

## 서해산 동족 (*Mactra veneriformis*)의 토사 배출 및 미생물 정화 조건

송기철 · 목종수 · 강창수\* · 장동석\*\*  
국립수산진흥원 서해수산연구소, \*해전대학 제과제빵학부, \*\*부경대학교 식품공학과

## Sand Elimination and Microbial Depuration in Surf clam, *Mactra veneriformis*, Harvested from Western Coast of Korea

Ki-Cheol SONG, Jong-Soo MOK, Chang-Su KANG\* and Dong-Suck CHANG\*\*

West Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Incheon 400-201, Korea

\*Department of Baking Technology, Hyejeon College, Hongseong-Gun, ChoongNam 350-800, Korea

\*\*Department of Food Science & Technology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

Surf clam, *Mactra veneriformis*, is a important shellfish produced in south-western coast of Korea. But it's ready to be contaminated and have sand in flesh because it mainly inhabit in silt at the inside of coastal area. We determined optimum conditions for the sand elimination and microbial depuration in the shellfish harvested from western coast of Korea. It was found that the most effective conditions of process water for the sand elimination were 23°C, 32.9~35.0‰ salinity and pH 7.9~9.0. A surf clam contained about 210 mg of sand whose 94% was eliminated after 24 hours in natural sea water (32.9‰, pH 7.9) controlled at 23°C. To eliminate both sand and microorganisms contaminated in surf clam, the process water should be run during at least 36 hours for the former and 24 hours for the latter at 150 L/minute/m<sup>3</sup> of shellfish, when its volume was above 4,000 L/m<sup>3</sup> of shellfish in 2 tons of tank.

Key words: Sand elimination, Microbial depuration, Surf clam (*Mactra veneriformis*)

### 서 론

서해안은 간석지가 잘 발달되어 있어 바지락, 동족, 맛, 백합 등의 패류가 다량 생산되고 있으며, 특히 동족은 우리나라 남서연안에서 생산되는 주요 패류중의 하나로 약 90% 이상이 서해안에서 생산된다 (해양수산부, 1990~2000). 한편, 동족은 저질에 잠입하여 서식하므로 펄과 모래 등의 토사를 함유하고 있을 뿐만 아니라 산업화와 도시화에 따른 연안해역의 오염으로 병원성 세균이나 중금속 혹은 해양생물독 등의 인체 유해한 물질에 오염될 기회가 많기 때문에 식용 및 가공원료로 이용시 제한요인이 된다.

구미에서는 패류의 식품위생학상의 안전성을 확보하기 위하여 패류 서식해역에 대한 정기적인 위생조사와 더불어 각종 오염 물질에 대한 일정한 기준치를 설정 (FDA, 1995)하여 관리하고 있다. 또한 오염된 패류로부터의 미생물 정화 (Anthony and Graham, 1984; Buisson et al., 1981; Richards, 1988; Rodrick et al., 1988; Power and Collins, 1989; Jones et al., 1991; Martinez-Manzanares et al., 1991), 중금속 정화 (Luten et al., 1986; Lakshmanan and Nambisan, 1989; Palmer et al., 1993) 및 해양생물독 정화 (Blogoslawski et al., 1979; Blogoslawski and Stewart, 1983; Novaczek et al., 1992) 등에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 우리 나라에서는 수출용 패류생산 지정해역을 제외하고는 정기적인 위생조사를 실시하고 있는 해역이 없으며, 오염된 패류의 정화에 관한 연구로는 굴의 미생물 정화 (Choi and Kim, 1979)와

진주담치의 패류독소 정화 (Chang et al., 1988)에 관한 연구를 비롯한 굴 (Choi and Kim, 1979), 개량조개 (Lee et al., 1970) 및 바지락 (이 등, 1973)의 토사 배출에 대한 연구를 제외하고는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 동족의 식품학적 품질 향상, 산업화 적용 및 소비 다양화와 아울러 위생학적 안전성 확보를 위하여 동족의 토사 배출 및 미생물 정화의 최적 조건을 검토하였다.

### 재료 및 방법

#### 1. 재 료

토사 배출을 위해 사용된 시료는 인천시 연수구 동춘동 지선에서 1996년 6~7월에 채취한 동족 (*Mactra veneriformis*)으로 각장 40±4.0 mm, 각고 34.6±4.1 mm, 각폭 25.7±3.8 mm 및 전중량 18.6±6.3 g 이었다. 전 실험을 통하여 해수는 침전조에서 침전시킨 다음 가압 모래여과기로 여과하여 자외선 살균 (39 W×2)한 것을 사용하였다.

