



Original Article

2018~2022년 경기 해안지역에서 분리된 비브리오패혈증균의 월별 분포 특성

윤수정 , 편희수 , 이윤희 , 박소정 , 강경자 , 허은선 , 정일형 , 김범호 , 권순목*

경기도보건환경연구원 감염병연구부

Characteristics of the Monthly Distribution of *Vibrio vulnificus* Isolated from Coastal Areas in Gyeonggi-do Province, 2018~2022

Su-Jeong Yoon, Hui-Su Pyeon, Yoon-Hee Lee, So-Jung Park, Kyung-Ja Kang, Eun-Seon Hur, Il-Hyung Jeong, Beom-Ho Kim, and Sun-Mok Kwon*

Department of Infectious Disease Research, Gyeonggi-do Institute of Health and Environment

ABSTRACT

Background: *Vibrio vulnificus* is a serious opportunistic human pathogen that has a worldwide distribution in a variety of marine and estuarine environments.

Objectives: For this reason, we investigated the distribution of *Vibrio vulnificus* in coastal areas of Gyeonggi-do Province from 2018 to 2022. Also, we analyzed the correlation between *V. vulnificus* leading to infection and two marine environmental factors (water temperature and salinity).

Methods: We collected a total of 266 samples from six coastal area points (i.e., seawater, mudflats). Specimens were isolated using selective plating media and isolated strains were identified by a VITEK 2 system. To find the relevance of the isolation rates of *V. vulnificus* and number of cases of *V. vulnificus* infection, we summarized the data on 48 cases of *V. vulnificus* infection from the open data of the Korea Disease Control and Prevention Agency.

Results: Among the 266 samples taken during the investigation period, 47 strains were isolated, and the separation rates of *V. vulnificus* were 17.7%. The monthly isolation rates of *V. vulnificus* were ranked in the order of August (53.8%), September (33.3%), June (28.6%), and July (21.1%). There was a positive correlation with the temperature of seawater, but salinity was not significant. The number of cases of *V. vulnificus* infection reported in Gyeonggi-do Province were 18 (37.5%) in September, 14 (29.2%) in August, and eight (16.7%) in October. The proportion was 83.3%. It was relevant to the isolation rates of *V. vulnificus* in the marine environmental sources.

Conclusions: Our data showed that the number of *V. vulnificus* infection cases could be affected by changes in the distribution of *V. vulnificus* due to rise the temperature of seawater in the marine environment.

Key words: *Vibrio vulnificus*, Gyeonggi-do coastal areas, seawater, *V. vulnificus* infection

Received September 25, 2023

Revised February 1, 2024

Accepted February 2, 2024

Highlights:

- *Vibrio vulnificus* is a formidable opportunistic human pathogen found in a variety of marine and estuarine environments.
- *Vibrio vulnificus* was mainly isolated in summer and the detection of *V. vulnificus* was positively correlated with the temperature of seawater.
- The number of *V. vulnificus* infection cases was relevant to the isolation rates of *V. vulnificus*.
- The temperature of seawater is a parameter critical to the ecology of *V. vulnificus* and the incidence of human infection.

*Corresponding author:

Department of Infectious Disease Research, Gyeonggi-do Institute of Health and Environment, 62 Chilbo-ro, Gwonseon-gu, Suwon 16381, Republic of Korea

Tel: +82-31-8008-9711

Fax: +82-31-8008-9709

E-mail: suntree7@gg.go.kr



I. 서론

비브리오패혈증균(*Vibrio vulnificus*)은 *Vibrio*속(genus) 및 *Vibrionaceae*과(family)에 속한다. 생장에 염분을 필요로 하는 호염성(halophilic) 그람 음성 세균으로 세계적으로 하구 및 연안해역에서 자연적으로 서식하며, 두 가지 경로를 통해 감염될 수 있다.¹⁾ 하나는 조리하지 않은 오염된 어패류의 섭취이고, 다른 하나는 상처난 피부가 오염된 바닷물에 접촉한 경우 감염될 수 있다. 비브리오패혈증균에 감염된 경우 원발성 패혈증(septicemia) 또는 창상감염(wound infection)으로 나타나며, 건강한 사람에게서는 경증의 급성 위장관염을 일으킬 수 있다. 반면, 만성 간질환, 당뇨병 등 기저질환을 가지고 있거나 알코올중독자, 면역저하 환자 등은 비브리오패혈증의 고위험군으로 알려져 있으며 사람 간 직접 전파 가능성은 없으나 패혈증의 경우 치명률이 50% 이상으로 매우 심각한 질환이다.²⁻⁵⁾

