

양식 넙치, *Paralichthys olivaceus*에서 분리된 *Edwardsiella tarda*, *Vibrio* spp., *Streptococcus* spp.의 항균제 내성 경향

김명석[†] · 서정수 · 박명애 · 조지영* · 황지연 · 권문경 · 정승희
국립수산과학원 병리연구과, *순천향대학교 해양생명과학과

Antimicrobial resistance of *Edwardsiella tarda*, *Vibrio* spp., and *Streptococcus* spp. isolated from olive flounder *Paralichthys olivaceus*

Myoung Sug Kim[†], Jung Soo Seo, Myoung Ae Park, Ji Young Cho*, Jee-Youn Hwang,
Mun-Gyeong Kwon and Sung Hee Jung

Pathology Division, National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-902, Korea
*Department of Marine biotechnology, Soonchunhyang University, Asan 336-745, Korea

In this study, we carried out research on the level of single and multi-drug resistance of bacteria isolated from cultured flounder *Paralichthys olivaceus*. One hundred sixty one bacteria were isolated from cultured olive flounder *Paralichthys olivaceus* in Korea and the isolates consisted of *Edwardsiella tarda* (n=32), *Vibrio ichthyoenteri* (n=37), *Vibrio* spp. (n=54), *Streptococcus parauberis* (n=28) and *Streptococcus* spp. (n=10). These *E. tarda* isolates were highly resistant in the order of tetracycline (84.4%) and oxolinic acid (71.9%). *V. ichthyoenteri* and *Vibrio* spp. showed resistance ampicillin (94.6% and 81.5%) and tetracycline (56.8% and 42.6%). *S. parauberis* isolates were resistant ampicillin (57.1%), tetracycline (57.1%) and erythromycin (35.7%). Of the isolates, 84.4% of *E. tarda*, 73.0% of *V. ichthyoenteri*, 57.4% of *Vibrio* spp., 42.8% of *S. parauberis* and 70.0% of *Streptococcus* spp. isolates exhibited multi-drug resistance against more than two antibiotics.

Key words: Olive flounder, Antimicrobial resistance, *Edwardsiella tarda*, *Vibrio* spp., *Streptococcus* spp.

양식 어류에 발생하는 주요 세균성 질병은 에드워드병, 비브리오증, 연쇄구균증, 류결절증 등이 있으며 (Edward, 2000) 이들 세균성 질병의 치료를 위해서 항균제가 사용되고 있다 (Treves-Brown, 2000). 우리나라에서 사용이 허가된 수산용 항균제는 28종 성분, 317개 품목이 있으며 (국립수산과학원, 2009) 2001년에서 2007년 사이에 매년 평균 220톤 이상의 수산용 항균제가 사용되었고 옥시테트라사이클린, 옥소린산, 에리스로마이신 등이 많이 사용되었다 (정 등,

2008). 우리나라에서는 1980년대 후반부터 어패류에서 분리된 항균제 내성균에 대한 보고가 있으며 (Lee, 1988) 내성의 경향은 매년 변화하고 있다 (Heo *et al.*, 2002).

항균제 내성균의 출현은 세균성 질병의 치료와 예방을 어렵게 하고 있다 (Aoki and Kitao, 1981; Choi and Kim, 1994). 또한 병든 어류에서 분리된 어병 세균의 항균제 내성율의 조사는 치료용 항균제의 선택과 내성균의 증가를 막기 위한 대책수립을 위한 기초 자료로 필요하나 국내

[†]Corresponding Author : Myoung Sug Kim, Tel : 051-720-2482
E-mail : mskim@nfrdi.go.kr

의 어병 세균에 대한 항균제 내성율에 관한 보고는 제한적이다 (Choi *et al.*, 1996; Son *et al.*, 2005; Kim *et al.*, 2006; Park *et al.*, 2009). 본 연구에서는 2004년과 2005년에 국내에서 양식된 넙치로부터 분리된 세균에 대해 항균제 내성 검사를 실시하고 그 결과를 국내외 연구결과와 비교하고자 하였다.

