

## 수입산 담수관상어 및 양식 해산어의 장내세균에서 나타나는 내성균 위험성 비교

윤소혜 · 전려진\* · 김영진\*\* · 진지웅\*\*\* · 정현도\*\*\*\*†

아버딘대학교 어류면역연구센터, \*제주대학교 해양의생명과학부, \*\*농림수산검역검사본부,  
\*\*\*부경대학교 수산생명의학과

### Comparative risks of resistant microorganisms in the intestinal track of imported freshwater ornamental fish and cultured marine fish

So Hye Yoon, Lyu Jin Jun\*, Young Jin Kim\*\*, Ji Woong Jin\*\*\*, and Hyun Do Jeong\*\*\*\*†

*Fish Immunology Research Centre, School of Biological Sciences, University of Aberdeen, Aberdeen, AB24 2TZ, UK*  
\**School of Marine Biomedical Sciences, College of Ocean Science & Marine and Environmental Research Institute,*  
*Jeju National University, Jeju 690-756, Korea*

\*\**Animal Plant and Fisheries Quarantine and Inspection Agency, Busan 600-016, Korea*

\*\*\**Department of Aquatic Life Medicine, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea*

Various antibiotics, that could induce the appearance of resistant microorganisms, have been used for treatment or prevention of bacterial diseases in marine and ornamental fish. We determined and characterized the level of antibiotic-resistant bacteria and proportion of multi-drug resistant bacteria in intestinal microflora of both marine fish cultured in Korea and imported ornamental freshwater fish. For this the bacterial species and resistance to antibiotics were investigated in intestine of rock bream *Oplegnathus fasciatus* cultured in Korea and pearl gourami *Trichogaster leeri* imported from Singapore to characterise. Although the bacterial species were different, proportions of resistant bacteria to single antibiotics or multi-drug were higher in intestinal microflora of pearl gourami *Trichogaster leeri* imported from Singapore than in rock bream *Oplegnathus fasciatus* cultured in Korea. These results indicate that various antibiotics have been being used before trading without measures in the market of asian ornamental fishes, providing high risks for the emergence of multi-drug resistant bacteria.

*Key words* : Antibiotic resistant, Ornamental fish, Rock bream

현재 우리나라를 비롯한 전 세계적으로 다양한 종류의 항생제들이 해산어나 담수관상어의 세균성 질병을 치료하거나 예방하기 위해 사용되고 있다. 하지만 과도한 항생제의 오남용으로 인해 다양한 항생제에 대한 내성균이 출현하고 있다. 본 연구에서는 사육

환경이 다른 국내산 해산어와 다른 나라에서 수입된 담수관상어의 미생물 총에서 내성균 및 다재내성균의 위험성에 대한 특성비교를 실시하였다. 비록 해산어와 담수관상어의 장내에 공통으로 존재하는 주요 세균 species 각각에서의 차이를 통한 직접적인 비교는 어려웠으나, 장내내성균 전체의 그룹 간 비교에서 국내산 해산어가 수입된 담수관상어에 비해 다재내

†Corresponding author: Hyun Do Jeong

E-mail: jeonghd@pknu.ac.kr

성균의 비율이 훨씬 낮은 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 우리나라로 수입 유통되는 관상어의 양식현장인 아시아 각국에서는 아무런 규제 없이 항생제가 사용되고 있으며, 그 결과 다재내성균 출현이 빈번하여 양식 산업 전반에 대한 위험성이 매우 높음을 확인하게 하여주었다.

