

남해안 어류양식장에서 분리된 *Vibrio parahaemolyticus*와 *Vibrio alginolyticus*의 항균제 감수성

손광태* · 오은경 · 이태식 · 이희정 · 김풍호 · 김지회
국립수산과학원 식품위생팀

Antimicrobial Susceptibility of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio alginolyticus* from Fish Farms on the Southern Coast of Korea

Kwang-Tae SON*, Eun-Gyoung OH, Tae-Seek LEE, Hee-Jung LEE,
Poong-Ho KIM and Ji-Hoe KIM

National Fisheries Research and Development Institute, Gijang, Busan 619-902, Korea

The antimicrobial resistance patterns to the 10 antimicrobial agents of potential pathogenic vibrios isolated from seawater and a variety of farmed fishes, including olive flounder (*Paralichthys olivaceus*), black rock fish (*Sebastes schlegeli*), red sea bream (*Pagrus major*) and sea bass (*Lateolabrax japonicus*), were investigated from May to October, 2004. A total of 314 strains of the genus vibrios were isolated from 126 collected samples, and the number of isolated strains of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio alginolyticus* were 194 and 120, respectively. Apparently 98.5% of *V. parahaemolyticus* and 100% of *V. alginolyticus* isolates demonstrated antimicrobial resistance against at least one antimicrobial agent. The resistance of *V. parahaemolyticus* isolates to ampicillin (97.9%) was highest, followed by oxolinic acid (26.8%), amikacin (19.1%) and tetracycline and amoxicillin/clavulanic acid (6.7%). *V. alginolyticus* isolates were resistant to ampicillin (100%), sulfamethoxazole/trimethoprim (25%), amikacin (21.7%), amoxicillin/clavulanic acid (15.8%), ciprofloxacin (13.3%), and tetracycline and doxycycline (11.7%). The rate of multiple antimicrobial resistance to at least four antimicrobials was higher in the *V. alginolyticus* isolates (20.8%) than in the *V. parahaemolyticus* (6.7%).

Key words: Antimicrobial resistance, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio* susceptibility

서 론

근년 수산 여건의 변화로 어획량은 감소하고 있으나 양식어 생산량은 증가하고 있는데, 해면 양식어의 경우 1999년 33,453톤이던 것이 2004년에는 64,476톤으로 약 2배 증가하였다(MOMAF, 2005). 양식어의 생산량 증대는 1990년대 중반 이후 생선회 등 활어의 수요 증대 등이 큰 요인이지만 수산용 항생제를 활용한 질병에의 적절한 대처 등 양식 기술의 발달이 큰 역할을 한 것으로 생각된다. 그러나 매년 여름철에는 병원성 비브리오균으로 인한 인명의 희생 등으로 사회적으로는 물론 수산업에도 큰 피해가 발생하고 있다. 비브리오 속(genus)에는 여러 종(species)이 속하고 있으며, 이 중 10여 종이 사람의 건강과 관련성이 있는 것으로 보고되고 있다(Elliott et al., 1992; Oliver, 1989). 특히 식품위생상 문제가 되는 종으로는 *Vibrio cholerae* O-1/O139 혹은 non-O1/O139, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus* 등이 있으며, 이 외 *V. alginolyticus*는 연안해역에 널리 분포하는 균종으로(Larsen et

al., 1981; Barbieri et al., 1999), 사람에서는 일부 중이염 발병 원인이 되는 경우가 있으며(Matsiota and Nauciel, 1993), 양식 어류에 질병을 유발한다는 보고도 있다(Paperna, 1984).

한편, 우리나라에서는 1980년대 이후 어류양식이 성행하면서 양식어의 질병예방 및 치료 등 생산성 향상을 위하여 각종 항균제가 사용되어 왔으며, 장기간에 걸친 항균제 사용으로 인하여 해양세균에서 항균제 내성균 발생이 우려되고 있는 것이 사실이다. 세균의 항균제 내성을 결정하는 인자들은 플라스미드 전이에 의해 쉽게 다른 균체에 전달되는데 이러한 인자가 사람의 질병을 유발하는 세균에 전이될 수 있으며, 이 때 양식어류는 이러한 매개체 역할을 할 수도 있다고 보고된 바 있다(Rhodes et al., 2000). 임상에서는 이미 소위 내성균의 출현이 심각한 문제로 대두되고 있으며, 해양의 어류 양식장에서도 일부 내성균이 분리되고 있다(Samuelsen et al., 1992; Son et al., 1997; Saitanu et al., 1994).

본 연구는 수산용 항균제의 적절한 사용과 내성균 관리를 위한 기초 자료를 제공하고자 남해안 주요 어류양식장에서 분리된 비브리오속 세균의 각종 항균제 감수성 패턴을 시험하였다.

