J. Fd Hyg. Safety 10(2), 53 - 59 (1995)

금강 하구에 있어서 *Vibrio vulnificus*의 생태학적 특성

양송주 · 김형선 · 권지영 · 장수현* · 김영만†
*동의대학교 식품영양학과, *군산대학교 수산가공학과*

Ecological Characteristics of *Vibrio vulnificus* in Estuary of Kum River

Song-Ju Yang, Hyung-Sun Kim, Ji-Young Kwon, Soo-Hyun Chang* and Young-Man Kim
*Department of Food Science and Nutrition, Dongeui University, Pusan 614-714, Korea and *Department of Sea Processing, Kunsan University, Kunsan 573-360, Korea*

ABSTRACT—*Vibrio vulnificus*, a normal inhabitant in estuaries, is of great concern because it is a potent human pathogen causing septicemia, wound infection and gastrointestinal disease in susceptible hosts. To elucidate the distribution and environmental factors of *V. vulnificus* in Kum river, sampling was undertaken in five station from March, 26, 1993 to February, 22, 1994. Samples of 54 and 49 were collected from seawater and bottom deposit. The total detection rate of *V. vulnificus* was 11.7%. The detection rates of *V. vulnificus* in the seawater and the bottom deposit were 9.3% and 14.3% respectively. *V. vulnificus* was mainly detected in estuary water when temperature was above 23°C and salinity was below 15‰. We suppose that water temperature, salinity, pH and COD affect growth of *V. vulnificus*.

Key words □ *Vibrio vulnificus*, Kum river, Septicemia

*Vibrio*속으로는 총 44종이 알려져 있으며, 그 중에서 사람의 건강과 관련된 병원성균은 *V. vulnificus(Vibrio vulnificus), V. alginolyticus, V. cholerae 01, V. cholerae non-01, V. cincinnatiensis, V. damsela, V. fluvialis, V. furnissii, V. hollisae, V. metschnikovii, V. mimicus, V. parahaemolyticus*가 알려져 있고, 연구의 진행에 따라 그 수가 증가될 것으로 예상 된다.[1]

*V. vulnificus*는 굴, 대합 및 피조개 등의 조개류와 생선 뿐만 아니라 뻘과 플랑크톤에서도 분리된 바 있으며,[2-6] 일본,[7] 벨기에[8] 및 호주[9]에서 *V. vulnificus*에 의한 감염이 보고되었다. 그리고 미국의 마이애미, 플로리다 및 포트랜드 연안에서 분리된 sucrose 음성 *Vibrio* 3,887균주 중에서 lactose 발효 특성을 나타낸 4.2%가 *V. vulnificus*로 동정된 바 있다고 보고되었으며,[3] 이 균은 수온이 20°C 이상이고 염도가 낮은 해역에서 빈번하게 검출된다고 하였다.[10] 또한 환경 분리균과 환자 분리균의 세균학적 특징이나 항생제 감수성 그리고 치사 독성에 대한 차이는 없는 것으로 보고되었다.[5,11-13]

우리 나라에서는 1979년 처음으로 패혈증 환자가 발생하였으나 정확한 원인을 알지 못하였고, 1981년에야 그 원인균이 *V. vulnificus*임을 밝히게 되었다.[14] 1980, 1981 및 1983년에 환자가 발생한 것으로 보고되었고,[15] 1985년에는 25명의 환자가 발생하여 그 중 12명이 사망함으로써 사회적인 문제로까지 발전하게 되었다. 이러한 과정에서 이 병을 괴저병 또는 패혈증이라고 하였으며, 괴저병이라 불려진 것은 임상 증상 중에서 피부가 불에 덴 것 같은 겉모양을 띤다(vulnus=wound)는 의미에서 유래하였다.[16] 우리 나라에서는 1985년 7월에 이 질병을 비브리오 패혈증으로 정식 명명하였다.[17]

장 등[12]은 *V. vulnificus*의 분포와 세균학적 특성을 구명하기 위하여 부산 지역의 해수와 해산물을 대상으로 실험한 결과, 수온이 26°C인 8월에 빈번하게 검출되었으며, *V. vulnificus*가 가장 잘 성장하는 최적 온도와 pH는 각각

† To whom correspondence should be addressed.

