Journal of Aquaculture 11 (4) : 465~474 (1998)

남조류, *Mastigocoleus* sp.에 의한 한국산 참전복의 패각 괴사증

최상덕 · 윤장택* · 조용철*

여수대학교 양식학과

*국립수산진흥원 남해수산연구소

Shell Necrosis of *Haliotis discus hannai* by *Mastigocoleus* sp. (Cyanophyta) in Korea

Sang Duk Choi, Jang Taek Yoon* and Yong Chul Jo*

Department of Aquaculture, Yosu National University, Yosu Chonnam 550-749, Korea

**South Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research and Development Agency, Yosu 550-120, Korea*

Shell necrosis, which is found in the juvenile stage of *Haliotis discus hannai* in the culture process, was examined in this study. In the necrosis shell, bacteria of rod type and a blue green algal species with heterocyst were observed. However, it appears to be caused by a boring blue green alga, *Mastigocoleus* sp., as based on SEM data. At the time of its infection, the shell was discolored from green into bright-grey, and then began to be brittle at the 4th to 6th breathing hole. After 60 days of culture, necrosis occurred in the breathing holes with many brown tiny colony, and continued to 3 years after culture. This shell necrosis was found in the tank culture system in land rather than in the cage culture system in sea, and greatly affected to the growth of *Haliotis discus hannai*, resulting in very small size of 16 mm in 3 year old shell.

Key words : Shell necrosis, *Haliotis discus hannai*, Boring blue green alga, *Mastigocoleus* sp.

서 론

전복류는 현재 100여종 이상 알려져 있으며 그 중 우리나라에 분포하는 전복류는 말전복 *Haliotis gigantea*, 까막전복 *H. discus discus*, 참전복 *H. discus hannai*, 시볼트전복 *H. sieboldii*, 오분자기 *H. diversicolor superfexta* 등 5종이 서식하고 있다(유, 1976 ; 유, 1979). 참전복은 남해안 일원에서 활발히 양식되고 있으며, 연 2,000만 마리에 이르는 종묘를 생산하여 양식업의 효율을 극대화하고자 육상수조 양식법 등을 개발하여 양성하고 있는 중이다. 그러나 최근 남해안 일원에서 참전복을 종묘생산한 후 육상수조에서 중간육성 또는 양성하는 과정에 패각이 얇아지고 패각 괴사로 인하여 성장 둔화 및 폐사되는 현상이 발생하였다(전 등, 1998).

Peyer (1945)는 동물의 단단한 조직이나 석회석을 파괴하는 생물요인에 대해서 보고한 바 있으며, Golubic (1969)은 해양에서 암석의 천공형태에 따라 천공성 조류를 분류하자고 제안하였다. Anand (1937)는 조간대에서 탄산칼슘 암석을 2 ㎜까지 천공하는 원인생물이 *Mastigocoleus* sp.이었다고 보고하였다. 천공성 미세생물에 감염된 연체동물의 패각은 연안에서 흔하게 관찰되지

만, 연체동물 패각의 구조적인 괴사에 관한 연구는 *Mastigocoleus* sp.의 감염에 의한 진주담치 패각 천공이 있을 뿐 거의 없다(Webb and Korrubel, 1994). *Mastigocoleus* sp.의 서식지는 다른 남조류처럼 매우 광범위 하며(Fogg, 1973), 탄산칼슘으로 구성된 많은 생물체에서 출현된다.

Humm and Wicks (1980)에 의하면 *Mastigocoleus*속 조류는 조개껍질이나 석회석을 뚫고 자라는 특징이 있으며, *M. testarum* Lagerheim 1종이 있다고 보고하였다. Lawson and John (1982)은 *Mastigocoleus*속의 조류가 온대지역에서 가장 흔하게 발견되어지는 종이라고 보고하였으며, 전세계적으로 분포한다고 하였다.

암석을 뚫고 서식하는 남조류는 녹조류(Harris et al., 1986), 홍조류(Nolan, 1991), 균류(Griffiths, per. comm.) 및 해면류(Kinne, 1983)와 같은 생태적 지위를 공유하기도 한다. Nolan(1991)은 꽃양산조개(Limpet), *Nacella concinna*의 패각에 홍조류의 김 또는 김파래가 사상체 단계에서 침입한 것을 보고하였으며, 이러한 사상체의 침입은 패각의 질에 영향을 주었고, 더나아가 다른 포식자들에 의해 패각의 침식을 유도하였다. 또한 패각에 착생된 해조류를 채취하면서 패각을 파손하거나 구멍을 뚫는 경우도 있었다. Harris et al.(1986)는 남아프리카 연안에서 복족류인 *Bullia digitalis*와 암석을 천공하는 녹조류, *Eugomontia sacculata*의 상호관계를 보고하였다. 본 연구에서는 남해안 일원에서 발생한 참전복 패각 괴사증의 원인생물을 동정한 후, 증상과 발생실태 등에 대해서 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 전복 패각 괴사증 발생실태 조사

남해안 일원에서 참전복의 양식은 춘계에 채묘하여 육상수조에서 1㎝ 크기의 치패를 동년 11월부터 익년 4월까지 가온하면서 중간 육성한다. 중간 육성된 종묘는 일정한 크기로 성장하여 출하시기까지 바다 채롱식 또는 육상수조에서 3년 이상 양성된다. 전복 패각괴사는 육상수조에서 양성 60일 후인 치패(각장 15㎜)에서 발생하기 시작하여 3년 후까지 지속된다.

