

자연산 송어 (*Mugil cephalus*)의 *Myxobolus* sp. 감염증

김위식 · 이무근* · 박경희 · 정성주 · 오명주†

여수대학교 수산생명의학과, *국립수산과학원 남해수산연구소

The infection of *Myxobolus* sp. in wild mullet, *Mugil cephalus*

Wi-Sik Kim, Mu-Kun Lee*, Kyung-Hee Park, Sung-Ju Jung and Myung-Joo Oh†

Department of Fish Pathology, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea

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

The mortality of wild mullet, *Mugil cephalus* was detected in Kwang-Yang bay on February, 2002. The mullet were infected with *Myxobolus* sp., the cysts of *Myxobolus* sp. were found in the mesentery, liver, gill and pharyngeal pocket. The histological findings suggested a systemic infection by the *Myxobolus* sp.. The spores were measured 10-12 (10.9) μm in length, 9-10 (9.4) μm in width, 6.4-7.2 (6.8) μm in thickness, with polar capsules of 4-5.2 (4.4) μm in length and 2.5-3.3 (2.9) μm in width.

Key words : Mullet, *Myxobolus* sp., Cyst, Spore, Plasmodium

원생 생물계에 속하는 Myxosporeans는 산업적으로 중요 양식 어종에 심한 감염과 질병을 일으키는 병원체로 인식되어 있고, 1100여종이 어류에 감염된다고 보고되어 있다 (Lom and Arthur, 1989). 또한 자연계에 서식하는 야생 어류에서도 심한 병변을 유발하고 있으며, 몇몇 종들은 판새류, 칠성장어 및 무척추 동물에서 보고되어 있다 (Lom and Dyková, 1995).

어류에 감염되는 다양한 *Myxobolus* spp.는 피부, 비늘, 아가미, 장관 등의 특이 장기에 국한되어 감염되는 장기 특이성을 나타낸다. 이중 송어과 어류에 감염되는 *Myxobolus* spp.는 일본, 호주, 이스라엘, 포르투갈 및 튀니지 등지에서 보고되어 있고, 전신성 감염을 일으키며, 주로 아가미, 피부 및 장관 조직 등에 감염된다 (Paperna and Overstreet, 1981 ; Langdon, 1990; Bahri and Marques, 1996). *Myxobolus* spp.에 감염된 송어는 척추 만곡, 비늘 부식 등의 증상을 수반하며, 전신적인 감염으로 진행됨에 따라 쇠

약해지며, 새궁의 연골 조직이 약해지고 새판의 혈관이 막히기도 하는 개체도 관찰된다 (Rothwell *et al.*, 1997 ; Bahri and Marques, 1996 ; Egusa *et al.*, 1990 ; Maeno *et al.*, 1990).

2002년 2월 광양만에서 자연 서식하는 송어에서 폐사가 발생하여, 그 원인을 조사한 결과, 세균이나 바이러스는 검출되지 않았으나 *Myxobolus* sp.의 감염이 확인되었다. 본 연구는 연안 해수중에 자연 서식하는 송어에서 발생된 포자충의 기생을 병리조직학적 검사를 통하여 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

2002년 2월말에서 3월초에 걸쳐 연안 수온의 변동이 심한 시기에 광양만 기수지역에서 서식하던 자연산 송어가 폐사되어 수면 위에 다수의 폐사어가 관찰되었다. 폐사 원인을 밝히기 위하여 이들 개체 중 힘없이 유평하는 송어 (체장

†Corresponding Author : Myung-Joo Oh, Tel. 061-659-3173, Fax. 061-659-3173, E-mail : ohmj@yosu.ac.kr

20~23 cm) 6마리를 채집하여, 실험실로 이동 후 해부검사를 실시하였다. 또한 상법에 따라 BHI (brain heart infusion, Difco) 배지를 이용하여 세균의 분리 배양을 시도하였고, FBS 10% 첨가 MEM으로 배양한 CHSE-214, FHM 주화세포로 바이러스를 검출하고자 배양하였다.

