J. Fd Hyg. Safety 16(3), 241–246 (2001)

여름철 활어조 해수에서 병원성 비브리오균의 분포 및 환경인자와의 관계

김지회† · 박정흠 · 이태식 · 이희정 · 김성준
국립수산진흥원

Distribution of Pathogenic Vibrios and Environmental Factors Affecting Their Occurrence in the Seawater of Live Fish Tank

Ji Hoe Kim†, Jeong Heum Park, Tae Seek Lee, Hee Jung Lee and Seong Jun Kim
National Fisheries Research and Development Institute, Pusan 619-902, Korea

ABSTRACT – Distribution of pathogenic vibrios in the seawater of live fish tank and effect of environmental factors on their existence were investigated by collecting samples from fish markets and restaurants in 6 different cities. Pathogenic vibrios and coliforms were determined by using the most probable number (MPN) procedure, and aerobic plate count was enumerated by the standard pour plate method. No *Vibrio cholerae* O1 was detected in all the samples tested. Detection rates of *V. cholerae* non-O1, *V. parahaemolyticus* and *V. vulnificus* in all the samples tested were 7.7%, 69.2% and 23.1%, respectively. Water temperature and turbidity of the seawater measured were higher in the pathogenic vibrios positive samples than in those negative samples. However, higher salinity and pH were shown in the pathogenic vibrios negative samples than in positive samples. The aerobic plate counts and MPN of total and fecal coliforms in the seawater were higher in the presence of pathogenic vibrios than in the absence of pathogenic vibrios. In this study, the presence of pathogenic vibrios in the seawater tested was closely related with other physiochemical parameters and populations of coliforms, indicators for food safety.

Key words □ pathogenic vibrios, distribution, *Vibrio* sp., live fish tank, indicator bacteria

서 론

Vibrio 속(genus)에는 다양한 종(species)이 있으며 그 중 10여종이 사람의 건강과 관련이 있는 것으로 알려져 있고, 특히 *Vibrio cholerae* O1, *V. cholerae* non-O1, *V. vulnificus* 및 *V. parahaemolyticus*가 중요시되고 있다[1-4].

병원성 비브리오균은 우리 나라 연안에서도 해수 및 어패류 등에서 빈번히 검출되고 있고, 매년 여름철에는 이러한 세균에 의한 식중독 사고가 발생하여 식품 위생상 심각한 문제로 되고 있다[5-10]. 병원성 비브리오균에 의한 감염은 창상 등 피부를 통하는 경우도 일부 있으나 대부분 어패류의 생식 즉, 경구감염에 의하여 발생하는 것으로 알려져 있다[1-4]. 따라서 수산물을 많이 섭취하고 또 생선회 등 어패류를 날것으로 즐겨먹는 우리의 식생활에서 병원성 비브리오균이 식품위생 안전성이라는 측면에서 차지하는 비중은 대단히 크다고 생각된다. 한편, 음식점 등에서 활어의 일시 보관을 목적으로 사용하는 활어조 해수의 청결상태는 어패류의 위생상태에 직접적으로 영향을 미칠 것으로도 또한 생각된다. 우리 나라에서 활어조 해수의 위생실태에 관해서는 일부 보고된 바 있으나[10-12] 이러한 연구는 제한된 지역에서 국한된 균종에 대해서만 조사되었을 뿐 해수의 이화학적 요인 및 위생지표세균 등과의 관계에 대해서는 직접적으로 비교 검토되지 못하였다.

본 연구는 여름철 활어조의 위생관리 자료를 제공하기 위하여 우리 나라 6개 도시의 횟집이나 어시장의 활어조에 사용하는 해수 시료에서 병원성 비브리오균과 위생지표세균의 오염정도를 알아보고 병원성 비브리오균과 다른 이화학적 인자 및 위생지표세균과의 관계를 비교하였다.

재료 및 방법

시 료

실험에 제공된 해수는 1995년 7월 21부터 7월 25일에 걸쳐 서울시, 인천시, 전남 목포시 및 여수시, 경남 통영시, 부산시 등, 총 6개 도시의 어시장 5개 지점과 음식점 8개 지

†Author to whom correspondence should be addressed.