본 연구는 1996년 3월부터 1997년 10월까지 바다 채롱식 양식장 1개소와 육상수조식 양식장 3개소를 대상으로 참전복 패각 괴사증을 각각 조사하였다. 바다 채롱식 양식으로 3년산 전복을 양성하는 어장(전남 여천군 남면)에서 매월 20마리씩 채집하여 패각 괴사증 발생실태를 조사하였다. 또한 육상수조식에서 지하수로 1년 3년산 전복을 양성하는 어장(전남 고흥군 금산면), 어류순환수로 1년산만 양성하는 어장(전남 여천군 돌산면) 및 자연해수로 1~2년산을 양성하는 어장(전남 고흥군 금산면)에서 매월 전복을 각각 20마리씩 채집하여 패각 괴사증 발생실태를 조사하였다.

2. 전복 패각 괴사증과 원인생물 조사

전복의 패각괴사가 발생한 어장에서 치패를 채집하여 빙냉장한 후, 실험실로 운반하여 패각괴사의 원인생물과 그 증상을 조사하였다. 그리고 일부 치패는 남해수산연구소 사육실에서 사육하면서 괴사증 진행상태와 성장도를 측정하였다. 괴사된 전복패각에 착생되어 있는 갈색 미소집락을 희석하거나, 패각을 탈석회하여 원인생물을 동정하는데 Fitsch (1945), Fogg et al. (1973) 및 Webb and Korrubel(1994) 방법에 준하여 분류하였다.

아울러, 주사전자현미경 (SEM)으로 사용하여 참전복 패각 괴사증 및 원인생물의 형태학적인 특징을 검경하였다. 주사전자현미경 관찰을 위하여 원인생물재료를 0.1M phosphate (pH 7.0)로 만든 5% glutaraldehyde로 4℃의 냉장고에서 12시간 고정하여 고정된 재료는 다음과 같이 에틸알콜 농도 상승순으로 탈수하였다. 즉, 30% alcohol에서 10분, 50% alcohol에서 10분, 70% alcohol에서 10분, 80% alcohol에서 10분, 90% alcohol에서 10분, 100% alcohol에서 15분, 그리고 100% alcohol에서 15분 탈수하고 탈수된 재료는 amylacetate로 치환한 다음 critical point dryer로 건조시킨 후 Polaron SC502

Sputter coater로 코팅하여 주사전자현미경(SEM)으로 관찰하였다.

3. 남조류에 감염된 전복의 성장도 조사

정상적인 전복과 남조류에 감염된 전복의 성장도 차이를 비교 분석하기 위하여 종묘생산 후 육상수조에서 사육중인 전복을 각각 20마리씩 채집하여 각장, 각폭, 총중량 및 패각중량을 조사하였다. 실험에 사용된 전복은 육상수조에서 해조류(미역, 다시마)를 급이하면서 5개월, 7개월, 17개월 양성한 전복이다. 5개월된 전복 치패는 종묘생산 후 육상수조에서 10일 양성된 것이며, 7개월된 전복은 지하수를 2개월 사용한 비정상적인 전복(패각괴사)이다. 또한 17개월된 전복은 육상수조에서 어류순환수 및 자연해수에서 양성된 정상적인 전복과 지하수에서 양성된 비정상적인 전복이다.

4. 전복 패각의 호흡공별 괴사부위 조사

육상수조 전복양식장에서 남조류에 심하게 감염되어 패각의 변색, 갈색 미소집락 및 호흡공이 괴사된 1, 2년산 전복을 무작위로 20개체씩 채집하여 호흡공별 괴사부위를 각각 조사하였다.

결 과

1. 전복 패각 괴사증 발생실태

참전복을 양성하는 바다 채롱식 양식장 1개소와 육상수조식 양식장 3개소에서 패각괴사증의 발생실태를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 육상수조식에서 전복양성은 수심 60 ㎝ 이내였으며, 바다 채롱식에서는 3 m 이상되었다. 바다 채롱식 양식장의 3년산 전복(각장 76.7~98.9 ㎜)에서는 패각괴사증이 발생하지 않았으나, 지하해수를 사용하는 육상수조식 양식장의 1년~3년산 전복은 패각괴사증이 조사기간중 계속 발생하였다. 또한 육상수조식에서 어류순환수로 1년산 전복을 양식하는 어장은 1월에서 3월까지, 자연해수로 1~2년산 전복을 양성하는 어장은 1월과 2월에 패각 괴사증이 발생하였다.