35°C와 pH 8.0이라고 하였다. 김 등[18]이 한국 연안의 *V. vulnificus*의 분포를 조사한 결과를 보면, 1986년 3월부터 10월 사이에 부산을 비롯하여 포항, 충무, 여수, 군산 및 시화만을 대상으로 해수와 해산 무척추동물을 시료로 실험한 결과, 총 240개의 시료로부터 47%가 *V. vulnificus* 양성으로 나타났으며, 해수는 외항수보다 내항수에서, 해산무척추동물은 게와 피조개에서 검출률이 높게 나타났다고 하였다. 또한 시기 별로는 수온이 높은 7~10월에 많이 검출되었으며, 지역 별로는 동해안이나 남해안에 비하여 염도가 낮은 서해안이 높게 검출되었고, 특히 군산 인근 지역에서 검출률(67%)이 가장 높았다고 보고하였다. 해산물을 생식하는 식습관을 가지고 있는 우리 나라에서는 특히 여름철에 이 균에 오염된 생선회를 먹고 패혈증을 일으켜 사망하는 사건이 매년 발생하고 있지만, *V. vulnificus*의 생태에 대한 연구 자료는 부족한 실정이다. 따라서 이 균의 생태를 정확히 파악하여 *V. vulnificus*의 출현을 미리 예측하고, 이에 관한 적절한 대책을 세운다면 국민 보건 향상에 기여할 것으로 기대된다.

우리 나라에서 다른 지역보다 검출률이 높으며 저호염성 *Vibrio*가 서식하기 좋은 조 건을 갖추었다고 알려진 군산 지역,[18-20] 특히 금강 하 지역을 주목할 필요가 있다. 이 지역은 여름철 수온이 20°C 이상이고 바다와 하천이 합류되어 염도가 낮고 수심이 얕으며, 뻘이 많은 지역이다. 또한 유기물질의 유입이 많아서 영양물질이 풍부한 편이다.[17] 그러므로 금강 하구는 *V. vulnificus*의 생태를 구명하는 데 좋은 조건을 갖춘 지역이라고 사료되어서 1993년 3월부터 1994년 2월까지 금강 하구의 *V. vulnificus* 생태에 관한 실험 결과를 보고하는 바이다.

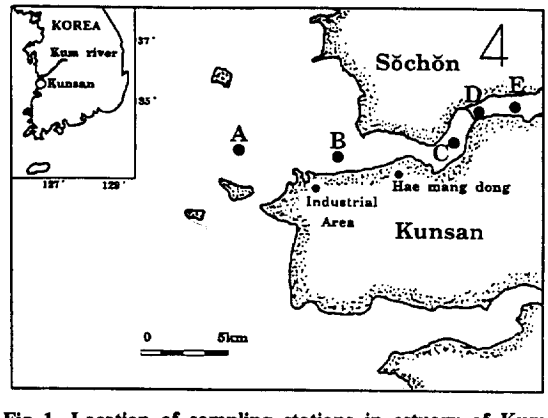

Fig 1. Location of sampling stations in estuary of Kum river.

재료 및 방법

시료 채취 장소

*V. vulnificus*의 분포조사를 위한 검체의 채취는 1993년 3월 26일부터 1994년 2월 22일 사이에 금강 하구언 상류 2 km 지점(E지점)에서 오식도 앞바다(A지점)까지 Fig. 1에 표시된 5개 장소를 선정하여 채취하였다.

