

## ***Vibrio cholerae non-O1*과 *Vibrio mimicus*의 생장에 대한 염도와 온도의 영향**

장수현 · 송대진\* · 양송주\*\* · 신일식\*\* · 김영만\*\*

군산대학교 수산가공학과

\*제주대학교 식품공학과

\*\*동의대학교 식품과학연구소

## **Effects of Salinity and Temperature on the Survival of *Vibrio cholerae non-O1* and *Vibrio mimicus***

**Soo-Hyun CHANG, Dae-Jin SONG\*, Song-Ju YANG\*\*, Il-Shik SHIN\*\*  
and Young-Man KIM**

Department of Sea Food Processing, Kunsan University, Kunsan 573-360, Korea

\*Department of Food Science and Technology, Cheju National University,

Cheju 690-756, Korea

\*\*Research Institute of Food Sciences, Donggeui University, Pusan 614-714, Korea

*Vibrio cholerae non-O1* and *Vibrio mimicus*, food poisoning bacteria, have detected frequently in fresh water and brackish water. To establish prevention measures of food poisoning outbreak by these bacteria, the adaptability and population changes were examined in fresh water, brackish water (10‰ NaCl) and seawater (30‰ NaCl). Both species poorly survived as temperature increased regardless of water types employed. However, survival time was the shortest in fresh water and longest in seawater at 4°C. In case of brackish water, the bacteria survived best at 15°C and population were varied only in small numbers. Any significant difference was not observed to both species with respect to water types and temperatures except *V. mimicus* survived about 5~6 days longer in brackish water. In conclusion, *V. cholerae non-O1* and *V. mimicus* were not likely to be recovered in normal fresh water, brackish water and seawater, and both biological and physicochemical factors could affect survival of these species.

**Key words :** food poisoning, *Vibrio cholerae non-O1*, *Vibrio mimicus*

### 서 론

*Vibrio* 속은 담수부터 해수까지 넓은 수역에서 검출되는 gram 음성간균으로서 현재 12종이 사람에게 질병을 일으키는 것으로 알려져 있다. 이들 중 *Vibrio cholerae non-O1*, *Vibrio mimicus*, *Vibrio parahaemolyticus* 및 *Vibrio fluvialis* 등 4종이 일본 후생성에서 식중독 원인균으로 지정되어 있다 (Miyoshi, 1989). 이중 *V. cholerae non-O1* 은 cholerae toxin (Yamamoto et al, 1983a, 1983b), shiga-like toxin (O'Brien et al, 1982; O'Brien et al, 1984), heat stable toxin (Arita et al,

1986), hemolysin (Nishibuchi and Seidler, 1983; Yoh et al, 1986) 등을 생산하며, 심한 설사증을 유발하는 것으로 알려져 있다. 또 최근에는 *V. cholerae non-O1*에 의한 장염 발생률이 *V. cholerae O1*에 의한 발생률보다 높다는 보고도 있다 (Janda et al, 1988). 그리고 *V. mimicus* 는 cholerae toxin (Spira et al, 1984; Chowdhury et al, 1987), cholerae toxin-related enterotoxin (Dotevall et al, 1985), heat stable enterotoxin-like toxin (Nishibuchi and Seidler, 1983; Arita et al, 1991), heat lable toxin-like toxin (Gyobu et al, 1988) 등을 생산하고 설사, 구토, 발열 등의 증상 (Chowdhury

et al, 1989)을 나타내며, 이 균에 오염된 수산 식품과 관련된 식중독의 보고 (Muramatsu et al, 1981; Sasagawa et al, 1980; Shandera et al, 1983)가 있다.

이 두 균은 생태적인 특징과 세균학적 특징이 매우 유사하며 수권에 넓게 분포하고 있다. *V. parahaemolyticus*, *V. fluvialis*가 염도 30‰ 정도의 해수에서 주로 검출되고 있는데 반하여, 이 두 균은 염도가 낮은 수권에서 서식하기 쉽고 검출도 잘 된다고 알려져 있으며 특히 해양의 만이나 바닷물과 민물이 만나는 강하구에서 검출률과 균수가 높게 나오는 것으로 보고되고 있다 (FDA, 1992). 그러나 이 균들이 수질 상태가 어떨 때 잘 적응하며 증식하는지에 관하여서는 아직 연구가 부족하다. 최근, 이 균들에 의한 식중독 환자가 많이 발생하여 새로운 식중독으로 주목받고 있음에도 불구하고 자연 환경에 있어서의 분포나 생태에 대한 보고는 방글라데쉬 (Glass et al, 1982; Davis et al, 1981; Chowdhury et al, 1986), 일본 (Venkateswaran et al, 1989; Chowdhury et al, 1989), 미국 (Davis et al, 1981; Lee et al, 1984; Rhodes et al, 1986) 등 국 외에서는 다소 있으나, 국내는 거의 없는 실정이다.

