한국어병학회지 제 16 권 제 1 호 (2003)
J. Fish Pathol., 16(1) : 23 ~ 30 (2003)

# 양식 은어의 미포자충 감염예에 대한 병리조직학적 관찰

조병열*·강형길·강효주·류갑민·이재영·박남규**·허민도†
부경대학교 수산과학대학 수산생명의학과·*포항지방해양수산청 영덕수산기술관리소·
**부경대학교 수산과학대학 생물공학과

# Histopathology of a microspridian infection in ayu, *Plecoglossus altivelis*, from southern Korea

**Byong-Youl Cho*, Hyung-Gil Kang, Hyo-Ju Kang, Gab-Min Ryu, Jae-Young Lee, Nam Gyu Park** and Min-Do Huh†**

*Department of Aquatic Life Medicine, College of Fisheries Science, Pukyong National University, Busan 608-737, *Fisheries Technology Institute, Regional Maritime Affairs and Fisheries Office, Yeongdeok-gun Kyeongsang-buk-do 766-800, Korea, **Department of Biotechnology and Bioengineering, College of Fisheries Science, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea*

On September in 1998, a microsporidian infection was recognized in ayu, *Plecoglossus altivelis*, farmed on Kyongnam province of South Korea. Cumulative mortality was around 10% in 10 days. Infected fish which were piping for air near the surface of the water or in the asphyxic, lethargic condition revealed darkening of body and abdominal distention. Numerous whitish nodules up to 3mm in size were observed throughout most of body organs and tissues including gill, operculum, peritoneal wall and organs. Xenomas were also histologically confirmed in multiple internal organs with the evidences suggesting circulatory disturbance. Based on the morphology of spore and xenoma, and the distribution of xenomas in organs and tissues, this disease was diagnosed to be a microsporidiosis caused by *Glugea plecoglossi*. The mortality might be deeply related to the local circulatory disturbance by xemonas rather than the mechano-chemical effect of xenomas on adjacent tissues.

*Key words* : Microsporidian, *Glugea*, Ayu, Xenoma, Histopathology

1998년 9월 말경, 경남지역에서 양식되고 있는 은어 (*Plecoglossus altivelis*)에서 미포자충증이 발생하여 10일 동안에 약 10%에 이르는 누적 폐사율을 보였다. 은어 (*Plecoglossus altivelis*)에서의 미포자충증은 일본에서 이미 보고된 바 있다 (Takahashi and Egusa, 1977a). 우리나라는 일본과 인접해 있을 뿐 아니라 은어 양식도 성행하고 있기 때문에 국내에서도 이미 발생하였을 것이 짐작되지만 아직까지 보고된 바 없다.

어류의 미포자충류는 1800년대 후반부터 보고되기 시작하였으나 (Mràzek, 1899; Doflein, 1898; Hagenmüller, 1899) 발생빈도 및 대량폐사를 일으키는 예가 많지 않아 분류학적 체계는 1963년에 class *Microsporidia Delphy*로 분류되었다 (Dyková, 1995). 그 후 다수의 어종에서 미포자충류의 질병이 보고가 있어 왔다.

미포자충증의 경우, 포자의 생존특성 때문에 치유가 어려운 것으로 되어 있고, 지금까지 몇 가지 화학요법제와 수온조절을 통한 치료방법이 적용되어 왔으나 (Michel *et al.*, 1989 ; Schmahl and Mehlhorn, 1989 ; Takahashi and Egusa, 1977b ; Kim *et al.*, 1996) 성공적인 치료예

†Corresponding Author : Min-Do Huh, Tel. 051-620-6144, Fax. 051-628-7430, E-mail. mindo@pknu.ac.kr

는 아직 없는 것으로 되어 있다.

미포자충에 의한 감염 예방, 치료 및 예후진단을 위해서는 병리발생학적 측면과 유발 병변의 숙주에 미치는 영향을 충분히 숙지하여야 한다. 그런데 본 기생충증에 대한 보고들은 병리조직학적 소견보다는 대부분 기생충 자체의 특성과 이들이 형성하는 시스트를 중심으로 기생충학적 측면에서 검토되어 왔다 (Dyková and Lom, 1980; Takahashi and Egusa, 1977a).