재료 및 방법

세균의 분리 및 동정

세균은 2004년 6월부터 8월, 2005년 6월부터

8월 사이에 넙치의 신장과 비장에서 분리되었다. 분리지역은 동해안 (울산, 포항, 영덕, 울진), 남해안 (완도, 해남) 그리고 제주도며 항균제 감수성 경향을 분석한 세균은 총 161균주로, 그람 음성 세균이 123균주, 그람 양성 세균이 38균주였다 (Table 1).

그람 음성 세균에는 32균주의 *Edwardsiella tarda*, 37균주의 *Vibrio ichthyoenteri*, 기타 54 균주의 *Vibrio spp.*가 포함되었으며 그람 양성 세균에는 28균주의 *Streptococcus parauberis*, 6균주의 *S. iniae*가 포함된 10균주의 *Streptococcus spp.*가 포함되었다.

Table 1. Number of bacterial isolates from aquacultured olive flounder

Strain	No. of isolate		
	2004	2005	total
Gram negative	54	69	123
<i>Edwardsiella tarda</i>	20	12	32
<i>Vibrio ichthyoenteri</i>	19	18	37
<i>V. alginolyticus</i>	7	8	15
<i>V. compbelli</i>	0	3	3
<i>V. harveyi</i>	2	1	3
<i>V. fischceri</i>	1	4	5
<i>V. mimicus</i>	0	1	1
<i>V. natriegens</i>	0	3	3
<i>V. nigripuchritudo</i>	0	1	1
<i>V. ordalii</i>	1	0	1
<i>V. parahaemoliticus</i>	2	0	2
<i>V. pelagius</i>	0	6	6
<i>V. scophthalmi</i>	0	2	2
<i>V. splendidus</i>	0	4	4
<i>V. tasmanienteri</i>	0	1	1
<i>V. vulnificus</i>	0	1	1
<i>Vibrio sp.</i>	1	5	6
Gram positive	12	26	38
<i>Streptococcus parauberis</i>	7	21	28
<i>S. iniae</i>	5	1	6
<i>Streptococcus sp.</i>	0	4	4
Total	66	95	161

분리된 *E. tarda*는 API 20E kit (bioMerieux sa., France)를 사용하여 동정 하였고, *Vibrio* 속 세균은 생화학적 정상 조사 후 Bergey's manual에 따라 동정되었으며, 연쇄구균은 PCR 법 (Zlotkin *et al.*, 1998; Mata *et al.*, 2004)으로 동정하였다.

항균제의 종류

항균제 disc는 Becton Dickinson (BD, USA)에서 구입하여 사용하였다. 그람음성 세균의 항균제 감수성 시험에 사용된 항균제 종류는 ampicillin (AM, 10 µg/disc), ciprofloxacin (CIP, 5 µg/disc), doxycycline (D, 30 µg/disc), oxolinic acid (OA, 2 µg/disc), tetracycline (Te, 30 µg/disc)의 5종류이고, 그람양성 세균에 대하여는 AM (10 µg/disc), CIP (5 µg/disc), D (30 µg/disc), erythromycin (E, 15 µg/disc), Te (30 µg/disc)의 5종류를 사용하였다.

항균제 감수성 검사법

항균제 감수성은 Kirby-Bauer disc diffusion 법 (Bauer *et al.*, 1966)을 변형하여 검사하였다. 1% NaCl이 첨가된 brain heart infusion agar (BHIA) (BD, USA)에서 순수 배양된 세균을 멸균 생리 식염수 (0.85% NaCl)에 0.5 Macfarland 농도로 현탁한 후 100 µl 를 1% NaCl이 첨가된 muller Hinton Agar (BD, USA)에 도말하고 그 위에 항

균제 디스크를 접종하여 25°C 에서 18시간 동안 배양하였다. 배양 후 나타난 발육저지대의 지름을 측정하여 NCCLS (national committee for clinical laboratory standards)의 기준으로 내성 (resistant), 중간 내성 (intermediate resistant), 감수성 (susceptible)로 구분하여 분석하였으며 표준균주는 *Escherichia coli* ATCC 25922를 사용하였다.

