

## 제주 동부 연안 넙치 양식장의 미생물학적 오염도 조사

김윤범 · 문영건 · 하진환<sup>1</sup> · 강창희<sup>2</sup> · 감상규 · 송춘복 · 오명철<sup>3</sup> · 허문수\*

제주대학교 해양과학부, <sup>1</sup>제주대학교 식품공학과, <sup>2</sup>제주대학교 화학과, <sup>3</sup>제주산업정보대학 호텔조리과

Received February 27, 2008 / Accepted March 18, 2008

**Investigation of Microbial Contamination the Level in Fish Farms of Jeju East Coast.** Yun-Beom Kim, Young-Gun Moon, Jin-Hwan Ha<sup>1</sup>, Chang-Hee Kang<sup>2</sup>, Sang-Kyu Kam, Chun-Bok Song, Myung-Cheol Oh<sup>3</sup> and Moon-Soo Heo\*. Faculty of Marine Science, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea, <sup>1</sup>Dept. of Food Science and Technology, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea, <sup>2</sup>Dept. of Chemistry, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea, <sup>3</sup>Dept. of Tourism hotel Culinary Arts, Jeju college of Technology, Jeju 690-714, Korea - Level of microbial contamination was examined in four fish farms of Jeju east coast for sanitary indication of bacterial contamination such as heterotrophic bacteria, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *Vibrio parahaemolyticus*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* and total coliforms. The samples were collected and investigated from June to October in 2007. Bacterial species of *S. aureus*, *B. cereus* and *Salmonella* spp. were frequently detected from the seawater of above fish farms. *Salmonella* spp., *S. aureus*, *B. cereus* were detected in the range of 0~4.3×10<sup>3</sup>, 0~2.7×10<sup>4</sup>, 0~7.6×10<sup>3</sup> CFU/ml, respectively, from the fish feed used in all four selected farms. Additionally, *Salmonella* spp., *S. aureus*, *B. cereus* were detected in oliver flounder (*Paralichthys olivaceus*) of these farms, however total coliforms and *E. coli* O157:H7 were not detected during our experimental period. For the production of microbiologically safe and healthy oliver flounder, proper quality control of feed, sanitation programs, and continuous monitoring of microorganism are essential practices, which required to include in the farm management system.

**Key words :** Microbial contamination, fish farms of Jeju east coast, seawater, fish feed, *Paralichthys olivaceus*

### 서 론

사회·경제적 여건의 변화로 식생활 수준이 향상되고 이로 인해 식품의 소비경향이 건강과 웰빙(well-being)을 지향하는 패턴으로 변화하였고 이 중 수산물은 주식개념으로, 영양식·건강식으로 자리매김하게 되었다. 특히 삼면이 바다인 우리나라에서는 수산물이 식량자원 측면에서 차지하는 비중이 매우 크며 생 어육을 그대로 먹는 회는 선호도가 가장 높은 음식이다. 하지만 최근 근해 어업 현황은 여러 가지 요인에 의하여 감소 추세에 있으며 수요에 비해 생산량이 적어 대체 방안의 하나인 양식 어업에 치중하고 있다[3,8].

최근 양식어류를 비롯한 각종 수산물을 원인식품으로 하는 식중독 발생 빈도가 점차 증가 하고 있으며, 수산물의 안전성에 대한 소비자들이 욕구가 크게 높아지고 있다[9]. 따라서 주요 식품의 하나인 수산물의 안전한 생산은 소비자의 신뢰도 제고와 그에 따른 경쟁력 강화라는 측면에서 중요성이 크다고 할 수 있다.

제주도의 경우 대부분 넙치(*Paralichthys olivaceus*)를 주 생산 어종으로 하고 있으며, 날것을 바로 먹는 활어용으로 판

매되고 있어 다른 어떤 수산가공품보다 더 위생적으로 생산 되어져야 한다. 이런 식품위생상의 문제가 대두 되면서 수산물 및 서식환경, 유통 수산물 등에 병원세균, 위생지표세균 등의 분포에 대한 연구가 많이 진행 되었다[1,4,6,11,12]. 그러나 패류와 그 서식 해역에 대한 연구가 대부분을 차지하고 있어 어류를 양식하고 있는 생산 단계의 위생지표세균이나 병원성 세균[7,10] 등에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 양식 어류는 양어장에서 출하 될 때 일부 병원균이 아가미나 표피에 부착하고 있더라도 사람들이 처리 및 조리과정에서 위생관리만 잘 한다면 위생적으로 큰 문제는 없다. 하지만 이러한 어류일지라도 부주의 하게 처리 하거나 조리 할 경우 2차 오염에 의한 식중독이 일어날 가능성을 완전히 배제할 수는 없을 것이다.

