인천 연안지역의 해양환경요인과 병원성 비브리오균의 분포와의 관련성

고 연 자 · *장 재 선*

인천광역시 보건환경연구원, *가천대학교 식품영양학과

Relationships of Pathogenic Vibrios and Environmental Factors Affecting their Occurrence in the Seawater of Incheon Coastal Area

Yeon-Ja Go and *Jae-Seon Jang*

Incheon Research Institute of Public Health and Environment, Incheon 400-036, Korea

*Dept. of Food & Nutrition, Gachon University, Seongnam 406-799, Korea

Abstract

The aim of this study was to investigate the effects of environmental factors such as temperature, salinity, turbidity and pH on the growth of pathogenic Vibrios. In this study, we was obtained the samples from 2 different sites of the Incheon coastal area between January 2012 and December 2012. The water temperature in August and September was the high. the Incheon port changes the width of a small, wherease in the case of Hanjin harbor of changes of larger width. Salinity and turbidity showed significant differences, whereas temperature and hydrogen ion concentration was not significant. Pathogenic vibrios was determined using the real-time PCR method. Pathogenic vibrios in the Incheon port and Hanjin harbor were detected in 11 samples (91.67%) and 9 samples (75.0%) of *Vibrio cholerae*, 7 samples (58.3%) and 6 samples (50.0%) of *V. vulnificus*, 10 samples (83.3%) and 12 samples (100.0%) of *V. parahaemolyticus*, respectively. Pathogenic Vibrio bacteria were the highest at 26.8°C of seawater in August. Quantitative results were the following: 102 cell/ml in *Vibrio cholerae*, 7.876 cell/ml in *V. vulnificus*, and 503.4 cell/ml in *V. parahaemolyticus*, respectively. The enumeration of pathogenic vibrios showed a positive correlation with temperature and pH, but was negatively correlated with salinity and turbidity.

Key words: *V. cholerae*, *V. vulnificus*, *V. parahaemolyticus*, physiochemical parameters, real-time PCR

서 론

최근 세계적인 기후변화로 해수의 수온이 상승하여 병원성 비브리오균에 대한 주의가 요구되고 있는데, 특히 연안지역의 해수 및 어패류 등에서 병원성 비브리오균이 자주 검출되고 있으며, 어패류 생식을 즐겨하는 우리나라의 경우 더욱이 문제가 되고 있다. 미국의 경우 매년 비브리오균 감염으로 인한 사망자가 100명이 발생된다고 보고되고 있어(Anna 등

2012), 수온이 급격히 상승하는 여름철에는 이러한 병원성 비브리오균에 의한 식중독 사고가 발생함으로 식품위생상 심각한 문제로 대두되고 있다(Chang & Kim 1997; Seong HK 1997; Yang 등 1999).

우리나라에서 주로 문제시되는 병원성 비브리오균은 장염 비브리오균(*V. parahaemolyticus*), 패혈증균(*V. vulnificus*), 콜레라균(*V. cholerae*) 3종으로 콜레라는 제1군 법정감염병, 비브리오패혈증은 제3군 법정감염병, 장염 비브리오균 감염증

* Corresponding author: Jae-Seon Jang, Dept. of Food & Nutrition, Gachon University, Seongnam 406-799, Korea. Tel: +82-32-820-4223, Fax: +82-32-820-4220, E-mail: jangjs@gachon.ac.kr

은 지정감염병으로 지정되어 국가적으로 관리하고 있다(감염병의 예방 및 관리에 관한 법률, 2010). 이들 병원성 비브리오균은 해수 등을 서식처로 널리 분포하고 있으며, 균에 오염된 어패류 또는 그 가공품을 섭취하거나 오염된 해수 및 갯벌 등에서 피부 상처를 통해 감염이 된다(Jennifer 등 2008).

비브리오균은 Vibrionaceae과 *Vibrio*속으로 77여종이 있으며, 이 중 12여종이 사람에서 병원체로 작용하며, 임상검체에서 분리되고 있는데, 특히 *Vibrio cholerae* O1, *V. cholerae* non-O1, *V. vulnificus* 및 *V. parahaemolyticus*가 중요시되고 있다(Barrow & Feltham 1993; Murray 등 1995).