시료 채취 방법

시료 채취는 매월 1회 만조시에 실시하였으며, 실험에 사용된 물은 1 m 깊이의 것을 채수기로 채취하였고, 뻘은 동일 장소에서 채니기로 채취하였으며, 물 54개, 뻘 49개, 총 103개 시료를 채취하여 실험에 사용하였다. 각 채취된 시료는 500 ml 용량의 멸균 광구병에 담아 10°C 이하로 유지되

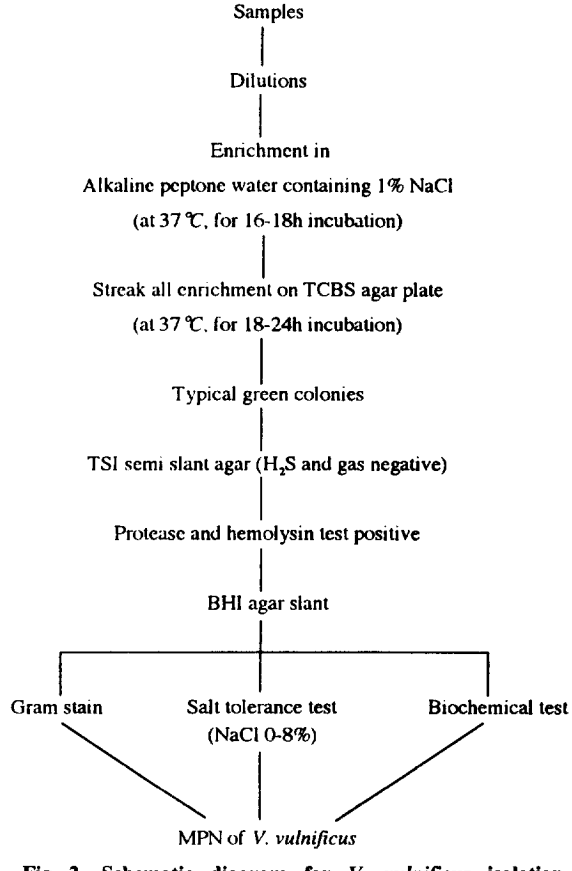

Fig 2. Schematic diagram for *V. vulnificus* isolation method.

Table 1. Environmental conditions and MPN of *V. vulnificus* from station A in esturay of Kum river.

Date	Temp. (℃)	PH		V.V.[c](MPN/100 ml)		Salinity (‰)	COD (ppm)
		SW[a]	BD[b]	SW	BD		
93. 3. 26	8.0	8.1	7.2	<3.0	<30.0	23	-[d]
4. 17	10.2	8.2	8.0	<3.0	<30.0	30	0.60
5. 22	18.0	8.2	7.9	<3.0	<30.0	24	0.30
6. 19	21.0	8.0	7.6	<3.0	<30.0	26	0.90
7. 31	24.3	8.2	7.5	<3.0	<30.0	23	0.90
8. 17	24.0	7.9	7.7	<3.0	<30.0	22	1.10
9. 10	26.0	8.0	7.8	<3.0	<30.0	23	1.30
10. 28	24.0	8.2	7.9	<3.0	120,000	23	0.20
12. 7	8.0	8.0	7.9	<3.0	<30.0	23	-
94. 1. 18	4.9	8.2	8.0	<3.0	<30.0	22	1.10
2. 22	4.5	8.1	7.3	<3.0	<30.0	29	0.80

[a] Seawater; [b] Bottom deposit; [c] *V. vulnificus*; [d] Not tested.

Table 2. Environmental conditions and MPN of *V. vulnificus* from station B in estuary of Kum river

Date	Temp. (℃)	PH		V.V.[c](MPN/100 ml)		Salinity (‰)	COD (ppm)
		SW[a]	BD[b]	SW	BD		
93. 3. 26	8.5	8.2	6.6	<3.0	<30.0	29	-[d]
4. 17	13.0	8.0	8.0	<3.0	<30.0	26	-
5. 22	18.0	8.2	7.8	<3.0	<30.0	11	0.90
6. 19	22.0	8.1	7.6	<3.0	<30.0	22	1.60
7. 31	24.5	8.0	7.7	<3.0	<30.0	19	0.90
8. 17	24.0	7.8	7.0	<3.0	<30.0	17	1.30
9. 10	24.0	7.8	7.7	<3.0	30.0	15	1.50
10. 28	24.0	8.1	8.0	<3.0	<30.0	23	0.70
12. 7	7.1	8.3	7.9	<3.0	<30.0	25	-
94. 1. 18	4.2	8.2	7.8	<3.0	<30.0	17	2.30
2. 22	4.5	8.1	7.5	<3.0	<30.3	17	1.10

[a] Seawater; [b] Bottom deposit; [c] V. vulnificus; [d] Not tested.

