

서해산 바지락 (*Ruditapes philippinarum*)의 토사 배출 조건

송기철 · 목종수 · 강창수* · 장동석**

국립수산진흥원 서해수산연구소, *해전대학 제과제빵학부, **부경대학교 식품공학과

Sand Elimination in Shortnecked clam, *Ruditapes philippinarum*, 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

Shortnecked clam, *Ruditapes philippinarum*, is one of the very important shellfish produced in south-western coast of Korea. But it's ready to be polluted and have sand in flesh because it mainly inhabit in silt at the inside of coastal area. This study was carried out to obtain informations about the elimination of sand in shortnecked clam harvested from western coast of Korea. During rearing shortnecked clams in water tank, the elimination rates of sand from them at 6, 13, 23, 28°C were 59.0, 88.2, 97.9, 96.1% after 48 hours, respectively. The sand was eliminated above 95% from the shellfish at 32.9 to 40‰ of salinity after 48 hours. But the sand elimination from them was incomplete and inconsistent at 10 to 20 of salinity. The sand was eliminated rapidly at pH 7.9 to 9.0, however, its elimination was not effective at neutral or acidity range. It was found that the sand elimination was most effective at 23°C, 35‰ salinity and pH 9.0. Reasonable flow rate for sand eliminate in shortnecked clam was above 150 L/min./shellfish m³ under both 3,000 and 4,000 L/shellfish m³, and above 100 L/min./shellfish m³ under both 6,000 and 8,000 L/shellfish m³ in water tank.

Key words: Sand elimination, Shortnecked clam (*Ruditapes philippinarum*), Depuration

서 론

패류에는 유리아미노산, 핵산관련물질 및 유기산 등 패류 고유의 맛과 향을 내는 성분들이 많이 함유되어 있어 오래 전부터 많이 이용하여 왔으며, 최근에는 수산물에 대한 건강식품으로서의 인식이 확산됨에 따라 점차적으로 소비가 확대되고 있는 추세이다.

서해안은 조석간만의 차가 크고 간석지가 잘 발달되어 있어 바지락, 동죽, 가무락, 맛, 백합 등의 패류가 다량 생산되고 있다. 특히, 바지락은 우리나라의 남서해안에 주로 분포하며 (권 등, 1993), 전국의 약 70%가 서해안에서 생산되고 있다 (해양수산부, 1998~2000). 연안 저질에 서식하는 바지락과 같은 이매패류는 filter feeding을 하는 과정에서 펄과 모래 등의 토사와 중금속 및 병원성 미생물 등의 유해 물질들을 체내에 축적하게 된다.

지금까지 오염된 패류로부터의 미생물 (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 (Luten et al., 1986; Lakshmanan and Nambisan, 1989; Palmer et al., 1993), 석유계 탄화수소화합물 (Jovanovich and Marion, 1987; Patel and Eapen, 1989; Tanacredi and Cardenas, 1991) 및 해양생물독 (Blogoslawski et al., 1979; Blogoslawski and Stewart, 1983; Chang et al., 1988; Novaczek et al., 1992) 정화 등에 관한 많은 연구가 진행되어져 있다. 한편, 패류의 토사 배출에 관한 연구로는 굴 (Choi and Kim, 1979),

개랑조개 (Lee et al., 1970) 및 바지락 (이 등, 1973)에 관한 실험실 규모의 연구는 수행되었으나 현장에서 적용 가능한 연구는 검토되지 않았다.

본 연구에서는 바지락의 식품학적 품질 향상, 산업화 적용 및 소비 다양화를 위한 연구의 일환으로서 토사 배출에 관여하는 환경인자의 영향과 패류에 대한 해수량 및 유수량에 따른 최적 토사배출 조건에 대하여 검토하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

토사 배출을 위해 사용된 시료는 충남 태안군 소원면 법산어촌계 지점에서 1996년 6월에 채취한 바지락 (*Ruditapes philippinarum*)으로 각장 31.1±6.2 mm, 각고 22.4±4.5 mm, 각폭 15.0±3.5 mm 및 전중량 7.3±4.2 g이었다. 전 실험을 통하여 해수는 침전조에서 침전시킨 다음 가압 모래여과기로 여과하여 자외선 살균 (39W×2)한 것을 사용하였다.