국내에서 비브리오패혈증은 1979년 전남에서 처음 보고되었으며, 2000년 법정감염병 지정 이후 2022년까지 전국적으로 보고된 환자수는 연간 24~88명(평균 55.3명)으로 매년 일정 수의 감염 환자가 발생한다.⁶⁾ 2003년부터 2016년까지 국내 보고된 비브리오패혈증 역학적 특성을 분석한 결과에 따르면 대부분의 사례는 남성(85.7%)이었고 연령은 40~64세가 71.7%로 가장 많았다. 96.1%가 하나 이상의 기저질환을 가지고 있고 간경변이 56.3%로 가장 많았고 당뇨병(26.7%), 간염(24.4%), 고혈압(14.9%) 등의 순이었다.⁷⁾ 지역별로는 전남, 경남, 경기 등 남해안과 서해안 지역에서 환자수가 집중되지만 내륙지방을 포함한 전국에서 환자가 발생하는 것은 삼면이 바다인 지리적 특성과 생선회를 즐기는 문화에서 비롯된 것으로 보인다.⁸⁾

국내 해수에 대한 감시 배양결과에 따르면 이 균은 남해안과 서해안 지역의 해수와 갯벌에 주로 증식하며 강화도, 김포, 울산, 부산, 제주도 등에서 분리되지만 동해안 지역이 분리율이 낮은 이유로 수온이 차고 해수가 청정하며 지형적으로 증식이 용이하지 않은 것으로 추정한다.^{8,9)} 세계적으로도 미국, 일본, 대만, 이스라엘, 스페인, 튀르키예, 태국, 덴마크, 벨기에, 독일, 네덜란드, 스웨덴 등에서 보고되었다.¹⁰⁾

본 연구는 2018년부터 2022년까지 경기 해안지역에서 비브리오패혈증균 감시사업을 수행하면서 분리한 비브리오패혈증균의 월별 분포와 해양환경인자 중 수온 및 염분 간의 상관관계를 분석하였다. 또한 이 기간동안 발생한 비브리오패혈증 환자수와 통계적으로 연관성을 확인하여 감염 예방과 관리대책을 위한 활용자료를 제시하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시료 채취

표층 해수와 갯벌 시료는 2018년부터 2022년까지 매년 수온이 올라가는 3월부터 11월까지 채취하였다. 경기지역 중 지리적으로 해안과 접하고 있는 5개 지역인 김포시, 시흥시, 안산시, 화성시, 평택시를 대상으로 6개 지점을 선정하였다(Table 1). 해수는 내륙에 인접한 위치의 수심이 얕은(<2 m) 표층에서 서로 근접하게 하여 2~3회 번갈아 1 L 무균채수병에 샘플러를 사용하여 채수하였고, 갯벌은 표면 5 cm 이내에서 외부 오염을 방지한 상태로 서로 근접하게 하여 3~5회 번갈아 50 g가량을 무균지퍼백에 수집하였다. 채수 시 수온과 염분은 가급적 함께 측정하여 이를 분리균주와의 연관성에 대해 분석하였고, 염분의 경우 2020년부터 측정하였다. 수온은 적외선 및 접촉식 온도계(568 IR Thermometer, FLUKE)를 사용하였고, 염분의 경우 2020년부터 해수비중염도계(AQUA100, CAS)를 이용하여 측정하였다.

2. 비브리오패혈증균의 분리 동정

해수 500 mL를 0.45 μ m Cellulose Nitrate Membrane Filter (Whatman, UK)로 여과한 여과지 또는 갯벌 5 g 정도를 취해 1% NaCl이 포함된 Alkaline Peptone Water (APW, OXOID, UK)에 접종하여 37°C에서 24시간 증균배양하였다. 증균액을 Thiosulfate Citrate Bile-salt Sucrose agar (TCSB, HANGANG) 배지에 도말하여 녹색 집락을 확인 후 CHROMagar-Vibrio agar (CHROMagar™) 배지에서 청록색을 보이는 추정 *V. vulnificus* 집락은 *vvhA* 유전자를 표적으로 하는 conventional PCR로 확인한 후 1% NaCl이 첨가된 Tryptic Soy Agar (TSA, HANGANG) 배지에 계대하였다. 최종적으로 VITEK 2 system (bioMérieux Vitek, France)을 이용하여 생화학적 동정을 실시하였다.