결 과

***E. tarda*의 항균제 내성을**

5종류의 항균제에 대한 *E. tarda*의 내성율은 Te 84.4%, OA 71.9%, D 68.8%로 3종류 항균제에 대해 50% 이상의 내성율을 보였으며 AM 43.8% 그리고 CIP 12.5%로 나타났다 (Table 2). 검사된 32균주 중 1균주 (3.1%) 는 5종류의 항균제에 감수성을 나타내었으며 27균주 (84.4%)는 2종류 이상의 항균제에 내성을 갖고 있었고 2균주 (6.3%)는 5종류 항균제에 모두 내성을 나타내었다 (Table 4). 2005년의 AM (75.0%), Te (91.7%), D (83.3%), CIP (25.0%)에 대한 내성율은 2004년의 AM (25.0%), Te (80.0%), D (60.0%), CIP (5.0%)에 대한 내성율 보다 높았고 2005년의 OA (58.3%)에 대한 내성율은 2004년의 OA (80.0%)에 대한 내성율 보다 낮았다. 2종류 이상의 항균제에 내성을 갖는 비율은 평균 84.4%이

Table 2. Antimicrobial resistance of the isolates obtained from olive flounder during 2004 - 2005

Antimicrobial agent	<i>Edwardsiella tarda</i> (%)			<i>Vibrio ichthyoenteri</i> (%)			<i>Vibrio</i> spp. (%)		
	2004 (n=20)	2005 (n=12)	Total (n=32)	2004 (n=19)	2005 (n=18)	Total (n=37)	2004 (n=16)	2005 (n=38)	Total (n=54)
Ampicillin	5*(25.0)	9(75.0)	14(43.8)	19(100)	16(88.9)	35(94.6)	14(87.5)	30(78.9)	44(81.5)
Tetracycline	16(80.0)	11(91.7)	27(84.4)	13(68.4)	8(44.4)	21(56.8)	8(50.0)	15(39.5)	23(42.6)
Doxycycline	12(60.0)	10(83.3)	22(68.8)	13(68.4)	6(33.3)	19(45.9)	7(43.8)	13(34.2)	20(37.0)
Oxolinic acid	16(80.0)	7(58.3)	23(71.9)	10(52.6)	8(44.4)	18(48.6)	6(37.5)	14(36.8)	20(37.0)
Ciprofloxacin	1(5.0)	3(25.0)	4(12.5)	7(36.8)	5(27.8)	12(32.4)	2(12.5)	13(34.2)	15(27.8)

* , total number

** , number of isolates

었으며 2004년 (80.0%) 보다 2005년 (91.7%)이 높았다.

비브리오팀속 세균의 항균제 내성율

*V. ichthyoenteri*의 항균제 감수성 시험 결과는 AM (94.6%), Te (56.8%), D (45.9%), OA (48.6%) 그리고 CIP (32.4%)의 순서로 높은 내성율을 나타내고 있었다 (Table 2). 검사된 37균주 중 27균주 (73.0%)는 2종류 이상의 항균제에 내성을 갖고 있었고 6균주 (16.2%)는 5종류 항균제에 모두 내성을 나타내었다 (Table 4). 2005년의 AM (88.9%), Te (44.4%), Doxycycline (33.3%), OA (44.4%), CIP (27.8%)에 대한 내성율은 2004년의 AM (100.0%), Te (68.4%), D (68.4%), OA (52.6%), CIP (36.8%)에 대한 내성율 보다 낮았고 2종류 이상의 항균제에 내성을 갖는 비율은 평균 73.0%이었으며 2004년 (84.2%) 보다 2005년 (61.3%)이 낮았다.