따라서 저자 등은 은어에서의 본 기생충증의 국내 발생보고를 겸하면서 각종 장기에 대한 병리조직학적 관찰을 수행함으로써 본 기생충증이 숙주의 폐사에 이르게 하는 병리학적 영향을 평가하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 임상검사 및 부검

폐사가 일어나고 있는 발병 양어장은 물량이 300톤의 사각수조 5개를 보유하고 있었으며, 수조 당 4,000미씩 총 20,000미를 사육하고 있었다. 5개중 2개의 수조 내에서 일간 200미씩 10일째 폐사가 진행 중이었다. 폐사가 발생하는 수조 내에서 복부팽만 및 체색흑화를 주요 증상으로 하는 병어 7마리(표준체장 약 10 ㎝)를 채집한 후 발증군으로 분류하여 검사에 사용하였다. 한편 폐사가 발생하지 않았던 수조로부터, 무작위로 4마리를 채집한 비발증 대조군(이하 대조군)으로 사용하였다.

채집한 각 은어에 대하여 아가미, 간, 비장, 두신 및 체신에 대해 tryptic soy agar (TSA, Difco), salmonella schigella agar (SS, Difco), thiosulphate citrate bile salt sucrose agar (TCBS, Difco)를 사용하여 세균배양을 실시하였으며, 아가미, 체표, 신장, 비장 및 내장 기관에 대해서 통상적인 방법을 사용하여 외부 및 내부기생충의 감염유무를 조사하였다. 부검 시 내부장기에서 확인된 흰색 결절은, 절취한 후 Gram 또는 Giemsa염색하여 광학현미경으로 검경하였다.

### 병리조직학적 검사

채집한 각 은어의 아가미, 피부, 간, 비장, 신장, 위, 장, 심장, 생식소 및 뇌를 Bouin액에 고정하고, 통상적인 조직처리과정을 거친 후 HE염색을 실시하거나 필요에 따라 PAS, PAS & Giemsa 및 Azan 염색표본을 제작하여 광학현미경 (BX50F4, Olympus, Japan)하에서 관찰하였다.

## 결 과

300톤 물량의 수조 5개 중 2개에서 하루 약 200 마리씩의 폐사가 10일째 진행되고 있었다. 발병시작 당시 수온은 22~4℃였으며, 바이러스성 질병일 것으로 추정하여 수온을 약 17℃로 유지하고 있었다.

폐사가 진행 중인 수조 내에서 입올림을 하거나 빈사상태로 보이는 개체들은 대부분은 체색흑화 및 복부팽만의 증상을 나타내었다. 심한 복부팽만을 보이는 개체들은 정상 체위를 유지하지 못했으며 접촉 시에도 거의 반응이 없었다.

부검 시 발증군 7개체에서는 아가미, 아가미 뚜껑, 내장 장기(간장, 비장, 신장, 심장 및 근육)와 복강벽 및 생식소 내에 직경 1~3 mm의 흰색 결절이 육안으로 확인되었으며, 이들 장기에 심한 울혈 또는 충혈 및 출혈 소견을 동반하고 있었다. 복부팽만 소견은 복강 내 장기에 형성된 다수의 시스트에 기인하였다 (Fig. 1). 대조군의 4개체 모두 육안적으로 이상 소견이 확인되지 않았다.

흰색 결절로부터 얻은 Giemsa 염색표본을 검경한 결과, 타원형의 평균 3.0 (2.7~3.2)×4.9 (4.6~5.2) ㎛의 포자가 확인되었으며, 이 같은 포자는 식세포의 세포질 내에서 관찰되기도 하였다 (Fig. 1.의 inset). 포자의 선단부에는 Giemsa 양성의 polaroplast와 후부의 세포질 내에서는 vacuole이 인정되었다 (Fig. 2). 포자 내의 polaroplast는 조직표본에서 PAS 양성으로 관찰되었다.

모든 개체의 장기로부터 세균은 검출되지 않

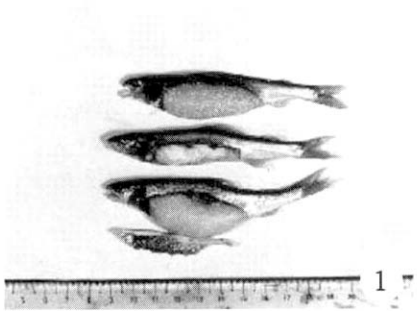

Fig.1. Affected ayu having enormous amount of parasitic xenomas.