양식현장에서 생산성 향상을 위한 밀식, 과도한 사료투여 등으로 수질악화 및 스트레스 요인과 함께 세균성질환의 발생률도 증가하여 많은 양의 항생제가 치료를 위하여 사용되어지고 있다. 양식현장에서 가장 많이 사용되고 있는 tetracycline (Tc)은 정균작용을 나타내는 광범위 항생물질로서 그람양성 및 음성 세균, *Rickettsia*, *Mycoplasma* 및 *Chlamydia* 등에 효과적으로 작용하며 Atlantic salmon의 냉수성 비브리오 병과 구적병, chinook salmon의 rosette 병, Flavobacteria 병, furunculosis, 무지개송어의 콜롬나리스 병 및 연쇄 구균병 등 많은 어류 질병치료를 위해 사용되고 있다 (Sorum *et al.*, 1992; Rodgers, 2001; Hawke and Thune, 1992).

최근에 우리나라도 여가활동의 증가와 함께 반려동물이 많이 사육되고 있으며, 그 중의 하나인 관상어에 대한 관심도 또한 크게 증가하고 있다. 그러나 현재 우리나라의 수요를 충분히 충족시키기에는 양식 또는 관상어의 생산량이 부족하여 외국 특히 싱가포르로부터 많은 양의 관상어가 수입되고 있는 실정이다. 그러나 수입산 관상어의 국내 유입 시 현재 수산생물질병 관리법에는 검역절차를 밟게 되어 있으나, 항생제 내성균의 존재 등에 대한 규정은 특별히 되어있지 않아 이에 대하여서는 무방비 상태로 국내에 유입되고 있다(Lyu *et al.*, 2006). 또한 수입된 관상어는 운송도중의 폐사 및 여러 병원성 미생물에 의한 질병을 줄이기 위해 무분별한 항생제 및 화학요법제를 사용하는데 그로 인해 항생제에 대한 내성균이

발생할 수 있다. 이러한 내성균은 향후 축산동물등과 같은 새로운 환경으로의 이동, 새로운 다재내성균의 출현 및 사람에게로의 내성유전자 전이 등의 위험성을 나타낼 수 있다(Verner-Jeffreys *et al.*, 2009; Cizek *et al.*, 2010).

따라서 항생제 사용 인식에서 예외적인 부분으로 인식되고 있는 관상어, 특히 외국으로부터 유입되고 있는 관상어에서 어떠한 종류의 내성균이 어느 정도의 위험성을 가지고 있는지에 대한 분석되어 있지 않는 우리나라에서는 이에 대한 보다 적극적인 조사가 필요하다.

본 연구에서는 우리나라에서 양식되는 해산어 장내세균에서 나타나는 내성균에 대비하여 수입된 담수관상어에 존재하는 내성균의 총비율과 다재 내성균의 비율을 각각 비교함으로써 각 어류에서의 내성균 집단이 나타내는 내성 특성을 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 실험어

수입산 담수관상어를 샘플링하기 위해 2009년 3월에서 2010년 8월에 이르기까지 싱가포르에서 공항을 통하여 수입된 펄 구라미, *Trichogaster leeri*를 총 5차례에 걸쳐 채집하였다. 국내산 해산어의 경우는 2009년 12월에서 2010년 9월까지 남해 등지에서 양식한 돌돔, *Oplegnathus fasciatus*을 대상으로 총 9차례 샘플링 하였다.

### 장내세균의 채취

채집어류는 시험구당 각각 5마리씩 3그룹으로 나누어 증장을 분리한 후 무균적으로 장내 stool을 추출하였다. 각 그룹에서 모아진 stool 0.1 g을 1×PBS에 현탁하여 10-fold씩 단계 희석하여 0.45 μm (pore size)

membrane filter (ADVANTEC, Japan)에 통과시켜 고정하였다.

#### Replica plating을 이용한 내성균 분리

1% NaCl 첨가 TSA (Tryptic soy agar, Difco, USA) 배지위의 membrane에서 배양된 colony들을 무작위로 선택하여 1% NaCl 첨가 TSA 배지에 dotting하여 80~100개의 isolates를 얻었다. 25°C에서 18~24시간 배양한 후, 멸균된 벨벳 천을 이용하여 tetracycline (Tc 16 µg/ml), ampicilin (Am 30 µg/ml), erythromycin (Em 8 µg/ml), oxolinic acid (OA 2 µg/ml)와 chloramphenicol (Cm 10 µg/ml)이 각각 첨가된 TSA 배지에 replica plating법을 실시하였다. 이러한 agar plate를 25°C에서 18~24시간 배양한 후 각각의 plate에서 자란 colony수를 확인하여 내성비율을 백분율로 계산하였다.