따라서 본 연구는 육상 수조 양식장이 조밀하게 분포하고 있는 제주도 동부 연안 양식장을 대상으로 사육용수, 양어사료, 양식어류를 채집하여 위생지표세균, 병원성 비브리오, 식중독 원인 세균인 포도상 구균, 살모넬라 등을 모니터링하여 미생물학적 오염도를 조사하였다.

### 재료 및 방법

#### 조사지역

2007년 6월부터 10월까지 제주도 동부 지역에서 성업 중

#### \*Corresponding author

Tel : +82-64-754-3473, Fax : +82-64-756-3493

E-mail : msheo@cheju.ac.kr

인 육상 수조식 넙치 양식장 4개소를 대상으로 하였다.

#### 조사 시료

사육용수(유입수, 사육수, 배출수)는 1 l 무균채수병(Y&K, KOREA)을 사용하여 현장에서 채수하였고, 양어사료로 쓰이는 배합건조사료(expansion or extruded pellet, EP)와 배합습사료(moist pellet, MP)는 샘플수거용 위생백인 Polypropylene bag (DAIHAN, KOREA)을 이용하여 채집하였다. 검사용 양식어류는 건강한 어류(넙치)를 대상으로 채집하여 즉살시킨 후 Polypropylene bag에 담아 얼음을 채운 스티로폼 용기에 넣고, 실험실로 운반한 후 분석시료로 사용하였다.

#### 일반세균 및 대장균군수 측정

사육 용수는 채취한 시료의 1 ml를 취하여 9 ml의 멸균된 0.85% 생리식염수에 단계별 희석하여 미생물 검사에 사용하였으며, 양식 어류의 미생물 검사를 위해서 넙치를 무균적으로 해부를 한 후 신장 및 간 부위를 1 g씩 멸균된 0.85% 생리 식염수 9 ml에 넣고 균질화시킨 후 단계별 희석하여 미생물 검사를 하였다. 고품의 양어 사료는 0.85% 생리식염수에서 균질화시킨 후 여과지를 이용하여 여과한 후 여과액 1 ml의 시료를 단계적으로 희석하여 미생물을 검사하였다.

각 시료에 대해 일반 세균인 경우 Marine agar (Difco, USA), 대장균군의 경우 Microbiology Chromocult Coliformen agar (Merck, Germany)를 사용하여 제조회사의 방법에 따라 측정하였다.

#### *Escherichia coli* O157:H7 측정

균의 분리는 각 단계적으로 희석 되어진 시료를 EC broth (BD, USA)에 접종 하여 37°C의 항온수조에서 24시간의 증균 과정을 거친 후 동정에 사용하였고, *E. coli* O157:H7의 선택 배지인 MacConkey Sorbitol agar (Difco, USA)에 접종하여 도말한 후 37°C에서 24시간 배양한 후, sorbitol을 분해하지 못하는 white colony를 취하여 실험에 사용하였으며, 확인 시험은 Eosin Methylene Blue agar (EMB agar; BBL, USA)를 사용하여 확인하였다. EMB agar에서 의심되는 균주는 Gram staining, Triple sugar iron (TSI; Difco) test, Indole, Methyl red, Voges proskayer, citrate utilization (IMViC) test, Lysine decarboxylase, Motility test를 실시하여 동정하였다. 최종 분리된 균은 API 20E kit (bioMerieux, France)를 사용하여 최종 확정 시험을 실시하였다.

#### *Salmonella* spp. 측정

균의 분리는 Lee 등[5], Moon 등[7]의 방법을 응용하여 시료 1 ml를 *Salmonella* spp. 분리배양 배지인 MacConkey agar (Difco, USA)에 도말하여 35°C에서 24시간 배양하여 자란 무색투명한 colony를 선택하여 확인시험을 하였다. 확인

시험은 Triple Sugar Iron Agar (Difco, USA)를 사용하여 실시하였으며, API 20E kit로 동정하였다.

#### *Vibrio parahaemolyticus* 측정

*V. parahaemolyticus*의 분리는 단계별로 희석되어진 시료를 alkaline peptone water (APW)에 접종 한 후 37°C에서 18-24 시간 증균 배양하여 동정에 사용하였고, 선택배지인 TCBS (Difco, USA)에 접종하여 37°C에서 18-24시간 분리 배양하였다. 청녹색 단일 집락을 확인 한 후 생화학 시험을 실시하였고, API 20NE를 사용하여 동정하였다.