#### 2. 수온, 염분농도, pH 및 용존 산소

해수의 수온은 봉상 온도계를 사용하여 측정하였으며, 염분농도 및 pH는 Induction salinometer (Ocean Electronics, Model OE 40-1, U.S.A.)와 pH meter (Fisher Scientific, Accumet 1003)를 각각 사용하여 측정하였고, 용존 산소는 DO meter (Omega Technologies Company, PHH-500)를 사용하여 측정하였다.

3. 토사 배출에 영향을 미치는 환경 요인

토사 배출에 영향을 미치는 환경요인을 살펴보기 위해서 33×15×25 cm 크기의 수조를 사용하였다. 수온의 영향은 해수 (염분농도 32.4‰, pH 7.9)를 5 L씩 넣고 공기를 공급하면서 해수의 온도를 6, 13, 23, 28℃로 각각 달리 조절한 수조에 동족을 15마리씩 넣은 후 시간별 토사 배출량을 조사하였다. 또한 염분농도의 영향은 해수를 대조로 하여 해수의 염분농도를 NaCl과 증류수를 사용하여 10, 20, 35, 40‰로 각각 달리 조절하여 시간별 토사 배출량을 검토하였다. 아울러 pH의 영향은 해수를 대조로 하여 해수의 pH를 구연산과 중탄산나트륨을 사용하여 pH 5.0, 7.0, 9.0으로 각각 달리 조절한 후 시간별 토사 배출량을 살펴보았다.

토사 배출량은 A.P.H.A. (1982)의 total nonfilterable residue (total suspended matter) 측정방법에 따라 측정하여 총 토사 함유량에 대한 토사 배출량을 백분율로 나타내었다. 즉, 사용한 해수를 glass microfibre filter (Whatman GF/C)로 감압 여과한 후 항온건조기에서 105℃로 건조하여 함량을 구하여 이를 토사 배출량으로 하였다. 이때 동족의 총 토사 함유량은 토사가 완전히 배출되었을 때의 총 토사 배출량을 측정하여 구하였다.

4. 토사 배출 및 미생물 정화

동족의 토사 배출 및 미생물 정화를 위한 산업화 적용시험으로서 패류에 대한 해수 비율과 유수량의 조합에 따른 최적 토사배출 조건을 검토하였다. 즉, 자외선 살균장치를 사용하여 살균한 해수 (염도 30.08~31.14‰, 용존산소 6.2 mg/L, pH 8.09) 700 L를 2톤의 원형수조에 넣고 공기를 공급하면서 온도를 20℃ 내외로 조절하였다. 그리고 동족에 대한 해수 비율이 각각 8,000, 6,000, 4,000, 3,000 L/shellfish m<sup>3</sup>가 되도록 동족을 52×35×16.5 cm 크기의 tray에 담아 수조에 넣고, 각각에 대하여 12시간마다 해수를 전량 교환한 것과 패류 1 m<sup>3</sup>당 50, 100, 150 L/min. 비율로 해수를 유수 공급하면서 다음과 같은 시험을 실시하였다.

가. 토사 배출에 따른 수질, 폐사율 및 토사 잔존유무

토사 배출시에 수질 변화를 파악하기 위하여 pH와 용존 산소량을 측정하였고, 이때 동족의 폐사율과 관능검사의 일종인 저작에 의한 mastication 검사와 2개의 유리판을 사용한 slide glass 검사를 실시하여 패류에 대한 해수 비율과 유수량이 토사 배출에 미치는 영향을 검토하였다.

나. 미생물 정화 효과

동족의 토사 배출시에 미생물 정화 효과를 알아보기 위하여 동족의 생균수, 대장균군 및 분변계 대장균의 변화를 조사하였다. 생균수 측정은 A.P.H.A. (1970)의 방법에 따라 standard plate count agar (Difco사)를 사용하여 35℃에서 48시간 배양한 후 CFU(colony forming unit)/g으로 표기하였다. 또한 대장균군 및 분변계 대장균은 A.O.A.C. (1995)의 방법에 준하여 대장균군은 petrifilm coliform count plates (3M사)를 사용하여 35℃에서 24시간 배양하였으며, 분변계 대장균은 petrifilm *E. coli* count plates (3M사)를 사용하여 35℃에서 24~48시간 배양한 후 집락수를 CFU/g으로 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 토사 배출을 위한 공급 용수의 최적조건