*Corresponding author: ktson@nfrdi.re.kr

재료 및 방법

시 료

병원성 비브리오 분리를 위한 시료는 2004년 5월부터 10월까지 우리나라 남해안 연안에서 어류양식업이 성행하고 있는 부산, 거제, 통영, 여수, 완도, 제주 등 6개 지역의 어류양식장에서 매월 1회씩 채취한 넙치(*Paralichthys olivaceus*), 조피볼락(*Sebastes schlegeli*), 참돔(*Pagrus major*), 농어(*Lateolabrax japonicus*) 등 어류 4종과 사육용수를 사용하였다.

어류 시료는 폴리에틸렌 주머니에 넣고, 해수는 1 L 용량의 멸균된 병에 채수하여 얼음을 채운 스티로폼 용기에 담아 실험실로 운반하여 실험에 사용하였다. 시험에 사용된 시료는 해수가 60점이었으며, 어류는 넙치 30점, 조피볼락 18점, 농어 12점, 참돔 6점 등 총 126점이었었다.

병원성 비브리오의 분리 및 동정

병원성 비브리오는 Bacteriological Analytical Manual (BAM, Elliot et al., 1992)에 준하여 분리·동정하였다. 어류 시료의 경우, 내장과 아가미를 취하여 마쇄한 다음 25 g 취하여 Alkaline Peptone Water (pH 8.5±0.2, 2% NaCl 함유, 이하 APW) 225 mL에 접종하고, 해수는 pore size가 0.8, 0.45 및 0.2 µm인 멸균된 membrane filter (Millipore, Ireland)로 순차적으로 여과한 다음, filter를 모아서 APW에 접종하고 35±0.5°C에서 배양하였다. *V. cholerae* 분리를 위하여 6-8시간, 그 외의 *Vibrio* spp.는 18-24시간 각각 배양한 후 TCBS agar (Merck, Germany)에 희석 도말하여, 35°C에서 18-24시간 배양하였다. *V. cholerae*와 *V. alginolyticus*의 경우에는 황색집락을, *V. parahaemolyticus*와 *V. vulnificus*는 녹색집락을 각각 취하여 TSI agar (Difco, USA)에 접종하여 35°C에서 24시간 배양한 후, 전형적인 반응을 나타내는 균주를 대상으로 동정시험을 실시하였다. 즉, 내염성 시험, 42°C 발육시험, ONPG 시험 등 생화학시험 후 API 20NE (BioMerieux ref 20050, 25strips, France)로 동정하였다.

항균제 감수성 시험

분리·동정된 각 비브리오 균주의 항균제 감수성은 Acar and Goldstein (1991)의 디스크 확산법과 미국 NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards, 2004)에 준하여 시험하였다. 즉, 분리된 각 균주는 Muller Hinton Broth (Merck, Germany)에서 35°C, 18-24시간 배양한 다음 균주 배양액의 농도를 McFarland No. 0.5로 희석 조정하였다. 각 희석된 균액은 미리 1% 농도가 되도록 NaCl를 첨가한 두께 4 mm의 Muller Hinton Agar (Merck, Germany) 평판에 도말하였다. 균액이 접종된 Muller Hinton Agar 평판은 5분간 방치하여 균액을 흡수시킨 후 항균제 디스크(φ, 8 mm)를 평판에 고착시켰다. 이 때 항균제 디스크는 균 접종 후 15분 이내에 고착시켰으며, 시험 항균제는 ampicillin (10 µg), amoxicillin/clavulanic acid (30 µg), cefepime (30 µg), cefotaxime (30 µg), amikacin (30 µg), ciprofloxacin (5 µg), oxolinic acid (2 µg), tetracycline

(5 µg), doxycycline (30 µg), sulfamethoxazole/trimethoprim (25 µg) 등 10종으로 BBL사 제품을 사용하였다. 항균제 디스크를 고착시킨 Muller Hinton Agar 평판은 35°C, 16-18시간 배양한 다음 균의 증식 저해대(inhibition zone)의 크기를 calipers로 측정하여 감수성 유무를 판별하였으며, 감수성 결과의 정도관리를 위하여 *Escherichia coli* ATCC 25922를 표준균주로 사용하여 각 항균제 디스크에 대한 역가를 확인하였다.