Table 1. Coordinates of sampling sites in the costal areas of Gyeonggi-do

District	Sampling sites	Coordinate	
		Latitude	Longitude
Kimpo	Daemeoyng harbor	37.6403746	126.5393384
	Siheung	37.3898733	126.7352377
Ansan	Oido harbor	37.3478746	126.6912487
	Tando harbor	37.1925122	126.6461348
Hwaseong	Jeongok harbor	37.1856031	126.6510557
Pyoengtaek	Pyoengtaek harbor	36.9576373	126.8458372

3. 자료수집 및 통계분석

수집된 실험자료와 통계자료는 Microsoft Excel 2013을 이용하여 2018년부터 2022년까지 월별 빈도와 백분율을 구하여 전반적인 경향을 파악하고, 변수 간의 상관성 및 유의성 검증을 위해 통계처리는 SPSS (Statistics 14.0 Professional Pack)를 이용하였다. 측정된 수온 및 염분이 비브리오패혈증균 월별 분리율에 미치는 영향과 그 분리율이 비브리오패혈증 환자 발생수에 미치는 연관성을 알아보기 위해 피어슨 상관관계 분석 (Pearson correlation analysis)을 실시하였다. 기간별, 지역별, 성별, 연령별 비브리오패혈증 환자 발생수는 질병관리청 감염병 누리집에서 제공하는 신고자료를 사용하였다.⁶⁾ 상관관계를 분석하기 위한 검증은 정규분포를 따르는 데이터로 통계적 유의성은 p-value가 0.05 미만인 값을 유의한 차이가 있는 것으로 판단하였다.

III. 결 과

1. 경기 서해연안 해양환경 내 비브리오패혈증균 분포

2018년부터 2022년 경기 서해연안 5개 시군 6개 지점에서 총 266회에 걸쳐 해수 및 갯벌에서 시료를 채취하여 배양 검사한 결과, 비브리오패혈증균은 47회 분리되어 17.7%의 분리율을 보였다. 연도별 평균 분리율은 2018년 32.7%, 2019년

21.3%, 2020년 11.3%, 2021년 13.2%, 2022년 11.6%이었다 (Table 2). 6개 시료 채취지점 중 가장 높은 균주 분리율을 보인 지역은 김포시 대명항으로 31.3%이며, 안산시 탄도항이 12.0%로 가장 낮은 분리율을 보였다 (Table 3).

5년간 비브리오패혈증 분리기간은 2018년에는 7개월(4월부터 10월), 2019년은 6개월(4월부터 9월), 2020년은 7개월(4월부터 10월), 2021년은 6개월(4월부터 9월), 2022년은 6개월(4월부터 9월)로 월별 평균 분리율은 8월이 53.8%로 가장 높았고, 9월 33.3%, 6월 28.6%, 7월 21.1%, 4월 11.3%, 10월 11.1%, 5월 10.3% 순으로 4월부터 분리되기 시작하여 6월부터 증가하여 8월에 정점에 이르고 10월까지 감소하는 경향을 보였다 (Fig. 1).

해양환경인자들과 비브리오패혈증균의 증식 간의 상관성을 분석하기 위해 시료 채취와 함께 수온과 염분을 함께 측정하였다 (Fig. 2). 시료 채취 기간동안 측정된 수온은 5.3~34.2°C로 비브리오패혈증균이 분리된 수온의 범위는 10.8~33.3°C이었다 (Table 4). 수온과 비브리오패혈증균 월별 분리율 간 상관계수는 0.460 ($p < 0.01$)으로 양의 상관관계를 갖는 것을 확인하였다. 측정된 염분의 범위는 1.3~37.7 practical salinity units

Table 2. Yealy distribution of *Vibrio vulnificus* from 2018 to 2022

Year	No. of sampling	No. of isolation (%)
2018	52	17 (32.7)
2019	47	10 (21.3)
2020	71	8 (11.3)
2021	53	7 (13.2)
2022	43	5 (11.6)
Total	266	47 (17.7)

Table 3. Distribution of *V. vulnificus* isolated according to sampling sites

Sampling sites		No. of sampling	No. of isolation (%)
Kimpo	Daemeoyng harbor	32	10 (31.3)
Siheung	Wolgot port	51	8 (15.7)
	Oido harbor	43	6 (14.0)
Ansan	Tando harbor	50	6 (12.0)
Hwaseong	Jeongok harbor	58	8 (13.8)
Pyoengtaek	Pyeongtaek harbor	32	9 (28.1)
Total		266	47 (17.7)

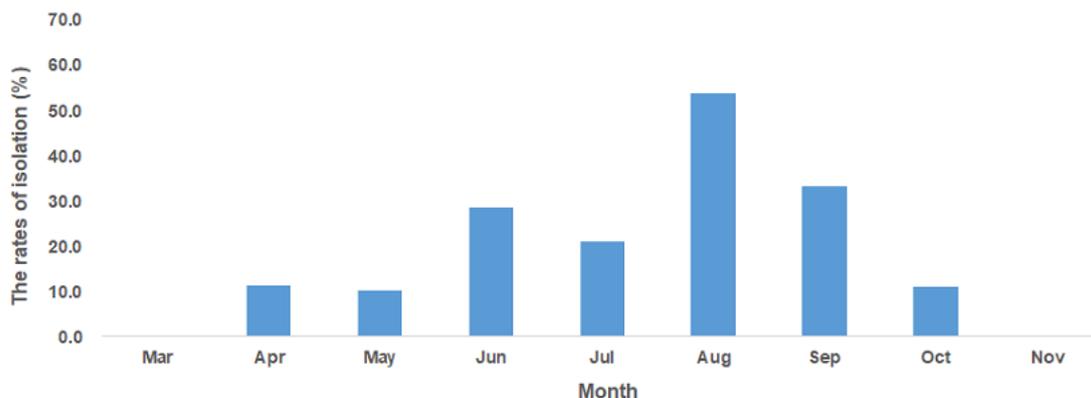


Fig. 1. Monthly isolation rates of *V. vulnificus* from samples collected from six coastal sites in Gyeonggi-do Province (2018-2022)