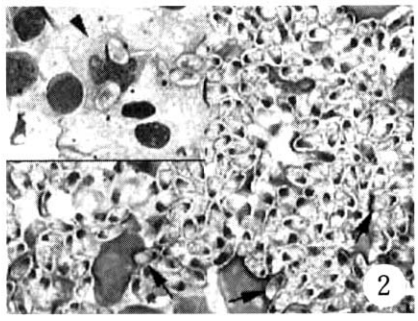

Fig.2. A stained smear from xenoma having intestine. Microsporidian spores showing the egg shape and vacuoles (arrows) at their posterior ends. Inset: Spores swallowed by a phagocyte, Giemsa, × 1000.

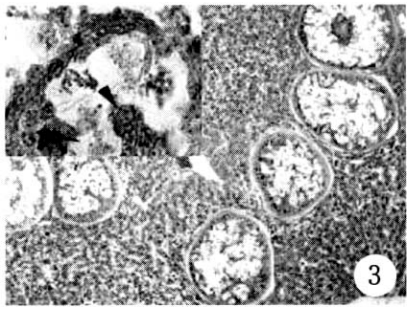

Fig.3. A histological section of liver having xenomas, × 200, HE. Inset : Sporophorous vesicle (arrow) in the sporogonial plasmodium and merogony (arrowhead) in xenoma, HE, × 1000.

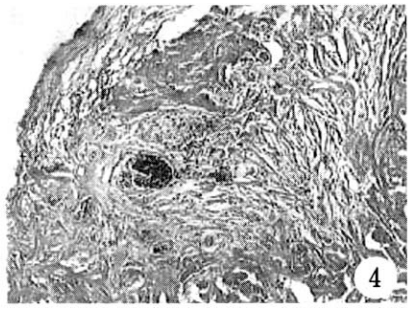

Fig.4. Focal necrosis in ventricular myocardium, HE, × 200.

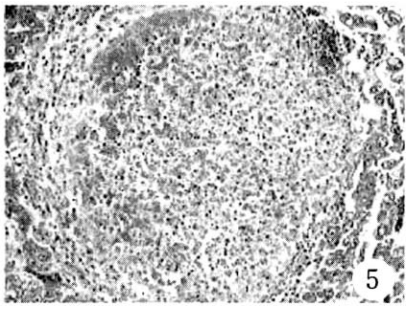

Fig.5. Liquefactive necrosis in hepatic parenchyma, HE, × 200

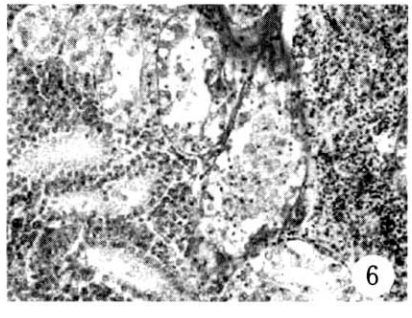

Fig.6. Coagualtive necrosis in renal tubules of body kidney, HE, × 400.

았으며, 다른 종류의 기생충 감염도 없었다. 조직표본에서 시스트는 전형적인 xenoma구조로 그 막은 광학현미경상에서는 호산성 균질 구조의 두 층으로 관찰되었으며 안쪽으로는 각종 성장단계의 포자들과 무정형의 물질들로 채워져 있었다. 포자 사이에는 다수의 원통형 merogony와 원형의 sporogonial plasmodium이 산재하였으며, sporoblast mother cell내에서 multiple fission중인 sporoblast 또한 관찰되었다. 일부 개체의 장기 내에서 형성된 sporogonial plasmodia에서 외막에 얇은 막성의 sporophorous vesicle이 인정되기도 하였다 (Fig. 3). 이러한 xenoma는 발증군 대부분의 아가미, 지방조직, 생식소, 간장, 두신, 체신, 심장, 표피, 비장 및 위장에서 확

인되었다.

대부분의 발증군와 대조군에서 아가미 새변혈관에 울혈소견이 관찰되었다. 발증군 7개체들 중 5개체에서 아가미 1차 또는 2차새변 내의 xenoma가 인정되었으며, 대조구 중 1개체에서도 아가미 새변혈관에서 xenoma가 관찰되었다.

발증군 7개체들 중 5개체에서 심내막 및 심근층에서 xenoma를 관찰할 수 있었으며, 이 중 2개체에서는 한국(限局)성의 심근괴사를 동반하였다 (Fig. 4). 대조군의 2개체에서 심실의 근층 내에서 xenoma가 관찰되었다. xenoma 주위에 조직변성 상은 관찰되지 않았다.

