

남해안 어류양식장 해수 및 양식어류의 위생지표세균 및 병원성세균 조사

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

Survey of Sanitary Indicative Bacteria and Pathogenic Bacteria in 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, Busan 619-902, Korea

The distributions of sanitary indicative bacteria and pathogenic bacteria in seawater and four species of farmed fishes, including oliver flounder (*Paralichthys olivaceus*), black rock fish (*Sebastes schlegeli*), red sea bream (*Pagrus major*) and sea bass (*Lateolabrax japonicus*), collected at fish farms located in the southern coastal area of Korea were investigated from May to October in 2004. The detection rates of fecal coliform and *Enterococcus* spp. of sanitary indicative bacteria in all samples were 38.9% and 23.8%, respectively. The occurrence of fecal coliform was highest of 58.3% in Busan, Geoje and Wando area, followed Yeosu 33.3%, Jeju 12.5%, Tongyeong 11.1%. The occurrence of *Enterococcus* spp. was highest in Wando area (45.8%), followed by Yeosu (33.3%), Tongyeong (22.2%), Busan (16.7%), Geoje and Jeju (12.5%). The detection rate of fecal coliform was higher than that of *Enterococcus* spp., except in the Tongyeong area. There was no difference in the detection rate of fecal coliform from May to October, but the detection rate of *Enterococcus* spp. increased with seasonal warming seawater temperature. Among the pathogenic bacteria, the detection rate of *Vibrio alginolyticus* (49.2%) in all samples was highest, followed by *V. parahaemolyticus* (36.5%), *Staphylococcus aureus* (6.3%), *Salmonella* sp. (2.4%). However, *V. cholerae*, *V. vulnificus* and *Shigella* sp. were not detected in all tested samples. The detection rates of *V. parahaemolyticus* and *V. alginolyticus* increased with seasonal warming seawater temperature from May to August.

Key words: *Enterococcus* spp., *Vibrio* spp., Oliver flounder (*Paralichthys olivaceus*), Black rock fish (*Sebastes schlegeli*), Red sea bream (*Pagrus major*), Sea bass (*Lateolabrax japonicus*)

서 론

근년 우리나라에서는 양식어류를 비롯한 수산물 소비량이 증가함에 따라 수산물을 원인식품으로 하는 식중독 발생빈도도 점차 증가하고 있는 추세이다. 2001년부터 2003년까지 우리나라에서 발생한 식중독 총 발생건수에서 어패류 및 가공품이 원인이 된 경우는 2001년 12.9%, 2002년 14.1%, 2003년 16.0%를 차지하고 있다(KFDA, 2004). 특히 생선회 등 수산물을 날 것으로 즐겨먹는 식습관으로 인하여 하절기에는 해양상재세균인 장염비브리오에 의한 식중독이 빈번하게 발생하여 식품위생상 문제가 되고 있다(Ryu, 2004).

수산물이 식품위생상 문제를 야기함에 따라 수산물 및 그 서식환경, 유통 수산물 등에 대한 병원세균, 위생지표세균 등의 분포에 관한 연구가 많이 진행되어 왔다(Wi et al., 1995; Lee et al., 1999; Yoo et al., 2001; Lee et al., 1998; Ham et al., 2002; Son et al., 2003). 그러나 이러한 연구들은 대부분 패류와 그 서식해역에 대한 조사 연구이며, 생산단계 어류양

식장에서의 위생지표세균이나 병원균의 분포에 관한 연구는 거의 없다. 이러한 것은 어류의 경우 원료가 해양에서 수확될 때에는 일부 병원균이 표피나 아가미 등에 부착하고 있더라도 가식부위인 근육에는 세균이 존재하지 않으므로 처리 및 조리 과정에서 위생관리만 잘 하면 식품위생학적으로 거의 문제가 되지 않기 때문에 주목을 받지 않았던 것으로 생각된다. 그러나 부주의한 처리 등 2차 오염으로 인한 식중독 발생이 많아 어류의 처리 및 조리시 아가미, 껍질, 내장 등에 존재하는 인체 유해세균의 2차 오염에 의한 식중독 가능성을 배제할 수 없다.

