

양식 넙치에서 *Vibrio anguillarum* 및 *Ichthyobodo* sp.에 의한 혼합 감염증의 발생 및 치료

장 환 · 문진산* · 조성준 · 김지연 · 손성완

국립수의과학검역원
(게재승인: 2007년 8월 30일)

Occurrence and treatment of mixed infections with *Vibrio anguillarum* and *Ichthyobodo* sp. from cultured olive flounder (*Paralichthys olivaceus*)

Hwan Jang, Jin-San Moon*, Seong-Joon Joh, Ji-Yeon Kim, Seong-Wan Son

National Veterinary Research and Quarantine Service, MAF, Anyang 430-824, Korea
(Accepted: August 30, 2007)

Abstracts : The high mortality (65.5%) of young olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) showing skin ulcers occurred in fish obtained from a commercial cultured farm at Donghae on the eastern coast of Korea at March 2006. The dorsal skin showed ulcer lesions and large amount of mucus. We isolated *Ichthyobodo* sp. from the gill, and *Vibrio anguillarum* from the liver and kidney of dead and diseased fish. All of the fish infected with the *V. anguillarum* and *Ichthyobodo* sp. were treated with 100 ppm formalin for 1 h, and treated with oxolinic acid for 4 h at 22°C, respectively. The formalin treated group was observed the low mortality (2.9%) when compared with high mortality of non-treated (82.9%), and of antibiotic treated group (85.9%) against mixed infections by *Vibrio anguillarum* and *Ichthyobodo* sp. organisms. We confirmed complete elimination against mixed infections of *Vibrio anguillarum* and *Ichthyobodo* sp. with 100 ppm formalin treatment.

Key words : olive flounder, *Paralichthys olivaceus*, *Vibrio anguillarum*, *Ichthyobodo* sp.

서 론

1909년 유럽산 뱀장어에서 red pest 또는 red disease 라고 알려진 비브리오병(vibriosis)은 어류의 세균 중 질병에서 가장 오래된 것으로서 그 원인체는 *Vibrio anguillarum*로 명명되어 보고되었다 [7]. 그람음성의 호염성 통성 혐기성 세균으로서 해양에 널리 상재하고 있는 *V. anguillarum*은 담수어에서 사육되는 뱀장어와 연어과 어류를 비롯하여 방어, 참돔 등 해산양식어에도 전 세계적으로 널리 감염되어 있다 [14, 17]. 이 원인체에 감염된 연어과 어류와 은어는 특별한 외부 증상 없이 폐사하거나(심급성형), 안구, 지느러미, 항문과 그 주변, 체

표와 내장, 그리고 복막에 출혈을 나타내거나(급성 내지 아급성), 체표에 궤양이 형성되지만 쉽게 폐사되지 않은 만성형에 이르기까지 다양한 임상증상과 병리소견을 나타낸다 [3].

*V. anguillarum*은 우리나라 대표적인 양식어류인 넙치를 비롯하여 참돔, 돌돔, 조피볼락, 방어, 농어, 복어 등에서 심한 출혈성 패혈증을 일으키는 것으로 보고되었다 [1]. 이러한 어류에 발생하는 비브리오병은 운반, 선별 등으로 상처가 나고 스트레스를 받거나, 다른 세균성 질병, 기생충성 질병, 영양성 질병이 일어나게 되면 쉽게 감염되는 2차성 세균으로 알려져 있다.

익티오보도감염증(Ichthyobodosis)은 동물성 편모충류

*Corresponding author: Jin-San Moon

National Veterinary Research and Quarantine Service, MAF, Anyang 430-824, Korea
[Tel: +82-31-467-1735, Fax: +82-31-467-1740, E-mail: moonjs@nvrqs.go.kr]