발증군 및 대조군의 모든 개체에서 간장 실질의 위축과 울혈소견을 보였다. 발증군 모두에서는 그 크기에 차이는 있으나 간장의 실질부에 다수의 xenoma가 관찰되었으며, 이 중 두 개체에서는 간장 실질에 섬유소 석출을 동반한 원형의 소형 액화괴사소가 관찰되었다 (Fig. 5). PAS 염색표본에서 이러한 괴사소 내에서 PAS 양성의 포자성분의 동정을 시도하였으나 음성이었다. 대조군 중 2개체에서도 간장의 실질에 미성숙 xenoma가 소수 관찰되었다. 이 경우에서도 xenoma 주위에 조직변성 상은 인정되지 않았다.

대부분의 발증군과 대조군에서 체신의 세뇨관 사이 조혈영역 내 sinus에서 심한 울혈소견이 관찰되었다. 발증군의 7개체 중 3개체의 체신에서 세뇨관 사이 조혈영역에서 xenoma가 관찰되었으며, 이 중 2개체에서는 국소의 세뇨관에 응고괴사 소견이 인정되었다. 대조군에서도 2개체에서 미성숙의 xenoma가 확인되었으며, 이 중 한 개체에서 국소의 세뇨관이 응고괴사 소견을 보였다 (Fig. 6).

발증군 중 4개체에서 두신의 조혈영역 내 성숙한 xenoma의 형성과 sinus내에 심한 울혈 소견이 관찰되었다. 개체에 따라서는 내분비 조직의 간신선 및 크롬친화성 조직에서도 xenoma가 확인되는 경우도 있었다. 비발증 대조군 중 2개체에서는 초기 형태의 xenoma가 조혈영역 및 내분비조직 내에서 관찰되었으며, 이 중 한 개체에서는 심한 울혈소견이 인정되었다.

비장에서는 발증군 중 3개체에서 조혈영역을 중심으로 뚜렷한 xenoma형성과 함께 심한 울혈소견이 인정되었다. 그러나 협조직 모세혈관의 구조에 두드러진 조직학적 변화는 관찰되지 않았다. 대조군 모두 비장에 경미한 울혈 소견은 인정되었으나, xenoma가 형성된 경우는 없었다.

뇌조직에서는 발증군과 대조군의 모든 개체에서 xenoma가 확인되지는 않았으나, 뇌막 및 뇌실질에 충혈 또는 울혈소견이 인정되었다.

발증군의 경우, 7개체 중 5개체에서 난소 내에서 다수의 xenoma가 인정되었으며 xenoma 주위의 난세포는 변성 및 괴사 소견을 동반하고 있었다. 난소 내 xenoma들은 성숙난자와 유사한 크기와 형태를 나타내고 있었다. 이러한 xenoma는 정소 내에서도 관찰되었지만 주위에 조직변성 상은 관찰되지 않았다. 대조군에서는 난소 xenoma가 인정되지 않았다.

위조직에서는 발증군의 4개체에서 위선 상피의 위축소견이 확인되었으나 xenoma 형성은 없었다. 대조군의 2개체에서 위선 상피에 위축소견이 있었으며 이 중 한 개체에서는 근층 내에 xenoma가 확인되었다.

표피에서는 발증군의 2개체에서 근층 내 xenoma가 확인되었으나, 주위 조직변성 소견은 인정되지 않았다. 대조군의 모든 개체에서는 xenoma가 관찰되지는 않았다.

## 고 찰

미포자충은 해수, 담수 및 기수역에 널리 분포되어 있는 세포 내 기생 원충으로 *Pansporoblastina*와 *Apansporoblastina*의 두 아목이 있다. 전자에서는 1과 5속이 있으며, 후자에는 5과 9속으로 나뉘어진다 (Lom and Dyková, 1992). 이 기생충은 종에 따라 어류에 대한 숙주특이성과 세포특이성을 갖는 것으로 알려져 있다. 그 포자는 4℃근처의 낮은 수온에서도 최소한 1년 이상 생존이 가능하며, 이 포자충의 증식 및 감염

에는 사육수의 온도가 절대적인 역할을 하는 것으로 되어 있다 (Dyková and Lom, 1992 ; Dykova, 1995). 발병당시 사육지의 수온이 22~24℃로 본 기생충증이 발생할 수 있는 범위에 있었다고 볼 수 있다.