Table 1. Frequency of the occurrence of shell necrosis in *Haliotis discus hannai* cultured in the marine and the land tank

Month	Locality			
	A	B	C	D
1	−	+	+	+
2	−	+	+	+
3	−	+	+	−
4	−	+	−	−
5	−	+	−	−
6	−	+	−	−
7	−	+	−	−
8	−	+	−	−
9	−	+	−	−
10	−	+	−	−

+ : Presence of infected individuals, − : Absence of infected individuals, A : Wicker box in the sea at Yeuchun, B : Underground water at Koheung, C : Circulation water of cultured fish at Yeuchun, D : Sea water in land tank at Koheung

2. 전복 패각 괴사증 및 원인생물

육상수조에서 전복을 해조류 급이로 양성할 경우 정상적인 패각은 녹색을 나타냈으나(Fig. 1), 남조류가 착생된 전복 패각은 회백색으로 변색되어 패각괴사가 발생되었음을 알 수 있었다(Fig. 2). 패각괴사 현상이 가장 먼저 발생하는 부위는 패각 제4~6번째 호흡공이였고, 괴사된 패각은 얇아져 부서지기 쉬웠으며, 하나의 호흡공에서 발생된 패각 괴사증 부위는 점차 이웃 호흡공까지 확대되어 큰 구멍이 형성되었다. 그 큰 구멍은 호흡공 뿐만 아니라 패각 전체로 확대되었으며 그로 인하여 전복 육질이 밖으로 드러났다. 또한 패각괴사가 일어나는 부위를 탈석회하여 고배율로 검경시 8μm 전후의 매우 작은 벌집모양의 구멍이 많이 관찰되었다. 벌집모양의 작은 구멍은 독립되어 있거나 서로 연결되었다.

패각괴사 현상이 일어나는 부위는 갈색 미소집락이 많이 산재되어 있었으며, 갈색 미소 집락을 멸균 식염수로 희석하여 관찰하거나 패각을 탈석회하여 고배율로 검경시 0.3×10μm 크기의 남조류가 관찰되었다(Fig. 4). 남조류는 가는 원주상

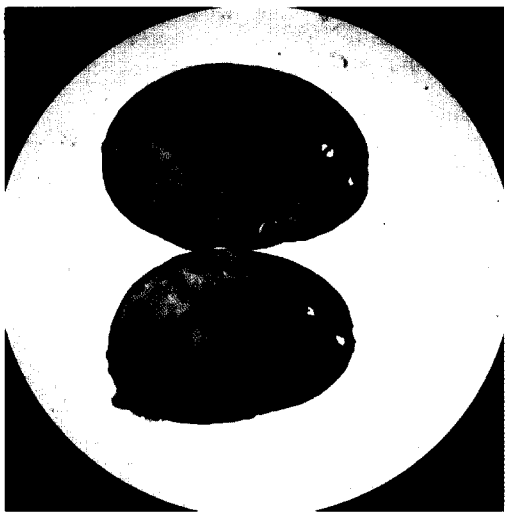

Fig. 1. External morphology of the shell of normal cultured *Haliotis discus hannai* showing green color.

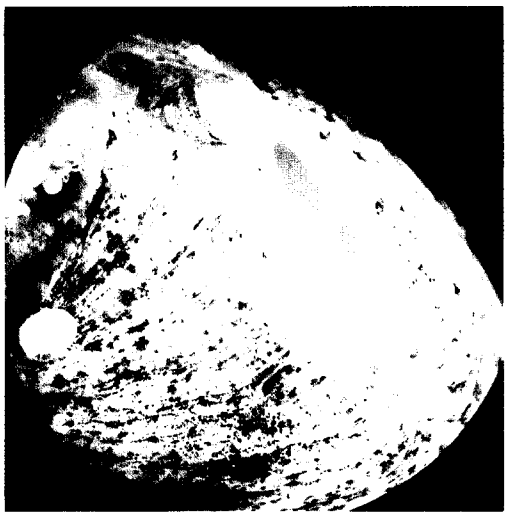

Fig. 3. Shell with necrotized breathing hole, showing many the brown tiny colony.

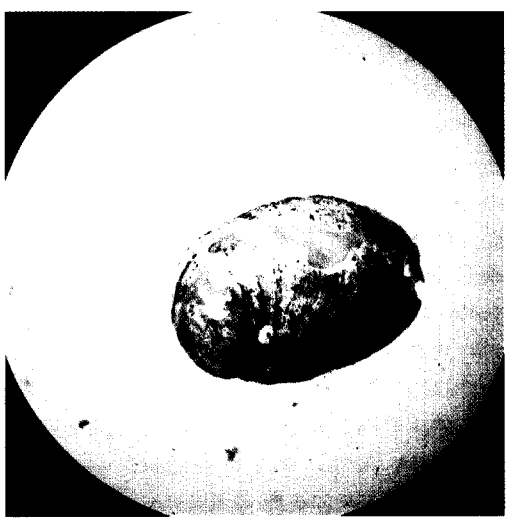

Fig. 2. *Mastigocoleus* sp. attached on the shell of abnormal *Haliotis discus hannai* showing discolored into bright-grey.

