

<Note>

*Aeromonas veronii*의 실험적 감염에 의한 양식 메기, *Silurus asotus*의 병리학적 변화

김진도 · 도정완 · 최혜승 · 서정수 · 정승희 · 조혜인
박명애¹ · 이남실^{2,*} · 박성우³

국립수산과학원 전략양식연구소 병리연구과, ¹국립수산과학원 기반연구부 수산생물방역과,
²국립수산과학원 전략연구단, ³군산대학교 해양과학대학 수산생명의학과

Pathological Changes in Cultured Korean Catfish (*Silurus asotus*) Artificially Infected with *Aeromonas veronii*

Jin-Do Kim, Jeong-Wan Do, Hye-Sung Choi, Jung-Soo Seo, Sung-Hee Jung,
Hye-In Jo, Myung-Ae Park¹, Nam-Sil Lee^{2,*} and Sung-Woo Park³

Pathology Division, Aquaculture Research Institute, National Fisheries Research &
Development Institute, Busan 619-705, Korea

¹Aquatic Life Disease Control Division, NFRDI, Busan, Korea

²New Strategy Research Center, NFRDI, Busan, Korea

³Department of Aquatic Life Medicine, Kunsan National University, Gunsan 573-701, Korea

Abstract - Recently, a new disease showing symptoms such as epidermal exfoliation and muscular necrosis occurred in cultured Korean catfish. Although the mortality of fishes was low but the economic damages owing to loss of commercial value were severe. The authors isolated the causative agent from diseased fish and observed pathological changes both in naturally and artificially infected fish. The causative bacteria was identified as *Aeromonas veronii*. Subsequently we observed the daily death and pathological symptoms of artificially infected fish with *Aeromonas veronii*. Symptoms of artificially infected fish were similar to those of naturally infected fish and all fish died within 7 days after infection. Histopathological changes on the naturally infected fish revealed severe congestion and necrotic degeneration in the liver, spleen and kidney. Some bacterial aggregates with inflammatory degeneration were observed in the heart, and congestion and fibrosis in the lamina propria of digestive tube were predominant. In artificially infected fish, skin erosion and necrotic degeneration of muscle tissue around injected region were particularly manifested. Degeneration of hepatocytes in liver and hyaline degeneration around ellipsoids in spleen were partially observed. However, there were no predominant signs in digestive tube in artificially infected fish.

Key words : *Aeromonas veronii*, experimental infection, catfish, pathological change

*Corresponding author: Nam-Sil Lee, Tel. 051-720-2181,
Fax. 051-720-2189, E-mail. nslee90@naver.com