2. 수온 및 염분 농도 측정

해수의 수온은 봉상 온도계를 사용하여 측정하였으며, 염분농도는 Induction salinometer (Ocean Electronics, Model OE 40-1, U. S.A.)를 사용하여 측정하였다.

3. 토사 배출에 영향을 미치는 환경인자 측정

바지락의 토사 배출에 영향을 미치는 환경인자를 살펴보기 위하여 33×15×25 cm 크기의 수조를 사용하였다. 해수 온도의 영향은 해수 (염분농도 32.4‰, pH 7.9)를 5L씩 넣고 공기를 공급하면서 해수의 온도를 6, 13, 23, 28°C로 달리 조절한 각 수조에 바지락을 35마리씩 각각 넣은 후 시간별 토사 배출률을 조사하였다. 또한 염분농도의 영향은 해수 (염분농도 32.9‰, pH 8.0)를 대조구로 하여 해수의 염분농도를 NaCl과 증류수를 사용하여 10, 20, 35, 40‰로 각각 달리하여 시간별 토사 배출률을 검토하였다. 아울러 pH의 영향은 해수 (염분농도 31.8‰, pH 7.9)를 대조구로 하여 해수의 pH를 구연산과 중탄산나트륨을 사용하여 pH 5.0, 7.0, 9.0으로 각각 달리한 후 시간별 토사 배출률을 살펴보았다.

토사 배출률은 A.P.H.A. (1982)의 total nonfilterable residue (total suspended matter) 측정방법에 따라 측정하여 총 토사 함유량에 대한 토사 배출량을 백분율로 나타내었다. 즉, 토사 배출량은 사용한 해수를 glass microfibre filter (Whatman GF/C)로 감압 여과한 후 항온건조기에서 105°C로 건조하여 항량을 구하여 산출하였다. 이때 바지락의 총 토사 함유량은 토사가 완전히 배출되었을 때의 총 토사 배출량을 측정하여 구하였으며, 마리당 평균 약 23.5 mg의 토사를 함유하고 있었다.

4. 토사 배출에 따른 수질 변화, 생균수 변화, 폐사율 및 토사 잔존유무 조사

바지락의 토사 배출을 위한 산업화 적용시험으로서 바지락에 대한 해수 비율과 유수량의 조합에 따른 최적 토사배출 조건을 검토하였다. 즉, 해수 (염도 31.45~32.26‰, 용존산소 6.6 mg/L, pH 7.95) 700 L를 2톤의 원형수조에 넣고 공기를 공급하면서 온도를 20°C 내외로 조절하였다. 그리고 바지락에 대한 해수 비율이 각각 8,000, 6,000, 4,000, 3,000 L/shellfish m³가 되도록 바지락 트레이 (52×35×16.5 cm)에 담아 수조에 넣고, 각각에 대하여 12시간마다 해수를 전량 교환한 것과 패류 1 m³당 50, 100, 150 L/min. 비율로 해수를 유수 공급하면서 다음과 같은 시험을 실시하였다.

수질 변화는 pH (Fisher Scientific, Accumet 1003)와 용존 산소량 (Omega Technologies Company, PHH-500)을 측정하였으며, 바지락의 생균수 측정은 A.P.H.A. (1970)의 방법에 따라 standard plate count agar (Difco사)를 사용하여 35°C에서 48시간 배양한 후 CFU (colony forming unit)/g으로 표기하였다. 또한 시간 경과에 따른 바지락의 폐사율을 측정하여 백분율로 나타내었으며, 바지락내 토사의 잔존 유무를 알아보기 위하여 관능검사의 일종으로 저작에 의한 mastication 검사와 2개의 유리판을 사용한 slide glass 검사를 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 토사 배출에 영향을 미치는 환경인자

