수산식품과 세균

Seafood and Bacteria

최은숙 · 김남희 · 이순호[1] · 이민석

Eun Sook Choi · Nam Hee Kim · Soon-Ho Lee[1] and Min Suk Rhee*

고려대학교 생명과학대학 식품공학부, [1]식품의약품안전평가원 미생물과

Division of Food Bioscience and Technology, College of Life Sciences and Biotechnology, Korea

[1]Food Microbiology Division, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Korea

Ⅰ. 서론

수산식품은 최근 구제역, 조류인플루엔자 등 빈번한 가축 질병 발생에 따른 축산식품의 대체식품으로, 웰빙시대의 저칼로리 식단이자 필수 지방산 섭취를 위한 건강식으로 각광받고 있다(손, 2011; Mozaffarian 등, 2006). 우리나라는 국민 1인당 연간 소비량(53.1 kg)이 세계 평균(18.6 kg)의 3배에 달하는 주요 수산식품 소비국으로 최근 10년간 수산식품 수입시장 성장률 세계 3위(8.7%)를 기록하였다(농림수산식품부, 2012; 수산정보포털 2012; 통계청, 2012; FAO, 2012). 전 세계적인 수산식품 국제교역량 증가 추세와 더불어 원료, 생산, 저장, 유통과정에서 위해 발생가능성이 증가함에 따라 수산식품 안전에 관한 소비자들의 기대 및 인식수준이 높아지고 있다(Bhat 등, 2010; Charkaborty와 Newton, 2011).

식품을 매개로 한 각종 질병이 다양화되고 있는 가운데, 수산식품은 국내 · 외 식품매개질환의 주요 원인식품으로 평가되고 있다(식품의약품안전청, 2006; CSPI, 2012a, b; MHLW, 2011). 수산식품은 다양한 미생물종이 서식하는 해수환경에서 생산되기 때문에 자연적으로 높은 균총을 내포하고 있으며, 생산 · 유통 중 다습한 환경이 장시간 유지되어 미생물 생장 및 대사가 활발히 유지될 수 있다(Fonnesbech 등, 2005; Gram, 1992; Gram과 Dalgaard, 2002). 또한 수산물은 농 · 축산물에 비해 사후변화 및 선도 저하가 빨라 단시간 내 쉽게 변패할 수 있기 때문에 유통 전반에 걸친 복합적 미생물 관리가 필요하다. 특히 국내 소비가 많은 수산가공식품이나 횟감용 어패류의 경우 구매 후 별도의 가열 · 조리과정을 거치지 않고 섭취되기 때문에 가공 · 유통단계의 위생관리가 매우 중요하다.

수산식품의 생산 환경이나 가공, 유통과정에서 쉽게 오염될 수 있는 병원성세균은 수산식품 매개 감염성 식중독의 주요 원인체로(Iwamoto 등, 2010) 이를 제어 · 관리할 수 있는 효율적 전략 수립이 필요하다. 따라서 본고에서는 수산식품의 정의 및 분류, 수산식품 매개 주요 병원성세균, 수산식품의 세균오염 실태, 국내 · 외 수산식품의 세균관리 현황에 대한 고찰을 토대로 현 체계의 한계점을 분석하고 개선방안

*Corresponding Author: Prof. Min Suk Rhee
Division of Food Bioscience and Technology, College of Life Sciences and Biotechnology, Korea University, 5-1 Anam-dong, Sungbuk-gu, Seoul, 136-713, South Korea
Tel: 82-3290-3058, Fax: 82-2-3290-4984, E-mail: rheems@korea.ac.kr

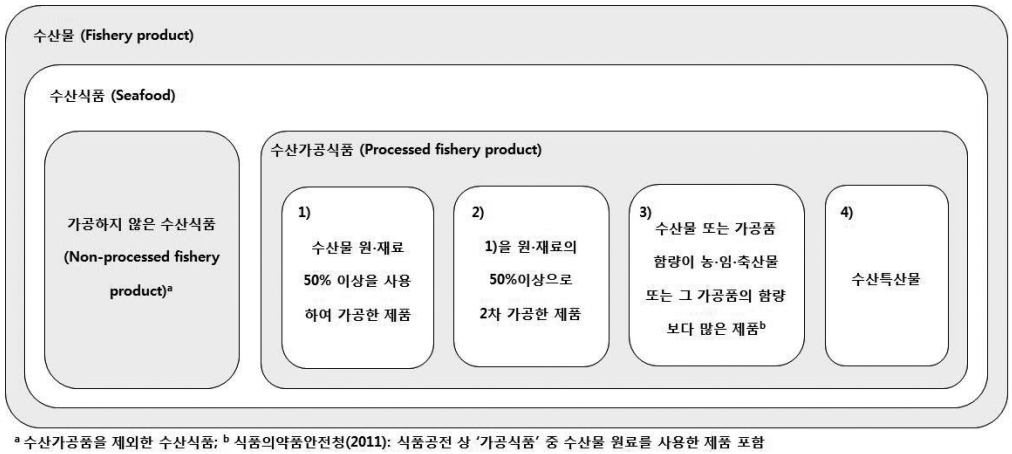

그림 1. 수산식품의 분류

을 모색하고자 한다.

Ⅱ. 수산식품의 정의 및 분류

국내 수산식품관리에 관한 법령은 농수산물품질관리법과 식품위생법이 있으며, 각 법령에서는 수산식품을 따로 구분하지 않고 수산물, 식품, 가공식품에 대해 정의하고 있다. 농수산물품질관리법에 따르면 수산물은 어업활동으로 생산되는 모든 산물로, 식품은 사람이 직접 먹거나 마실 수 있는 농수산물 또는 농수산물을 원료로 하는 모든 음식물이라 정의하고 있다(농수산물품질관리법, 2012). 수산물을 원료로 가공한 수산가공품은 1) 수산물 원료 또는 재료를 50% 이상 사용하여 가공한 제품, 2) 1)에 해당하는 제품을 원료 또는 재료의 50% 이상으로 2차 가공한 제품, 3) 수산물 또는 그 가공품의 함량이 농산물(임산물 및 축산물 포함) 또는 그 가공품의 함량보다 많은 제품으로 분류되고 있다. 또한 수산가공품 중 특정한 지역에서 생산하거나 특징적으로 생산한 수산물을 원료로 제조·가공한 식품은 4) 수산특산물로 따로 구분하고 있다(농수산물품질관리법, 2012).