본 연구는 우리나라 연안 어류양식장에 대한 위생안전평가를 위하여 주요 양식어류 및 사육용수에 대한 위생지표세균, 병원성 비브리오, 그리고 식중독 원인세균인 포도상구균, 살모넬라, 이질균 등을 모니터링하였다.

재료 및 방법

시험지역

2004년 5월부터 10월까지 우리나라 남해안 연안에서 어류

*Corresponding author: ktson@nfrdi.re.kr

양식업이 성행하고 있는 부산, 거제, 통영, 여수, 완도, 제주 등 6개 지역의 어류양식장 11개소를 대상으로 하였다. 각 지역의 어류양식장은 양식환경, 지역적 특성 등을 고려하여 부산, 거제, 제주, 완도지역의 육상 수조식 넙치양식장과, 거제, 통영, 여수, 완도지역의 해상 가두리식 조피볼락, 참돔, 농어양식장을 대상으로 하였다.

시험어

실험에 사용된 시료는 넙치(*Paralichthys olivaceus*), 조피볼락(*Sebastes schlegeli*), 참돔(*Pagrus major*), 농어(*Lateolabrax japonicus*) 등 양식어류 4종과 이들 양식어류가 서식하고 있는 해수를 매월 1회씩 채취하였다. 각 어류양식장에서는 5-10개체의 활어를 채취하여 즉살시킨 후 폴리에틸렌 주머니에 담아 얼음을 채운 스티로폼 용기에 넣고, 실험실로 운반한 후 아가미와 내장을 무균적으로 채취하여 분석시료로 하였다. 또한, 양식어류가 서식하고 있는 해수는 1L용량의 멸균된 병에 채수하여 어류시료와 같은 방법으로 실험실로 운반하고, pore size가 0.8, 0.45 및 0.2 μ m인 멸균된 membrane filter (Millipore, Ireland)로 순차적으로 여과한 다음, filter를 모아서 병원성세균 검출을 위한 각각의 증균배지에 접종·배양한 후 병원균 분리를 실시하였다.

위생지표세균시험

대장균시험은 Recommended Procedures for the Examination of Sea Water and Shellfish (APHA, 1970)에 준하여 시험하였다. 추정시험에는 Lauryl Tryptose broth (Difco, USA)를, 확정시험에는 EC broth (Difco, USA)를 사용하였으며, EMB agar (Difco, USA)에서 의심균주는 IMViC test를 통하여 *Escherichia coli*로 확정하였다.

Enterococcus faecalis, *E. faecium* 등 장구균은 Ramotar et al. (2000)의 방법을 일부 변형하여 분리·동정하였다. 즉, 어류의 내장과 아가미 부위를 취하여 마쇄한 다음 25 g을 취하여 225 mL의 6.5% NaCl이 함유된 Azide Dextrose broth (Merck, Germany)에 접종하여 35±0.5°C에서 24시간 증균배양하였다. 증균배양액은 다시 Bromocresol Purple Azide broth (Merck, Germany) 9 mL에 1 mL 접종하고 35°C에서 48시간 배양한 다음 배양액이 노란색으로 변한 것은 Enterococcosel agar (BBL USA)에 streak하고, 35±0.5°C에서 24시간 배양하였다. 배양 후 평판에서 표준균주와 유사한 집락을 선택하여 Tryptic Soy agar (Merck, Germany)에 계대배양하여 생화학시험 및 API Strep (bioMerieux, France)을 사용하여 동정하였다.

병원성세균시험

병원성 비브리오(pathogenic *Vibrio*)는 Bacteriological Analytical Manual (BAM, Elliot et al., 1992)에 준하여 분리·동정하였다. 분리배지 등에서 전형적인 반응을 나타내는 균주는 내염성 시험, 42°C 발육시험 그리고 ONPG 시험 등 생화학시험 후 API 20NE (bioMerieux, France)로 동정하였다.