#### 항생제내성균의 동정 및 다재내성균의 비율 분석

*Aeromonas* spp.는 배양 후 CC (Coliform agar plate, MERCK, Germany) 배지에서 열리는 분홍색을 띠고 GSP (Glutamate Starch Phenol-red agar, MERCK, Germany) 배지에서 노란색을 띠는 세균집락을 사용하였다.

*Pseudomonas* spp.는 배양 후 CC 배지에서 자라지 않거나 또는 흰색을 띠고 GSP 배지에서 자주색을 띠는 세균집락을 선별하였다.

TCBS (Thiosulfate-citrate-bile salts-sucrose agar, Difco, USA) 배지에서 배양 후 나타난 노란색의 세균 집락은 *Vibrio* spp.로 간주하였다.

*Enterobacteriaceae*과의 분리 위해 CC 배지에서 자라면서 GSP 배지에서는 자라지 않는 균을 선별하였으며, 이들 *Enterobacteriaceae* isolates는 API 20E kit (bioMérieux, Marcy-l'Etoile, France)를 사용하여 더 명확히 동정하였다. 선택배지를 통해 선별된 *Aeromonas*

spp., *Pseudomonas* spp. 그리고 *Vibrio* spp. 균주 중 25개의 colony를 API 20E kit를 통해 재확인 하였다.

각각 배양된 Agar plate는 25°C에서 18~24시간 배양한 후 각각의 plate에서 자란 colony수를 확인하여 내성비율을 백분율로 계산하였다.

## 결 과

### 어류 장내세균의 분포

어류의 장내세균을 다양한 선택배지를 통해 특징적 장내세균의 비율을 알아보았다(Fig. 1). 수입산 관상어 (Pearl gourami)는 모두 계절에 관계없이  $1.2\sim 4.5\times 10^7$  Colony Forming Units (CFU)/100 mg stool 정도의 장내 세균 총을 가지고 있었으며(data not shown), 그 중에서도 *Citrobacter* spp., *Klebsiella* spp. 그리고 *Salmonella* spp.를 포함하는 *Enterobacteriaceae*과가 약 56.5% 그리고 *Aeromonas* spp., *Pseudomonas* spp.와 *Vibrio* spp.가 포함된 *Vibrionaceae*과는 약 40.3%의 비중을 차지하고 있었다. TCBS 배지에서 노란색, 초록색 집락을 형성하는 *Vibrio* spp.는 관상어에서 평균 2~3% 정도로 낮은 비율을 보였다. 해산어(Rock bream)의 경우  $4.9\sim 5.1\times 10^6$  CFU/100 mg stool 정도로 관상어에 비해 약 10배 정도 낮은 세균수를 가지고 있었다. 또한 균주별 비율로 보았을 때는 *Vibrio* spp.가 62%로 가장 높은 비율을 차지하였다. *Enterobacteriaceae*과에 속하는 *Enterobacter* spp., *Serratia* spp. 그리고 *Klebsiella* spp.는 30% 정도로 담수관상어에 비해 낮게 나타났다. 또한 담수 관상어에서 높은 비율을 보인 *Pseudomonas* spp.와 *Aeromonas* spp.의 경우 해산어에서는 거의 검출되지 않았다. 관상어와 해산어 장내세균에서 무작위로 추출한 25개의 isolates를 대상으로 API 20E test를 실시한 결과, 선택 배지를 이용하여 동정한 결과와 일치하였으며, 신뢰성은 약 95%였다(Table 1).