서 론

Aeromonas spp.는 수서 생태계에 상재하는 균으로서 사람을 비롯하여 파충류, 어류 등에 질병을 유발하는 균으로 알려져 있다 (Joseph and Carnahan 1994; Park and Oh 2011). 또한 이들은 계통분류학적으로 매우 복잡하여 그 분류체계가 확립되지 않은 그룹이다 (Janda and Abbott. 2010). 담수어에 있어서 운동성 *Aeromonas* 감염증은 가장 흔한 질병이면서 조건성인 질병이다. 그 원인균의 일종인 *Aeromonas veronii*는 인간에게도 간혹 설사를 일으키는 세균으로 알려져 있다 (Gonzalez *et al.* 2002). 이 균은 어류에 epizootic ulcerative syndrome (EUS)을 일으키는 것을 특징으로 하는 병원균으로서 국내에서의 그 연구의 예가 그리 흔하지 않다. 미국의 Maryland주의 gizzard shad (*Dorosoma cepedianum*)이라는 야생의 물고기로부터 1987년에 어류의 병원세균으로 분리된 바 있다 (Torazo *et al.* 1986). 또한 일본의 강에 서식하는 물고기의 장내의 *Aeromonas* 균의 분포를 조사한 결과, *Aeromonas veronii*가 가장 높은 비율로 나타났다 (Sugita *et al.* 1995). 국내에서는 가물치에서 최초로 분리되어 질병의 원인균에 대한 병리조직학적 및 분자생물학적으로 검토된 바 있으며 (Lee 1992; Lee *et al.* 1993; Kang and Lee 2000), 국내의 이스라엘잉어에서는 처음으로 epizootic ulcerative syndrome (EUS)이 감염, 발생되어 연구보고된 사례와 그 계통분류학적 분석 및 항생제 내성에 대한 보고가 있다 (Yu *et al.* 2010; Yi *et al.* 2012). 국외의 보고로서는 방글라데시에서 양식되는 수종의 어류로부터 분리되어 유행성 폐양증을 일으키는 원인균으로서 보고되었으며 (Rahman *et al.* 2002), 양식 메기에 감염된 Tetracycline에 내성을 지닌 *Aeromonas veronii*의 생화학적 및 분자생물학적 특성에 대해 보고한 바 있다 (Nawaz *et al.* 2010). 미국에서 양식되고 있던 무지개송어에서 분리되어 그 병원성을 확인한 바 있다 (Orozova *et al.* 2009). 최근에는 감염성 복수증을 나타내는 oscar라는 관상어의 복수로부터 병원성 세균으로 분리하여 그 특성을 보고하였다 (Sreedharan *et al.* 2011). 최근 국내에서 양식중인 메기에 표피가 벗겨지면서 심한 근육의 괴사현상이 일어나는 새로운 질병이 발생하여 그 원인이 되는 세균을 분리하여 *Aeromonas veronii* biotype sobria로 동정하고 그 균을 건강한 메기에 주사하여 병원성을 재현하였기에 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

2011년 8월에 전북 지역의 한 양어장에서 사육중이던 체표에 심한 피부염을 수반한 근육 괴사를 일으키며 죽어가는 메기를 원인균의 분리에 사용하였다. 양식장은 지수식으로서 200~300g의 메기가 각 호지당 평균 10톤 정도 사육되고 있었다. 질병에 의한 폐사는 일일 5~10마리로서 누적폐사량이 전체 사육량의 10%가 넘었다. 근육 괴사 등의 증상을 나타내는 어류를 10마리(평균 전장 26.5cm)를 채집하여 산소 포장하여 살아있는 상태로 국립수산물과학원 연구실로 이송하여 병성감정을 실시하였다. 병어는 대부분 외관상 심한 피부염을 일으키고 있었으며 근육이 노출된 개체도 있었다. 아가미는 빈혈현상이 있었으며, 해부하여 보면 간의 퇴색, 신장의 비대 등이 주로 관찰되었다. 병어는 광학현미경에 의한 기생충 검사 및 RT-PCR에 의한 어류 병원성 바이러스 검사를 실시하였다.

병원성 세균을 분리하기 위하여 병어의 환부 및 조혈 조직으로부터 검체를 취하여 TSA 평판배지에 도말하여 25°C, 24시간 배양한 후, 우점종의 독립된 콜로니를 다른 평판배지에 배양하여 순수 분리하였다. 이를 API 20E 및 20NE 및 VITEK 2 System (bioMerieux 사)를 사용하여 동정하였다. 참조균주로서는 ATCC 35624 (*Aeromonas veronii* biogroup veronii) 및 ATCC 9071 (*Aeromonas veronii* biogroup sobria)을 사용하였다. 항생제 감수성 검사는 Müller-Hinton Agar 배지상에서 디스크 확산법을 적용하였다. 디스크의 종류 및 농도($\mu\text{g disc}^{-1}$)는 Oxytetracycline (30), Oxolinic acid (2), Flumequine (30), Florfenicol (30), Ampicillin (10), Erythromycin (15), Gentamycin (10), Amoxicillin (20), Trimethoprim (1.25), Nalidixic acid (30), Clindamycin (2), Doxycycline (30), Sulfisoxazole (25)이었다. 디스크 확산법에 의해 25°C, 24시간 배양한 후에 나타난 저지대의 직경을 측정하였다.