콜레라의 원인 병원체인 *Vibrio cholerae*는 그람음성 간균으로 대부분의 환자 유형은 콜레라 독소를 생산하는 *V. cholerae* O1균과 *V. cholerae* O139균에 의해서 발생한다(Binh 등 2009). 이들은 오염된 식수나 음식물, 과일, 채소 특히 어패류를 생식하거나 덜 익은 것을 섭취하였을 때 감염되어 설사, 식욕부진과 복부 불편을 포함 경미한 위장염에서 심각한 위장염까지 일으킨다. 국내에서는 2002년 이후부터는 국내 환자 발생이 보고되지 않고 있으나, 인도, 중국 그리고 동남아시아 지역의 해외 여행객에 의한 유입 사례들은 지속적으로 보고되고 있다(KCDC, DHIMS).

*Vibrio vulnificus*는 해안 연안 어디에서나 자연 발생적으로 존재하며, 덜 익은 굴, 비가열 채소류, 물 등과 많은 연관이 되어 있으며, 또한 해안가에서 피부 상처를 통해 감염이 일어날 수 있다. 국내에서 *V. vulnificus*에 의한 감염은 매년 50~60여 명이 발생하고, 치사율은 50% 이상으로 사망자의 대부분은 간질환자나 알콜중독자와 같은 고위험군으로 알려져 있는데(KCDC), 일반적으로 상처감염증 또는 원발성 패혈증이 유발되며, 오한, 발열 등의 신체 전반에 걸친 증상과 설사, 복통, 하지 통증과 함께 다양한 피부 병적인 변화가 발생하여 심하면 사망에 이른다(Nicholas AD 2011).

*Vibrio parahaemolyticus*는 해수에서 서식하는 그람음성의 호염성 간균으로 일본 및 동남아시아와 더불어 국내에서 빈번한 식중독을 일으키는데(Su 등 2007), 주로 수온이 높은 여름철에 어패류나 갑각류 등의 해산물을 날것으로 혹은 부적절하게 조리하여 섭취하는 경우 발생하며(Morris 등 2003), 조리기구 및 해산물과 함께 섭취되는 채소류 등에서 교차오염되는 경우도 있다(Jung 등 2006; Jun & Shin 2008). 임상적 증상은 오염된 식품 섭취 후 4~96시간 안에 주로 복통, 설사, 구토와 38.9℃ 이상의 발열 증상이 나타난다(Sala 등 2009).

현재 비브리오균은 표준검출법인 배지배양법은 증균배양, 선택배양, 생화학적 동정을 포함하여 5~7일 가량의 긴 기간이 소요되어 실제 병원성 비브리오균을 검출하기 위해서는 추가적인 확인시험이 필요하다. 따라서 배지배양법의 이러한 단점을 보완할만한 빠르고 신속한 검출기법 중 목적으로 하

는 유전자를 증폭시켜 검출하는 PCR법이 현재 널리 사용되고 있는데, real-time PCR기법은 정성검출은 물론 정량검출까지 가능한 최신검출기법으로서 증균과정을 포함하여 24시간 내에 비브리오균의 검출이 가능하고, 일반 PCR과는 달리 전기영동 과정을 요하지 않아 노동력을 크게 절감시킬 수 있다(Yang 등 2003).

인천지역은 지리적 환경으로 인해, 또한 기후변화로 인한 해양환경 변화로 병원성 *Vibrio*속 세균 분포의 상시 감시체제 운영으로 효과적인 비브리오 감시 및 정보체제 구축이 요구된다. 이에 본 연구는 2012년 1월부터 12월까지 인천연안 2개 지역에서 매월 1회씩 해수를 채취하여 해양환경 요인인 수온, 염도, 탁도, pH를 측정하고, real time PCR을 통한 병원성 *Vibrio*속 균의 정성 및 정량 검사 수치와의 연관성을 분석하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 시료 채취

2012년 1월부터 12월까지 인천 연안지역인 인천항과 한진포구 2곳을 선정하여 매월 1회씩 총 24건의 해수를 내륙 영향 요인의 영향이 덜한 가장 인접한 위치에서 채취하였다. 검체 채취는 정성실험을 위해 수심 1 m 이내 표층 해수 500 ml를 취하였으며, 정량실험을 위해 표층 해수 3 l 이상 채취하여 실험하였다.