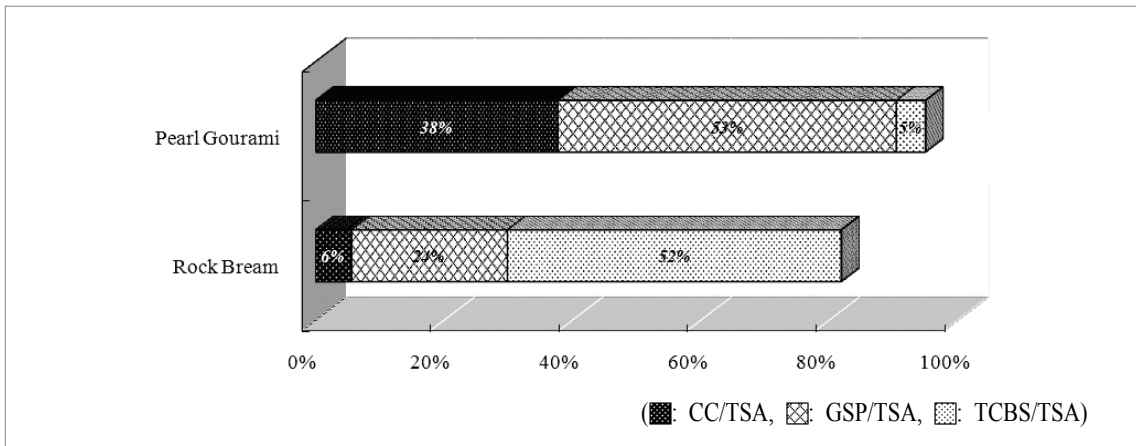


Fig. 1. Proportion of the isolates obtained from different selective media to the corresponding numbers of normal microflora in intestinal tract from imported ornamental fish (Pearl gourami) and cultured domestic marine fish (Rock bream).

Table 1. Identification of the bacterial species. *Aeromonas*, *Pseudomonas* and *Vibrio* spp. were determined using selective media. *Enterobacteriaceae* were reclassified using API 20E kit, (A) Isolates in intestinal tract of the ornamental fish imported from Singapore, 2009-2010, (B) Isolates in intestinal tract of the rock bream cultured in Korea.

(A)	Species	% isolates from intestine	(B)	Species	% isolates from intestine
Enterobacteriaceae	<i>Citrobacter</i> spp.	42.8	Enterobacteriaceae	<i>Vibrio</i> spp.	62
	<i>Klebsiella</i> spp.	9		<i>Enterobacter</i> spp.	18
	<i>Salmonella</i> spp.	4.7		<i>Serratia</i> spp.	7
	<i>Aeromonas</i> spp.	26		<i>Klebsiella</i> spp.	5
	<i>Pseudomonas</i> spp.	12		Unknown	8
	<i>Vibrio</i> spp.	2.3			
	Unknown	3.2			

위의 결과에서와 같이 담수관상어와 해산어류에서 분리된 대표적인 장내세균은 각각 *Enterobacteriaceae* 과와 *Vibrionaceae* 과로 서로 다르게 나타났으며, 담수관상어와 해산어류에 동시에 존재하는 *Vibrio* spp. 및 *Klebsiella* spp.의 경우 담수어류 및 해산어류에서 minor 세균 그룹이라 species 단위에서의 비교는 어려웠다. 그러므로 minor 세균 그룹에 속하는 한 species가 나타내는 항생제 내성의 위험성 대한 의미 부여보다는, 장내세균 집합체가 가지는 내성균에 대한 위험성 분석이 더 큰 의미가 있다고 할 것이다.

