

수온과 염분농도가 *Vibrio vulnificus* 증식에 미치는 영향

김명석[†] · 김대희^{*} · 김광석^{*} · 조지영^{**} · 전려진^{***} · 김재훈 · 정현도^{***}
국립수산과학원 병리연구팀, ^{*}국립수산과학원 내수면생태연구소, ^{**}부경대학교 생물공학과,
^{***}부경대학교 수산생명의학과

Effect of temperature and salinity on the multiplication of *Vibrio vulnificus*

Myoung Sug Kim[†], Dae-Hee Kim^{*}, Gwang Seog Kim^{*}, Ji Young Cho^{**}, Lyu Jin Jun^{***},
Jae Hoon Kim and Hyun Do Jeong^{***}

Pathology Team, National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-902, Korea

^{*}Inland Fisheries Ecological Research Institute, NFRDI, Gyeonggi-do 477-810, Korea

^{**}Department of Biotechnology and Bioengineering, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

^{***}Department of Aquatic Life Medicine, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

To analyze the safety of shellfish from the *Vibrio vulnificus* contamination, we investigated the multiplication of *V. vulnificus* in oysters keeping at different temperatures with or without shell. The numbers of *V. vulnificus* contaminated in oysters were more than that in artificial sea water (ASW) after artificial infection. The storage-temperature had an effect on multiplication of *V. vulnificus* in oysters, because the number of *V. vulnificus* was started to increase rapidly from just after keeping at 25°C but no significant variation was observed at 4°C throughout the experiment periods. In different salinity, using ASW of 5, 15, 35‰, the number of *V. vulnificus* was decreased at both 25°C and 4°C. However, the rate of decreasing at 4°C was faster than that 25°C. Additional, changed salinity also influenced to the decreasing rate of *V. vulnificus* keeping 4°C as the highest rate in 35‰ ASW.

Key words: *Vibrio vulnificus*, viability, oyster, salinity, temperature

비브리오패혈증은 저질이나 수중의 *Vibrio vulnificus*가 사람의 상처를 통해 침입하여 발병하기도 하지만 대부분의 경우에는 사람이 *V. vulnificus*에 오염된 어패류를 생식함으로써 발병하는 것으로 알려져 있다 (Linkous and Oliver, 1999). 비브리오패혈증의 원인균인 *V. vulnificus*는 해수, 저질 플랑크톤은 물론 굴, 조개류, 홍합, 어류에서도 분리되는데 이러한 것들이 *V. vulnificus*의 주요 전염원이 될 수 있으므로 (Oliver *et al.*, 1983; Wright *et al.*, 1993; Depola *et al.*, 1994) 비브리오패혈증을 예방하기 위하여 원인균의

증식조건이 연구되어야 할 것이다

어패류 중에서 전 세계적으로 생식을 하는 대표적인 패류인 굴을 보관하는 방법은 패각을 제거하여 보관하거나, 패각을 제거하지 않고 해수 탱크 혹은 상자에 보관하는 방법이 있다. Lee 등 (1999)은 굴의 보관온도와 보관방법에 따라 굴 안의 *V. vulnificus* 수 변화의 차이가 있다고 하였고 Motes와 DePaola (1996)는 염분농도 15~24‰의 해수에서 수확한 굴을 30~34‰의 해수로 옮겨 보관하였을 때 굴 안의 *V. vulnificus* 수의 감소가 관찰된다고 보고하였다. 또한 굴은 해양

[†]Corresponding Author : Myoung Sug Kim, Tel : 051-720-2494,
Fax : 051-720-2498, E-mail : fishdoctor@naver.com

에서 수확되기 때문에 굴이 *V. vulnificus*에 오염되는 것은 해수 중의 *V. vulnificus*의 분포와 관련이 있어 해수에서 분리되는 시기에 굴에서도 분리가 되었고 수온이 높을 때 많은 수가 검출되어 (Wright *et al.*, 1996) 굴의 *V. vulnificus* 오염 저감을 위해 해수의 온도, 염도가 *V. vulnificus*의 증식에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하는 것은 중요하다고 생각된다.