결과 및 고찰

병원성 비브리오의 분리

남해안 어류양식장의 해수 및 양식어류 4종에서 분리된 병원성 비브리오의 균주수를 Table 1에 나타내었다. 분리대상으로 한 병원성 비브리오 중 *V. parahaemolyticus*가 194균주, *V. alginolyticus*가 120균주가 분리되었고, *V. cholerae*와 *V. vulnificus*는 분리되지 않았다. *V. parahaemolyticus* 194균주 중에서는 해수에서 145균주(74.7%), 어류에서 49균주(25.3%)가 분리되었다. 어류 중에서는 조피볼락과 농어에서 공히 20균주(10.0%), 넙치에서 9균주(4.7%) 분리되었으며, 참돔에서는 한 균주도 분리되지 않았다. 그리고 *V. alginolyticus*에서는 해수에서 77균주(64.2%), 어류에서 43균주(35.8%)가 분리되었다. 어류 중에서는 넙치가 15균주(12.5%), 조피볼락 14균주(11.6%), 농어 11균주(9.2%), 참돔 3균주(2.5%)가 분리되었는데, 참돔에서 분리 균주수가 적었던 것은 다른 어종에 비하여 시료수가 적었기 때문이다. 시험어의 시료수가 어종별로 다른 것은 지역별 대상어종 선정시 각 지역의 양식 특성을 고려하였기 때문이며, 특히 넙치는 우리나라 양식어류 중 가장 생산량이 많아 본 연구에서도 많은 시료를 대상으로 하였다(MOMAF, 2005).

지역별 분리균주 수는 *V. parahaemolyticus*의 경우 완도에서 55균주로 가장 많이 분리되었으며, 다음으로 거제 49균주, 여수 31균주, 통영 21균주, 부산과 제주에서 공히 19균주씩 분리되었다. 시험지역 중 여수를 제외한 다른 지역에서는 해수에서 분리된 *V. parahaemolyticus* 균주수가 어류보다 많았다. *V. alginolyticus*는 거제에서 35균주로 가장 많이 분리되었으며, 그 외 조사지역은 14-20균주로 대체적으로 비슷하였다. 또한 전 조사지역에서 해수에서의 분리균주 수가 어류와 같거나 많은 것으로 나타났다. 부산의 경우는 *V. parahaemolyticus*와 *V. alginolyticus*의 분리균주수가 다른 지역에 비해 적었는데, 이는 넙치 양식장 1개소에서만 시료를 채취하여 대상시료수가 적었기 때문이다(Table 2).

우리나라 연안에서 *V. parahaemolyticus*는 여름철에 전 연안의 해수 및 수산물에서 널리 분포하고 있으며(Chang and Kim, 1977; Kang et al., 1994), *V. alginolyticus*는 비브리오속 중 다른 종에 비하여 우세하게 연중 검출되는 것으로 보고된 바 있는데(Lee and Ahn, 1976; Park et al., 2002) 본 연구 결과에서도 이러한 결과와 유사하였다. 그리고 본 연구에서는 *V. vulnificus*와 *V. cholerae*가 검출되지 않았으나, 연안 해역에서 이들 균이

Table 1. Number of pathogenic *Vibrio* strains isolated from seawater and fishes by sample

Samples	Number of samples	Number of isolated strain (%)			
		<i>V. cholerae</i>	<i>V. vulnificus</i>	<i>V. parahaemolyticus</i>	<i>V. alginolyticus</i>
Fishes					
Oliver flounder	30	0 (0)	0 (0)	9 (4.7)	15 (12.5)
Black rock fish	18	0 (0)	0 (0)	20 (10.3)	14 (11.6)
Sea bass	12	0 (0)	0 (0)	20 (10.3)	11 (9.2)
Red sea bream	6	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (2.5)
Seawater	60	0 (0)	0 (0)	145 (74.7)	77 (64.2)
Total	126	0 (0)	0 (0)	194 (100)	120 (100)

Table 2. Number of *Vibrio parahaemolyticus* and *V. alginolyticus* strains isolated from seawater and fishes by sampling area

Sampling Area	Number of samples		Number of isolated strain			
	Fish	Seawater	<i>V. parahaemolyticus</i>		<i>V. alginolyticus</i>	
			Fish	Seawater	Fish	Seawater
Busan	6	6	3	16	5	9
Geoje	12	12	3	46	8	27
Tongyeong	12	6	3	18	8	8
Yeosu	12	12	23	8	8	12
Wando	12	12	13	42	8	9
Jeju	12	12	4	15	6	12
Total	66	60	49	145	43	77

검출되는 사례는 많이 보고되고 있다(Chang et al., 1995; Seong, 1997; Kim et al., 2001). 이는 이들 균이 강 하구나 도시 연안과 같이 영양염 농도가 높은 기수지역에서는 비교적 쉽게 검출이 되지만, 본 연구에서의 어류양식장의 위치 혹은 취수원이 오염원으로부터 멀리 위치하고 있어 이들 균이 생존하기에 희박한 해양환경 조건이므로 검출되지 않는 것으로 사료된다.