#### 어류 장내세균의 항생제 내성 비율

국내산 양식 해산어(Rock bream)와 싱가포르에서 수입된 관상어(Pearl gourami)의 장내세균에서 나타나는 항생제 내성비율(Tc, Am, Em, OA, Cm)은 Fig. 2에 나타냈다. 국내 양식해산어의 경우 다른 항생제에 비해 Am 내성비율이 70~80%로 높은 수치를 나타냈고 그 뒤를 이어 Tc는 35~40%, Em의 내성비율은 25~30%, OA와 Cm의 내성비율은 10% 미만으로 나타났다. 싱가포르에서 수입된 관상어의 경우도 Am에서 90%에 가까운 높은 내성비율을 확인하였고 해산

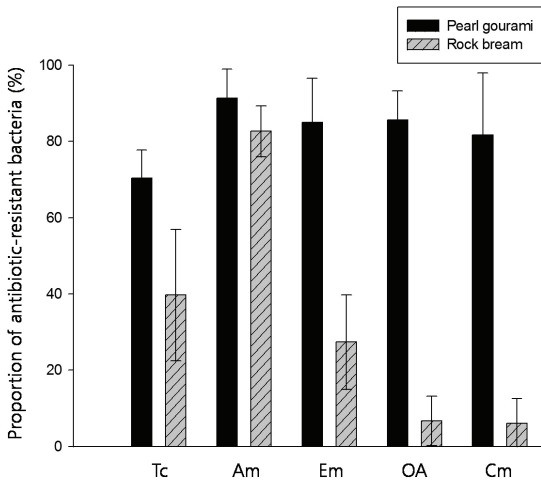


Fig. 2. Proportion of antibiotic-resistant bacteria in normal microflora (TSA with antibiotics / TSA). Isolates in intestinal tract of the pearl gourami imported from Singapore and the rock bream cultured in Korea.

어와는 반대로 OA, Em, Cm, Tc 등 대부분의 항생제에 대하여 모두 높은 내성비율을 보였다. 또한 싱가포르 생산 관상어와 함께 중국 및 태국에서 생산 수입된 관상어 장내세균 또한 Tc, Am, Em, OA, Cm 내성비율이 각각 70~95%로 모든 항생제에서 높은 내성비율을 나타내어 수입국가 간의 뚜렷한 내성균 비율차이는 확인되지 않았다(data not shown). 이러한 항생제 각각에 대한 내성균 분석과 함께 TSA에서 무작위로 추출한 균주를 대상으로 다재 내성균의 비율을 알아 보았다. 그 결과 해산어의 경우 하나의 항생제에 대해서 내성을 가지는 내성균의 비중이 36%로 가장 높았고 2가지, 3가지, 4가지 그리고 5가지의 항생제에 대하여 동시에 내성을 가지는 내성균의 비율은 각각 29%, 13%, 3% 그리고 1%로 나타났다. 관상어의 경우에는 해산어와는 달리 5가지의 항생제에 대하여 내성을 가지는 내성균의 비율이 53%로 가장 높았고 1가지, 2가지, 3가지 그리고 4가지의 항생제에 대하여 내성을 가지는 내성균의 비율이 각각 4%, 6%, 9% 그리고 23%로 나타났다(Fig. 3).

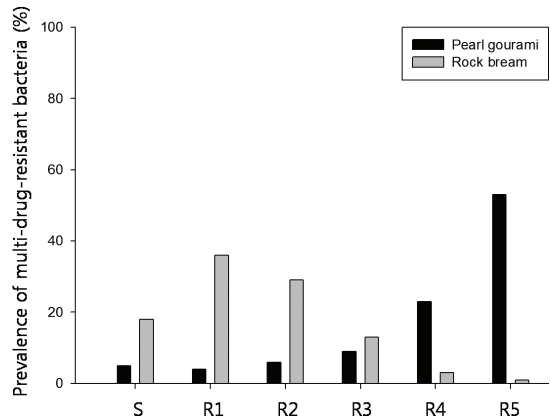


Fig. 3. Prevalence of multi-drug-resistant bacteria in normal microflora. S means sensitive isolates. R 1~5 shows the proportion of bacteria resistant to 1~5 numbers of different antibiotics respectively.