의 Bodonidae과에 속하는 기생충으로서 *Ichthyobodo necator*에 의하여 전 세계적으로 담수어 어종인 잉어과와 연어과 어류에 산발적으로 발생하는 것으로 알려져 있다 [16, 22]. 넙치에 기생된 것은 1984년 Cone 등 [10]이 처음으로 보고하였으며, 일본에서는 1990년에 Kusakari 등 [13]이 최초로 보고하였다. 일본의 해수에서 사육하는 연어과 어류를 비롯한 다양한 해산양식어에도 *Ichthyobodo* sp. 원충이 심하게 감염되어 대량 폐사가 발생하는 것으로 보고하였다 [19]. 일본의 넙치에 기생하는 *Ichthyobodo* sp.는 크기가 9-13 μm × 6-10 μm 로서 연어에는 거의 감염되지 않아 *Ichthyobodo necator*와는 다른 종으로 추정하였다 [18]. 넙치에 편모충인 익티오보도충이 체표나 아가미에 심하게 감염되면 물표면 근처에 유영하고 있으면서, 사료 섭취가 감소하고, 체색이 변화하면서 서서히 폐사하는 것으로 보고되고 있다 [20].

한편, 국내 어류 양식 생산량은 해마다 지속적으로 증가하고 있으며, 이 중 넙치는 양식어류 중 생산량이 가장 높은 어종이다 [5]. 하지만 사육 형태가 점차적으로 대규모화되고 있고, 사육환경 변화에 의해서 어류의 질병도 다양해지고 발생률도 해마다 증가하고 있는 추세이다. 본 증례에서는 국립수의과학검역원에서 에드워드 병 백신 검정에 사용하고자 실험용 어류를 동해안 넙치 양식장에서 구입하였다. 구입한 넙치는 중간육성이며 이 시험어는 인천시 당하동 시험수조에서 사육하였으며 이 시기에 시험어에서 피부 궤양 등의 임상 증상을 보 이면서 일부가 폐사하였고, 그 폐사어에 대해 부검을 실시한 결과 비브리오병과 익티오보도감염증으로 확인되었기에 이 질병의 임상증상, 진단과정 및 치료 결과를 보고하고자 한다.

증 례

2006년 3월 초순에 강원도 동해시 소재의 넙치 양식장에서 어체중 15-20 g(체장 8-12 cm) 정도의 중간 육성 어 300마리를 구입하였다. 구입 전 넙치는 30톤 크기의 원형의 콘크리트 수조에 사육되고 있었으며, 수온은 20°C 전후였고, 환수량은 1일 2회 실시하고 있었다. 사육수조의 저면 및 수중에는 부유물질이 존재하는 등 수조의 위생상태는 일반 양식장 수준과 비슷하였다. 각 수조에 사육된 넙치는 사료섭취, 체중, 유영 등 임상적으로 건강하였으며 폐사는 없었다. 양어장에서부터 인천시 당하동 실험실로 시험용 넙치의 운송은 넙치운반수조(60 cm × 70 cm × 60 cm)에 차량용 기포기(송풍량 1.0 리터/분당) 2대를 설치한 차량을 이용하였다.

구입된 넙치는 백신 검정 실험을 위하여 원형의 0.5

톤과 2톤 용량의 FRP 수조를 사용하였다. 2톤 수조에는 200수를, 0.5톤 수조에는 50수를 넣고 해수는 절반정도 채웠으며, 1일 2회 해수 전체를 교환해 주는 방식으로 사육하였다. 수조에 산소 공급을 위하여 수조당 4개의 전기기포 발생기를 설치하였으며, 수온조절은 가온 히터를 사용하였다. 넙치의 사육을 위한 해수는 인천 연안 부두에서 채취하여 1차 여과한 자연해수를 구입하여 사용하였으며, 구입한 자연해수는 20 μm 프리필터를 사용하여 한 번 더 여과하였다. 사육수의 염도, 용존산소(DO)는 Multi water quality analyzer CX-742(Sechang instrument, Korea)기기로 매일, NH₃-N, NO₂-N 농도는 매주 1회 Multi parameter photometer C-200 기기(Hanna instruments, Italy)를 이용하여 측정하였다. 시험 기간 중의 넙치 사육 수온은 20.0 ± 2°C이었으며, pH는 8.2-8.5, 용존산소는 6.49-7.95 mg/l, 염도(Salinity)는 29.87-32.2 ppt, NH₃-N 0.21-0.25 mg/l, NO₂-N 0.10-0.38 mg/l 정도로서 양호한 수질을 유지하였다. 넙치 사료는 상업용 펠릿 사료(Extrusion pellet)를 넙치 체중의 1% 정도를 1일 2회 나누어 급여하였으며, 남은 사료가 있는 경우에는 사료 급이 10분후 제거해 주었다.