는 빙장함에 넣어 실험실로 즉시 운반하여 증균배지에 접종하였다.

수온 및 염도 측정

수온 및 염도는 현장에서 각 시료 채취 지점의 수심 1 m 부분을 temperature-salinity-conductivity meter(YSI Co., SCT-33, USA)로 측정하였다.

COD(chemical oxygen demand) 측정

COD는 AOAC(association of official analytical chemists)[21]의 방법에 준하여 실시하였다.

pH 측정

pH는 현장에서 pH Boy-C1(Shindengen Co., SU-08, Japan)으로 측정하였다.

균의 분리 동정 및 균수 검사

균의 분리 동정 및 균수 검사는 Fig. 2와 같이 실시하였다. 뻘과 물은 모두 원시료를 10^{-1}~10^{-6} 까지 희석하여 1% NaCl을 가한 alkaline peptone 수에 접종하고, 37±

Table 3. Environmental conditions and MPN of *V. vulnificus* from station C in estuary of Kum river

Date	Temp. (°C)	PH SW[a]	PH BD[b]	V.V.[c](MPN/100 ml) SW	V.V.[c](MPN/100 ml) BD	Salinity (‰)	COD (ppm)
93. 3. 26	9.5	8.0	7.5	<3.0	<30.0	21	-
4. 17	12.0	7.8	7.6	<3.0	<30.0	14	1.50
5. 22	20.0	7.9	7.7	<3.0	<30.0	14	1.10
6. 19	23.0	7.7	7.5	30.0	<30.0	7	2.90
7. 31	25.5	7.6	-[d]	<3.0	-	7	1.80
	25.0	7.7	7.8	<3.0	91.0	7	1.10
8. 17	24.0	7.5	-	<3.0	-	11	-
	24.2	7.6	7.2	<3.0	91.0	4	1.10
	23.6	7.5	-	<3.0	-	5	-
9. 10	24.0	7.6	-	<3.0	-	6	2.40
	24.0	8.1	7.6	<3.0	<30.0	4	2.20
	25.0	7.7	-	<3.0	-	17	1.50
10. 28	24.5	7.7	8.1	30.0	9,300	16	1.10
12. 7	6.1	7.9	7.9	<3.0	<30.0	12	-
94. 1. 18	3.5	8.0	8.0	<3.0	<30.0	6	3.80
2. 22	4.0	8.1	7.7	<3.0	<30.0	17	2.80

[a] Seawater; [b] Botton deposit; [c] *V. vulnificus*; [d] Not tested.

Table 4. Environmental conditions and MPN of *V. vulnificus* from station D in estuary of Kum river

Date	Temp. (°C)	pH SW[a]	pH BD[b]	V.V.[c](MPN/100 ml) SW	V.V.[c](MPN/100 ml) BD	Salinity (‰)	COD (ppm)
93. 3. 26	-[d]	-	-	-	-	-	-
4. 17	14.0	8.0	7.5	<3.0	<30.0	10	1.80
5. 22	-	-	-	-	-	-	-
6. 19	24.0	7.6	7.2	3.0	<30.0	5	2.10
7. 31	24.5	7.5	8.0	<3.0	<30.0	5	1.50
8. 17	24.0	7.7	7.8	<3.0	<30.0	1	1.50
9. 10	24.0	8.1	7.3	30.0	6,000	5	2.20
10. 28	24.0	7.8	7.8	<3.0	21,000	7	2.10
12. 7	6.0	7.6	7.7	<3.0	<30.0	10	-
94. 1. 18	-	-	-	-	-	-	-
2. 22	4.0	7.6	7.4	<3.0	<30.0	14	3.10

[a] Seawater; [b] Bottom deposit; [c] *V. vulnificus*; [d] Not tested.