그러나 관상어와 해산어에 존재하는 장내세균의 species는 서로 매우 다르므로, 본 연구에서는 다만 어류 장내세균에 존재하는 항생제 내성균 전체가 나타내는 위험성을 분석하였다. 그러므로 이에 대해서는 담수 및 해산어의 장내세균에 공통적으로 존재하는 특징적인 species를 분류 및 분리 한 후 그 species에서 나타나는 항생제 내성 특성 비교에 대한 실험이 추가적으로 필요하다고 여겨진다. 그러나 본 연구와 같이 먼저 서로 다른 어류의 장내세균 전체가 나타내는 내성 수준에 대해 확인하는 것은 어류의 장내세균이 가지는 항생제 내성 위험성을 분석하는 데 필수적인 것이라고 할 수 있다.

## 고 찰

본 연구에서는 싱가포르에서 수입되는 담수관상어의 대표어종인 펄구라미, *Trichogaster leeri*와 국내에서 양식한 해산어인 돌돔, *Oplegnathus fasciatus*의 장내세균에서 나타나는 항생제 내성균의 비율 분석

을 통한 위험성 제고를 실시하였다. 분석을 위해 관상어와 해산어의 항생제 내성균 전체를 각각의 한 그룹으로 보고 이에 대한 분석을 실시하였다. 그러므로 본 연구의 결과는 해산어와 담수관상어의 장내세균총의 차이에 의한 것으로도 추정할 수 있으므로 각각의 특징적인 균주 종을 분류한 후 각각의 species에서 나타나는 항생제 내성 특성 비교에 대한 추가 실험이 필요하다고 여겨진다. 그러나 담수관상어의 장내세균총은 해산어의 장내세균총에 비하여 더 높은 비율의 항생제 내성균을 포함하고 있으며, 그 위험성 또한 매우 높음을 본 연구 결과로 확실히 제시하고 있다고 할 수 있다. 그리고 Tc 내성균이 포함하고 가지고 있는 tet 유전자를 항생제 내성균의 특성을 나타내는 indicator gene으로 한 Kim *et al.* (2007)의 연구에 따르면 해산어 장내세균인 *Vibrio* spp.에서 나타나는 Tc 내성 유전자는 tet (B) 와 tet (M)으로 제한되어 있으며, tet (M)의 유전적 특성도 tet (M)의 parent types과 다른 것으로 나타났다. 그러므로 담수 및 해산어의 각 내성균(동일 species 또는 다른 species 사이 양쪽 모두)이 나타내는 내성 유전자의 종류 및 유전적 특성을 비교하는 연구가 현재 본 연구실에서 진행되고 있다. 항생제 내성비율을 확인해보기에 앞서 선택배지를 이용하여 수입산 담수관상어와 우리나라 양식 해산어의 장내세균총의 동정에서 *Aeromonas* spp., *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas* spp. 그리고 *Vibrio* spp., 등의 그람 음성균을 분리하였다. 장내세균을 무작위로 추출하여 API 20E를 실시한 결과 검출 비율은 담수관상어에서는 *Citrobacter* spp., *Aeromonas* spp. 그리고 *Pseudomonas* spp. 등의 순으로, 해산어에서는 *Vibrio* spp. *Enterobacter* spp. 그리고 *Serratia* spp.의 순으로 나타났다(Table 1). 이러한 API 20E test의 결과는 선택배지에서 세균 집락이 나타내는 특이적인 색을 이용한 분류, 동정의 결과와 일치하였다.