V. ichthyoenteri 이외의 *Vibrio* spp.는 AM (81.5%), Te (42.6%), OA (37.0%), D (37.0%), CIP (27.8%)의 순서로 높은 내성율을 나타내고 있었다 (Table 2). 검사된 54균주 중 31균주 (57.4%)는 2종류 이상의 항균제에 내성을 갖고 있었고 5균주 (9.3%)는 5종류 항균제에 모두 내성을 갖고 있었다 (Table 4). 2005년의 AM (78.9%), Te

(39.5%), D (34.2%), OA (36.8%), CIP (34.2%)에 대한 내성율은 2004년의 AM (87.5%), Te (39.5%), D (34.2%), OA (36.8%)에 대한 내성율 보다 낮았고 2005년의 CIP (34.2%)에 대한 내성율은 2004년의 CIP (12.5%)에 대한 내성율 보다 높았다. 2종류 이상의 항균제에 내성을 갖는 비율은 평균 57.4% 이었으며 2004년 (56.3%)과 2005년 (57.9%)이 유사하였다.

연쇄구균속 세균의 항균제 내성율

S. parauberis 검사균주 28균주의 항균제 내성율은 AM (57.1%), Te (46.4%), E (35.7%), D (21.4%), CIP (14.3%)의 순서로 높게 나타났고 (Table 3) 5균주 (17.9%)는 조사된 5종류의 항균제에 대해 내성을 갖지 않았고 12균주 (42.9%)는 2종류 이상의 항균제에 내성을 갖고 있었고 1균주 (3.6%)는 5종류의 항균제에 모두 내성을 갖고 있었다 (Table 4).

S. parauberis 이외의 *Streptococcus* spp.의 항균제 내성율은 AM (70%), Te, D, E에 대하여 각각 60.0%, CIP의 50.0% 순서로 높았다 (Table 3). 검사된 10균주 중 7균주 (70.0%)는 2종류 이상의 항균제에 내성을 갖고 있었고 4균주 (40.0%)는 5종류 항균제에 모두 내성을 갖고 있었다 (Table 4).

Table 3. Antimicrobial resistance of gram positive bacteria isolated from olive flounder during 2004 - 2005

Antimicrobial agent	<i>Streptococcus parauberis</i> (%)			<i>Streptococcus</i> spp. (%)		
	2004 (n*=7)	2005 (n=21)	Total (n=28)	2004 (n=4)	2005 (n=6)	Total (n=10)
Ampicillin	3** (42.9)	13 (61.9)	16 (57.1)	3 (75.0)	4 (66.7)	7 (70.0)
Tetracycline	3 (42.9)	10 (47.6)	13 (46.4)	2 (50.0)	4 (66.7)	6 (60.0)
Doxycycline	2 (28.6)	4 (19.0)	6 (21.4)	3 (75.0)	3 (50.0)	6 (60.0)
Ciprofloxacin	0 (0.0)	4 (19.0)	4 (14.3)	3 (75.0)	2 (33.3)	5 (50.0)
Erythromycin	2 (28.6)	8 (38.1)	10 (35.7)	3 (75.0)	3 (50.0)	6 (60.0)

*, total number

** , number of isolates

Table 4. Multi-drug resistance patterns of pathogenic bacteria isolated from olive flounder during 2004 - 2005.