#### *Staphylococcus aureus* 측정

채취한 시료 1 ml를 10% NaCl이 첨가된 Tryptic Soy Broth (Difco, USA) 9 ml에 접종한 후 37°C에서 24시간 증균 배양하여 동정에 사용하였다. *S. aureus*의 선택 배지인 Mannitol salt agar에 도말하여 37°C에서 24시간 배양한 후 mannitol 분해능이 있는 황색 불투명 집락과 주변에 혼탁한 백색환이 있는 집락에 대해 확인 실험을 실시하였다. 그리고 확인 시험으로 Gram 염색을 실시하여 포도상의 배열을 갖는 그람 양성 구균을 확인하였다. 그리고 *Streptococcus* spp.와의 구별을 위해 catalase test, DNase test로 양성임을 확인하였다[2].

#### *Bacillus cereus* 측정

*B. cereus* 균주에 대한 시험은 Mannitol을 분해하지 못하여 분홍색 colony를 형성하고 또한 난황양성 반응 (Lecithinase 반응)에 의한 colony 주변에 백색환을 형성하는 원리를 이용하여 채취된 시료 1 ml를 취하여 Mannitol-Egg yolk-Polymixin agar (OXOID, ENGLAND)에 도말하여 30°C에서 24시간 배양하여 확인하였다.

## 결과 및 고찰

#### 사육 용수 모니터링

Table 1, 2, 3, 4, 5는 2007년 6월부터 10월까지 동부 연안에 위치한 총 4개소 양식장의 사육용수를 대상으로 하여 미생물을 검사한 결과이다. 조사 양식장 4개소 모두 일반해수와 지하해수를 혼용하여 사육용수로 사용하고 있다. J1 양식장의 사육용수의 미생물 검사 결과 장염 비브리오균인 *V. parahaemolyticus*는 8월부터 10월까지의 검사 결과 사육수와 배출수에서  $4.0 \times 10^2 \sim 3.4 \times 10^3$  CFU/ml가 검출되었다. *Salmonella* spp.는 9, 10월의 사육수와 배출수에서 검출되었는데 이는 주로 포유류, 가금류, 토양, 위생동물(쥐, 바퀴, 파리, 개 등)에 의해 오염이 이루어진다. 작업시 양식장 출입구를 개방하는 경우가 많은 데 이로 인해 위생동물의 침입이 용이하여 오염될 수 있으니 주의를 기울여야 할 것으로 보인다. J2에서는

Table 1. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the fish farm waters in June 2007 (CFU/ml)

Site	Seawater	Heterotrophic bacteria	<i>V. parahaemolyticus</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>B. cereus</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i> 0517:H7	Total coliform
J1	I	$3.4 \times 10^3$	ND	ND	ND	ND	ND	$1.0 \times 10^2$
	B	$3.5 \times 10^3$	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	O	$2.0 \times 10^3$	$1.0 \times 10^2$	ND	ND	ND	ND	ND
J2	I	$1.1 \times 10^3$	$3.0 \times 10^2$	ND	ND	ND	ND	ND
	B	$1.7 \times 10^3$	$2.0 \times 10^2$	ND	ND	$4.0 \times 10^2$	ND	ND
	O	$4.0 \times 10^3$	ND	$1.0 \times 10^2$	ND	$2.0 \times 10^2$	ND	ND
J3	I	$1.6 \times 10^3$	ND	ND	ND	ND	ND	$1.0 \times 10^2$
	B	$4.1 \times 10^3$	$6.0 \times 10^2$	$5.0 \times 10^2$	ND	ND	ND	ND
	O	$8.7 \times 10^3$	$3.0 \times 10^2$	ND	ND	ND	ND	ND
J4	I	$5.9 \times 10^3$	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	$3.0 \times 10^3$	$4.0 \times 10^2$	ND	ND	ND	ND	$1.0 \times 10^2$
	O	$4.7 \times 10^3$	ND	ND	ND	ND	ND	ND

\* I: In seawater, B: Breeding sea water, O: Out sea water, ND: Not detected

Table 2. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the fish farm waters in July 2007 (CFU/ml)