포자충 검사

채집된 샘플들은 해부 후 모든 장기에 대해 육안 및 광학현미경으로 검경하여 포자충을 검사하였고, 병어의 cyst로부터 얻은 fresh 포자 (n=25)는 형태학적 특성을 Lom and Arthur (1989)의 방법에 준하여 관찰하였다. 또한 포자 관찰을 용이하게 하기 위해 Giemsa 염색을 병행하였다.

병리조직학적 검사

병리조직학적 검사를 위해 모든 장기를 10%

중성 포르말린액에 고정한 후 상법에 따라 조직 절편을 만들어 hematoxylin-eosin (H-E) 및 Giemsa 염색을 실시하여 광학현미경으로 병리조직학적 관찰을 실시하였다.

결 과

감염 원인체

채집한 개체들은 외관상 특이한 병변을 보이지 않았으며, 현미경 관찰에서 일부 개체는 아가미에 백점충, 트리코디나, 요각류의 경미한 감염상이 확인되었다. 해부 결과 장간막에 견고한 유백색의 다양한 형태의 좁쌀만한 포자충 cyst가 다수 형성되어 있었으며, 이 cyst는 아가미 표면, 인두낭 및 간의 실질조직에서도 확인할 수 있었다 (Fig. 1).

아가미 표면에 부착한 cyst를 절취하여 검경한 결과 포자를 확인할 수 있었다. 포자는 난형

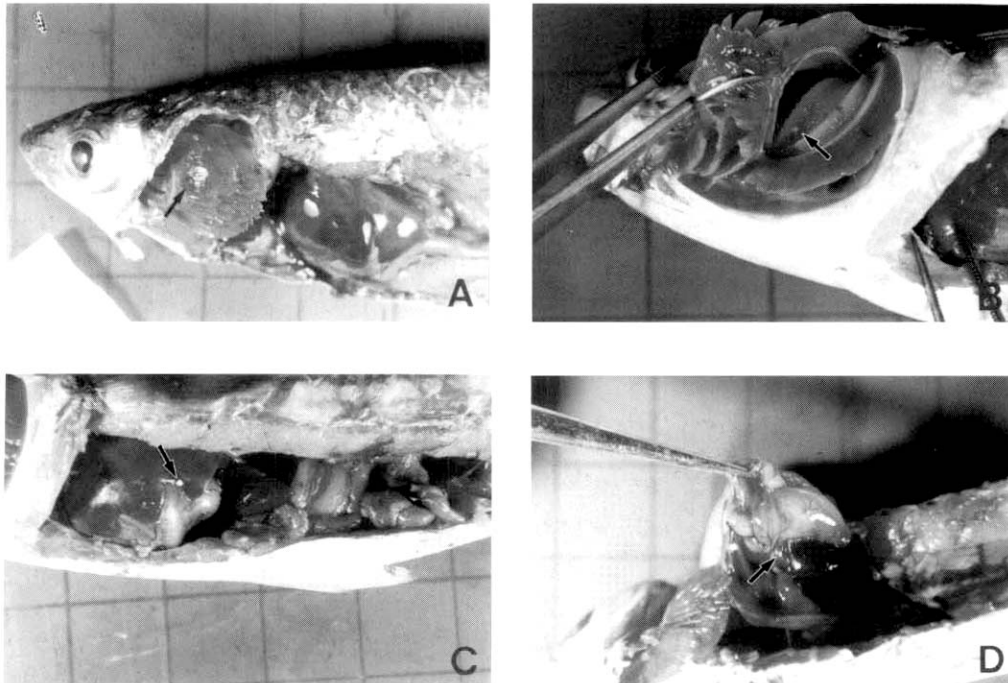


Fig. 1. *Myxobolus* sp. cysts (arrows) in gill filament (A), pharyngeal pocket (B), liver (C) and mesentery (C, D) of mullet, *Mugil cephalus*.