한편 식품위생법령의 식품공전에서는 농·임·축·수산물을 원료로 한 가공식품을 복합적으로 정의하고 있다(식품위생법, 2012; 식품의약품안전청, 2011a). 식품공전 상 가공식품의 정의는 식품원료에 식품 또는 식품첨가물을 가하거나, 그 원형을 알아볼 수 없을 정도로 변형(분쇄, 절단 등) 시키거나 이와 같은 산물을 서로 혼합 또는 이 혼합물에 식품 또는 식품첨가물을 사용하여 제조·가공·포장한 식품이며, 단 식품첨가물이나 다른 원료를 사용하지 않고 원료의 원형을 알아볼 수 있는 정도로 단순 처리(절단, 박피, 염장, 숙성, 가열 등)한 것은 제외한다(식품의약품안전청, 2011a).

이와 같이 농수산물품질관리법과 식품위생법을 종합해보면 수산식품은 어업활동으로 생산되는 산물이나 이를 원료로 가공한 제품 가운데 먹거나 마실 수 있는 대상이 되는 것으로 정의할 수 있다. 또한 가공처리의 유무와 그 정도에 따라 가공하지 않은 수산식품과 수산가공식품으로 구분할 수 있으며 국내 법령상 정의를 토대로 수산물, 수산식품의 범주와 수산식품의 종류를 분류해보면 다음 그림 1과 같다.

Ⅲ. 수산식품 매개 주요 병원성세균

수산식품 매개 식중독의 주요 위해요인은 크게 생물학적 요인(병원성세균, 바이러스, 기생충 등)과 화학적 요인(항생제, 중금속 등 기타 잔류성 화학물질, 복어독, 패류독 등 자연독)으로 분류할 수 있다. 미국, 일본 등의 보고에 따르면 수

산식품 매개 식중독의 대부분은 화학적 요인에 기인한다(CDC, 2011; MHLW, 2011). 실제로 미국 수산식품 매개 식중독의 60% 이상이 독어가 분비하는 시가독(ciguatoxin)이나 부패 생선에서 발생하는 스콤브로이드독(scombroid toxin), 패류독소(shellfish poison) 등 자연독에 의한 것이었으며, 생물학적 요인에 의한 식중독은 전체의 10-40% 수준이었다(CDC 2009; 2010; 2011). 그러나 생물학적 위해요인에 의한 식중독 사례 중에서는 세균성 식중독이 76.1%로 높은 비중을 차지하였으며, 주로 수산식품을 날 것이나 덜 익은 채로 섭취한 경우 발생하였다(Iwamoto 등, 2010).

원인식품별 세균성 식중독 발병률은 어류(연어, 참치 등)(45.5%)에서 가장 높았으며, 그 다음으로 패류(35.0%), 갑각류(19.6%) 순이었다. 그러나 발병 환자 수의 경우 패류 섭취로 인한 환자가 전체의 50.3%로 가장 높아 집단 발병률은 패류에서 더 높은 것으로 나타났고(Iwamoto 등, 2010) 주로 해안지역에서 발생하였으며 기온이 높은 여름에 더욱 빈번하였다.

수산식품 관련 병원성세균은 오염경로에 따라 1) 어류에 자연적으로 존재하는 세균, 2) 분변을 통해 오염되는 장내세균, 3) 식품가공 및 소비단계에서 오염되는 기타 식중독세균으로 분류할 수 있으며, 각 오염경로별 균종은 다음 표 1과 같다(Lyhs, 2009).

국내·외 수산식품 매개 세균성 식중독의 주요 원인체는 *V. parahaemolyticus*이다(식중독통계시스템, 2012; Altekruse 등, 2000; CSPI, 2012a, b; FAO, 1998; MHLW, 2011). 그 외 *C. botulinum*과 *Salmonella* spp.에 기인한 식중독이 다수 보고되었으며, *C. botulinum* 식중독에 의한 사망자 수가 가장 많았다(전체 11명 중 9명, 81.8%)(CSPI, 2012a, b; Iwamoto 등, 2010). 또한 최근 미국에서는 *V. parahaemolyticus* 이외 *Vibrio* spp.*(V. vulnificus, V. alginolyticus)*에 의한 식중독 발병 보고가 증가하고 있으며, *V. vulnificus*의 경우 치사율이 30%에 달해 각별한 주의가 요구된다(Newton 등, 2012).

Ⅳ. 수산식품의 세균오염 실태

대부분의 수중생물은 서식환경에서 오염된 해수에 노출되며 어패류의 경우 해수를 흡입하면서 호흡하기 때문에 세균오염에 취약하다(Gram과 Dalgaard, 2002). 또한 수산식품의 생산·유통과정에서 발생할 수 있는 교차오염과 부적절한 온도 관리는 세균오염 및 증식의 주요 원인이 될 수 있다(Ravn 등, 2003).