포도상구균(*Staphylococcus aureus*), 살모넬라(*Salmonella*

sp.), 이질균(*Shigella* sp.)은 BAM (Andrews et al., 1992a; Andrews et al., 1992b; Bennett and Lancette, 1992)에 따라 분리 및 동정하였는데, 각각의 선택배지에서 분리된 의심균주 중 포도상구균은 coagulase 시험을 실시 후 API Staph (bioMerieux, France)로, 살모넬라 및 이질균은 API 20E (bioMerieux, France)로 각각 동정하였다.

결과 및 고찰

대장균 및 장구균의 오염실태

시료별 검출율

2004년 5월부터 10월까지 남해안 6개 지역 어류양식장 11개소에서 양식어류 66점 및 해수 60점을 분석하였는데, 양식어류 중 넙치가 30점으로 가장 많았고, 다음으로 조피볼락 18점, 농어 12점, 참돔 6점의 순이었다. 넙치의 개체수가 많은 것은 양식어종 중 생산량이 가장 많고, 횡감으로 많이 소비하고 있는 품종으로 부산, 거제, 완도, 제주 등지에서 양식이 활발한 점을 고려하여 많은 개체를 조사대상으로 하였기 때문이다.

해수 및 양식어류에 대한 대장균 및 장구균 시험결과를 시료별로 구분하여 Fig. 1에 나타내었다. 해수에서 대장균과 장구균의 검출율은 각각 41.7% 및 13.3%로 장구균보다 대장균의 검출율이 높았다. 그러나 어류에서도 어종에 따른 검출율의 차이는 있었으나 동일어종에서 장구균과 대장균의 균종에 따른 큰 차이는 나타나지 않았다. 대장균과 장구균은 사람이나 동물의 소화관 내에 상재하는 세균으로서, 인축의 분변에 오염되지 않은 환경에서는 검출되지 않으므로 분변 오염지표로 활용되고 있다. 대장균은 식품뿐만 아니라 수산물 생산해역의 분변오염의 지표로도 활용되고 있다(US FDA/CFSAN & ISSC, 2003). 그런데 Hanes and Fragala (1967)는 *E. coli*가 해수에서 0.8일 생존하는데 비하여 장구균은 2.4일 생존한다는 것을 밝힘으로써 해수에서는 장구균이 대장균보다 위생지표세균으로 더욱 적절하다고 제안하였다. 또한 대장균과 장구균은 큰 상관관계를 나타내지 않았으나, *E. coli*와는 밀접한 상관관계를 나타내어 미국 EPA (Environmental protection agency)에

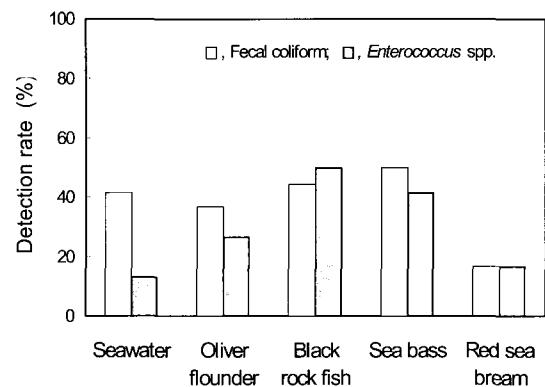


Fig. 1. Detection rate of fecal coliform and *Enterococcus* spp. from seawater and farmed fishes.

서는 해양수질조사를 위한 지표균으로서 유일하게 장구균을 추천하기도 하였다(US EPA, 1986). 본 연구결과 해수에서는 대장균이 위생지표세균으로 적절하였으나 어류에서는 대장균과 장구균 간의 검출율에 큰 차이를 나타내지 않았다.