인위적으로 해수의 온도를 조절하였을 때 동족의 토사는 23℃에서 1시간 후 72.0%, 24시간 후 93.3%가 배출되어 가장 효과적이었으며, 이보다 고온이나 저온에서는 토사 배출이 늦었으며, 28℃에서는 활력이 저하하여 폐사체가 발생하였다. 또한 동족은 해수 염분농도 32.9~35‰에서 가장 양호한 토사 배출량을 나타내어 24시간 후 93.0~94.9%를 배출하였으며, 40‰와 20‰에서는 이보다 다소 낮았고, 10‰에서는 12시간 이후부터 토사를 배출하기 시작하여 48시간 이후에도 78%만 배출하였다. 동족의 토사배출에 미치는 pH의 영향을 보면, 동족은 pH 9.0에 비하여 pH 7.9에서 토사 배출량이 다소 높았으나 큰 차이는 보이지 않았다. 한편 pH 5.0과 pH 7.0에서는 6시간 이후부터 점질물의 배출이 많아지기 시작하여 토사배출 조건으로서 적절치 않았다. 따라서 동족의 토사 배출을 위한 공급 용수의 최적조건은 수온 23℃, 염분농도 32.9~35‰, pH 7.9~9.0 범위였다 (Data not shown).

경제성 측면에서 23℃로 조절한 자연해수 (염분농도 32.9‰, pH 7.9)를 사용하여 동족의 토사배출 시험을 실시한 결과는 Fig. 1과 같다. 동족은 마리당 평균 약 210 mg의 토사를 함유하고 있었으며, 1시간 후에 67.5%, 3시간 후에 78.5%, 6시간 후에 85.9%, 12시간 후에 89.9%, 24시간 후에 94.0%의 토사를 배출하였다.

2. 토사 배출에 따른 수질 변화, 폐사율 및 토사 잔존유무

산업화 적용 시험의 일환으로 2톤의 수조에 해수 700 L를 넣은 후 동족에 대한 해수의 비율이 각각 3,000, 4,000, 6,000 및 8,000 L/shellfish m<sup>3</sup>가 되도록 동족을 넣은 후 12시간마다 해수를 교환하였을 때와 해수를 동족 1 m<sup>3</sup>에 대하여 50, 100, 150 L/min.의 비율로 유수 공급하면서 토사배출 시험을 실시하였다. 이때 해수의 pH와 용존 산소의 변화를 Table 1에, 동족의 폐사율을 Table 2에,

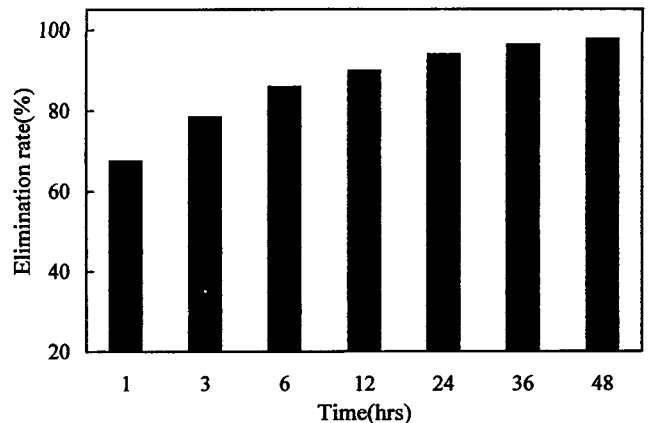


Fig. 1. Elimination rate of sand and fecal piles in *Mactra veneriformis* during elimination of sand in sea water (Temperature, 23℃; pH, 7.9; Salinity, 32.9‰). Elimination rate is expressed as follows: Eliminated weight of sand and fecal piles/Total weight of sand and fecal piles×100.

**Table 1. Variation of pH and dissolved oxygen of sea water on the sand elimination in *Mactra veneriformis***

Sample No. <sup>1)</sup>	pH					Dissolved oxygen (mg/L)					
	0 <sup>2)</sup>	12	24	36	48	0	12	24	36	48	
A	1	8.08	7.11	7.21	7.29	ND <sup>3)</sup>	6.5	1.5	1.4	1.1	ND
	2	8.08	7.15	7.19	7.26	ND	6.5	1.5	1.5	1.3	ND
	3	8.08	7.15	7.31	7.46	7.38	6.5	1.8	2.3	2.1	1.8
	4	8.08	7.21	7.38	7.42	7.38	6.5	2.8	2.5	2.1	1.9
B	1	8.09	7.60	7.72	7.57	7.46	6.2	3.1	3.9	4.2	3.1
	2	8.09	7.63	7.63	7.37	7.43	6.2	2.7	3.4	3.5	3.4
	3	8.09	7.71	7.71	7.63	7.57	6.2	3.2	3.6	3.4	3.3
	4	8.09	7.73	7.71	7.66	7.63	6.2	3.3	3.9	3.7	3.4
C	1	8.09	7.80	7.81	7.71	7.67	6.2	4.2	4.7	4.2	3.9
	2	8.09	7.81	7.85	7.70	7.71	6.2	4.3	4.5	4.1	3.8
	3	8.09	7.83	7.83	7.87	7.86	6.2	4.0	5.0	5.4	5.3
	4	8.09	7.86	7.89	7.80	7.78	6.2	4.6	5.4	5.3	5.5
D	1	8.08	7.80	7.82	7.70	7.73	6.5	4.6	4.9	4.8	5.0
	2	8.08	7.82	7.86	7.78	7.81	6.5	5.1	5.2	5.4	5.6
	3	8.08	7.79	7.82	7.85	7.83	6.5	5.4	5.6	5.5	5.7
	4	8.08	7.80	7.88	7.81	7.82	6.5	5.3	5.2	5.5	5.9