양어장에서부터 실험실로 입식된 2주째에 넙치 200수 중 10수가 처음으로 폐사한 후에 3주째에 75수, 4주째에 30수가 유영상태 불량 및 체색흑화의 임상증상을 보 이면서 전체 시험어중 65.5%가 폐사하였다. 폐사된 넙치의 원인구명을 위하여 부검을 실시하였고, 아가미, 피부, 장기 등을 도말 표본하여 현미경으로 기생충 감염 여부를 조사하였다. 또한, 세균성 질병 여부를 조사하기 위해 추가적으로 간, 신장 등의 장기에서 균 분리를 실시하였다. 그 결과 Fig. 1에서와 같이 폐사되기 직전의 일부 감염어에서는 피부 궤양을 나타내었다. 아가미 생검 조직을 현미경으로 검사한 결과 아가미 새변에 형태학적으로 편모충류에 속하는 *Ichthyobodo* sp. 기생충이 감염되어 있음을 확인하였다. 또한, H&E 염색을 실시하여 아가미 조직을 200배와 1,000배 배율로 관찰한 결과 아가미에 서양 배 모양의 방추형으로서 체장이 9-13 μm 이고 넓이가 6-10 μm 의 크기로서 길고 짧은 2개의 편모를 가지고 있는 편모충이 기생하고 있는 것을 확인하였다. 또한, 아가미 조직에서 이탈된 총체는 난원형 형태를 나타내는 것으로 확인되어, *Ichthyobodo* sp. 에 의한 익티오보도증으로 진단하였다(Fig. 2).

또한, 1.5% NaCl이 첨가된 brain heart infusion agar를 사용하여 폐사어의 간과 신장을 점종한 다음 25°C에서 24-48시간 배양하였다. 그 결과 배지에는 원형으로 가운데가 약간 움기되며, 가장자리가 평활한 회백색의 투명감과 광택이 있는 집락이 관찰되었다. 균 집락에 대하여 그람 염색을 실시하여 현미경으로 관찰한 바, 그람

음성의 단간균으로 확인되었으며, API 20E kit(Biome-trieux, France)를 이용한 생화학적 동정을 실시하여 *V. anguillarum* 임을 확인하였다.

분리균주의 병원성 여부를 확인하기 위하여 건강한 넙치 10수를 대상으로 신장 분리균주를 1×10^7 CFU/fish 농도로 복강내에 주사하였다. 그 결과 Table 1에서와 같이 접종 2일 만에 100% 모두 폐사되어 병원성이 매우 높았지만 대조군에서는 모두 생존하였다. 또한, 분리 균주에 대하여 penicillin, ampicillin, cephalothin, cefazolin, streptomycin, gentamycin, amikacin, neomycin, trimethoprim/sulfamethoxazole, colistin, tetracyclin, oxolinic acid 12종의 disc를 Becton Dickinson(BBL Sensi-Disk; USA)에서 구입하여 항생제 감수성 검사를 실시하였다. 그 결과

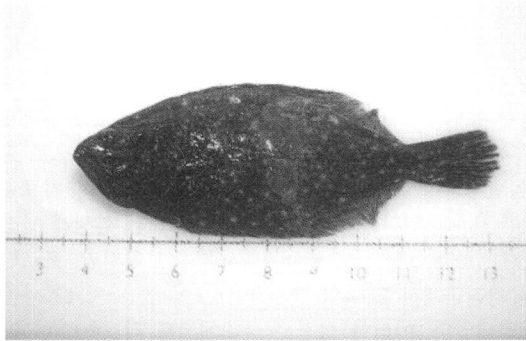


Fig. 1. Epidermal erosion and ulcers of the dorsal skin surface by mixed infections of *Ichthyobodo* sp. and *Vibrio anguillarum*.