Table 1. Sampling location and source of the seawater collected

Collected city	Sampling site	Collected date	Source
Seoul	S-A	July 24, 1995	Restaurant
	S-B	"	Fish market
Incheon	I-A	"	Restaurant
	I-B	"	Fish market
Pusan	P-A	July 25, 1995	"
	P-B	July 21, 1995	Restaurant
	P-C	"	"
Tongyeong	T-A	"	Fish market
	T-B	"	Restaurant
Yeosu	Y-A	"	"
	Y-B	"	"
Mokpo	M-A	"	Fish market
	M-B	"	Restaurant

점에서 활어 보관에 사용하는 해수를 멸균된 1 l들이 채수병 2개에 채취하였으며(Table 1), 채취한 해수는 얼음을 채운 스티로폼 용기에 담아 실험실로 운반 후 실험에 사용하였다.

방 법

수온, 염분, pH 및 탁도의 측정

시료 해수의 수온은 봉상 온도계를 사용하여 현장에서 측정하였으며, 그 외 항목은 실험실에서 측정하였다. pH는 pH meter(Fisher Scientific, Model 815MP)로 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 나타내었다.

병원성 비브리오균의 측정

병원성 비브리오균의 함량은 미국 FDA의 Bacteriological Analytical Manual[1]에서 나타낸 최확수법(most probable number, MPN)을 약간 변형하여 측정하였다(Fig. 1). 즉, 해수 1 l를 pore size 0.45 μm의 membrane filter로 여과하고, 여과막을 100 ml의 Alkaline Peptone Water(APW, pH 8.5)[1]로 blending한 후 APW로 단계별로 1/10배씩 희석한 것을 각 희석단별로 3개의 APW 시험관에 접종하여 35°C에서 배양하였다. *V. cholerae* O1 및 *V. cholerae* non-O1의 계수를 위해서는 8시간 배양액을, *V. parahaemolyticus*와 *V. vulnificus*의 계수를 위해서는 이 배양액을 18시간 배양한 후 각각 Thiosulfate Citrate Bile Sucrose(TCBS) Agar(Difco)에 streak하고, 각 plate는 35°C에서 18~20시간 배양하였다. 배양한 TCBS Agar에서 *V. cholerae* O1 및 *V. cholerae* non-O1의 경우에는 황색 집락을, *V. parahaemolyticus*와 *V. vulnificus*의 경우에는 녹색 집락을 각각 취하여 각종 생화학 동정시험과 혈청시험을 실시한 후 균수를 산출하고 MPN/100 ml로 나타내었다.

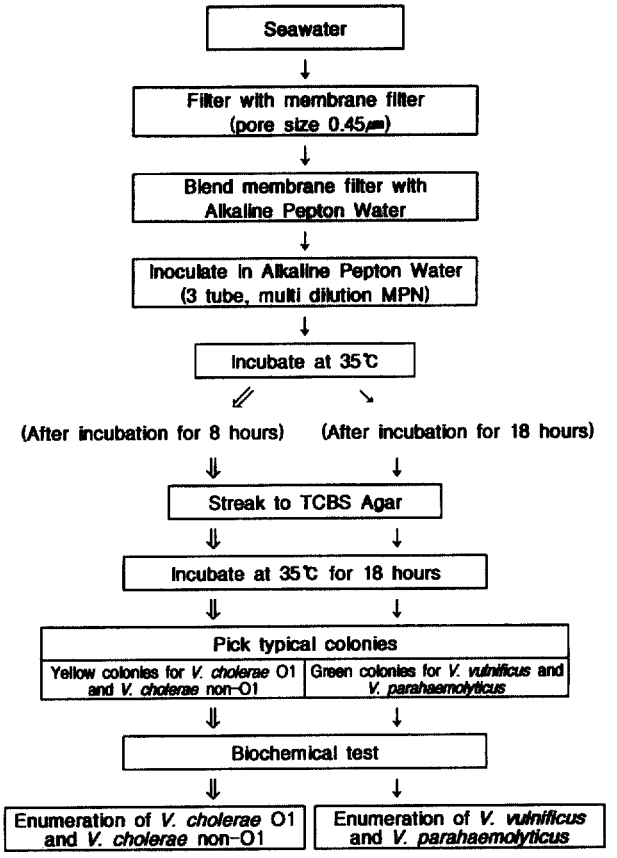

Fig. 1. Schematic diagram for enumeration of pathogenic vibrios.