병리조직학적 검사를 위해, 부검 중에 절취한 조직을 중성포르말린에 고정한 다음, 12~24시간 내에 세절하여 동 고정액으로 12시간 2차 고정한다. 이 후 충분한 수세를 거친 후, 단계별 알콜(100~70%)에서 탈수, xylene에서 투명화 과정을 거쳐 파라핀에 포매하여 파라핀 조직블럭을 제작하고, 마이크로톰 (Leica, Germany)을 이용하여 4 μm 두께로 박절하여 슬라이드글라스에 부착시킨다. 수분을 제거하고 50°C 오븐에서 건조시켜 자동 염색 시스템 (Leica, Germany)으로 H&E (hematoxylin and Eosin) 염색, 봉입을 실시하여 제작된 조직표본을 광학현미경으

로 관찰하였다 (Zaiss, Germany).

인위적 감염을 위해 사용된 메기는 질병이 발생된 적이 없는 개인양어장으로부터 건강한 개체 100마리(평균 전장 20.2 cm)를 구입하여 원형의 유수식 FRP수조(유효수량 1.5톤)에 수용하였다. 이들을 일주일간 매일 사료를 공급하면서 순치시켰다. 순치 후에는 개별 순환식 아크릴 수조(50×40×40 cm) 6개에 각각 10마리씩 수용하여 인위감염시험을 실시하였다. 시험구는 온도별 20°C와 28°C구, 농도별 4.1×10^7 , 4.1×10^6 cfu mL⁻¹로 설정하였다. 각 시험구별 어류의 근육내에 균액을 0.5 mL씩 주사한 후, 7일간 증상의 발현 및 폐사를 관찰하였다.

결과 및 고찰

병어의 환부로부터 순수 분리된 균을 사용하여 국립수산과학원에서 운용중인 VITEK 2 System (bioMerieux 사)로 동정한 결과, 99% 확률의 *Aeromonas sobria*로 동정되었다. 그러나 이러한 상용의 기계에 의한 동정은 간혹 오류가 있을 수 있다고 자주 지적되고 있다 (Lamy *et al.* 2010). 따라서 API 20E, 20NE 등의 추가시험에 의해서 동정된 결과는 Table 1과 같다. Joseph and Carnahan (1994)는 *Aeromonas* 속 세균 중 7가지 주요 운동성 임상세균 (*Aeromonas Shubertii*, *A. trola*, *A. jandaiei*, *A. veronii* biovar

Table 1. Biochemical characteristics of isolate from catfish, *Silurus asotus* in the farm

Characteristics	Present isolate (KC-1109)	<i>Aeromonas veronii</i> (ATCC 9071)	<i>Aeromonas veronii</i> (35624)
Gram stain	-	-	-
Catalase	+	+	+
Cytochrome oxidase	+	+	+
Motility	+	+	+
OF test	+	+	+
0/129	-	-	-
Esculin hydrolysis	-	-	-
β-galactosidase	+	+	+
Arginine dehdrolase	+	+	-
Lysine decarboxylase	-	-	+
Ornithine decarboxylase	-	-	+
Citrate utilization	+	+	+
H ₂ S production	-	-	-
Urease production	-	-	-
Tryptophan deaminase	-	-	-
Indole production	+	+	+
VP reaction	+	+	+
Gelatin liquefaction	+	+	+
D-Glucose	+	+	+
D-Maltose	+	+	+
D-Mannitol	+	+	+
D-Mannose	+	+	+
D-Melibiose	-	-	-
Inositol	-	-	-
D-Sorbitol	-	-	-
L-Rhamnose	-	-	-
D-Sucrose	+	+	+
Amigdalín	-	-	-
L-Arabinose	-	+	-
N-acetylglucosamine	+	+	+
Potassium gluconate	+	+	+
Capric acid	+	+	+
Adipic acid	+	+	+
Malic acid	+	+	+
Trisodium citrate	+	-	-
Phenylacetic acid	-	-	-
String test	-	-	-
McConkey agar	+	+	+
Growth at 37°C	+	+	+