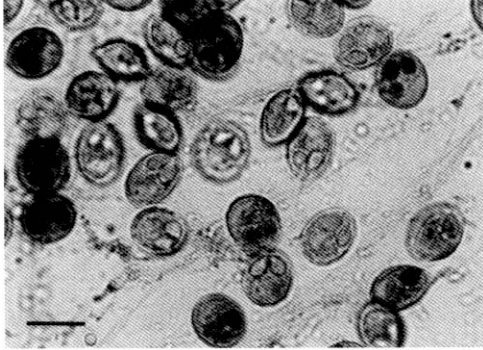


Fig. 2. *Myxobolus* sp. spores on a fresh preparation (Giemsa, bar=10 μ m).

또는 짧은 타원형으로 길이 10-12 (10.9) μ m, 폭 9-10 (9.4) μ m, 두께 6.4-7.2 (6.8) μ m이었으며, 선단부에 위치한 거의 유사한 크기의 2개의 극낭은 길이 4-5.2 (4.4) μ m, 폭 2.5-3.3 (2.9) μ m로서 한쪽 끝을 향하여 모여 있었다. 포자내의 극낭은 Giemsa 염색시 짙은 남색으로 염색되었다 (Fig. 2). 극낭의 수와 형태 그리고 포자의 크기 등의 형태학적 특징으로 미루어 *Myxobolus* sp.임을 확인하였다.

모든 개체에서 세균과 바이러스는 분리되지 않았다.

병리조직학적 관찰

조직절편의 광학현미경적 관찰 결과, 조사 대상 송어의 위장관, 인두낭, 아가미, 근육, 비장, 심장, 체장 및 간의 혈관과 실질 조직내에서 *Myxobolus* sp.의 감염이 확인되었다. 또한, 감염 주위의 실질조직 괴사와 울혈을 특징으로 하는 병변을 확인할 수 있었다.

병리학적으로 가장 심한 병변을 보인 조직은 장관으로서 전장으로부터 후장에 이르기까지 근육층과 점막하층에 국소적으로 작은 plasmodia에 의한 감염이 있었고, 이들의 Giemsa염색 관찰에서 짙은 남색으로 염색되는 2개의 극낭을 지닌 포자의 형태가 확인되었다. 또한 점막 상피층에서 유주하거나 강내로 탈락한 포자체와 작은 plasmodium이 확인되었다 (Fig. 3A).

근육층과 점막하층에 울혈이 보였으며, 이들 점막하층에는 다양한 염증성 세포가 침윤되어 있었다. 일부 개체에서는 점막하층에서 장 상피에 이르기까지 광범위한 점막조직의 탈락 및 이와 관련된 출혈과 괴사가 관찰되었다. 탈락한 조직 내에서는 성숙과정 중으로 보이는 plasmodium이 확인되기도 하였다 (Fig. 3B). 그러나, plasmodium에서 기인된 육아종 형성과 같은 진행성 병변은 확인할 수 없었다. 위의 종주근층에서도 작은 크기의 plasmodia가 관찰되었으나 이와 관련된 조직의 특이적인 병변은 관찰되지 않았다.

간에서는 다수의 발달중인 포자를 함유한 대형의 plasmodium (Fig. 3C)과 단독으로 존재하는 포자들이 관찰되었다. 혈관 주위로 *Myxobolus* sp.에 의한 실질세포의 국소적 괴사가 관찰되었으며 (Fig. 3D), 황색색소가 산재된 울혈이 관찰되었다. 그러나 장관에서와 마찬가지로 plasmodium에 기인한 육아종 형성은 관찰할 수 없었다.