분리균주의 항균제 내성율

남해안 어류양식장에서 분리된 *V. parahaemolyticus* 194균주 및 *V. alginolyticus* 120균주에 대한 각종 항균제 감수성 시험결과를 Fig. 1에 나타내었다.

*V. parahaemolyticus*는 제 1세대 항균제인 penicillin 계열의 ampicillin에 97.9%, oxolinic acid에 26.8% 그리고 amikacin에 대하여 19.1%가 내성을 나타내었으며, doxycycline, tetracycline, ciprofloxacin 및 amoxillin/clavulanic acid에 대해서는 3.6-6.7%가 내성율을 나타내었다. 그리고 sulfamethoxazole/trimethopenem, cefotaxime, cefepime 등에 대해서는 0.5% 이하의 낮은 내성율을 나타내었다(Fig. 1). 한편, *V. alginolyticus*도 ampicillin 및 amikacin에 대한 내성율이 각각 100% 및 21.7%로 *V. parahaemolyticus*와 유사한 경향이었는데, 이들을 제외한 sulfamethoxazole/trimethopenem (25%), amoxillin/clavulanic acid (15.8%), ciprofloxacin (13.3%) 등과 같은 항균제에 대해서는 *V. parahaemolyticus*보다 훨씬 높은 내성율을 나타내어 동일한 속에 있어서도 종에 따라 항균제 내성의 경향(pattern)에 차이를 나타내었다.

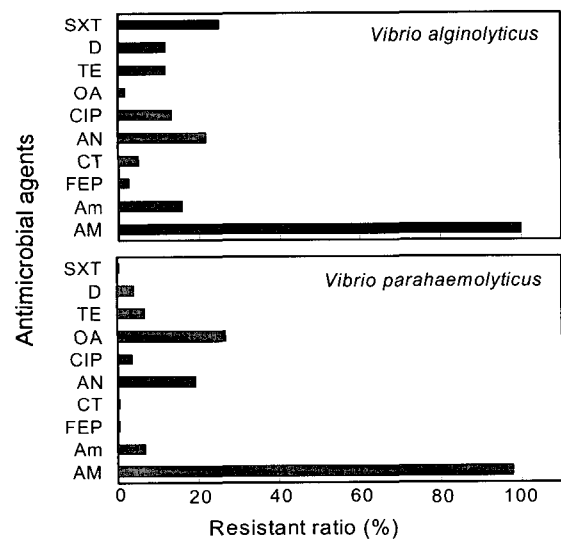


Fig. 1. Antimicrobial resistant pattern of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio alginolyticus* isolates from seawater and farmed fishes (SXT, Sulfamethoxazole/trimethopenem; D, Doxycycline; TE, Tetracycline; OA, Oxolinic acid; CIP, Ciprofloxacin; AN, Amikacin; CTX, Cefotaxime; FEP, Cefepime; AmC, Amoxillin/clavulanic acid; AM, Ampicillin).

Heo et al. (2002)은 경남 일부 지역의 양식어류에서 분리한 *Vibrio*속 62균주 중 90% 이상이, 그리고 Ottaviani et al. (2001)은 수산물에서 분리된 *V. alginolyticus*의 90.3%, *V. parahaemolyticus*의 71.4%가 각각 ampicillin에 내성을 나타

내었다고 보고한 바 있다. Ripabelli et al. (2003)은 이탈리아의 진주담치에서 분리한 *V. alginolyticus*가 모두 ampicillin에 대해 내성을 나타내었다고 보고하여, 본 연구결과와 비브리오패의 높은 ampicillin 내성과 일치하였다. 그러나 Lee et al.(1998)은 우리나라 연안의 바지락 등 패류에서 분리된 *V. alginolyticus* 11균주 중 10균주(90.9%)가, *V. parahaemolyticus*는 18균주 중 9균주(50%)가 ampicillin에 대한 내성을 나타내었다고 보고하여 *V. alginolyticus*는 본 연구의 결과와 일치하였으나, *V. parahaemolyticus*는 다소 차이를 나타내어 분리원에 따른 항균제 내성 비교 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

한편, Lesmana et al. (2001)은 인도네시아에서 1996-1997년에 병원에 입원한 설사환자에서 분리한 *V. parahaemolyticus*의 98%가 ampicillin에 대한 내성을 나타내었다고 보고하여 *V. parahaemolyticus*의 ampicillin에 대한 내성율이 높은 것이 양식환경에서 분리된 균주에 국한된 것이 아니라는 것을 알 수 있다. 이상과 같이 환경이나 임상환자에서 분리된 *V. parahaemolyticus* 등 비브리오패 세균이 ampicillin에 대한 내성정도가 자연내성에 가까울 정도로 높게 나타남에 따라 이들 균에 대한 ampicillin의 내성 메커니즘 구명을 위한 연구가 현재 진행 중에 있다.