All data are expressed as the mean of three experiments.  
<sup>1)</sup> Flow rate and volume of process water are expressed as follows: A, Sea water was exchanged every 12 hrs.; B, 50 L/min./shellfish m<sup>3</sup>; C, 100 L/min./shellfish m<sup>3</sup>; D, 150 L/min./shellfish m<sup>3</sup>; 1, 3,000 L/shellfish m<sup>3</sup>; 2, 4,000 L/shellfish m<sup>3</sup>; 3, 6,000 L/shellfish m<sup>3</sup>; 4, 8,000 L/shellfish m<sup>3</sup>.  
<sup>2)</sup> The number means hour.  
<sup>3)</sup> ND, not determined.

**Table 2. Death rates of *Mactra veneriformis* during the elimination of sand**

Sample No. <sup>1)</sup>	Death rate (%) <sup>2)</sup>					
	0 <sup>3)</sup>	12	24	36	48	
A	1	0	0	0	19	ND <sup>4)</sup>
	2	0	0	0	17	ND
	3	0	0	0	0	15
	4	0	0	0	0	9
B	1	0	0	0	12	29
	2	0	0	0	8	21
	3	0	0	0	2	9
	4	0	0	0	0	2
C	1	0	0	0	0	5
	2	0	0	0	0	3
	3	0	0	0	0	2
	4	0	0	0	0	3
D	1	0	0	0	0	3
	2	0	0	0	0	3
	3	0	0	0	0	2
	4	0	0	0	0	2

<sup>1),3),4)</sup> Refer to the footnote of Table 1.  
<sup>2)</sup> Death rate is expressed as follows:  
 Death shellfish/Total shellfish×100.

토사 잔존유무 검사를 위한 mastication검사와 slide glass검사 결과를 Table 3에 각각 나타내었다.

**Table 3. Sand presence in the flesh of *Mactra veneriformis* during the elimination of sand**

Sample No. <sup>1)</sup>	Mastication test				Slide glass test						
	0 <sup>2)</sup>	12	24	36	48	0	12	24	36	48	
A	1	+++	++	+	-	-	+++	++	+	-	-
	2	+++	++	+	-	-	+++	++	+	-	-
	3	+++	++	+	-	-	+++	++	+	-	-
	4	+++	++	+	-	-	+++	++	+	-	-
B	1	+++	++	+	-	-	+++	++	+	-	-
	2	+++	++	+	-	-	+++	++	+	-	-
	3	+++	++	+	-	-	+++	++	+	-	-
	4	+++	++	+	-	-	+++	++	+	-	-
C	1	+++	++	+	-	-	+++	++	+	-	-
	2	+++	++	+	-	-	+++	++	+	-	-
	3	+++	++	+	-	-	+++	++	+	-	-
	4	+++	++	+	-	-	+++	++	+	-	-
D	1	+++	++	+	-	-	+++	++	+	-	-
	2	+++	++	+	-	-	+++	++	+	-	-
	3	+++	++	+	-	-	+++	++	+	-	-
	4	+++	++	+	-	-	+++	++	+	-	-

All data are expressed as the mean of three experiments.  
 Symbols: +++, Too much; ++, Much; +, Little; -, None.  
<sup>1),2)</sup> Refer to the footnote of Table 1.

해수를 유수시키지 않고 12시간마다 수조내 해수를 교환하면서 시험한 결과, 동죽에 대한 해수 비율이 3,000과 4,000 L/shellfish m<sup>3</sup>인 시험구에서는 36시간 경과 후, 해수 비율이 6,000과 8,000 L/shellfish m<sup>3</sup>인 시험구에서는 48시간 경과 후에 심한 부패취와 더불어 다량의 거품이 생성되었으며, 9~19%의 폐사가 일어났다. 또한, 해수의 pH와 용존 산소는 최초 공급용수에 비해 현저하게 저하하여 토사배출 조건으로서 부적절하였다.