생균수 및 위생지표세균의 측정

생균수, 대장균군 및 분변계 대장균 함량은 A.P.H.A.[13]의 방법에 따라 시험하였다. 생균수는 Plate Count Agar(Difco)를 사용하여 35 ± 0.5°C에서 48시간 배양한 후 해수 ml당 Colony Forming Unit(CFU)로 나타내었다. 대장균군 및 분변계 대장균은 최확수법으로 각 희석단별로 5개 시험관을 사용하여 측정하였다. 즉, 해수는 Lauryl Tryptose Broth(Difco)에 접종하고 35 ± 0.5°C에서 24 및 48시간 배양한 후 gas 양성인 시험관은 확정시험을 실시하였다. 대장균군의 확정시험은 Brilliant Green Lactose Bile, 2% Broth(Difco)에 접종하여 35 ± 0.5°C에서, 분변계 대장균의 확정시험은 EC Broth(Difco)에 접종하여 44.5 ± 0.2°C의 항온수조에서 각각 배양한 후 gas 양성인 시험관을 100 ml당 MPN으로 나타내었다.

결과 및 고찰

이화학적 성상

서울시를 비롯한 6개 도시의 음식점과 활어를 판매하는 어시장 등 총 13개 지점에서 채취한 시료해수의 이화학적 특성은 Table 2에 나타내었다.

시료를 채취한 각 지점에서의 수온은 17.5~25.0°C의 범위로서 도시에 따라 다소 차이가 있었을 뿐 아니라 같은 도시 내에서도 채취지점에 따라 상이하였다. 특히 서울시의 S-A 지점(19.8°C)과 S-B지점(25.0°C), 인천시의 I-A지점(17.5°C)과 I-B지점(24.5°C)에서 그 차이가 현격하였다. 이렇게 같은 도시에 있어서도 지점에 따라 큰 차이를 나타내는 것은 활어조에 해수냉각 장치의 사용여부와 관련이 있는 것으로 판단되었다.

염분농도는 18.69~33.91 PSU 범위로서 목포시의 M-B지점(18.69 PSU)과 통영시의 T-B지점(25.98 PSU)을 제외하고는 30 PSU 이상으로 정상적인 해수의 염분농도에 가까웠으며, 다른 도시에 비하여 부산시와 여수시에서 염분 농도가 다소 높았다. 목포시의 1개소에서 염분이 낮았던 것은 활어조에 공급된 해수에 담수 유입량이 많았기 때문으로 추정되며, 목포시에서는 이미 다른 연구에서도 염분농도가 16.0 PSU 정도로 낮게 보고된 경우가 있다[8].

pH는 6.47~7.57 범위였고 통영시와 목포시의 각 2개 지점, 부산시와 서울시의 각 1개 지점의 시료는 pH 7.0 이하였다. 탁도는 0.15~3.35 NTU의 범위로서 부산시의 P-C지점이 가장 낮았고, 인천시의 I-B지점에서 가장 높았다. 인천시의 I-B지점에서 탁도가 높았던 것은 시료 채취 당시 연안해수를 직접 활어조에 공급하였기 때문으로 사료된다.

Table 2. Physiochemical parameters measured in the seawater collected from 6 different cities

Collected city	Temperature (°C)	Salinity (PSU)	pH	Turbidity (NTU)
Seoul				
S-A	19.8	30.801	7.01	0.76
S-B	25.0	30.373	6.71	0.68
Incheon				
I-A	17.5	30.381	7.10	0.47
I-B	24.5	30.558	7.57	3.35
Pusan				
P-A	21.0	32.672	7.43	1.50
P-B	20.3	32.287	6.47	0.20
P-C	21.1	33.909	7.37	0.15
Tongyeong				
T-A	24.8	33.081	6.50	1.00
T-B	21.7	25.983	6.48	1.10
Yeosu				
Y-A	–	33.581	7.26	0.21
Y-B	–	33.319	7.27	0.69
Mokpo				
M-A	22.5	30.039	6.52	0.77
M-B	23.0	18.692	6.93	0.28

–, not determined.

병원성 비브리오균의 함량

활어조 해수에서 병원성 비브리오균의 함량을 조사한 결과는 Table 3에 나타내었다.