이에 본 연구자들은 수질 상태의 변화, 특히 염도와 수온의 변화가 *V. cholerae* non-O1과 *V. mimicus*의 증감에 미치는 영향이 클 것으로 추측되어, 염도와 수온의 변동에 따른 균수 변화를 조사하여 식중독 사고 예방을 위한 대책 수립에 필요한 자료를 제공하고자 일본 Okayama대학에서 분양 받은 *V. cholerae* non-O1

과 *V. mimicus*를 이용하여 민물, 기수 및 해수에서 적응도를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 사용 균주

*V. cholerae* non-O1 과 *V. mimicus*는 환자에서 분리된 균주로 日本 岡山大學 藥學部 環境衛生化學教室 (岡山市, 日本)로 부터 분양 받아 사용하였다.

### 2. 실험에 사용한 물

실험에 사용된 민물은 1994년 8월 8일 낙동강 하류의 물금 취수장에서 채수하여 사용하였고, 해수는 1994년 8월 9일 경상남도 기장군 앞 바다에서 채수하여 사용하였다. 민물과 해수는 사용전 pore size 0.8 μm의 membrane filter로 여과하였고, TCBS (thiosulfate citrate bile salts sucrose, Difco Co., USA) 평판배양에서 green 및 yellow colony가 나오지 않는 것을 확인하였다. 기수는 여과한 민물과 해수를 염도가 10‰이 되도록 섞어서 사용하였다.

시험에 사용된 물의 수질 검사는 음용수의 수질 기준 등에 관한 규칙의 음용수의 수질검사 방법 (식품위생관계법규, 1993)에 준하여 실시하였으며, 민물과 해수의 실험 결과는 Table 1, 2와 같다. 민물은 14 항목을 검사한 결과, 가뭄으로 인하여 pH가 8.0 부근

Table 1. Analytical results of water quality used as a fresh water

Tested items	Criteria of third grade	Results
pH	6.5~8.5	8.0
BOD(mg/l)	below 6	5.2
DO(mg/l)	above 5	11.9
SS(mg/l)	below 25	10.0
ABS(mg/l)	below 2.5	ND*
Cr(mg/l)	below 0.05	ND
As(mg/l)	below 0.05	ND
Cd(mg/l)	below 0.01	ND
Pb(mg/l)	below 0.1	ND
CN(mg/l)	ND	ND
Organic phosphate(mg/l)	ND	ND
Hg(mg/l)	ND	ND
PCB(mg/l)	ND	ND
Total coliform(MPN/100ml)	below 5,000	1,200

\*Not detected.

Table 2. Analytical results of water quality used as a sea water

Tested items	Criteria of second grade	Results
pH	6.5~8.5	7.9
COD(mg/l)	below 2	1.9
SS(mg/l)	below 25	1.4
Distillation residue(mg/l)	ND	ND
Total nitrogen(mg/l) <sup>1</sup>	below 0.1	0.123
Total phosphate(mg/l) <sup>2</sup>	below 0.015	0.013
Cr(mg/l)	below 0.05	ND <sup>3</sup>
As(mg/l)	below 0.05	ND
Cd(mg/l)	below 0.01	ND
Pb(mg/l)	below 0.1	ND
Cu(mg/l)	below 0.02	ND
Zn(mg/l)	below 0.1	ND
CN(mg/l)	ND	ND
Organic phosphate(mg/l)	ND	ND
Hg(mg/l)	ND	ND
PCB(mg/l)	ND	ND
Total coliform(MPN/100ml)	below 1,000	ND
Conductivity(0MHOS)		45,000
Salinity(‰)		30.0

<sup>1</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N+NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N; <sup>2</sup>, PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>-P; <sup>3</sup>, Not detected

으로 다소 높게 나타났으며, BOD도 조금 높은 편이었다. 그리고 대장균군의 MPN이 1,200으로 높은 편이었다. 그러나 용존산소 및 여러 가지 중금속 함량 등 검사 항목 모두가 3급수 기준에 적합하였다 (Table 1). 해수는 19항목을 검사한 결과, pH가 7.9로 예상보다 다소 낮았으며, COD는 조금 높게 나타났으나, 검사한 항목 모두가 2급수 기준치에 적합하였다 (Table 2). 평상시의 강하구 물은 3급수 정도이고 연안 해수는 2급수 정도이므로 담수와 해수 모두 실험에 사용하는 데 적합하였다.