지역별 검출율

해수 및 양식어류 4종에 대한 지역별 대장균과 장구균의 시험결과를 보면 대장균은 부산, 거제 그리고 완도에서 58.3%의 검출율을 나타내었고, 여수에서 33.3%, 통영과 제주에서 11.1-12.5%를 나타내었다(Fig. 2). 그리고 장구균은 완도에서 45.8%로 가장 높은 검출율을 나타내었고, 다음으로 여수에서 33.3%, 통영에서 22.2%, 부산에서 16.7%를 나타내었으며, 제주와 거제에서 12.5%로 가장 낮은 검출율을 나타내었다. 조사 지역 중 장구균의 검출율이 다른 지역에 비하여 다소 높았던 완도와 여수지역은 어류양식장 인근에 인가뿐만 아니라 사육 가축수도 많은 것으로 확인되었다. 따라서 이들 지역에서 장구균의 높은 검출율은 육상으로부터 사람이나 가축의 분변성 물질이 유입되어 어류양식장에 직접적인 영향을 미치기 때문으로 생각된다. 그리고 통영이나 제주에서 대장균의 검출율이 낮았던 것은 통영의 경우 주변의 육상의 오염원이 적은 지역에 위치하고 있으며, 제주의 경우에는 육상 수조식이지만 취수원이 육상에서 멀리 떨어져 있기 때문으로 판단된다.

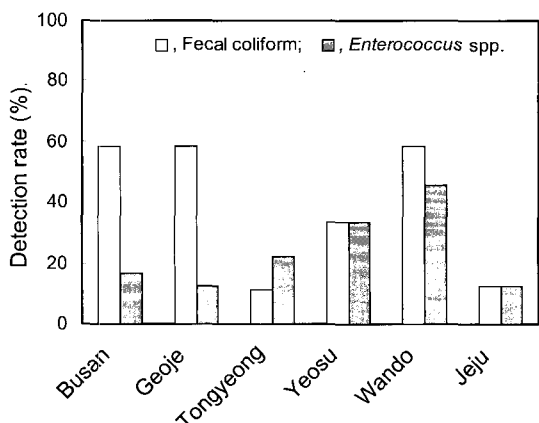


Fig. 2. Detection rate of fecal coliform and *Enterococcus* spp. from seawater and fishes by sampling area. Detection rate stood for overall detection ratio from seawater and farmed fish samples.

월별 검출율

각 지역에서 채취한 해수와 양식어류에서의 대장균 및 장구균의 월별 검출율을 Fig. 3에 나타내었다. 대장균의 검출율은 6월에 23.8%로 약간 낮았던 것을 제외하고는 38.1-47.6%로 큰 차이를 나타내지 않았다. 그러나 장구균은 5월과 6월에 4.8%의 낮은 검출율을 보이다가 수온이 상승하는 7월부터 증가하기 시작하여, 9월에 47.6%로 가장 높은 검출율을 나타낸 후 10월에 약간 감소하는 경향을 나타내었다. Lee et al. (1996)은 시판 어패류를 10-30°C에서 저장하였을 때 대장균은 20°C에서 2일 후부터 균수가 감소하기 시작한 반면, 장구균

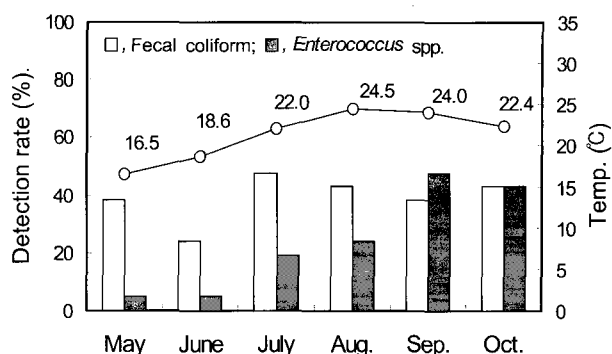


Fig. 3. Monthly detection rate of fecal coliform and *Enterococcus* spp.. Detection rate stood for overall detection ratio from seawater and farmed fish samples.

은 전 온도대에서 7일 후에도 계속 증가하는 경향을 나타내었다고 보고한 바 있다. 본 연구결과에서도 분변계대장균의 월별 변화는 크게 나타나지 않는 반면, 장구균의 검출율이 수온 변화와 유사한 경향을 나타낸 것은 강우 등의 영향으로 육상에서 유입된 높은 영양염과 상대적으로 높은 온도에서 일부 증식하였기 때문으로 사료된다.