분리균주의 항균제 내성 경향

남해안 어류양식장의 양식어류와 사육해수에서 분리된 *V. parahaemolyticus*와 *V. alginolyticus*의 각종 항균제에 대한 내성경향을 분리원별로 정리하여 Table 3에 나타내었다.

해수 및 어류에서 분리된 *V. parahaemolyticus* 총 194균주 중 해수에서 분리된 3균주만이 항균제 10종 모두에 대하여 감수성을 나타내었고, 해수에서 분리된 142균주(97.9%), 어류에서 분리된 49균주(100%)는 한 가지 이상의 항균제에 대하여 내성을 나타내었다. Ampicillin에 대해서만 내성을 가지는 균주는 해수와 어류에서 각각 60.7% (88/145) 및 55.1% (27/49)로 분리원에 따라 내성율에 큰 차이를 나타내지 않았다. *V. parahaemolyticus*에서 4종 이상의 항균제에 내성을 나타내는 다제내성균은 7.2% (14/194)이었으며, 해수에서 분리된 균주의 3.4%, 어류에서 분리된 균주의 18.4%가 다제내성균으로 나타나 분리원에 따라 뚜렷한 차이를 나타내었다.

*V. alginolyticus*는 해수에서 77균주, 어류에서 43균주가 각각 분리되었는데, 분리된 모든 균주가 한 가지 이상의 항균제에 내성을 나타내었다. Ampicillin에 대해서만 내성을 나타내는 균주는 해수에서 57균주(74.0%), 어류에서 19균주(44.2%)가 분리되어 *V. parahaemolyticus*와는 달리 해수에서 분리된 균주가 높은 내성율을 나타내었다. 4종 이상의 항균제에 내성을 나타내는 다제내성균은 20.8% (25/120)였으며, 해수에서 분리된 균주의 11.7% (9/77), 어류에서 분리된 균주의 37.2% (16/43)가 다제내성을 나타내었다. 특히, *V. alginolyticus*에서는 *V. parahaemolyticus*에서 나타나지 않은 6종 이상의 항균제에 내성을 나타내는 균주도 8균주(6.7%)가 확인되었다. 따라서 *V. alginolyticus*는 전반적으로 *V. parahaemolyticus*에 비하

여 각 항균제별 내성정도가 다양하게 나타났을 뿐 아니라 내성율도 높다는 것을 알 수 있었다.

Tendencia and Pena (2001)은 새우양식장에서 항균제 사용 이력에 따라 전혀 사용하지 않은 경우, 얼마 전까지 사용한 경우, 그리고 최근에도 사용하고 있는 경우 등으로 구분하여 각 양식장에서 분리한 비브리오패 등 그람 음성세균에 대한 항균제 내성시험을 실시한 결과, 최근에도 항균제를 사용하고 있는 양식장에서의 다제내성균의 비율이 다른 양식장에 비하여 훨씬 높았으며, 균종별 다제내성율은 *V. harvey* 32%, *V. mimicus* 25%, 그 외 비브리오패에서 27%로 나타났다고 보고하였다. 이를 본 연구결과와 비교하여 볼 때 해수에서 분리된 비브리오패균주의 다제내성율은 비교적 낮았으나, 어류에서 분리된 균주의 다제내성율은 상당히 높아 어류양식장에서의 항균제 사용시 오·남용 방지 등을 통한 적절한 관리가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

균주 분리지역에 따른 항균제 내성율의 차이

시험균주 분리지역에 따른 항균제 내성 차이를 알아보기 위하여 각 지역에서 분리된 균주 중 1종 이상의 항균제에 내성을 나타내는 내성균(antimicrobial resistant bacteria; ARB)과 4종 이상의 항균제에 내성을 나타내는 다제내성균(multiple resistant bacteria; MARB)의 비율을 지역별로 나누어 Fig. 2에 나타내었다.