### 3. 수온, 염도 및 conductivity 측정

수온, 염도 및 conductivity는 현장에서 temperature-salinity-conductivity meter (YSI Co., SCT-33, USA)로 수심 1m에서 측정하였다.

### 4. pH 측정

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

### 5. 염도, 수온의 변화에 따른 균수 변화 측정

*V. cholerae* non-O1과 *V. mimicus*를 BHI (brain heart infusion) broth (Difco, Co., USA)에 18시간 前培養한 후 원심분리하여 균체를 모아 PBS (phosphate buffered saline, pH 7.5, NaCl 1%)로 2회 씻은 다음 PBS 10ml에 현탁하였다. 이 현탁액 일정량을 각각 민물, 기수 그리고 해수에 접종하여 4, 15 및 26 ± 1°C에서 저장하면서 시간에 따른 균수의 변화를 측정하였다. 균수의 측정은 각 배양액을 10배수로 단계 희석한 후 TCBS 평판배지를 이용하여 표면도말법으로 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 민물에서 수온의 변화에 따른 균수 변화

최초균수를 10<sup>5</sup>/ml 정도 민물에 접종하여 4, 15 및 26 ± 1°C에 저장하면서 균수 변화를 본 결과 26 ± 1°C에서 *V. cholerae* non-O1과 *V. mimicus*가 6일에 사멸

하였고 15°C에서 *V. cholerae* non-O1은 10일, *V. mimicus*는 8일에 사멸한 반면, 4°C에서는 *V. cholerae* non-O1이 10일, *V. mimicus*는 6일만에 사멸하였다. 이상의 결과로 볼 때 민물에서 *V. cholerae* non-O1보다 *V. mimicus*가 적응력이 약한 것으로 추정되며 *V. cholerae* non-O1은 4와 15°C, *V. mimicus*는 15°C에서 안정성이 높음을 알 수 있었다. 두 균주 모두 여름철 표층수온 정도인 26 ± 1°C에서 가장 적응력이 낮았으며 10<sup>7</sup>/ml 정도의 균을 접종하였을 때는 1일 이내에 사멸하였다. 그리고 봄 가을철 평균 표층수온인 15°C에서 두 균주 모두 안정성이 높은 것으로 나타났다 (Fig. 1). 이런 결과로 미루어 보면 여름철에 *V. cholerae* non-O1과 *V. mimicus*가 다량 오염되거나 증식되면 자연 소멸되는데 1주일 정도 걸리기 때문에 주의가 요망된다. 그리고 유기물질의 오염이 심한 지역이나, 비가 많이 온 후는 더 긴 기간 동안 물속에 균이 생존할 가능성이 있으므로 이에 대한 연구가 요망된다. Venkateswaran et al (1989)은 *V. cholerae* non-O1이 염도 0.4~2.6‰의 담수에서 검출되었다고 보고한 바 있으나 그 검출률이 상당히 낮았고, Chowdhury et al (1989)은 *V. mimicus*의 경우 염도가 1‰ 이하인 호수에서의 검출률이 염도가 2~4‰인 강에서 보다 극히 낮았다고 보고하였다. 이러한 보고로 볼 때, 두 균이 염도 10‰ 이상의 물에서보다 민물에서 빨리 사멸하는 본 실험의 결과와 유사하였다.

2. 기수에서 수온의 변화에 따른 균수 변화

염도 10‰로 조절된 기수에 10<sup>5</sup>/ml 정도의 *V. cholerae* non-O1과 *V. mimicus*를 접종하여 4, 15 및 26 ±

1°C에 저장하면서 균수 변화와 두 균주를 10<sup>5</sup>/ml 정도 접종하여 26 ± 1°C에서 저장하면서 균수 변화를 본 결과는 Fig. 2와 같다.