미포자충증은 부검에서 시스트 내 포자의 광학현미경적 특징에 근거하여 용이하게 진단할 수 있고, 전형적인 xenoma형성 유무, 분포장기의 종류 및 감염 어종에 근거하여 분류학적 위치까지 추정이 가능한 것으로 되어 있다 (Noga, 1996).

조직절편 상에서 확인된 sporophorous vesicle (SPV)은 *Pansporoblastina*아목의 특징이며, xenoma의 형성은 모든 Glugea속의 공통적인 특징의 하나로 되어 있다. 게다가 거의 모든 장기에 xenoma를 형성하는 것은 이 중 G. *plecoglossi* 및 G. *anomala*감염증의 특징이라고 할 수 있다 (Dyková and Lom, 1992; Dyková, 1995). 그러나 포자의 크기 및 형태에서 두 종간을 서로 구별하기는 어렵다. 그렇지만 아직 은어에서 G. *anomala*에 의한 감염이나 감수성에 관한 보고예는 아직 없을 뿐 아니라 거의 모든 장기에 xenoma를 형성하고 있다는 점, 포자의 형태 및 크기, 감염 숙주가 은어라는 점 등으로 미루어 *Glugea plecoglossi* 감염증으로 추정된다.

이번 은어의 미포자충증 발생예는 국내에서 처음 보고되는 것이다. 은어 성어에서 10일간에 약 10%의 누적폐사는 다른 질병 종류에 비교하면 그다지 높은 폐사율이 아니나, 기생충증에 의한 폐사로는 크다할 수 있다. 본 조사결과에서 비발증 개체의 반 수에 해당하는 개체가 이미 감염되어 있었다는 것을 감안하면 그 폐사율은 당시 어체의 건강도에 의존하여 더 높은 폐사율을 초래할 수도 있을 것이다. 따라서, 어체의 감염 전 및 감염 후에 각종 장기 및 조직의 병리조직학적 변화 내용을 숙지해 두는 것은 본 기생충증의 예방, 치료 및 예후 진단에 매우 유용한 정보가 될 수 있을 것으로 사료된다.

발증군 및 비발증군의 어느 예에서도 세균이나 다른 내·외부기생충의 감염이 없었던 점으로 미루어, 폐사 상황은 본 기생충증에 의한 것으로 사료된다.

그런데, 미포자충증에 의한 폐사 예는 그다지 빈번하게 발생하지 않을 뿐 아니라 대부분 자치어에 한정되어 왔다 (Dyková, 1995). 게다가 가까운 일본의 경우에도 미포자충증은 치어에 주로 발생하며, 폐사의 위험성보다는 상품가치의 하락에 따른 영향을 고려해 왔다 (Takahashi and Egusa, 1977a; Kim *et al.*, 1996). 일본의 Takahashi와 Egusa (1977a)는 양식은어의 치어에 발생한 미포자충증을 처음으로 보고하였는데, xenoma의 형성 장기를 조사하였으나 병리조직학적 변화에 대한 언급은 거의 없었다. 또한 Matthews와 Matthews (1980)는 자연산 가자미 (*Scophthalmus maximus*)에 대하여 미포자충 *Tetramicra brevifilum*을 인위 감염시킨 후 미포자충의 세포 내 생활양식을 밝히고자 하였다. 한편 Dyková (1995)는 숙주와 여러 종의 미포자충과의 반응양식을 검토한 보고에서 미포자충에 의한 xenoma가 장폐색, 불임, 근소실 등에 따른 장기의 기능부전을 언급하였지만, 이를 뒷받침하는 병리조직학적 변화 내용에 대하여 언급이 없었다.

이와 같이 본 기생충 감염에 관한 보고 예는 비교적 많지만 따른 병리조직학적 정보가 극히 한정되어 있기 때문에 이번 조사에서 저자 등은 같은 양식장에서 비발증군과 비발증군으로 나누어 각종 장기 및 조직에 대하여 병리조직학적 검사를 병행하여, 감염 내지 발증 전 후의 조직학적 변화 내용을 구분하여 비교 검토함으로써 발병 양식장 은어군의 조직학적 건강도를 판단하고 감염증에 기인한 특이병변을 동정함으로써 이 기생충증의 숙주에 대한 영향을 검토하고자 하였다.