Number of antimicrobial resistance	<i>Edwardsiella tarda</i> (%)			<i>Vibrio ichthyenteri</i> (%)			<i>Vibrio</i> spp. (%)			<i>Streptococcus parauberis</i> (%)			No. of <i>Streptococcus</i> spp. (%)		
	2004	2005	Total	2004	2005	Total	2004	2005	Total	2004	2005	Total	2004	2005	Total
	(n [*] =20)	(n=12)	(n=32)	(n=19)	(n=18)	(n=37)	(n=16)	(n=38)	(n=54)	(n=7)	(n=21)	(n=28)	(n=4)	(n=6)	(n=10)
0	0*(0.0)	1(8.3)	1(3.1)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	1(6.3)	2(5.3)	3(5.6)	2(28.6)	3(14.3)	5(17.9)	0(0.0)	1(16.7)	1(10.0)
1	4(20.0)	0(0.0)	4(12.5)	3(15.8)	7(38.9)	10(27.0)	6(37.5)	14(36.8)	20(37.0)	3(42.9)	8(38.1)	11(39.3)	1(25.0)	1(16.7)	2(20.0)
2	3(15.0)	2(16.7)	5(15.6)	2(10.5)	4(22.2)	6(16.2)	1(6.3)	7(18.4)	8(14.8)	0(0.0)	4(19.0)	4(14.3)	0(0.0)	1(16.7)	1(10.0)
3	12(60.0)	2(16.7)	14(43.8)	5(26.3)	2(11.1)	7(18.9)	4(25.0)	7(18.4)	11(20.4)	2(28.6)	2(9.5)	4(14.3)	1(25.0)	1(16.7)	2(20.0)
4	1(5.0)	5(41.7)	6(18.8)	5(26.3)	3(16.7)	8(21.6)	3(18.8)	4(10.5)	7(13.0)	0(0.0)	3(14.3)	3(10.7)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
5	0(0.0)	2(16.7)	2(6.3)	4(21.1)	2(11.1)	6(16.2)	1(6.3)	4(10.5)	5(9.3)	0(0.0)	1(4.8)	1(3.6)	2(50.0)	2(33.3)	4(40.0)

* , total number

*** , number of isolates

고 찰

병어에서 분리된 병원 세균의 항균제 내성 조사는 치료용 항균제의 선택과 내성균의 증가를 막기 위한 대책수립을 위한 기초 자료로 필요하지만 우리나라에서 어병 세균의 항균제 내성에 관한 보고는 뱀장어에서 분리된 *E. tarda*의 약제 내성 (Choi *et al.*, 1996), 넙치에서 분리된 *S. parauberis*와 *S. iniae*에 관한 특성 (Park *et al.*, 2009)과 같이 일시적이고 지역적인 조사가 되어 있다.

이번 연구에서 넙치에서 분리된 *E. tarda*는 Te, OA, D에 68.8-84.4%의 내성율을 갖고 있어 1999-2001년에 경남 남부의 해산어류에서 분리된 에드워드균이 Te, OA와 D에 90-100%의 내성율을 갖는다고 보고 (Heo, *et al.*, 2002)에 비해 낮았으나 유럽, 미국, 일본 등에서 수집된 *E. tarda*를 대상으로 조사된 자연 상태의 항균제 내성율은 Te (7.1%), D (2.4%), CIP (0%) 이었다고 하는 보고 (Stock and Wiedemann, 2001)에 비해 Te는 11.9배, Doxycycline은 28.7배 이상 높았고 자연상태의 *E. tarda*와 달리 CIP에 내성을 갖는 세균도 발견되었다. *E. tarda*는 담수어와 해수어에서 모두 분리가 되는 병원성 세균으로 최 등 (1996)은 우리나라 양식 뱀장어에서 분리된 *E. tarda*의 항균제 내성율을 AM (90%), nalidixic acid (70%), oxytetracycline (46%)로 보고하였는데 넙치에서 분리된 *E. tarda*의 OA에 대한 높은 내성율은 유사하였으나 AM에 대한 내성율은 높았고 oxytetracycline에 대한 내성율이 낮은 차이가 있었다. 그러나 뱀장어 사육 수조에서 분리된 *E. tarda*가 oxytetracycline에 91%의 내성율을 나타내어 (Choi and Kim, 1994) 우리나라에서 분리된 *E. tarda*는 quinolone계와 tetracycline계 항균제에 대한 내성율이 상당히 높은 것으로 판단된다.