1°C에서 16~18시간 증균배양하였다.

증균배지에서 양성으로 나타난 시험관의 균액 한 백금이를 TCBS(thiosulfate citrate bile salt sucrose, Difco Co., USA) 평판배지에 획선배양하여 전형적인 녹색 집락을 선정하여 분리하고 분리된 균을 TSI(triple sugar iron, Difco Co., USA) 반사면배지에 접종하여 가스 생성 여부를 확인하였다. TSI 반사면배지에서 가스 생성이 없는 균은 Harigan과 McCance법[22]에 의하여 protease와 hemolysin 양성인 균주만을 선정하였다. 선정된 균주들을 BHI(brain heart infusion, Difco Co., USA) 사면배지에 이식하여 형태,

Table 5. Environmental conditions and MPN of *V. vulnificus* from station E in estuary of Kum river

Date	Temp. (℃)	pH		V.V.[c](MPN/100 ml)		Salinity (‰)	COD (ppm)
		SW[a]	BD[b]	SW	BD		
93. 3. 26	-[d]	-	-	-	-	-	-
4. 17	12.0	8.0	7.7	<3.0	<30.0	11	1.80
5. 22	-	-	-	-	-	-	-
6. 19	14.0	7.8	7.3	<3.0	<30.0	4	2.00
7. 31	25.2	7.6	7.1	<3.0	<30.0	4	2.00
8. 17	23.4	7.4	6.9	<3.0	<30.0	2	1.90
9. 10	25.0	7.8	7.3	60.0	<30.0	14	3.50
10. 28	25.0	7.8	7.3	60.0	<30.0	14	3.50
12. 7	6.3	7.7	7.5	<3.0	<30.0	11	-
94. 1. 18	-	-	-	-	-	-	-
2. 22	5.0	7.6	7.4	<3.0	<30.0	13	2.30

[a] Seawater; [b] Bottom deposit; [c] *V. vulnificus*; [d] Not tested.

식염 내성 및 생리 생화학적 검사를 하였다. 동정을 위한 생리 생화학적 검사는 미국 FDA 표준 방법[23]에 준하여 실시하였다. 이와 같은 실험에서 동정된 균을 토대로 *V. vulnificus* 양성 시험관 수를 구하여 MPN(most probable number)법으로 균수를 산정하였다.

결과 및 고찰

시료 채취 지점별 환경 조건과 검출 균수

시료 채취 지점별 환경 조건과 검출 균수는 Table 1~5와 같다.

A지점의 물에서는 *V. vulnificus*가 연중 검출되지 않았으나, 뻘에서는 10월에 MPN이 120,000/100 m*l*로 균수가 다른 지역에 비하여 높은 편이었다(Table 1).

B지점의 물에서는 *V. vulnificus*가 검출되지 않았고, 9월에 뻘에서 MPN이 30/100 m*l*로 검출되었다(Table 2).

C지점은 *V. vulnificus*가 물에서 6월과 10월에 30/100 m*l*씩 검출되었으며, 이 때의 수온은 23°C와 24.5°C이었고, pH는 7.7, 염도는 7.0과 16.0‰, COD는 2.80과 1.10 ppm이었다. C지점 물의 환경적 특징은 A, B지점보다 COD가 높은 편이었고 해수와 강물이 합류되는 지점이어서 염도가 낮은 편이었다. C지점의 뻘에서는 *V. vulnificus*가 7, 8 및 10월에 검출되었는데, 특히 10월에는 MPN이 9,300/100 m*l*로 물에 비하여 검출 균수가 높게 나타났다(Table 3).

D지점의 물에서는 *V. vulnificus*가 6월과 9월에 MPN이 3/100 m*l*와 30/100 m*l*이었고, 이 때의 수온은 24°C, 염도는 5.0‰로 낮았으며, COD는 각각 2.10 ppm과 2.20 ppm으로 높은 편이었다. 그리고 뻘에서는 9월과 10월에 MPN이 각각 6,000/100 m*l*, 21,000/100 m*l*로 물보다 비교적 균수가 높게 검출되었으며, 이 때의 수온은 24°C이고, 뻘의 pH는 7.3과 7.8이었다(Table 4).