수산물의 안전성 확보를 위해서는 유통과정에서 *V. vulnificus* 균의 증식을 억제하는 방법이 필요하므로 본 연구에서는 수산물의 유통과정에서의 효과적인 *V. vulnificus*의 증식을 억제하는 방안을 제시하기 위하여 *V. vulnificus*의 염도와 수온별 생존율의 변화를 조사하고 굴에 균을 인위적으로 감염시키고 패각이 있는 상태 또는 패각을 제거한 상태 등 저장조건에 따른 균수의 변화를 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

실험균주 및 실험생물

V. vulnificus ATCC 27562, CJVV O4, ES 7602, NH 1의 4개 균주를 sTSA (Tryptic Soy Agar with 1% (w/v) NaCl, Difco)에 접종하여 25°C에서 24시간 동안 배양한 후 실험에 사용하였으며 20% glycerin을 첨가하여 -80°C에 보관하면서 실험에 사용하였다 (Table 1). 실험생물로 사용한 굴 (*Crassostrea gigas*)은 겨울철에 시장에서 구입하여 최종 수온이 25°C가 되도록 인공해수에 순치한 후 실험에 사용하였으며 *V. vulnificus* 감염 여

부를 알아보기 위해 굴의 패각을 제거한 후 4배 중량의 멸균 생리식염수 (0.85% NaCl)와 혼합하여 믹서로 1분간 마쇄한 후 mCPC (modified cellobiose-polymyxin B-colistin) agar에 접종하여 40°C에서 *V. vulnificus*의 특징인 노란색 집락이 형성되지 않는 것을 확인하고 실험에 사용하였다.

*V. vulnificus*의 균수측정

V. vulnificus 균주를 sTSB (Tryptic Soy Broth with 1% (w/v) NaCl, Difco)에 접종하고 25°C에서 배양하였다. 이것을 18시간 동안 배양한 후 배양액을 원심분리하여 균을 모으고 멸균 생리식염수로 희석하여 microplate reader (Molecular Devices co.)로 590 nm에서 흡광도 0.7이 되도록 조절하였고 sTSA, TCBS (Thiosulfate Citrate Bile Salt Sucrose, Difco) agar, CPC agar, mCPC agar에 접종하여 viable counting 법으로 균수를 측정하였다. sTSA, TCBS agar는 25°C에 배양하였고 CPC agar, mCPC agar는 40°C에 배양하여 24시간 후 형성된 집락수를 비교하였다. 그리고 굴과 혼합하였을 경우의 대조구로서 굴 마쇄액과 *V. vulnificus* 희석액을 혼합한 후 mCPC agar에서 집락 형성을 조사하여 *V. vulnificus*의 회수율을 확인하였다.

굴에 대한 *V. vulnificus* 인위감염

V. vulnificus NH 1 균주를 2×10^3 , 2×10^4 및 2×10^6 CFU/ml의 균수가 유지되도록 35% 인공해수 50 L에 현탁한 후 굴을 침지시켜 인위적으로 감염시켰다. 이 때 수온은 25°C로 조절하였으며

Table 1. Strains of *Vibrio vulnificus* used in this study

Strain	Biological origin	Geographic origin	Biotype
ATCC 27562	human blood	U.S.A.	1
CJVV O4	human blood	Korea	1
ES 7602	eel	Japan	2
NH 1	sea water	Korea	2

침지 6, 12, 24, 48 시간 경과 후 굴에 감염된 *V. vulnificus*의 균수를 조사하였다. 균수의 측정은 인위감염된 굴 5마리를 무작위로 선택하여 패각을 제거하고 굴 무게 4배 양의 멸균 생리식염수와 혼합하고 믹서로 마쇄한 후 mCPC agar에 접종하여 40°C에서 24시간 배양한 후 형성된 노란색 집락을 계수하였다.

굴의 보관조건에 따른 *V. vulnificus* 균수변화

굴을 *V. vulnificus* NH 1 균주가 2×10^4 CFU/ml의 수로 유지된 인공해수에 12시간 동안 침지시켜 인위적으로 감염시킨 후 멸균 인공해수로 옮긴 실험구, 패각이 있는 상태 또는 패각을 제거한 후 멸균된 비이커에 보관한 실험구로 보관조건을 다르게 하여 균수 변화를 조사하였다. 멸균 인공해수로 옮긴 실험구는 35%의 인공해수로 옮겨 수온을 4°C와 25°C로 유지하였고 패각이 있는 상태의 실험구는 표면을 인공해수로 씻은 후 멸균된 비이커에 담아 4°C, 25°C에 보관하였으며 패각을 제거한 실험구는 멸균된 칼로 패각을 제거하고 멸균 용기에 담아 4°C, 25°C에 보관하면서 균수 변화를 측정하였다. *V. vulnificus*의 균수 측정은 0, 6, 12, 24, 48 및 96시간 경과 후 각 실험구의 굴 5마리를 혼합하고 4배 중량의 멸균 생리식염수를 첨가하여 믹서로 1분간 마쇄한 후 mCPC agar에 도말하고 40°C에서 24시간 동안 배양한 후에 집락을 계수하여 균수를 측정하였다.