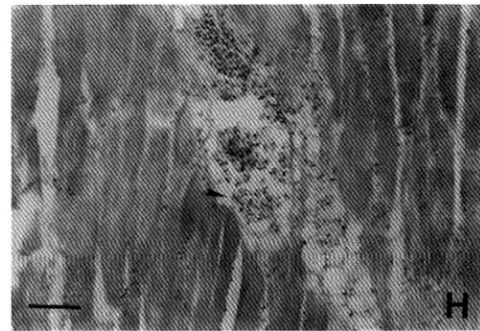
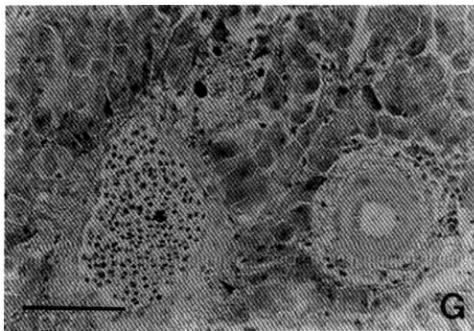
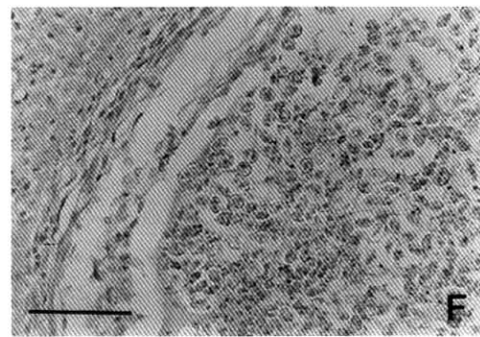
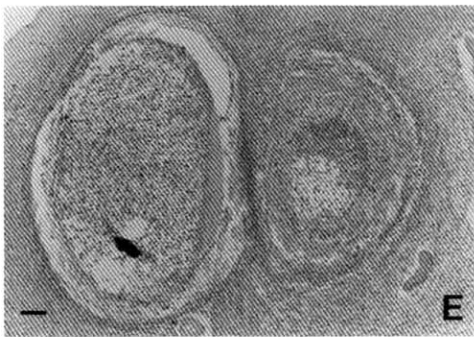
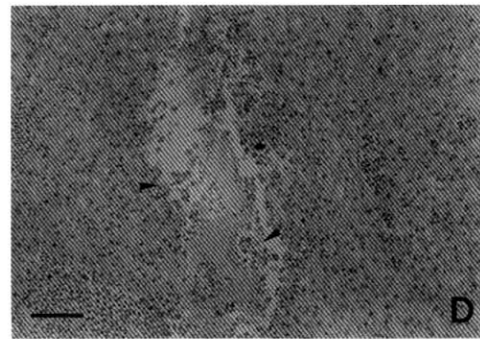
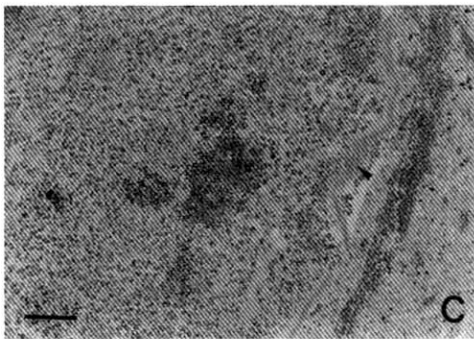
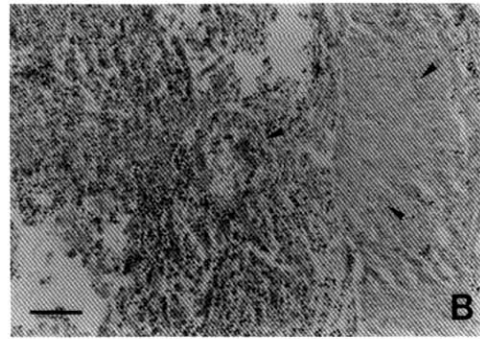
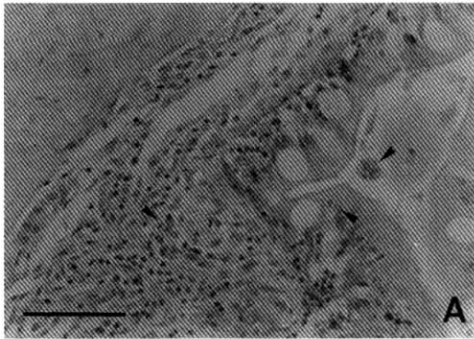
인두낭의 결합조직에서는 성숙한 포자뿐만 아니라 다수의 발달중인 plasmodium이 확인되었다. 특징적으로 plasmodium을 둘러싸는 뚜렷한 육아종성 염증반응 (Fig. 3E, 3F)이 관찰되었으나 주위 조직의 변성은 확인되지 않았다.