Fig. 4. *Mastigocoleus* sp. after being released from the shell by dilution or dicalcification).

또는 사상체로 패각속에 수직으로 서식하고 있었다. 남조류는 패각 괴사증이 심하게 발생된 부위보다 표면이 거칠고 덜 파괴된 패각에서 많이 관찰되었다. 또한 남조류가 착생하는 주위에는 남조류의 분비물로 추정되는 연한 갈색의 물질들이 쌓여있었다. 이들 남조류에 대하여 흡광도 및 흡수스펙트럼 분석결과 측정된 색소는 Chl-a와 carotenoid 색소가 나타났으며, phycocyanin는 감지되지 않았다.

한편, 주사전자현미경을(SEM)을 사용하여 괴사된 패각을 관찰하면 패각이 덜 괴사된 곳에는 크고 작은 벌집모양의 구멍이 나있고 좀더 심화된 곳에는 석회질로된 표층이 파괴되어 깊게 패여있었다(Fig. 5). 패각괴사증이 가장 심한 곳은 표층부터 전복의 육질이 닿는 진주층까지 계단식으로 파괴되어 층서화를 이루고 있었다(Fig. 6). 패각괴사가 일어나는 과정을 관찰할 때 패각전체에 남조류가 착생하여 서식하지만 괴사현상은 주로 호흡공 제4~6번째부터 발생되었다. 이것은 호흡공 주변의 패각층이 다른 부위보다 얇고 연약하여 쉽게 파괴되는 것으로 판단되었다. 또한 참전복 호흡공 주변이 패각 분열 및 생장점이라는 것을 감안할 때 패각 괴사증은 전복의 성장에 심한 장애요인이 될 수 있을 것으로 판단된다.

갈색 미소 집락이 많이 산재되어 있는 패각층을 주사전자현미경으로 관찰하여 본 결과 표층에는 수 많은 가는 원주상 또는 사상체 형태의 남조류가 패각층에 수직으로 분포하고 있었다(Fig. 7). 이들 남조류는 패각을 뚫고 구멍에 서식하고 있었다. 남조류의 서식밀도가 높고 번식함에 따라 패각 표층이 파괴되고 점차 내부로 점진적인 침식이 있었다. 일부 8μm 이상되는 남조류는 중간부위에 이질세포(heterocyst)가 있어서 양쪽에 생장세포와 연결되어 있었다(Fig. 8). 이들 남조류는 패각을 침식하다가 패각이 파괴되거나 단단한 층을 만나면 주변의 다른 부위로 이동하는 것으로 보인다. 전복의 성체에서도 이들 남조류가 발견되었으나 패각층이 치패의 것보다 더 두껍고 단단하여 전혀 해가 없었다.

따라서 참전복 치패의 패각 괴사증을 일으키는 원인생물은 석회질 성분으로 구성된 패각에 구멍을 뚫는 특징, 세포의 형태와 분열방법, 이질세포(heterocyst), 엽록소 구성 등의 특징을 갖는 점으로 보아 남조류인 *Mastigocoleus* sp.(Nostochopsidacea ; Stigonematles ; Cyanophyta)로 동정된다.

3. *Mastigocoleus* sp.에 감염된 전복의 성장도 조사

전복 종묘생산 후 육상수조에서 사육중인 전복 치패의 각장, 각폭, 총중량 및 패각중량을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 종묘생산 후 5개월된 전복 치패의 평균 각장, 각폭, 총중량 및 패각중량은 각각 10.43 ㎜, 7.20 ㎜, 0.14 g 및 0.06 g이었다. 그후 육상수조식에서 어류 순환수를 사용하여 미역이나 다시마를 급이하면서 17개월 양성한 전복의 평균 각장, 각폭, 총중량 및 패각중량은 각각 31.89 ㎜, 22.25 ㎜, 3.84 g 및 1.29 g이었다. 또한 자연해수를 사용하여 미역이나 다시마를 급이하면서 17개월 양성한 전복의 평균 각장, 각폭, 총

Table 2. Comparison of shell length(SL), shell width(SW), toltal weight(TW), shell weight(SG) of, *Haliotis discus hannai* in the lasnd-tank cultured system

Date	St.	Abalone years (month)	Number of abalone	Shell length (mm)	Shell width (mm)	Toltal weiht (g)	Shell weight (g)	Percent infection (%)
10/24/97	A	5	20	10.43 (9.8~11.7)	7.20 (6.4~7.9)	0.14 (0.08~0.22)	0.06 (0.04~0.09)	0
10.25/97	A	17	20	45.31 (42.5~49.3)	30.60 (28.8~32.9)	9.78 (8.88~10.87)	2.65 (2.10~3.01)	0
10/25/97	B	17	20	31.89 (28.5~39.3)	22.25 (17.8~29.6)	3.84 (2.17~5.21)	1.29 (0.73~1.76)	0
1/16/97	C	7	20	14.25 (11.3~16.3)	10.10 (7.6~12.1)	0.35 (0.20~0.47)	0.15 (0.07~0.21)	100
10/25/97	C	17	20	16.23 (14.1~19.5)	11.34 (6.3~14.2)	0.57 (0.34~0.77)	0.23 (0.10~0.39)	100

A : Sea water in land tank, B : Circulation water of cultured fish, C : Underground water.