E지점은 물에서만 *V. vulnificus*가 검출되었으며, 10월에 MPN이 60/100 m*l*이었고 수온은 25°C, 염도는 14.0‰, COD는 3.50 ppm이었다.(Table 5).

이상의 결과에서 *V. vulnificus*의 생육에 영향을 미치는 인자는 수온과 염도 그리고 수중의 유기물질의 농도라고 사료된다.

시료 채취 지점별 검출률

시료 채취 지점별 *V. vulnificus*의 검출률을 Table 1~5에서 비교해 보면, 물에서는 *V. vulnificus*가 A, B지점에서 검출되지 않았고, C지점은 12.5%, D지점은 25% 그리고 E지점은 12.5%로 검출되었으며, D지점에서 가장 높은 검출률을 나타내었다. 물에서 *V. vulnificus*가 검출된 지역의 수온은 23~25°C였고, 염도는 5.0~16.0‰로 낮았고, COD는 1.10~3.50 ppm이었다. 뻘에서는 E지점을 제외한 모든 지점에서 *V. vulnificus*가 검출 되었는데, A, B지점에서는 동일하게 9.1%의 검출률을 나타냈으며, C지점은 27.3%, D지점은 25%의 검출률을 나타내 뻘에서는 C지점에서 가장 높은 검출률을 나타냈다. *V. vulnificus*는 해수와 강물이 만나는 C, D지점에서 많이 검출되었는데 이 지점은 기수 지

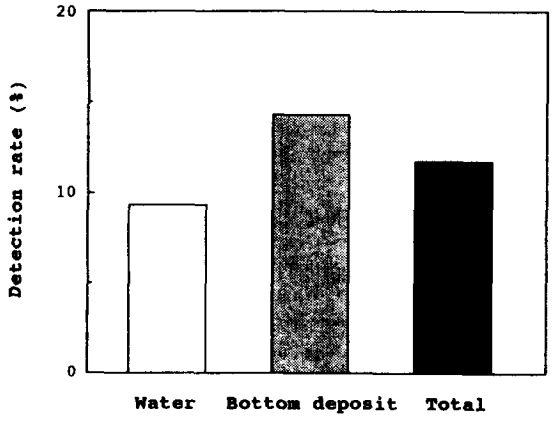

Fig. 3. Detection rate of *V. vulnificus* in water and bottom deposit.

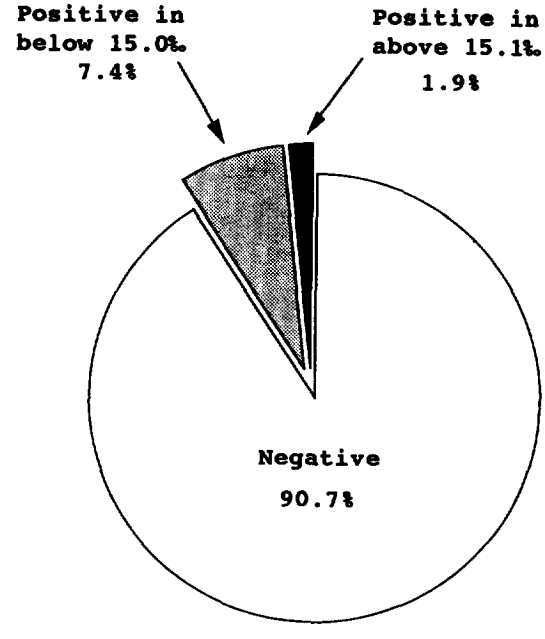

Fig. 4. Detection rate of *V. vulnificus* under different salinity in water.

점으로 *V. vulnificus*는 염도가 해수보다 낮은 기수에서 잘 생육한다고 추정되어지며, 이런 결과는 Kelly 등[10] 및 김[17]의 보고와도 일치한다.