체장에서는 주로 혈관 주변부에 포자체가 기생하고 있었으며, 총체 주위로 선세포의 국소적 괴사가 나타났다 (Fig. 3G).

피부의 근육층에서도 혈관을 중심으로 포자체가 관찰되었고 총체 주위로 괴사된 근세포가 확인되었다 (Fig. 3H).

비장에서는 전반적으로 협조직이 비후되어 있었고 협조직 및 비수의 국소적인 괴사가 관찰되었다. 또한, 비장피막 하층에서 현저한 염증세포의 침윤이 관찰되었고, 혈관 및 협조직 내에는 황색색소가 다수 침착되어 있었다. 포자체는 실질 조직내에서 국소적으로 관찰되었다 (Fig. 3I).

아가미에서는 전반적인 괴사와 새엽 상피세포의 박리 및 부종이 관찰되었으며, 백점층, 트리코디나 및 요각류에 속하는 외부 기생충류들의



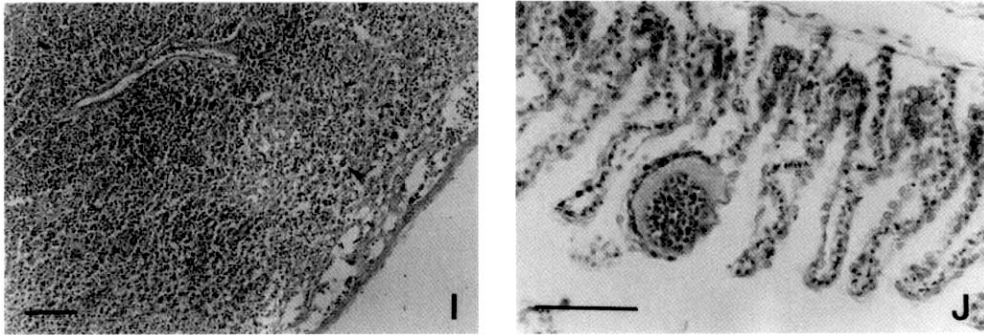


Fig. 3. Histological section of *Mugil cephalus* infected with *Myxobolus* sp. (H & E, bar=50 μ m).

A, The *Myxobolus* sp. (arrowhead) in the mucosal and submucosal layers, and small plasmidium in the intestinal lumen. B, Affected intestine showing desquamation and inflammatory response in the mucosal and submucosal layers. A group of small plasmodia (arrowhead) of *Myxobolus* sp. in muscular layer and plasmodium (arrowhead) in mucosal layer of the intestine. C, A large plasmodium containing developing spores with thin pseudopodia (arrowhead) inside the liver. D, The *Myxobolus* sp. (arrowhead) infected liver, caused necrosis in the parenchyma cell. E, Two cysts of *Myxobolus* sp. in the pharyngeal pocket. F, Detail of a cyst. G, *Myxobolus* sp. (arrowhead) in pancreas. The acinar cells were necrotic. H, *Myxobolus* sp. (arrowhead) infected in necrotic lateral muscle. I, *Myxobolus* sp. (arrowhead) in spleen. J, Plasmodium surrounded by epithelial cells in gill lamellae.