Fig. 1. Naturally (A) and artificially (B) infected fish. The fishes showing severe epidermal desquamation and muscular necrosis.

sobria, *A. caviae*, *A. hydrophila*, *A. veronii* biovar *veronii*) 을 구분하는 Key가 되는 생화학적 반응을 간단하게 도식화하였는데 이에 의하면 이번에 메기로부터 분리된 균은 Esculin hydrolysis 반응이 음성, Indole production에 있어서 양성을 나타내어 *Aeromonas veronii* biovar *sobria*로 간이동정되었다 (Janda and Abbott 2010). 또한 Ornithine decarboxylase반응에서 음성을 나타내고 Arginine decarboxylase에서는 양성을 나타내어 ATCC 9071 (*A. veronii* biovar *sobria*)와 일치하였다 (Carnahan *et al.* 1991; Abbott *et al.* 2003). 그러나 반복된 추가확인시험에도 불구하고 L-Arabinose 반응은 음성으로 ATCC 35624 (*A. veronii* biovar *veronii*)와 같은 반응을 나타냈으며, Trisodium citrate 흡수반응에 있어서는 양성을 나타내어 2개의 참조균주와 상이한 반응을 나타내었다. 또한 간혹 잘못 동정되어질 수 있는 *Vibrio cholerae*와는 String test에서 음성을 나타내어 확실히 구분되었다. 37°C에 배양하였을 시에는 담수 어류에서 자주 분리되는 병원성 세균인 *Aeromonas hydrophila*에 비해 증식속도는 느렸으나 배양은 가능하였다. 이로써 이번에 메기에 표피박리 및 근육괴사를 일으키는 원인균은 *Aeromonas veronii*로 동정할 수 있었다. *Aeromonas veronii*는 다시 DNA group 8과 DNA group 10으로 나누어지는데 이들은 각각 biogroup *sobria* 및 biogroup *veronii*에 해당된다. 최근 담수어류에 감염되는 균이 주로 biogroup *sobria*이라고 보고되고있으며, 이번 시험에서는 아직 biogroup 단계까지의 정확한 분류는 하지 못하였지만 아마도 본 균을 계통발생학적 분석을 실시한다면 biogroup *sobria*에 해당될 것으로 생각된다(미발표).

분리된 균의 각종 항생제에 대한 감수성시험의 결과는 Table 2와 같다. 표에서 보는 바와 같이 Oxytetracycline, Oxolinic acid, Flumequine, Florfenicol, Erythromycin, Gen-

Table 2. Antibiotic susceptibility of the isolated strain from the catfish, *Silurus asotus*

Antimicrobial agent	Present isolate (KC-1109)
Oxytetracycline (30 µg)	S
Oxolinic acid (2 µg)	S
Flumequine (30 µg)	S
Florfenicol (30 µg)	S
Ampicillin (10 µg)	R
Erythromycin (15 µg)	S
Gentamycin (10 µg)	S
Amoxicillin (20 µg)	R
Trimethoprim (1.25 µg)	S
Nalidixic acid (30 µg)	S
Clindamycin (2 µg)	R
Doxycycline (30 µg)	S
Sulfisoxazole (25 µg)	S

S, > 10 mm inhibition diameter, R, < 10 mm inhibition diameter

tamycin, Trimethoprim, Nalidixic acid, Doxycycline, Sulfisoxazole 등의 비교적 많은 약제에 감수성이 있었으나, Ampicillin, Amoxicillin, Clindamycin의 3종의 약제에 대해서는 발육 저지대가 없는 강한 내성을 나타내었다. 이는 국내의 이스라엘잉어에서 분리한 균이 Ampicillin에 대한 내성을 가진데 일치하였으며, 또한 가물치에서 분리한 균과도 같은 결과를 나타내었다 (Lee 1992; Yu *et al.* 2010; Yi *et al.* 2012).