해수를 유수시켜 준 시험구에서는 동죽에 대한 해수 비율과 유수량에 따라 해수의 pH와 용존 산소에 큰 차이를 나타내었다. 즉, 수조내 공급하는 해수의 유수량이 50 L/min./shellfish m<sup>3</sup>인 시험구에서는 pH가 점차적으로 저하하여 48시간 경과 후에는 7.43~7.63으로 초기 pH에 비하여 약 0.5 정도 감소하였다. 또한 용존 산소는 12시간 이후에 큰 폭으로 저하한 다음 그 이후에는 거의 일정하게 유지되었으며, 48시간 이후 2~29%의 폐사체가 발생하여 생리작용에 저해를 받은 것으로 생각되었다. 해수의 유수량이 100 L/min./shellfish m<sup>3</sup>인 모든 시험구와 유수량이 150 L/min./shellfish m<sup>3</sup>일 때 동죽에 대한 해수 비율이 3,000 L/shellfish m<sup>3</sup>인 시험구에서는 시험기간중 해수의 pH는 7.67~7.89, 용존 산소는 3.8~5.5 mg/L이었고, 48시간 이후 2~5%가 폐사하였다. 공급하는 해수의 유수량이 150 L/min./shellfish m<sup>3</sup>이고 동죽에 대한 해수 비율이 4,000, 6,000, 8,000 L/shellfish m<sup>3</sup>인 시험구의 시험기간중 해수 pH는 7.78~7.88, 용존 산소는 5.1~5.9 mg/L, 폐사율은 0~3%로 다른 시험구들에

비하여 pH와 용존 산소의 저하가 작았고, 폐사율이 낮은 양호한 생리상태를 유지하였다.

모든 시험구에서 토사는 24시간 경과시 소화관에 약간 잔존하는 것을 제외하고는 대부분 배출되었으며, 36시간 경과 후에는 mastication검사와 slide glass검사에서 모두 음성으로 나타나 토사가 모두 배출되었음을 확인하였다.

따라서 동족은 유수량이 많을수록, 동족에 대한 해수 비율이 높을수록 양호한 생리상태 및 토사배출 성상을 보였으며, 최적의 토사배출 조건으로는 동족 1 m<sup>3</sup>에 대해 수조내 해수 비율을 4,000 L 이상으로 하여 최저 150 L/min./shellfish m<sup>3</sup>의 유수량으로 36시간 이상 공급하는 것이 가장 바람직할 것으로 사료되었다.

FDA (1992)는 패류의 오염물질 정화조건으로 충분한 크기의 수조를 사용하여 패류 1 m<sup>3</sup>에 대해 해수 비율을 hard clam 및 굴의 경우 6,400 L 이상, soft clam의 경우는 4,000 L 이상으로 하여야 하며, 공급 해수의 유수량은 최저 107 L/min./shellfish m<sup>3</sup> 이상으로 하여 최소한 48시간 정화하여야 하며, 경우에 따라서 더 긴 시간을 요구하기도 한다고 보고하였다.

3. 토사 배출에 따른 미생물 정화

동족의 토사 배출에 따른 미생물 정화를 위한 시험으로 공급 해수의 유속과 동족에 대한 해수 비율을 각각 달리하여 조합한 16 개 시험구에 대하여 시간 경과에 따른 동족의 생균수, 대장균군 및 분변계 대장균의 변화를 Fig. 2, 3, 4에 각각 나타내었다.

해수를 유수시키지 않고 12시간마다 해수를 교환한 시험구에서는 동족의 생균수가 24시간까지는 서서히 증가하였으나, 그 이후 큰 폭으로 증가하여 초기균수 18,000 CFU/g이었던 것이 48시간 이후 250,000 이상 검출되었다. 또한 대장균군 및 분변계 대장균은

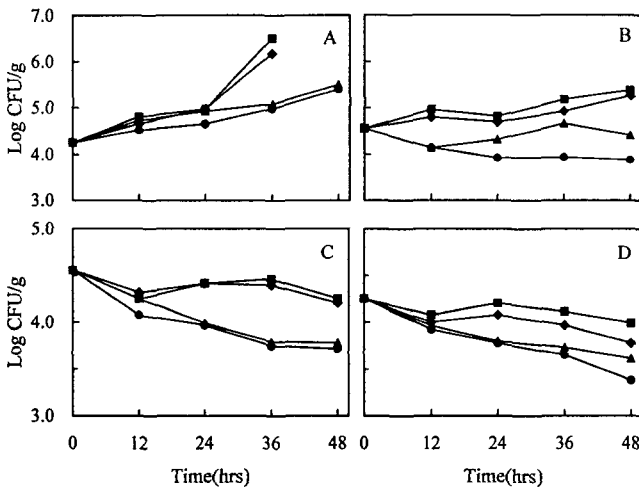


Fig. 2. Change of viable cell counts in *Mactra veneriformis* by each difference of flow rate (A, Sea water was only exchanged every 12 hrs.; B, 50 L/min./shellfish m<sup>3</sup>; C, 100 L/min./shellfish m<sup>3</sup>; D, 150 L/min./shellfish m<sup>3</sup>) and volume of process water (■, 3,000 L/shellfish m<sup>3</sup>; ◆, 4,000 L/shellfish m<sup>3</sup>; ▲, 6,000 L/shellfish m<sup>3</sup>; ●, 8,000 L/shellfish m<sup>3</sup>).