가. 수온의 영향

해수의 온도가 바지락의 토사 배출에 미치는 영향을 Fig. 1에 나타내었다. 해수의 온도를 인위적으로 조절하였을 때 바지락의 토사는

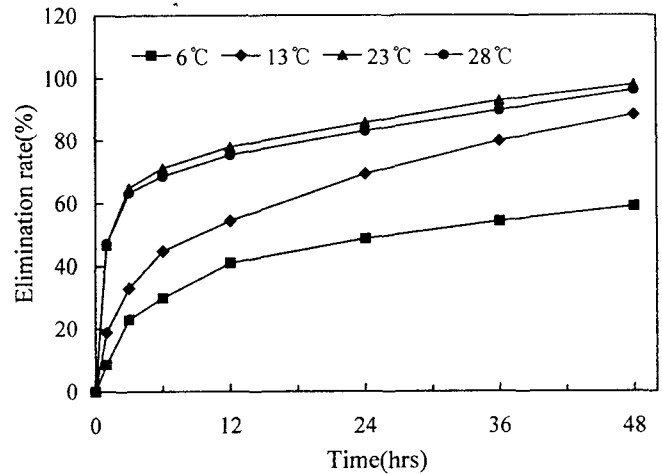


Fig. 1. Effect of temperature on the elimination rate of sand and fecal piles in *Ruditapes philippinarum*. Elimination rate is expressed as follows: Eliminated weight of sand and fecal piles/Total weight of sand and fecal piles×100.

23°C에서 1시간 후 46.8%, 12시간 후 77.9%, 48시간 후 97.9%로 가장 많이 배출되었으며, 28°C에서는 23°C와 거의 유사하였다. 한편, 13°C에서는 12시간 후 54.3%, 48시간 후 88.2%, 6°C에서는 48시간 후에도 겨우 59.0%가 배출되어 수온이 낮아질 수록 토사 배출 속도가 늦어짐을 알 수 있었다. 따라서 수온을 23°C로 조절한 것이 초기 토사배출 속도가 빨라 토사배출에 보다 효과적이었으며, 이보다 고온이나 저온에서는 토사 배출률이 낮음을 알 수 있었다.

이와 같은 결과는 바지락의 아가미 섬모활동은 0°C와 36°C에서 정지되고, 23°C에서 가장 활발하다는 相良 (1965)의 보고에서 알 수 있듯이 토사배출 역시 바지락의 섬모활동이 활발한 온도대에서 잘 이루어지는 것으로 생각된다. 개량조개의 토사 배출에서도 서식 환경해수의 온도대보다 더 높은 온도에서 토사 배출이 빨랐다는 Lee et al. (1970)의 보고와 굴의 오물질 제거에는 양식장의 해수 온도인 22°C 부근이 가장 효과적이라는 Choi and Kim (1979)의 보고와도 유사한 결과를 보였다. 또한, 오스트레일리아 굴의 미생물 정화는 18~22°C의 온도대가 보다 효과적이며, 17°C 이하에서는 불완전하였다는 Anthony and Graham (1984)의 보고와도 유사하였다.

나. 염분농도의 영향

염분농도가 바지락의 토사 배출에 미치는 영향을 Fig. 2에 나타내었다. 연안 자연해수에 NaCl를 첨가하여 35‰로 조절한 시험구에서 1시간 후에 45.4%, 12시간 후에 77.9%, 48시간 후에 97.1%의 토사가 배출되어 가장 효과적이었으며, 연안 자연해수 (32.9‰) 및 40‰ 시험구도 유사한 결과를 나타내었다. 반면, 20‰ 이하에서는 24시간 이후부터 서서히 토사 배출을 하기 시작하여 48시간 후에도 66.7%만이 배출되었고, 10‰에서는 48시간까지도 입수공과 출수공을 열지 않아 토사 배출이 거의 이루어지지 않았다.