이번 병리조직학적 조사에서 xenoma가 거의 모든 장기 및 조직에서 확인되었으나, 난소를 제외하면 xenoma 에 인접한 조직에 변성변화가 인정된 경우는 없었다. 이는 xenoma 가 인접 조

직에 대한 물리화학적인 영향은 거의 없음을 시사하는 소견이었다. 난소의 경우에 관찰된 난세포의 변성 및 괴사는 정상 난소에서 볼 수 있는 퇴축 난포일 가능성도 배제할 수 없었다. 발증군과 비발증군에서 공통으로 하는 소견으로는 간장실질의 위축과 위선 외분비 상피의 위축이었다. 이 2가지 소견은 본 기생충의 감염 전 어체의 건강도와 관련하여 중요한 소견으로 판단되었다. 발증군에서 확인된 특이적 병변으로 아가미의 이차새변의 울혈, 한국성 심근괴사, 간장실질부의 액화괴사, 두신 및 체신 조혈영역의 심한 울혈, 체신의 국소영역의 세뇨관의 응고괴사 및 비장의 울혈이 확인되었고, 이들 소견 모두 혈류 순환 장애를 뒷받침하는 형태학적 증거로 사료되었다. 일반적으로 *Glugea*감염증에서는 만성적 육아종성 병변을 형성한 다음 치유과정으로 진행된다고 알려져 있기 때문에 (Dyková, 1995), 간장, 심근 및 신세뇨관의 괴사 부위는 제거 중의 xenoma 영역일 가능성이 있다. 그러나 조직학적 검사 결과 포자나 xenoma 잔체가 확인되지 않았기 때문에 이 괴사 부위는 국소 혈류장애에 따른 변성변화의 하나인 것으로 사료되었다.

본 기생충증에서 기생충의 체내 전파는 큰포식세포에 포식됨으로써 이루어지는 것으로 되어 있으나 (Dyková, 1995), 본 조사에서 다수의 예에서 xenoma가 아가미 혈관, 심내막, 비장, 두신 및 체신의 조혈영역 내 혈관계내에 위치하고 있는 것으로 보아 혈류를 통한 전파가 강하게 의심되었다. 또한 이와 같은 소견은 국소혈류장애의 가능성을 뒷받침하는 소견이라고 할 수 있다.

이상의 결과에서, 은어에서 발생한 본 질병은 *Glugea plecoglossi*에 의한 미포자충증으로 확인되었고, 발증군 및 비발증군에 대한 병리조직학적 결과, xenoma 인접 조직에 대한 물리화학적 영향보다는 관련 장기 및 조직에 혈류 순환 장애를 야기함으로써 폐사를 야기하는 것으로 사료되었다.

## 요 약

1998년 9월 말경, 경남 지역의 양식 은어 (*Plecoglossus altivelis*)에서 미포자충증이 발생하였다. 채집 당시, 하루 약 200마리씩의 폐사가 10일째 진행되고 있었으며 약 10%의 누적폐사율을 나타내었다. 병어는 입올림을 하거나 기면상태에 있었으며, 대부분 체색흑화 및 복부팽만 소견을 보이고 있었다. 아가미, 아가미 뚜껑, 각종 내장, 복강벽 및 생식소에 직경 1~3mm의 흰색 결절이 다수 형성되어 있었다. 감염 어종, 기생충의 형태 및 xenoma 분포 장기의 다양성에 근거하여 *Glugea plecoglossi*에 의한 감염증으로 추정되었다. 병리조직학적 검사를 실시한 결과, 광범위한 장기에 걸쳐 xenoma를 형성하고 있었으나 xenoma 인접조직에 변성 변화는 없었다. 아가미 새변, 비장, 두신 및 체신의 조혈영역에 심한 울혈 소견이 인정되었고, 간장, 심근 및 신세뇨관 국소에는 응고 내지 액화괴사 소견이 확인되었다. 따라서, xenoma의 인접조직에 대한 물리화학적인 영향보다는 xenoma형성 장기 및 조직에 야기된 국소 순환장애가 은어의 폐사와 직접적인 관련을 갖는 것으로 사료되었다.

## 참 고 문 헌

Awakura, T. : Studies on the *Plistophora* disease of salmonid fishes - Ⅰ. Observation on the state of the occurrence and the cause in Chitose river in Hokkaido. Sci. Rep. Hokkaido Fish Hatchery, 20 : 3-27, 1965.

Awakura, I. and Kurahashi, S. : Studies on the *Plistophora* disease of salmonid fishes - Ⅱ. On prevention and control of the disease. Sci. Rep. Hokkaido Fish Hatchery, 22 : 51-68, 1967.