비브리오균은 AM에 높은 내성율을 보여 *V. ichthyenteri*는 AM에 94.6%, *Vibrio spp.*는 81.5%의 내성율을 나타내었는데 우리나라 남해

안에서 양식된 어류에서 분리된 비브리오균이 AM에 90% 이상의 내성율을 보이거나 (Heo *et al.*, 2002), 남해안 어류양식장에서 분리된 *V. parahemolyticus*는 AM에 97.9%, *V. alginolyticus*는 AM에 100%의 내성율을 나타내며 (Son *et al.*, 2006) 이탈리아의 수입 수산식품과 양식 수산물에서 분리된 비브리오균의 82%가 AM에 내성을 보이는 Ferrini *et al.* (2008)의 보고와 유사하였다. 비브리오균은 조사된 5종류의 항균제 중에서 AM에 가장 높은 내성율을 나타내었는데 Zanetti *et al.* (2001)은 *Vibrio spp.*의 AM 내성은 β -lactamase의 생성과 관련이 있을 것이라 하였고 Ottaviani *et al.* (2001)은 *V. harveyi*, *V. alginolyticus*, *V. parahaemolyticus*의 대부분은 β -lactamase 생성에 의해 β -lactam계 항균제에 내성을 갖는다고 하였는데 이번 연구에서 나타난 비브리오균의 AM 내성도 β -lactamase 생성능과 관련이 있을 것으로 추측된다. 이번 연구에서 비브리오균이 OA에 37-48.6%, Te에 42.6-56.8%, D에 37-45.9%의 내성율을 나타내어 남해안에서 분리된 *V. parahaemolyticus*가 OA에 26.8%, D, Te와 CIP에 3.6-6.7%의 내성율을 나타내었고 *V. alginolyticus*는 D와 Te에 11.7%, CIP에 13.3%의 내성율을 나타내었다는 보고 (Son *et al.*, 2005)에 비해 내성율이 높았다. 이것은 Son *et al.* (2005)의 보고에는 항균제에 노출될 기회가 적은 해수에서 분리된 세균이 조사된 *V. parahaemolyticus*의 75%, *V. alginolyticus*의 64.2%를 차지하고 있었기 때문에 이번 연구 결과와 달리 내성율이 낮았을 것이라고 생각되며 서해안의 해수에서 분리된 *Vibrio spp.*는 oxytetracycline에 내성을 갖지 않아 (Lee *et al.*, 2009) 조사 지역과 세균의 분리원에 따라 내성율의 차이가 있음을 보여주었다.

2004-2005년 넙치에서 분리된 *S. parauberis*는 E에 35.7%, Te에 46.4%의 내성율을 나타내었는데 제주도에서 분리된 연쇄구균의 항균제 내성율은 oxytetracycline (35%), D (39%), E (12%) 이었고 (Kim *et al.*, 2006) 최근에 보고된 제주도의 양식 넙치에서 분리된 *S. parauberis*의 E (58%)와 Te

(63%)에 대한 내성을 (Park *et al.*, 2009) 보다 낮아 지역적, 시기적 차이가 있는 것으로 생각된다.

넙치에서 분리된 그람음성균의 CIP에 대한 내성은 quinolone계 항균제인 OA에 대한 내성을 보다 낮았는데 OA는 1988년부터 사용되었고 CIP는 1995년부터 사용되어 (국립수산과학원, 2009) 사용기간이 짧은 CIP의 내성이 낮을 것으로 추측된다. 우리나라의 넙치에서 분리된 세균의 CIP에 대한 내성이 다른 항균제에 비해 낮았으나 오스트레일리아 (Akinbowale *et al.*, 2006), 이탈리아 (Ottavina *et al.*, 2001)에서 분리된 *Vibrio* spp.는 전혀 내성을 나타내지 않아 우리나라의 CIP에 대한 내성이 외국에 비해 높았다. 우리나라에서 CIP은 2008년 이후에는 생산이 되지 않기 때문에 항균제 내성의 변동을 추적하는 것은 항균제 사용에 대한 대책 수립을 위해 필요할 것으로 생각이 된다.