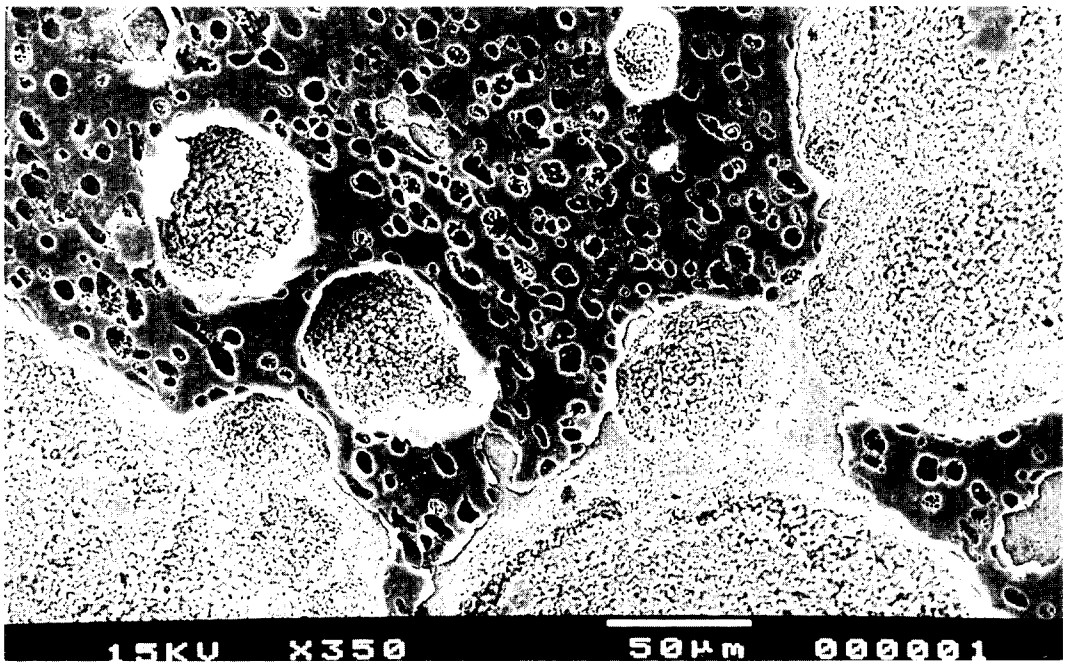

Fig. 5. Details of tunnels by *Mastigocoleus* sp. in a mussel shell(SEM).

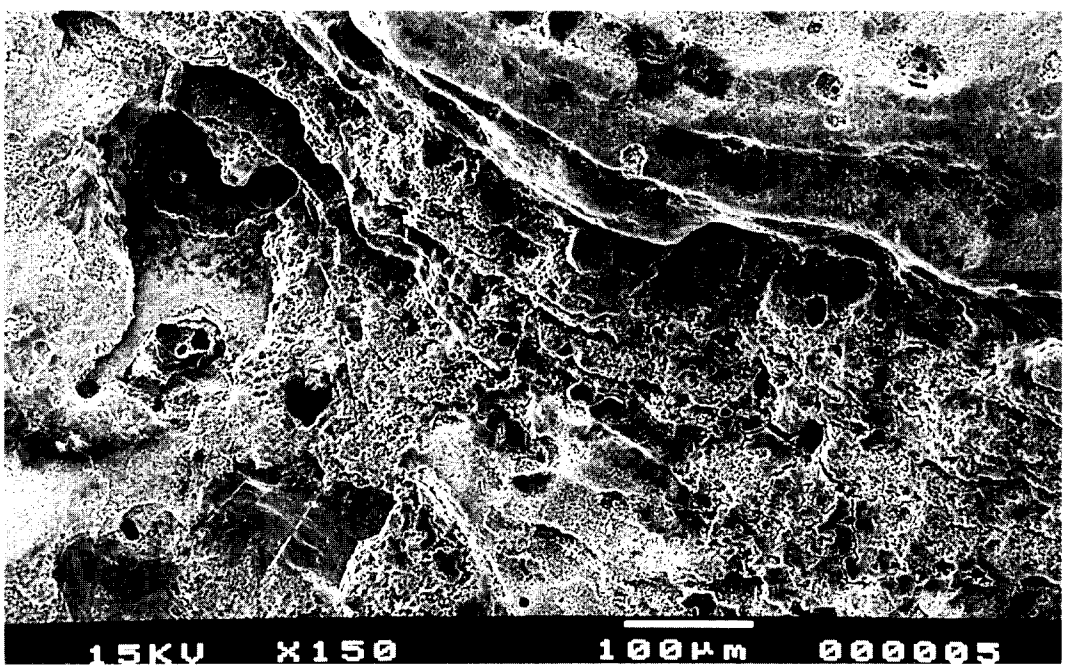

Fig. 6. Details of stratifications by *Mastigocoleus* sp. in a mussel shell(SEM).

