, 18.0%)은 비교적 낮았다. 치패의 성장

에 있어서 일간성장량은 부착율과 생존율이 높았던 *C. schroderi*에서 최고 83.3  $\mu\text{m}$ 로 가장 높았고, 생존율이 낮았던 *H. marina*와 *N. closterium*은 19.9~38.7  $\mu\text{m}$ 로 가장 낮은 일간성장량을 보였다.

## 참 고 문 헌

- Duncan, D. B., 1955. Multiple-range and multiple F tests. *Biometrics*, 11 : 1-42.
- Guillard, R.R.L. and J.H. Ryther, 1962. Studies of marine planktonic diatoms-I. *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervacea*(Cleve). *Gran. Can. J. Microbiol.*, 8 : 229-239.
- Hahn, K.O., 1989. Handbook of culture of abalone and other marine gastropods. CRC press, Florida. 348 pp.
- Ioriya, T. and H. Suzuki, 1987. Changes of diatom on plastic plates used for rearing abalone, *Nordotis discus*. *The Suisanzoshoku*, 35(2) : 81-98.
- Kikuchi, S. and N. Uki, 1974a. Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* - I. Relation between water temperature and advancing sexual maturity of *Haliotis discus hannai* Ino. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, 33 : 69-78.
- Kikuchi, S. and N. Uki, 1974b. Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* - II. Effect of irradiated sea water with ultraviolet rays on inducing to spawn. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, 33 : 79-86.
- Kikuchi, S. and N. Uki, 1974c. Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* - III. Reasonable sperm density for fertilization. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, 34 : 67-71.
- Kikuchi, S. and N. Uki, 1974d. Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* - IV. Duration of fertility related to temperature. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, 34 : 73-75.
- Kikuchi, S. and N. Uki, 1974e. Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* - V. Relation between water temperature and advancing sexual maturity of *Haliotis discus* Reeve. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, 34 : 77-85.
- Kikuchi, S. and N. Uki, 1975. Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* - VI. On sexual maturation of *Haliotis gigantea* Gmelin under artificial conditions. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, 35 : 85-90.
- Kikuchi, S. and N. Uki, 1981. Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* - VII. Comparative examinations of rearing apparatus for conditioning adult of abalone. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, 43 : 47-51.
- Kikuchi, S. and N. Uki, 1982. Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* - VIII. Characteristics of spawning behavior of *Haliotis discus hannai* induced by ultraviolet irradiation stimulus. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, 44 : 83-90.
- Nie, Z. Q., W. H. Chen and M. F. Ji (1984). Studies on rearing condition of abalone, *Haliotis discus hannai* Ino - I. The effects of temperature and food on the growth of larvae and young. *Mar. Fish. Res.* 6 : 35-40.
- Norman-Boudreau, K., D. Burns, C. A. Cooke and A. Austin (1986), A simple technique for detection of feeding in newly metamorphosed abalone. *Aquaculture*, 51 : 313-317.
- Ohgai, M., M. Wakano and S. Nagai, 1991. Effect of attached microalgae on the settlement of larvae and growth of juvenile in abalone *Haliotis discus hannai* Ino. *Suisanzoshoku*, 39(3) : 263-266.
- Ohgai, M., T. Matsui and H. Takagi, 1992. The effect of the environmental factors on the growth of attached diatom, *Cocconeis* sp. *Suisanzoshoku*, 40(2) : 241-246.
- Suzuki, H., T. Ioriya, T. Seki and Y. Aruga, 1987. Changing of algal community on the plastic plates used for rearing the abalone *Haliotis discus hannai*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 53(2) : 2163-2167.
- Tanaka, Y., 1978. Spawning induction of the abalone, *Nordotis gigantea* by chemical control with hydrogen peroxide, *Bull. Tokai. Fish. Res. Lab.*, 96 : 93- 101.
- Uki, N. and S. Kikuchi, 1979. Food value of six benthic micro-algae on growth of juvenile abalone *Haliotis discus hannai* Ino. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, 40 : 47-52.
- Uki, N., J. F. Grant, S. Kikuchi, 1981. Juvenile growth of the abalone, *Haliotis discus hannai*. fed certain benthic micro algae related to temperature *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, 43 : 59-63.
- Yamada, O. and H. Takano, 1987. Acceleration of the growth of benthic diatoms by using gelled agar. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, 121 : 29-34.
- 金容球, 1992. 참전복 (*Haliotis discus hannai* Ino)의 種苗生産을 위한 附着性 硅藻類의 培養 및 먹이生物 效果. 釜山水産大學 碩士學位論文, 70 pp.
- 盧 暹, 1988. 참전복, *Haliotis discus hannai* Ino의 種苗生産에 關한 研究. 釜山水産大學 博士學位論文, 139 pp.
- 盧 暹 · 朴春奎 · 卞忠圭, 1974. 전복의 増殖에 關한 研究 - I. 여수 근해산 전복 *Haliotis discus hannai* Ino의 春季採卵에 關하여. *水振研報*, 13 : 77-92.
- 白國基 · 張貞源 · 黃永泰 · 曹基榮, 1985. 참전복의 人工種苗生産試驗. *水振研究報告*, 34 : 175-180.
- 卞忠圭, 1970. 전복의 増殖에 關한 研究. *韓水誌*, 3(3) : 177-



186.  
李澤烈·卞忠圭·陳平·洪性潤, 1978. 전복의 種苗生産技術確立과 人工飼育에 關한研究. 釜山水大海研報, 11: 47-61.
- 韓碩重, 1998. 전복양식. 구덕출판사, 부산, 53-167
- 内田惠太郎·山本孝治, 1942. 朝鮮近海に於けるアワビの分布. *venus*, 11(4): 119-126.
- 浮永久·菊地省吾, 1975. エゾアワビの酸素消費量と體重および溫度との關係. 東北水研報, 35: 73-83.
- 西川信良·小原昭雄·尹藤義三, 1974. エゾアワビの周年採卵方法について. 北水試月報, 31(5): 21-27.
- 尹勝史郎·小早川淳·谷雄策, 1987. エゾアワビ, 浮遊幼生および附着初期稚貝の飼育適水温上限について. 水産増殖, 35(3): 171-174.
- 尹東義信·中美義信, 1987. アカウニ稚ウニ期の飼料として有效附着珪藻探索-1. 附着珪藻の分離および保存, 佐夏栽培漁業研究報告, 1: 25-29.
- 二島賢二·内場燈夫, 1979. アワビ種苗量産技術開發試験Ⅲ. 復岡縣水試研業報, 99-104.
- 井上清和·魂頭·浮永久·菊地省吾, 1986. 高温条件下におけるエゾアワビ, クロアワビ, 交雑アワビの成長と生残. 西海水研報告, 63: 73-78.
- 眞岡東雄·兒玉正碩, 1971. 茨城縣におけるアワビの早期採卵(春季採卵)について. 水産増殖, 19(1): 20-30.