Site	Seawater	Heterotrophic bacteria	<i>V. parahaemolyticus</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>B. cereus</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i> 0517:H7	Total coliform
J1	I	$1.0 \times 10^3$	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	$2.3 \times 10^3$	ND	ND	$1.0 \times 10^2$	ND	ND	ND
	O	$1.5 \times 10^3$	ND	ND	$1.0 \times 10^2$	ND	ND	ND
J2	I	$1.2 \times 10^3$	ND	ND	$1.0 \times 10^2$	ND	ND	ND
	B	$2.0 \times 10^3$	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	O	$2.5 \times 10^3$	ND	ND	$1.0 \times 10^2$	ND	ND	ND
J3	I	$1.3 \times 10^3$	ND	ND	$2.0 \times 10^1$	$1.0 \times 10^2$	ND	ND
	B	$2.8 \times 10^3$	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	O	$1.2 \times 10^3$	ND	ND	$2.0 \times 10^2$	ND	ND	ND
J4	I	$4.0 \times 10^3$	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	$2.3 \times 10^3$	$2.0 \times 10^2$	ND	ND	ND	ND	ND
	O	$7.9 \times 10^3$	$1.0 \times 10^2$	ND	ND	ND	ND	ND

\* I: In seawater, B: Breeding sea water, O: Out sea water, ND: Not detected

Table 3. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the fish farm waters in August 2007 (CFU/ml)

Site	Seawater	Heterotrophic bacteria	<i>V. parahaemolyticus</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>B. cereus</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i> 0517:H7	Total coliform
J1	I	$4.0 \times 10^3$	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	$3.8 \times 10^4$	$5.0 \times 10^2$	ND	ND	ND	ND	ND
	O	$5.8 \times 10^4$	$4.0 \times 10^2$	$2.0 \times 10^2$	ND	ND	$3.0 \times 10^2$	ND
J2	I	$1.0 \times 10^3$	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	$2.2 \times 10^4$	$1.5 \times 10^3$	$4.8 \times 10^3$	ND	ND	ND	ND
	O	$5.4 \times 10^4$	$3.2 \times 10^3$	ND	ND	ND	ND	ND
J3	I	$5.9 \times 10^3$	$1.0 \times 10^2$	ND	ND	ND	ND	ND
	B	$2.5 \times 10^4$	ND	ND	$3.0 \times 10^2$	ND	ND	ND
	O	$3.7 \times 10^4$	ND	ND	$1.0 \times 10^2$	ND	ND	ND
J4	I	$0.5 \times 10^3$	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	$1.2 \times 10^4$	$3.0 \times 10^2$	$1.5 \times 10^3$	ND	ND	ND	ND
	O	$2.6 \times 10^4$	$8.0 \times 10^2$	$2.3 \times 10^3$	ND	ND	ND	ND

\* I: In seawater, B: Breeding sea water, O: Out sea water, ND: Not detected

Table 4. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the fish farm waters in September 2007 (CFU/ml)

Site	Seawater	Heterotrophic bacteria	<i>V. parahaemolyticus</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>B. cereus</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i> 0517:H7	Total coliform
J1	I	1.2×10 <sup>3</sup>	ND	ND	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND
	B	8.7×10 <sup>4</sup>	2.5×10 <sup>3</sup>	4.0×10 <sup>3</sup>	ND	ND	3.0×10 <sup>2</sup>	ND
	O	8.0×10 <sup>4</sup>	3.4×10 <sup>3</sup>	2.6×10 <sup>3</sup>	ND	ND	2.2×10 <sup>3</sup>	ND
J2	I	3.0×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	2.6×10 <sup>4</sup>	0.7×10 <sup>3</sup>	3.7×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND
	O	9.7×10 <sup>3</sup>	1.5×10 <sup>3</sup>	2.4×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND
J3	I	4.9×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	7.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND
	B	9.6×10 <sup>3</sup>	3.0×10 <sup>2</sup>	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND
	O	1.8×10 <sup>4</sup>	5.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND	3.0×10 <sup>2</sup>	ND
J4	I	8.0×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	1.0×10 <sup>4</sup>	2.3×10 <sup>3</sup>	4.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND	ND
	O	1.5×10 <sup>4</sup>	3.0×10 <sup>3</sup>	2.4×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND

\* I: In seawater, B: Breeding sea water, O: Out sea water, ND: Not detected

Table 5. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the fish farm waters in October 2007 (CFU/ml)