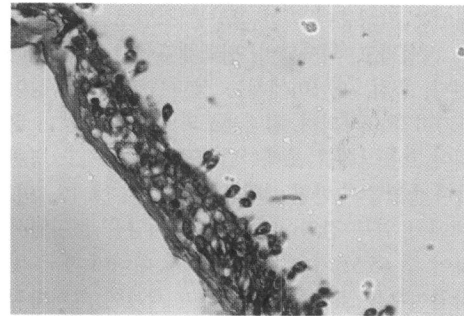
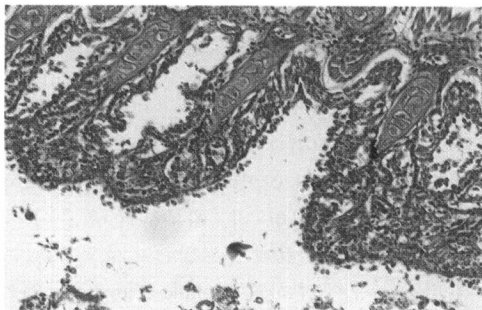


Fig. 2. Micrographs of *Ichthyobodo* sp. Infecting the gill filament (left), and the parasites attachment to the gill epidermis (right) by histological sections of infected juveniles olive flounder. H&E stain ($\times 100$ and $\times 400$).

Table 1. Mortality of olive flounder after intraperitoneally injection with *Vibrio anguillarum* isolated strain

Groups	No. of tested fish	Cumulative death per day after challenge							Mortality (%)
		1	2	3	4	5	6	7	
<i>Vibrio anguillarum</i>	10	0	10	0	0	0	0	0	100
Control	10	0	0	0	0	0	0	0	0

Olive flounder were challenged with 0.1ml intraperitoneally injection by *Vibrio anguillarum* isolates with 1.0×10^7 CFU/fish.

penicillin, ampicillin, trimethoprim/sulfamethoxazole을 제외한 tetracyclin, oxolinic acid, amikacin 등 9종의 항생제에 감수성이 있는 것으로 나타났다.

폐사되지 않은 감염어 160수중 70수에 대해서 Table 2에서와 같이 22°C 해수에 100 ppm 농도로 포르말린을 첨가한 용액에 1시간 침지처리하고, 또 다른 그룹에는 oxolinic acid를 제조회사에서 권장하는 용액(300 리터 해수에 200 g의 항생제 첨가)으로 4시간 동안 침지처리 하였으며, 나머지 20수에 대해서는 처리하지 않은 대조군으로 설정한 다음 7일 동안 누적 폐사율을 조사하여 치료율을 조사하였다. 그 결과 대조군에서는 20수 중 17수(85.0%)가, oxolinic acid 처리군에서는 70수 중 58수(82.9%)가 각각 폐사되었다. 이에 반하여 포르말린 처리군에서는 전체 70수 중 2수(2.9%)가 폐사되어 높은 치료 효과가 인정되었다. 한편, 폐사되지 않은 넙치에 대하여 아가미에서의 기생충 감염여부를 현미경하에서 확인한 바, 대부분의 원충이 제거되어 기생충 구제 효과가 인정되었다.

Table 2. Treatment efficacy of formalin or oxolinic acid against mixed infections with *Vibrio anguillarum* and *Ichthyobodo* sp.

Groups	No. of dead / total	Mortality(%)*
Formalin treated	2/70	2.9
Oxolinic acid	58/70	82.9
Non-treated	17/20	85.0

*Percent of cumulative mortality for 7 days after treatment.