*V. alginolyticus*의 경우 6개 지역의 분리균주에서 모두 내성을 나타내었으며, 다제내성균의 비율은 통영과 거제지역에서 12.5-17.1%이었고 그 외 지역에서는 21.4-29.4%으로 지역간에 다소 차이를 나타내었다. *V. parahaemolyticus*의 경우

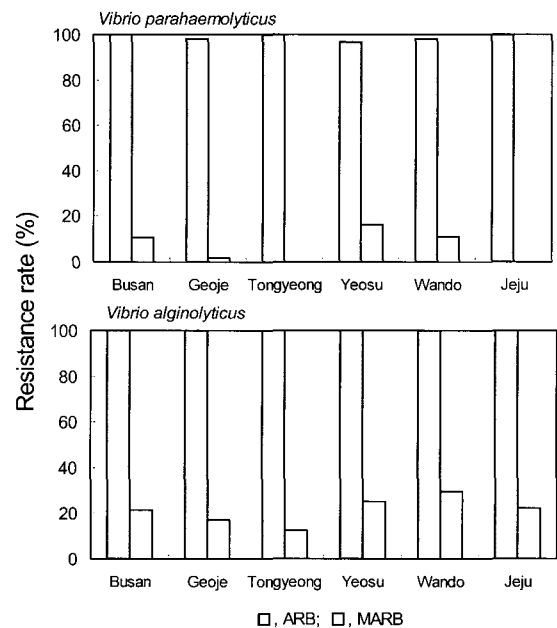


Fig. 2. Detection rate of antimicrobial resistant bacteria (ARB) and multiple antimicrobial resistant bacteria (MARB) from the local fish farms.

Table 3. The antimicrobial resistance profiles of *Vibrio* isolates

Number of antimicrobials	Resistant profile of isolated strains ¹⁾	Number of <i>V. parahaemolyticus</i> isolates			Number of <i>V. alginolyticus</i> isolates		
		Seawater	Fish	Total (%)	Seawater	Fish	Total (%)
0		3	0	3 (1.5)	0	0	0 (0)
1	AM	88	27	115 (59.3)	57	19	76 (63.3)
2	AM, OA	20	4	38 (19.6)	5	1	12 (10.0)
	AM, AmC	0	0		2	0	
	AM, AN	11	0		2	1	
	AM, CTX	1	0		0	0	
	AM, SXT	0	0		0	1	
	AM, TE	0	2		0	0	
3	AM, AN, OA	9	3	24 (12.4)	1	0	7 (5.8)
	AM, AN, AmC	1	3		0	0	
	AM, AN, CIP	1	0		0	0	
	AM, AmC, OA	1	0		1	2	
	AM, AmC, D	0	0		0	1	
	AM, TE, D	4	0		0	2	
	AM, TE, SXT	1	0		0	0	
	AM, TE, OA	0	1		0	0	
4	AM, OA, AN, CIP	3	1	11 (5.7)	2	1	8 (6.7)
	AM, TE, D, OA	2	0		0	0	
	AM, TE, D, AN	0	0		0	1	
	AM, TE, D, SXT	0	0		0	1	
	AM, AmC, AN, TE	0	1		0	0	
	AM, AmC, AN, OA	0	2		0	1	
	AM, AmC, AN, CIP	0	0		1	0	
	AM, AmC, AN, FEP	0	0		0	1	
	AM, AmC, OA, D	0	1		0	0	
	AmC, FEP, TE, D	0	1		0	0	
5	AM, OA, AN, AmC, TE	0	1	3 (1.5)	0	0	9 (7.5)
	AM, OA, AN, CIP, AmC	0	2		2	1	
	AM, OA, AN, CIP, CTX	0	0		1	1	
	AM, OA, CIP, TE, D	0	0		0	1	
	AM, OA, TE, D, SXT	0	0		0	1	
	AM, AN, AmC, TE, D	0	0		0	2	
6	AM, AN, CIP, OA, TE, D	0	0	0 (0)	1	1	4 (3.3)
	AM, AmC, AN, TE, D, OA	0	0		0	2	
7	AM, AN, CIP, OA, CTX, AmC, FEP	0	0	0 (0)	1	1	4 (3.3)
	AM, AN, CIP, OA, CTX, AmC, TE	0	0		1	0	
	AM, AN, CIP, OA, CTX, TE, D	0	0		0	1	
Total		145	49	194 (100)	77	43	120 (100)

¹⁾Abbreviation is shown in Figure 1.

에도 내성균의 비율은 지역간 큰 차이를 나타내지 않았으며 (96.8-100%), 다제내성균의 비율은 여수에서 가장 높은 16.1%, 다음으로 부산과 완도에서 10.9%, 거제 2.0%, 통영과 제주에서는 다제내성균이 검출되지 않았다. Nygaard et al. (1992)는 oxytetracycline, oxolinic acid와 같은 항균제에 노출된 세균은 다른 약제에 대한 내성도 유발시킨다고 보고하였으며, McPhearson et al. (1991)은 항균제에 대한 단일 내성이나 다제내성이 항균제의 사용과 관련이 있다는 것을 보고하