실제로 국내·외 다양한 수산식품에서 각종 세균의 오염이 보고되고 있으며, 대상 품목의 종류 및 형태, 가공 여부에 따라 그 오염수준이 상이하였다. 수산식품의 총세균수 평균은 2.0-5.6 log CFU/g 수준으로, 김의 오염도가 가장 높

표 1. 수산식품 중 병원성세균 오염경로 및 대표적 균종류

오염경로	균종 예시
1) 어류에 자연적으로 존재	● 병원성 *Aeromonas hydrophila* ● 병원성 *Vibrio* spp. (*V. cholerae, V. parahaemolyticus, V. vulnificus*) ● *Clostridium botulinum* 등
2) 분변 오염	● 병원성 *Escherichia coli* ● *Salmonella* spp. ● *Shigella* spp. ● *Yersinia enterocolitica* 등
3) 식품가공 및 소비단계 오염	● *Bacillus cereus* ● *Campylobacter jejuni* ● *Listeria monocytogenes* ● *Staphylococcus aureus* 등 기타 식중독세균

표 2. 국내·외 유통 수산식품 중 병원성세균 오염률(%)

대분류	중분류	품목	검출률(%)				참고문헌
			V. parahaemolyticus	*C. botulinum*	*B. cereus*	기타 식중독세균	
가공하지 않은 수산식품		지역어종[a]	*Vibrio* spp. 70.0	NT	NT		Adebayo-Tayo 등(2011)
	냉장 생선	고등어, 넙치 등	NT[b]	19.4			Lalitha와 Surendran(2002)
		농어, 도미 등	10.0			NT	Popovic 등(2010)
	냉동 생선	농어, 도미 등	ND[c]				
	냉장 갑각류	가재	*Vibrio* spp. 36.7				Adebayo-Tayo 등(2011)
		새우	16.6			*Y. enterocolitica* 16.6 *L. monocytogenes* 10.0	Hassan과 Ali(2011)
			21.1			*E. coli* 10.5 *L. monocytogenes* 4.8	Wang 등(2011)
	냉동 갑각류	새우	23.3			*Y. enterocolitica* 33.3 *L. monocytogenes* 16.6	Hassan과 Ali(2011)
	냉장 패류	고둥	*Vibrio* spp. 16.7				Adebayo-Tayo 등(2011)
		가리비, 꼬막 등	13.3			NT	Popovic 등(2010)
	냉동 패류	가리비, 꼬막 등	16.7		NT		
	횟감용 수산물	생선회, 해삼, 멍게, 굴 등	30.5		9.9	*S. aureus* 3.8 *L. monocytogenes* 0.9 *C. jejuni* 0.5	김 등(2005)
수산물 가공품	냉장 어육	어육 필레	ND		NT	*Y. enterocolitica* 50.0	Hassan과 Ali(2011)
	냉동 어육	어육 필레	16.6			*Y. enterocolitica* 26.6	Hassan과 Ali(2011)
	건조 해조류	김	NT		12.0	*C. perfringens* 3.0	김 등(2006)
		다시마	ND		8.0	*C. perfringens* ND	
		미역	NT		18.5	*C. perfringens* 7.4	
	건포류	쥐포, 오징어 등			20.9	NT	함과 김(2006)
	조미 건어포류	쥐포, 오징어 등			20.5	*S. aureus* 18.0	박 등(2006)
	냉장 생선	초밥의 생선			10.1	*S. aureus* 16.5 *Salmonella* spp. 6.3	조 등(2009)
		절인 고등어, 넙치 등		9.7	NT	NT	Lalitha와 Surendran(2002)

[a]*Parachonna Africana, Chrysichthys nigrodiaitatus, Hippoptamytus pictus;* [b]Not Tested; [c]Not Detected

은 것으로 나타났다(평균 5.3 log CFU/g, 최대 8.0 log CFU/g)(김 등, 2006; 박 등, 2006; 조 등, 2009; Wang 등, 2011). 위생지표세균인 대장균군의 경우 평균 1.4-3.7 log CFU/g 수준이었으며, 복잡한 가공을 거치는 조미건어포류에서 가장 높았다(평균 3.7 log CFU/g, 최대 7.0 log CFU/g)(김 등, 2006; 박 등, 2006; 조 등, 2009).

수산식품의 식중독세균 검출률은 시료 채취 지역, 대상 품목, 균종에 따라 상이하였으며 뚜렷한 경향은 나타나지 않았다〈표 2〉. 특히 국내산 횟감용 수산물(생선회, 해삼, 멍게, 굴 등)의 *V. parahaemolyticus* 검출률이 30.5%로 가장 높았고(김 등, 2005), 건조 수산가공식품(김, 다시마, 미역, 조미건어포류 등)에서 *B. cereus*가 8.0-20.9% 검출되었다(김 등, 2006; 박 등, 2006; 함과 김, 2006). 또한 *S. aureus* 검출률의 경우 식품취급자의 수작업으로 가공되는 초밥의 생선(16.5%)이나 조미가공품(18.0%)에서 상대적으로 높았