Site	Seawater	Heterotrophic bacteria	<i>V. parahaemolyticus</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>B. cereus</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i> 0517:H7	Total coliform
J1	I	7.0×10 <sup>4</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	1.6×10 <sup>4</sup>	9.0×10 <sup>2</sup>	2.7×10 <sup>3</sup>	ND	5.0×10 <sup>2</sup>	2.6×10 <sup>3</sup>	ND
	O	6.0×10 <sup>4</sup>	3.3×10 <sup>3</sup>	4.3×10 <sup>3</sup>	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	4.0×10 <sup>3</sup>	ND
J2	I	1.0×10 <sup>4</sup>	ND	ND	ND	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	2.0×10 <sup>2</sup>
	B	2.8×10 <sup>3</sup>	ND	2.0×10 <sup>2</sup>	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND
	O	9.9×10 <sup>3</sup>	6.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND	9.0×10 <sup>2</sup>	ND
J3	I	1.0×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B	3.6×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND
	O	9.0×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
J4	I	7.0×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	2.2×10 <sup>3</sup>	ND	ND
	B	7.0×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	O	1.1×10 <sup>3</sup>	ND	3.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND	ND

\* I: In seawater, B: Breeding sea water, O: Out sea water, ND: Not detected

6월 유입수와 사육수에서 *V. parahaemolyticus*가 각각 3.0×10<sup>2</sup> CFU/ml, 2.0×10<sup>2</sup> CFU/ml이 검출되었다. 또한 8월부터 10월에 조사한 결과에서도 사육수와 배출수에서 검출되었는데 이는 조사 기간동안 전년에 비해 400 mm 이상의 많은 비가 내렸고 집중 호우도 빈번히 발생하여 많은 강우량에 의한 담수 및 유기물의 유입으로 검출된 것으로 사료된다. 6월에 사육수와 배출수에서 *S. aureus*가 검출되었는데 이는 먼지나 작업자가 사료 급이 및 어장청소 도구 사용 시 부주의로 인해 검출된 것이라 사료된다. J3의 경우도 *V. parahaemolyticus*가 8월부터 10월의 검사 결과 사육수와 배출수에서 높은 빈도로 검출되었다. 7월과 8월의 조사에서 *B. cereus*, 9월의 사육수와 배출수에서 *S. aureus*가 검출되었는데 양식장 주변이나 작업자들이 위생에 주의를 기울여야 할 것이다. J4의 경우 7월부터 9월까지의 조사에서 *V. parahaemolyticus*가 1.0×10<sup>2</sup>~3.0×10<sup>3</sup> CFU/ml가 검출되었다. 8월과 9월의 사육수와 배출수에서 *Salmonella*

spp.가 검출되었는데 이는 주로 포유류, 가금류, 토양 등을 통해 오염이 이루어진다. 양식장에서 방법의 목적으로 개를 키우거나 개방하여 놔두는 경우가 많고, 양식장 인근에 농로가 있어 사람들의 이동이 잦아 이로 인해 오염원이 유입된 영향이라 사료된다. J1, J3, J4의 경우 총 대장균군과 *E. coli* O157:H7의 경우 적은 양이 검출되었는데 조사지역에는 국지성 호우로 전년에 비해 400 mm 이상의 많은 강우량을 나타내었고, 이로 인해 육상의 오염원이 양식장 사육용수인 해수 및 지하 해수에 유입되어 검출된 것이라 사료된다.

**양어 사료 모니터링**

2007년 6월부터 10월까지 4개 양식장에서 쓰이는 배합건 조사료(expansion or extruded pellet, EP)와 배합 습사료(moist pellet, MP)를 채집하여 미생물을 검사한 결과를 Table 6~9에 나타내었다. J1을 제외하고 나머지 양식장은

Table 6. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the fish farm feed in June 2007 (CFU/ml)

Site	Feed	Heterotrophic bacteria	V. <i>parahaemolyticus</i>	Salmonella spp.	B. <i>cereus</i>	S. <i>aureus</i>	E. coli 0517:H7	Total coliform
J1	EP	3.3×10 <sup>3</sup>	ND	1.0×10 <sup>2</sup>	1.0×10 <sup>2</sup>	6.0×10 <sup>2</sup>	ND	1.0×10 <sup>2</sup>
J2	MP	1.4×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	2.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND
J3	MP	2.9×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	4.0×10 <sup>2</sup>
J4	MP	3.7×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	5.0×10 <sup>2</sup>	ND	1.0×10 <sup>2</sup>

MP: Moist pellet, EP: Extruded pellet, ND: Not detected

Table 7. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the fish farm feed in August 2007 (CFU/ml)