물과 뻘의 검출률 비교

전체 시료 103개 중에서 *V. vulnificus* 양성으로 나타난 것은 11.7%이었으며 물 54개 중 5개가 양성으로 나타나 9.3%의 검출률을 보였으며, 뻘 49개 중 7개가 양성으로 나타나 14.3%의 검출률을 보였다(Fig. 3). Kaysner 등5)은 미국 서부 연안에서 채취한 조개류나 뻘보다 해수에서 *V. vulnificus*가 더 자주 검출되었다고 보고하였으며, O'Neill 등[6]은 New Hampshire와 Maine지역의 뻘에서는 *V. vulnificus* 가 검출되지 않았다고 하였다. 그러나 Kelly[10] 및 김 등[18]은 *V. vulnificus*가 뻘에 서식하고 월동하는 것으로 보고하였으며, 본 실험 결과에서도 해수보다 뻘에서 *V. vulnificus*의 검출률이 더 높은 것으로 나타나 뻘과 *V. vulnificus*의 서식 사이에는 상관 관계가 있는 것으로 추정되므로 *V. vulnificus*의 생태를 구명하기 위하여 이에 대한 연구가 더 필요하다고 사료된다.

물의 염도와 검출률과의 관계

*V. vulnificus*의 검출률은 염도 15.0‰ 이하에서 7.4%를 나타냈고, 15.1‰ 이상에서는 1.9%로 뚜렷한 차이가 있었다(Fig. 4). 이러한 결과는 Tison 등11)이 고온(>20°C)과 적당하게 낮은 염도(5~20%)에서 *V. vulnificus* 검출률이 높았다고 보고한 결과와 일치하는 경향이었다.

국문요약

여름철에 해산물 등의 섭취로 인한 식중독 사고 예방대책 수립에 필요한 자료를 제공하고자, 우리 나라에서 검출률이 높으며 저호염성 *Vibrio*가 서식하기 좋은 조건을 갖추었다고 알려진 금강 하구 지역을 대상으로 1993년 3월 26일부터 1994년 2월 22일까지 물 54개, 뻘 49개, 총 103개의 시료를 채취하여 *V. vulnificus*의 분포와 수질 환경을 조사한 결과는 다음과 같다. 전체 시료 103개 중에서 11.7%가 *V. vulnificus* 양성이었으며, 물은 54개 시료 중 9.3%, 뻘 49개 시료 중 14.3%가 양성으로 나타났으며, 해수와

뿐 모두 10월에 가장 높은 검출률을 나타내었다. 그리고 *V. vulnificus*는 수온이 23°C 이상, 염도는 15‰ 이하의 기수에서 검출률이 높았으므로, *V. vulnificus*의 생육에 영향을 미치는 인자는 수온, 염도 및 수중의 유기물질 농도라고 사료된다.