염분과 온도가 *V. vulnificus*의 생존율에 미치는 영향

멸균된 5, 15 및 35%의 인공해수에 *V. vulnificus*를 접종하여 4°C와 25°C에 보관하였다. *V. vulnificus*를 접종한 인공해수를 0, 1, 2, 3, 4, 6, 12, 24시간, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24 및 28일 경과한 후에 멸균 생리식염수로 희석하여 sTSA에 25 µl씩 떨어뜨린 후 25°C에서 24시간 동안 배양하여 집락 형성을 관찰하였다. 또한 0.5, 1.5, 3.5%의 NaCl 용액에 *V. vulnificus* NH 1을 접종한 후 균 접종 용액을 0, 1, 2, 3, 4 및 6시간 경과 후 멸균 생리식염수로 희석하여 sTSA에 25 µl씩 떨어뜨린 후 25°C에서 24시간 배양하여 형성된 집락을 계수하였다.

결 과

*V. vulnificus*에 미치는 배지의 영향

V. vulnificus 균주들이 여러 선택배지에서 형성하는 집락수의 차이를 조사하였다 (Table 2). *V. vulnificus* 균수는 sTSA, TCBS agar, mCPC agar, CPC agar의 순서로 많은 수가 검출이 되었으며 4개의 *V. vulnificus* 균주 중에서 NH 1은 sTSA에서 8.0×10^8 CFU/ml이 계수 되었고 TCBS agar에서는 1.7×10^8 CFU/ml이 계수 되었으나 CPC agar에서는 5.4×10^5 CFU/ml, mCPC agar에서는 6.0×10^5 CFU/ml이 계수 되었지만 다른 균주들은 mCPC agar에서 10^3 CFU/ml 이하만 계수되었다. *V. vulnificus* NH 1 균주는 해수에서 분리되었

Table 2. Enumeration of *Vibrio vulnificus* on different media

Strain	Media			
	sTSA	TCBS	mCPC	CPC
<i>V. vulnificus</i> ATCC 27562	1.7×10^{8a}	8.0×10^6	6.0×10^2	2.4×10^2
CJVV O4	7.8×10^8	6.3×10^7	4.6×10^2	8.1×10
ES 7602	4.8×10^8	7.7×10^7	7.2×10^2	5.5×10
NH 1	8.0×10^8	1.7×10^8	6.0×10^5	5.4×10^5

a: CFU/ml

고 mCPC agar에서 가장 많은 집락이 형성되어 이후 실험에 사용하였다. 그리고 굴 마쇄액과 *V. vulnificus* NH 1을 혼합 한 경우는 5.3×10^5 CFU/g이 계수되어 굴 마쇄액이 없는 대조구와 비교하였을 때 88.3%의 집락 형성율을 보여주었다.

굴의 인위감염 유도

인공해수에 *V. vulnificus* NH 1을 현탁한 후 굴을 침지시켜 자연적으로 감염이 되는 균수를 조사하였다. 해수 중의 *V. vulnificus*의 수가 많을수록 굴에서 분리되는 *V. vulnificus*의 수도 많았으며 굴을 침지시키고 6시간까지는 굴 안의 균수가 급격히 증가하지만 그 이후에는 균수의 증가가 완만하여 12시간 경과 이후에는 포화되었다 (Fig. 1). *V. vulnificus* NH 1을 2×10^2 CFU/ml로 조절한 인공해수에 침지한 굴에서는 침지 후 6시간까지는 굴에서 *V. vulnificus*가 검출되지 않았으나 12시간 경과 후에 1.6×10^3 CFU/g, 24시간 경과 후에는 2.7×10^4 CFU/g이 검출되었으며 *V. vulnificus* NH 1 균수가 2×10^4 CFU/ml에서는 침지 6시간 후 2.7×10^3 CFU/g, 12시간 후 1.7×10^4 CFU/g가 검출되었고 해수 중의 *V. vulnificus* NH 1의 수가 2×10^6 CFU/ml에서는 6시간 후 2.1×10^5 CFU/g, 12시간 후 1.6×10^6 CFU/g의 *V. vulnificus*가 굴에서 검출되었다.

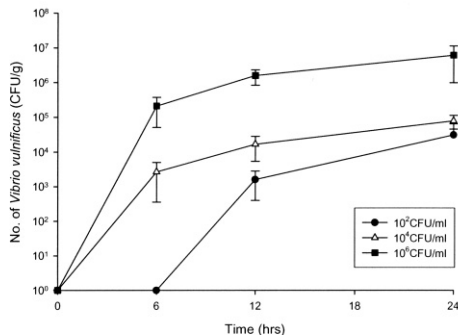


Fig. 1. The number of *Vibrio vulnificus* in shellstock oysters during immersion periods. Oysters immersed in ASW suspended different number of *V. vulnificus* 10^2 CFU/ml (-●-), 10^4 CFU/ml (-△-) and 10^6 CFU/ml (-■-).

