J. Fd Hyg. Safety
Vol. 22, No. 3, pp. 179~191 (2007)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

제주도 어류양식장에 대한 미생물학적 오염도 조사

문영건 · 하진환[1] · 강창희[2] · 송춘복 · 오명철[3] · 허문수*
제주대학교 해양과학부, [1]제주대학교 식품공학과, [2]제주대학교 화학과, [3]제주산업정보대학 호텔조리학과

Survey of the Level of Microbial Contamination in Fish Farms on the Jeju-Island

Young-Gun Moon, Jin-Hwan Ha[1], Chang-Hee Kang[2], Chun-Bok Song, Myung-Cheol Oh[3], and Moon-Soo Heo*
Faculty of Marine Science, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea
[1]Dept. of Food Science and Technology, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea
[2]Dept. of Chemistry, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea
[3]Dept. of Tourism hotel Culinary Arts, Jeju college of Technology, Jeju 690-714, Korea
(Received December 11, 2006/Accepted July 20, 2007)

ABSTRACT – The purpose of this study was to monitor and compare the contamination levels of heterotrophic bacteria and pathogenic bacteria (total coliforms, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *Vibrio parahaemolyticus, Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus*). The samples collected at fish farms located in the Jeju-island were investigated from March to August in 2006. The contamination levels of *S. aureus, B. cereus* and *Salmonella* spp. ranged 0-3.3×10^2 CFU/ml, 0-2.2×10^2 CFU/ml and 0-5.1×10^1 CFU/ml, respectively, and 85% of moist pellet feeds were contaminated with *S. aureus, B. cereus* and total coliforms. But total coliforms and *E. coli* O157:H7 were not detected in oliver flounder (*Paralichthys olivaceus*). For the production of safe oliver flounder (*Paralichthys olivaceus*), education of sanitation for employees, control of fish feed, and continuous monitoring for microorganism will be required.

Key words: Fish farm in Jeju-island, Microbial contamination, pathogenic bacteria, *Paralichthys olivaceus*, fish farm sea water, feed

서 론

최근 전 세계적으로 삶의 질을 향상시키기 위한 기본 요건으로 식품의 안전성 확보가 새로운 과제로 부각되고 있다. 또한 국제무역기구(WTO) 출범 등으로 무역장벽이 철폐됨에 따라 자국민 보호를 목적으로 식품의 안전성 강화가 주요한 현안과제의 하나로 떠오르고 있다. 국내에서도 계절에 따라 식중독, 비브리오 등이 간헐적으로 나타나 식품의 안전성에 대한 소비자의 욕구가 크게 높아지고 있다. 이와 더불어 2002년 7월 제조물 책임법[1)] 시행으로 식품 생산자들은 생산제품 뿐만 아니라 제품 생산과정상의 위생과 안정성 강화에도 주의를 기울이게 되었다. 특히 유전자 조작, 환경호르몬, 잔류농약, 항생물질 등의 문제가 잇따라 제기되고 있는 농축수산물의 경우에는 더욱 그러하다. 따라서 주요 식품의 하나인 수산물의 경우에도 안전성의 확보는 소비자의 신뢰도 제고와 그에 따른 경쟁력 강화라는 차원에서 그 중요성이 한층 더 높아지고 있다.

근래 들어 우리나라에서 양식어류를 비롯한 수산물 소비량이 증가함에 따라 수산물을 원인식품으로 하는 식중독 발생빈도도 증가하는 경향을 나타내고 있다[2)]. 특히 제주도의 경우 주 생산 어종은 넙치(*Paralichyhus olivaceus*)로서 날것으로 바로 먹는 활어회나 선어회용으로 판매되고 있어 다른 수산가공품보다 더 위생적으로 생산이 되어야 한다. 식품위생상 수산물이 야기하는 문제가 대두되면서 수산물 및 서식환경 등에 대하여 병원세균 및 위생지표세균 등의 대한 많은 연구가 이루어졌다[3-7)]. 그러나 패류와 그 서식해역에 대한 조사 연구가 대부분을 차지하고 있다. 어류를 양식하고 있는 생산 현장단계에서의 위생 지표세균이나 병원성 세균에 대한 연구[8)]는 거의 없는 실정이다. 양식어류 같은 경우는 양어장에서 출하 될 때 일부

*Correspondence to: Moon-Soo Heo, Faculty of Marine Science, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea
Tel: 82-64-754-3473, Fax: 82-64-756-3493
E-mail: msheo@cheju.ac.kr

병원균이 어류의 표피나 아가미 등에 부착하고 있더라도 사람들이 주로 먹는 부위인 근육에는 세균이 존재하지 않으므로 조리 과정에서 조리자가 위생관리를 철저히 한다면 큰 문제가 없다. 이 때문에 지금까지 양식 단계의 어류가 식품 위생학적으로 큰 주목을 받지 않았던 것으로 생각 되어진다. 하지만 이러한 어류일지라도 부주의하게 처리하거나 조리 할 경우 2차 오염에 의한 식중독이 발생한다. 즉, 어류의 처리 및 조리 시 표피나 내장 등에 존재하는 병원성 미생물의 2차 오염에 의해 일어날 수 있는 식중독 가능성을 완전히 배제할 수는 없을 것이다.

또한 제주도의 경우는 육상 수조식 양식장이 일부 특정 연안 지역에 집중적으로 분포하고 있는 실정이다. 그러므로 양식장 오염에 있어 집중적으로 분포되어 있는 지역이 서로 미생물 오염에 있어 서로 상관관계가 있을 수도 있을 것으로 본다. 따라서 본 연구에서는 양식어류 및 사육용수 그리고 양어사료를 채집하여 식품공전[9]에서 분류하고 있는 위생지표세균, 병원성 비브리오 그리고 식중독 원인 세균인 포도상구균, 살모넬라 등을 모니터링 하여 제주도 연안 어류 양식장에 대한 미생물학적 오염도를 조사하였다.

재료 및 방법

조사지역

2006년 3월부터 8월까지 제주도 연안에서 성업 중인 육상수조식 넙치 양식장 21개소를 대상으로 하였다(Fig. 1).

조사시료

양어용수(유입수, 사육수, 배출수)는 1 L 무균 채수병(Y&K, KOREA)을 사용하여 현장에서 채수하였고, 양어사료로 쓰이는 배합건조사료(expension or extruded pellet, EP)와 배합 습사료(moist pellet, MP)는 샘플수거용 위생백인 Polypropylene bag(DAIHAN, KOREA)을 이용하여 채집하였으며, 검사용 양식어류는 현장에서 아무런 약제를 투여하지 않은 어류를 대상으로 하여 외관상 건강한 어류(넙치)를 채집하였다. 검사용 시료들은 무균적으로 채집하여 4°C를 유지하면서 실험실로 운반하여 실험에 사용하였다.