각 온도 모두 *V. cholerae* non-O1보다 *V. mimicus*의 생존기간이 길었으며 시간이 경과함에 따라 균수가 감소되다가 사멸하였다. 두 균주 모두 15, 4 및 26 ± 1°C 순으로 생존기간이 길었고 15°C에서 가장 안정성이 높았으며 *V. cholerae* non-O1은 10일, *V. mimicus*는 16일에 사멸하였다. 26 ± 1°C에서 최초 균수를 저농도로 접종하였을 때는 배양 1~2일 채 1 log cycle 정도 균수가 증가한 후 시간이 경과함에 따라 급속히 감소되다가 사멸되었다 (Fig. 2). 15°C일 때 염도 10‰의 기수에서 특징적인 것은 생존기간이 민물이나 염도 30‰의 해수에서 보다 2~4일 길었다는 점이다. 또 *V. mimicus*의 경우도 15°C에서 다른 조건에 비하여 균수가 서서히 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 두 균주 모두 염도 0.4~30‰의 범위에서 검출되나 (Venkateswaran et al, 1989; Chowdhury et al, 1989), 10‰ 부근의 염도가 *V. cholerae* non-O1과 *V. mimicus*의 최적 적응조건이라고 사료되며, 강물과 바닷물이 만나는 기수 지역에서 환경 조건만 맞으면 급속히 증식할 가능성이 높다고 볼 수 있고 많은 균이 증식된 후 유기물질 농도의 저하나 온도의 변화로 균이 다시 소멸되는 것으로 보여진다.

3. 해수에서 수온의 변화에 따른 균수 변화

염도 30‰의 해수에 10<sup>5</sup>/ml 정도되게 *V. cholerae* non-O1과 *V. mimicus*를 접종하여 4, 15 및 26 ± 1°C에 저장하면서 균수 변화와 10<sup>5</sup>/ml 정도의 균을 접종하

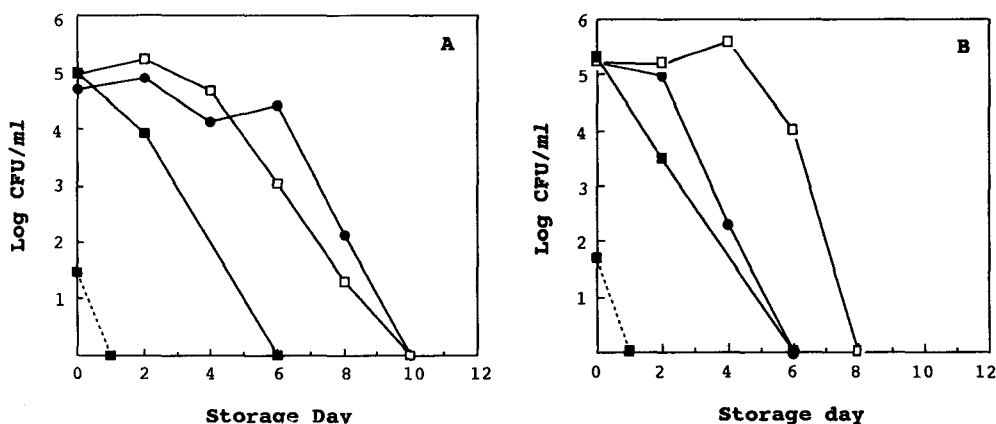


Fig. 1. Effects of temperature on the survival of *V. cholerae* non-O1 (A) and *V. mimicus* (B) in fresh water.

●, 4°C; □, 15°C; ■, 26 ± 1°C.