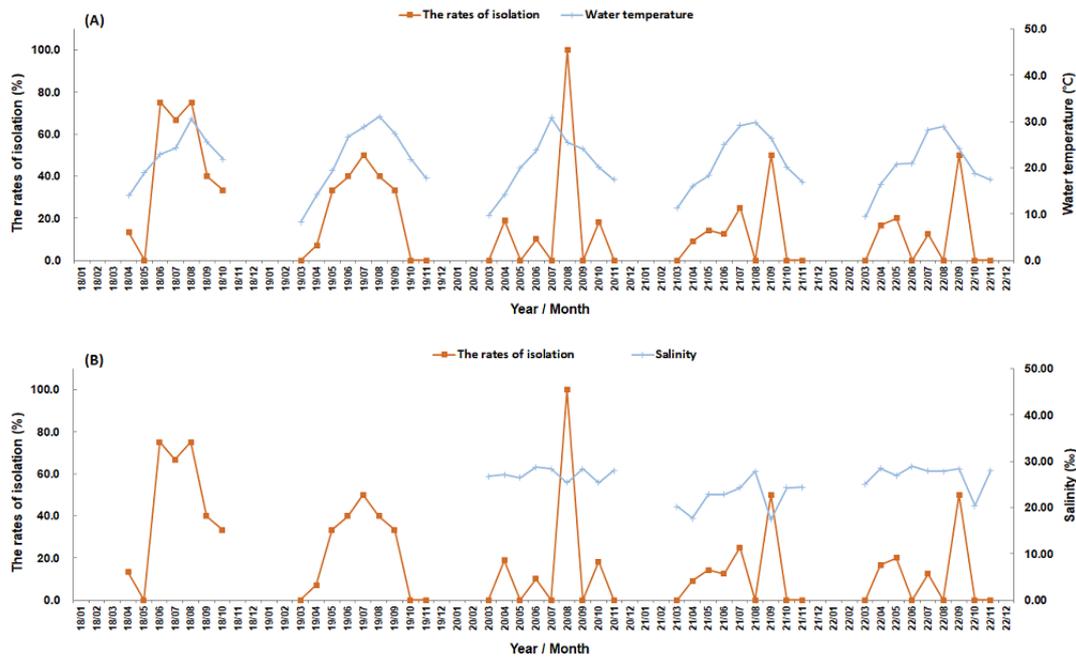


Fig. 2. Monthly fluctuations of the isolation rates of *V. vulnificus* in samples of coastal areas and water temperatures (A) & salinity* (B) from the six sites studied (2018~2022). *Salinity has been measured since 2020.

Table 4. Comparison of environmental parameter mean values and ranges between sites positive and sites negative for *V. vulnificus*

Water parameter	Mean values for parameters measured		
	Positive sites (ranges)	Negative sites (ranges)	Pearson's R
Temperature (°C)	21.8 (10.8~33.3)	18.5 (5.3~34.2)	0.969*
Salinity (psu)	23.1 (18.5~29.9)	24.7 (1.3~37.7)	0.562

*p<0.05.

(psu)로 비브리오패혈증균은 18.5~29.9 psu에서 분리되었으나 상관관계는 통계적으로 유의하지 않았다(Table 5).

2. 경기도 내 비브리오패혈증 발생 현황

2018년부터 2022년까지 5년간 경기지역의 비브리오패혈증 환자는 총 48명으로 2018년 8명, 2019년 9명, 2020년 10명, 2021년 8명, 2022년 13명으로 연평균 10명 내외로 발생 신고되었다. 이 중 남성이 38명(79.2%)으로 여성 10명(20.8%)에 비해 3배 이상 많았고, 50세 이상이 41명으로 전체 환자의 85.4%를 차지하였다. 월별 비브리오패혈증 발생은 9월에 18명(37.5%), 8월 14명(29.2%), 10월 8명(16.7%), 4월과 6월에 각 2명(4.2%) 순이었다(Fig. 3). 해양환경인자 중 수온과 비브리오패혈증 월별 환자수 간 상관관계수는 0.402 (p<0.01)로 통계적으로 유의하였고, 해양환경 내 월별 비브리오패혈증균 분리율과 비브리오패혈증 환자수 간에도 양의 상관관계(r=0.321,

Table 5. Correlations between the isolation rates of *V. vulnificus*, water temperatures, salinity, and No. of *V. vulnificus* infection cases in the coastal area of Gyeonggi-do

Parameter	Pearson's rank correlation coefficient for:		
	The isolation rates of <i>V. vulnificus</i> (%)	Water temperature (°C)	Salinity (psu)
Water temperature (°C)	0.460*	-	-
Salinity (‰)	-0.091	0.258	-
No. of <i>V. vulnificus</i> infection cases	0.321*	0.402*	0.224

*p<0.05.

p<0.01)를 갖는 것을 확인하였다(Table 5).