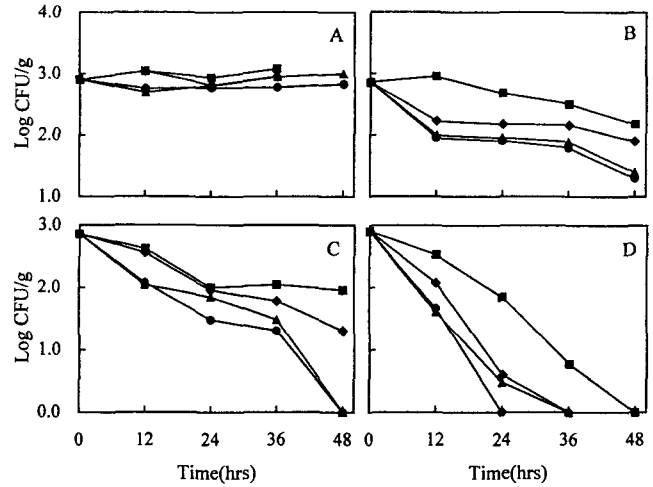


Fig. 3. Depuration of coliform group in *Mactra veneriformis* by each difference of flow rate and volume of process water (Symbols mean the same as in Figure 2).

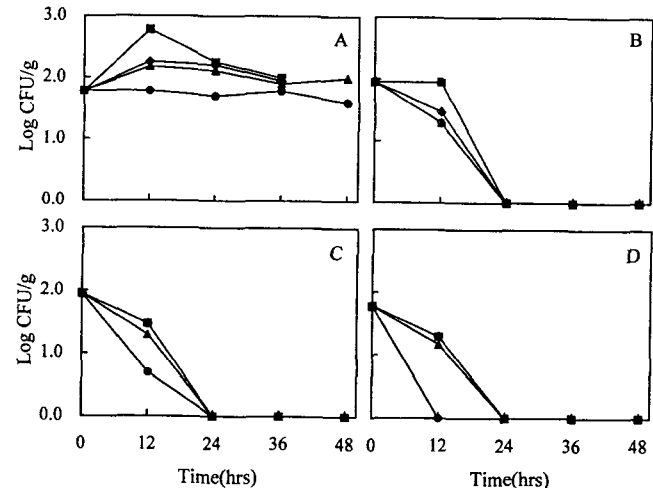


Fig. 4. Depuration of fecal coliform in *Mactra veneriformis* by each difference of flow rate and volume of process water (Symbols mean the same as in Figure 2).

거의 일정한 수준으로 유지하여 미생물 정화 조건으로서 부적절한 것으로 사료되었다.

수조내 공급되는 해수의 유수량이 50 L/min./shellfish m<sup>3</sup>일 경우 생균수는 동족에 대한 해수의 비율에 따라 큰 차이를 나타내어 3,000, 4,000 L/shellfish m<sup>3</sup>일 때에는 증가한 반면, 6,000 L/shellfish m<sup>3</sup>일 때에는 일정한 수준을 유지하였고, 8,000 L/shellfish m<sup>3</sup>일 때에는 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 대장균군은 동족에 대한 해수의 비율이 높을수록 감소 폭이 증가하는 경향을 나타내었으며, 분변계 대장균의 경우는 초기 균수 90 CFU/g인 것이 24시간 이후에는 검출되지 않았다.

해수를 100 L/min./shellfish m<sup>3</sup>로 공급한 경우에는 동족에 대한 해수의 비율이 크면 클수록 생균수의 감소 폭은 증가하여 48시간 이후에 50~85.6% 정도가 감소하였다. 대장균군도 생균수와 유사

한 경향을 나타내어 48시간 경과시 해수의 비율이 3,000, 4,000 L/shellfish m<sup>3</sup>일 때에는 각각 87.5% 및 97.2% 감소하였고, 6,000, 8,000 L/shellfish m<sup>3</sup>일 때는 검출되지 않았다. 분변계 대장균은 50 L/min./shellfish m<sup>3</sup>와 동일하게 24시간 이후 검출되지 않았다.