전염병으로 지정된 콜레라 원인균 *V. cholerae* O1은 전 조사지점에서 검출되지 않았고, 식중독균인 *V. cholerae* non-O1은 13개 지점 중 부산시의 1개 지점에서만 0.4 MPN/100 ml 검출되어 검출율은 7.7%이었다. *V. vulnificus*는 목포시 2개 지점과 서울시의 1개 지점에서만 3.0~12 MPN/100 ml로 검출되어 검출율은 23.1%이었다. 그러나 *V. parahaemolyticus*는 시료 채취지점에 따라 일부 검출되지 않는 곳도 있었으나 지역적으로는 전 도시에서 검출되었고, 검출 시 균수의 범위는 0.3~440 MPN/100 ml이었으며 검출율은 69.2%이었다.

Table 3. MPN of pathogenic vibrios in the seawater of live fish tank

Collected city	MPN/100 ml			
	V. cholerae O1	*V. cholerae* non-O1	*V. parahaemolyticus*	*V. vulnificus*
Seoul				
S-A	< 0.3	< 0.3	0.4	3.0
S-B	< 0.3	< 0.3	3.0	< 0.3
Incheon				
I-A	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
I-B	< 0.3	< 0.3	1.5	< 0.3
Pusan				
P-A	< 0.3	0.4	0.7	< 0.3
P-B	< 0.3	< 0.3	0.3	< 0.3
P-C	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
Tongyeong				
T-A	< 0.3	< 0.3	0.6	< 0.3
T-B	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
Yeosu				
Y-A	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
Y-B	< 0.3	< 0.3	0.6	< 0.3
Mokpo				
M-A	< 0.3	< 0.3	200	12
M-B	< 0.3	< 0.3	440	6.0
Detection rate (%)	0.0	7.7	69.2	23.1

지역적으로는 부산시의 1개 지점(P-A지점)에서는 비록 낮은 균수이기는 하지만 *V. cholerae* non-O1과 *V. parahaemolyticus*가 동시에 검출되었고, 서울시의 1개 지점(S-A지점) 및 목포시의 2개 지점에서는 *V. parahaemolyticus*와 *V. vulnificus*가 동시에 검출되었다. 그리고 목포시에서는 *V. parahaemolyticus*와 *V. vulnificus*가 다른 지역에 비하여 훨씬 높게 검출되는 것을 확인하였다.

지금까지 우리 나라 연안의 병원성 비브리오의 분포에 관한 연구에서 *V. parahaemolyticus*는 여름철에 전 연안의 해수 및 수산물에서 검출되고 있고[5], 부산시내 해수욕장 인근 생선회 전문음식점에서는 본 연구에서 밝혀진 균수보다 많은 균이 검출되기도 하였다[12]. 그리고 *V. vulnificus*도 비록 검출빈도는 *V. parahaemolyticus*보다 낮기는 하지만 여름철에 거의 전 연안에서 검출되며, 특히 서해안의 군산 지역에서 높은 것으로 보고되었다[7]. 또 전남 연안지역에서는 7월~9월에 *V. vulnificus*의 검출율이 높고, 활어조 해수에서도 검출된다고 보고된 바 있다[10]. 그리고 Seong[9]은 부산시, 포항시, 통영시 및 군산시의 해수에서 *V. cholerae* O1은 검출되지 않았으나 *V. cholerae* non-O1, *V. parahaemolyticus* 및 *V. vulnificus*는 검출되었고, 특히 *V. parahaemolyticus*의 검출율이 가장 높았다고 보고하였다. 이러한 결과들은 본 연구에서 나타난 *V. cholerae* O1은 전 조사지점에서 검출되지 않았으나 *V. parahaemolyticus*가 가장 높은 검출빈도를 나타내었고, *V. vulnificus*는 목포시에서 높은 균수로 검출되었던 결과 등과 잘 일치하였다.

생균수 및 위생지표세균의 함량

활어조 해수 중의 생균수, 대장균군 및 분변계 대장균 등 위생지표세균에 대한 조사결과는 Table 4에 나타내었다.