넙치에서 분리된 세균이 2종류 이상의 항균제에 다제내성을 갖는 비율은 *E. tarda* (84.4%), *V. ichthyenteri* (73.0%), *Streptococcus* spp. (70.0%), *Vibrio* spp. (57.4%), *S. parauberis* (42.8%)이었고 전체적으로는 64.6%가 다제내성을 나타내었는데 오스트레일리아의 양식장 및 양식어류에서 분리된 세균은 73.3%의 다제내성을 갖고 (Akinbowale *et al.*, 2006), 우리나라 뱀장어에서 분리된 *E. tarda*가 99%의 다제내성을 갖으며, 제주도에서 분리된 연쇄구균이 100%의 다제내성을 나타낸다는 것 (Kim *et al.*, 2006)과 차이가 있으나 조사된 항균제의 수가 많지 않아 국내외의 보고와 직접적인 비교는 어렵다고 판단된다.

이번 연구에서 넙치에서 분리된 주요 어병세균은 항균제에 높은 내성과 다제 내성이 관찰되었으며 조사된 세균의 plasmid, 내성 유전자와 연관성에 관한 조사는 이루어지지 않았기 때문에 추가적인 연구가 필요한 부분이라 하겠다.

요 약

넙치 병원성 세균에 대한 항균제 내성과 다

제내성을 조사하고자 연구를 수행하였다. 우리나라의 양식 넙치 (*Paralichthys olivaceus*)에서 161균주가 분리되었고 분리균주에는 *Edwardsiella tarda* (n=32), *Vibrio ichthyenteri* (n=37), *Vibrio* spp. (n=54), *Streptococcus parauberis* (n=28) 그리고 *Streptococcus* spp. (n=10)가 포함되었다. *E. tarda* 분리균주는 tetracycline (84.4%)과 oxolinic acid (71.9%)에 높은 내성을 나타내었고 *V. ichthyenteri*와 *Vibrio* spp.는 ampicillin (94.6%, 81.5%)과 tetracycline (56.8%, 42.6%) 순서로 높은 내성을 나타내었다. *S. parauberis* 분리균주는 ampicillin (57.1%), tetracycline (57.1%), erythromycin (35.7%) 순서로 높은 내성을 보였다. *E. tarda*의 84.4%, *V. ichthyenteri*의 73.0%, *Vibrio* spp.의 57.4%, *S. parauberis*의 42.8% 그리고 *Streptococcus* spp.의 70.0%가 2종류 이상의 항균제에 다제내성을 나타내었다.

감사의 글

이 연구는 국립수산과학원(양식생물 백신 연구, RP-2010-AQ-026)의 지원에 의해 운영되었습니다.

참 고 문 헌

- Aoki, T. and Kitao, T.: Drug resistant and transferable R plasmid in *Edwardsiella tarda* in fish culture ponds. *Fish. Pathol.*, 15:277-281, 1981.
- Akinobowale, O.L., Peng, H. and Barton, M.D.: Antimicrobial resistance in bacteria isolated from aquaculture sources in Australia. *J. Applied Microbiology*, 100:1103-1113, 2006.
- Bauer, A.W., Kirby, W.M.M., Sherris, J.C. and Tenckhoff, M.: Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Amer. J. Clin. Pathol.*, 45:493-496, 1966.
- Choi, M.S. and Kim, Y.G.: Antibiotic resistance and R plasmids in *Edwardsiella tarda*. *J. Fish*