였다. 또한 Herwig et al. (1997)은 어류양식장에서 항균제를 사용함으로써 해양환경에 존재하는 세균의 내성정도를 증가시킬 수도 있으며, 항균제를 많이 사용한 어류양식장의 침전물로부터 분리된 세균의 내성율은 항균제를 거의 사용하지 않은 어류양식장의 침전물로부터 분리한 세균의 내성율에 비하여 매우 높았다고 보고하였다. 뿐만 아니라 Petersen et al. (2002)은 양식어류와 가축을 동시에 사육하면서 항균제가 함유된 사료를 가축에 투여하였을 때 항균제가 함유된

사료와 가축의 분변이 어류양식장의 주변환경의 세균에 미치는 영향을 조사한 결과, 2개월 후에 분리한 세균에서 oxytetracycline과 ciprofloxacin에 대한 내성이 초기에 비하여 80-100%나 증가하였다고 보고하였다. 따라서 6개 지역의 어류양식장 중 전반적으로 여수, 완도에 소재하는 어류양식장의 경우 어류의 질병이나 성장 촉진을 목적으로 다른 어류양식장에 비하여 항균제를 최근까지 많이 사용하여 온 것으로 추정되며, 사람, 가축 등 분변과 같은 육상의 오염물질들이 해상으로 유입됨으로써 육상 유래 내성세균의 영향으로 해양세균의 내성정도가 다른 지역에 비하여 높은 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 2004년도 식품의약품안전청 기관지정용역과제(과제번호-04062항내안677) 연구비 지원에 의해 국립수산물학원(RP-2005-FS-003)에서 수행한 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Acar, J.F. and F.W. Goldstein. 1991. Disk susceptibility test. In: Antibiotics in Laboratory Medicine. Lorian, V., ed. Williams & Wilkins, Baltimore, 17-52.
- Barbieri, E., I. Falzano, C. Fiorentini, A. Pianetti, W. Baffone, A. Fabbri, P. Matarrese and A. Casiere. 1999. Occurrence, diversity, and pathogenicity of *Vibrio* spp. and non-O1 *Vibrio cholerae* from estuarine waters along the Italian Adriatic coast. Appl. Environ. Microbiol., 65, 2748-2753.
- Chang, D.S. and S.J. Kim. 1977. Distribution and physiological characteristics of *Vibrio parahaemolyticus* in coastal sea of Korea. Bull. Natl. Fish. Res. Dev. Agency, 19, 7-40.
- Chang, S.H., D.J. Song, S.J. Yang, I.S. Shin and Y.M. Kim. 1995. Ecology of *Vibrio cholerae* non-O1 and *Vibrio mimicus* in estuary of Kum river, Korea. J. Kor. Fish. Soc., 28, 15-22.
- Elliot, E.L., C.A. Kaysner and M.L. Tamplin. 1992. *Vibrio cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus* and other *Vibrio* spp. In: Food and Drug Administration, Bacteriological Analytical Manual, 7th ed. AOAC International, Arlington, 111-140.
- Heo, J.H., M.H. Jung, M.H. Cho, G.H. Kim, K.C. Lee, J.H. Kim and T.S. Jung. 2002. The study on fish disease with reference to bacterial susceptibility to antibiotics in the southern area of Kyeognam. J. Vet. Clin., 19, 19-22.
- Herwig, R.P., J.P. Gray and D.P. Weston. 1997. Antibacterial resistant bacteria in surficial sediments near salmon net-cage farms in Puget Sound, Washington. Aquaculture, 149, 263-283.
- Kang, D.H., S.S. Chun, D.H. Chung and S.H. Cho. 1994. Antimicrobial effect of grape fruit seed extract on *Vibrio parahaemolyticus* isolated from the southern adjacent sea of Korea. J. Fd. Hyg. Safety, 9, 141-149.
- Kim, J.H., J.H. Park, T.S. Lee, H.J. Lee and S.J. Kim. 2001. Distribution of pathogenic Vibrios and environmental factors affecting their occurrence in the seawater of live fish tank. J. Fd. Hyg. Safety, 16, 241-246.
- Larsen, J.L., A.F. Farid and I. Dalsgaard. 1981. Occurrence of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio alginolyticus* in marine and estuarine bathing areas in Danish coast. Zent. Bakteriolog. Mikrobiol. Hyg., 173, 338-345.
- Lee, H.K., Y.H. Yoon, S.S. Lee and K.H. Ha. 1998. Biochemical characteristics of Vibrios isolated from cultured shellfish, *Ruditapes philippinarum*, and some species of wild shellfish. J. Kor. Soc. Microbiol., 33, 567-574.
- Lee, W.J. and C.W. Ahn. 1976. Distribution of *Vibrio parahaemolyticus* and *V. alginolyticus* in the coast of Chung-mu. Bull. Kor. Fish. Soc., 9, 233-237.
- Lesmana, M., D. Subekti, C.H. Simanjuntak, P. Tjaniadi, J.R. Campbell and B.A. Oyofu. 2001. *Vibrio parahaemolyticus* associated with cholerae-like diarrhea among patients in North Jakarta, Indonesia. Dian. Microbiol. Infect. Dis., 39, 71-75.
- Matsiota, P. and C. Nauciel. 1993. *Vibrio alginolyticus* wound infection after exposure to seawater in an air crash. European J. Clin. Microb. Infec. Dis., 12, 474-475.
- McPhearson, R.M., A. DePaola, S.R. Zywno, M.L. Motes Jr. and A.M. Guarino. 1991. Antibiotic resistance in Gram negative bacteria from cultured catfish and aquaculture ponds. Aquaculture, 99, 20-211.
- MOMAF (Ministry of Maritime Affairs & Fisheries Korea). 2005. Statistical Year Book of Maritime Affairs and Fisheries. MOMAF, 47-53.
- NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards). 2004. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. NCCLS document M100-S14. National Committee for Clinical Laboratory Standards, Wayne, PA., pp. 65.
- Nygaard, K., B.T. Lunestad, H. Hektoen, J.A. Berge and V. Hormazabal. 1992. Resistance to oxytetracycline, oxolinic acid and furazolidone in bacteria from marine sediments. Aquaculture, 104, 31-36.
- Oliver, J.D. 1989. *Vibrio vulnificus*. In: Foodborne