생균수는 140~9,700 CFU/ml 범위이었고, 중앙치는 1,800 CFU/ml이었으며, 여수시의 2개 지점, 부산시와 인천시의 각 1개 지점을 제외하고는 모두 1,000 CFU/ml 이상의 균수를 나타내었다. 또한 부산시의 경우 시료 채취지점에 따라 10배 이상의 차이를 나타내어 같은 도시에 있어서도 지점에 따라 매우 상이하였다.

대장균군의 범위는 170~>16,000 MPN/100 ml이었고, 중앙치는 5,400 MPN/100 ml로 시료 채취지점에 따라 그 변화가 심하였으며, 같은 부산시내에 있어서도 P-B지점에서는 P-A지점보다 약 5배, P-C지점보다는 94배 이상 높은 대장균군 함량을 나타내었다. 분변계 대장균은 <1.8~9,200 MPN/100 ml 범위이었고, 중앙치는 240 MPN/100 ml로서 대장균군에서와 같이 채취지점에 따라 차이가 많았다.

본 연구에서 나타난 이러한 균수는 Heo et al.[11]이 부산시내 해수욕장 인근에 위치한 생선회 전문음식점에서 조사한 결과와 큰 차이가 없었다. 그라고 활어조 용수는 대체적으로 도시의 해안선을 따라 위치한 시장이나 음식점에서 위생지표세균 함량이 높았으며, 이러한 것은 해안선에 인접하여 위치하므로 자가 급수시설을 갖추고 도시하수의 직접적인 영향을 받는 항내수를 사용하기 때문인 것으로 사료된다. Wi et al.[14]은 인구가 밀집된 도시연안의 해수는 특정 오염원이 없는 해역에 비하여 위생지표세균의 함량이 훨씬 높고, 또 이러한 해역에서는 계절에 따라 약간의 변동은 있으나 연중 높은 균수를 나타낸다고 보고한 바 있으며, Park et al.[8]도 목포시에서는 전남의 다른 도서지역보다 위생지표세균이 많이 검출된다고 하였다. 따라서 연안도시의 항내수를 사용하는 활어조에서는 연중 위생지표세균이 많이 검출될 수 있음을 알 수 있다.

Table 4. Enumeration of aerobic plate count and coliforms in the seawater of live fish tank

Collected city	Aerobic plate counts (at 35°C, CFU/ml)	MPN/100 ml	
		Total coliform	Fecal coliform
Seoul			
S-A	2,900	2,400	4.0
S-B	6,500	2,400	240
Incheon			
I-A	620	790	49
I-B	1,100	9,200	490
Pusan			
P-A	1,600	3,500	790
P-B	1,800	>16,000	3,500
P-C	140	170	<1.8
Tongyeong			
T-A	1,900	>16,000	9,200
T-B	1,900	5,400	130
Yeosu			
Y-A	530	16,000	70
Y-B	520	3,500	130
Mokpo			
M-A	6,700	16,000	9,200
M-B	9,700	9,200	1,300
Median	1,800	5,400	240

병원성 비브리오균의 분포와 환경인자와의 관계

분석시료 중 *V. cholerae* O1, *V. cholerae* non-O1, *V. parahaemolyticus* 및 *V. vulnificus* 중 어느 한 종이라도 검출된 시료군과 전혀 검출되지 않았던 시료군을 구분하여 이화학적 인자 및 위생지표세균과 병원성 비브리오균의 출현과의 관계를 비교한 결과는 Table 5에 나타내었다.

실험에 사용된 13개 해수 시료중 병원성 비브리오균이 검

Table 5. Comparison of correlation between existence of pathogenic vibrios and environmental parameters

Items	Existence of pathogenic vibrios			
	Positive samples (n=9)		Negative samples (n=4)	
	Range	Median	Range	Median
Water temperature (°C)	19.8~25.0	22.7	17.5~21.7	21.1
Salinity (PSU)	18.692~33.319	30.801	25.983~33.909	31.941
pH	6.47~7.57	6.93	6.48~7.37	7.18
Turbidity(NTU)	0.20~3.35	0.76	0.15~1.10	0.31
Aerobic plate counts (CFU/ml)	520~9,700	1,900	140~1,900	570
Total coliform (MPN/100 ml)	2,400~>16,000	9,200	170~16,000	2,100
Fecal coliform (MPN/100 ml)	4~9,200	790	<1.8~130	58

출된 시료군은 9개 시료이었고, 전혀 검출되지 않은 시료군은 4개 시료이었다. 병원성 비브리오균이 검출된 해수는 그렇지 않은 해수에 비하여 수온과 탁도는 높았으나 염분과 pH는 낮았고, 생균수, 대장균군 및 분변계 대장균은 모두 병원성 비브리오균이 검출된 해수에서 그 수가 높아 병원성 비브리오균과 환경인자와의 관련성이 시사되었다.