해수의 유수량이 150 L/min./shellfish m<sup>3</sup>일 때 생균수는 100 L/min./shellfish m<sup>3</sup>와 비슷하게 동족에 대한 해수의 비율이 크면 클수록 감소 폭은 증가하였으며, 48시간 이후 45.6~86.7% 정도 감소하였다. 대장균군은 해수의 비율이 3,000 L/shellfish m<sup>3</sup>일 때에는 36시간까지 검출되었으나, 4,000, 6,000 L/shellfish m<sup>3</sup>의 경우에는 24시간 경과 후 약 99.5% 감소하였으며, 8,000 L/shellfish m<sup>3</sup>일 때는 24시간 경과 후 검출되지 않았다. 분변계 대장균은 해수의 비율이 3,000, 4,000, 6,000 L/shellfish m<sup>3</sup>의 경우에는 24시간 경과 후, 8,000 L/shellfish m<sup>3</sup>의 경우에는 12시간 경과 후 검출되지 않았다.

따라서 동족의 미생물 정화는 토사 배출과 마찬가지로 유수량 및 동족에 대한 해수 비율이 높을수록 효과적이었으며, 산업적 측면에서 최적의 미생물 정화 조건으로는 위생지표세균인 대장균군을 기준으로 하여 동족에 대한 해수 비율이 4,000 L/shellfish m<sup>3</sup> 이상일 때 최저 150 L/min./shellfish m<sup>3</sup>의 유수량으로 24시간 이상 공급하는 것이 가장 효율적일 것으로 생각되었다.

Choi and Kim (1979)은 굴의 미생물 정화시 해수 (온도 22°C, pH 7.8, 염분농도 32‰)를 400 L/min.의 유속으로 공급하면서 위생지표세균의 제거시험을 한 결과 대장균군은 정화시간이 경과함에 따라 서서히 감소되어 15시간 경과 후 83% 정도까지 감소하였으며, 그 이후 30시간까지 일정한 수준을 유지하였다고 보고한 바가 있다. 굴의 정화에 있어 패류량 및 공급 해수량 등을 알 수 없기 때문에 동족의 경우와는 절대적 비교는 할 수 없으나, 150 L/min./shellfish m<sup>3</sup>으로 공급하였을 때와 비교해 보면 동족의 대장균군은 24시간 경과 후 최저 91% 이상 감소하여 굴보다는 더 미생물 정화가 빠른 것으로 추정된다. 반면, Anthony and Graham (1984)의 보고에 의하면 오스트레일리아 굴의 미생물 정화를 위하여 해수 (온도 18~22°C, 염분농도 32~36‰)를 수조에 넣고 순환하면서 시험한 결과 13시간 이후에 약 99%의 미생물이 제거된 것으로 보고하여 패류의 미생물 정화는 품종, 서식환경, 용수의 수질 및 공급량, 패류 수용량 등에 따라 다소 차이가 있는 것으로 사료된다.

## 요 약

본 연구는 서해산 동족의 토사 배출 및 미생물 정화의 최적 조건을 검토하기 위하여 토사 배출에 대한 수질의 영향, 그리고 동족에 대한 폐사율, 토사 잔존유무 및 세균학적 조사를 실시하였다.

동족의 토사 배출을 위한 적절한 수질조건은 수온 23°C, 염분농도 32.9~35‰, pH 7.9~9.0이었다. 23°C로 조절된 자연해수 (염분농도 32.9‰, pH 7.9)를 사용하여 토사배출 시험을 실시한 결과, 동족은 마리당 평균 약 210 mg의 토사를 함유하고 있었으며, 24시간 후에 94.0%를 배출하였다.

동족은 공급 해수의 유수량과 동족에 대한 해수 비율이 높을수록 양호한 생리상태 및 토사배출 성상을 보였으며, 최적 토사배출

조건은 동족에 대한 수조내 해수 비율을 4,000 L/shellfish m<sup>3</sup> 이상으로 하여 최저 150 L/min./shellfish m<sup>3</sup>의 유수량으로 36시간 이상 공급해 주는 것이었다.

동족의 미생물 정화는 토사 배출과 마찬가지로 유수량이 많을수록 동족에 대한 해수 비율이 높을수록 효과적이었으며, 위생지표세균인 대장균군을 기준으로 하였을 때 가장 효율적인 미생물 정화 조건은 동족에 대한 해수 비율이 4,000 L/shellfish m<sup>3</sup> 이상일 때 최저 150 L/min./shellfish m<sup>3</sup>의 유수량으로 24시간 이상 공급해 주는 것이었다.

## 감사의 글

본 연구는 국립수산물진흥원 연구과제 “패류 가공제품 개발 시험”의 일부로 수행된 것입니다.