자연감염어의 조직표본에 대한 병리조직학적 관찰결과는 Fig. 2의 A~D와 같다. 간, 비장 및 신장조직에서의 울혈이 심하였으며 간에서는 핵응축 및 핵용해로 관찰되는 간세포의 변성변화가 관찰되었다 (Fig. 2-A). 비장과 신장에서도 울혈과 혈구세포의 변성이 관찰되었으며 비장에서는 혈조직 (ellipsoids) 및 혈관주위의 섬유화현상이 관찰되었다 (Fig. 2-B). 신장의 사구체 및 세뇨관 주위에서

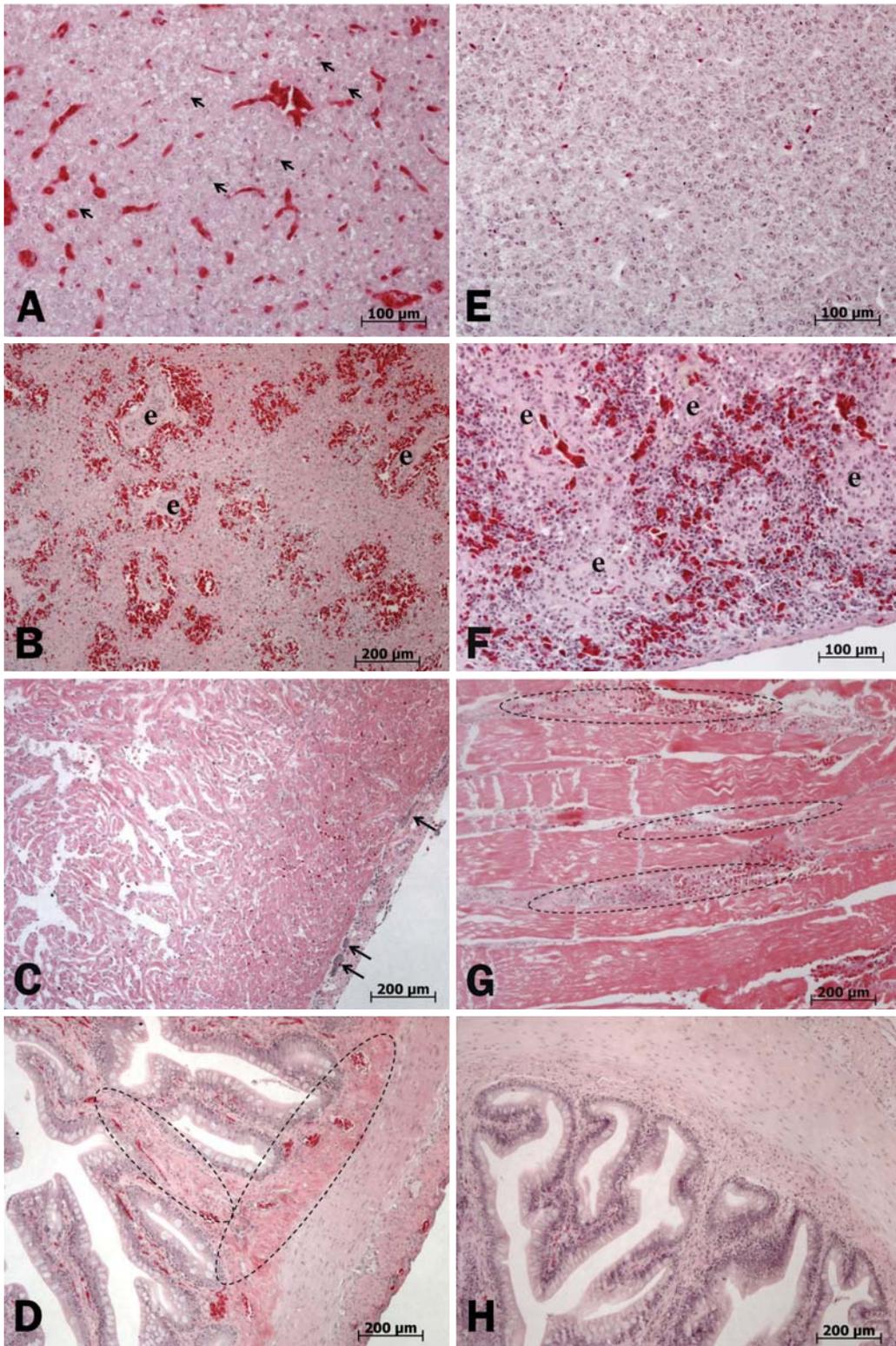


Fig. 2. A ~ D: naturally infected fish, A: Liver (congestion in sinus, degenerated hepatocytes showing pyknosis or karyolysis (arrows)), B: Spleen (fibrosis around ellipsoids (e), hyalic degeneration in stroma), C: Heart (necrosis of myocardium, inflammatory cells infiltration and bacterial cells clusters (arrows)), D: Intestine (congestion and fibrosis in lamina propria (circles)), E ~ H: artificially infected fish, E: Liver (pyknosis, karyorrhexis and karyolysis of hepatocytes), F: Spleen (hyalic degeneration around ellipsoids (e)), G: Skin (necrosis of muscle fiber, inflammatory cells infiltration (circles) between muscle layers), H: Intestine (normal feature).

Table 3. Results of experimental infections of catfish, *Silurus asotus* with isolate.

Temp. (°C)	No. of fish used	Bacteria suspension (cfu ml ⁻¹)	No. of dead fish: day after challenge							Total no. of dead fish	Mortality (%)
			1	2	3	4	5	6	7		
20°C	10	4.1 × 10 ⁷	0	1	4	5	0	0	0	10	100
