

## 육상 수조에서 사육 중인 송어 (*Mugil cephalus*)의 *Amyloodinium* sp. 감염

박성우<sup>†</sup> · 유진하 · 이천희  
군산대학교 수산생명의학과

### *Amyloodinium* sp. infestation in Mullet (*Mugil cephalus*) cultured in a pond on land

Sung-Woo Park<sup>†</sup>, Jin-Ha Yu and Chun-Hee Lee

Department of Aquatic life Medicine, Kunsan National University, Kunsan, 573-701, Korea

*Amyloodinium* sp. was found on the gills of mullet (*Mugil cephalus*) cultured on land. No external symptoms in the diseased fish were found except decoloration of the gills. In fresh preparations of the gills the parasites were opaque round or oval shape with a bright nucleus and 43.5  $\mu\text{m}$  (18.2~72.7, n=20) in size. In preparations added a drop of Lugol solution, they were black with the same shapes in fresh preparations and 43.5  $\mu\text{m}$  (n=20) in size. The parasites were stained black and blue in a droplet of Lugol solution and Diff-Quick III solution, respectively and their sizes were a little larger than in wet preparations.

After stained with May-Grunwald Giemsa, the parasites appeared granular eosinophilic in the peripheral cytoplasm and granular strong basophilic in the center. In silver impregnated specimens the peripheral granules were negative and the central ones positive. The granules appeared brown in purplish cytoplasm after staining with Lugol solution. The parasites developed by binary division when they were cultivated in filtered seawater at 20°C. Histopathologically severe epithelial hyperplasia and fusion in the gill filaments resulted in clubbing, especially the proximal region of the filament. Epithelial hyperplasia was also found in the basal regions of the gill filaments and some epithelial cells were occasionally detached from the filaments. Some pear-shaped trophonts of the parasites with rhizoid attached on the gill filaments showing hyperplasia of the epithelial cells and mucous cells.

*Key words:* Mullet, *Amyloodinium*, Histopathology

외편모충류 (편조류, Dinoflagellate)는 운동 방향이 다른 두 개의 편모를 가진 단세포 생물로 온대해역의 생태계에서 돌말류 다음으로 많이 출현하는 종으로 약 2,000 종이 알려져 있으며, 그 중 40~60%는 광합성을 하는 독립 영양자이지만, 때로는 광합성을 하면서 다른 생물에 공생 또는 기생하여 영양을 취하는 혼합영양자 (mixotroph)로 취급하고 있다.

Brown (1934)이 처음으로 보고한 *Amyloodinium* spp.는 주로 해산어 양식장과 해수 수족관의 어

류에 감염되는 것으로 보고되었다 (Paperna *et al.*, 1977; Paperna & Laurencin, 1979; Lawler 1980; Paperna, 1980). 이처럼 *Amyloodinium* spp.는 주로 해산어와 기수어에 기생하는 것으로 1930년경부터 연구가 시작되어 (Brown, 1934). *Amyloodinium* spp.의 계통학적 분류뿐만 아니라 (Jacobs 1946), 종의 분류가 행하여졌다. 특히 *Amyloodinium ocellatum* (Brown, 1934; Brown & Hovasse 1946)의 생활사, 성장 및 형태에 관한 연구는 활발히 진행되어 (Brown 1931, 1934; Brown & Hovasse

<sup>†</sup>Corresponding Author : Sung-Woo Park, Tel : 063-469-1884,  
E-mail : psw@kunsan.ac.kr

1946; Cheung *et al.* 1981), 어류의 아가미와 피부의 표면에 기생한 trophont가 성장이 완료되면 어체에서 이탈하여 tomont로 되며, tomont는 분열하여 스스로 움직일 수 있는 dinospores로 되며, 성장에 적합한 수온은 16~30°C, 염분은 10~60ppt의 범위인 것으로 보고되었다 (Paperna, 1984). Tomont의 분열의 결과 1개의 tomont에서 256개의 dinospores가 만들어지며, 이 dinospore는 다시 새로운 숙주에 감염되어 영양을 취하면서 trophont로 발달하게 된다 (Brown & Hovasse, 1946). *A. ocellatum*의 trophont의 기생은 주로 해산 야생어 (Lawler, 1980)나 건강하지 못한 해산 양식어 (Paperna, 1980; Noga *et al.*, 1991)에서 주로 발견되는 경향으로, 감염된 어류의 공통적인 행동은 식욕이 저하되고, 물 표면에 힘없이 입을 립을 하고 있으며, 수조 바닥이 표면에 몸을 부비는 것이라 하였다 (Lawler, 1980). 최근에는 천연산이 아닌 양식 송어, 참돔, 방어 및 농어와 같은 해산어 또는 기수어에도 *A. ocellatum*이 아가미와 피부에 기생하여 호흡장애를 유발시키는 것으로 보고되었다 (Paperna *et al.*, 1977; Lawler, 1980; Paperna, 1984; Sinderman, 1990; 지 등, 1998).