고 찰

해양에서 많은 종류의 비브리오 균이 서식하지만 넙치에서 질병을 유발시키는 종류는 *V. anguillarum*, *V. ichthyoenteri*, *V. ordalii* 등이며, 성어의 경우 *V. anguillarum*에 의해서, 치어의 경우는 *V. ichthyoenteri* 균에 의해서 주로 발병한다 [12]. *V. anguillarum* 균에 감염된 넙치는 비브리오 균이 지니는 용혈소 독소에 의하여 뚜렷한 임상증상 없이 폐사하거나, 수조 표층에 떠다니면서 체색이 검어지고, 지느러미 가장 자리가 붉어지며, 때로는 안구가 돌출되고, 체표에 출혈이 나타나기도 하고, 상처가 난 곳은 궤양을 형성한다. 또한, 복강내 출혈과 복수에 의한 복부 팽만이 관찰된다 [4]. *V. anguillarum* 감염증은 체표의 출혈이나 궤양 형성이 외견상의 특징이지만 이 증상만으로는 다른 세균증과 구별하기 곤란하므로 정확한 진단을 내리기 위해서는 비브리오병이 의심스러운 감염어의 비장, 신장, 간 또는 혈액을 배지에 접종, 세균을 분리하여 생화학적 성상에 기초하여 균을 동정하여야 하며, 생화학적 진단법으로 간편하게 널리 이용되는 방법이 API 20E identification kit 이다 [11].

한편, 편모충류인 *Ichthyobodo* 충은 넓은 지역에 분포하기 때문에 많은 종류의 담수어나 해수어에 감염된다. 아가미나 피부에 기생하고, 감염된 개체는 체표 피부가 붉어지면서 상처가 나고 궤양이 형성되어 폐사에 이르게 된다 [16, 22]. 이 기생충에 의한 감염은 5-6 cm 되는 치어에서부터 성어에 이르기까지 광범위하게 나타나며, 감염된 개체는 기생충에 의한 영양분 소실로 인하여 상피 세포가 변성되고, 괴사되며, 점액세포에서 점액이 다량 분비된다. 특히, 아가미에서는 상피세포의 과형성이 일어나 아가미가 유착되며, 점액세포의 증가로 점액이 많이 분비되어 호흡장애를 초래한다. 또한, 피부에도 병변을 유발하여 출혈을 수반한 궤양을 형성한다 [9, 15, 19].

본 증례에서 일부 감염어에서 피부 궤양을 보이면서 전체 시험어 중 65.5%가 폐사한 넙치에 대하여 세균 및 기생충 감염 여부를 조사한 바, 아가미 세관에 형태학적으로 편충류에 속하는 *Ichthyobodo* sp. 기생충이 확인되었으며, 폐사어의 간과 신장에서 *V. anguillarum*이 각각 확인되어 이 폐사와 관련이 있는 것으로 생각되었다.

그리하여 일차적으로 본 증례에서 분리한 *V. anguillarum* 균주의 병원성 여부를 확인하기 위하여 긴강한 넙치 10수를 대상으로 1×10^7 CFU/fish 농도로 복강내에 주사한 바, 접종 2일 만에 100% 모두 폐사되어 병원성이 매우 높은 것으로 조사되었다. 이러한 결과는 山野井英夫 등 [6]이 발표한 사육수온 21.6-22.1°C에서 평균 체중이 1.25 g의 넙치에 1.1×10^7 CFU/fish 농도로

복강내에 주사하였더니 70.6% 폐사를 보였으며, 평균 체중이 0.38 g의 넙치에 2.1×10^6 CFU/fish 농도로 복강내에 주사하였더니 100% 폐사되었다는 성적과 유사하였다. 이러한 결과는 *V. anguillarum*이 본 질병의 폐사 원인이 될 수 있음을 증명해 주는 것으로 생각된다.