일반세균 및 대장균군수 측정

양어용수는 채취한 시료의 1 mL을 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 9 mL 멸균된 0.85% 생리식염수에서 멸균 스틱(DAIHAN)을 사용하여 균질화 시킨 후 단계별 희석하여 미생물 검사를 하였다. 고형의 양어사료는 증류수에서 균질화 시킨 후 여과지를 이용하여 여과한 후 여과액 1 mL의 시료를 단계별로 희석하여 미생물을 검사하였다.

각 시료에 대해 일반세균의 경우 Marine agar(Difco, USA), 대장균군의 경우 Micriobiology Chromocult Coliformen-Agar(Merck, Germany)를 사용하여 제조회사의 방법에 따라 균수를 측정하였다.

Escherichia coli O157:H7 분리

균의 증균 및 분리는 각 단계별로 희석되어진 시료를 EC broth(BD, USA)에 접종 하여 항온수조 37°C에서 24시간의 증균 과정을 거친 후 동정에 사용하였고 증균 된 균액을 100 μL 취하여 *E. coli* O157:H7의 선택배지인

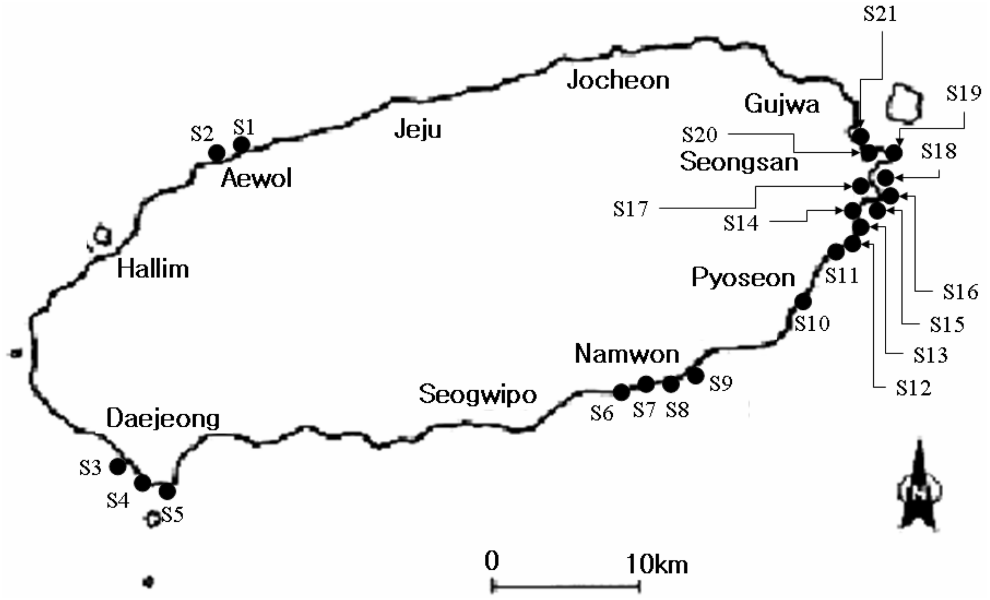

Fig. 1. Location of the sampling site (black circle) in Jeju-island, Korea.

MacConkey Sorbitol agar(Difco)에 접종하여 도말한 후 37 °C에서 24시간 배양한 후, Sorbitol를 분해하지 못한 White colony를 취하여 실험에 사용하였으며, 확인시험은 Eosin Methylene Blue agar(EMB agar; BBL, USA)를 사용하여 확인하였다. EMB agar에서 의심 되는 균주는 Gram staining, Triple sugar iron(TSI; Difco) test, Indol, Methyl red, Voges proskauer, citrate utilization(IMViC) test, Lysine decarboxylase test, Motility test를 실시하여 동정하였다. 최종 분리된 균은 API 20E kit(bioMerieux, France)를 사용하여 최종 확정시험을 실시하였다.

Salmonella spp. 분리

균의 증균 및 분리배양은 Lee *et al.*[10] 의 방법을 응용하여 각 단계별로 희석되어진 시료 1 mL를 selenite broth (Difco)에 접종하여 37°C에서 24시간 증균하여 증균 된 액을 *Salmonella* spp. 분리용 선택배지인 MacConkey agar(Difco)에 도말하여 37°C에서 24시간 배양하여 무색의 유당 비 분해균의 집락을 확인하였다. 선택배지에서 분리된 의심 균주는 Triple Sugar Iron Agar(Difco)를 사용하여 생물학적 성상 확인실험을 실시하였으며, API 20E kit(bioMerieux)로 동정하였다.

Vibrio parahaemolyticus 분리

*V. parahaemolyticus*는 Bacteriological Analytical Manual[11] 에 준하여 분리 동정 하였다. 생화학 실험을 위해 채취한 시료는 증균용 액체배지인 Alkaline pepton water에 30°C 에서 24시간 증균 배양하고 선택배지인 Thiosulfate, Citrate, Bile Salts, Sucrose(TCBS) agar(Difco)에 도말하여 청녹색 단일 집락을 확인한 후 확인시험은 선택배지 상에서 의심되는 집락을 선택하여 TSI agar(Difco)에 옮겨 배양한 후 확인 시험을 실시하였고, API 20NE(bioMerieux)을 사용하여 동정하였다.

Staphylococcus aureus 분리

S. aureus 균주의 분리를 위해 채취된 시료 중 1 mL를 취하여 10% NaCl이 첨가된 Tryptic Soy Broth(Difco) 배지 9 mL에 접종 후 37°C에서 24시간 증균 배양한다. 증균 된 균액을 Mannitol Salt Agar(BD) 배지에 획선 배양하여 37°C에서 24시간 배양한 후 mannitol 분해능이 있는 황색불투명 집락과 주변에 혼탁한 백색환이 있는 집락에 대해 *S. aureus*로 확인 시험을 실시하였다. 그리고 확인 시험으로 분리 배양된 평판 배지상의 집락을 Gram 염색을 실시하여 포도상의 배역을 갖는 그람 양성 구균을 확인하였다. 또한 선택배지에서 분리된 의심균주는 coagulase 시험을 실시한 후 API Staph(bioMerieux)으로 동정하였다.

Bacillus cereus 분리

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

결과 및 고찰

사육용수 모니터링

Table 1, 2, 3은 2006년 3월부터 8월까지 총 21개소 양식장 사육 용수를 대상으로 하여 미생물을 검사한 결과이다.