굴의 보관조건이 *V. vulnificus*의 생존율에 미치는 영향

굴을 2×10^4 CFU/ml의 *V. vulnificus* NH 1이 있는 수온 25°C 의 인공해수에서 12시간 동안 침지시켜 감염을 유도한 후 보관조건을 다르게 하여 굴 안의 균수 변화를 조사하였다 (Fig. 2). 인위 감염 후 굴 안의 *V. vulnificus* 수는 1.5×10^4 CFU/g이었고 25°C 를 유지한 깨끗한 인공해수로

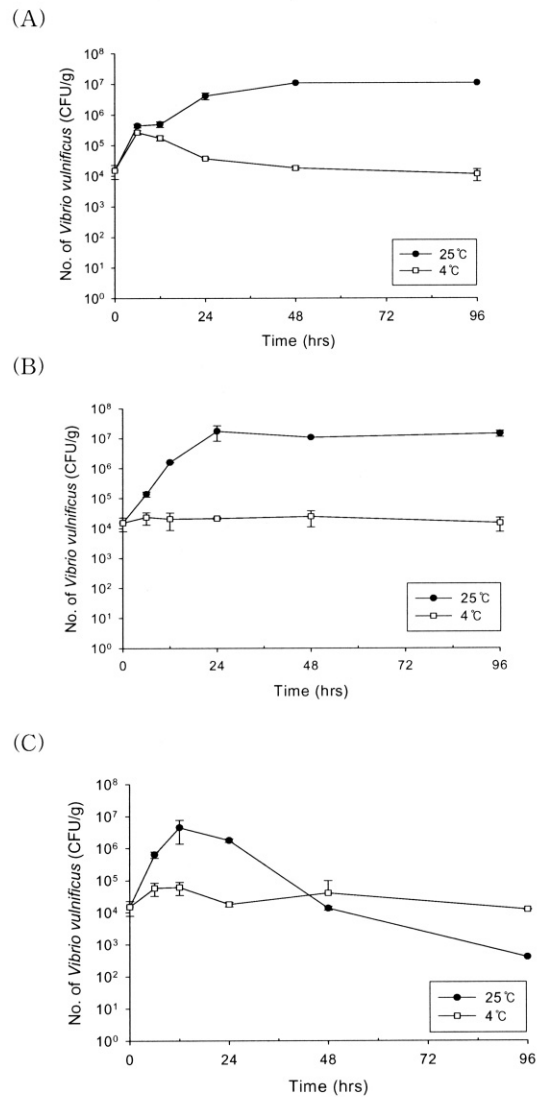


Fig. 2. Viable numbers of *Vibrio vulnificus* in different forms of oysters stored at 4°C (-□-) and 25°C (-●-). A, Oysters stored as shellstock in artificial seawater; B, Oysters stored as shellstock in atmosphere; C, Oysters stored as shucked in atmosphere.

옻긴 실험구, 패각이 있는 상태로 25°C에 보관한 실험구는 48시간까지 각각 1.1×10^7 , 1.2×10^7 CFU/g이 분리되어 굴 안에서 *V. vulnificus* 수가 증가하였다. 그러나 패각을 제거한 실험구의 굴 안의 *V. vulnificus*는 12시간까지 4.5×10^6 CFU/g로 균수가 증가하였으나 12시간 이후부터 감소하기 시작하여 96시간 경과 후에는 4×10^2 CFU/g이 검출되었다. 이 때 패각을 제거하고 25°C에 보관한 굴의 pH는 처음의 6.9에서 24시간 후 5.6, 96시간 후에는 5.4로 낮아졌으나 인공해수에 보관한 실험구와 패각이 있는 상태의 실험구의 pH는 보관시간 경과와 상관없이 약 6.9로 변화가 없었다.

그러나 굴을 동일 농도의 *V. vulnificus*에 감염시킨 후 4°C의 깨끗한 인공해수로 옻긴 실험구,

패각이 있는 상태로 4°C에 보관한 실험구, 패각을 제거하고 4°C에 보관한 실험구 각각의 굴에서의 *V. vulnificus* 수는 96시간 후 1.1×10^4 , 1.5×10^4 및 1.2×10^4 CFU/g으로 최초 1.5×10^4 CFU/g과 차이가 없었다.