2. 수온, 염분, 탁도 및 pH의 측정

수온은 봉상 온도계를 사용하여 측정하였으며, 염분은 Salinometer(Beckman, Model RS-10)로 측정하여 Practical Salinity Unit (PSU)로 나타내었고, 탁도는 Turbidimeter(HACH, Model 2100-A)로 측정하여 Nephelometric Turbidity Unit(NTU)로, pH는 pH meter(Fisher Scientific, Model 815MP)로 측정하였다.

3. Real-time PCR을 이용한 병원성 비브리오균의 정성 및 정량분석

APW에서 증균배양이 끝난 샘플에서 1 ml를 채취하여 DNA를 추출하였으며, DNA 추출과정은 Seo 등(2010)의 연구에서 사용된 방법을 참조하였다. 각 샘플에서 채취한 1 ml의 배지액을 14,000 rpm으로 3분간 원심분리하여 상층액을 버리고, PrepMan Ultra reagent(Applied Biosystems, Foster City, CA) 200 μ l를 혼합한 후 남아있는 고형물(pellet)이 적절히 파쇄될 수 있도록 10초 이상 vortexing을 실시하였다. 뒤이어 100℃의 물에서 10분간 가열하여 준 후, 2분간 상온에서 식히고 14,000 rpm으로 3분간 다시 원심분리하였다. 원심분리가 끝난 샘플의 상층액을 새로운 튜브에 따로 담아 real-time PCR을 수행

할 샘플 DNA로 사용하였다.

Real-time PCR은 Chon 등(2010)의 연구에서 사용된 방법을 참조하였다. 종 단위(species-level)까지 검출이 가능하도록 모든 *Vibrio*균에 존재하는 toxin regulatory gene인 *toxR* 유전자(GenBank accession number AY527396)를 타겟으로 하여 primer와 probe를 제작하여 사용하였다. Primers/probe set의 서열은 Primer Express 3.0 software(Applied Biosystems)를 사용하여 제작하였다. Forward primer는 GAG CCA GCT TCT GAT AAC AAT GAC, reverse primer는 CTT CTG GTT CAA CGA TTG CG, Probe는 5'-6-FAM-TAC TAA TGA GGT AGA AAC GATMGBNFQ-3'를 사용하였다. 반응액의 조성은 TaqMan ζ universal PCR master mix(Applied Biosystems) 12.5 μ l, forward and reverse primer(900 nM) 각각 2.5 μ l, probe(250 nM) 2.5 μ l, 샘플 DNA 5 μ l로 총량을 25 μ l로 하였다. ABI PRISM 7500HT sequence detection system(Applied Biosystems)을 사용하여 50 $^{\circ}$ C에서 2분, 95 $^{\circ}$ C에서 10분간 반응시킨 후 95 $^{\circ}$ C에서 15초, 60 $^{\circ}$ C에서 1분을 1회로 반응조건을 맞추어 40 cycles을 반응시켰다.

4. 통계처리

측정된 이화학적 및 미생물학적 자료는 SPSS(version 21)을 사용하여 통계 처리하여 해수에서 병원성 비브리오균의 분포에 영향을 미치는 요인이 있는지를 분석하였다. 각 실험 항목에 따라 평균과 표준편차를 구하여 전반적인 경향을 파악하고, 변수간의 유의성 및 관련성 검증은 *t*-test와 상관분석을 실시하였다. Probability values는 $p < 0.05$ 수준에서 해석하였다.