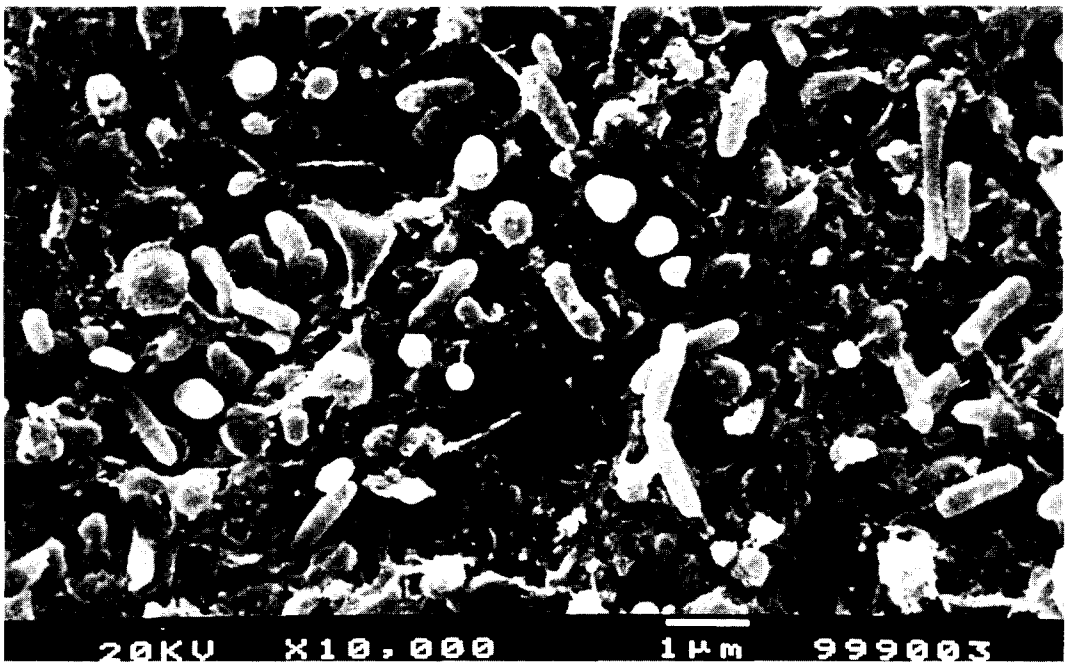

Fig. 7. *Mastigocoleus* sp. attached vertically on the shell of abalone(SEM).

Fig. 8. The conchocelis and heterogenety linked with growth cell at both side of end(SEM).

충량 및 패각중량은 각각 45.31 ㎜, 30.60 ㎜, 9.78 g 및 2.65 g이었다.

한편, 육상수조식으로 지하수를 사용하여 해조류를 급이하면서 7개월 동안 양성된 전복(*Mastigocoleus* sp.에 100% 감염)의 평균 각장, 각폭, 총중량 및 패각중량은 각각 14.25 ㎜, 10.10 ㎜, 0.35 g 및 0.15 g이었다. 또한 17개월 양성한 전복(*Mastigocoleus* sp.에 100% 감염)의 평균 각장, 각폭, 총중량 및 패각중량은 각각 16.23 ㎜, 11.34 ㎜, 0.57 g 및 0.23 g이었다. 이상의 결과에서 17개월 양성한 참전복 치패의 경우 자연해수에서 양성한 정상적인 것은 성장도에 있어서 *Mastigocoleus* sp.에 100% 감염된 것보다 각장은 약 2.8배, 각폭은 2.7배, 총중량은 17.1배 그리고 패각중량은 11.5배의 증가를 나타냈다.

4. 전복 패각의 호흡공별 괴사증 조사

Mastigocoleus sp.에 심하게 감염된 육상수조 전복양식장에서 채집된 1, 2년산 전복패각의 괴사(변색, 갈색 미소집락 및 호흡공괴사) 부위를 Fig. 9에 나타냈다. *Mastigocoleus* sp.에 의한 전복 호흡공괴사는 제4~6번의 호흡공에서 90% 이상 발생하였으며, 패각괴사증이 진행함에 따라 호흡공은 서로 연결되어 하나의 구멍으로 크게 확장되었다(Fig. 9A). 확장된 구멍주위는 회백색으로 패각이 탈색되었으며, 패각의 두께는 얇아지고 현미경적인 미세구멍이 많이 발생되었다(Fig. 9B). 한편 호흡공이 괴사된 패각에는 거의 모든 곳에 갈색의 미소집락이 있었다(Fig. 9C).