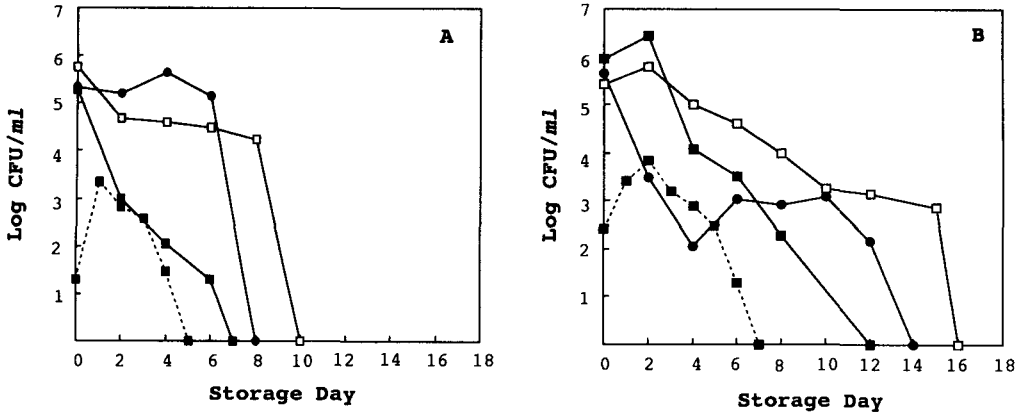


Fig. 2. Effects of temperature on the survival of *V. cholerae* non-O1 (A) and *V. mimicus* (B) in brackish water.

●, 4°C; □, 15°C; ■, 26 ± 1°C.

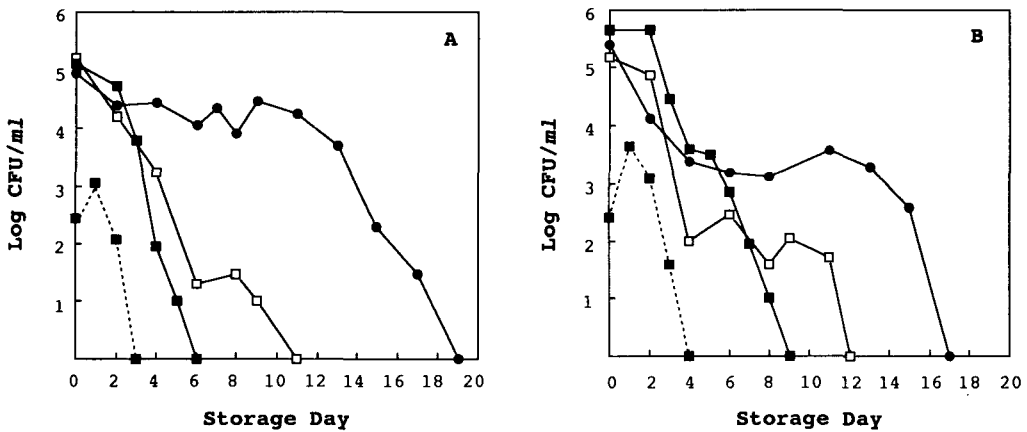


Fig. 3. Effects of temperature on the survival of *V. cholerae* non-O1 (A) and *V. mimicus* (B) in seawater.

●, 4°C; □, 15°C; ■, 26 ± 1°C.

여 26 ± 1°C에 저장하면서 균수 변화를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다.

해수에서는 두 균주 공히 온도가 높을수록 생장기간이 짧았고, 최초균수를 약 10<sup>2</sup>/ml 정도로 접종하였을 때는 26 ± 1°C에서 배양 1일 후 1 log cycle 정도 증가하였으나 그 후 급격히 감소하여 3~4일만에 사멸하였다. 한편, 4°C에서는 생장기간이 *V. cholerae* non-O1이 19일, *V. mimicus*가 17일로 실험된 조건 중에서 가장 길었다 (Fig. 3).

Kaspar and Taplin (1993)은 *V. vulnificus*의 경우, 염도가 15~25‰에서 14°C가 21°C에서 보다 생장기간이 더 길었고, 이 결과는 최적 염도가 아닌 경우

온도가 환경에 대한 저항성에 영향을 미친다고 보고하였다. 이러한 결과로 볼 때 증식 최적염도가 10‰이라고 알려져 있는 *V. cholerae* non-O1과 *V. mimicus*가 해수에서 15와 26 ± 1°C보다 4°C에서 생장기간이 길게 나타난 것도 이와 같은 맥락에서 이해될 수 있을 것이며, 플랑크톤이나 유기물을 함유하고 있는 자연 환경의 해수에서는 겨울에도 이들 균이 잔존하고 있을 가능성이 있는 것으로 추측된다.

이상의 결과를 보면 *V. cholerae* non-O1과 *V. mimicus*는 일반적인 해수, 기수, 담수에서는 증식되기 어려우며, 많은 양의 균이 오염되었다고 하여도 시간이 경과하면 소멸될 것으로 사료된다. 그러나 여러 조건

의 수권에서 이 균들이 분리되고 있는 것은 수질 조건의 변화 특히 유기물질의 오염이 높은 곳에서는 증식이 가능해지기 때문에 강물과 바닷물이 섞이는 강하구와 같은 특수한 지역에서, 온도와 유기물질의 농도가 적당할 때 증식되는 것으로 추정할 수 있다.