본 연구는 전북 고창의 육상 양식장에서 사육 중인 송어 (*Mugil cephalus*)에 감염된 *Amyloodinium* spp.의 일반적 형태와 병어의 병리조직학적 변화를 보고한다.

## 재료 및 방법

### 병어

전북 고창의 육상 수조에서 양식 중에 발병한 평균 체장 20.5 cm (19.5~23.0 cm), 평균 체중 87.1 g (50.5~120 g)의 송어 18마리를 시료로 사용하였다. 병어는 발병 양어장에서 포획하여 비닐 봉지에 넣어 휴대용 기포발생기로 산소를 공급하면서 실험실로 운반한 다음 사용하였다. 또 5ppm의 황산동에 24시간 약욕시킨 후 폐사 직전의 송어 10마리에서 아가미를 절취하여 기생상

태를 조사하였다.

### 도말표본의 검경

아가미, 체표와 각 지느러미를 절취하여 슬라이드 글라스에 도말표본을 만들어 염색하지 않고 현미경으로 검경하거나 도말표본에 Lugol액, Diff-Quick solution III액을 떨어뜨린 다음 검경하였다. 또 필요에 따라서는 도말표본을 May-Grunwald-Giemsa 염색 또는 2% silver nitrate로 염색한 다음 현미경으로 검경하였다.

### 영양체의 배양

병어의 아가미를 절취하여 멸균여과해수가 들어있는 시계접시에 넣고 해부현미경으로 관찰하면서 해부용 비늘을 사용하여 영양체를 아가미에서 분리하였다. 조직편과 점액이 혼재된 영양체는 시계접시에 옮겨 여과 멸균해수로 깨끗이 세척하였다. 분리된 영양체는 10 ml의 여과멸균해수가 들어 있는 배양 접시 (직경 16 mm)에 4개체씩 수용한 다음 암조건의 20°C의 배양기에 넣고 경시적으로 위상차현미경으로 관찰하였다. 배양수는 동일한 온도의 여과멸균 해수를 2일 간격으로 교환해 주었다.

### 병리조직학적 검사

병어의 아가미를 절취하여 Bouin 액에 고정한 다음 상법에 따라 파라핀에 포매한 다음 5 µm의 조직절편을 만들어 Mayer hematoxylin & eosin (HE) 및 Giemsa 염색한 다음 현미경으로 검경하였다. 또 일부의 조직절편은 탈 파라핀 후 증류수에 담근 다음 증류수로 10배 희석한 Lugol액에 5분간 염색하거나 또는 0.1% light green 수용액에 1분 염색한 후 증류수로 세척한 다음 10배 희석 Lugol 액으로 5분간 후 염색하였다. 염색 후 증류수로 가볍게 세척 후 여과지로 여분의 수분을 제거한 다음 Park & Wakabayashi (1991)의 방법에 따라 iodine-glycerin (iodine:glycerine = 1:9)으로 봉입하여 검경하였다.

## 결과 및 고찰

발병한 양어장은 해수를 육상 저수지에 펌핑하여, 부니질을 침전 시키고 상층부의 해수만을 공급하여 유수식으로 사육하고 있었으나 서해안의 특성상 사육수의 순환은 아주 나쁜 편이었다. 먹이는 시판되는 메기용 배합사료를 공급하고 있었으며, 수온은 23.5~24.0°C였다. 병어는 황산동의 약욕이 효과적이지만 감염이 심할 때는 약욕 효과도 기대하기 힘들어 전량 폐사하였다.

병어는 아가미의 색이 정상 또는 퇴색된 것 이외에는 이렇다 할 증상은 없었고, 해부 소견으로도 이상은 없었다. 아가미의 도말표본의 무염색표본에서는 (Fig. 1A) 충체의 가운데에 밝게 보이는 원형 또는 난원형의 핵을 가진 수많은 원형 또는 타원형의 크고 작은 검은 영양체가 관찰되었다. 이 중 소형의 충체는 핵이 영양체의 대부분을 차지하고 있었으며, 대형의 충체에 비

해 밝게 보였다.

시료로 사용한 18미중 2미의 병어 체표에서 2개체의 *Tricodina* sp.가 부착되어 있을 뿐 다른 병원체는 발견되지 않았다. 또 지느러미의 도말표본에서는 Fig. 2와 같이 지느러미의 끝부분에 1~2개체의 충체가 발견되었다. 등지느러미, 가슴지느러미 및 뒷지느러미에서는 충체가 발견되었지만, 배지느러미와 꼬리지느러미에서는 발견되지 않았다. Lawler (1981)는 아가미, 피부, 지느러미, 눈, 위새, 인두 및 장 등에서 발견된다고 하였지만, 본 연구의 송어의 경우에는 지느러미에서 소수의 충체가 발견될 뿐 대부분이 아가미에 부착되어 있었다.