결과 및 고찰

1. 해양환경요인

인천 연안지역 2개점의 해수를 월별로 채취하여 병원성 비브리오균의 증식에 영향을 미치는 해양환경 요인인 수온, 염도, 탁도, 수소이온농도를 측정한 결과는 Fig. 1에 나타내었다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이 수온은 측정지점별마다 온도의 차이가 나타났는데, 인천항인 경우 최저 수온은 1월에 3 $^{\circ}$ C로 가장 낮았으며, 수온이 점차 상승하여 9월에 최고 수온이 27.2 $^{\circ}$ C를 나타내었다. 인천항과 비교시 한진포구 수온은 1월부터 8월까지 수온이 상승하다가 9월 이후 감소하는 추세를 나타냈다. 이 두 지역 간에 수온에 대한 유의한 차이는 보이지 않았다($p > 0.05$). 해수의 염도는 인천항인 경우 25.2~29.6 PSU로 변동의 폭이 작은 반면, 한진포구는 3.67~30.4 PSU로 최저 및 최고가 26.83 PSU 차이로 큰 변동의 폭을 나타내었다. 이 두 지역 간에 염도에 대한 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

Fig. 1. Monthly variation of physiochemical parameters measured in the seawater collected from Incheon coastal area.

탁도는 인천항인 경우 4.5~25.4 NTU로 수치의 변동이 작은 반면 한진포구는 9.27~359 NTU로 변동의 폭이 큰 것으로 나타났다. 이 두 지역 간에 탁도에 대한 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 해수의 수소이온농도를 측정한 결과, 인천항인 경우 pH 7.3에서 8.81 값을 나타냈으며, 한진포구는 pH 7.7에

서 8.5값을 나타내 *Vibrio*균속 세균의 증식에 적당한 pH가 약 알칼성(pH 6.8~7.9)에 맞는 적절한 범위라 할 수 있다. 이 두 지역간에 수소이온농도에 대한 유의한 차이는 보이지 않았다($p>0.05$). Hwang 등(2008)은 2008년 인천연안 지역의 평균 수온은 8월 24.7°C로 최고치를 나타내었으며, 평균 염도는 7월이 8.2 PSU로 가장 낮은 반면 4월에 28.2 PSU로 최고치를 나타낸 바, 본 연구와 비교시 과거에 비해 평균 수온과 염도가 차이가 있는 것으로 나타났다.

Table 1은 인천연안 지역별 해수의 해양환경 요인인 수온, 염도, 탁도, 수소이온농도간 유의성을 분석한 결과이다. Table 1에서 보는 바와 같이 인천항과 한진포구간에 염도와 탁도는 유의한 차이를 보이는 반면($p<0.05$), 수온과 수소이온농도는 유의하지 않았다($p>0.05$). 이는 인천항인 경우 조수간만의 차이로 인한 영향이 크지 않아 염도와 탁도는 작은 수치의 변동이 있는 반면, 한진포구인 경우 조수간만의 차이가 큰 곳으로 채수시 간조와 만수 사이인 경우 갯벌의 부유물로 인해 염도 및 탁도의 폭에 영향을 받은 것으로 사료된다.

2. 병원성 비브리오균의 정성 및 정량 결과

2012년 1월부터 12월까지 인천연안 지역 2개점에서 병원성 비브리오균을 real-time PCR로 정성검사한 결과는 Fig. 2와 같다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 인천항과 한진포구에서 *V. cholerae*는 각각 11건(91.67%), 9건(75.0%)이 분리되었고, *V. vulnificus*는 각각 7건(58.3%), 6건(50.0%)이 분리되었으며, *V. parahaemolyticus*는 각각 10건(83.3%), 12건(100.0%)이 분리되었다. 또한 월별 병원성 비브리오균의 분리를 분석한 결과, 5월에서 10월 사이 병원성 비브리오균이 분리가 높게 나타났다. 이는 해양환경 요인 중 수온의 상승하는 시기와 맞물려 높은 탁도 및 낮아진 염도에 의한 것으로 사료된다. 이는 2008년 인천연안의 병원성 비브리오균과 수온과의 관계를 조사한 결과에서 수온이 증가함에 따라 병원성 *Vibrio*속 세균의 함량이 증가하는 양상과 유사한 결과를 나타냈다(Hwang 등 2008).