샘플링 장소 중 S1과 S2는 지하 해수를 사육용수로 사

Table 1. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the fish farm waters in March 2006. (CFU/mL)

Site	Sea water	Heterotrophic bacteria	*V. parahaemolyticus*	*Salmonella* spp.	*B. cereus*	*S. aureus*	*E. coli* O517:H7	Total coliform
S1	I*	2.2×10^{1}	0.6×10^{1}	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	1.12×10^{2}	0.9×10^{1}	ND	ND	ND	ND	0.2×10^{1}
S2	I*	2.2×10^{1}	0.6×10^{1}	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	1.12×10^{2}	0.9×10^{1}	ND	ND	ND	ND	0.2×10^{1}
S3	I*	7.7×10^{1}	ND	ND	0.1×10^{1}	6.0×10^{1}	ND	0.1×10^{1}
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	9.3×10^{2}	0.6×10^{1}	0.1×10^{1}	ND	1.3×10^{1}	0.2×10^{1}	0.5×10^{1}
S4	I*	5.0×10^{1}	1.1×10^{1}	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	1.0×10^{2}	0.6×10^{1}	ND	ND	ND	ND	ND
S5	I*	6.0×10^{1}	0.3×10^{1}	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	3.0×10^{1}	0.5×10^{1}	ND	ND	ND	ND	1.0×10^{1}

Table 1. Continued (CFU/mL)

Site	Sea water	Heterotrophic bacteria	*V. parahaemolyticus*	*Salmonella* spp.	*B. cereus*	*S. aureus*	*E. coli* O517:H7	Total coliform
S6	I*	2.0×10^{2}	1.1×10^{1}	ND	ND	0.6×10^{1}	ND	ND
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	1.06×10^{2}	2.1×10^{1}	ND	ND	ND	ND	ND
S7	I*	N	N	N	N	N	N	N
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	2.2×10^{3}	0.9×10^{2}	ND	ND	ND	ND	0.1×10^{1}
S8	I*	7.2×10^{1}	ND	ND	0.2×10^{1}	0.2×10^{1}	ND	0.1×10^{1}
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	1.6×10^{2}	ND	ND	0.2×10^{1}	1.5×10^{1}	ND	ND
S9	I*	2.0×10^{2}	1.0×10^{1}	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	1.6×10^{2}	2.0×10^{1}	ND	ND	ND	ND	ND
S10	I*	2.2×10^{1}	1.0×10^{1}	ND	0.2×10^{1}	2.0×10^{1}	ND	ND
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	1.15×10^{2}	0.6×10^{1}	ND	ND	2.0×10^{2}	ND	0.1×10^{1}
S11	I*	9.0×10^{1}	ND	ND	2.0×10^{1}	0.2×10^{1}	ND	ND
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	2.7×10^{2}	2.3×10^{1}	ND	3.0×10^{1}	2.0×10^{1}	ND	1.0×10^{2}
S12	I*	4.4×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	2.31×10^{3}	1.3×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND
S13	I*	2.0×10^{2}	ND	ND	1.0×10^{1}	2.0×10^{1}	ND	2.0×10^{1}
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	2.5×10^{2}	1.0×10^{1}	ND	0.1×10^{1}	1.0×10^{1}	ND	ND
S14	I*	6.4×10^{1}	0.9×10^{1}	ND	ND	0.8×10^{1}	ND	ND
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	3.7×10^{2}	1.0×10^{1}	ND	ND	0.4×10^{1}	ND	ND
S15	I*	N	N	N	N	N	N	N
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	N	N	N	N	N	N	N
S16	I*	4.1×10^{1}	ND	ND	ND	ND	ND	2.0×10^{1}
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	1.82×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	1.8×10^{1}
S17	I*	6.0×10^{1}	ND	ND	ND	$5{,}8\times10^{1}$	ND	1.0×10^{1}
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	1.6×10^{2}	1.0×10^{1}	ND	ND	5.0×10^{1}	ND	1.0×10^{1}
S18	I*	1.1×10^{2}	1.2×10^{1}	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	3.0×10^{2}	1.0×10^{1}	ND	ND	ND	ND	1.0×10^{1}
S19	I*	4.8×10^{1}	0.1×10^{1}	ND	ND	$2{,}8\times10^{1}$	ND	ND
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	7.8×10^{1}	1.0×10^{1}	ND	ND	2.0×10^{1}	ND	ND
S20	I*	6.0×10^{1}	1.0×10^{1}	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	3.0×10^{1}	1.4×10^{1}	ND	ND	ND	ND	1.0×10^{1}
S21	I*	8.1×10^{1}	1.3×10^{1}	ND	ND	0.3×10^{1}	ND	ND
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	1.5×10^{2}	1.0×10^{1}	ND	ND	6.9×10^{1}	ND	0.2×10^{1}

*I; In sea water, **B; Breeding sea water, ***O; out sea water, N; No sampling, ND; Not detect.

Table 2. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the fish farm waters in July 2006. (CFU/mL)

Site	Sea water	Heterotrophic bacteria	*V. parahaemolyticus*	*Salmonella* spp.	*B. cereus*	*S. aureus*	*E. coli* O517:H7	Total coliform
S1	I*	2.5×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	3.2×10^{2}	ND	ND	ND	1.0×10^{1}	ND	0.1×10^{1}
	O***	1.7×10^{3}	ND	ND	ND	1.1×10^{1}	ND	ND
S2	I*	2.5×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	3.2×10^{2}	ND	ND	ND	1.0×10^{1}	ND	0.1×10^{1}
	O***	1.7×10^{3}	ND	ND	ND	1.1×10^{1}	ND	ND
S3	I*	3.4×10^{2}	ND	ND	ND	1.0×10^{1}	ND	ND
	B**	6.7×10^{2}	ND	ND	ND	3.0×10^{1}	ND	ND
	O***	3.3×10^{3}	ND	ND	ND	6.8×10^{1}	ND	1.0×10^{1}
S4	I*	N	N	N	N	N	N	N
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	N	N	N	N	N	N	N
S5	I*	2.0×10^{2}	1.0×10^{1}	ND	ND	1.0×10^{1}	ND	ND
	B**	2.2×10^{2}	0.8×10^{1}	ND	ND	1.0×10^{1}	ND	ND
	O***	5×10^{2}	0.6×10^{1}	ND	ND	9.0×10^{1}	ND	ND
S6	I*	N	N	N	N	N	N	N
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	N	N	N	N	N	N	N
S7	I*	2.1×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	1.9×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	O***	1.2×10^{4}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S8	I*	4.0×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	2.8×10^{1}	ND	ND	ND	1.0×10^{1}	ND	ND
	O***	2.3×10^{1}	1.0×10^{1}	ND	ND	ND	ND	ND
S9	I*	3.4×10^{2}	ND	ND	ND	2.2×10^{1}	ND	ND
	B**	3.0×10^{2}	ND	ND	ND	3.0×10^{1}	ND	ND
	O***	3.8×10^{2}	ND	ND	ND	5.0×10^{1}	ND	ND
S10	I*	N	N	N	N	N	N	N
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	N	N	N	N	N	N	N
S11	I*	5.0×10^{2}	ND	ND	ND	1.1×10^{1}	ND	1.0×10^{1}
	B**	6.7×10^{3}	ND	ND	ND	2.8×10^{1}	ND	ND
	O***	5.0×10^{3}	ND	ND	ND	2.5×10^{1}	ND	ND
S12	I*	1.0×10^{2}	ND	ND	ND	1.0×10^{1}	ND	ND
	B**	1.1×10^{2}	ND	ND	ND	3.0×10^{1}	ND	ND
	O***	1.4×10^{3}	ND	ND	ND	3.8×10^{1}	ND	1.0×10^{1}
S13	I*	9.0×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	4.0×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	5.0×10^{1}
	O***	5.0×10^{4}	ND	ND	ND	ND	ND	3.0×10^{1}
S14	I*	2.0×10^{2}	ND	ND	ND	7.0×10^{1}	ND	ND
	B**	5.0×10^{2}	ND	ND	ND	3.2×10^{1}	ND	2.0×10^{1}
	O***	6.0×10^{3}	2.0×10^{1}	ND	ND	3.0×10^{1}	ND	ND
S15	I*	N	N	N	N	N	N	N
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	N	N	N	N	N	N	N
S16	I*	3.1×10^{2}	ND	ND	ND	1.0×10^{1}	ND	1.0×10^{1}
	B**	1.2×10^{3}	ND	ND	ND	3.0×10^{1}	ND	ND
	O***	2.0×10^{3}	ND	ND	ND	1.0×10^{2}	ND	ND