병원성세균의 오염실태

살모넬라, 이질균 및 포도상구균

양식어류 및 해수에 대한 살모넬라와 포도상구균 모니터링 결과는 Table 1에 나타내었다. 총 시료에서 포도상구균의 검출율은 6.3%로 비교적 낮았는데, 그 중 어류에서는 농어 1개 시료(8.3%)에서만 검출된 반면, 해수에서는 7개 시료(11.7%)에서 검출되어 양식어류에서의 포도상구균 오염정도는 낮았다. 그리고 살모넬라군은 넙치, 참돔, 해수에서 각각 1개 시료에서 검출되어 비교적 낮은 검출율(2.4%)을 나타내었다. 한편, 근년 우리나라에서는 세균성 이질환자가 전국적으로 발생함에 따라 배수유역에 위치하고 있는 어류양식장의 이질균 오염의 우려가 있어 양식어 및 해수에 대한 이질균의 오염 실태를 조사한 결과, 세균성이질의 원인균인 *Shigella* sp.는 모든 시료에서 검출되지 않았다.

병원성 비브리오

양식어 및 사육용수 총 126개 시료에 대한 병원성 비브리오 모니터링 결과는 Table 2에 나타내었다. 시험된 병원성 비브리오 중 *V. parahaemolyticus*와 *V. alginolyticus*만 검출되었는데, *V. parahaemolyticus*는 46개 시료(36.5%)에서, *V. alginolyticus*가 62개 시료(49.2%)에서 각각 검출되었다. *V. parahaemolyticus*의 경우 참돔에서는 검출되지 않았으나, 그 외의 어종에서는 20.0-27.8%의 비슷한 검출율을 나타내었다. 해수에서 *V. parahaemolyticus*와 *V. alginolyticus*의 검출율은 각각 53.3% 및 66.7%이었다. 그러나 제1군 전염병 콜레라의 원인균인 *V. cholerae*와 제3군 전염병 패혈증비브리오의 원인균인 *V. vulnificus*는 어류 및 해수 시료에서 검출되지 않았다.

Heo et al. (2002)이 경남 일부지역의 양식어에 대한 비브리

Table 1. Detection rate of *Salmonella* sp., *Shigella* sp. and *Staphylococcus aureus* in seawater and fishes

Samples	Number of samples	Number of positive sample (%)		
		<i>Salmonella</i> sp.	<i>Shigella</i> sp.	<i>S. aureus</i>
Fishes				
Oliver flounder	30	1 (3.3)	0 (0)	0 (0)
Black rock fish	18	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Sea bass	12	0 (0)	0 (0)	1 (8.3)
Red sea bream	6	1 (16.7)	0 (0)	0 (0)
Seawater	60	1 (1.7)	0 (0)	7 (11.7)
Total	126	3 (2.4)	0 (0)	8 (6.3)

Table 2. Detection rate of pathogenic *Vibrio* spp. in seawater and fishes

Samples	Number of samples	Number of positive sample (%)			
		<i>V. cholerae</i>	<i>V. vulnificus</i>	<i>V. parahaemolyticus</i>	<i>V. alginolyticus</i>
Fishes					
Oliver flounder	30	0 (0)	0 (0)	6 (20.0)	11 (36.7)
Black rock fish	18	0 (0)	0 (0)	5 (27.8)	7 (38.9)
Sea bass	12	0 (0)	0 (0)	3 (25.0)	2 (16.7)
Red sea bream	6	0 (0)	0 (0)	0 (0.0)	2 (33.3)
Seawater	60	0 (0)	0 (0)	32 (53.3)	40 (66.7)
Total	126	0 (0)	0 (0)	46 (36.5)	62 (49.2)