발병 양어장에서 응급조치로 황산동 5ppm에 24시간 약욕 한 후의 빈사상태에 있는 송어의 아가미 도말표본에서는 상당량의 충체가 점액과 함께 아가미에서 탈락하였지만, 여전히 많은 양의 충체가 아가미에 부착되어 있었다 (Fig.

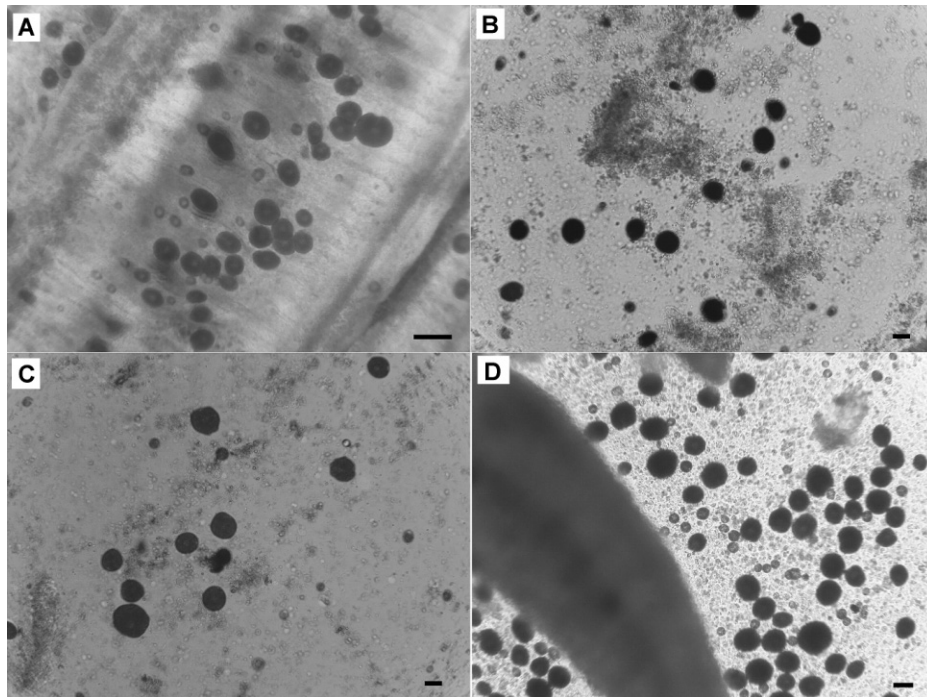


Fig. 1. Microphotographs of *Amyloodinium* sp. trophonts on mullet gills. A, fresh preparation. Each parasite appearing dark and opaque has a round or oval nucleus in the center; B & D, in a drop of Lugol solution; C, in a droplet of Diff-Quick solution III; D, gill from the fish bathed in 5 ppm of cupric sulfate for 24 hr. Scale bar indicates 100  $\mu$ m in A, and 50  $\mu$ m in B to D.

1D). 그러나 약육 전에 소수의 충체가 관찰되었던 각 지느러미에서는 충체가 전혀 발견되지 않았다.

병어 아카미의 무염색표본에서의 충체의 평균 크기는  $43.5 \mu\text{m}$  ( $18.2 \sim 72.7 \mu\text{m}$ ,  $n=20$ ) 정도였다. 또한 Lugol 액을 떨어뜨려 검경한 표본의 충체는 (Fig. 1B) 무염색표본과 마찬가지로 원형 또는 타원형으로 흑색으로 염색되었는데, 그 중에서는 충체의 한 쪽이 밝게 함몰되어 보이는 개체도 있었다. Lugol 염색 표본에서 충체의 크기는  $51.1 \mu\text{m}$  ( $20.0 \sim 80.0 \mu\text{m}$ ,  $n=20$ )였다. 또 Diff-Quick solution III액을 떨어뜨려 검경하였을 때는 (Fig. 1C) 청색으로 관찰되는데, 충체의 크기는  $56.3 \mu\text{m}$

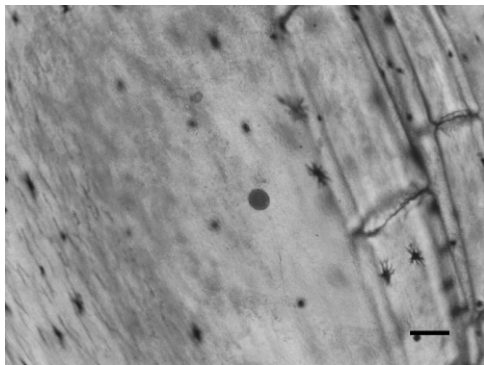


Fig. 2. A trophont of *Amyloodinium* sp. attached to the anal fin of the diseased mullet. Fresh preparation. Bar indicates  $50 \mu\text{m}$ .