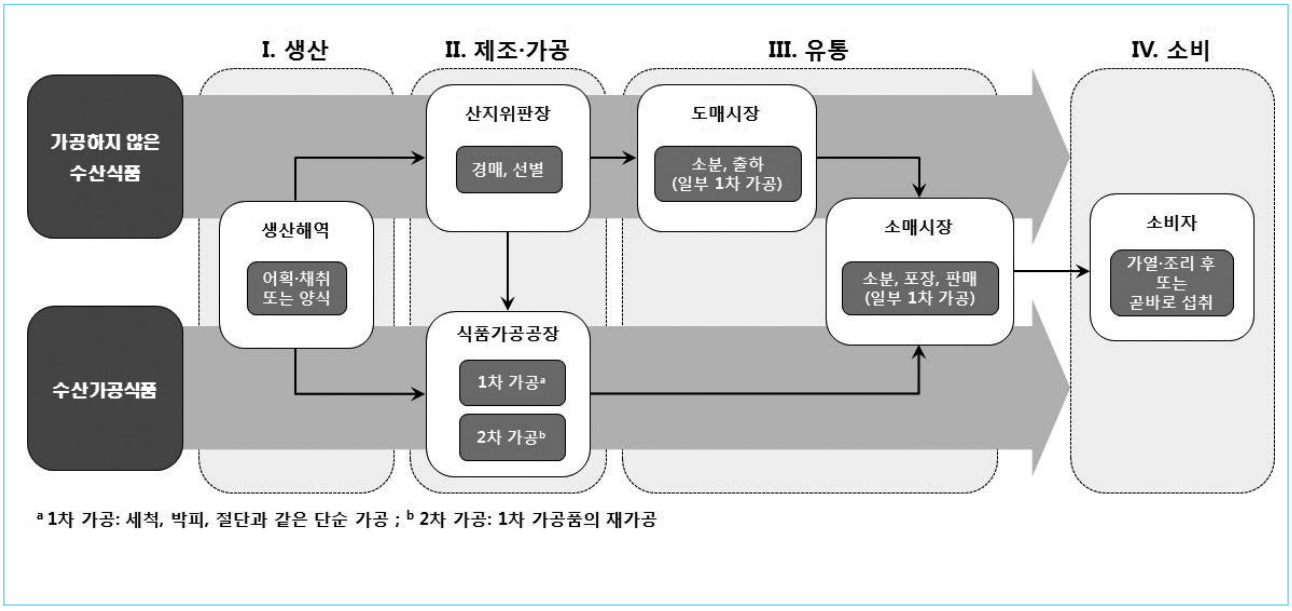

그림 2. 국내 수산식품 생산· 유통체계

다(박 등, 2006; 조 등, 2009). 수산식품 매개 식중독의 주요 원인체로 평가되고 있는 *C. botulinum*과 새롭게 주목받고 있는 *V. vulnificus*의 경우 오염 실태 분석 결과 및 주요 위해 식품군에 관한 정보가 매우 부족하여 향후 기초자료를 확보하기 위한 관련 연구 및 병인학적 분석이 필요할 것으로 생각된다.

Ⅴ. 국내 · 외 수산식품의 세균관리 현황

병원성세균에 의한 수산식품의 오염을 사전에 차단하고 식중독을 예방하기 위해서는 생산, 제조・가공, 유통, 소비 전단계의 안전성 확보 방안 마련이 필수적이다. 세계무역기구(WTO)에서는 수산식품의 무역에 대한 국가 간 검역과 위생조치를 규정하기 위하여 SPS(Sanitary and Phytosanitary Measures) 및 TBT(Technical Barriers to Trade) 협정을 추진하였으며, 국제식품규격위원회(Codex alimentarious)의 기준에 따라 수산식품의 위생관리 및 안전성 확보에 관한 국제 표준규격을 제정하였다(식품의약품안전청, 2011b; Asche와 Smith, 2009; FAO/WHO, 1994; WTO, 2001).

미국, EU, 일본 등 선진국에서는 수입 수산식품의 생산해역 및 제조・가공 시설에 대한 별도의 위생요건을 정하고 있으며, 특히 미국 수출용 패류와 EU 수출용 수산물은 위해요소중점관리기준(Hazard Analysis Critical Control Point)에 의해 관리되는 수산물가공공장에서 생산해야 한다(농림수산식품부, 2011a). 이에 정부에서는 수출용 수산식품의 제조・가공공장과 지정해역을 정해 관리하고 있으며, 지정해역의 수질기준은 바닷물 100 ml 당 분변계 대장균군 MPN 중앙치 또는 기하평균치 14 이하로 규정한다. 또한 지정해역에서 생산・채취하는 패류의 위생기준은 병원성세균 및 식중독세균 불검출이며, 기타 수입국과의 협정 및 위생관리기준에 따라 다른 위생요건을 추가적으로 정하여 관리하고 있다(농림수산식품부, 2011a).

국내 수산식품의 유통은 생산해역의 산지위판장으로부터 도・소매시장으로 이어지며 수산식품 분류에 따른 생산・유통체계는 다음 그림 2와 같다. 농수산물품질관리법 제 61조(농수산물품질관리법, 2012)에 따르면 어획, 채취, 양식 등 생산단계 수산물의 안전관리는 농림수산식품부가 주관하며, 소비자들이 소매시장에서 구매하는 가공 수산식품이나 수입산 수산식품의 안전관리는 식품의약품안전청이 담당한다.

표 3. 국내 법적 고시를 통해 제시된 수산식품 품목

구분	분류	품목 및 식품유형
농림수산식품부 고시 (제 2009-142호)	수산물	건제품*, 냉동수산물, 염장품, 해조류, 횟감용수산물(신선냉장품, 냉동품)*
	수산특산물	조미가공품*, 해조가공품(마른 다시마환, 마른 다시마 과립), 훈제품*
	수산전통식품	건제품(굴비, 마른 가닥미역), 게장류*, 고추장 굴비*, 부각류, 양념장어*, 재첩국*, 젓갈류(젓갈, 액젓, 식해), 조미김, 죽류*
식품공전 (2011. 10. 14. 고시)	수산물	냉동 어·패류*, 냉동식용어류머리*, 냉동식용어류내장*
	식품유형	건포류(조미 건어포류)*, 기타식품류(조미김), 어육가공품*, 젓갈류*, 절임식품*, 조림식품*

* 세균관리 기준· 규격이 명시된 품목

표 4. 국내 수산식품 품목별 세균관리 기준· 규격

(A) 농림수산식품부 고시 수산식품 품목별 세균관리 기준·규격(농림수산식품부, 2009)

세부분류	총세균수(CFU/g)	대장균군(CFU/g)	*E. coli*	식중독세균
건제품	꽁치, 과메기: 100,000 이하	꽁치, 과메기: 10 이하	-	-
횟감용수산물 1(신선냉장품)	100,000 이하	10 이하	-	*L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *S. aureus*, *V. parahaemolyticus*음성
횟감용수산물 2(냉동품)	100,000 이하	10 이하	-	
조미가공품	-	-	음성	-
훈제품	100,000 이하	10 이하	-	-
게장류	-	100 이하	음성	-
고추장굴비	-	100 이하	-	-
재첩국	멸균제품: 음성	-	비살균제품: 음성	-
양념장어	가열제품: 100,000 이하	-	가열제품: 음성	-
죽류	음성	-	-	-