오균 분포조사 결과, 넙치가 48.4%, 다음으로 조피볼락 (24.2%), 농어(16.1%), 참돔(6.4%)의 순으로 나타난 결과와는 다소 차이를 나타내었다. Son et al. (2003)은 경북 동해안 연안의 어패류 및 해수에 대한 병원성 비브리오균 모니터링 결과 해수에서의 검출율은 42.9%로 본 연구결과에서의 53.3-66.7% 보다 조금 낮은 것으로 보고하였다. 그러나 해수와 어패류 등을 포함한 전 시료에서의 *V. parahaemolyticus* 검출율은 31.9%로 보고하여 본 연구결과 36.5%와 비슷한 결과를 나타내었다. 또한 우리나라 연안해역에서 *V. parahaemolyticus*의 검출율은 부산 연안에서 59% (Lee and Jeong, 2004), 경기도 연안에서 38.9% (Lee et al., 1989)로 보고되어 지역이나 시기에 따라 약간의 변동은 있으나 본 연구결과에서의 해수의 검출율 (53.3%)과 큰 차이는 아니었다.

한편, *V. alginolyticus*의 검출율은 해수에서 66.7%, 어류에서 16.7-38.9%로 해수에서의 검출율이 어류보다 약 1.7-4배 높게 나타나 *V. parahaemolyticus*와 유사한 경향이었다. 어종에 따라서는 조피볼락에서 38.9%로 가장 높았고, 다음으로 넙치, 참돔, 농어의 순으로 나타났다. *V. alginolyticus*는 해양이나 기수지역에 흔히 분포하는 균으로(Barbieri et al., 1999), 일부 중이염의 원인이 되기도 하고(Drona et al, 1991), 양식어류에 대하여 질병을 유발하는 것으로도 알려져 있다(Balebona et al., 1998).

지역별 및 시기별 병원성 세균 검출율

지역에 따른 병원성세균의 검출율을 Table 3에 나타내었다. *V. parahaemolyticus*는 해수 중 부산, 거제, 통영에서 66.7%의 검출율을 나타내었고, 여수와 완도에서 50.0%, 제주에서 33.3%의 검출율을 나타내었다. 그리고 *V. alginolyticus*

는 해수에서 높은 검출율을 나타내었는데, 부산과 여수에서 83.3%, 다음으로 거제(75.0%), 통영(66.7%), 완도(58.3%), 제주(41.7%)의 순으로 나타났다. 어류에서는 부산에서 66.7%로 가장 높은 검출율을 나타내었고, 다음으로 통영(41.7%), 거제와 완도(33.3%), 그리고 여수와 제주(25.0%)의 순을 나타내었다. 포도상구균은 완도의 조피볼락양식장의 해수 4개 시료 (33.3%), 거제의 농어양식장의 해수 2개 시료(16.7%), 여수의 농어양식장의 농어와 해수에서 각각 1개 시료(8.3%)에서 검출되었다. 살모넬라균은 거제의 넙치, 통영의 참돔과 해수 등 각 1개 시료씩 총 3개 시료에서 검출되었다.

한편, 시험 대상지역의 어류양식장에서 검출된 병원성세균의 균종별 월별 검출율은 Fig. 4에 나타내었다. 살모넬라는 8월의 3개 시료에서만 검출(13.0%)되었고, 포도상구균은 6월과 7월, 그리고 9월과 10월에 매월 2개 시료에서 검출되어 각각 8.7%의 검출율을 나타내었다. 한편, 비브리오는 5월에는 검출율이 낮았으나, 수온이 상승하면서 검출율도 증가하기 시작하여 8월에 *V. alginolyticus* 및 *V. parahaemolyticus*가 각각 73.9%, 52.2%로 가장 높은 검출율을 나타내었는데, 이는 비브리오속 세균에 의한 질환이 집중되는 시기와 일치하였다.

Lee and Jeong (2004)도 부산연안의 해수에서 *V. parahaemolyticus*의 검출율은 9월에 가장 높았다고 보고한 바 있고, Son et al. (2003)도 동해안의 유통 수산물 및 해수에서 비브리오 균이 8월을 변곡점으로 하강한다고 보고한 바 있다. 그리고 우리나라 연안해역에서의 *V. parahaemolyticus*의 출현 및 변동에 관한 많은 연구에서 대체로 5월에서 11월 사이에 주로 많이 검출되는 것으로 확인되고 있다(Park et al., 2003; Chang and Kim, 1977).