( $25.0 \sim 100.0 \mu\text{m}$ ,  $n=20$ )였다. 무염색표본에서 관찰된 소형의 충체는 Lugol 액이나 Diff-Quick solution III의 염색 표본에서도 이들 염색액에 대한 친화도가 낮아 대형보다는 얇게 염색되었다 (Fig. 1 B&C).

충체의 May-Grunwald Giemsa 염색 표본에서 세포질의 주변부는 과립상의 호산성을 나타내며, 중심부는 과립상의 강한 호염기성을 나타내었다 (Fig. 3A). 또 2% silver nitrate 염색에서는 세포질 중심부의 과립은 흑색으로 염색되었지만 주변부의 과립은 공포상으로 나타났다 (Fig. 3B). Lugol 액 염색표본에서는 연한 보라색을 띠는 세포질속에 과립은 갈색의 집합체로 관찰되었다 (Fig. 3C). 그러나 3염색 표본에서 모두 핵의 관찰은 곤란하였다.

Brown (1934)과 Brown and Hovasse (1946)은 어체에 감염하고 있는 *A. ocellatum*의 영양체는  $20 \sim 120 \mu\text{m}$ 로 무색으로써 어린 상태에서는 배모양이지만, 점차 타원형으로 변해가며 숙주에 부착할 때는 가근상돌기를 내어 숙주에 부착한다고 하였다. 영양체의 세포질은 전분으로 충만되어있고, 1개의 커다란 핵인을 소유한 1개의 중심핵이 있지만, 핵을 둘러싸고 있는 호염기성의 단백질 물질인 chromatoplasts 때문에 핵의 관찰이 불가능하다고 하였다. Brown and Hovasse

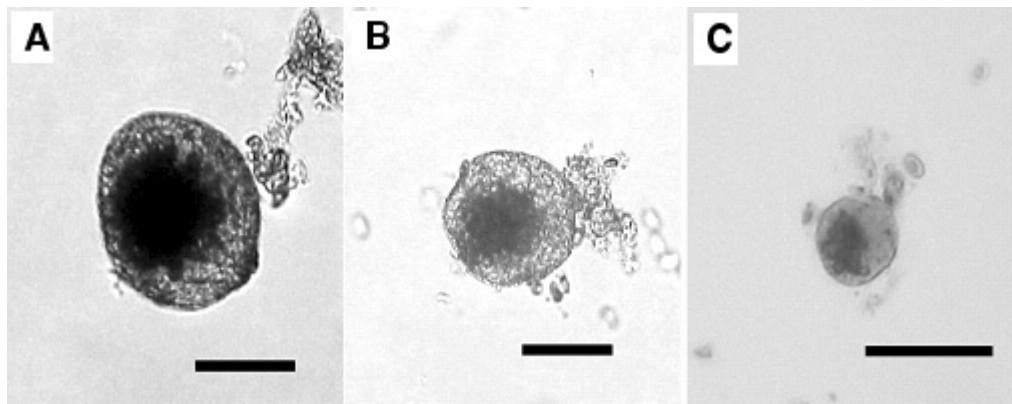


Fig. 3. Trophonts of *Amyloodinium* sp. stained with May-Grunwald Giemsa (A), 2% silver nitrate (B) and Lugol solution (C). Each bar represents  $50 \mu\text{m}$ .