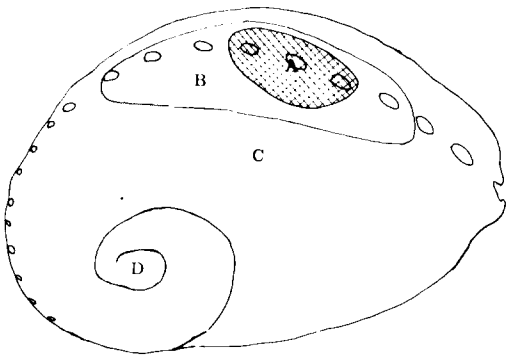

Fig. 9. Diagram showing the common infestation area by *Mastigocoleus* sp. on the shell. A : Most common area of holes, B : Most common area of discolouration(light grey), C : Most common area of infestation, D : Oldest part of mussel.

고 찰

바다 채롱식 양식장의 3년산 전복(각장 76.7~98.9 ㎜)에서는 패각 괴사증이 발생하지 않았으나, 지하해수를 사용하는 육상수조식 양식장의 1~3년산 전복은 패각 괴사증이 계속 발생하였다. 이것은 육상 수조식 양식에 비하여 바다 채롱식 양식은 수심이 깊고 광도가 낮아 남조류의 광합성능 저하로 서식이 불가능하다고 추정되었다. 이러한 결과는 진주담치의 경우에 있어서 조간대 상부에서는 *Mastigocoleus* sp.의 출현 빈도가 94%인 반면 조하대 부근에서는 1% 출현하였다(Webb and Korrubel, 1994)는 보고와 일치하였다.

*Mastigocoleus*속은 작은 분지(branches) 끝부분에서 이질세포(heterocysts)가 형성되고(Fogg et al., 1973), 3개의 연결공을 가진 이질세포는 *M. laminosus*에서 관찰되며, 각 연결공은 생장지의 기부세포와 연결되어 있다(Venkataraman, 1957). 남조류중 패각에 구멍을 뚫는 종은 *Hyella caespitosa* Bornet and Flahault, *H. gigas* Lukas and Golubic, *M. testarum, Phormidium* sp. and *Plectonema terebrans* 등이 있다. 그 중 *M. testarum*과 *P. terebrans*는 수평분포하며, 전자는 분지와 이질세포를 갖고 있다. 또한 *M. testarum*는 *Placuna placenta, Perna viridis, Crassostrea cucullata* 및 *Turritella turritella*의 패각에서 관찰되었다(Raghukumar et al., 1991).

연안에서 천공성 미세 생물에 감염된 연체동물의 패각은 흔하게 관찰되지만, 연체동물 패각의 구조적인 괴사에 관한 연구는 *Mastigocoleus* sp. 감염에 의한 진주담치 패각 천공이 있을 뿐 거의

없다(Webb and Korrubel, 1994). 전복패각에 침투된 남조류는 사상체였으며, 색깔은 연노랑색 또는 회백색을 나타냈다. 분광광도계(흡광도)에 의해서 측정된 색소는 Chl-a와 carotenoid색소가 나타났으며, phycocyanin는 감지되지 않았다(Parson and Stickland, 1963). 전복패각에 내생된 남조류는 8μm 크기로 벌집모양의 구멍에 서식하고 있었으며, 남조류의 이질세포는 양쪽 끝에 생장세포와 연결되어 있었다. 전복 패각괴사증의 원인생물을 동정함에 있어서 남조류는 원시생물로서 그 분류체계가 확립되지 않았으며 *Mastigocoleus*속에는 2종만이 보고되어 있어서 정확한 종분류가 불가능하였다. 따라서 전복 패각에 착생된 남조류는 형태, 서식지, 이질세포(heterocyst), 패각괴사를 일으키는 특징, 엽록소 등을 근거로 *Mastigocoleus* sp.로 동정하였다.

한편, 성장도에 있어서 17개월 양성한 치패의 경우 자연해수에서 양성한 정상적인 것은 *Mastigocoleus* sp.에 100% 감염된 것보다 각장은 약 2.8배, 각폭은 2.7배, 총중량은 17.1배 그리고 패각중량은 11.5배의 증가를 나타냈다. 복족류 및 갑각류는 패각 및 갑각의 탈피로 인하여 개체의 성장이 일어난다. 따라서 남조류, *Mastigocoleus* sp.의 감염으로 인한 패각 괴사는 전복치패 성장에 커다란 영향을 준 것으로 판단되었다.