Table 2. Continued. (CFU/mL)

Site	Sea water	Heterotrophic bacteria	*V. parahaemolyticus*	*Salmonella* spp.	*B. cereus*	*S. aureus*	*E. coli* O517:H7	Total coliform
S17	I*	N	N	N	N	N	N	N
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	N	N	N	N	N	N	N
S18	I*	3.0×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	1.0×10^{1}
	B**	3.7×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	2.0×10^{1}
	O***	4.5×10^{4}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S19	I*	4.8×10^{1}	0.1×10^{1}	ND	ND	$2,8\times10^{1}$	ND	ND
	B**	N	N	N	N	N	N	N
	O***	7.8×10^{1}	1.0×10^{1}	ND	ND	2.0×10^{1}	ND	ND
S20	I*	2.0×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	2.7×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	O***	4.0×10^{4}	ND	ND	3.0×10^{1}	0.4×10^{1}	ND	ND
S21	I*	6.0×10^{2}	ND	0.1×10^{1}	ND	ND	ND	ND
	B**	5.0×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	O***	6.0×10^{3}	ND	ND	ND	1.2×10^{1}	ND	ND

*I; In sea water, **B; Breeding sea water, ***O; out sea water, N; No sampling, ND; Not detect.

Table 3. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the fish farm waters in August 2006. (CFU/mL)

Site	Sea water	Heterotrophic bacteria	*V. parahaemolyticus*	*Salmonella* spp.	*B. cereus*	*S. aureus*	*E. coli* O517:H7	Total coliform
S1	I*	2.5×10^{3}	ND	ND	ND	1.0×10^{1}	ND	ND
	B**	3.0×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	O***	2.1×10^{4}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S2	I*	2.5×10^{3}	ND	ND	ND	1.0×10^{1}	ND	ND
	B**	3.0×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	O***	2.1×10^{4}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S3	I*	1.5×10^{4}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	3.2×10^{4}	ND	ND	ND	1.0×10^{2}	ND	ND
	O***	5.1×10^{4}	ND	ND	ND	ND	ND	1.0×10^{1}
S4	I*	8.1×10^{3}	ND	1.0×10^{1}	ND	1.0×10^{1}	ND	ND
	B**	9.1×10^{3}	ND	ND	1.0×10^{1}	ND	ND	ND
	O***	7.3×10^{3}	ND	ND	2.0×10^{1}	ND	ND	ND
S5	I*	5.1×10^{4}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	2.5×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	O***	1.2×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S6	I*	2.8×10^{4}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	3.7×10^{4}	ND	ND	ND	ND	ND	1.0×10^{1}
	O***	4.1×10^{4}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S7	I*	7.3×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	6.3×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	O***	5.2×10^{3}	ND	ND	ND	4.6×10^{1}	ND	1.0×10^{1}
S8	I*	7.2×10^{4}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	9.3×10^{4}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	O***	8.0×10^{4}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S9	I*	4.2×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	2.6×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	O***	3.0×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Table 3. Continued. (CFU/mL)

Site	Sea water	Heterotrophic bacteria	*V. parahaemolyticus*	*Salmonella* spp.	*B. cereus*	*S. aureus*	*E. coli* O517:H7	Total coliform
S10	I*	4.2×10^4	ND	ND	2.0×10^2	ND	ND	ND
	B**	5.1×10^4	ND	ND	1.0×10^2	ND	ND	ND
	O***	5.6×10^4	ND	ND	1.2×10^2	ND	ND	ND
S11	I*	5.2×10^4	ND	ND	7.0×10^1	ND	ND	ND
	B**	5.3×10^4	ND	2.0×10^1	8.0×10^1	ND	ND	ND
	O***	6.1×10^4	ND	2.0×10^1	1.1×10^1	ND	ND	ND
S12	I*	4.0×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	2.3×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	O***	1.7×10^3	ND	ND	ND	3.6×10^1	ND	ND
S13	I*	7.2×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	9.5×10^3	ND	5.0×10^1	2.2×10^1	ND	ND	ND
	O***	8.2×10^3	ND	1.0×10^1	1.0×10^1	ND	ND	ND
S14	I*	2.4×10^3	ND	ND	ND	1.0×10^2	ND	ND
	B**	8.0×10^3	ND	ND	1.0×10^2	1.0×10^2	ND	ND
	O***	1.2×10^4	ND	ND	1.0×10^2	ND	ND	ND
S15	I*	2.7×10^4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	1.2×10^4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	O***	1.5×10^4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S16	I*	9.3×10^2	ND	ND	ND	1.0×10^1	ND	1.5×10^1
	B**	8.5×10^3	ND	ND	ND	3.0×10^1	ND	5.2×10^1
	O***	2.5×10^3	ND	ND	8.3×10^1	1.0×10^2	ND	ND
S17	I*	5.0×10^2	ND	ND	ND	3.0×10^1	ND	ND
	B**	7.1×10^2	ND	ND	1.0×10^2	ND	ND	ND
	O***	9.2×10^2	1.0×10^1	ND	ND	ND	ND	ND
S18	I*	3.1×10^4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	1.2×10^4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	O***	2.0×10^4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S19	I*	3.0×10^4	ND	ND	ND	1.0×10^1	ND	ND
	B**	2.8×10^4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	O***	2.3×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S20	I*	2.5×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	B**	5.2×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	O***	4.3×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S21	I*	4.4×10^4	ND	ND	2.1×10^2	ND	ND	ND
	B**	5.3×10^4	ND	ND	1.2×10^2	ND	ND	ND
	O***	6.0×10^4	ND	ND	1.1×10^1	ND	ND	1.0×10^1

*I; In sea water, **B; Breeding sea water, ***O; out sea water, N; No sampling, ND; Not detect.