경미한 감염상을 확인할 수 있었다. 아울러 아가미 상피세포로 둘러싸인 plasmodium이 관찰되었고 (Fig. 3J), 이들 충체는 혈관내에서도 확인되었다. 동맥구의 심외막 근처에 위치한 지방 조직에서 포자체가 확인되었지만, 주위 조직의 변성은 확인되지 않았으며, 신장과 뇌에 있어서는 충체 및 이와 관련된 특이적인 병변은 관찰되지 않았다.

고 찰

Molnár (1994)는 Myxosporean을 숙주특이, 조직특이, 기관 특이적인 기생충이라고 보고하였고, 이들 중 일부 Myxosporean은 어체를 숙주로 하여 심한 감염증을 일으킨다고 보고하였다 (Branson *et al.*, 1999 ; Chen *et al.*, 2001 ; Tun *et al.*, 2002).

본 연구에서는 자연산 송어를 대상으로 감염증을 유발하는 Myxosporean의 기생에 대하여 보고하고자 하였다. 송어에 감염증을 일으키는

Myxobolus sp.가 뇌와 신장을 제외한 전신에서 관찰되었으며, 충체의 길이가 10-12 μ m이고, 폭이 9-10 μ m이며, 충체내에 길이 및 폭이 각각 4-5.2 μ m 및 2.5-3.3 μ m인 2개의 극낭을 가지고 있었다. 이들 충은 기존에 보고된 송어 유래의 Myxosporean충과는 감염 부위와 형태학적으로 차이를 보였다 (Table 1). 송어의 새엽에서 관찰된 *M. mülleri* Bütschli, 1882와는 포자 길이 10-12 μ m, 폭 9-11 μ m, 극낭의 길이 4-5 μ m, 폭 2-3 μ m로 가장 유사한 크기를 보였으나 감염 부위에는 차이를 보였다. *M. spinacurvatura*와는 포자 길이 10.5-12.5 μ m, 폭 9-11 μ m, 극낭의 길이 3.5-5 μ m, 폭 2.5-3.5 μ m로 크기는 유사하였지만 척추 만곡을 일으키는 발병 특징과 충체가 주로 장간막과 뇌에 감염되는 특성에서 차이를 보였다. 송어의 전신 감염으로 알려진 *M. episquamalis*와는 포자의 크기에 있어서 분명한 차이가 있음을 알 수 있었다.

Molnar and Kovács-Gayer (1985)는 잉어과 어류에 기생하는 포자충인 *M. cyprini*가 숙주의 혈

Table 1. Spore dimension (μm) of *Myxobolus* sp. in this study and related species of *Myxobolus* infecting *Mugil cephalus*

Species of Myxosporean	Localization in host body	Spore		Polar capsule		Reference
		Length	Width	Length	Width	
<i>Myxobolus</i> sp.	Gill filaments, Pharyngeal pocket, Liver, Mesentery	10-12	9-10	4-5.2	2.5-3.3	Present paper
<i>M. mülleri</i> Butschli, 1882	Gill filaments	10-12	9-11	4-5	2-3	Lom & Dyková, 1994
<i>M. episquamalis</i>	Scales	7.5-9.5	6-7.5	3.8-5	2-3	Egusa <i>et al.</i> , 1990
<i>M. spinacurvatura</i>	Mesentery, Brain	10.5-12.5	9-11	3.5-5	2.5-3.5	Maeno <i>et al.</i> , 1990
<i>M. cephalis</i> Iversen	Brain meninges, Gill arches, Buccal cavity, Jaw bone	14-15	10-11	4-5	3-4	Iversen <i>et al.</i> , 1971
<i>M. ichkeulensis</i>	Gill arches	13-14	12-13	5-6	4-4.3	Bahri & Marques, 1996
<i>M. bizerti</i>	Gill lamellae			6-7	5.5-6	Bahri & Marques, 1996

류를 타고 몸 전체로 확산된다고 보고한 바 있다. 본 연구에서는 감염 총체가 체내 대부분의 혈관계 조직과 혈관 주위 조직에서 관찰되므로, 감염 총체의 확산은 *M. cyprini*의 경우와 매우 유사한 경로로 이루어지는 것으로 생각된다.