이 결과는 개량조개의 토사 배출시 이 패류의 서식해수의 염분

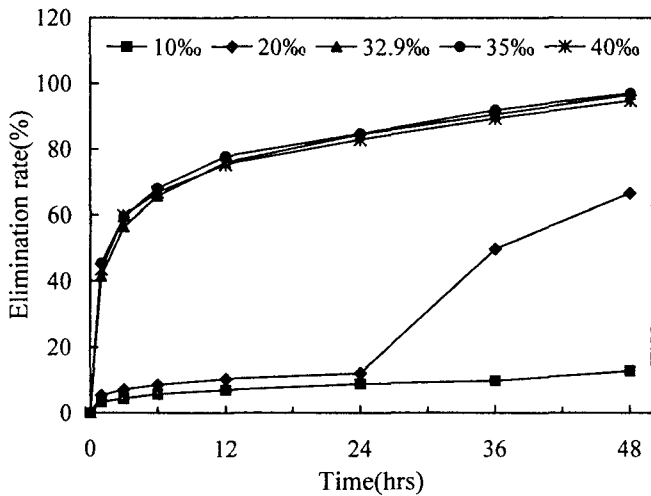


Fig. 2. Effect of salinity on the elimination rate of sand and fecal piles in *Ruditapes philippinarum*. Elimination rate is expressed as the same as in Figure 1.

농도보다 약 1/2로 묽은 쪽 (15.14‰)에서 배출이 빨랐다는 Lee et al. (1970)의 보고와, 굴의 정화에 있어서 염분농도를 1/2로 희석하였을 때 (16‰)까지는 양식장 해수를 그대로 한 것과 비슷한 효과를 보였다는 Choi and Kim (1979)의 보고와는 다소 차이가 있었다. 반면 굴의 미생물 정화시 15~20‰에서는 효과적으로 정화되지 않았다는 Anthony and Graham (1984)의 보고와 우럭의 미생물 정화를 위한 최저 염분농도는 20‰이며, 30‰에서 가장 빨리 배출되었다는 Cabelli and Heffernan (1970)의 보고와 유사한 경향을 나타내었으며, 이것은 염분농도의 급격한 변화에 의한 바지락의 정상적인 생리작용에 장애를 초래하였기 때문으로 생각된다.

다. pH의 영향

해수의 pH에 따른 바지락의 토사 배출물을 Fig. 3에 나타내었다. 대조구인 연안 자연해수 (pH 7.9)에 비하여 pH 9.0에서 토사 배출률이 약간 높았으나 큰 차이는 아니었다. 한편 pH 7.0 이하에서는 6시간 이후 점질물의 배출이 많아지기 시작하여 24시간 이후에는 여과가 곤란하여 측정이 불가능하였다. 따라서 pH 7.0 이하는 바지락의 토사배출 조건으로 적절치 않으며, 이러한 조건에서는 바지락이 정상적인 생리작용에 장애받기 때문에 점질물의 배출도 많아지고, 활력도 매우 저하하는 것으로 사료된다.

개랑조개의 토사 배출에 미치는 pH의 영향은 이 패류의 서식 해수보다 약 1 정도 높은 쪽 (pH 8.75)이 빨랐다는 Lee et al. (1970)의 보고와 굴의 오물질 제거에는 pH 8.80 일 때가 가장 좋은 효과를 보였다는 Choi and Kim (1979)의 보고와 일치하였다. 그러므로 바지락의 토사 배출은 pH 9.0에서 하는 것이 pH 7.9인 자연해수보다 다소 양호하였으나, 경제적인 측면에서 자연해수를 사용하여도 좋을 것으로 생각된다. 이상의 결과를 종합해 보면 바지락의 토사는 수온 23℃, 염분농도 35‰, pH 9.0에서 가장 잘 배출되었으나, 염분농도는 자연해수 이상에서, 그리고 pH는 자연해수와 pH 9.0 사이에 큰 차이를 보이지 않아 산업적인 측면에서는 집중호우나 특별한 해양학적 조건의 변화 등에 의해 일반적인 해