	10	4.1 × 10 ⁶	0	0	2	4	3	1	0	10	100
	10	saline	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28°C	10	4.1 × 10 ⁷	0	0	3	3	2	1	1	10	100
	10	4.1 × 10 ⁶	0	0	1	4	1	2	2	10	100
	10	saline	0	0	0	0	0	0	0	0	0

도 초자변성, 섬유화변성이 관찰되었다. 심장은 심근 전반에 염증성세포가 산재하여 심근괴사가 나타났으며, 특히 심외막층에서의 세균집락으로 보이는 호염성의 응집체가 관찰되었다 (Fig. 2-C). 소화관에서의 울혈과 점막고유층 결합조직의 변성으로 섬유화현상이 관찰된다 (Fig. 2-D). 육안적으로 피부염이 관찰되었던 피부조직에서는 피하층의 근섬유 및 근섬유 주위로 심한 괴사변성, 근육내 출혈을 관찰할 수 있었다.

인위감염에 의해 병적증상을 나타낸 실험어의 병리조직학적 관찰결과, 자연감염어의 소견과 유사하게 관찰되었다. 간에서는 핵응축, 핵과열, 핵용해로 나타나는 간세포 변성이 자연감염어에 비해 약하게 나타나며 (Fig. 2-E), 비장, 신장에서의 약한 울혈증상 및 세포변성이 확인되고, 비장의 협조직 주위로 자연감염어에 비해 약한 섬유화 현상이 관찰되었다 (Fig. 2-F). 특히 피부는 주사부위에서 강한 염증성변성인 근섬유 괴사와 염증세포의 침윤이 관찰되었다 (Fig. 2-G). 이에 반해 소화관에서는 자연감염어에서 나타나는 섬유화현상이나 염증성세포의 침윤은 관찰되지 않았다 (Fig. 2-H).

인위적 감염시험은 온도별 20°C와 28°C구, 농도별 4.1 × 10⁷, 4.1 × 10⁶ cfu mL⁻¹로 4개 시험구를 설정하여 건강한 시험어의 근육내에 농도별로 개체당 0.5 mL씩, 다른 온도별 대조구에는 멸균된 0.85% 식염수를 주사한 후, 일주일간 증상의 발현 및 폐사미수를 관찰하였다 (Table 3). 그 결과, 균 농도 4.1 × 10⁷ cfu mL⁻¹의 주사구에서는 24시간 이내에 쉽게 증상을 발현하여 그 후 심한 근육의 괴사로 빨리 진행되면서 폐사의 속도도 빨랐다. 자연감염에서의 낮은 폐사율과 상반되는 높은 폐사율로 나타났으며, 이는 실험적으로 높은 농도의 균을 근육내 직접적으로 주사하는 방법은 감염경로와 감염진행이 자연환경에서의 것과 차이가 있음을 보여주는 것이라 생각된다. 수온조건에 있어서는 20°C의 저수온에서 동일한 증상의 진행과 폐사가 빨리 진행되었다. 또한 주사 일주일 후에는 2개의 대조구를 제외한 모든 시험어가 폐사