## 참 고 문 헌

- Anthony, J.R. and H.F. Graham. 1984. Effects of water temperature and salinity on elimination of *Salmonella charity* and *Escherichia coli* from Sydney rock oysters (*Crassostrea commercialis*). Appl. Environ. Microbiol., 48, 1061~1063.
- A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Chapter 17 Microbiological Methods. 16th ed. AOAC, USA, pp. 11~21.
- A.P.H.A. 1970. Recommended Procedures for the Bacteriological Examination of Sea water and Shellfish. 4th ed. A.P.H.A., Broadway, New York, pp. 28~46.
- A.P.H.A. 1982. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 15th ed. A.P.H.A., Broadway, New York, pp. 28~47.
- Blogoslawski, W.J., M.E. Stewart, J.W. Hurst and F.G. Kern III. 1979. Ozon detoxification of paralytic shellfish poison in the softshell clam (*Mya arenaria*). Toxicon., 17, 650~654.
- Blogoslawski, W.J. and M.E. Stewart. 1983. Depuration and public health. J. World Mariculture Soc., 14, 535~545.
- Buisson, D.H., G.C. Fletcher and C.W. Begg. 1981. Bacterial depuration of the Pacific oyster in New Zealand. New Zealand J. Sci., 24, 253~262.
- Chang, D.S., I.S. Shin, H.Y. Goo, E.G. Oh, J.H. Pyun and Y.H. Park. 1988. Studies on distribution, characterization and detoxification of shellfish toxin in Korea. 3. Detoxification of paralytic shellfish poison of sea mussel, *Mytilus edulis*. J. Kor. Fish. Soc., 21, 297~302 (in Korean).
- Choi, J.H. and C.Y. Kim. 1979. Depuration of live oysters by controlling temperature, pH and free chlorine content. J. Kor. Fish. Soc., 12, 255~259 (in Korean).
- F.D.A. 1992. National Shellfish Sanitation Program Manual of Operations. Part II. Sanitation of the Harvesting, Processing and Distribution of Shellfish. F.D.A., USA, pp. 11~120.
- F.D.A. 1995. National Shellfish Sanitation Program Manual of Operations. Part I. Sanitation of shellfish growing areas. F.D.A., USA, pp. C1~C29.
- Jones, S.H., T.L. Howell and K. O'Neill. 1991. Differential elimination of indicator bacteria and pathogenic *Vibrio* sp. from eastern oysters

- (*Crassostrea virginica* Gmelin, 1791) in a commercial controlled purification facility in Maine. *J. Shellfish Res.*, 10, 105~112.
- Lakshmanan, P.T. and P.N.K. Nambisan. 1989. Bioaccumulation and depuration of some trace metals in the mussel, *Perna viridis* (Linnaeus). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 43, 131~138.
- Lee, E.H., J.H. Pyeun and J.W. Hur. 1970. Studies on the shellfish processing. 1. Purification of the surf clam *Macra sulcataria* Reeve for the remove of sand. *J. Kor. Fish. Soc.*, 3, 27~32 (in Korean).
- Luten, J.B., W. Bouquet, M.M. Burggraaf and J. Rus. 1986. Accumulation, elimination and speciation of cadmium and zinc in mussels, *Mytilus edulis*, in the natural environment. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 37, 579~586.
- Martinez-Manzanares, E., F. Egea, D. Castro, M.A. Morinigo, P. Romero and J.J. Borrego. 1991. Accumulation and depuration of pathogenic and indicator microorganisms by the bivalve mollusc, *Chamelea gallina* L, under controlled laboratory conditions. *J. Food Prot.*, 54(8), 612~618.
- Novaczek, I., M.S. Madhyastha, R.F. Ablett, A. Donald, G. Johnson, M.S. Nijjar, and D.E. Sims. 1992. Depuration of domoic acid from live blue mussels (*Mytilus edulis*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49, 312~318.
- Palmer, S.J., B.J. Presley, R.J. Taylor and E.N. Powell. 1993. Field studies using the oyster *Crassostrea virginica* to determine mercury accumulation and depuration rates. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 51, 464~470.
- Power, U.F. and J.K. Collins. 1989. Differential depuration of poliovirus, *Escherichia coli* and a coliphage by the common mussel, *Mytilus edulis*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 55, 1386~1390.
- Richards, G.P. 1988. Microbial purification of shellfish. A review of depuration and relaying. *J. Food Prot.*, 51, 218~251.
- Rodrick, G.E., K.R. Schneider and F.A. Steslow. 1988. Uptake, fate and ultraviolet depuration of Vibrios in *Mercenaria campechiensis*. *MTS Journal*, 23, 21~26.
- 이응호, 변재형, 김수현. 1973. 수출용 패류의 가공적성에 관한 연구. (1) 바지락의 가공적성. 과학기술처, R-73-40, pp. 1~30.
- 해양수산부. 1990~2000. 해양수산통계연보.

---

2001년 2월 5일 접수

2001년 3월 14일 수리