Site	Feed	Heterotrophic bacteria	V. <i>parahaemolyticus</i>	Salmonella spp.	B. <i>cereus</i>	S. <i>aureus</i>	E. coli 0517:H7	Total coliform
J1	EP	7.2×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
J2	MP	1.9×10 <sup>4</sup>	ND	3.0×10 <sup>2</sup>	1.5×10 <sup>3</sup>	7.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND
J3	MP	2.4×10 <sup>4</sup>	ND	4.3×10 <sup>3</sup>	6.0×10 <sup>2</sup>	1.6×10 <sup>3</sup>	ND	ND
J4	MP	1.1×10 <sup>3</sup>	ND	ND	9.0×10 <sup>2</sup>	5.5×10 <sup>3</sup>	3.4×10 <sup>3</sup>	ND

MP: Moist pellet, EP: Extruded pellet, ND: Not detected

Table 8. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the fish farm feed in September 2007 (CFU/ml)

Site	Feed	Heterotrophic bacteria	V. <i>parahaemolyticus</i>	Salmonella spp.	B. <i>cereus</i>	S. <i>aureus</i>	E. coli 0517:H7	Total coliform
J1	EP	1.0×10 <sup>4</sup>	ND	ND	ND	5.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND
J2	MP	2.0×10 <sup>4</sup>	ND	6.0×10 <sup>2</sup>	7.6×10 <sup>3</sup>	2.7×10 <sup>4</sup>	1.0×10 <sup>2</sup>	3.1×10 <sup>3</sup>
J3	MP	7.3×10 <sup>3</sup>	ND	ND	1.5×10 <sup>3</sup>	1.3×10 <sup>3</sup>	6.0×10 <sup>2</sup>	3.0×10 <sup>2</sup>
J4	MP	7.8×10 <sup>3</sup>	ND	ND	7.0×10 <sup>2</sup>	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND

MP: Moist pellet, EP: Extruded pellet, ND: Not detected

Table 9. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the fish farm feed in October 2007 (CFU/ml)

Site	Feed	Heterotrophic bacteria	V. <i>parahaemolyticus</i>	Salmonella spp.	B. <i>cereus</i>	S. <i>aureus</i>	E. coli 0517:H7	Total coliform
J1	EP	7.8×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
J2	MP	2.8×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	5.0×10 <sup>2</sup>	ND	1.0×10 <sup>2</sup>
J3	MP	6.8×10 <sup>4</sup>	ND	3.0×10 <sup>2</sup>	2.5×10 <sup>3</sup>	1.0×10 <sup>4</sup>	5.0×10 <sup>2</sup>	4.0×10 <sup>2</sup>
J4	MP	9.1×10 <sup>3</sup>	ND	ND	1.0×10 <sup>2</sup>	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND

MP: Moist pellet, EP: Extruded pellet, ND: Not detected

MP 사료를 사용하고 있었다. 제주도내 대부분의 양식장에서는 잡어(고등어, 까나리, 정어리 등)를 이용하여 만든 생 사료에 배합 분말 사료, 생균제, 효소제, 비타민, 미네랄 등을 혼합해서 제조하여, 직접적으로 습식 상태로 급이하는 MP 형태의 사료를 많이 사용하고 있다. J1의 6월 양어 사료 미생물 검사 결과 병원성 미생물 검출 빈도가 높았다. J1의 경우 사료가공실과 수조입구가 연결되어 있어 해수의 높은 습도에 의해 사료를 보관하는 과정에서 검출된 것으로 사료되며, 작업자들은 위생에 좀 더 주의를 기울여야 할 것이다. J2, J3, J4의 경우 MP 사료를 사용하고 있었으며 양어 사료 미생물 검사 결과 *Salmonella* spp., *S. aureus*, *B. cereus*가 빈도 높게 나타났다. 또한 총 대장균군과 *E. coli* O157:H7이 검출되었다. 제주도에 분포하는 양식장은 일부를 제외하고 영세한 규모

이기 때문에 전문적인 숙련자가 사료를 제조하지 않거나 사료를 제조하는 공간이 독립되어 있지 않아 주변 오염원으로부터 노출되어 있을 수 있다. 더불어 사료 보관도 생사료 재료, 폐사어, 양어용 약제 등과 같이 보관하는 실정이다. 그러므로 MP 사료를 제조하는 과정이나 보관하는 과정에서 부주의로 오염이 이루어졌거나 MP 사료를 제조할 때 쓰이는 재료의 일차적 오염 즉 저장 및 운송 과정에서의 부패로 인해 검출이 된 것으로 사료된다.