소화관내에 기생하는 일부 Myxosporean는 숙주에 대해 심한 병원성을 가지고 있다. Branson *et al.* (1999)은 가자미류에서 장조직 특이성을 가진 Myxosporean의 감염에 의한 대량 폐사를 보고한 바 있다. 병어는 장관에 심한 염증이 나타나고 일부 개체는 장 상피가 완전히 박리되며, 이들 박리된 상피조직 잔유물과 Myxosporean parasite가 소화관 내강에서 관찰되었다. 또한 *Ceratomyxa shasta*는 자연산 및 양식산 연어에 기생하여 심한 염증성 반응을 일으키며 (Bartholomew *et al.*, 1989), *Leptotheca fugu*는 양식산 북어에 기생하여 점막 고유층에서 염증성 세포의 침윤과 장 상피의 박리를 일으키는 것으

로 알려져 있다 (Tun *et al.*, 2002). 본 연구에서도 *Myxobolus* sp.가 장관 조직에 감염되어 심한 병변을 일으켰다. 즉 장의 점막하층에서 염증성 세포의 침윤이 관찰되었으며, 점막하층에서 장 상피에 이르기까지 광범위한 점막조직의 탈락 및 이와 관련된 출혈과 괴사를 확인할 수 있었다. 또한 소화관 외에도 간, 췌장, 비장, 피부, 아가미 조직 등에서 *Myxobolus* sp.에 의한 괴사 병변이 확인되었으며, 인두낭에서는 육아종 형성이 특이적으로 관찰되었다. 이러한 병변들은 자연산 송어의 삼투조절의 장애와 영양소 흡수에 따른 기능장애를 일으킬 것으로 추정된다.

결론적으로, 포자충의 심한 감염과 감염부위의 뚜렷한 병리적 증상, 다른 특이 병원체의 미검출을 토대로 자연산 송어의 폐사 원인으로 포자충이 연관되어 있다고 추정된다.

Rothwell *et al.* (1997)에 의하면, 송어에 감염되는 *Myxobolus episquamalis*는 중간숙주와 몇 가

지의 생물학적인 요구로 인해 기수보다 해수 환경에서 감염 빈도가 더 높게 나타나며, 성적으로 성숙한 송어의 경우 산란에 의한 스트레스로 인해 감염에 대한 감수성이 높은 것으로 보고한 바가 있다. 이렇듯 환경 요인의 변동과 숙주의 상태에 따라 포자충의 감수성이 결정되기도 하므로, 본 연구에 사용된 자연산 송어는 연안 수온의 변동이 심한 시기에 채집되었기 때문에 포자충 감염 원인이 이러한 이유와 관련되어 있는지에 대한 연구가 앞으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

요 약

2002년 2월 광양만에서 자연 서식하는 송어에서 폐사가 발생하였다. 그 폐사 원인을 조사하는 과정에서 *Myxobolus* sp.의 감염을 확인하여, 본 연구에서는 병리조직학적 검사를 통한 *Myxobolus* sp.의 감염증을 보고하게 되었다. *Myxobolus* sp.의 cyst는 송어의 장간막, 간, 아가미 및 인두낭에서 관찰되었으며, 병리조직학적 검사에서 *Myxobolus* sp.의 전신 감염을 확인할 수 있었다. 감염 총체는 길이 10-12 μm , 폭 9-10 μm , 두께 6.4-7.2 μm 의 크기로서 체내에 길이 4-5.2 μm , 폭 2.5-3.3 μm 의 2개의 극낭을 가지고 있었다.