이렇게 수온과 탁도가 높고 염분이 낮은 환경에서 병원성 비브리오균이 잘 검출되는 이유는 다른 연구에서도 알 수 있다. 즉, 연안에서 *V. vulnificus*는 수온 20°C 이상일 때 염분농도가 낮은 해역에서 빈번히 검출되며[7,15], 해수에 접종된 *V. vulnificus*를 4~25°C에 저장하였을 때 온도가 높을수록 오래 생존하며, 정상해수보다는 기수의 염분농도에서, 해수보다는 뻘에서 오래 생존한다고 보고되어 있다[16].

그리고 병원성 비브리오균이 검출된 시료군에서는 그렇지 않은 시료군에 비하여 위생지표세균도 많이 검출되었는데, 유사한 예로 연안환경에서 *V. parahaemolyticus*의 농도가 분변의 오염과 밀접한 관련이 있다는 것이 도시 인접해역이나 강 하구 등에서 일부 확인되어 있다[5,17]. 해양 상재세균인 *V. parahaemolyticus*와 인축의 분변오염의 지표로 사용하는 위생지표세균간에 밀접한 관련이 나타나는 것은 *V. parahaemolyticus*가 육상에서 유래한다기 보다는 유기물이 많은 해역에서 잘 증식하기 때문으로 사료된다.

이상의 결과에서 음식점이나 어시장 활어조의 해수는 위생지표세균의 함량도 높고, 지점에 따른 차이는 있었으나 병원성 비브리오균도 다소 검출되고 있어 이에 대한 적절한 대책이 있어야 할 것으로 생각된다. Choi et al.[18]은 활어용 수조에 자외선 살균장치를 부착하면 해수와 어류의 표피 및 아가미에서 *V. parahaemolyticus*의 제어에 효과적이라고 보고하였고, 또한 대장균(*Escherichia coli*)과 식중독 원인균인 *Staphylococcus aureus, Shigella sonnei* 및 *Salmonella typhi* 등도 자외선에 의하여 쉽게 사멸한다고 알려져 있다[19].

따라서 본 연구에서 나타난 결과와 지금까지의 여러 보고를 종합한 여름철 활어조의 위생관리 대책으로는 우선, 병원성 비브리오균은 도시연안이나 강 하구 등에 많이 분포하므로 특정 오염원과 담수유입이 없는 지역의 자연해수를 사용하고, 가급적 해수는 여과 등의 수단으로 뻘질을 제거하고, 활어조에서는 수온을 낮추면 세균의 생존기간을 단축시킬 수 있으며, 자외선 살균장치를 사용하면 보다 효과적일 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 국립수산진흥원 경상시험 연구비로 수행된 결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

국문요약

서울시를 비롯한 6개 도시의 음식점과 활어를 판매하는 어시장 등에서 활어조에 사용하는 해수에 대하여 병원성 비브리오균의 분포, 이화학적특성 및 위생지표세균 등 환경인자와의 관계를 비교하였다. 시험해수에서 전염병균인 *Vibrio cholerae* O1은 전혀 검출되지 않았고, *V. parahaemolyticus*는 가장 빈번히 검출되었는데 검출율은 69.2%이었다. 그리고 *V. vulnificus* 및 *V. cholerae* non-O1의 검출율은 각각 23.1% 및 7.7%이었다. *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus* 및 *V. cholerae* non-O1 등 병원성 비브리오균이 검출된 활어조의 해수는 그렇지 않은 해수에 비하여 수온과 탁도는 높았고, 염분과 pH는 낮았으며 생균수, 대장균군 및 분변계 대장균이 훨씬 높게 검출되어 이러한 환경인자들과의 관련성이 시사되었다.