IV. 고 찰

2018년부터 2022년 경기 서해연안 6개 지점에서 총 266회 시료채취하여 47회(17.7%) 비브리오패혈증균이 분리되었다. 경기도에 접하고 있는 서해연안은 크게 여름과 겨울로 수온의 수직변화의 양상이 나뉘는데 기온이 따뜻한 늦봄, 여름, 초가을의 경우 강한 복사열에 의한 표층 수온의 상승으로 수층이 안정되고 수심이 증가할수록 수온이 감소하는 전형적인 현상이 나타난다.¹¹⁾ 지형적으로는 반폐쇄해역과 접이해역이 많이

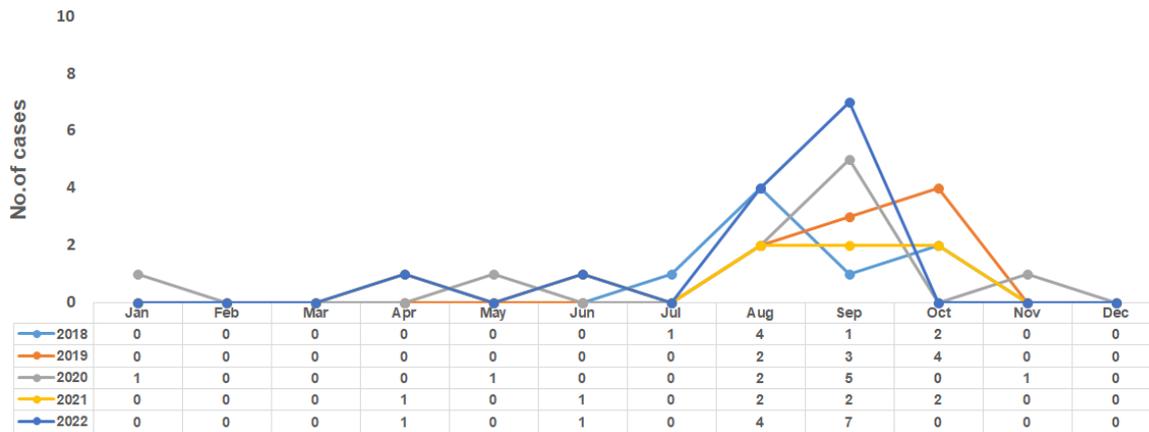


Fig. 3. Monthly number of cases of *V. vulnificus* infection reported to the Korea Disease Control and Prevention Agency in Gyeonggi-do (2018~2022)

존재하여 외해역보다는 해수온도가 높고 강 하류와 접하고 있는 곳이 많아 비브리오패혈증균의 생장에 유리한 조건을 갖추고 있다.¹²⁾

연구기간 동안 6개 채취지점 모두 비브리오패혈증균이 분리되었으며 시료 채취지점별로 분리율의 차이를 보였다. 가장 높은 곳은 김포시 대명항으로 32회 검사에 10회 검출되어 31.3%, 그 다음으로 평택시 평택항이 32회 검사에 9회 검출되어 28.1%이었고 나머지는 12.0~15.7%로 나타났다. 분리율이 높은 지점은 다른 채취지점에 비해 퇴적층(갯벌)이 넓게 분포되어 있다. 비브리오패혈증균이 서식하기 좋은 조건은 하천수가 바다에 유입되는 지역으로 유기물질의 오염이 많고 갯벌이 많이 있고 수심이 낮아 외기의 영향을 많이 받는 지역에서 기온이 높을 때이다.¹³⁾ 이 중 넓은 퇴적층(갯벌)은 해안 생태계에서 이용할 수 있는 생물학적 매트릭스의 상당 부분을 차지하며 수인성 병원체의 잠재적으로 중요한 공급원 및 흡수원으로 비례적으로 사용 가능한 표면적 측면에서 많은 양의 서식지를 제공한다.¹⁴⁾ 이러한 지형적 조건에 수온과 염분 등 환경조건의 변화는 비브리오패혈증균의 생장에 영향을 줄 수 있다.