용하는데 하나의 용수 배관을 사용하고 있다. 사육 용수의 미생물을 검사한 결과 3월에 조사한 유입수와 배출수에서 장염 비브리오균인 *V. parahaemolyticus*가 각각 0.6×10^1 CFU/mL, 0.9×10^1 CFU/mL, 배출수에서 총대장균군이 0.2×10^1 CFU/mL가 검출이 되었으며, 7월과 8월에 조사한 결과에서도 사육수에서 검출이 되었다. 7월과 8월에 검사한 사육수와 배출수에서 *S. aureus*가 검출이 되었는데 이는 아마도 양식장 주변에 있는 먼지, 작업자의 작업도구 등에서 유입되었거나 7월과 8월에 많은 강우량으로 지하해수에 담수가 유입된 결과라고 사료된다.

S3는 3월 채수한 사육용수의 유입수와 배출수에서 전반적으로 병원성 미생물검출 빈도가 아주 높았으나 7월과 8월에 들어서는 *S. aureus*를 제외하고는 검출이 되지 않아 3월 샘플일 당시에 있었던 배수로 공사로 인한 주변 환경 오염으로 인하여 검출이 된 것 같다. S4에서도 3월에 장염 비브리오균이 검출이 되었다. 그리고 *Salmonella* spp. *B. cereus, S. aureus*가 8월 시료에서 검출이 된 이유는 8월에 많은 강우량에 따른 지하해수의 담수 유입과 양식장

이 농로와 인접하여 있어서 사람들의 이동이 잦아 그로 인해 먼지가 유입이 되어 검출이 된 것으로 사료된다.

S5에서는 3월과 7월 조사한 유입수, 사육수, 배출수에서 장염 비브리오균인 *V. parahaemolyticus*가 0.3×10^{1}~1.0×10^{1} CFU/mL이 검출이 되었고 3월 배출수에서 총 대장균군이 1.0×10^{1} CFU/ml 검출이 되었으나 7월과 8월에 조사한 결과에서는 나타나지 않았다. 양어 사료 검사 데이터(Table 4)를 보면 7월에 검사한 사료에서 *S. aureus*와 *B. cereus*가 검출이 되었고 같은 시기에 사육용수에서도 *S. aureus*가 검출이 된 것으로 보아 양식 어류에 급이 하는 과정에서 MP사료가 사육용수에서 풀림 현상이 일어나 2차적으로 사육용수에까지 영향을 미친 것으로 볼 수가 있겠다.

S6에서는 3월에 유입수에서 *V. parahaemolyticus, S. aureus*가 검출이 되었으며 또한 8월에 사육수에서는 대장

Table 4. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the fish farm feed in July 2006. (CFU/mL)

Site	Sea water	Heterotrophic bacteria	*V. parahaemolyticus*	*Salmonella* spp.	*B. cereus*	*S. aureus*	*E. coli* O517:H7	Total coliform
S1	MP	1.1×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S2	MP	1.1×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S3	MP	8.2×10^{3}	ND	ND	ND	3.4×10^{1}	ND	ND
	EP	4.0×10^{3}	ND	ND	ND	1.5×10^{1}	ND	ND
S4	MP	5.0×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	2.0×10^{1}
S5	MP	8.0×10^{2}	ND	ND	7×10^{1}	4.0×10^{1}	ND	0.1×10^{1}
	EP	3.0×10^{2}	ND	ND	ND	3.0×10^{1}	ND	ND
S6	MP	3.0×10^{3}	ND	ND	ND	1.0×10^{2}	ND	1.0×10^{1}
	EP	4.1×10^{2}	ND	ND	ND	2.8×10^{2}	ND	ND
S7	MP	7.0×10^{2}	ND	ND	ND	2.0×10^{1}	ND	3.0×10^{1}
	EP	1.5×10^{2}	ND	ND	ND	1.0×10^{1}	ND	ND
S8	MP	8.1×10^{3}	ND	ND	ND	6.0×10^{1}	ND	ND
	EP	4.1×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S9	MP	5.0×10^{2}	ND	ND	ND	4.4×10^{1}	ND	ND
	EP	1.2×10^{2}	ND	ND	ND	1.4×10^{1}	ND	ND
S10	MP	3.3×10^{3}	ND	ND	ND	1.1×10^{1}	ND	ND
S11	MP	9.1×10^{3}	ND	ND	ND	3.3×10^{2}	ND	2.0×10^{1}
	EP	7.0×10^{2}	ND	ND	ND	6.0×10^{1}	ND	ND
S12	MP	2.2×10^{2}	ND	ND	ND	2.1×10^{1}	ND	ND
	EP	1.0×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S13	MP	2.0×10^{2}	1.0×10^{1}	ND	1.0×10^{1}	2.0×10^{1}	ND	2.0×10^{1}
	EP	2.5×10^{2}	ND	ND	1.0×10^{1}	1.0×10^{1}	ND	ND
S14	MP	4.1×10^{2}	ND	ND	ND	1.0×10^{1}	ND	ND
S15	MP	5.4×10^{3}	ND	ND	ND	6.0×10^{1}	ND	1.0×10^{1}
	EP	4.2×10^{3}	ND	ND	ND	0.5×10^{1}	ND	ND
S16	MP	4.1×10^{2}	ND	ND	ND	8.5×10^{1}	ND	2.0×10^{1}
	EP	9.0×10^{1}	ND	ND	ND	4.2×10^{1}	ND	ND
S17	MP	3.0×10^{3}	ND	ND	ND	1.0×10^{2}	ND	ND
	EP	4.1×10^{2}	ND	ND	ND	2.8×10^{2}	ND	ND
S18	MP	7.0×10^{2}	ND	ND	ND	2.0×10^{1}	ND	ND
	EP	1.5×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S19	MP	8.1×10^{3}	ND	ND	ND	6.0×10^{1}	ND	ND
	EP	4.1×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S20	MP	5.0×10^{2}	ND	ND	ND	4.4×10^{1}	ND	ND
	EP	1.2×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S21	MP	7.0×10^{2}	ND	ND	ND	2.0×10^{1}	ND	ND
	EP	1.5×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND

MP; Moist pellet, EP; Extruded pellet, ND; Not detect

균군이 검출이 되었는데 좀더 양식장 환경을 깨끗이 하거나 작업자들의 위생에 좀더 주의를 기울여야 할 것으로 보인다.