인천항에서 채수한 해수에서 병원성 비브리오균 3종을 정량 분석한 결과는 Fig. 3과 같다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 *V. cholerae*는 6월부터 증가하여 8월에 102 cell/ml값으로 6월보다 14.3배로 급상승하였으나, 수온이 급감한 11월 이후 0.88 cell/ml값으로 급격한 감소로 8월 대비 117배 감소 수치를 나타냈으며, *V. vulnificus*는 수온이 가장 높은 시기인 8월 및 9월에서 각각 7.876 cell/ml, 1.748 cell/ml값의 정량수치를 나타냈다. *V. parahaemolyticus*는 *V. vulnificus* 및 *V. cholerae*과는 달리 연중 정량 수치를 보였는데, 8월에 503.4 cell/ml로 가장 높은 수치를 보였으며, 9월 이후 13.97 cell/ml로 급격히 감소하였다.

Table 1. Comparison of physiochemical parameters measured in the seawater collected from 2 different sites

Items	Incheon port	Hanjin harbor	<i>t</i>	<i>p</i>
Water temperature(°C)	14.89±9.29	16.03± 9.76	-0.294	0.772
Salinity(PSU)	28.16±1.26	18.24± 7.11	4.761	0.000*
Turbidity(NTU)	9.12±5.34	130.86±104.21	-4.041	0.002*
pH	8.17±0.47	8.03± 0.21	0.931	0.367

* $p<0.05$

Fig. 2. Isolation of pathogenic *Vibrios* in the seawater collected from Incheon coastal area.

Fig. 3. Quantitative content of pathogenic *Vibrios* in the seawater collected from Incheon coastal area.

3. 병원성 비브리오균과 해양환경요인의 관련성

Fig. 4는 인천연안 지역의 해수에서 측정한 *V. cholerae*, *V. vulnificus*, *V. parahaemolyticus*의 함량과 해양환경 요인인 수온, 염도, 탁도, 수소이온농도와 관련성을 나타내었다.

Fig. 4에서 보는바와 같이 수온과 병원성 *Vibrio*속 세균의 함량을 분석한 결과, 수온이 증가함에 따라 병원성 *Vibrio*속 세균의 함량이 증가하는 양상을 보였으며, 8월 수온이 26.8°C에서 *V. cholerae* 102.98 cell/ml, *V. vulnificus* 7.867 cell/ml, *V. parahaemolyticus* 503.44 cell/ml값으로 가장 높은 값을 나타냈다.

해수의 염도와 병원성 *Vibrio*속 세균의 함량을 분석한 결과, 염도가 낮아짐에 따라 병원성 *Vibrio*속 세균의 함량이 증가하는 경향을 나타냈으며, 염도가 27.9‰에서 *V. cholerae* 102.98 cell/ml, *V. vulnificus* 7.867 cell/ml, *V. parahaemolyticus* 503.44 cell/ml값으로 가장 높은 함량을 나타냈다. 해수의 탁도, 수소이온농도와 병원성 *Vibrio*속 세균의 함량을 분석한 결과, 탁도는 4.5~25.4 NTU로, 수소이온농도는 7.3에서 8.81 값의 변화에 따라 병원성 *Vibrio*속 세균의 함량에는 큰 차이를 나타내지 않았다.

Table 2는 병원성 *Vibrio*속 세균의 함량과 해양환경 요인인 수온, 염도, 탁도, 수소이온농도와 관련성을 분석한 결과이다.

수온과 *V. cholerae*, *V. vulnificus*, *V. parahaemolyticus* 함량과의 상관관계를 분석한 결과, 상관계수는 각각 0.670, 0.495, 0.424로 높은 양의 상관관계를 나타냈는데, 이 중 *V. cholerae*만 유의수준 0.05에서 유의한 것으로 나타났다. 해수 염도와 *V. cholerae*, *V. vulnificus*, *V. parahaemolyticus* 함량과의 상관관계를 분석한 결과, 상관계수는 각각 -0.118, -0.228, -0.079로 낮은 음의 상관관계를 나타냈다. 해수의 탁도, 수소이온농도와 병원성 *Vibrio*속 세균의 함량을 분석한 결과, 탁도는 음의 상관관계를, 수소이온농도는 양의 상관관계를 보였으며, 상관계수는 각각 *V. cholerae* -0.270, 0.192, *V. vulnificus* -0.177, 0.115, *V. parahaemolyticus* -161, 0.130으로 상관관계가 매우 낮은 것으로 나타났다.