- Bacterial Pathogen. Doyle, M.P., ed., Marcel Dekker, Inc., New York, 569-600.
- Ottaviani, D., I. Bacchiocchi, L. Masini, F. Leoni, A. Carraturo, M. Giammarioli and G. Sbaraglia. 2001. Antimicrobial susceptibility of potentially pathogenic halophilic vibrios isolated from seafood. *Internation. J. Antimicrob. Agents*, 18, 135-140.
- Parperna, I. 1984. Review of diseases affecting cultured *Sparus aurata* and *Dicentrarchus labrax*. In: *L'aquaculture du Bar et des Sparides*. Barnabe, G. and R. Billard, eds., 465-482.
- Park, M.Y., H.J. Kim, S.T. Choi, E.G. Oh and D.S. Chang. 2002. Pathogenic factors of *Vibrio* spp. isolated from seawater of Gwangan beach in Busan. *J. Fish. Sci. Technol.*, 5, 178-182.
- Petersen, A., J.S. Andersen, T. Kaewmak, T. Somsiri and A. Dalsgaard. 2002. Impact of integrated fish farming on antimicrobial resistance in a pond environment. *Appl. Environ. Microbiol.*, 68, 6036-6042.
- Ripabelli, G., M.L. Sammarco, J. McLauchlin and I. Fanelli. 2003. Molecular characterization and antimicrobial resistance of *Vibrio vulnificus* and *Vibrio alginolyticus* isolated from mussel (*Mytilus galloprovincialis*). *System. Appl. Microbiol.*, 26, 119-126.
- Rhodes, G., G. Huys, J. Swings, P. McGann, M. Hiney, P. Smith and R.W. Pickup. 2000. Distribution of oxytetracycline resistant plasmids between aeromonads in hospital and aquaculture environments. *Appl. Environ. Microbiol.*, 66, 3883-3890.
- Saitanu, K., A. Chongthaleong, M. Endo, T. Umeda, K. Takami, T. Aoki and T. Kitao. 1994. Antimicrobial susceptibilities and detection of transferable R-plasmids from *Aeromonas hydrophila* in Thailand. *Asian Fish. Sci.*, 7, 41-46.
- Samuelsen, O.B., V. Torsvik and A. Ervik. 1992. Long range changes in oxytetracycline concentration and bacterial resistance toward oxytetracycline in a fish farm sediment after medication. *Sci. Total Environ.*, 114, 25-36.
- Seong, H.K. 1997. Studies on the classificatory characteristics and virulence factors of *Vibrio cholerae* non-O1. Ph.D. Thesis, Pukyung National University, pp. 125.
- Son, R., G. Rusul, A.M. Sahilah, A. Zainuri, A.R. Raha and I. Salmah. 1997. Antibiotic resistance and plasmid profile of *Aeromonas hydrophila* isolates from cultured fish, *Tilapia (Tilapia mossambica)*. *Lett. Appl. Microbiol.*, 24, 479-482.
- Tendencia, E.A. and L.D. Pena. 2001. Antibiotic resistance of bacteria from shrimp ponds. *Aquaculture*, 195, 193-204.

2005년 10월 27일 접수
2005년 12월 24일 수리