참고문헌

1. 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).
2. Farmer, J.J. and Hickman-Brenner, F.W.: The genera *Vibrio* and *Photobacterium*. *In The Prokaryotes, A Handbook on the Biology of Bacteria: Ecophysiology, Isolation, Identification, Application,* 2nd Ed. (Balows, A., Truper, H.G., Dworkin, M., Harder, W. and Schleifer, K.H. eds.) Springer-Verlag, New York, pp. 2952-3011 (1992).
3. WHO Scientific Working Group: Cholera and other vibrio-associated diarrhoeas. *Bulletin of the World Health Organization*, **58**, 353-374 (1980).
4. Oliver, J.D.: *Vibrio vulnificus*. *In Foodborne Bacterial Pathogens,* (Doyle, M.P. ed.) Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 569-600 (1989).
5. Chang, D.S. and Kim, S.J.: Distribution and physiological characteristics of *Vibrio parahaemolyticus* in coastal sea of Korea. *Bull. Nat'l. Fish. Res. Dev. Agency,* **19**, 7-40 (1977) (in Korean).
6. Chang, S.H., Song, D.J., Yang, S.J., Shin, I.S. and Kim, Y.M.: Ecology of *Vibrio cholerae* non-O1 and *Vibrio mimicus* in estuary of Kum river, Korea. *J. Korean Fish. Soc.*, **28,** 15-22 (1995) (in Korean).
7. Kim, Y.M., Shin, I.S. and Chang, D.S.: Distribution of *Vibrio vulnificus* in the coast of south Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **20**, 591-600 (1987) (in Korean).
8. Park, K.S., Han, C., Suk, K.Y., Jung, H.C., Kim, Y.H. and Kim, C.K.: Microbiological study and isolation of the *Vibrio vulnificus* in the sea water, sediment, fish and shellfish, kitchen environment of Chunnam coastal area. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**, 449-455 (1993) (in Korean).
9. Seong, H.K.: Studies on the classificatory characteristics and virulence factors of *Vibrio cholerae* non-O1. Ph. D. thesis of Pukyung National University, 125 pp. (1997) (in Korean).
10. Yang, H.C., Hong, S.S., Kim, K.H., Choi, S.H. and Chung, H.J.: Distribution of *Vibrio vulnificus* in Chonnam coastal area. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **27**, 70-74 (1999) (in Korean).
11. Heo, S.H., Kim, Y.M. and Lee, D.G.: Study on the sanitary indicative bacteria of seawater in fish preservatory tanks during the mid summer. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **12,** 19-26 (1983) (in Korean).
12. Kim, Y.M.: Study on the *Vibrio parahaemolyticus* of sea water in fish preservatory tanks during the mid summer. *Bull. Dong Eui Technical Jr. College*, **9**, 251-254 (1983) (in Korean).
13. American Public Health Association: Recommended Procedures for the Examination of Seawater and Shellfish, 4th Ed. American Public Health Association, Inc., New York, 105 pp. (1970).
14. 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. Nat'l. Fish. Res. Dev. Agency,* **50**, 179-204 (1995) (in Korean).
15. Kelly, M.T.: Effect of temperature and salinity on *Vibrio* (*Beneckea*) *vulnificus* occurrence in a Gulf coast environment. *Appl. Environ. Microbiol.*, **44**, 820-824 (1982).
16. Kim, Y.M. and Kwon, J.Y.: Effects of salinity and temperature on the survival of *Vibrio vulnificus*. *J. Korean Fish. Soc.*, **30**, 367-376 (1997) (in Korean).
17. Watkins, W.D. and Cabelli, V.J.: Effect of fecal pollution on *Vibrio parahaemolyticus* densities in an estuarine environment. *Appl. Environ. Microbiol.*, **49**, 1307-1313 (1985).
18. Choi, S.T., Park, M.Y. and Chang, D.S.: Sanitary control of aquarium tank water with U.V. light. *J. Korean Fish. Soc.*, **28**, 428-434 (1995) (in Korean).
19. Chang, J.C.H., Ossoff, S.F., Lobe, D.C., Dorfman, M.H., Dumais, C.M., Qualls, R.G. and Johnson, D.: UV inactivation of pathogenic and indicator microorganisms. *Appl. Environ. Microbiol.*, **49**, 1361-1365 (1985).