(B) 식품공전 고시 수산식품 품목별 세균관리 기준·규격(식품의약품안전청, 2011a)

세부분류	총세균수(CFU/g)	대장균군(CFU/g)	*E. coli*	식중독세균
냉동어·패류	100,000 이하	10 이하	-	가공, 가열, 조리없이 바로 섭취하는 수산물: *L. monocytogenes, Salmonella* spp., *V. parahaemolyticus* 음성, *S. aureus* 100 이하/g
냉동식용어류머리	1,000,000 이하	-	음성	-
냉동식용어류내장	1,000,000 이하	-	음성	-
어육가공품	멸균제품: 음성	음성(비가열제품 제외)	-	-
젓갈류	액젓, 조미액젓: 음성	음성(액젓, 조미액젓 제외)	-	-
절임식품	멸균제품: 음성	살균, 멸균제품: 음성	-	-
조림식품	멸균제품: 음성	살균, 멸균제품: 음성	-	-
조미건어포류	-	-	음성	*S. aureus* 100 이하/g

1. 국내 수산식품의 세균관리 기준·규격

국내 수산식품의 세균관리 기준·규격은 수산물품질관리법의 수산물, 수산특산물 및 수산전통식품의 품질인증 관련 고시(농림수산식품부 고시 제 2009-142호)와 식품공전에서

제시하고 있으며, 각 고시별 품목은 다음 표 3과 같다. 별도로 표시한 품목 및 식품유형에 대해서는 세균관리 기준·규격이 제정되어 있다(농림수산식품부, 2009; 식품의약품안전청, 2011a).

각 고시의 품목별 세균관리 기준·규격은 표 4와 같다. 농림수산식품부 고시에 따르면 가공 중 가열·조리과정이 없거나 소비자들이 구입 후 바로 섭취하는 제품군(횟감용 수산물, 훈제품, 게장류, 고추장굴비, 멸균 재첩국, 가열 앙념장어, 죽류)을 중심으로 총세균수, 대장균군 정량기준이 설정되어 있으며, 조미가공품, 게장류, 비살균재첩국, 가열 양념장어에 대해서는 *E. coli* 음성 규격이 존재한다. 식중독세균의 경우 냉장·냉동 상태의 횟감용 수산물에 대하여 *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *S. aureus*, *V. parahaemolyticus* 음성으로 규정하고 있다(농림수산식품부, 2009). 그러나 해당 고시 내용은 생산자가 제품의 품질인증을 원하는 경우에만 관련 기준·규격을 준수하도록 하고 있다.

한편 식품공전 고시에는 수산물 중 냉동어패류와 어육가공품, 젓갈류, 절임식품, 조림식품에 대하여 총세균수, 대장균군 정량기준이 설정되어 있으며, 냉동식용어류머리·내

표 5. 미국, EU, 일본의 수산식품 관련 세균관리 기준· 규격

국가	품목 및 기준	참고문헌
미국	● 생선 - *C. botulinum*: 음성(포자 및 독소포함)- *Salmonella* spp.: 음성/25 g - *S. aureus*: 장독소 음성 또는 10,000 MPN/g 미만 ● 조개, 굴, 홍합, 가리비(신선· 냉동) - 총세균수 : 5개 중 1개 이상 1,500,000/g 또는 2개 이상 500,000/g 이상 초과 시 부적합 - *E. coli* 또는 분변계 대장균군: 5개 중 1개 이상 330/100 g 또는 2개 이상 230/100 g MPN 초과 시 부적합 ● 가공 조개, 홍합, 굴, 가리비(신선· 냉동)- *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*: 30/g MPN 미만 ● 즉석섭취 수산식품(소비자에 의한 최소한의 조리) - *L. monocytogenes, V. cholerae*: 음성/25 g- *V. parahaemolyticus*: 10,000/g 미만 ● 조리된 즉석섭취 수산식품(소비자에 의한 최소한의 조리) - *V. vulnificus*: 음성	FDA(2011)
EU	● 조리된 갑각류, 연체동물 - *Salmonella* spp.: 음성/25 g ● 조리된 껍질 벗긴 갑각류, 연체동물 - *E. coli*: n=5, c=2, m=1/g, M=10/g- Coagulase (+) *Staphylococci*: n=5, c=2, m=100/g, M=1,000/g ● 신선 이매패류, 극피동물(해삼, 성게 등), 멍게, 고동류 - *Salmonella* spp.: 음성/25 g - *E. coli*: n=1(10개 이상 혼합), c=0, m, M=230 MPN/100 g	EU(2007)
일본	● 생식용굴 - 총세균수: 50,000/g 이하 ● 어묵제품 - 대장균군: 음성 ● 게(자숙), 냉동식품, 문어(자숙· 냉동)- 총세균수: 100,000/g 이하 - 대장균군: 음성 ● 문어(자숙, 비가열섭취) - *V. parahaemolyticus*: 음성/g ● 횟감용 어패류 - *V. parahaemolyticus*: 100 MPN/g 미만	김과 양(2007)

n=검사시료 수; c=최대 허용 시료 수(m<시료 내 오염량≤M); m=허용기준치; M=최대 허용한계치

장, 조미건어포류에 대해 *E. coli* 음성 규격이 존재한다. 식중독세균에 대해서는 냉동어·패류 중 가공, 가열, 조리없이 곧바로 섭취하는 수산물에 대해서만 *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *V. parahaemolyticus* 음성 및 *S. aureus* g 당 100 이하로 규정하고 있다(식품의약품안전청, 2011a). 식품공전에 명시된 식품의 경우 식품위생법 제 95조에 의거하여 기준·규격 위반 시 5년 이하의 징역 또는 5천만 원 이하의 벌금에 처할 수 있도록 규정하고 있다(식품위생법, 2012).