- Pathol., 7(1):37-46, 1994.
- Choi, M.S., Choi, S.H., Park, K.H., Jang, S.I., Yoon, C.Y., Cho, J.G. and Song, H.J.: Survey of drug resistance in *Edwardsiella tarda* isolated from diseased eels (*Anguilla japonica*). J. Fish Pathol., 9(2):195-201, 1996.
- Edward, J. N.: Fish disease. Diagnosis and treatment. Iowa state university press, p.367, 2000.
- Ferrini, A.M., Mannoni, V., Suffredini, E., Cozzi, L. and Croci, L.: Evaluation of antibacterial resistance in *Vibrio* strains isolated from imported seafood and Italian aquaculture settings. Food Anal. Methods, 1:164-170, 2008.
- Heo, J.H., Jung, M.H., Cho, M.H., Kim, G.H., Lee, K.C., Kim, J.H. and Jung, T.S.: The study on fish diseases with reference to bacterial susceptibility to antibiotics in the southern area of Kyeognam. J. Vet. Clin., 19(1):19-22, 2002.
- Kim, J.H., Lee, C.H. and Kim E.H.: Transferable R plasmid of streptococci isolated from diseased olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) in Jeju. J. Fish Pathol., 19(3):267-276, 2006.
- Lee, H.K.: Isolation and Antimicrobial susceptibility testing of *Edwardsiella tarda* from Chan-na argus in Korea. J. Fish Pathol., 1(2):95-101. 1988.
- Lee, H.W., Lim, S.K. and Kim, M.N.: Characteristics of ampicillin-resistant *Vibrio* spp. isolated from a west coastal area of Korean Peninsula. J. Kor. Fish. Soc., 42(1):20-25, 2009.
- Mata, A.I., Gibella, A., Casamayor, A., Blanco, M., Dominguez, L. and Fernandez-Garayzabal, J.F.: Multiplex PCR assay for detection of bacterial pathogens associated with warm water *Streptococcosis* in fish. Appl. Environ. Microbiol., 70:3183-3187, 2004.
- Ottaviani, D., Bacchiocchi, I., Masini, L., Leoni, F., Carraturo, A., Giammarioli, M. and Sbaraglia, G.: Antimicrobial susceptibility of potentially pathogenic halophilic vibrios isolated from seafood. International J. Antimicrobial agents, 18:135-140, 2001.
- Park, Y.K., Nho, S.W., Park, S.B., Jang, H.B., Cha, I.S., Ha, M.A., Kim, Y.R., Dalvi, R.S., Kang, B.J. and Jung, T.S.: Antibiotic susceptibility and resistance of *Streptococcus iniae* and *Streptococcus parauberis* isolated from olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). Veterinary Microbiology, 136:76-81, 2009.
- Son, K.T., Oh, E.G., Lee, T.S., Lee, H.J., Kim, P.H. and Kim, J.H.: Antimicrobial susceptibility of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio alginolyticus* from fish farms on the Southern Coast of Korea. J. Kor. Fish Soc., 38(6):365-371, 2005.
- Stock, I. and Wiedemann, B.: Natural antibiotic susceptibilities of *Edwardsiella tarda*, *E. ictaluri*, and *E. hoshinae*. Antimicrobial agents and chemotherapy, 45(8):2245-2258, 2001.
- Treves-Brown, K.M.: Applied fish pharmacology. Kluwer Academic publishers, p.309, 2000.
- Zanetti, S., Spanu, T., Deriu, A., Romano, L., Sechi, L.A. and Fadda, G.: *In vitro* susceptibility of *Vibrio* spp. isolated from the environment. International J. Antimicrobial agents, 17:407-409, 2001.
- Zlotkin, A., Hershko, H. and Eldar, A.: Possible transmission of *Streptococcus iniae* from wild fish to cultured marine fish. Appl. Environ. Microbiol., 64:4065-4067, 1998.
- 국립수산과학원: 수산용의약품 제품 요약 해설집 2009, p73, 2009.
- 정석찬, 임숙경, 이희수, 정병열, 이지연, 양창

범, 신형철: 동물에 사용되는 항생제 현황과 내성균. *Infection and Chemotherapy*, 40(2):144-149, 2008.

Manuscript Received : March 25, 2010

Revised : April 15, 2010

Accepted : April 22, 2010