되었다. 그러나 생리적 식염수만을 주사한 대조구에서는 한 마리도 폐사하지 않았다. 모든 어류에 있어서 질병은 수온, pH, 암모니아, 수용밀도 등의 환경조건이 스트레스가 되어 발생한다고 알려져 있으며 (Janda and Abbott 2010), 특히 원인균의 병원성은 수온에 따라 많이 달라질 수 있다 (Kim *et al.* 2006). 인위감염의 결과에서와 같이 *Aeromonas veronii*는 *Aeromonas hydrophila*에 비해 출혈성 근육괴사로의 진행이 빠르고 이때에 우점종으로 나타나며 (Lee 1992), González 등 (2002)은 *Aeromonas* 속 세균의 독력이 온도의 영향을 많이 받는데 저수온에서 독력을 잘 나타낸다고 하였는데 이는 *Aeromonas veronii*가 20°C의 저수온에서 우점종으로 검출되지만 균의 독력이 저수온에서 더 활성이 있었던 것으로 생각된다. 최근 *Aeromonas* 균의 세포용해독소의 정제와 특성에 관한 보고가 되고 있는데, 이번의 분리된 균의 독소의 특성에 대해서도 좀 더 연구되어야 할 필요가 있을 것으로 생각된다 (Krzyminska *et al.* 2006).

적 요

최근 국내의 양식 메기에 표피 박리와 근육 괴사를 특징으로 하는 새로운 질병이 발생하였다. 그 폐사율은 낮으나 질병으로 인한 상품가치의 저하로 경제적 손실이 크다. 병어로부터 원인균을 분리하고 자연감염어와 인위감염어의 병리학적 변화를 관찰하였다. 원인균은 *Aeromonas veronii*로 동정되었으며, 원인균을 건강어에 인위감염시켜 폐사 및 증상의 발현을 매일 관찰하였다. 인위감염된 어류의 증상은 자연감염어와 유사하였으며 원인균을 감염시킨 후 7일 이내에 모두 폐사하였다. 병어의 조직표본을 제작하여 관찰한 결과, 자연감염어의 간, 비장, 신장의 울혈 및 간세포 변성과 비장 협조직의 초자적변성이 관찰되었으며, 특히 심장에서 염증성 변성과 세균응집체가 관찰되었다. 소화관에서의 울혈과 점막고