2. 국외 수산식품의 세균관리 기준 · 규격

미국, EU, 일본의 수산식품에 대한 세균관리 기준·규격은 다음 표 5와 같다. 각국의 기준·규격의 특징은 미생물학적 고위해 품목인 이매패류, 갑각류를 중심으로 *E. coli* 및 식중독세균의 정량 한계기준을 제시한다는 점이다. 주요 수산물 수·출입국인 미국, 일본은 즉석섭취 수산식품에 대하여 *V. parahaemolyticus*에 관한 기준·규격을 제정하였으며, 특히 미국의 경우 *V. parahaemolyticus* 외 *V. vulnificus, V. cholerae*에 대한 기준을 제시하여 감시체계를 강화하였다(CDC, 2012). EU에서는 수산식품의 안전성 조사 시 통계적 유의성을 확보하고 기존 음성규격의 비효율성을 완화하고자 *E. coli*, coagulase (+) Staphylococci에 대하여 n, c, m, M법을 적용한 정량기준을 규정하였다(EU, 2007).

Ⅵ. 국내 수산식품의 세균관리 개선방안

1. 수산식품 매개 식중독에 관한 사전예방적 연구 · 관리체계 구축

국외 식중독 발병 통계를 통해 수산식품의 잠재적 위험성이 다수 보고되고 있는 반면, 국내 식중독 발병 통계는 상대적으로 제한적이기 때문에 국내 수산식품 매개 식중독의 정확한 원인 추적 및 전략적 대책 마련에 어려움이 있는 것으로 판단된다. 현재 국내 식중독 원인 추적조사 및 관련 식품, 원인체에 관한 병인학적 분석은 미흡한 실정으로 비교적 원인 규명률이 낮은 편이다. 이는 식중독 발생 시 추적조사를 수행함에 있어 식중독 유발에 관여할 수 있는 영향인자에 대한 다각적 분석이 부족하기 때문이다. 궁극적으로 수산식품 매개 식중독에 관한 사전예방적 연구·관리체계를 구축하기 위해서는 국내 수산식품의 병인학적 연구를 위한 집중적 지원이 요구되며 신속·정확한 식중독 원인규명을 위한 역학조사 체계 연구가 필요하다.

2. 취약한 수산식품 생산 · 유통 환경 위생관리 개선

내수용 수산식품은 수출용과 달리 지정해역관리제도가 적용되지 않아 생산단계 위생관리가 미흡한 실정이다(농림수산식품부, 2011a). 초기 유통단계 수산물은 산지위판장과 도매시장에서 비위생적으로 진열·판매되어 장시간 부적절한 온도 및 오염원에 노출되고 있다(주와 이, 2008). 또한 영세업체에서 가공, 판매되는 일부 수산가공식품(횟감용 수산물, 젓갈류, 조미 해조류, 건어포류 등)의 경우 구매 후 바로 섭취될 수 있음에도 제조환경 및 작업자 위생관리가 취약한 편이다(박 등, 2004; 하와 김, 2005). 따라서 내수용 수산식품의 생산해역과 초기 유통단계 위생관리를 위한 별도의 기준 설정이 요구되며, 업체규모와 특성을 고려한 단계별 위생관리 표준 가이드가 제시되어야 한다.

3. 일원화된 안전관리 기준 · 규격 제시를 통한 생산자, 소비자 혼란 최소화

농림수산식품부와 식품의약품안전청으로 이원화된 수산식품 안전관리 체계에서 각 관계법령이 제시하는 관리대상 품목 및 세균관리 기준·규격이 상이하다. 농림수산식품부 고시는 품질인증을 위한 선택사항인 반면 식품공전의 고시 내용은 법적 의무사항이라는 차이점이 있으며 유사 품목에 대해 상이한 기준을 적용하고 있어 생산자와 소비자의 혼란을 야기할 수 있다. 또한 가공하지 않은 수산식품(예: 활어, 해조류, 패류, 갑각류 등)의 생산·유통 안전관리에 대한 책임소재가 불분명하다. 따라서 가공하지 않은 수산식품을 포함한 광의적 수산식품의 정의 및 분류가 선행되어야 하며, 안전관리 사각지대를 최소화할 수 있는 제도적 개선방안을 모색해야 한다. 뿐만 아니라 수산식품의 생산·가공·유통 전반에 걸친 안전관리체계를 단일화하여 단계별 행정 책임

소재를 분명히 할 필요가 있다.

4. 과학적 · 체계적 근거자료 기반 합리적 세균관리 기준 · 규격 설정

국내 유통 수산식품의 안전성을 확보하기 위해서는 수산식품 소비 패턴 및 품목별 특성, 생산 · 유통과정 중 발생가능한 위해요소, 원인체별 병인학적 특성 등 다양한 요인을 종합적으로 고려한 국가적 차원의 위해분석이 선행되어야 한다. 그러나 현재까지 보고된 수산식품의 세균오염에 관한 연구에서는 대상 시료의 종류 및 수가 제한적이며 결과에 대한 과학적 · 체계적 분석이 부족하다. 또한 국제적으로 고위해 식품군으로 분류하여 관리되고 있는 이매패류, 갑각류를 원료로 한 수산식품의 경우 세부 품목에 관한 국내 세균관리 기준 · 규격 설정이 미흡한 실정이다. 정량기준이나 시료 25 g에 대한 음성 규격을 제시하고 있어 제외국에 비해 다소 엄격한 규격을 적용하고 있다. 따라서 규제효율 및 적절성을 고려한 합리적 세균관리 기준 · 규격 설정이 요구되며, 국내 연구가 미흡한 수산식품 매개 고위해 병원성세균(*C. botulinum*, *V. vulnificus* 등)에 대한 관리방안 모색이 필요하다.