병원성 *Vibrio*속 세균의 분리와 환경적인 변수와 관계에서 수온, 탁도는 양의 상관관계가, 염도는 음의 상관관계가 있었다고 보고한 바 있으며(Preffler 등 2007), Hwang 등(2008)은 환경적 변수와 비브리오균 함량의 분석결과 수온과는 0.02으로 낮은 상관관계가 있는 반면, 염도와 탁도는 음의 상관관계를, 수소이온농도는 양의 상관관계를 보였다고 보고하였다. 또한 Barbieri 등(2009)은 병원성 *Vibrio*속 세균의 분리와 가장 높은 상관관계가 있는 환경변수는 해수 수온이며, Oliver 등(2014)은 해양세균과 탁도가 양의 상관관계가 있다고 보고하였다.

Fig. 4. Relationship between quantitative content of pathogenic *Vibrios* and physiochemical parameters.

Table 2. Relation of temperature, salinity, turbidity, pH on pathogenic Vibrios in the seawater of Incheon coast area

Classification	Organisms		
	<i>V. cholerae</i>	<i>V. vulnificus</i>	<i>V. parahaemolyticus</i>
Temperature(°C)	0.670*	0.495	0.424
Salinity(PSU)	-0.118	-0.228	-0.079
Turbidity(NTU)	-0.270	-0.177	-0.161
pH	0.192	0.115	0.130

* $p < 0.05$

Kim 등(2012)은 병원성 *Vibrio*속 세균이 검출된 해수는 그렇지 않은 해수에 비해 수온과 탁도가 높았으나, 염분과 pH는 낮았고, 생균수, 대장균군 및 분변계 대장균은 모두 병원성 *Vibrio*속 세균이 검출된 해수에서 그 수가 높아 병원성 *Vibrio*속 세균과 환경인자의 관련성이 시사되었다. 또한 연안에서 *V. vulnificus*는 수온 20°C 이상일 때 염분농도가 낮은 해역에서 빈번히 검출되며, 해수에 접촉된 *V. vulnificus*를 4~25°C에 저장하였을 때 온도가 높을수록 오래 생존하며, 정상해수보다는 기수의 염분농도에서, 해수보다는 갯벌에서 오래 생존한다고 보고되어 있다.

본 연구에서는 수온, 염도, 탁도, pH와 병원성 *Vibrio*속 세균 함량과의 상관관계를 분석한 결과, 수온과 수소이온농도는 양의 상관관계가, 염도와 탁도는 음의 상관관계를 보였는데 이들 중 병원성 *Vibrio*속 세균과의 증식에 가장 상관관계가 높은 변수는 수온으로 분석되었다.

요약 및 결론

본 연구는 2012년 1월부터 12월까지 인천연안 2개 지역에서 매월 1회씩 해수를 채취하여 해양환경 요인인 수온, 염도, 탁도, pH를 측정하고, Real time PCR을 통한 병원성 *Vibrio*속 세균의 정성 및 정량 검사 수치와의 연관성을 분석하고자 실시하였다.