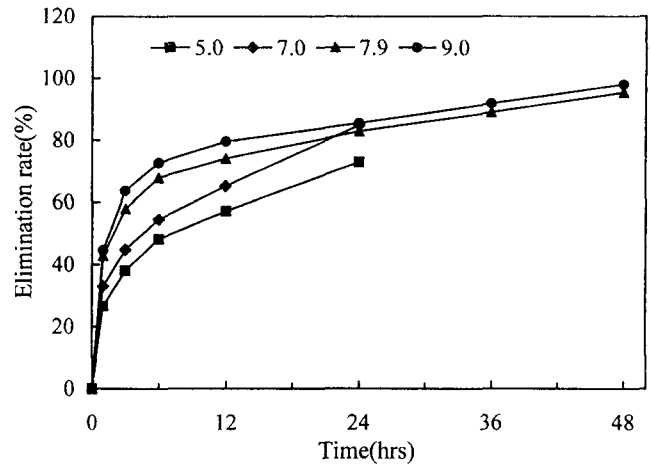


Fig. 3. Effect of pH on the elimination rate of sand and fecal piles in *Ruditapes philippinarum*. Elimination rate is expressed as the same as in Figure 1.

수의 조성에 큰 변화가 없을 때는 수온 23℃ 부근으로 조절한 자연해수를 사용하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

2. 토사 배출에 따른 수질, 생균수, 폐사율 및 토사 잔존유무
산업화 적용 시험의 일환으로 바지락에 대한 해수 비율 및 유수량에 따른 최적 토사배출 조건을 검토하였다. 이때, 해수의 pH 및 용존 산소의 변화를 Table 1에, 바지락의 생균수 변화와 폐사율을 Table 2에, 그리고 토사 잔존유무 검사를 위한 mastication 검사와 slide glass검사 결과를 Table 3에 각각 나타내었다.

해수를 유수시키지 않고 12시간마다 수조내 해수만 교환한 시험구에서는 48시간 경과 후 해수의 pH는 7.18~7.24이었고, 용존 산소는 1.8~2.2 mg/L로 최초 공급수에 비해 현저하게 저하하였으며, 바지락의 생균수는 48,000~340,000 CFU/g로서 큰 폭으로 증가하였다. 바지락에 대한 해수 비율이 3,000과 4,000 L/shellfish m³인 시험구는 36시간 경과후 부패취와 폐사체가 발생하기 시작하여, 48시간 경과 후에는 약 24%와 15%가 각각 폐사하였다. 또한 해수 비율이 6,000과 8,000 L/shellfish m³인 시험구는 48시간 경과시 4%와 2%가 각각 폐사하였다.

한편, 해수를 유수시킨 시험구에서는 폐사체는 발생하지 않았으나, 수조내의 패류 대한 해수 비율 및 유수량에 따라 해수의 pH와 용존 산소에 다소의 차이를 나타내었다. 즉, 바지락 1m³에 대해 유수량이 50 L/min.인 모든 시험구와 유수량이 100 L/min.일 때 해수 비율이 3,000 L와 4,000 L인 시험구에서는 시험기간중 해수의 pH는 7.40~7.87, 용존 산소는 2.7~4.9 mg/L, 바지락의 생균수는 3,200~13,000 CFU/g로서 바지락의 생리작용에 다소의 저해를 받는 것으로 판단되었다. 또한 바지락 1m³에 대해 유수량이 100 L/min.일 경우 해수 비율이 6,000 L와 8,000 L인 시험구와 유수량이 150 L/min.인 모든 시험구에서는 48시간 경과시 해수의 pH는 7.80~7.94, 용존 산소는 5.2~6.1 mg/L로서 해수의 pH와 용존 산소의 저하가 크지 않았으며, 바지락의 생균수는 800~3,500 CFU/g로서 약간 증가하거나 감소하는 추세였다. 따라서 적절한 토사 배출을