담수어인 틸라피아와 메기의 경우에도 *A. hydrophila*, *Corynebacterium urealyticum*, *Escherichia coli* 등의 그람음성균이 장내세균 총에 빈번하게 존재한다고 보고하였으며(Al-Harbi *et al.*, 2004; DePaola *et al.*, 1988), 또한 기수지역과 해안지역의 striped bass (*Micropterus* sp.)를 대상으로 장내세균을 조사한 결과 기수지역에서는 *Aeromonas* spp., *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae* 그리고 *Vibrio* spp. 순으로 나타난 반면 해안지역에서는 *Vibrio* spp., *Aeromonas* spp., *Flavobacteria* 그리고 *Enterobacteriaceae* 순으로 장내세균 비중이 높은 것으로 나타나 어류의 수중 환경에 따라 장내세균 비율의 차이를 보여주었다(MacFarlane *et al.*, 1986). 본 연구에서 나타난 장내세균 종류는 위 결과와 유사한 경향을 보였다.

장내세균의 항생제 내성비율을 분석한 결과 담수관상어는 실험에 사용된 모든 종류의 항생제에 대해 높은 내성비율을 보였다. 또한 다재내성균을 조사해본 결과, 분석대상 항생제 5종 중 4종 이상의 항생제에 대하여 내성을 가지며, 내성균의 비율이 76%로 나타나 관상어 유래 내성균의 위험성을 확인할 수 있었다(Fig. 3). 이는 Verner *et al.* (2009)의 실험과 유사한 결과로서, 싱가포르에서 수입관상어를 대상으로 Tc 및 다른 항생제의 내성 조사결과 전체 실험군의 85%가 Tc에 내성을 보이는 것으로 나타났고, OA나 Ciprofloxacin에서도 50% 이상의 높은 내성비율을 보여 높은 비율의 다재내성균의 존재가능성을 제시하였다. 이는 국가 간, 지역 간 이동시를 비롯하여 양식 중에 어류의 폐사 와 질병유발 병원체를 조절하기 위해 Tc를 포함한 다양한 계열의 항생제가 빈번히 사용되었기 때문이라 생각된다. 흥미로운 것은 관상어의 장내세균이 현재 사용이 제한된 Cm에 대하여 60% 이상의 높은 내성균 비율을 나타내고 있었다. 이는 관상어의 질병치료에 Cm이 아직까지 사용

되고 있거나 또는 R-plasmid에 있는 Cm에 대한 내성 특성이 Cm의 사용금지 이후에도 전이되고 있다고 보여진다. 본 실험에서는 이러한 R-plasmid의 존재 및 항생제 내성균 중 R-plasmid를 전달하는 strains 확인에 대한 실험이 미흡하여 R-plasmid에 대한 정확한 확인을 할 수 없었다. 따라서 차후에 R-plasmid 존재유무 확인 및 이동 가능성에 대한 보다 충분한 보충실험이 뒤따라야 할 것으로 보인다.

해산어의 경우 양식현장에서 가장 빈번하게 사용되는 Am과 Tc에 각각 80%와 40%의 내성비율을 보여주었다. 또한 본 연구에서 사용된 5종의 항생제 중 2종의 항생제에 내성을 보이는 다재내성균의 검출 비율은 29%였으나 35%의 균주가 한 가지 항생제에만 내성을 보이는 것으로 나타났다. 관상어와는 달리 3종 이상의 약제에 대한 다재내성균은 거의 없는 것으로 확인되었다(Fig. 2). 관상어에서의 다재내성균은 사용한 항생제 종류에 따라 다양하게 내성을 나타냈으나, 해산어에서 분리된 내성균은 Am, Tc에 대한 편향적 다재내성을 보여 주었다(data not shown). 그러나 일본의 방어에서 분리된 *Pasteurella piscicida*를 대상으로 연구한 Kim과 Aoki (1993)의 결과에 따르면 본 연구에서의 결과 보다 높게, 즉 대부분의 내성균이 Am, OA, Tc, Cm 모두에 대하여 다재약제내성을 가진다고 보고하였다. 이는 본 실험의 분석과 다소 차이를 보였지만 이러한 결과는 주요 장내내성균 종류의 차이와 현재 양식장에서의 항생제 사용규제 정책의 차이에 의한 것으로 생각되어진다. 즉 양식산 해산어와 관상용 담수어 간에는 항생제 사용규제 정책의 차이가 있으므로 관상어의 경우 국가 간 이동시 질병예방, 치료의 목적으로 항생제를 과다 사용하는 것과 연관이 있다고 할 수 있다(Cizek *et al.*, 2010).