Mastigocoleus sp.에 의한 전복 호흡공괴사는 제4~6번의 호흡공에서 90% 이상 발생하였으며, 호흡공은 서로 연결되어 하나의 구멍으로 크게 확장되었다. 확장된 구멍주위는 회백색으로 패각이 탈색되었으며, 패각의 두께는 얇아 현미경적인 미세구멍이 많이 산재되어 있다. 이러한 현상은 육상수조에서 전복을 파판에 부착하여 양성할 경우 먹이를 먹기 위하여 파판위로 이동한다. 이때 전복 패각중에서 광의 영향을 가장 많이 받는 곳은 제4~6번째 호흡공이다. 따라서 *Mastigocoleus* sp.은 빛이 가장 많이 받는 곳에 감염되어 석회층을 파괴한 후, 패각주변으로 전염되었을 것으로 추정되었다. 이것은 남아프리카에서 *Mastigocoleus* sp.의 감염에 의한 진주담치의 괴사(구멍) 및 감염부위의 결과와 일치되었다(Webb and Korrubel, 1994). 또한 전복패각의 호흡공은 성장이 왕성한 곳으로서 탄산칼슘을 보호하는 각피층이 다른 부위에 비하여 약하여 호흡공 주변의 패각이 쉽게 파괴되었을 것으로 추정되었다.

남해안 일원에 발생한 전복패각 괴사증은 전복 양식 산업에 커다란 영향을 미치므로 원인생물인 *Mastigocoleus* sp.의 감염경로 및 구제 등에 관한 제반 연구가 절실히 필요하다. 우선 *Mastigocoleus* sp. 발생억제를 위해 감염된 전복을 제거하거나 차광막을 이용한 암흑처리 방법 등이 필요하다고 생각된다.

요 약

참전복(*Haliotis discus hannai*) 양성과정중 치패단계에서 발생된 패각 괴사증의 조사결과는 다음과 같다.

괴사된 전복패각에서 간균 형태(rod type)와 이질세포를 갖는 남조류가 관찰되었다. 그러나 주사전자현미경(SEM)의 자료에 근거하면 패각과사증의 원인생물은 천공성 남조류, *Mastigocoleus* sp.로 나타났다. 천공성 남조류에 감염된 전복의 패각은 녹색에서 회백색으로 탈색되었고, 4~6번째 호흡공은 부서지기 쉬운 상태가 되었다. 양성 60일 후, 패각 괴사증은 갈색의 작은 집락이 산재되어있는 호흡공에서 주로 발생하였으며, 양성 후 3년까지 지속되었다. 이러한 패각 괴사증은 바다 채롱식 양식장에서 보다는 육상 수조식 양식장에서 주로 발생하였으며, 참전복의 성장에 커다란 영향을 미친 결과 3년산 참전복의 각장이 16 mm였다.

참 고 문 헌

Anand, P. L., 1937. An ecological study of the algae of the British chalk cliffs I. Journal of Ecology, 25 : 153-188.

Fogg, G. E., 1973. Physiology and ecology of marine blue-green algae. In The Biology of

Blue-green Alage, eds. N. G. Carr and B. A. Whitton. Blackwell, Oxford.

Fogg, G. E., W. D. P. Stewart, P. Fay and A. E. Walsby, 1973. The Blue-green Algae. Academic Press, London.

Golubic, S., 1969. Distribution, taxonomy and boring patterns of marine endolithic algae. Am. Zool., 9 : 747－751.

Harris, S. A., F. M. da Silva, J. J. Bolton and A. C. Brown, 1986. Algal gardens and herbivory in a scavenging sandy-beach nassariid whelk. Malacologia, 27 : 299－305.

Humm, H. J. and S. R. Wicks, 1980. Introduction and Guide to the Marine Blue Green Algae. Wiley-Interscience Publication.

John, D. M. and G. W. Lawson, 1977. The Marine Algal Flora of the Sierra Leone Peninsula. Bot. Mar., 20 : 129－135.

Kinne, O., 1983. Diseases of Marine Animals, Vol. 2 : Bivalvia to Scaphopoda, Biologische Anstalt Helgoland, Hamburg., pp. 608－617.

Lawson, G. W. and D. M. John, 1982. The Marine Algae and Coastal Environment of Tropical West Africa. J. Cramer, Vaduz.

Nolan, C. P., 1991. Infestation of limpet shells by the conchocelis phase of an endolithic alga. Journal of Molluscan Studies, 57 : 225－238.

Parsons, T. R. and J. D. H. Strickland, 1963. Discussion of spectrophotometric determination of marine plant pigments with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids. J. Mar. Res., 21 : 155－163.

Peyer, B., 1945. Uber Algen und Pilze in Tierschen Hartsubstanzen. Archivder Julius Klaus-Stiftung fur Vererbungs-Forschung, Sozialanthropologie und Rassenhygiene, 20 (suppl.) : 496－546.

Raghukmar, C., S. Sharma and V. Lande, 1991. Distribution and biomass estimation of shell boring algae in the intertidal at Goa, India. Phycologia, 30 : 303－309.

Webb, S. C. and J. L. Korrubel, 1994. Shell weakening in marine Mytilids attributable to blue-green alga *Mastigocoleus* sp. (Nostochopsidacea). J. Shell Res., 13 : 11－17.

유종생, 1976. 원색한국패류도감. 일지사, 36－37.

유성규, 1979. 천해양식. 새로출판사, 309－368.

전임기, 한석중, 이해영, 최상덕, 양길호, 1998. 경제난 극복을 위한 전략양식 육성. 전복양식워크숍. 국립수산진흥원, 127 pp.