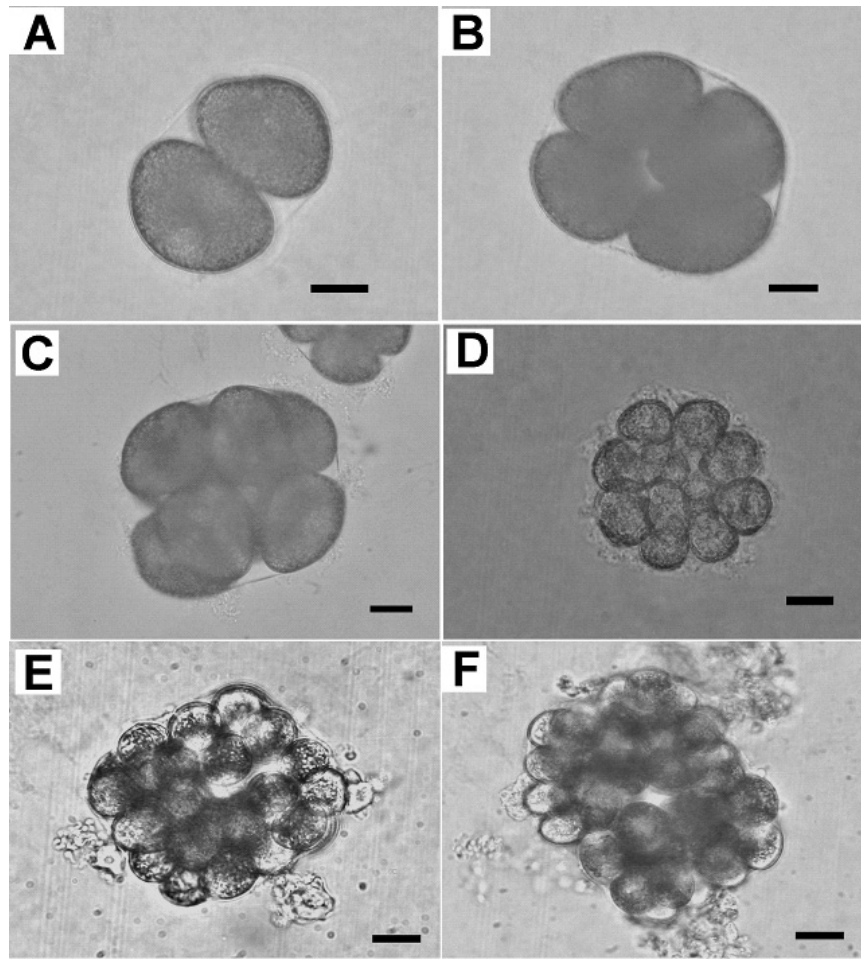


Fig. 4. Development of *Amyloodinium* sp. trophonts cultivated in filtered sterilized seawater at 20 °C in a dark room. A, 2 cells; B, 4 cells; C, 8 cells; D, 16 cells; E, 32 cells; F, 64 cells. Bars indicate 20  $\mu$ m.

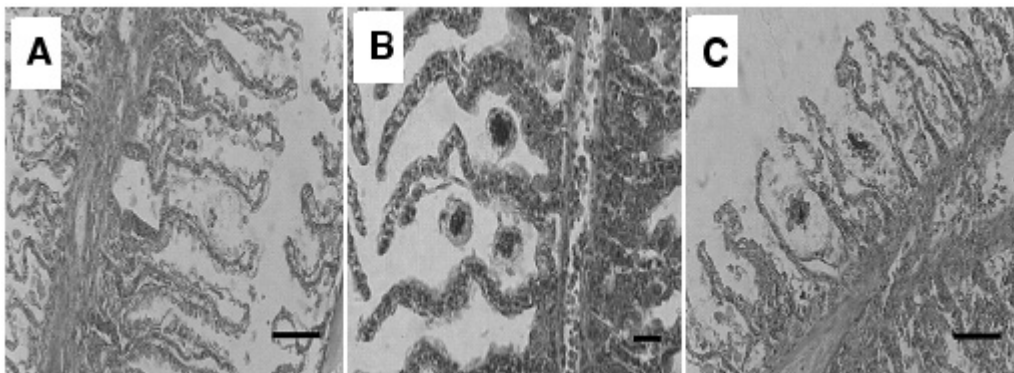


Fig. 5. Microscopic photographs of the gill sections showing small to large size trophonts of *Amyloodinium* sp. on the gill filaments which were seen as opaque spots in fresh preparations. A & B, Focal hyperplasia and lamella fusion occurred in the proximal area of the filaments; C, three mature parasites with rhizoid between the gill filaments showing hyperplasia of the epithelium and mucous cells. H&E. (Bar = 50  $\mu$ m)

(1946)은 영양체의 세포질을 핵 주변부인 sub-nuclear cytoplasm과 세포의 주변부인 peripheral cytoplasm으로 구분하여 기술하고 있다. 그에 의하면 전분 과립은 peripheral cytoplasm에 존재하며, 동일 개체에서는 크기도 동일하지만 개체가 다르면 크기도 차이가 있다고 하였다. 이들의 전분과립들의 사이에는 호산성의 세포질이 존재한다고 하였다. 또 이들 전분 과립은 요오드반응에 청색반응을 나타내지만 고정 표본에서는 전분이 dextrin으로 변하기 때문에 장딴빛 (rose coloured tint)으로 변한다고 하였다. 핵 주변부에 있는 chromatoplasts는 요오드반응을 나타내지 않지만, 요오드반응을 나타내는 전분과립 때문에 요오드반응의 결과에서는 녹갈색 (yellowish-brown)을 나타낸다고 하였다.