한편, 일본에서는 옥소린산, 클로람페니콜, 설피모노메톡신과 설피속사졸이 은어의 비브리오병 치료에 유효한 것으로 알려져 있다 [23]. 또한, 본 증례에서 *V. anguillarum* 분리 균주에 대하여 12종의 항생제에 대하여 감수성 검사를 실시한 바, oxolinic acid, tetracyclin을 비롯하여 대부분의 항생제에 감수성이 있는 것으로 나타났다. 이와 더불어 *Ichthyobodosis*에 감염된 넙치에 100 ppm 포르말린 용액으로 1시간 동안 약욕처리 후 폐사가 중단되어 수주 내에 감염어는 회복되는 것으로 보고하였다 [20].

이러한 보고에 기초하여 본 시험에서는 폐사되지 않은 감염어에 대해서 22°C 해수에 100 ppm 농도의 포르말린 용액으로 1시간 처리한 그룹, oxolinic acid 항생제로 4시간 약욕 처리한 그룹, 그리고 무처리 그룹으로 각각 설정하여 7일 동안 누적 폐사율을 조사하여 치료효과를 비교하였다. 그 결과 무처리 대조군과 항생제 처리군에서는 85.0%와 82.9%의 폐사율을 보였지만, 포르말린 처리군에서 2.9%의 폐사율을 보여 높은 치료효과를 나타내었다. 이러한 성적은 국내에서도 김 등 [2]이 양식 넙치에 기생하는 *Ichthyobodo* sp.에 대하여 bronopol, bithionol, formalin으로 1시간 동안 약욕 처리한 결과 formalin 200 ppm 또는 bithionol 100 ppm 농도에서 100% 치료효과를 나타내었으며, 이보다 낮은 농도(formalin 50, 100 ppm 또는 bithionol 25, 50 ppm 농도)에서도 감염 강도를 유의적으로 감소시키는 것으로 보고한 성적과 유사하였다.

또한, 본 시험에서 포르말린 처리군에서 폐사되지 않은 넙치에 대하여 아가미에서의 기생충 감염 여부를 현미경하에서 확인한 바, 대부분의 원충이 제거되어 *Ichthyobodosis* 치료에 포르말린이 효과가 있는 것으로 나타났다. 이에 반하여 oxolinic acid 처리군에서는 높은 폐사율을 보였으며, 폐사어에 대하여 현미경으로 확인한 바 *Ichthyobodo* sp. 편충이 제거되지 않는 것으로 나타났다. 이러한 결과에 비추어 볼 때 비브리오병 및 익티오보도충 혼합 감염시에 항생제 단독 처리보다는 포르말린 처리가 효과적인 것으로 나타났다.

한편, *V. anguillarum* 균의 발육 온도는 10-35°C이나 최적 온도는 25°C이며, 발육가능 염분(NaCl)농도는 0.5-7%이지만 1% 전후에서, 그리고 발육가능 pH는 6-10이지만, pH 8 전후에서 가장 잘 성장하기 때문에 해수어와 담수어의 상재 균으로서 다양한 어종에 감염될 수 있

지만 감수성 있는 어종은 미꾸라지, 강성돔, 홍송어, 금붕어 등으로 알려져 있다. 넙치는 사육수 중에 부유된 비브리오균에 의한 감염률은 낮지만, 수송과 선별, 수조 청소 등의 취급과 과밀사육으로 넙치에 상처를 주거나 스트레스가 이 질병 발생의 주요한 요인으로 작용한다 [3]. 편모충은 4°C의 저온에서부터 30°C에 가까운 고온에서도 생존 가능하지만 증식에 가장 적절한 수온은 24-25°C이며 [8], 일본에서 이 질병은 계절적으로 겨울이 끝날 무렵부터 초여름까지 15-25°C의 수온대에서 발생하고 있다 [2]. 특히 넙치 종묘 생산장에서 봄철에 17°C의 가온수로 사육한 치어(체장 2 cm 정도)의 40%가 *Ichthyobodo* sp.(총체 평균 길이 19.2 mm)의 기생으로 인하여 수 일 후에 폐사한 예에서는 감염어 체표의 평균 기생충 밀도가 3만 개체/mm²로 매우 높았으며, 또한, 환수량이 적고 양식수조가 불결할 때 이 질병이 많이 발생하는 것으로 보고되었다 [20].