S7은 3월의 경우 배출수에서만 샘플을 채취하여 검사를 수행하여 *V. parahaemolyticus*가 검출이 되었으나 7월과 8월 조사에서는 검출이 되지 않았다. 그러나 8월 조사 결과 *S. aureus,* 대장균군이 검출이 되었는데 S7은 다른 양식장에 비하여 시설이 열악하여 8월에 내린 집중 호우로 인하여 overflow 현상이 일어난 적이 있었다. 물론 제주도 양식장이 유수식 양식장이어서 물이 순환속도와 횟수를 많이 하여 오염물질을 배출 시킬 수가 있지만 완전히 제거 할 수는 없다. 그로 인한 결과로 *S. aureus,* 대장균군이 검출 된 것 같다.

S8의 사육 용수는 3월 시료를 제외하고는 대체적으로

Table 5. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the fish farm feed in August 2006. (CFU/ml)

Site	Sea water	Heterotrophic bacteria	*V. parahaemolyticus*	*Salmonella* spp.	*B. cereus*	*S. aureus*	*E. coli* O517:H7	Total coliform
S1	MP	1.1×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S2	MP	1.1×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S3	MP	8.2×10^{3}	ND	ND	ND	3.4×10^{1}	ND	ND
	EP	4.0×10^{3}	ND	ND	ND	1.5×10^{1}	ND	ND
S4	MP	5.0×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S5	MP	6.0×10^{2}	ND	ND	7×10^{1}	3.0×10^{1}	ND	0.1×10^{1}
	EP	3.0×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S6	MP	3.0×10^{3}	ND	ND	ND	1.0×10^{2}	ND	1.0×10^{1}
	EP	4.1×10^{2}	ND	ND	ND	0.8×10^{2}	ND	ND
S7	MP	7.0×10^{2}	ND	ND	ND	2.0×10^{1}	ND	1.0×10^{1}
	EP	1.5×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S8	MP	8.1×10^{3}	ND	ND	ND	6.0×10^{1}	ND	ND
	EP	4.1×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S9	MP	5.0×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	EP	1.2×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S10	MP	3.3×10^{3}	ND	ND	ND	1.1×10^{1}	ND	ND
S11	MP	7.1×10^{3}	ND	ND	ND	3.3×10^{2}	ND	1.0×10^{1}
	EP	7.0×10^{2}	ND	ND	ND	6.0×10^{1}	ND	ND
S12	MP	2.2×10^{2}	ND	ND	ND	2.1×10^{1}	ND	ND
	EP	1.0×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S13	MP	2.0×10^{2}	ND	ND	1.0×10^{1}	2.0×10^{1}	ND	1.0×10^{1}
	EP	2.5×10^{2}	ND	ND	ND	1.0×10^{1}	ND	ND
S14	MP	4.1×10^{2}	ND	ND	ND	1.0×10^{1}	ND	ND
S15	MP	5.4×10^{3}	ND	ND	ND	6.0×10^{1}	ND	1.0×10^{1}
	EP	4.2×10^{3}	ND	ND	ND	0.5×10^{1}	ND	ND
S16	MP	4.1×10^{2}	ND	ND	ND	4.5×10^{1}	ND	1.0×10^{1}
	EP	5.0×10^{1}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S17	MP	3.0×10^{3}	ND	ND	ND	1.0×10^{2}	ND	ND
	EP	4.1×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S18	MP	7.0×10^{2}	ND	ND	ND	2.0×10^{1}	ND	ND
	EP	1.5×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S19	MP	6.1×10^{3}	ND	ND	ND	5.0×10^{1}	ND	ND
	EP	4.1×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S20	MP	5.0×10^{2}	ND	ND	ND	3.4×10^{1}	ND	ND
	EP	1.2×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S21	MP	6.0×10^{2}	ND	ND	ND	1.0×10^{1}	ND	ND
	EP	1.5×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND

MP; Moist pellect, EP; Extruded pellet, ND; Not detect.

깨끗한 편이다. S9 양식장 같은 경우도 S7 양식장처럼 overflow 현상이 있었다.

S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21의 사육용수를 검사한 결과에서 *S. aureus, B. cereus* 그리고 대장균군이 검출이 되었다. *S. aureus*와 대장균군, *B. cereus* 같은 경우는 먼지나 작업도구, 사람, 하수 등에서 오염이 이루어지므로 양식장주변이나 작업자들에 위생에 주의를 기울여야 할 것이다.

S3의 경우 3월 배출수, S4는 8월 유입수, S11과 S13 그리고 S21에서 7월과 8월에 검사한 사육용수에서 *Salmonella* spp.가 검출이 되었는데 이는 주로 포유류 및 조류, 토양, 물, 가금류 등에서 오염이 이루어진다. 일부 양식장에서 개를 키우거나 개방하여 나두는 경우가 많은데 아마도 이로 인한 오염일 수도 있으니 주의를 기울여야 할 것으로 보인다. 또한 S7, S9, S11, S12, S17~S21 양식장 주변에는 민박 및 팬션 등과 같은 숙박시설 및 식당들의 밀집해 있었다. 물론 고의적인 오염이 아니더라도 이러한 시설들에서 배출되는 오염물질에 의하여 주변 연안 해수가 오염되어 양식장 양어 용수에 일부 영향을 미쳤을 수도 있다고 사료된다.

양어 사료 모니터링

양어 사료로 쓰이고 있는 EP, MP 사료를 샘플수거용 위생백인 Polypropylene bag을 이용하여 채집하여 실험실로 운반하여 미생물을 검사하였다. 아래에 나타낸 데이터는 2006년 7월과 8월에 총 21개소 양식장의 양어 사료를 대상으로 하여 미생물을 검사한 결과이다(Table 4, 5). 검사결과 MP뿐만 아니라 다수의 EP 사료에서도 *S. aureus*가 검출되었다.

제주도내 대부분의 양식장에서는 잡어(고등어, 까나리, 정어리 등)를 이용하여 만든 생 사료에 배합 분말 사료, 생균제, 효소제, 미타민, 미네랄등을 혼합해서 어종, 어체에 알맞은 입자 크기의 pellet을 제조하고, 직접적으로 습식 상태로 급이 하는 MP형태의 사료를 많이 사용하고 있다. 정확한 성분에 대해서는 양식장에서 언급하기를 꺼려 조사가 이루어지지 않았다. 그러나 조사한 MP 사료에는 기본적으로 전술한 성분을 함유하고 있었다.