본 연구에서 May-Grunwald Giemsa염색 표본에서 충체의 세포질의 주변부는 과립상의 호산성을 나타냈으며, 중심부는 과립상의 강한 호염기성을 나타내었다. 또 2% silver nitrate염색 표본에서는 충체의 세포질 중심부의 과립은 흑색으로 염색되지만, 주변부의 과립은 공포상으로 은이 착색되지 않았다. Lugol액 염색 표본에서는 세포질은 연한 보라색을 띄며, 세포질속의 과립은 갈색의 집합체로 관찰되어, Brown (1934)와 Brown and Hovasse (1946)의 결과와 일치하였다.

병어의 아가미에서 분리한 충체를 모아 멸균 여과해수로 세척한 다음 20°C의 배양기에 배양한 결과 구형의 cyst를 형성하였고, Fig. 4 A~F와 같이 투명한 이중막인 cyst wall을 형성되면서, 지속적으로 2분열하여 세포의 크기는 소형화되었다. 4세포기 이후부터 세포질내의 전분과립 관찰되어졌고, 세포분열이 진행됨에 따라 과립의 형태가 분명해졌다. 10일 경과 후 시스트의 한쪽 부분이 파열되면서 작은 구형의 dinospores가 1~2개 정도가 방출되고 (미제시), 시간이 지날수록 시스트의 최초 파열된 부분이 점점 넓어지면서 cyst내에서부터 많은 수의 dinospores가 방출되었다. 그러나 모든 시스트가 동시에 파열되는 것이 아니라 시간적으로 차이가 있어, 다세포의 자충이 존재하는 반면 dinospores를 방출하는 개체도 있었다.

병어의 아가미는 Fig. 5에 나타난 것처럼 상피세포의 증생으로 새변의 유착이 현저하였으며, 이로 인해 새변은 곤봉화되는데, 새변의 곤봉화는 새변의 끝부분일수록 현저하였다. 또한 새변의 기부에서도 상피세포의 증생이 현저하였고, 때로는 상피세포가 박리되기도 하였다 (Fig. 5. A&B). 새변에는  $4.80 \sim 6.31 \times 4.55 \sim 4.80 \mu\text{m}$ 의 배 모양의 성체가 한 끝에 돌출된 발과 같은 부착기 즉 가근상 돌기로 상피세포에 부착하고 있

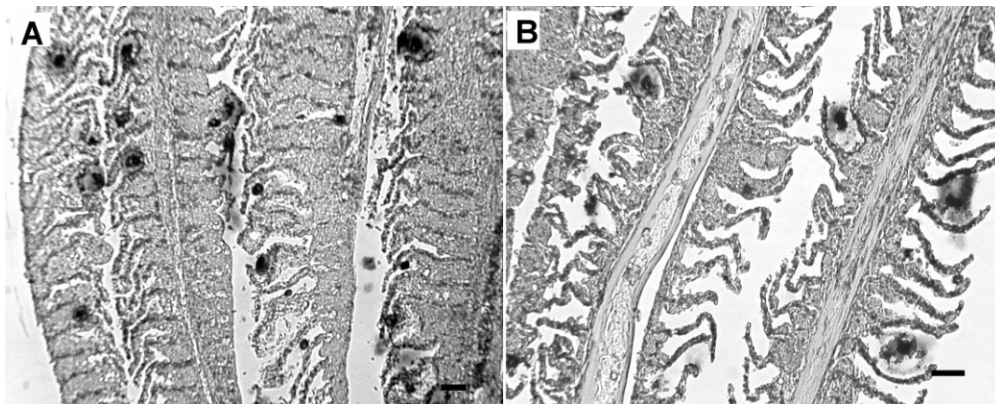


Fig. 6. Microscopic photographs of gill showing the trophonts between the gill filaments. The sections were stained with Lugol solution for 5 min (A), and 0.1% light green for 1 min followed by Lugol solution for 5 min (B). The Lugol solution diluted with 10 volume of distilled water was used. Bars indicate 50  $\mu\text{m}$ .

었으며, 새변과 새변 사이에 부착한 성체의 영향으로 새변 맞물림 현상과 새변의 뒤틀림 현상이 현저하였다 (Fig. 5C).

아가미의 파라핀 조직 절편을 탈파라핀 후 합수시킨 다음 10배 희석 루골액 또는 0.1 % light green액과 10배 희석 Lugol액으로 이중염색한 조직상은 Fig. 6에 나타내었다. 새변 사이에 충체는 진한 보라색으로 염색되는 핵과 Lugol액과 전분반응을 나타내어 옅은 보라색으로 염색되는 세포질이 명확하게 구분되어졌다.