참 고 문 헌

- Bahri, S. and Marques, A. : Myxosporean parasites of the genus *Myxobolus* from *Mugil cephalus* in Ichkeul lagoon, Tunisia: description of two new species. *Dis. Aquat. Org.*, 27 : 115-122, 1996.
- Bartholomew, J.L., Smith, C.E., Rohovec, J.S. and Fryer, J.L. : Characterization of a host response to the myxosporean parasite, *Ceratomyxa shasta* (Noble), by histology, scanning electron microscopy and immunological techniques. *J. Fish Dis.*, 12 : 509-522, 1989.
- Branson, E., Riaza, A. and Alvarez-Pellitero, P. : Myxosporean infection causing intestinal disease in farmed turbot, *Scophthalmus maximus* (L.), (Teleostei : Scophthalmidae). *J. Fish Dis.*, 22 : 395-399, 1999.
- Chen, S.C., Kou, R.J., Wu, C.T., Wang, P.C. and Su, F.Z. : Mass mortality associated with a *Sphaerospora*-like myxosporidean infestation in juvenile cobia, *Rachycentron canadum* (L.), marine cage cultured in Taiwan. *J. Fish Dis.*, 24 : 189-195, 2001.
- Egusa, S., Maeno, Y. and Sorimachi, M. : A new species of Myxozoa, *Myxobolus episquamalis* sp. n. infecting the scales of the mullet, *Mugil cephalus* L. *Fish Pathol.*, 25 : 87-91, 1990.
- Iversen, E.S., Chitty, N. and Van Meter, N. : Some Myxosporidia from marine fishes in south Florida. *J. Protozool.*, 18 : 82-86, 1971.
- Langdon, J.S. : Major protozoan and metazoan parasitic diseases of Australian finfish. Fin fish disease. *Proceedings 128*, pp. 233-255, In Bryden, D.I., University of Sydney Post Graduate Committee in Veterinary Science, 1990.
- Lom, J. and Arthur, J.R. : A guideline for the preparation of species descriptions on Myxosporidia. *J. Fish Dis.*, 12 : 151-156, 1989.
- Lom, J. and Dykova, I. : Studies on Protozoan parasites of Australian fishes III. Species of genus *Myxobolus Bütschli*, 1882. *Eur. J. Protistol.*, 30 : 431-439, 1994.
- Lom, J. and Dyková, I. : Myxosporidia (Phylum Myxozoa). *Fish Diseases and Disorders*, Vol. 1, pp. 97-148, Woo, P.T.K., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1995.
- Maeno, Y., Sorimachi, M., Ogawa, K. and Egusa, S.

- : *Myxobolus spinacurvatura* sp. n. (Myxosporea : Bivalvulida) parasitic in deformed mullet, *Mugil cephalus*. Fish Pathol., 25 : 37-41, 1990.
- Molnár, K. and Kovács-Gayer, É. : The pathogenicity and development within the fish host of *Myxobolus cyprini* Doflein, 1989. Parasit., 90 : 549-555, 1985.
- Molnár, K. : Comments on the host, organ and tissue specificity of fish myxosporeans and on the types of their intrapiscine development. Parasitologia Hungarica, 27 : 5-20, 1994.
- Paperna, I. and Overstreet, R.M. : Parasites and diseases of mullets (Mugilidae), Aquaculture of grey mullets. pp. 411-493, Oren, O.H., Cambridge University Press, London, 1981.
- Rothwell, J.T., Virgona, J.L., Callinan, R.B., Nicholls, P.J. and Langdon, J.S. : Occurrence of cutaneous infections of *Myxobolus episquamalis* (Myxozoa : Myxobolidae) in sea mullet, *Mugil cephalus* L, in Australia. Aust. Vet. J., 75(5) : 349-352, 1997.
- Tun, T., Ogawa, K. and Wakabayashi, H. : Pathological changes induced by three myxosporeans in the intestine of cultured tiger puffer, *Takifugu rubripes* (Temminck and Schlegel). J. Fish Dis., 25 : 63-72, 2002.

Manuscript Received : December 18, 2002

Revision Accepted : March 14, 2003

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