염도, 온도의 변화가 *V. vulnificus*의 생존율에 미치는 영향

염분 농도와 수온이 *V. vulnificus* 생존에 미치는 영향을 조사하고자 하였다 (Fig. 3, 4, 5, 6). *V. vulnificus* ATCC 27562, CJVV O4, ES 7602, NH 1의 4개 균주는 모두 25°C와 4°C의 인공해수에서 28일 동안 계속해서 균수 감소가 관찰되었고 특히 4°C 실험구에서는 뚜렷한 균수 감소와 함께 염분 농도의 차이에 의해서도 균수 감소의

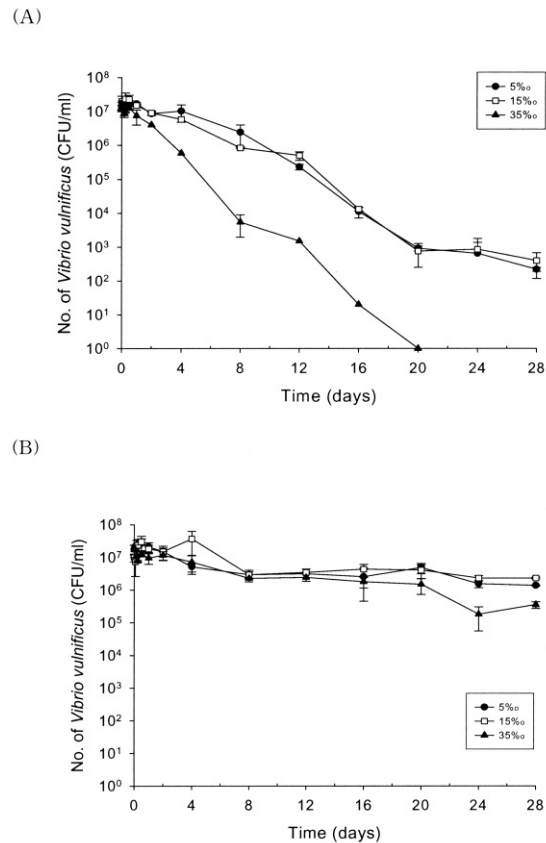


Fig. 3. Viable numbers of *Vibrio vulnificus* ATCC 27562 in artificial seawater of 5‰ (-●-), 15‰ (-□-) and 35‰ (-▲-) salinity maintained at 4°C (A) and 25°C (B).

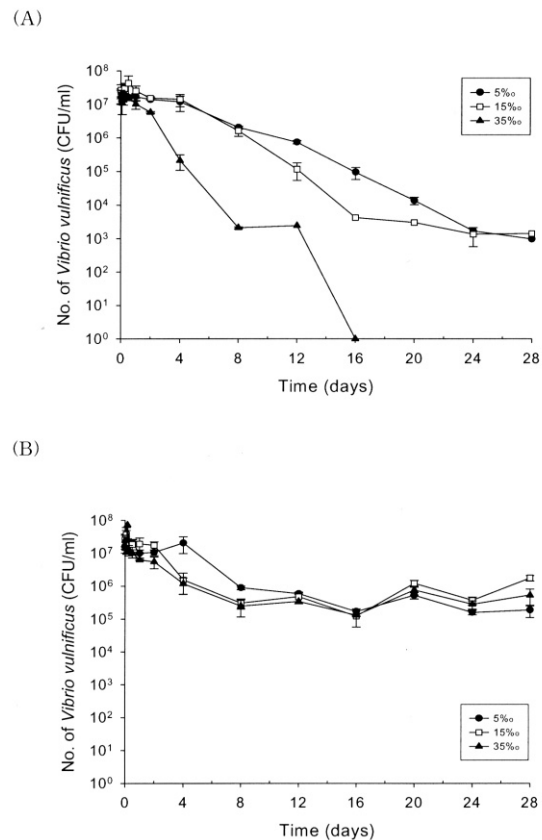


Fig. 4. Viable numbers of *Vibrio vulnificus* CJVV O4 in artificial seawater of 5‰ (-●-), 15‰ (-□-) and 35‰ (-▲-) salinity maintained at 4°C (A) and 25°C (B).