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

Sample No. ¹⁾	pH					Dissolved oxygen (mg/L)					
	0 ²⁾	12	24	36	48	0	12	24	36	48	
A	1	7.95	7.30	7.33	7.23	7.18	6.6	2.6	2.5	2.1	1.8
	2	7.95	7.33	7.30	7.26	7.21	6.6	2.5	2.7	.5	1.9
	3	7.95	7.24	7.20	7.16	7.20	6.6	3.5	2.9	2.6	2.2
	4	7.95	7.21	7.26	7.11	7.24	6.6	3.5	3.1	2.6	2.2
B	1	7.95	7.40	7.67	7.59	7.62	6.6	3.8	3.0	2.7	3.2
	2	7.95	7.59	7.68	6.69	7.70	6.6	3.2	3.1	3.0	3.8
	3	7.95	7.41	7.75	7.66	7.64	6.6	4.7	4.6	4.3	4.2
	4	7.95	7.60	7.72	7.67	7.64	6.6	4.8	4.9	4.7	4.7
C	1	7.95	7.40	7.87	7.59	7.65	6.6	4.0	4.6	4.3	4.2
	2	7.95	7.77	7.86	7.70	7.71	6.6	4.9	4.8	4.7	4.6
	3	7.95	7.65	7.90	7.69	7.82	6.6	5.6	5.7	5.3	5.2
	4	7.95	7.52	7.88	7.75	7.87	6.6	5.0	5.2	5.1	5.3
D	1	7.95	7.90	7.91	7.84	7.94	6.6	5.6	5.4	5.7	5.5
	2	7.95	7.89	7.88	7.79	7.88	6.6	5.4	5.6	5.7	5.6
	3	7.95	7.80	7.80	7.83	7.80	6.6	5.9	5.7	5.8	5.8
	4	7.95	7.86	7.77	7.78	7.87	6.6	5.8	6.0	6.2	6.1

All data are expressed as the mean of three experiments.

¹⁾ Flow rate and volume of process water are expressed as follows: A, Sea water was only exchanged every 12 hours; B, 50 L/min./shellfish m³; C, 100 L/min./shellfish m³; D, 150 L/min./shellfish m³; 1, 3,000 L/shellfish m³; 2, 4,000 L/shellfish m³; 3, 6,000 L/shellfish m³; 4, 8,000 L/shellfish m³.

²⁾ The number means hour.

Table 2. Viable cell counts and death rates of *Ruditapes philippinarum* during the elimination of sand

Sample No. ¹⁾	Viable cell counts (CFU/g)					Death rate (%) ³⁾					
	0 ²⁾	12	24	36	48	0	12	24	36	48	
A	1	2,100	6,000	21,000	110,000	340,000	0	0	0	0	24
	2	2,100	11,000	16,000	98,000	260,000	0	0	0	0	15
	3	2,100	13,000	22,000	32,000	63,000	0	0	0	0	0
	4	2,100	12,000	13,000	23,000	48,000	0	0	0	0	0
B	1	1,700	8,800	8,200	11,000	13,000	0	0	0	0	0
	2	1,700	6,600	11,000	12,000	5,400	0	0	0	0	0
	3	1,700	4,200	8,200	9,300	7,500	0	0	0	0	0
	4	1,700	6,300	3,500	3,300	3,200	0	0	0	0	0
C	1	1,700	4,800	6,500	9,800	11,000	0	0	0	0	0
	2	1,700	5,000	4,300	13,000	5,200	0	0	0	0	0
	3	1,700	4,200	6,300	3,400	800	0	0	0	0	0
	4	1,700	4,800	4,600	3,000	900	0	0	0	0	0
D	1	2,100	5,300	4,400	3,200	2,200	0	0	0	0	0
	2	2,100	3,800	2,500	3,800	3,500	0	0	0	0	0
	3	2,100	4,900	7,000	4,200	1,200	0	0	0	0	0
	4	2,100	3,500	5,800	3,100	2,000	0	0	0	0	0

All data are expressed as the mean of three experiments.

^{1,2)} Refer to the footnote of Table 1.

³⁾ Death rate is expressed as follows: Death shellfish/Total shellfish × 100.

Table 3. Sand presence in the flesh of *Ruditapes philippinarum* during the elimination of sand

Sample No. ¹⁾	0 ²⁾	Mastication test				Slide glass test					
		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.

^{1,2)} Refer to the footnote of Table 1.

위해서는 반드시 해수를 유수시켜 주어야 할 것으로 사료된다.