참고문헌

1. 本田武司, 山本耕一郎, 飯田哲也.: ビブリオ屬菌の毒素, 遺傳子, 病原性. *Medical Immunology.*, **21**(3.4), 313-323 (1991).
2. Oliver, J.D., R.A. Warner and D.R. Cleland.: Distribution and ecology of Vibrio vulnificus and other lactose-fermenting marine vibrios in coastal waters of the southeastern United States. *Appl. Environ. Microbiol.*, **44**, 1404-1414 (1982).
3. Oliver, J.D., R.A. Warner and D.R. Cleland.: Distribution of Vibrio vulnificus and other lactose-fermenting vibrios in the marine environment. *Appl. Environ. Microbiol.*, **45**, 985-998 (1983).
4. Tamplin, M., G.E. Rodrick, N.J. Blake and T. Cuba.: Isolation and characterization of *Vibrio vulnificus from two Florida esturies. Appl. Environ Microbiol.*, **44**, 1466-1470 (1982).
5. Kaysner, C.A., C. Abeyta. Jr., M.M. Wekell, A. DePaoLa. Jr., R.F. Stott and J.M. Leitch.: Virulent strains of *Vibrio vulnificus* isolated from estuaries of the United States west coast. *Appl. Environ. Microbiol.*, **53**, 1349-1351 (1987).
6. O'Neill, K.R., S.H. Jones and D.J. Grimes.: Seasonal incidence of *Vibrio vulnificus* in the Great Bay Estuary of New Hampshire and Maine. *Appl. Environ. Microbiol.*, **58**, 3257-3262 (1992).
7. Matsuo, T., S. Kohno, T. Ikeda, K. Saruwatari and H. Ninomiya.: Fulminating lactose-positive *Vibrio* septicemia. *Acta. Pathol. Jpn.*, **28**, 937-948 (1978).
8. Mertens, A., J. Nagler, W. Hansen and E. Gepts-Friedenreich.: Halophilic, lactose-positive *Vibrio* in a case of fatal septicemia. *J. Clin. Microbiol.*, **9**, 233-235 (1979).
9. Ghosh, H. K. and T.E. Bowen.: Halophilic vibrios from human tissue infections on the Pacific coast of Australia. *Pathology.*, **12**, 397-402 (1980).
10. Kelly, M.T.: Effect of temperature and salinity on *Vibrio (Beneckae) vulnificus* occurrence in a Gulf Coast environment. *Appl. Environ. Microbiol.*, **44**, 820-824 (1982).
11. Tison, D.L. and M.T. Kelly.: Virulence of *Vibrio vulnificus* strains from marine environments. *Appl. Environ. Microbiol.*, **51**, 1004-1006 (1986).
12. 장동석, 신일식, 최승태, 김영만.: *Vibrio vulnificus* 균의 분포 및 세균학적 특성. 韓水誌, **19**(2), 118-126 (1986).
13. 김영만.: *Vibrio vulnificus*의 치사독성에 관하여. 韓國營養食糧學會誌, **18**(2), 175-180 (1989).
14. 구정순, 김대원, 한규섭, 석종성,박명희, 김상인.: Lactose fermenting *Vibrio (Vibrio vulnificus)* 패혈증 5예. 大韓病理學會誌, **16**(3), 463-469 (1982).
15. 김현옥, 임창현, 정윤섭, 이삼일, 전재윤, 강진경.: *Aeromonas hydrophila*로 잘못 동정된 2예를 포함한 *Vibrio vulnificus* 패혈증 4예. 大韓臨床病理學會誌, **4**(1), 115-123 (1984).
16. 三好伸一: ビブリオ感染症. -非消化器感染を 中心に- *J. Antibact. Antifung. Agents.*, **17**(6), 279-285 (1989).
17. 김영만.: 비브리오 패혈증과 어패류. 韓國水産會, pp. 35-46 (1992).
18. 김영만, 신일식, 장동석.: 한국 연안의 *Vibrio vulnificus*의 분포에 관한 연구. 韓水誌, **20**(6), 591-600 (1987).
19. 송철, 김호훈, 강연호, 이광식, 전현수, 이재관, 오해성, 서준석.: 비브리오 불니 피쿠스(*Vibrio vulnificus*) 균의 분포 및 병원성에 관한 연구. 국립보건원보, **22**, 79-91 (1985).
20. 장동석, 김영만, 박욱연, 성희경, 유홍식, 김신명, 김영목.: 어패류에 대한 비브리오균 오염 실태에 관한 연구. 부산수산대학교. 식품미생물학교실, pp. 1-19, 24-29 (1993).
21. AOAC.: Association of Offical Analytical Chemists. Vol. I. Kenneth Helrich ed. 15th., Arlington Virginia, U.S.A. pp. 316-317 (1990).
22. Harrigen, M.F. and M.E. McCance.: Biochemical tests for bacteria in "Lab. methods in food and dairy microbiology". Academic press, New York. pp. 81 (1976).
23. FDA.: Bacteriological Analytical Manual 7th Ed. Department of Health Education and Welfare. Food and Drug Administration U.S.A. pp. 11-138 (1992).