본 증례에서 전체 시험어중 65.5%가 유영상태 불량 및 체색흑화, 피부궤양 등의 임상증상을 보이면서 상대적으로 높은 폐사율을 나타내었다. 이러한 질병 발생 및 높은 폐사의 원인은 넙치 구입 종묘장에서 이미 본 질병의 직접적 원인체인 *Ichthyobodo* sp. 편모충에 감염된 상태에서 국립수의과학검역원 어류검정실로의 넙치 수송과 환경변화에 따른 스트레스로 *V. anguillarum*의 2차 기회 감염에 의한 혼합감염이 중요한 요인으로 작용한 것으로 생각된다. 이와 더불어 본 시험에 사용된 넙치 사육 수온이 20°C로서 *V. anguillarum* 세균과 *Ichthyobodo* sp. 편모충의 최적 사육 조건으로 인하여 더욱 쉽게 질병에 감염되어 높은 폐사의 원인으로 작용했을 것으로 사료된다.

결 론

2006년 3월 강원도 동해시 소재 넙치 양식장에서 중간 육성어를 구입하여 국립수의과학검역원 어류검정실에서 사육하였다. 실험실로 입식된 2주째에 넙치 200수 중 10수가 처음으로 폐사한 후에 3주째에 75수, 4주째에 30수가 유영상태 불량 및 체색흑화의 임상증상을 보이면서 전체 시험어 중 65.5%가 폐사하였다. 폐사된 넙치의 원인구명을 위하여 부검을 실시하였고, 아가미, 피부, 장기 등을 도말 표본하여 현미경으로 기생충 감염 여부를 조사하였다. 또한, 세균성 질병 여부를 조사하기 위해 추가적으로 간, 신장 등에서 균 배리를 실시하였다. 그 결과 아가미 새변에 형태학적으로 편모충류에 속하는 *Ichthyobodo* sp. 기생충이 확인되었으며, 신장 및 간에서 *V. anguillarum*이 분리되었다. 폐사되지 않은 감염어에 대해서 22°C 해수에 100 ppm 농도의 포르말린 용

액으로 1시간 처리한 그룹, oxolinic acid 항생제로 4시간 약욕 처리한 그룹, 그리고 무처리 그룹으로 각각 설정하여 7일 동안 누적 폐사율을 조사한 바, 무처리 대조군과 항생제 처리군에서는 85.0%와 82.9%의 폐사율을 보였지만, 포르말린 처리군에서 2.9%의 폐사율을 보여 높은 치료효과가 인정되었다. 이러한 증례 결과로부터 일부 넙치 감염어에서 피부 궤양을 보이면서 전체 시험어중 65.5%가 폐사한 넙치에 대하여 세균 및 기생충 감염 여부를 조사한 바, 미생물학적 성상, 질병 양상 및 임상증상, 그리고 약물치료반응 결과 등을 종합해 볼 때 *Ichthyobodo* sp.에 의한 악티오보도충과 *V. anguillarum*에 의한 비브리오병의 혼합감염으로 진단하였다.