연구기간 5년(2018~2022년) 동안 비브리오패혈증균은 매년 4월에 처음 분리배양되었다. 이후 수온 상승과 비례하여 높아지기 시작하여 하절기인 6~9월에 걸쳐 높은 분리율을 보이다가 10월까지 분리되었다. 비브리오패혈증균이 분리된 수온은 평균 $21.8 \pm 5.6^\circ\text{C}$ 이었고 염분은 23.1 ± 4.5 psu이었다. 수온은 비브리오패혈증균 분리율과 통계적으로 양의 상관관계를 보였지만 염분은 유의하지는 않았다. Høi 등¹⁵⁾은 덴마크 연안 해역 7개 지점을 대상으로 한 연구결과는 비브리오패혈증균의 밀도와 수온 사이에는 유의한 상관관계가 있는 반면 염분과는 상관관계가 없었고 모든 채취장소에서 염분은 5~17 psu이었다고 보고하였다. 국내 35개 해안 연안지역을 대상으로 한 연구 결과에 따르면 수온은 양의 상관관계를 보인 반면, 염분에서는

음의 상관관계를 나타내었고,⁹⁾ 다수의 연구에서도 염분이 비브리오패혈증균의 생장에 음의 상관관계를 갖는 것으로 보고하였다.¹⁶⁾ 한편, Randa 등¹⁷⁾은 뉴저지 주 Barnegat Bay의 지표수 시료를 대상으로 한 연구에서 비브리오패혈증균의 밀도는 전체 범위에 걸쳐 염분과 반비례하는 경향이 있지만 이 관계는 염분의 수준에 따라 다르며, 5~10 psu에서 비브리오패혈증균의 생존이 최적인 것으로 온도($10 \sim 32^\circ\text{C}$)에 관계없이 많이 검출되었고 20~25 psu에서 비브리오패혈증균의 밀도는 염분과 양의 상관관계를 나타낸 것으로 보고하였다.

비브리오패혈증균의 검출빈도가 높은 지역에서 생산되거나 판매되는 해산물에서 이 균의 검출률이나 균수가 높게 나타날 수 있으며 환자의 발생과도 연관성을 가질 수 있다.¹³⁾ 비브리오패혈증은 계절 변화와 관련이 있으며 해수 온도의 상승은 비브리오패혈증균의 지리적 분포를 증가시킬 수 있어 감염 발생률은 증가할 가능성이 있다.¹⁸⁻²¹⁾ 2018년부터 2022년까지 경기 지역 비브리오패혈증 신고 환자수는 총 48명으로 이 중 40명(83.3%)은 8~10월 사이에 발생하였고 이는 해당 기간동안 일반적으로 수온의 상승과 해양환경에서 비브리오패혈증균 월별 분리율과 양의 상관관계 보였다. 해양환경 내 비브리오패혈증균의 검출빈도가 반드시 질병 위험을 예측하는 것은 아니지만 본 연구에서는 비브리오패혈증 발생 위험은 수온 상승에 따라 비브리오패혈증균 분리율이 높아지는 것과 연관성이 있는 것을 확인하였다.

본 연구가 갖는 제한점은 첫 번째로 일반적인 분리배양법을 사용하여 정성적으로 검출된 비브리오패혈증균의 분리율을 산출하여 수온과 염분과의 상관성을 분석하였다. 균수를 측정하는데 사용하는 최확수법(most probable number method, MPN) 및 유전자 수를 측정하는 정량적 PCR (Quantitative real-time PCR, qPCR)과 달리 수온 및 염분의 농도에 따라 정량적으로 비브리오패혈증균의 밀도 분포를 확인할 수 없었다. 두 번째로

하절기 해수의 염분농도는 강수량 및 강우에 의한 육상수의 유입 등의 영향으로 낮게 나타난다.^{22,23)} 하지만 장마철과 태풍 기간 동안 시료 채취가 불가능한 경우는 채수를 하지 않아 기온이 상승하는 하절기 수온과 비브리오패혈증균에 대한 염분 범위에 대한 상호의존적인 영향을 충분히 반영하지 못한 점이다. 하지만 비브리오패혈증균 분리에 대해 양성 및 음성 채취지점 사이에 측정된 수온과 염분의 범위는 비슷한 평균값으로 이러한 물리화학적 요인만으로 분포를 결정하기 쉽지 않으며 특정 지역에 따라 다르게 나타날 수 있다.²⁴⁾ 비브리오패혈증균 연도별 분리율은 감소하였는데 이는 채취지점 중 낮은 분리율을 보인 전국항과 탄도항에서 분리빈도가 매년 낮아졌기 때문으로 해수 온도의 변동에 의한 요인으로만 설명되지 않았고, 균의 서식처로 작용하는 지형적 생태특성과 시료채취가 수심이 얇은 표층수와 갯벌인 점을 고려하여 시료 내 탁도, pH 등에 대한 추가 조사와 수온 상승 시 염분과 세균 증식의 분포 등 환경요인에 대한 복합적인 원인분석이 수반되어야 할 것으로 판단된다.