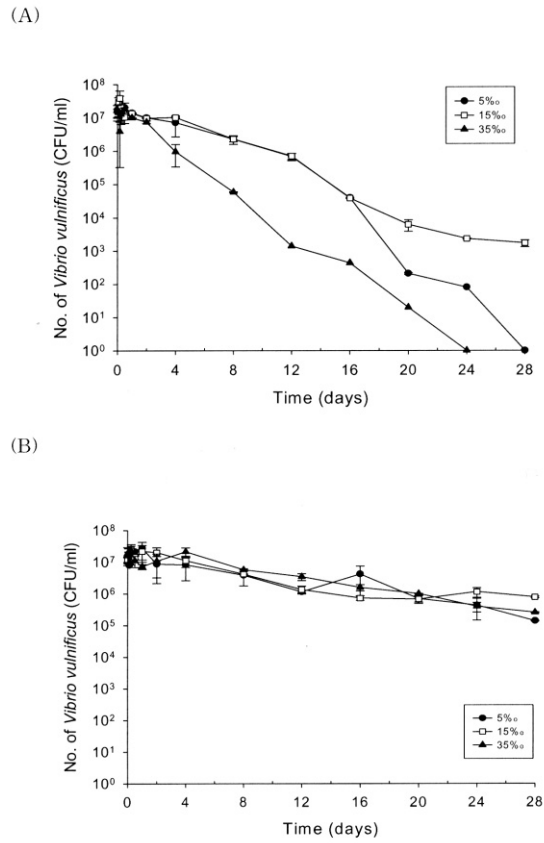


Fig. 5. Viable numbers of *Vibrio vulnificus* ES 7602 in artificial seawater of 5% (●), 15% (□) and 35% (▲) salinity maintained at 4°C (A) and 25°C (B).

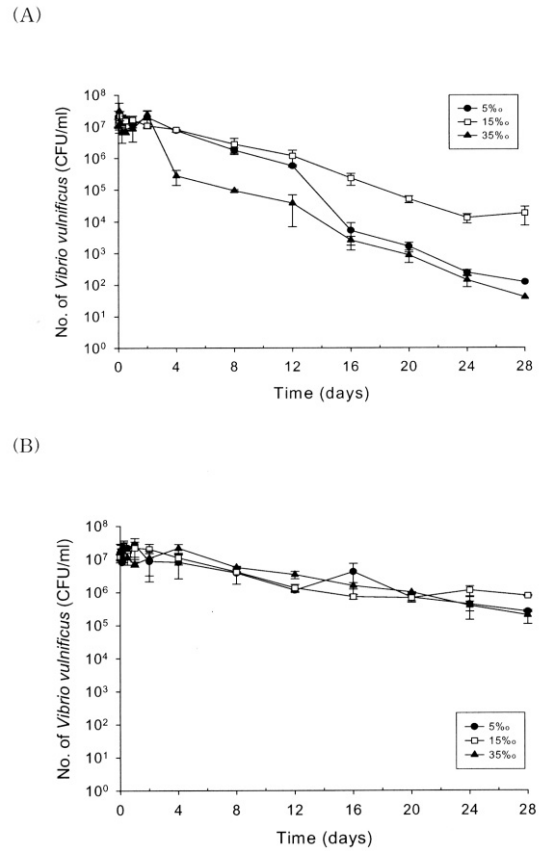


Fig. 6. Viable numbers of *Vibrio vulnificus* NH 1 in artificial seawater of 5% (●), 15% (□) and 35% (▲) salinity maintained at 4°C (A) and 25°C (B).

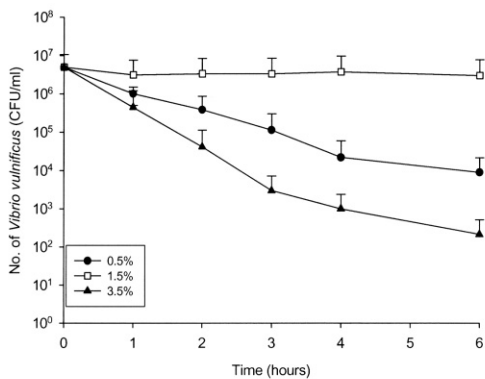


Fig. 7. Viable numbers of *Vibrio vulnificus* NH 1 in NaCl solution of 0.5% (●), 1.5% (□) and 3.5% (▲) concentration at 25°C.

변화가 관찰되었다.

25°C에서 실험한 4개 균주는 28일 후에도 10⁵ CFU/ml 이상 검출되었으며 15%의 인공해수에서 가장 많은 수가 검출되었다. 그러나 4°C에서 실험한 4개 균주는 15%의 인공해수에서는 28일까지 검출되었으나 35% 인공해수에서 ATCC 27562는 20일, CJVV O4는 16일, ES 7602는 24일 경과 후에는 검출되지 않았다. *V. vulnificus* biotype 1 균주인 ATCC 27562와 CJVV O4는 5%와 15% 인공해수에서 28일 후 생존율이 비슷하였으나 biotype 2에 속하는 ES 7602, NH 1은 5% 인공해수에서의 생존율이 15% 인공해수에 비해 낮았다.

0.5, 1.5, 3.5% NaCl 용액에서 *V. vulnificus* NH 1

의 균수는 처음 5.0×10^6 CFU/ml에서 6시간 후 각각 6.0×10^3 , 3.0×10^6 및 1.4×10^2 CFU/ml로 1.5% NaCl 용액에서 가장 많은 수가 생존하였고 3.5% NaCl 용액에서 가장 적은 수가 생존하였다 (Fig. 7).