참고문헌

1. 강소영. 어류병원성 그래음성세균 *Edwardsiella tarda*와 *Vibrio anguillarum*에 대한 철피의 항균활성 물질. 한국어병학회지 2005, 18, 227-237.
2. 김기홍, 조재범, 권세련, 안경진. 양식 넙치에 기생하는 *Ichthyobodo* sp.에 대한 formalin, Bronopol 및 Bithionol의 치료 효과. 한국어병학회지 2000, 13, 143-146.
3. 김정호, 박성우, 박찬일, 오명주, 정성주, 허민도. 어패류의 감염과 기생충. 비브리오병. pp. 163-168, 라이프사이언스, 서울, 2006.
4. 전세규. 넙치의 질병과 치료. 넙치 질병의 발생현황. pp. 112-118. 한국수산신문사, 서울, 2005.
5. 해양수산부. 어업생산통계연보. 서울, 2006.
6. 山野井英夫, 桃山和夫, 安信秀樹, 室賀清邦. ひらめ推魚發生した *Vibrio anguillarum* 感染症. 魚病研究. 1988, 23, 69-70.
7. Anderson JIW, Conroy DA. Vibrio disease in marine fishes. In: Snieszko SF (eds.). A Symposium of the American Fisheries Society on Diseases of Fishes and Shellfishes. pp. 226-272, American Fisheries Society, Bethesda, 1970.
8. Becker CD. Flagellate parasites of fish. In: Kreier JP (eds.). Parasitic Protozoa Vol. 1. Taxonomy, kinetoplastids, and flagellates of fish. pp. 357-416, Academic Press, London, 1977.
9. Bullock AM, Robertson DA. A note on the occurrence of *Ichthyobodo necator* (Henneguy, 1883) in a wild population of juvenile plaice, *Pleuronectes platessa* L. J Fish Dis 1982, 5, 531-533.
10. Cone DK, Wiles M. *Ichthyobodo necator* (Henneguy, 1883) from winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus* (Walbaum), in the north-west Atlantic Ocean. J Fish Dis 1984, 7, 87-89.
11. Grisez L, Ceusters R, Ollevier F. The use of API 20E

- for the identification of *Vibrio anguillarum* and *V. ordalii*. J Fish Dis 1991, **14**, 359-365.
12. **Ishimaru K, Akagawa-Matsushita M, Muroga K.** *Vibrio ichthyenteri* sp. nov., a pathogen of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) Larvae. Int J Syst Bacteriol 1996, **46**, 155-159.
 13. **Kusakari M, Urawa S.** Histopathology of the skin of yearling Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* infected with the flagellate *Ichthyobodo* sp. Fish Pathol 1990, **25**, 59-68.
 14. **Pazos F, Santos Y, Magarios B, Bandin I, Nez S, Toranzo AE.** Phenotypic characteristics and virulence of *Vibrio anguillarum*-related organisms. Appl Environ Microbiol 1993, **59**, 2969-2976.
 15. **Robertson DA, Bullock AM, Roberts RJ.** Pathogenesis and autoradiographic studies of the epidermis of salmonids infested with *Ichthyobodo necator* (Henneguy, 1883). J Fish Dis 1981, **4**, 113-125.
 16. **Robertson DA.** A review of *Ichthyobodo necator* (Henneguy, 1883) an important and damaging parasite. In: Muir JF and Roberts RJ (eds.). Recent Advances in Aquaculture. Vol. 2. pp.1-30, Croom Helm, London, 1985.
 17. **Rucker RR, Earp BJ, Ordal EJ.** Infectious diseases of Pacific Salmon. Trans Amer Fish Soc 1953, **83**, 297-312.
 18. **Urawa S, Kusakari M.** The survivability of the ectoparasitic flagellate *Ichthyobodo necator* on chum salmon fry (*Oncorhynchus keta*) in seawater and comparison to *Ichthyobodo* sp. on Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). J Parasitol 1990, **76**, 33-40.
 19. **Urawa S, Ueki N, Karlsbakk E.** A review of *Ichthyobodo* infection in marine fishes. Fish Pathol 1998, **33**, 311-320.
 20. **Urawa S, Ueki N, Nakai T, Yamasaki H.** High mortality of cultured juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* (Temminck & Schlegel), caused by the parasitic flagellate *Ichthyobodo* sp. J Fish Dis 1991, **14**, 489-494.
 21. **Urawa S.** Epidermal responses of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) fry to the ectoparasitic flagellate *Ichthyobodo necator*. Can J Zool 1992, **70**, 1567-1575.
 22. **Urawa S.** The pathobiology of ectoparasitic protozoans on hatchery-reared Pacific salmon. Sci Rep Hokkaido Salmon Hatchery. 1996, **50**, 1-99.
 23. **Zhao J, Kim EH, Kobayashi T, Aoki T.** Drug resistance of *Vibrio anguillarum* isolated from ayu between 1989 and 1991. Nippon Suisan Gakkaishi 1992, **58**, 1523-1527.