본 연구는 기존 연구결과들이 제시한 것과 같이 경기 해안지역 비브리오패혈증균의 생태에 수온의 변화가 주요 역할을 하는 환경변수이며, 그 분리율과 신고된 환자수 자료를 이용하여 월별 평균 비교를 통해 경향성을 파악하였다. 연구기간 동안 연도별 경기지역 비브리오패혈증 발생 환자수는 일정 수준의 양상(연평균 10명 내외)으로 계절적 확장성과 지역적 집적성은 보이지 않았다. 연구결과 중 비브리오패혈증균 월별 분리율이 8월에 53.8%로 가장 높았고 9월에 33.3%를 보인 반면, 경기지역 월별 신고 환자수는 8월 14명(29.2%), 9월 18명(37.5%)으로 차이를 나타내었다. 이는 월별 평균 비교로 사용한 경기지역 비브리오패혈증 환자수가 적어 분리율의 증감을 충분히 반영하지 못하였거나 분리율 이외 환자 발생의 결정인자를 비교할 수 있는 추가 변수가 고려되어야 했기 때문으로 판단된다. 본 연구에서 활용한 신고 환자수는 환자의 주소지로 집계되어 감염원으로부터 노출 장소 등을 특정할 수 없는 제한점이 있어 향후에는 전국단위의 비브리오패혈증균 분리자료를 추가 및 통합하여 추정감염지역을 포함한 환자의 기저질환 여부와 감염관련 위험 노출요소 등의 사례별 역학조사 자료가 반영된 데이터를 활용한 다층적인 추가 분석이 필요할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 경기 서해 5개 지역(6개 지점)에서 최근 5년간(2018~2022년) 비브리오패혈증균의 분포 양상을 파악하였고, 그 분포와 해양환경인자, 그리고 비브리오패혈증 환자 발생수 간 상관성을 분석하였다. 비브리오패혈증균의 분리율은 지역에 따라 차이가 있었지만 모든 채취지점에서 검출되어 해양환경에서 수온의 변화에 따라 균의 증식과 분포는 양의 상관관계를 보였고 염분은 통계적 유의성은 보이지 않았다. 이와 같은 결

과는 본 연구를 수행하면서 측정된 수온과 염분에 국한되지만 염분의 경우 국내외 연구에서 제시한 통계적 음의 상관성 또는 염분 범위에 따른 이 균의 증식과 밀도 분포는 지속적인 연구가 필요할 것이다. 비브리오패혈증균 월별 신고 환자수는 비브리오패혈증균 분리율과 통계적으로 양의 상관관계를 확인하였고 환자 발생은 8~10월 사이에 강한 계절집적성을 보였다. 비브리오패혈증은 오염된 어패류와 상처난 피부에 오염된 바닷물의 접촉으로 감염되며, 전 세계적으로 많은 해양환경에 비브리오패혈증균은 분포하여 감염 발생률이 증가하게 되면 상당한 경제적, 사회적 영향을 미칠 수 있다. 하지만 비브리오패혈증은 감염경로와 고위험군이 알려져 있고 하절기 환자 발생이 집중되므로 감염 예방을 강조하는 것은 중요하다. 이 연구를 수행하면서 감염예방을 위해 균이 검출될 경우 분리된 결과를 해당 지역에 신속히 통보하여 지역위생 및 해산물 관리와 언론 홍보를 통해 감염위험 노출에 주의할 것을 당부하였고 비브리오패혈증균 예측시스템 운영을 위한 경기 해안지역 비브리오패혈증균 검출 정보를 공유하였다. 비브리오패혈증균 예측시스템은 식품의약품안전처와 질병관리청이 운영하고 있고 주요 항만, 양식장, 해수욕장 등 246개 지역에서 실시간으로 수온, 염분 등 해양환경을 모니터링하여 감염 발생 가능성을 알리고 있다. 따라서 해양환경에서 비브리오패혈증균의 출현과 생태에 관한 지속적인 조사연구는 감염 발생 증가 및 지역적 분포를 확장시킬 수 있는 가능성을 평가하거나 사전 예방대책을 수립하는데 기여할 수 있을 것이다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

1. Thompson FL, Austin B, Swings J. The biology of vibrios. Washington, D.C.: ASM Press; 2006. p. 13-26.
2. Bross MH, Soch K, Morales R, Mitchell RB. *Vibrio vulnificus* infection: diagnosis and treatment. *Am Fam Physician*. 2007; 76(4): 539-544.
3. Daniels NA. *Vibrio vulnificus* oysters: pearls and perils. *Clin Infect Dis*. 2011; 52(6): 788-792.
4. Kim DM, Hong SJ. *Vibrio vulnificus* sepsis. *Korean J Med*. 2012; 82(6): 671-679.
5. Park SD, Lee JY, Kim HD, Yoon NH. Clinical study of *Vibrio vulnificus* sepsis. *Korean J Dermatol*. 2006; 44(6): 696-707.
6. Korea Disease Control and Prevention Agency. Total surveillance infectious disease statistical information. Available: <https://npt.kdca.go.kr/npt/biz/npp/ist/bass/bassAreaStatsMain.do> [Accessed 2 August 2023].