고 찰

해수에 *V. vulnificus*가 존재하는 지역의 굴에서는 *V. vulnificus*가 검출되며 해수에서보다 많은 수의 *V. vulnificus*가 검출된다 (O'Neill *et al.*, 1992; Wright *et al.*, 1996). 본 연구에서도 *V. vulnificus*가 현탁되어 있는 인공해수에 굴을 침지시켜 인위적으로 감염시키면 해수에서보다 많은 수의 *V. vulnificus*가 굴에서 검출되었다 (Fig. 1). 굴의 hemocyte에 의해 *V. vulnificus*가 사멸된다고 하지만 (Genthner *et al.*, 1999) 해수에 *V. vulnificus*가 존재하면 굴에서도 많은 수의 *V. vulnificus*가 존재할 수 있는 것으로 판단되어 진다. 또한 수온이 낮은 겨울철에는 해양환경에서 *V. vulnificus*가 분리되지 않는 것으로 알려져 있어 *V. vulnificus*에 감염되지 않은 실험 생물을 대상으로하는 실험은 겨울철에 실시되었고 실험전에 시장에서 구입한 굴의 *V. vulnificus* 감염 여부를 조사하였으나 *V. vulnificus*가 검출되지 않았다.

*V. vulnificus*에 오염되지 않은 굴을 인위적으로 *V. vulnificus*에 오염시킨 후 25°C의 수중에 두거나 혹은 공기 중에 노출시킨 상태에서는 굴 속의 *V. vulnificus*의 수가 급격히 증가하였는데 이것은 굴은 여과섭식을 하기 때문에 굴의 아가미나 장에는 *V. vulnificus*의 증식에 필요한 영양분이 많이 있을 것이라 생각되고 *V. vulnificus*가 굴의 아가미 혹은 장에 균이 있는 경우에는 생존에 적합한 25°C의 온도에서 영양분을 이용하여 균수가 증가하였을 것이라고 생각된다. 그러나 이와 다르게 4°C에 보관한 경우에는 4일간은 균수의 변화가 관찰되지 않아 (Fig. 2) 보관온도가 *V. vulnificus*의 증가를 막는데 중요하다고 생각되었다. 패각을 제거한 경우 25°C에서는 12시

간까지 균수가 증가하였으나 그 후에는 균수가 감소하였는데 4°C에서는 96시간까지 균수의 변화가 관찰되지 않았다 (Fig. 2C). 이것은 *V. vulnificus*가 pH 변화에 민감하여 pH가 5에서 3.5로 낮아지면 *V. vulnificus*의 균수가 급격히 감소하는 것과 같이 (Koo *et al.*, 2001) 25°C에서 굴의 pH가 처음의 6.9에서 24시간 후 5.3으로 감소하였기 때문에 *V. vulnificus*의 수도 감소하였다고 생각되며 pH 5에서는 *V. vulnificus*가 증식을 못하였기 때문에 지속적으로 균수가 감소하였다고 생각되지만 굴의 신선도가 떨어져 적합한 보관법이 되지 못하였다.

해수의 수온과 염분이 굴 속에 존재하는 *V. vulnificus* 생존에 영향을 주므로 각 온도에서 염분 농도가 *V. vulnificus*의 생존에 미치는 영향을 조사하였다. *V. vulnificus*는 인공해수에서 증식에 필요한 영양분이 없기 때문에 균수가 증가하지는 않았다고 생각되지만 25°C에서는 28일 경과 후에도 많은 수가 영양분이 없는 빈영양 상태에서도 생존하였으며 5~35% 사이의 인공해수에서 염분 농도별로 생존에 미치는 영향은 뚜렷이 구별되지 않았다 (Fig. 3B, 4B, 5B, 6B). 그러나 4°C에서는 염분농도별로 균수의 변화가 차이를 보였는데 biotype 2인 ES 7602, NH 1은 5, 35% 인공해수에서 28일 후에는 검출되지 않거나 15% 인공해수에 비해 균수가 적어 15%이 최적염분이었다 (Fig. 5A, 6A). 또한 각기 다른 농도의 NaCl 용액에서 *V. vulnificus* NH 1의 생존율은 1.5% NaCl 용액에서 가장 높아 염분농도가 *V. vulnificus*의 생존에 영향을 미치는 중요한 요인 중 하나였다.