Brown and Hovasse (1946)은 *A. ocellatum* 이 기존의 *Oodinium* sp.와는 dinospore 형성 단계는 아주 비슷하지만 영양체에서 차이가 나기 때문에 새로운 분류 체계를 제기하면서 기존에 *Oodinium ocellatum*을 *A. ocellatum*이라 종명을 변경할 것을 주장하였다.

#### Family Blastodiniaceae

##### Subfamily Oodiniaceae

- I. 영양체와 dinospore 단계 모두 편모를 가짐. Chlorophyll의 색소체 (Plastids), 전분과립-----genus *Protoodinium*. one species.-----*P. chattoni*
- I'. 영양체는 편모가 없고, dinospore에만 있다. Chlorophyll 없음-----II
- II. 부착은 disk, 성체에 가근상돌기 없음. 전분 없음---genus *Oodinium*, 2 species-----III
- III. *Okopleura dioica*에 기생-----*O. poucheti*
- III'. *Fritillaria pellucida*에 기생-----*O. fritillariae*
- II'. 뿌리 같은 가근상돌기로 부착. 전분과립--genus *Amyloodinium*. 2 species-----IV
- IV. 모든 단계에 안점 존재. 가근상돌기의 발달이 미약. 해산어에 기생-----*A. ocellatum*
- IV'. 안점 없음. 대형의 가근상돌기. Salpa에 기생-----*A. amyaceum*

*Amyloodinium*의 주장이 있을 후 독립함에 따라 *Oodinium*은 해산 tunicates에 감염하는 것으로 남게 되었다. Lome & Schubert (1983)은 담수

어에서 분리되어져 *Oodinium pillurare*로 분류되어지고 있던 것이 원반상의 rhizocyte로 부착하며, 엽록체를 가지고 있는 것이 *Oodinium*과는 차이가 나기 때문에 이 종을 *Piscinoodinium pillurare*로 할 것을 주장하였다. 이러한 분류체계를 Overstreet (1993)는 어체에 부착한 영양체는 숙주에 부착할 수 없는 크기로 성장하였을 때 또는 수온, 염분 및 용존산소와 같은 환경요인이 급격히 변하면 가근상돌기를 수축시켜서 어체에서 떨어져 나와 cyst를 형성하여 2분법으로 수많은 tomites를 형성한다고 보고하였다. 그러나 Paperna (1984)는 분열시의 수온과 염분 같은 환경요인과 밀접한 관계를 가지고 있어 단 2개의 운동성 이편모충이 형성될 때도 있다고 하였다. 본 연구에서 충체에서 안점의 확인 및 부착기의 미세구조를 조사하지 않은 문제점이 있지만, 엽록체가 없으며, 해산어에 기생하며, 어체에서 떼어낸 tomont를 채취하여 배양한 결과 미세한 cyst wall의 형성이 형성되면 2분법으로 다분열 되었으며, 구형의 자충을 생성한 것은 Overstreet (1993)와 Paperna (1984)의 결과와 일치됨에 본 충이 *Amyloodinium* 속에 속하는 것으로 판단되었다. 또 충체의 배양에 있어 20°C와 25°C에 배양하면 높은 온도에서 분열이 빨랐지만 30°C에서는 전혀 분열이 일어나지 않았지만 사멸하지는 않고, 이것을 다시 20°C에 배양하면 충체의 분열이 재개되었다.

*Amyloodinium* sp.이 심하게 감염된 eilat fish는 아가미의 상피세포 증생으로 인하여 새변의 유착이 생기며, 유착이 생긴 부분의 상피세포의 변성과 점액세포의 감소 (Paperna, 1980), pork fish의 아가미의 증생으로 인한 호흡곤란이 시인이라고 하였다 (Cheng et al., 1981). 한편 지 등 (1998)은 조피볼락에 *Amyloodinium* sp.를 인위적 감염시켰을 때 초기에는 뚜렷한 병변이 없지만 시간이 경과함에 따라 지속적인 재감염에 의해 아가미 상피세포의 증생에 의하여 새박판이 비후되고 밀착되어 유발되는 호흡장애가 폐사의 원인이라고 추정하였다. 이러한 결과와 본 연구

에서의 결과 (Fig. 4.)는 잘 일치하고 있으며, 송어의 경우에도 아가미 호흡 상피세포의 증생으로 인한 새변 유착과 곤봉화, 상피세포의 박리 및 심한 아가미 뒤틀림현상으로 인해 감염어는 심한 호흡장애를 생겼을 것으로 판단된다.