5. 새롭게 출현하는 위해요소에 대한 검토

최근 지구온난화에 따른 해수온 상승은 병원성세균의 생장 및 독소 생성을 촉진할 수 있으며, 이는 식중독 발병률을 증가시킬 수 있다(이, 2009; Vezzuli 등, 2005). 특히 우리나라 해역의 연간 표층수온상승률은 0.93℃ 수준으로 전 지구 평균(0.5℃) 및 북태평양 평균(0.46℃) 대비 크게 높아 이에 대한 관리대책이 요구된다(한, 2009). 이처럼 급변하는 환경 속에 새롭게 발생할 수 있는 위해요소를 제어하기 위해서는 병원성세균 특성 변화에 대한 기초연구, 고감도 검출 및 효율적 제어 기술 개발 등 미래선도적 연구에 대한 국가적 차원의 지원이 필요하다. 과감한 투자와 지원을 통해 향후 선제적 수산식품 안전관리 인프라 구축을 위한 초석을 마련할 수 있으며, 나아가 국내 유통 수산식품의 안전성 확보 및 소비자 신뢰 향상을 통한 수산식품의 산업 발전을 이룰 수 있다.

Ⅶ. 감사의 글

본 연구는 식품의약품안전청의 2012년 용역연구사업의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다(12162식품안012).

참고 문헌

1. 김수환, 김종신, 최정필, 박종현: 비가공 농수산 식품소재의 미생물 오염분석, 한국식품과학회지, 38, 594-598 (2006)
2. 김순한, 신영민, 이명자, 신필기, 김미경, 조정숙, 이창희, 이영자, 채갑용: 해산물식품 중 식중독원인균의 오염패턴 및 저감화 방안, 한국생명과학회지, 15, 941-947 (2005)
3. 김진희, 양지영: 수산물의 위생관리, 한국식품위생안전성학회지, 9, 19-27 (2007)
4. 농림수산식품부: 갯벌어장 참굴 수출을 위한 지정해역 확대. 농림수산식품부 보도자료. 2011. 3. 4 제공. (2011b)
5. 농림수산식품부: 수산물 소비량(연간 1인당)과 자급률. Available at: http://www.index (2012)
6. 농림수산식품부: 수산물· 수산특산물 및 수산전통식품의 품질인증 대상품목과 품질인증에 관한 세부기준. 농림수산식품부고시 제 2009-142호 (2009)
7. 농림수산식품부: 수산물의 생산· 가공시설 및 해역의 위생관리기준. 농림수산식품부고시 제 2011-97호. 2011. 6. 15 일부개정. [시행 2011. 6. 15] (2011a)
8. 농수산물품질관리법: 법률 제 10885호. 2011. 07. 21 전부개정. [시행 2012. 7. 22] (2012)
9. 박신영, 최진원, 연지혜, 이민정, 하상도, 박기환, 문은숙, 고명희, 이지현, 조유선, 류경: 경인지역 초등학교 주변 어린이 기호식품의 미생물 오염도 및 보존료 검사, 한국식품영양과학회지, 35, 224-230 (2006)
10. 박완희, 이성학, 정덕화: 싱싱회류 생산업체의 HACCP 시스템 구축 전 후의 미생물학적 평가, 한국식품위생안전성학회지, 19, 74-83 (2004)
11. 손재학: 국민으로부터 신뢰받는 수산물 안전관리체계구축, 월간 KMI수산동향 3월호, 1-8 (2011)
12. 수산정보포털: 연도별 수출입 현황. Available at: http://www.fips.go.kr/ (2012)
13. 식중독통계시스템. Available at: http://www.kfda.go.kr/e-stat/index.do (2012)
14. 식품위생법: 법률 제 10787호, 2011. 6. 7 일부개정. [시행 2012. 6. 8] (2012)
15. 식품의약품안전청: KFDA CODEX 규격활용연구 사이트. Available at: http://www. foodnara.go.kr/codex/index.