Biotype 1인 ATCC 27562, CJVV O4는 4°C에서 28일 후 5%과 15% 인공해수에서 균수가 유사하였지만 35% 인공해수에서는 균이 검출되지 않았으나 (Fig 3A, 4A) biotype 2인 ES 7602, NH 1은 4°C에서 28일 후 5% 인공해수에서 균이 검출되지 않거나 35% 인공해수와 비슷한 생존율을 보여 (Fig. 5A, 6A) *V. vulnificus* biotype 1 균주는 biotype 2 균주에 비해 더 낮은 염분에서

도 더 오래 생존할 수 있다고 생각된다. 해수 중에 *V. vulnificus*가 존재하면 굴에서 *V. vulnificus*가 검출이 되고 *V. vulnificus*는 환경인자에 대한 생존율이 균주별로 차이가 있으나 굴의 보관장소 차이보다는 저온에서 보관하는 것이 균의 증식을 억제하는 방법이 될 것이라 생각된다.

요 약

V. vulnificus 오염으로부터 패류의 안전성을 조사하기 위해 굴을 *V. vulnificus*에 인위감염시키고 4°C와 25°C에서 패각 유무에 따른 *V. vulnificus* 균수 변화를 조사하였다. *V. vulnificus*가 있는 인공해수에 침지시킨 굴에서 분리된 *V. vulnificus* 균수는 인공해수 속의 균수보다 많았다. 굴을 4°C에 보관하는 경우는 실험기간 동안 *V. vulnificus* 균수의 차이가 관찰되지 않았지만 25°C에 보관하는 경우는 빠른 균수의 증가가 관찰되어 보관온도가 균수 변화에 많은 영향을 주었다. 여러 염분농도, 5, 15 및 35%의 인공해수에서 *V. vulnificus* 균수는 25°C와 4°C에서 모두 감소하였다. 그러나 4°C에서 균수의 감소율은 25°C에서 보다 빨랐고 4°C에서 염분도 *V. vulnificus* 균수 감소율에 영향을 주어 35%의 인공해수에서 가장 높은 감소율을 보였다.

감사의 글

본 연구는 국립수산물품질관리원 (담수어 세균성 질병연구, RP-2006-AQ-007)의 지원에 의해 운영되었습니다.

참 고 문 헌

DePaola, A., Capers, G. M. and Alexander, D.: Densities of *Vibrio vulnificus* in the intestines of fish from the U. S. Gulf coast. Appl. Environ. Microbiol., 60, 984-988,

- 1994.
- Genthner, F. J., Volety, A. K., Oliver, L. M. and Fisher, W. S.: Factors influencing in vitro killing of bacteria by hemocytes of the eastern oyster (*Crassostrea virginica*). Appl. Environ. Microbiol. 61, 3015-3020, 1999.
- Koo, J., Marshall D. L., and DePaola A.: Antacid increases survival of *Vibrio vulnificus* and *V. vulnificus* phage in a gastrointestinal model. Appl. Environ. Microbiol., 67, 2895-2902, 2001.
- Lee, T. S., Lee, H. J., Kim, J. H. and Park, J. H.: Effect of temperature on the survival of *Vibrio vulnificus* in marine Fishery products. Bull. Nat'l Fish. Res. Dev. Inst., 55, 145-150, 1999.
- Linkous, D. A. and Oliver, J. D.: Pathogenesis of *Vibrio vulnificus*. FEMS microbiology ecology, 174, 207-214, 1999.
- Motes, M. L. and Depaola, A.: Offshore suspension relaying to reduce levels of *V. vulnificus* in oyster (*Crassostrea virginica*). Appl. Environ. Microbiol., 62, 3875-3877, 1996.
- O'Neill, K. R., Jones, S. H. and Grimes, D. J.: Seasonal incidence of *Vibrio vulnificus* in the great bay estuary of New Hampshire and Maine. Appl. Environ. Microbiol., 58, 3257-3262, 1992.
- Oliver, J. D., Warner, R. A. and Cleland, D. R.: Distribution of *Vibrio vulnificus* and other lactose-fermenting vibrios in the marine environment. Appl. Environ. Microbiol., 45, 985-998, 1983.
- Wright, A. C., Hill, R. T. and Jonson, J. A.: Roghman M. C., Colwell R. R. and Morris J. G. Distribution of *Vibrio vulnificus* in Chesapeake Bay. Appl. Environ. Microbiol. 62, 717-724, 1996.
- Wright, A. C., Miceli, G. A., Landry, W. L., Christy,

J. B., Watkins W. D. and Morris J. G.: Rapid identification of *Vibrio vulnificus* on nonselective media with an alkaline phosphatase-labeled oligonucleotide probe. Appl. Envi-

ron. Microbiol., 59, 541-546, 1993.

Manuscript Received : March 03, 2006

Revision Accepted : April 06, 2006

Responsible Editorial Member : Ju-Chan Kang
(Pukyong Univ.)