결론적으로 양식 해산어와 관상어의 장내세균 층이 함유하고 있는 내성균 분석을 통하여 관상어에서

의 무절제한 항생제 사용에 의한 내성균 출현 위험성 분석을 양식 해산어와 대비하여 비교 연구하였다.

## 감사의 글

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(20110026721)

## 참고문헌

- Al-Harbi, A.H. and Uddin, M.N.: Seasonal variation in the intestinal bacterial flora of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*) cultured in earthen ponds in Saudi Arabia. *Aquaculture*, 229: 37-44, 2004.
- Cízek, A., Dolejská, M., Sochorová, R., Strachotová, K., Piacková, V. and Veselý, T.: Antimicrobial resistance and its genetic determinants in aeromonads isolated in ornamental (koi) carp (*Cyprinus carpio koi*) and common carp (*Cyprinus carpio*). *Vet. Microbiol.*, 142: 435-439, 2010.
- DePaola, A., Flynn, P.A., McPhearson R.M. and Levy, S.B.: Phenotypic and genotype characterization of tetracycline and oxytetracycline resistance *Aeromonas hydrophila* from cultured channel catfish (*Ictalurus punctatus*) and their environments. *Applied and Environmental Microbiology*, 54: 1861-1863, 1988.
- Hawke J.P. and Thune R.L.: Systemic isolation and antimicrobial susceptibility of *Cytophaga columnaris* from commercially reared channel catfish. *J. Aquatic Animal Health*, 4: 109-113, 1992.
- Kim, E.H. and Aoki, T.: Drug Resistance and Broad

- Geographical Distribution of Identical R Plasmids of *Pasteurella piscicida* Isolated from Cultured Yellowtail in Japan. *Microbiol. Immunol.*, 37: 103-109, 1993.
- Kim Y.H., Jun L.J., Park S.H., Yoon S.H., Chung J.K., Kim J.C., Jeong H.D.: Prevalence of tet(B) and tet(M) genes among tetracycline-resistant *Vibrio* spp. in the aquatic environments of Korea. *DAO*, 75: 209-216, 2007.
- Lyu, J.H., Jeong, J.B., Kim, H.Y., Jun, L.J., Cho, H.J., Lee, J.W. and Jeong, H.D.: Detection and distribution of iridoviruses in five freshwater ornamental fish species. *J. Fish Pathol.*, 19: 197-206, 2006.
- MacFarlane, R.D., McLaughlin, J.J. and Bullock, O.L.: Quantitative and qualitative studies of gut flora in striped bass from estuarine and coastal marine environments. *Journal of wildlife diseases*, 22: 344-348, 1986.
- Rodgers C.J.: Resistance of *Yersinia ruckeri* to antimicrobial agents in vitro. *Fish Disease*, 8: 325-345, 2001.
- Sorum H., Roberts M.C. and Crosa J.H.: Identification and cloning of a tetracycline resistance gene from the fish pathogen *Vibrio salmonicida*. *Antimicrob. Agents Chemother.*, 36: 611-615, 1992.
- Verner-Jeffreys, D.W., Welch, T.J., Schwarz, T., Pond, M.J., Woodward, M.J., Haig, S.J., Rimmer, G.S., Roberts, E., Morrison, V. and Baker-Austin, C.: High prevalence of multidrug-tolerant bacteria and associated antimicrobial resistance genes isolated from ornamental fish and their carriage water. *PLoS One.*, 21: 8388, 2009.

---

Manuscript Received : July 30, 2012

Revised : August 20, 2012

Accepted : August 28, 2012