1. 수온은 인천항인 경우 1월에 3°C로 가장 낮았으며, 수온이 점차 상승하여 9월에 최고 수온이 27.2°C를 나타내었다. 한진포구는 1월부터 8월까지 수온이 상승하다가 9월 이후 감소하는 추세를 나타냈다. 해수의 염도는 인천항인 경우 25.2~29.6 PSU로 변동의 폭이 작은 반면, 한진포구는 3.67~30.4 PSU로 최저 및 최고가 26.83 PSU 차이로 큰 변동의 폭을 나타내었다. 탁도는 인천항인 경우 4.5~25.4 NTU로 수치의 변동이 작은 반면 한진포구는 9.27~359 NTU로 변동의 폭이 큰 것으로 나타났다. 수소이온농도를 측정한 결과, 인천항인 경우 pH 7.3에서 8.81 값을 나타냈으며, 한진포구는 pH 7.7에서 8.5값을 나타냈다. 인천연안 지역별 해수의 해양환경 요인간

유의성을 분석한 결과, 인천항과 한진포구 간에 염도와 탁도는 유의한 차이를 보이는 반면($p < 0.05$), 수온과 수소이온농도는 유의하지 않았다($p > 0.05$).

2. 병원성 비브리오균의 Real-time PCR 정성검사 결과, *V. cholerae*는 인천항과 한진포구에서 각각 11건(91.67%), 9건(75.0%)이 분리되었고, *V. vulnificus*는 인천항과 한진포구에서 각각 7건(58.3%), 6건(50.0%)이 분리되었으며, *V. parahaemolyticus*는 인천항과 한진포구에서 각각 10건(83.3%), 12건(100.0%)이 분리되었다. 또한 월별 병원성 비브리오균의 분리를 분석한 결과, 5월에서 10월 사이 분리가 높게 나타났다. 병원성 비브리오균의 Real-time PCR 정량 분석한 결과, *V. cholerae*는 6월부터 증가하여 8월에 102 cell/ml값으로 나타났으며, *V. vulnificus*는 8월 및 9월에서 각각 7.876 cell/ml, 1.748 cell/ml값의 정량 수치를 나타냈다. *V. parahaemolyticus*는 연중 정량 수치를 보였는데, 8월에 503.4 cell/ml로 가장 높은 수치를 보였다.

3. 해양환경 요인과 병원성 *Vibrio*속 세균의 함량을 분석한 결과, 8월 수온이 26.8°C에서 *V. cholerae* 102.98 cell/ml, *V. vulnificus* 7.867 cell/ml, *V. parahaemolyticus* 503.44 cell/ml값으로 가장 높은 값을 나타냈으며, 염도가 27.9‰에서 *V. cholerae* 102.98 cell/ml, *V. vulnificus* 7.867 cell/ml, *V. parahaemolyticus* 503.44 cell/ml값으로 가장 높은 함량을 나타냈다. 탁도나 수소이온농도의 변화에 따라 병원성 *Vibrio*속 세균의 함량 변화에 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 수온과 병원성 *Vibrio*속 세균 함량과의 상관관계를 분석한 결과, 상관계수는 각각 0.670, 0.495, 0.424로 높은 양의 상관관계를 나타냈는데, 이중 *V. cholerae*만 유의수준 0.05에서 유의한 것으로 나타났다. 해수 염도와 병원성 *Vibrio*속 세균 함량과의 상관관계는 낮은 음의 상관관계를 나타냈으며, 탁도와 수소이온농도의 상관관계가 매우 낮은 것으로 나타났다.

References

- Anna N, Magdalena K, Duc JV, Olga LH, Barbara EM. 2012. Increasing rates of Vibriosis in the United States, 1996~2010: Review of surveillance data from 2 systems. *Clinical Infectious Diseases* 54(S5):S391-395
- Barbieri E, Falzano L, Fiorenzini C, Pianetti A, Baffone W, Fabbri A, Matarrese P, Casiere W, Fabbri A, Matarrese P, Casiere A, Karouli M, Kuhn I, Mollby R, Bruscolini F, Donelli G. 1999. Occurrence, diversity, and pathogenicity of halophilic *Vibrio* spp. and non-O1 *Vibrio cholerae* from estuarine waters along the Italian Adriatic coast. *Appl Environ Microbiol* 65:2738-2753
- Barrow GI, Feltham RKA. 1993. Cowan and Steel's Manual for