do?nMenuCode=5 (2011b)
16. 식품의약품안전청: 식품공전. 2011. 10. 14 고시 (2011a)
17. 식품의약품안전청: 원인식품별 식중독 발생현황. Available at:http://www.kfda.go.kr /fm/index.do?nMenuCode=113&page=1&searchKey=title&searchValue=%BF%F8%C0%CE&page=1&mode=view&boardSeq=3170 (2006)
18. 이현우: 지구온난화, 수산식품 식중독 부른다. 한국농어민신문 제 2174호 (2009)
19. 조선경, 문보연, 박종현: 유통중인 생선초밥의 오염 미생물 분석, 한국식품과학회지, 41, 334-338 (2009)
20. 주문배, 이헌동: 수산물 저온유통시스템의 실태와 개선방안. 한국해양수산개발원 정책연구 2008-20(기본) (2008)
21. 통계청: 어업생산동향 총괄표. Available at: http://kostat.go.kr/portal/index/stati stics.action (2012)
22. 하상도, 김애정: 젓갈의 안전성 연구동향, 한국식품과학회지, 38, 46-64 (2005)
23. 한인성: 기후변화가 해양환경 및 수산자원의 변화에 미치는 영향. 기후변화건강포럼 6차 월례포럼. (2009)
24. 함희진, 김무상: 시판 건포류에서 B. cereus 관련 균주 분리와 항생제 감수성 = *Bacillus* spp. & *B. cereus* isolated in dried marine products, 한국식품위생안전성학회지, 21 159-163 (2006)
25. Abebayo-Tayo, B.C., Okonko, I.O., Esen, C.U., Odu, N.N., Onoh, C.C. and Igwiloh, N.J.P.: Incidence of potentially pathogenic *Vibrio* spp. in fresh seafood from Itu Creek in Uyo, Akwa Ibom State, Nigeria. World Appl. Sci. J., 15, 985-991 (2011)
26. Altekruse, S.F., Bishop, R.D. and Baldy, L.M.: *Vibrio* gastroenteritis in the US Gulf of Mexico region: the role of raw oysters. Epidemiol. Infect. 124, 489-95 (2000)
27. Asche, F. and Smith, M.D.: Trade and fisheries: key issues for the world trade organization. December 2009. Available at: http://www.wto.org/english/res_e /reser_e/ersd201003_e.pdf (2009)
28. Bhat. R., Rai. R.V. and Karim. A.A.: Mycotoxins in food and feed: present status and future concerns. Compr. Rev. Food Sci. F., 9, 57-81 (2010)
29. CDC: Cholera and Other *Vibrio* Illness Surveillance System (COVIS). Available at: http://www.cdc.gov/nationalsurveillance /cholera_vibrio_surveillance.html (2012)
30. CDC: Surveilance for food disease outbreaks- united states, 2006. Morb. Mortal. Wkly Rep., 58, 609-615 (2009)
31. CDC: Surveilance for food disease outbreaks- united states, 2007. Morb. Mortal. Wkly Rep., 59, 973-979 (2010)
32. CDC: Surveilance for food disease outbreaks- united states, 2008. Morb. Mortal. Wkly Rep., 60, 1197-1202 (2011)
33. Chakraborty. S. and Newton. A.C.: Climate change, plant diseases and food security: an overview. Plant Path., 60, 2-14 (2011)
34. CSPI: Outbreak alert! 1999-2008. Available at: http://www.cspinet.org/foodsafety /PDFs/Outbreak_Alert_1999-2008.pdf (2012a)
35. CSPI: Outbreak alert! database. Available at: http://www.cspinet.org/foodsafety /outbreak/pathogen.php (2012b)
36. EU: Commision regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. (2007)
37. FAO/WHO: Report of the twenty-first session of the codex committee on fish and fishery products. In Codex alimentarious commission. 21th session. CX 1994/16-FFP (1994)
38. FAO: Part I. World review of fisheries and aquaculture. In 'The State of World Fisheries and Aquaculture (2012)', Publishing Policy and Support Branch, Rome, pp. 1-148 (2012)
39. FAO: Seafood-borne diesease and illness. In: 'Seafood safety-Economics of Hazard Analysis and Critical Control Point programmes(FAO Fisheries Technical Paper)'. Publishing Policy and Support Branch, Rome, pp. 4-10 (1998)
40. FDA: FDA and EPA safety levels in regulations and guidance. In: Fish and fishery products hazards and controlsw guidance (4th edition), pp. 439-442 (2011)
41. Fonnesbech Vogel, B., Venkateswaran, K., Satomi, M. and Gram, L.: Identification of Shewanella baltica as the most important H2S-producing species during iced storage of Danish Marine Fish. Appl. Environ. Microbiol, 71, 6689-6687 (2005)
42. Gram, L. and Dalgaard, P.: Fish spoilage bacteria-Problems and solutions. Curr. Op. Biotechnol., 13, 262-266 (2002)
43. Gram, L.: Evaluation of the bacteriological quality of seafood. Int. J. Food Microbiol., 16, 25-39 (1992)
44. Hassan, F. and Ali, M.: Quality evaluation of some fresh and imported frozen seafood. Adv. J. Food Sci. Technol., 3, 83-88 (2011)
45. Iwamoto, M., Ayers, T., Mahon B.E. and Swerdlow D.L.: Epidemiology of Seafood- Associated Infections in the United States. Clin. Microbial. Rev, 23, 399-411 (2010)
46. Lalitha, K.V. and Surendran, P.K.: Occurrence of *Clostridium botulinum* in fresh and cured fish in retail trade in Cochin(India). Int. J. Food microbiol., 72, 169-174 (2002)
47. Lyhs, U.: Chapter 15. Fishery products quality, safety and authenticity. In Microbiological methods. (Rehbein, H. and Oehlenschaläger), pp. 318-348 (2009)
48. MHLW: Food poisoning statistics 2009. Available at: http://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety /poisoning/index.html (2011)
49. Mozaffarian, D. and Rimm, E.B.: Fish intake, contaminants, and human health. JAMA, 296, 1885-1899 (2006)
50. Newton, A. Kendall, M., Vugia, D.J., Henao, O.L. and Mahon, B.E.: Increasing rates of vibriosis in the United States, 1996–2010: review of surveillance data from 2 systems. Clin. Inf. Dis., 54, S391-395 (2012)
51. Popovic, N.T., Skukan, A.B., Dzidara, P., Coz-Rakovac, R., Strunjak-Perovic, I., Kozacinski, L., Jadan, M. and Brlek-Gorski, D.: Microbiological quality of marketed fresh and

frozen seafood caught off the Adriatic coast of Croatia. Ver. Medic., 55, 233-241 (2010)
52. Ravn, D.B., Ng, Y., Hjelm, M., Christiansen, J. N., Johansen, C. and Gram, L.: The microbial ecology of processing equipment in different fish industries-analysis of the microflora during processing and following cleaning and disinfection. Int. J. Food Microbiol., 87, 239-250 (2003)
53. Vezzulli, L., Brettar, I. and Pezzati, E.: Long-term effects of ocean warming on the prokaryotic community: evidence from the vibrios. ISME. J., 6, 21-30 (2011)
54. Wang, F., Jing, L., Yang, Q., Han, F., Chen, S., Shuaihua, P., Amanda, V. and Beilei, G.: Prevalence and Antimicrobial Susceptibility of Major Foodborne Pathogens in Imported Seafood. Journal of Food Protection., 74, 1451-1461 (2011)
55. WTO: The WTO Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures (SPS Agreement). Available at: http://www.wto.org/english/tratop_e/sps_e/spsagr_e .htm (2001)