Table 3. Detection rate of pathogenic bacteria in seawater and fishes by sampling area

Area	Samples	Number of samples	Number of positive sample (%)			
			<i>Salmonella</i> sp.	<i>S. aureus</i>	<i>V. parahaemolyticus</i>	<i>V. alginolyticus</i>
Busan	Fish	6	0 (0)	0 (0)	1 (16.7)	4 (66.7)
	Seawater	6	0 (0)	0 (0)	4 (66.7)	5 (83.3)
Geoje	Fish	12	1 (8.3)	0 (0)	1 (8.3)	4 (33.3)
	Seawater	12	0 (0)	2 (16.7)	8 (66.7)	9 (75.0)
Tongyeong	Fish	12	1 (8.3)	0 (0)	2 (16.7)	5 (41.7)
	Seawater	6	1 (16.7)	0 (0)	4 (66.7)	4 (66.7)
Yeosu	Fish	12	0 (0)	1 (8.3)	3 (25.0)	2 (25.0)
	Seawater	12	0 (0)	1 (8.3)	6 (50.0)	10 (83.3)
Wando	Fish	12	0 (0)	0 (0)	6 (50.0)	4 (33.3)
	Seawater	12	0 (0)	4 (33.3)	6 (50.0)	7 (58.3)
Jeju	Fish	12	0 (0)	0 (0)	1 (8.3)	3 (25.0)
	Seawater	12	0 (0)	0 (0)	4 (33.3)	5 (41.7)

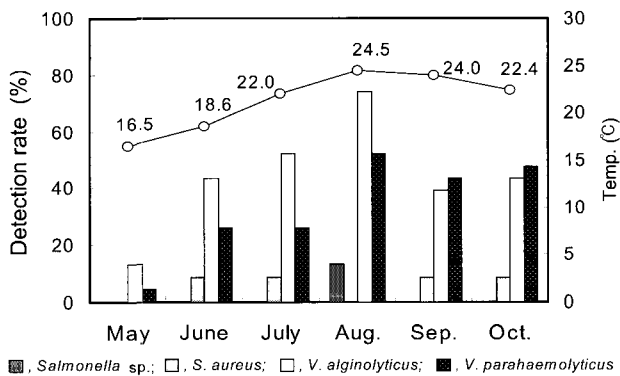


Fig. 4. Comparison of detection rates of pathogenic bacteria by month.

이상에서 우리나라 연안의 어류 양식장에서는 *Shigella* sp., *V. cholerae*, *V. vulnificus* 등 전염병 원인균은 검출되지 않았으나, *Salmonella* sp. 및 포도상구균 등의 식중독 원인균은 일부에서만 검출되었고, *V. parahaemolyticus*와 *V. alginolyticus*는 여름철에 검출율이 높아 이러한 비브리오균이 양식어류에서 잠재적인 위해인자임을 알 수 있었다.

사 사

본 연구는 2004년도 식품의약품안전청 기관지정용역과제 (과제번호-04062항내안677) 연구비 지원에 의해 국립수산물학원(RP-2005-FS-004)에서 수행한 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

Andrews, W.H., V.R. Bruce, G. June, F. Satchell and P. Sherrod. 1992a. *Salmonella*. In: Food and Drug Administration, Bacteriological Analytical Manual, 7th ed., AOAC International, Arlington, pp. 51-70.
 Andrews, W.H., F. Satchell and P. Sherrod. 1992b. *Shigella*. In: Food and Drug Administration, Bacteriological