**양식 넙치 모니터링**

2007년 6월부터 10월까지 4개 양식장의 양식 넙치를 대상으로 하여 미생물을 검사한 결과를 Table 10~14에 나타내었다. 양식 넙치의 미생물 조사 결과 J1의 경우 *B. cereus*, J2와

Table 10. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the fish farm in the *Paralichthys olivaceus* June 2007 (CFU/ml)

Site	Region	Heterotrophic bacteria	V. <i>parahaemolyticus</i>	Salmonella spp.	B. <i>cereus</i>	S. <i>aureus</i>	E. coli 0517:H7	Total coliform
J1	kidney	2.2×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	liver	2.2×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
J2	kidney	4.3×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	liver	2.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
J3	kidney	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	liver	1.1×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	2.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND
J4	kidney	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	liver	4.2×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND: Not detected

Table 11. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the fish farm in the *Paralichthys olivaceus* July 2007 (CFU/ml)

Site	Region	Heterotrophic bacteria	V. <i>parahaemolyticus</i>	Salmonella spp.	B. <i>cereus</i>	S. <i>aureus</i>	E. coli 0517:H7	Total coliform
J1	kidney	ND	ND	ND	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND
	liver	3.2×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
J2	kidney	ND	ND	ND	6.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND
	liver	3.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	2.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND
J3	kidney	4.0×10 <sup>1</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	liver	1.1×10 <sup>3</sup>	ND	ND	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND
J4	kidney	2.5×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	liver	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND

ND: Not detected

Table 12. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the fish farm in the *Paralichthys olivaceus* August 2007 (CFU/ml)

Site	Region	Heterotrophic bacteria	V. <i>parahaemolyticus</i>	Salmonella spp.	B. <i>cereus</i>	S. <i>aureus</i>	E. coli 0517:H7	Total coliform
J1	kidney	3.0×10 <sup>3</sup>	ND	ND	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND
	liver	2.6×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
J2	kidney	2.0×10 <sup>4</sup>	ND	3.2×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND
	liver	2.8×10 <sup>4</sup>	ND	ND	ND	6.2×10 <sup>3</sup>	ND	ND
J3	kidney	1.3×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	liver	2.1×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
J4	kidney	1.0×10 <sup>3</sup>	ND	3.8×10 <sup>3</sup>	ND	9.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND
	liver	1.0×10 <sup>4</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND: Not detected

J4에서는 *Salmonella* spp., *S. aureus*, *B. cereus*가 검출되었다. 또한 J3에서는 *S. aureus*, *B. cereus*가 검출되었다. 4곳의 양식장의 넙치에서 검출된 *S. aureus*, *B. cereus*의 경우 먼지 또는 작업자들이 사용하는 사료 급이 및 어장 청소도구 등에서 주로 전파된 것으로 생각되고, 양식 사료 내 미생물 분포와 전년 에 비해 많은 강우량에 관련이 있을 것으로 예상된다.

*Salmonella* spp. 같은 경우 양식장의 작업환경과 주위환경에 의한 교차 감염에 의해 주로 전이가 되며, 사료 급이 과정에서 작업자의 부주의로 일부 양식 사료가 오염되어 이를 섭취하는 넙치에게 전파가 된 것으로 사료된다. 이번 결과가 오염된 사료 급이로 인해 감염되었다고 단정할 수는 없으나, 감염 원인이 될 가능성이 있으므로 작업자들은 양식장 주위

Table 13. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the fish farm in the *Paralichthys olivaceus* September 2007 (CFU/ml)

Site	Region	Heterotrophic bacteria	V. <i>parahaemolyticus</i>	Salmonella spp.	B. <i>cereus</i>	S. <i>aureus</i>	E. coli 0517:H7	Total coliform
J1	kidney	2.2×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	liver	9.0×10 <sup>4</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
J2	kidney	3.2×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	liver	1.1×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
J3	kidney	7.0×10 <sup>4</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	liver	1.9×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
J4	kidney	4.3×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	liver	2.2×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND: Not detected

Table 14. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the fish farm in the *Paralichthys olivaceus* October 2007 (CFU/ml)

Site	Region	Heterotrophic bacteria	V. <i>parahaemolyticus</i>	Salmonella spp.	B. <i>cereus</i>	S. <i>aureus</i>	E. coli 0517:H7	Total coliform
J1	kidney	3.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	liver	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
J2	kidney	1.8×10 <sup>3</sup>	ND	ND	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND
	liver	5.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
J3	kidney	8.0×10 <sup>4</sup>	ND	ND	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND
	liver	3.0×10 <sup>4</sup>	ND	ND	ND	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND
J4	kidney	1.9×10 <sup>3</sup>	ND	ND	ND	1.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND
	liver	4.0×10 <sup>2</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND: Not detected

환경이나 작업도구 그리고 자기 위생에 주의를 기울여야 할 것이다.