유충의 섬유화 현상도 특징적이었다. 자연감염어에 비해 약한 경향이지만 인위감염어의 조직학적 변화도 관찰되었으며, 소화관에서의 조직학적 변성은 관찰되지 않았다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원 연구비 지원 (RP-2013-AQ-204)으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- Abbott SL, WKW Cheung and JM Janda. 2003. The Genus *Aeromonas*: Biochemical Characteristics, Atypical Reaction, and Phenotypic Identification Schemes. *J. Clin. Microbiol.* 41:2348-2357.
- Carnahan AM, S Berram and SW Joseph. 1991. Aerokey II: A Flexible Key for Identifying Clinical *Aeromonas* Species. *J. Clin. Microbiol.* 29:2843-2849.
- González-Serrano CJ, JA Santos, ML Garcia-López and A Otero. 2002. Virulence markers in *Aeromonas hydrophila* and *Aeromonas veronii* biovar *sobria* isolates from freshwater fish and from a diarrhoea case. *J. Appl. Microbiol.* 93:414-419.
- Janda JM and SL Abbott. 2010. The Genus *Aeromonas*: Taxonomy, Pathogenicity, and infection. *Clin. Microbiol. Rev.* 23:35-73.
- Joseph SW and A Carnahan. 1994. The isolation, identification, and systematics of the motile *Aeromonas* species. *Ann. Rev. Fish Dis.* 4:315-343.
- Kang D-L and HK Lee. 2000. Analysis of 16S-23S rRNA Intergenic Spacer Regions of *Aeromonas veronii* biogroup *sobria* and *Aeromonas caviae*. *Kor. J. Microbiol.* 36:173-180.
- Kim J-H, S-W Park, C-I Park, M-J Oh, S-J Jung and M-D Hur. 2006. Infection and parasitic diseases of fish and shellfish. *Life Sci. Publish. Co.*
- Krzyminska S, A Kaznowski and H Sychala. 2006. Purification and Characterization of Cytolytic Toxins Produced by *Aeromonas hydrophila* and *Aeromonas veronii* Biotype *Sobria* Strains. *Poli. J. Microbiol.* 55:37-42.
- Lamy B, F Laurent, I Verdier, JW Decousser, E Lecaillon, H Marchandin, F Roger, S Tiguad, H de Montclos, the colBVH study Group and A Kodjo. 2010. Accuracy of 6 commercial systems for identifying clinical *Aeromonas* isolates. *Diagn. Microbiol. Infect. Dis.* 67:9-14.
- Lee H-K, T-Y Lee and B-S Kim. 1993. Histopathogenic Characteristics of Haemorrhagic Ulcer in Cultivated Snakehead *Channa argus* Artificially Infected with *Aeromonas veronii*. *Kor. J. Microbiol.* 31:113-122.
- Lee HK. 1992. Pathology of Ulcerous Disease in Cultivated Snakehead, *Channa argus*. *Kor. J. Microbiol.* 30:164-170.
- Nawaz M, SA Khan, AA Khan, K Sung, Q Tran, K Kerdahi and R Steele. 2010. Detection and characterization of virulence genes and integrons in *Aeromonas veronii* isolated from catfish. *Food Microbiol.* 27:327-331.
- Orozova P, M Baker, DA Austin and B Austin. 2009. Identification and Pathogenicity to rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) of some aeromonads. *J. Fish Dis.* 32: 865-872.
- Park S-W and M-J Oh. 2011. The Pathology of Aquatic Life. *Bioscience.*
- Rahman M, P Colque-Navarro, I Kühn, G Huys, J Swings and R Möllby. 2002. Identification and characterization of pathogenic *Aeromonas veronii* biovar *sobria* associated with epizootic ulcerative syndrome in fish in bangladesh. *Appl. Environ. Microbiol.* 68:650-655.
- Sreedharan K, R Philip and IS Singh. 2011. Isolation and characterization of virulent *Aeromonas veronii* from ascitic fluid of oscar *Astronotus ocellatus* showing signs of infectious dropsy. *Dis. Aquat. Org.* 94:29-39.
- Sugita H, K Tanaka, M Yoshinami and Y Deguchi. 1995. Distribution of *Aeromonas* Species in the Intestinal Tracts of River Fish. *Appl. Environ. Microbiol.* 61:4128-4130.
- Toranzo AE, Y Santos, TP Nieto and JL Barja. 1986. Evaluation of different assay systems for identification environmental *Aeromonas* strains. *Appl. Environ. Microbiol.* 51:652-656.
- Yi S-W, M-J You, H-B Lee and G-W Shin. 2012. A case of *Aeromonas veronii* infection in Israeli carp (*Cyprinus carpio*): phylogenetic analysis and antimicrobial resistance. *Kor. J. Vet. Serv.* 35:239-243.
- Yu JH, JJ Han, HJ Kim, SG Kang and SW Park. 2010. First report of *Aeromonas veronii* infection in farmed Israeli carp *Cyprinus carpio* in Kor. *J. Fish. Pathol.* 23:165-176.

Received: 1 November 2013

Revised: 10 November 2013

Revision accepted: 12 November 2013