모든 시험구에서 토사는 24시간 경과 후 소화관에 약간 잔존하는 것을 제외하고는 대부분 배출되었으며, 36시간 경과 후에는 mastication검사와 slide glass검사에서 모두 음성으로 나타나 토사가 모두 배출되었음을 확인하였다. 모든 시험구에서 해수로부터 대장균군 및 분변계 대장균은 검출되지 않았고, 바지락의 초기 대장균군수는 38~60 CFU/g 이었으나 12시간 이후에는 검출되지 않았다 (Data not shown).

따라서 바지락의 적절한 토사배출을 위해서는 바지락 1 m³에 대한 해수 비율이 3,000 L와 4,000 L일 때에는 해수를 150 L/min./shellfish m³ 이상, 해수 비율이 6,000 L와 8,000 L일 경우에는 해수를 100 L/min./shellfish m³ 이상 공급하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

요 약

서해안에서 생산되는 주요 패류인 바지락의 토사 배출률을 최적화하기 위하여 토사 배출에 관여하는 환경인자의 영향과 토사 배출에 따른 해수의 pH 및 용존 산소의 변화, 그리고 바지락에 대한 세균학적 조사, 폐사율 및 토사 잔존유무를 검토하였다.

바지락의 토사 배출에 있어서 해수 온도의 영향을 보면 수온 23°C에서 가장 양호하여 48시간 후에 97.9%가 배출되었으며, 염분농도는 32.9~40‰에서 가장 양호하여 48시간 후에 94.7~97.1%가 배출되었다. 또한 pH의 영향을 보면 pH 9.0에서 가장 많은 양이 배출되어 48시간 후에 98.0%가 배출되었으며, 자연해수인 pH 7.9

와 큰 차이는 보이지 않았다.

바지락은 해수를 유수시키지 않고 12시간마다 해수만 교환한 시험구에서는 48시간 경과후 2~24%의 폐사체가 발생하였으나, 유수시킨 시험구에서는 48시간까지 폐사체가 발생하지는 않았다. 모든 시험구에서 36시간 이상 경과시 대부분의 토사가 배출되었다.

바지락의 토사 배출을 위한 최적 해수 공급 조건은 바지락에 대한 해수 비율이 3,000과 4,000 L/shellfish m³일 때에는 해수를 150 L/min./shellfish m³ 이상, 6,000과 8,000 L/shellfish m³일 경우에는 해수를 100 L/min./shellfish m³ 이상 공급하는 것이었다.

감사의 글

본 연구는 국립수산진흥원 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.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., A.W.W.A. and W.P.C.F. 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.
- Cabelli, V.J. and W.P. Heffernan. 1970. Elimination of bacteria by the soft shell clam, *Mya arenaria*. J. Fish. Res. Bd. Canada, 27, 1579~1587.
- 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).
- 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.
- Jovanovich, M.C. and K.R. Marion. 1987. Seasonal variation in uptake and depuration of anthracene by the brackish water clam *Rangia cuneata*. Mar. Biol., 95, 395~403.
- 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, 357~362 (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, 612~618.
- Novacek, 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.
- Patel, B. and J.T. Eapen. 1989. Physiological evaluation of naphthalene intoxication in the tropical acrid clam *Anadara granosa*. Mar. Biol., 103, 193~202.
- 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.
- Tanacredi, J.T. and R.R. Cardenas. 1991. Biodepuration of polynuclear aromatic hydrocarbons from a bivalve mollusc, *Mercenaria mercenaria* L. Environ. Sci. Technol., 25, 1453~1461.
- 권오길, 박갑만, 이준상. 1993. 한국패류도감. 아카데미서적, pp. 366.
- 이용호, 변재형, 김수현. 1973. 수출용 패류의 가공적성에 관한 연구. (1) 바지락의 가공적성. 과학기술처, R-73-40, pp. 1~30.
- 해양수산부. 1998~2000. 해양수산통계연보.
- 相良順一郎. 1965. 淺海養殖 60種. 大成出版社, pp. 219~227.

2001년 2월 5일 접수

2001년 3월 19일 수리