## 요 약

새로운 식중독 원인균으로 주목을 받고 있고 수권에서 잘 검출된다고 알려져 있는 *V. cholerae* non-O1과 *V. mimicus*를 대상으로 민물, 기수 및 해수에서 염도와 온도의 변화에 따른 균수의 증감을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 민물에서 *V. cholerae* non-O1은  $26 \pm 1^\circ\text{C}$ 보다 4와  $15^\circ\text{C}$ 에서 생장기간이 길었으며 *V. mimicus*는 4와  $26 \pm 1^\circ\text{C}$ 보다  $15^\circ\text{C}$ 에서 생장기간이 길었다.
2. 기수에서는 두 균주 모두  $15, 4, 26 \pm 1^\circ\text{C}$ 순으로 생장기간이 길었다.
3. 해수에서는 두 균주 공히 온도가 높을수록 생장기간이 짧았으며,  $4^\circ\text{C}$ 에서 실험조건 중 생장기간이 가장 길었다.
4. 민물에서는 *V. mimicus*보다 *V. cholerae* non-O1의 안정성이 높았고, 기수에서는 *V. cholerae* non-O1보다 *V. mimicus*의 안정성이 높았으며 해수에서는 두 균주 사이에 큰 차이가 없었다.
5. 염도와 온도의 변화는 *V. cholerae* non-O1과 *V. mimicus*의 생장에 중요한 인자이다.

## 참 고 문 헌

- Arita, M., T. Honda, T. Miwatani, T. Takeda, T. Takao and Y. Shimonishi. 1991. Purification and characterization of a heat-stable enterotoxin of *Vibrio mimicus*. FEMS Microbiol. Lett., 79, 105~110.
- Arita, M., T. Takeda, T. Honda and T. Miwatani. 1986. Purification and characterization of *Vibrio cholerae* non-O1 heat-stable enterotoxin. Infect. Immun., 52, 45~49.
- Chowdhury, M. A. R., H. Yamanaka, S. Miyoshi, K. M. S. Aziz and S. Shinoda. 1989. Ecology of *Vibrio mimicus* in aquatic environments. Appl. Environ. Microbiol., 55, 2073~2078.
- Chowdhury, M. A. R., K. M. S. Aziz, B. A. Kay and Z. Rahim. 1987. Toxin production by *Vibrio mimicus* strains isolated from human and environmental sources in Bangladesh. J. Clin. Microbiol., 25, 2200~2203.
- Chowdhury, M. A. R., K. M. S. Aziz, Z. Rahim and B. A. Kay. 1986. Toxigenicity and drug sensitivity of *Vibrio mimicus* isolated from fresh water prawns (*Macrobrachium malcolmsonii*) in Bangladesh. J. Diarrhoeal Dis. Res., 4, 37~40.
- Davis, B. R., G. R. Fanning, J. M. Madden, A. G. Steigerwalt, H. B. Bradford, Jr., H. L. Smith, Jr. and D. J. Brenner. 1981. Characterization of biochemically atypical *Vibrio cholerae* strains and designation of a new pathogenic species, *Vibrio mimicus*. J. Clin. Microbiol., 14, 631~639.
- Dotevall, H., G. Jonson-Stromberg, S. Sanyal and J. Holmgren. 1985. Characterization of enterotoxin and soluble hemagglutinin from *Vibrio mimicus* identity with *V. cholerae* O1 toxin and hemagglutinin. FEMS Microbiol. Lett., 27, 17~22.
- FDA. 1992. Bacteriological Analytical Manual 7th Ed. Food and Drug Administration U. S. A., pp. 11~138.
- Glass, D. I., S. Becker, M. I. Huq, B. J. Stoll, M. U. Khan, M. H. Merson, J. V. Lee and R. E. Black. 1982. Endemic cholera in rural Bangladesh, 1966~1980. Am. J. Epidemiol., 116, 959~970.
- Gyobu, Y., H. Kodama and H. Uetake. 1988. Production and partial purification of a fluid-accumulating factor of non-O1 *Vibrio cholerae*. Microbiol. Immunol., 32, 565~577.
- Janda, J. M., C. Powers, R. G. Bryant and S. L. Abbott. 1988. Current perspectives on the epidemiology and pathogenesis of clinically significant *Vibrio* spp. Clin. Microbiol. Rev., 1, 245~