### 요 약

본 연구는 2007년 6월부터 10월까지 제주도에서 양식장이 가장 많이 밀집되어 있는 제주도 동부 연안에 위치한 양식장 4개소를 대상으로 하여 사육 용수, 양어 사료, 양식 넙치의 미생물학적 오염도를 조사하였다.

식품병원성 미생물 중 일반세균과 총대장균군 그리고 *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *Vibrio parahaemolyticus*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*를 조사 하였다. 이번 연구를 수행하는 동안 동부지역은 집중적인 호우로 인해 전년보다 400 mm 이상의 많은 강우량을 나타내었다. 사육 용수의 검사결과 *V. parahaemolyticus*, *Salmonella* spp., *S. aureus*, *B. cereus*가 빈번하게 검출되었고, 양어 사료의 경우 *Salmonella* spp, *S. aureus*, *B. cereus*는 각각 0~4.3×10<sup>3</sup> CFU/ml, 0~2.7×10<sup>4</sup> CFU/ml, 0~7.6×10<sup>3</sup> CFU/ml 검출 되었다. 또한 양식 넙치의 미생물 검사 결과 적은 양이

지만 *Salmonella* spp., *S. aureus*, *B. cereus*가 검출되었고, 총 대장균군과 *E. coli* O157:H7은 검출되지 않았다.

이번 조사 결과로 보아 미생물학적 위해요소는 양식장의 작업 환경이나 주변 환경 등의 환경적 요인이 크게 작용하는 것으로 사료되며, 양식장의 위생관리에 작업자들은 주의를 기울여야 할 것으로 생각된다. 앞으로 이와 관련하여 수산물 위생에 대한 좀 더 체계적인 시스템을 도입하여 적용한다면 수산물에서 야기되는 문제점들이 해결되어 제주도의 청정 브랜드의 이미지를 더욱 부각시킬 수 있으며, 안전하고 깨끗한 수산물의 생산이 가능할 것으로 생각된다.

### 감사의 글

본 연구는 “2006년 양식장 HACCP 구축지원사업”에 의해 지원 되었습니다.

### References

1. 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.
2. Kim, H. Y., J. Y. Park, D. H. Chung and S. S. Oh. 2004. Microbiological evaluation for HACCP implementation of wholesale bakery products. *J. Fd. Hyg. Safety* **19**, 185-192.
  3. Lee, H. 2006. Microbiological population of *Vibrio parahaemolyticus* in oyster of wholesale seafood markets. *J. Fd. Hyg. Safety* **21**, 238-243.
  4. Lee, H. K., Y. H. Yoon, S. S. Lee and K. H. Ha. 1998. Biochemical characteristics of *Vibrio* isolated from cultured shellfish, *Ruditapes philippinarum*, and some species of wild shellfish. *J. Kor. Soc. Microbiol.* **33**, 567-574.
  5. Lee, J. M., J. Y. Park, R. H. Lee, M. S. Lee, S. Y. Yoon, D. H. Chung, J. M. Lee and S. S. Oh. 2005. Microbiological evaluation for HACCP guideline of Korean traditional cookies. *J. Fd. Hyg. Safety* **20**, 36-41.
  6. 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. Nat'l. Fish Res. Dev. Inst.* **55**, 169-176.
  7. Moon, Y. G., J. H. Ha, C. H. Kang, C. B. Song, M. C. Oh and M. S. Heo. 2007. Survey of the level of microbial contamination in fish farms on the Jeju-Island. *J. Fd. Hyg. Safety* **22**, 179-191.
  8. Park, B. H., S. H. Park and J. S. Jo. 2003. A study on the organoleptic characteristics change in freshness of cultivated and wild *Paralichthys olivaceus* during storage. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* **19**, 72-78.
  9. Ryu, K. 2004. Outbreaks of domestic and foreign food poisoning. *Ind. Health* **197**, 44-48.
  10. Son, K. T., E. G. Oh, T. S. Lee, H. J. Lee, P. H. Kim and J. H. Kim. 2005. Survey of sanitary indicative bacteria and pathogenic bacteria in fish farms on the Southern coast of Korea. *J. Kor. Fish Soc.* **38**, 339-364.
  11. 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. Nat'l. Fish Res. Dev. Agency.* **50**, 179-186.
  12. Yoo, H. D., E. G. Oh, D. S. Lee and C. H. Wi. 2001. Sanitary survey of shellfish growing area in Jeollanamdo. *Tech. Res. South Sea Fish Inst. Korea* 393-407.