Analytical Manual, 7th ed., AOAC International, Arlington, 71-76.
 APHA. 1970. Recommended Procedures for the Examination of Sea Water and Shellfish. 4th ed., American Public Health Association, Washington, D.C., pp. 105.
 Balebona, M.C., I. Zorrilla, M.A. Morinigo and J.J. Borrego. 1998. Survey of bacterial pathologies affecting farmed gilt-head sea bream in southwestern Spain from 1990 to 1996. *Aquaculture*, 166, 19-35.
 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.
 Benett, R.W. and G.A. Lancette. 1992. *Staphylococcus aureus*. In: Food and Drug Administration, Bacteriological Analytical Manual, 7th ed., AOAC International, Arlington, 161-166.
 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.
 Dronda, F., R. Canton, J.L. Selma, F. Garcia-Ramos and M. Martinez-Ferrer. 1991. *Vibrio alginolyticus* and swimmer's otitis externa. *Enferm Infect. Microbiol. Clin.*, 10, 437-438.
 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.
 Hanes, N.B. and C. Fragala. 1967. Effect of seawater concentration on the survival of indicator bacteria. *J. Wat. Poll. Cont. Fed.*, 39, 97.

- Ham, H.J., Y.H. Jin and Y.T. Jung. 2002. Distribution of *Vibrio parahaemolyticus* in fishery products, sold at Garak wholesale market and serological characteristics of isolated strains. J. Fd. Hyg. Safty, 17, 152-156.
- 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 Kyeongnam. J. Vet. Clin., 19, 19-22.
- KFDA (Korea Food and Drug Administration). 2004. The Recent Trend and Precaution of Food Poisoning Outbreaks, KFDA, Seoul, pp. 17.
- 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, I.S., J.B. Lee, Y.B. Park, J.B. Kang and M.J. Lee. 1989. Study on the distribution and growth of *Vibrio parahaemolyticus* by influenced kinds of environmental materials in Gyeongido coastal area. Rep. Gyeongido Inst. Health Environ., 3, 55-70.
- Lee, J.H. and K.Y. Jeong. 2004. The monitoring of *Vibrio* spp. of Busan coastal area. Rep. Busan Inst. Health Environ., 14, 188-200.
- Lee, T.S., H.J. Lee, E.K. Oh, K.T. Son and M.S. Park. 1999. Bacterial flora in oyster shellstock and larva in Koje and Tongyoung area. Bull. Natl Fish. Res. Dev. Inst., 55, 169-178.
- Lee, Y.W., J.H. Kim, S.G. Park and K.M. Lee. 1996. Distribution of indicator organisms in commercial fish and shellfish and influence of storage temperature and period. J. Fd. Hyg. Safety, 11, 57-70.
- Park, M.Y., H.J. Kim and D.S. Chang. 2003. Pathogenic *Vibrio* spp. isolated from the Gwangan beach of Busan. J. Fish. Sci. Technol., 6, 105-109.
- Ramotar, K., W. Woods, L. Larocque and B. Toye. 2000. Comparison of phenotypic methods to identify enterococci intrinsically resistant to vancomycin. Diagn. Microbiol. Infect. Dis., 36, 119-124.
- Ryu, K. 2004. Outbreaks of domestic and foreign food poisoning. Ind. Health, 197, 44-48.
- Son, J.C., S.W. Park and K.J. Min. 2003. Environmental and antimicrobial characteristics of *Vibrio* spp. isolated from fish, shellfish, seawater and brackish water samples in Gyongbuk eastern coast. Kor. J. Env. Health, 29, 94-102.
- US EPA (Environmental Protection Agency). 1986. Bacteriological Ambient Water Quality Criteria for Marine and Freshwater Recreational Waters. Springfield, PB86-158-045.
- US FDA/CFSAN & ISSC. 2003. National Shellfish Sanitation Program. Guide for the Control for Molluscan Shellfish. Model Ordinance IV. Shellstock Growing Areas, U.S. FDA/CFSAN & ISSC, 31-147.
- Wi, C.H., H.O. Kim, K.C. Song, J.I. Choi, J.O. Kim, U. Rho and S.J. Kim. 1995. Bacteriological survey of shellfish growing waters on Kamak bay. Bull. Natl. Fish. Res. Dev. Agency, 50, 179-204.
- Yoo, H.D., E.G. Oh, D.S. Lee and C.H. Wi. 2001. Sanitary survey of shellfish growing area in Jeollanamdo. Tech. Rep. South Sea Fish. Inst., Korea, 393-407.

2005년 10월 27일 접수

2005년 12월 24일 수리