7. Kim JS, Lee EG, Chun BC. Epidemiologic characteristics and case fatality rate of *Vibrio vulnificus* infection: analysis of 761 cases from 2003 to 2016 in Korea. *J Korean Med Sci.* 2022; 37(9): e79.
8. Kang SJ, Jung SI, Peck KR. Historical and clinical perspective of *Vibrio vulnificus* infections in Korea. *Infect Chemother.* 2020; 52(2): 245-251.
9. Jeong YI, Myung GE, Choi EJ, Soh SM, Park GJ, Son TJ. Distribution of pathogenic Vibrios in the aquatic environment adjacent to coastal areas of South Korea and analysis of the environmental factors affecting their occurrence. *J Environ Health Sci.* 2018; 44(2): 133-142.
10. Jung IH. Climate change and pathogenic *Vibrio* estimating models in coastal Area. Cheongju: Korea Disease Control and Prevention Agency; 2012.
11. Gyeonggi Province Maritime & Fisheries Research Institute. Environment of the fishing ground in the Gyeonggi Bay. Available: <https://npt.kdca.go.kr/npt/biz/npp/ist/bass/bassAreaStatsMain.do> [Accessed 23 August 2023].
12. Ministry of Food and Drug Safety. *Vibrio* sepsis prediction system. Available: <https://vibrio.foodsafetykorea.go.kr/search.do> [Accessed 2 August 2023].
13. Kim YM. Contamination of shellfish with *Vibrio vulnificus* the present situation and countermeasures. *Korean J Food Hyg.* 1993; 8(2): S13-S21.
14. Chase E, Young S, Harwood VJ. Sediment and vegetation as reservoirs of *Vibrio vulnificus* in the Tampa Bay Estuary and Gulf of Mexico. *Appl Environ Microbiol.* 2015; 81(7): 2489-2494.
15. Høi L, Larsen JL, Dalsgaard I, Dalsgaard A. Occurrence of *Vibrio vulnificus* biotypes in Danish marine environments. *Appl Environ Microbiol.* 1998; 64(1): 7-13.
16. Wright AC, Hill RT, Johnson JA, Roghman MC, Colwell RR, Morris JG Jr. Distribution of *Vibrio vulnificus* in the Chesapeake Bay. *Appl Environ Microbiol.* 1996; 62(2): 717-724.
17. Randa MA, Polz MF, Lim E. Effects of temperature and salinity on *Vibrio vulnificus* population dynamics as assessed by quantitative PCR. *Appl Environ Microbiol.* 2004; 70(9): 5469-5476.
18. Halpern BS, Walbridge S, Selkoe KA, Kappel CV, Micheli F, D'Agrosa C, et al. A global map of human impact on marine ecosystems. *Science.* 2008; 319(5865): 948-952.
19. Martinez-Urtaza J, Bowers JC, Trinanes J, DePaola A. Climate anomalies and the increasing risk of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* illnesses. *Food Res Int.* 2010; 43(7): 1780-1790.
20. Newton A, Kendall M, Vugia DJ, Henao OL, Mahon BE. Increasing rates of vibriosis in the United States, 1996-2010: review of surveillance data from 2 systems. *Clin Infect Dis.* 2012; 54(Suppl 5): S391-S395.
21. Lindgren E, Andersson Y, Suk JE, Sudre B, Semenza JC. Public health. Monitoring EU emerging infectious disease risk due to climate change. *Science.* 2012; 336(6080): 418-419.
22. Cho ED, Park KS. Distribution of pathogenic *Vibrio* species in seawater in Gomso Bay and Byeonsan, west coast of Korea. *Korean J Fish Aquat Sci.* 2019; 52(6): 625-630.
23. Na HY, Lee DY, Yoo CK. Prevalence and characteristics of pathogenic *Vibrio* spp. in Korea, 2012. *Public Health Wkly Rep.* 2015; 8(24): 542-547.
24. Franco SL, Swenson GJ, Long RA. Year round patchiness of *Vibrio vulnificus* within a temperate Texas bay. *J Appl Microbiol.* 2012; 112(3): 593-604.

〈저자정보〉

윤수정(연구사), 편희수(연구원), 이윤희(연구원), 박소정(연구사), 강경자(연구사), 허은선(연구사), 정일형(팀장), 김범호(부장), 권순목(연구사)