### 요 약

육상수조에 양식중인 폐사가 발생하는 송어 (*Mugil cephalus*)를 조사한 결과 아가미와 지느러미에 *Amyloodinium* sp.의 감염이 확인되었다. 아가미의 무염색표본을 검경하면 충체는 불투명한 원형 또는 난원형으로 중심부에 밝게 보이는 핵을 가지고 있는데, Lugol 액이나 Diff-Quick III액을 적하하여 충체는 각각 검은색과 청색으로 염색된다. 또 충체를 May-Grunwald Giemsa 염색하면 세포질의 주변부는 과립성의 호산성이지만 가운데 부위는 과립성의 호염기성으로 염색되는데, 도은염색에서 세포질의 과립은 음성, 중심부의 과립은 양성이었으며, 도은 양성 과립은 Lugol 액에 갈색으로 염색되었다. 분리한 충체를 여과멸균해수에 넣어 20°C에서 배양하였을 엷은 이중막인 시스트막이 형성되면서 2분열을 일으켜 최종적으로 시스트막이 파열되면서 수많은 dinospores가 방출되었다.

병리조직학적으로는 아가미 상피세포의 증생으로 인한 새변의 유착, 곤봉화 및 변형이 일어나 병어는 호흡곤란을 일으키는 것으로 판단되었다.

### 감사의 글

본 연구는 군산대학교 수산과학연구소의 연구비 지원에 의한 대어민 질병 상담업무의 일환으로 수행되었습니다. 또 전북 고창에서 해산어 육상사육증의 질병 발문제로 고초를 겪고 계심에도 불구하고, 흔쾌히 시료를 제공하고 실험에 협조하여 주신 W 사장님께 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

- Brown, E. M.: On *Oodinium ocellatum* Brown, a parasitic dinoflagellate causing epidemic disease in marine fish. Proc. Zool. Soc. London. part 3: 583-607, 1934.
- Brown, E. M. and Hovasse, R.: *Amyloodinium ocellatum* (Brown), a peridinium parasitic on marine fishes. Proc. Zool. Soc. London. 116: 33-46, 1946.
- Cheung, P. J., Nigrelli, R. F. and Ruggieri, G. D.: *Oodinium ocellatum* (Brown, 1931) (Dinoflagellata) in the kidney and other intestinal tissue of pork fish, *Anisotremus virginicus* (L.). J. Fish Dis., 4: 523-525, 1981.
- Jacobs, D. L.: A new parasitic dinoflagellate from freshwater fish. Trans. Am. Microsc. Soc., 65: 1-17, 1946.
- Lom, J. and Schubert, G.: Ultrastructural study of *Piscinoodinium pillulare* (Schaperclaus, 1954) Lom, 1981 with special emphasis on its attachment to the fish host. J. Fish Dis., 6: 411-428, 1983.
- Noga, E. J., Landberg, J. H. and Smith, S. A.: Amyloodiniosis in cultured hybrid striped bass (*Morone saxatilis* X *M. chrysops*) in North Carolina. J. Aquat. Anim. Health, 3: 294-297, 1991.
- Overstreet, R. M.: Parasitic diseases of fishes and their relationship with toxicants and other environmental factors. In; Couch, J. A & Fourine, J. W. (eds) Pathobiology of marine and estuarine organisms, CRC press., 115-120, 1993.
- Paperna, I.: *Amyloodinium ocellatum* (Brown, 1931) (Dinoflagellida) infestations in cultured marine fishes at Eilat, Red Sea: epizootiology and pathology. J. Fish Dis., 3:



- 363-372, 1980.
- Paperna, I.: Reproduction cycle and tolerance to temperature and salinity of *Amyloodinium ocellatum* (Brown, 1931) (Dinoflagellida). *Ann. Parasitol. Comp (Paris)*, 59: 7-30, 1984.
- Paperna, I., Colorni, A., Gordin, H. and Kissil, G. W.: Diseases of *Sparus aurata* in marine culture at Elat. *Aquaculture*, 10: 195-213, 1977.
- Paperna, I. and Laurencin, F. B.: Parasitic infections of sea bass, *Dicentrarchus labrax*, and gilt head sea bass, *Sparus aurata*, in mariculture facilities in France. *Aquaculture*, 16: 173-175, 1979.
- Park, S. W. and Wakabayashi, H.: Activities of glycogen phosphorylase and glycogen synthetase in eel neutrophils. *Gyobyo Kenkyu*, 26: 35-43, 1991.
- Sinderman, C. J.: Principal diseases of marine fish and shellfish. Vol. I. 11. Disease and parasite problems in marine aquarium. Academic Press, NY., 261-277. 1990.
- 지보영, 김기홍, 박수일: 감성돔 (*Acanthopagrus schlegili*)에 기생한 *Amyloodinium* sp. 의 성장에 관한 연구. *한국어병학회지*, 11: 13-22, 1998.

---

Manuscript Received : February 24, 2006

Revision Accepted : April 03, 2006

Responsible Editorial Member : Ki-Hong Kim  
(Pukyong Univ.)