- the Identification of Medical Bacteria. 3rd ed. Cambridge University. 94-150
- Binh MN, Lee JH, Ngo TC, Choi SY, Nguyen TH, Anh DD, Lee HR, Ansaruzzaman M, Hubert PE, Chun JS, Anna LL, Cecil C, John DC, Kim DW. 2009. Cholera outbreaks caused by an altered *Vibrio cholerae* O1 EIT or biotype strain producing classical cholera toxin B in Vietnam in 2007 to 2008. pp. 1568-1571. JCM
- Centers for Disease Control and Prevention. 2010. Foodborne Active Disease Surveillance Network (FoodNet) Surveillance Report 2010
- Chang DS, Kim SJ. 1977. Distribution and physiological characteristics of *V. parahaemolyticus* in coastal sea of Korea. *Bull Natl Fish Res Dev Agency* 19:7-40
- Chon JW, Hyeon JY, Hwang IG, Kwak HS, Han JA, Chung TY, Song KY, Seo KH. 2010. Comparison of the standard culture method and real-time PCR for the detection of *Vibrio parahaemolyticus* in seafoods and vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 42:355-360
- Hwang KW, Gong YW, Lee JM, Go JM, Kim YH. 2008. Distribution and characteristic of growth of *Vibrio* spp. in Incheon coastal seawater. *J Environ Sani Eng* 23:21-38
- Jung SH, Hur MJ, Ju JH, Kim KA, Oh SS, Go JM, Kim YH, Im JS. 2006. Microbiological evaluation of raw vegetables. *J Food Hyg Safety* 21:250-257
- Kim JH, Park JH, Lee TS, Lee HJ, Kim SJ. 2001. Distribution of pathogenic Vibrios and environmental factors affecting their occurrence in the seawater of live fish tank. *J Fd Hyg Safety* 16:241-246
- Kim MH, Shin WS. 2008. Microbiological quality of raw and cooked foods in middle and high school food service establishments. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:1343-1356
- Morris JG. 2003. Cholera and other types of Vibriosis: A story of human pandemics and oysters on the half shell. *Clin Infect Dis* 37:272-280
- Murray PR, Baron EJ, Pfaller MA, Tenover FC, Tenover RH. 1995. Manual of Clinical Microbiology. 6th. Ed. ASM Press. Washington, DC 465-476
- Nicholas AD. 2011. *Vibrio vulnificus* oysters: pearls and perils. *Clinical Infectious Diseases* 52:788-792
- Oliver JD, Warner RA, Cleland DR. Distribution of *Vibrio vulnificus* and other lactose-fermenting vibrio in the marine environment. *Appl Environ Microb* 45:985-998
- Pfeffer CS, Hite LF, Liver JD. 2003. Ecology of *Vibrio vulnificus* in Estuarine water of Eastern North Carolina. *Applied and Environmental Microbiology* 69:3526-3531
- Sala MR, Arias C, Dominguez A, Bartolome R, Muntada JM. 2009. Foodborne outbreak of gastroenteritis due to *Norovirus* and *Vibrio parahaemolyticus*. *Epidemiology and Infection* 137:626-629
- Seo KH, Brackett RE. 2005. Rapid, specific detection of *Enterobacter sakazakii* in infant formula using a real-time PCR assay. *J Food Protect* 68:59-63
- Seong HK. 1997. Studies on the classificatory characteristics and virulence factors of *V. cholerae* non-O1. Ph.D. Thesis, Pukyung National Uni. Busan
- Su YC, Liu C. 2007. *Vibrio parahaemolyticus*: A concern of seafood safety. *Food Microbiol* 24:549-558
- Yang C, Jiang Y, Huang K, Zhu C, Yin Y. 2003. Application of realtime PCR for quantitative detection of *Campylobacter jejuni* in poultry, milk, and environmental water. *FEMS Immunol Med Mic* 38:265-271
- Yang HC, Hong SS, Kim KH, Choi SH, Chung HJ. 1999. Distribution of *V. vulnificus* in Chonnam coastal area. *Kor J Appl Microbio Biochemol* 27:70-74

접 수 : 2013년 7월 19일
 최종수정 : 2013년 8월 22일
 채 택 : 2013년 8월 23일