EP 사료는 4개사에서 제조 판매되는 사료를 사용하고 있었으며 사료 포장지에 표기된 넙치용 EP 사료의 각 영양소별 함량은 Table 6에 나타내었다. S1, S2, S4, S14 양식장에서는 EP 사료를 급이 하고 있지 않으므로 Table 6에는 표기하지 않았다. 국내 사료 관리법[12] 규정에 따른 양어사료의 공정규격은 어종별 사료 명칭 및 사용 범위를 어종별, 성장단계별 등으로 제조업자가 정하는 것으로 되어 있어 각 영양소 함량에 대한 규격은 어종별로 되어 있지 않고 각각 영양소에 대한 최소값(%) 만이 명시되어 있다. 단 인(P)의 경우는 해수용은 2.7% 이하로 한다고 성분함량의 규제량이 법적으로 명시되어 있다.

제주도에 분포하고 있는 양식장이 일부를 제외하고는 영세한 규모이기 때문에 대부분이 양식장에서는 전문적인 숙련자가 사료를 제조하지 않거나 사료 제조하는 장소가 독립되어 있지 않아 주변 오염원으로부터 노출이 되어 있을 수 있다. 더불어 제조한 MP 사료뿐만 아니라 EP 사료를 보관하는 장소가 사료만을 보관하는 장소가 아닌 생 사료 재료, 폐사어, 양어용 약재 등과 같이 보관하는 실정이다.

그러므로 MP사료를 제조하는 과정이나 보관하는 과정에서 부주의로 인하여 오염이 이루어 졌거나 MP사료 만들 때 사용되는 재료가 일차적으로 오염이 된 상태 즉 자가 오염으로 인하여 검출이 된 것으로 사료된다. EP 사료 또한 급이 후 남은 사료를 보관하는 과정에서 오염원에 노출된 것으로 사료되어진다.

양식 넙치 모니터링

아래에 나타낸 데이터는 2006년 7월과 8월에 총 21개소 양식장 양식 넙치를 대상으로 하여 미생물을 검사한 결과이다(Table 7, 8). 그 결과 대장균군수, *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *V. parahaemolyticus* 같은 경우는 모든 양식장의 넙치에서 검출이 되지 않았다. *S. aureus, B. cereus* 같은 경우도 일부 양식장 넙치에서만 검출이 되었다.

양식 넙치는 주로 활어 상태로 먹기 때문에 이러한 미생물은 절대로 검출이 되지 않아야 한다. *S. aureus, B. cereus* 같은 경우는 주로 흙이나 먼지 또는 작업도구등과 같이 사람들의 많이 사용하는 물체로부터 주로 전파가 되는데 검사 시료인 양식 넙치를 샘플링 한 시기가 7월, 8

Table 6. Nutrient composition(%) of commercial EP diets for olive flounder, *Paralichthys olivaceus* by marked on packing sheet.

	Nutrient						Fish farm
	Crude protein	Crude lipid	Crude fiber	Crude ash	Ca	P	
A Co.	53 ↑	3.0 ↑	3.5 ↓	19.0 ↓	2.5 ↑	2.7 ↓	S3, 5
B Co.	50 ↑	10.0 ↑	5.0 ↑	15.0 ↑	0.9 ↑	1.0 ↑	S6, 7, 8, 9, 11, 12, 20, 21
C Co.	52 ↑	8.0 ↑	3.0 ↓	17.0 ↓	1.2 ↑	2.7 ↓	S13, 15, 16, 17
D Co.	50 ↑	8.0 ↑	4.0 ↓	17.0 ↓	1.5 ↑	1.0 ↓	S18, 19

[1]; The foreign company
°Ë; above addition, ; below addition

Table 7. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the *Paralichyhus olivaceus* in July 2006. (CFU/ml)

Site	region	Heterotrophic bacteria	*V. parahaemolyticus*	*Salmonella* spp.	*B. cereus*	*S. aureus*	*E. coli* O517:H7	Total coliform
S1	Kidney	1.2×10^{3}	ND	ND	1.0×10^{2}	1.0×10^{2}	ND	ND
S2	Liver	1.1×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S3	Kidney	7.1×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	5.2×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S4	Kidney	1.3×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	0.3×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S5	Kidney	8.0×10^{2}	ND	ND	ND	1.5×10^{1}	ND	ND
	Liver	6.0×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S6	Kidney	1.4×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	7.5×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S7	Kidney	2.6×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	1.4×10^{3}	ND	ND	1.0×10^{2}	ND	ND	ND
S8	Kidney	3.0×10^{5}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	8.0×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S9	Kidney	1.2×10^{3}	ND	ND	1.0×10^{2}	1.0×10^{2}	ND	ND
	Liver	1.1×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S10	Kidney	2.2×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	1.1×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S11	Kidney	8.0×10^{2}	ND	ND	2.0×10^{2}	ND	ND	ND
	Liver	3.7×10^{2}	ND	ND	1.0×10^{2}	ND	ND	ND
S12	Kidney	3.0×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	7.0×10^{2}	ND	ND	1.0×10^{2}	ND	ND	ND
S13	Kidney	1.2×10^{3}	ND	ND	1.0×10^{2}	1.0×10^{2}	ND	ND
	Liver	1.1×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S14	Kidney	1.1×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	1.0×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S15	Kidney	1.6×10^{3}	ND	ND	ND	2.7×10^{2}	ND	ND
	Liver	1.7×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S16	Kidney	2.0×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	1.0×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S17	Kidney	6.1×10^{3}	ND	ND	ND	0.1×10^{2}	ND	ND
	Liver	5.2×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S18	Kidney	5.2×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	0.6×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S19	Kidney	2.0×10^{5}	ND	ND	ND	2.0×10^{1}	ND	ND
	Liver	2.6×10^{2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S20	Kidney	3.0×10^{3}	ND	ND	0.6×10^{2}	ND	ND	ND
	Liver	0.5×10^{3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S21	Kidney	1.1×10^{3}	ND	ND	2.0×10^{2}	ND	ND	ND
	Liver	5.0×10^{2}	ND	ND	1.0×10^{2}	2.0×10^{2}	ND	ND

ND; Not detect

월이었으며, 전년에 비하여 비가 많이 온 시기였다.

특히 양식넙치를 샘플링 한 S7, S9, S11, S12, S20, S21은 타 양식장에 비하여 시설 규모가 열악하며, 주변 도로 및 수송로 포장상태가 좋지 않았다. 또한 양식장 주변에 민박 및 팬션 등과 같은 숙박시설들이 밀집해 있었다. 특히 S7과 S9 양식장 같은 경우는 집중적인 비로 인하여 overflow 현상이 있었던 곳이다. 이로 인하여 오염원이 양식넙치 체내에 유입이 되어 *B. cereus* 감염이 이루어 진 것으로 사료되어 진다.