- 267.
- Kaspar, C. W. and M. L. Tamplin. 1993. Effects of temperature and salinity on the survival of *Vibrio vulnificus* in seawater and shellfish. *Appl. Environ. Microbiol.*, 59, 2425~2429.
- Lee, J. V., D. J. Bashford, T. J. Donovan, A. L. Furniss and P. A. West. 1984. The incidence and distribution of *Vibrio cholerae* in England, *In* R. R. Colwell(ed.). *Vibrios in the environment*. John Wiley and Sons, Inc., New York., pp. 427~450.
- Muramatsu, K., M. Wada, M. Kobayashi, T. Shimada and R. Sakazaki. 1981. A food-borne outbreak of infection possibly with *Vibrio cholerae* serovar 6. *J. Jpn. Assoc. Infect. Dis.*, 55, 1~6.
- Miyoshi, S. 1989. Infection of *Vibrio* sp. *J. Antibact. Antifung. Agents.*, 17, 279~285.
- Nishibuchi, M and R. J. Seidler. 1983. Medium-dependent production of extracellular enterotoxins by non-O1 *Vibrio cholerae*, *Vibrio mimicus*, and *Vibrio fluvialis*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 45, 228~231.
- O'Brien, A. D., G. D. LaVeck, M. R. Thompson and S. B. Formal. 1982. Production of *Shigella dysenteriae* 1 (Shiga)-like cytotoxin by *Escherichia coli*. *J. Infect. Dis.*, 146, 63~69
- O'Brien, A. D., M. E. Chen, R. K. Holmes, J. Kaper and M. M. Levine. 1984. Environmental and human isolates of *Vibrio cholerae* and *Vibrio parahaemolyticus* produce a *Shigella dysenteriae* 1 (Shiga)-like cytotoxin. *Lancet*, i, 77~78.
- Rhodes, B. J., H. L. Smith, Jr. and J. E. Ogg. 1986. Isolation of non-O1 *Vibrio cholerae* serovars from surface waters in Western Colorado. *Appl. Environ. Microbiol.*, 51, 1216~1219.
- Sasagawa, I., K. Ikemura, F. Yamasaku, H. Kanai, R. Sakazaki and T. Shimada. 1980. Sporadic and collective cases of food poisoning caused by sucrose non-fermenting *Vibrio cholerae* serovar 41. *J. Jpn. Assoc. Infect. Dis.*, 54, 226.
- Shandera, W. X., J. M. Johnston, B. R. Davis and P. A. Blake. 1983. Disease from infection with *Vibrio mimicus*, a newly recognized *Vibrio* species. *Ann. Inter. Med.*, 99, 169~171.
- Spira, W. M. and P. J. Fedorka-cray. 1984. Purification of enterotoxins from *Vibrio mimicus* that appear to be identical to cholera toxin. *Infect. Immun.*, 45, 679~684.
- Venkateswaran, K., T. Takai, I. M. Navarro, H. Nakano, H. Hashimoto and R. J. Eiebeling. 1989. Ecology of *Vibrio cholerae* non-O1 and *Salmonella* spp. and role of zooplankton in their seasonal distribution in Fukuyama coastal waters, Japan. *Appl. Environ. Microbiol.*, 55, 1591~1598.
- Yamamoto, K., Y. Ichinose, N. Nakasone, M. Tanabe, M. Nagahama, J. Sakurai and M. Iwanaga. 1983a. Identity of hemolysins produced by *Vibrio cholerae* non-O1 and *V. cholerae* O1, biotype El Tor. *Infect. Immun.*, 51, 927~931.
- Yamamoto, K., Y. Takeda, T. Miwatani and J. P. Craig. 1983b. Evidence that a non-O1 *Vibrio cholerae* produces enterotoxin that is similar but not identical to cholera enterotoxin. *Infect. Immun.*, 41, 896~901.
- Yoh, M., T. Honda and T. Miwatani. 1986. Purification and characterization of a non-O1 *Vibrio cholerae* hemolysin that cross-reacts with thermostable direct hemolysin of *Vibrio parahaemolyticus*. *Infect. Immun.*, 52, 319~322.
- 식품위생관계법규. 1994. 지구문화사 pp. 241~289

1994년 9월 28일 접수

1995년 1월 7일 수리