Canning, E.U. and Lom, J. : The microsporidia of vertebrates, pp. 289, Academic Press, London, UK, 1986.

Doflein F. : Studien zur Naturgeschichte der Protozoen. Ⅲ. Über Myxosporidien. *Zoologisches jahrbuch. Abteilung Anatomie*, 11 : 281-350, 1898.

Dyková, I. and Lom, J. : Tissue reactions to microsporidian infections in fish. J. Fish Dis., 3 : 265-283, 1980.

Dyková, I. : Phylum Microspora in: *Fish Diseases and Disorders* (Volume 1 Protozoan and metazoan infections), pp.149-179, Woo, P.T.K., Cab International, Wallingford, UK, 1995.

Hagenmüller, M. : Sur une nouvelle Myxosporidie, *Nosema stephani*, parasite du *Flesus passer Moreau, Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* 129 : 836-839, 1899.

Kim, J.H., Ogawa, K., Takahashi, S. and Wakabayashi, H. : Elevated water temperature treatment of ayu infected with *Glugea plecoglossi* : apparent lack of involvement of antibody in the effect of the treatment. Fish Pathol., 32(4) : 199-204, 1997.

Kim, J.H., Yokoyama, H., Ogawa, K., Takahashi, S. and Wakabayashi, H. : Humoral immune response of ayu, *Plecoglissus altivelis* to *Glugea plecoglossi* (Protozoa : Microspora). Fish Pathol., 31(4) : 215-220, 1996.

Leiro, J., Bos, J., Iglesias, R., Estevez, J., Fernandez, J. and Sanmartin, M.L. : Experimental infection of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) with a microsporean parasite (*Glugea atherinae* Berrebi 1979) of the sand smelt (*Atherina presbyter* C.). Aquaculture, 118 : 1-7, 1993.

Lom, J. and Dyková, I. : Protozoan parasites of fishes. Developments in aquaculture and fisheries science, 26 : 125-157, 1992.

Matthews, R.A. and Matthews, B.F. : Cell and tissue reactions of turbot *Scophthalmus maximus*(L.) to *Tetramicra brevifilum* gen.n., sp.n. (Microspora) J. Fish Dis., 3 : 495-515, 1980.

Michel, C., Maurand, J., Loubés, C., Chilmonczyk, S. and de Kinkelin, P. : *Heterosporis finki*, a microsporidian parasite of the angel fish *Pterophyllum scalare*: pathology and ultrastructure. Dis. Aquat. Org., 7 : 103-109, 1989.

Mràzek, A. : Sporozoenstudien Ⅱ. *Glugea lophii* Doflein. *Sitzungsberichte der königlichen böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe*, 34 : 1-8, 1899.

Noga, E.J. : Fish disease, diagnosis and treatment, pp.188-191, Mosby. St. Louis, Missouri, US, 1996.

Schmahl, G. and Mehlhorn, H. : Treatment of fish parasites. 6. Effects of sym. triazinone (toltrazuril) on developmental stages of *Glugea anomala*, Moniez 1887 (Microsporidia) : a light and electron microscopic study. Eur. J. Parasitol., 24 : 252-259, 1989.

Takahashi, S. and Egusa, S. : Studies on *Glugea* infection of the ayu, *Plecoglossus altivelis*- Ⅰ. Description of the *Glugea* and a proposal of a new species, *Glugea plecoglossi*. Fish Pathol., 11(4) : 175-182, 1977a.

Takahashi, S. and Egusa, S. : Studies on *Glugea* infection of the ayu, *Plecoglossus altivelis*- Ⅱ. On the prevention and treatment. Fish Pathol., 11(2) : 83-88, 1976.

Takahashi, S. and Egusa, S. : Studies on Glugea infection of the ayu, *Plecoglossus altivelis*- Ⅲ. Effect of water temperature on the development of xenoma of *Glugea plecoglossi*. Fish Pathol., 11(4) : 195-200, 1977b.

Takahashi, S. and Ogawa, K. : Efficacy of elevated

water temperature treatment of ayu infected with the microsporidian *Glugea plecoglossi*. Fish Pathol., 32(4) : 193-198, 1997.

Manuscript Received : January 9, 2003
Revision Accepted : March 8, 2003
Responsible Editorial Member : Jin-Woo Kim (NFRDI)