S1, S5, S9, S13, S15, S17, S19, S21 양식장 넙치에서

Table 8. Cell number of heterotrophic and pathogenic bacteria isolated in the *Paralichyhus olivaceus* in August 2006. (CFU/ml)

Site	region	Heterotrophic bacteria	*V. parahaemolyticus*	*Salmonella* spp.	*B. cereus*	*S. aureus*	*E. coli* O517:H7	Total coliform
S1	Kidney	1.2×10^3	ND	ND	ND	1.0×10^2	ND	ND
S2	Liver	1.1×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S3	Kidney	5.1×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	2.2×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S4	Kidney	1.3×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	0.3×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S5	Kidney	4.0×10^2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	2.0×10^2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S6	Kidney	1.4×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	7.5×10^2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S7	Kidney	2.6×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	1.4×10^3	ND	ND	1.0×10^2	ND	ND	ND
S8	Kidney	3.0×10^5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	2.0×10^2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S9	Kidney	1.2×10^3	ND	ND	1.0×10^2	1.0×10^2	ND	ND
	Liver	1.1×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S10	Kidney	2.2×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	1.1×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S11	Kidney	8.0×10^2	ND	ND	2.0×10^2	ND	ND	ND
	Liver	3.7×10^2	ND	ND	1.0×10^2	ND	ND	ND
S12	Kidney	3.0×10^2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	3.0×10^2	ND	ND	1.0×10^2	ND	ND	ND
S13	Kidney	1.2×10^3	ND	ND	ND	1.0×10^2	ND	ND
	Liver	1.1×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S14	Kidney	1.1×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	1.0×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S15	Kidney	1.6×10^3	ND	ND	ND	2.7×10^2	ND	ND
	Liver	1.7×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S16	Kidney	2.0×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	1.0×10^2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S17	Kidney	5.1×10^3	ND	ND	ND	0.1×10^2	ND	ND
	Liver	3.2×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S18	Kidney	2.2×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Liver	0.6×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S19	Kidney	2.0×10^5	ND	ND	ND	2.0×10^1	ND	ND
	Liver	2.6×10^2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S20	Kidney	2.0×10^3	ND	ND	$0.6\times10ss^2$	ND	ND	ND
	Liver	0.5×10^3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S21	Kidney	1.1×10^3	ND	ND	2.0×10^2	ND	ND	ND
	Liver	1.0×10^2	ND	ND	ND	2.0×10^2	ND	ND

ND; Not detect

는 *S. aureus*가 검출이 되었는데 이를 오염된 양어 MP사료에 의한 영향이라 단정 지을 수는 없으나 그렇다고 배제 할 수도 없을 것으로 사료된다. 그 이유는 양어 사료 모니터링 결과를 보았을 때 어느 정도 상관성이 보이기 때문이다.

요 약

본 연구는 2006년 3월부터 8월까지 제주도에서 성업 중인 육상 수조식 양식장 21개소를 대상으로 하여 미생물학적 위해요소를 양어 용수, 양어 사료, 양식 넙치에서 조사

하였다.

식품 병원성 미생물 중 일반세균과 총 대장균군, 그리고 *Salmonella* spp., *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Vibrio parahaemolyticus*를 조사하였다. 이번 연구를 진행하는 동안 특이할만한 점은 여름에 들어서면서 집중적이면서도 빈번하게 비가 내렸다. 양어용수를 검사한 결과 *S. aureus, B. cereus* and *Salmonella* spp.는 각각 0-3.3×10^2 CFU/mL, 0-2.2×10^2 CFU/mL and 0-5.1×10^1 CFU/mL 검출이 되었다. 또한 사료 내 미생물을 조사하여 본 결과 조사한 MP사료 85%에서 *S. aureus, B. cereus* and total coliforms이 검출이 되었다. 반면 양식 넙치를 조사한 결과 *Escherichia coli* O157:H7, total coliforms은 검출이 되지 않았다.

추후 이와 관련하여 좀더 체계적인 연구 시스템을 양식현장에 적용한다면 근래 들어 문제가 되고 있는 식품위생상 수산물이 야기하는 문제점들이 해결이 되어 안전한 식품으로서의 가치를 인정받을 수 있을 것 같다.

감사의 글

본 연구는 “2005 양식장 HACCP 구축지원사업”에 의해 지원되었습니다.

참고문헌

1. 법률 제6109호 : 제조물 책임법 (2002).
2. Ryu, K.: Outbreaks of domestic and foreign food poisoning. *Ind. Health*. **197**, 44-48 (2004).
3. Ham, H.J., Jin, Y.H and Jung, Y.T.: 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 (2002).
4. Lee, H.K., Yoon, Y.H, Lee, S.S and Ha, K.H.: Biochemical characteristic of Vibrio isolated from cultured shellfish, *Ruditapes philippinarum*, and some species of wild shellfish. *J. Kor. Soc. Microbiol*, **33**, 567-574 (1998).
5. Lee. T.S., Lee, H.J, Oh, E.K, Son, K.T and Park, M.S.: Bacterial flora in oyster shellstock and larva in Koje and Tongyoung area. *Bull. Natl Fish. Res. Dev. Inst*, **55**, 169-176 (1999).
6. Wi, C.H., Kim, H.O, Song, K.C, Choi, J.I, Kim, J.O, Rho, U and Kim, S.J.: Bacteriological survey of shellfish growing waters on Kamak bay. *Bull. Natl. Fish. Res. Dev. Agency*, **50**, 179-186. (1995).
7. Yoo, H.D., Oh, E.G, Lee, D.S and Wi, C.H.: Sanitary survey of shellfish growing area in jeollanamdo. Tech. Rep. South Sea Fish. Inst., Korea, 393-407 (2001).
8. Son, K.T., Oh, E.G, Lee, T.S, Lee, H.J, Kim, P.H and Kim, J.H.: Survey of sanitary indicative bacteria and pathogenic bacteria in fish farms on the Southern coast of Korea. *J. Kor. Fish. Soc*. **38**, 339-364 (2005).
9. 식품공업협회 : 식품공전. 식품별 기준 및 규격 (1996).
10. Lee, J.M., Park, J.Y., Lee, R.H., Lee, M.S., Yoon, S.Y., Chung, D.H., Lee, J.M. and Oh, S.S.: Microbiological evaluation for HACCP guideline of Korean traditional cookies. *J. Fd Hyg. Safety*. **20**, 36-42 (2005).
11. Elliot, E.L., Kaysner, C.A. and Tamplin, M.L.: *Vibrio cholerae, V. parahaemolyticus, V. vulnificus and other Vibrio* spp. In: Food and Drug Administration, Bacteriological Analytical Manual, 7th ed., AOAC International, Arlington, pp. 111-140 (1992).
12. 법률 제 7428호 : 사료관리법 (2005).