

패류 가공에 관한 연구

1. 개량조개 *Mactra sulcataria* REEVE의 토사 배출에 대하여*

李 應 昊·卞 在 亨·許 宗 和

(釜山水産大學)

STUDIES ON THE SHELLFISH PROCESSING

1. Purification of the Surf Clam *Mactra sulcataria* REEVE for the Remove of Sand

by

Eung-Ho LEE, Jae-Hyeung PYEUN and Jong-Wha HUR

(Pusan Fisheries College)

A study on the purification of the surf clam *Mactra Sulcataria* REEVE for the remove of sand and fecal piles was conducted in the laboratory. The sand was mostly distributed around the inhalent and exhalent siphon, mantle and gill, and were also distributed in the digestive tract including the mid-gut gland. The sand particles in the digestive tract were extremely small and their sizes were about $180 \times 10\mu$ to $550 \times 200\mu$.

It could be seen that there was little, if any, difference in the rate of sand removal when either the hanging purification method was used or the method of laying the surf clams in thick or thin layers on the bottom of the experimental vessel was used.

The surf clam removed about 50% of its sand during the first hour of purification. The weight of the removed sand and fecal piles on a dry basis reached a constant value after 22 to 26 hours of purification. After 42 hours of purification, no sand could be seen in the fecal piles.

The surf clam removed the sand in its body more rapidly when it was in sea water with the pH of 8.75 than when it was in natural sea water. Also high temperature had a much greater depressing effect upon the removal of sand in the surf clam than did natural sea water. Also low salinity had greater accelerating effect upon the removal of sand in the body than did natural sea water. However the surf clam died when the salinity was 8.19‰.

머 리 말

개량조개 *Mactra sulcataria* REEVE는 염분 농도가 비교적 낮고 수심 2~4m의 해저에 분포하며, 우리나라에서는 주로 남해안의 부산, 통영, 여수를 비롯하여 동해안의 속초, 함남 지방 그리고 서해안의 경기 지방에 많이 분포하고 있다고 한다(李 등, 1967). 이 개량조개는 우리나라에서 양적으로 보아 많이 어획되는 2매패의 일종이다.

우리나라에서는 이 개량조개가 주로 날 것 또는 건제품으로 유통되고 있는데, 다른 조개류에 비하여 특히 토사를 많이 함유하고 있기 때문에 가공 원료로서는 이 토사가 크게 문제가 된다.

백합같은 것도 토사를 약간 함유하고 있는데, 뜯조림할 때는 이 토사를 제거하기 위하여 바구니에 넣어 해

* 본 교문의 요지는 1969년 9월 19일 한국농화학회에서 발표하였다.

수중에 수하시켜 두면 약 9시간만에 제거할 수 있다고 한다(末廣, 1962).

그런데 개량조개는 다른 조개류보다도 특히 모래를 많이 함유하고 있어 식품으로서 문제가 되고 있음에도 불구하고 여기에 대한 구체적인 자료를 찾아 볼 수 없다. 그래서 살아 있는 개량조개로부터 토사를 제거하는 실험을 하여 산업적으로 이용 가능할만한 자료를 얻었으므로 그 결과를 보고한다.

이 실험은 1969년도 문교부 학술연구 조성비로서 실시 하였다. 실험에 있어서 실험 시설 이용을 허가하여 주시고 실험에 대하여 조언하여 주신 부산수산대학 임해연구소 이 병돈 박사, 김 용역, 이택열, 진 평 교수에게 감사사를 드리고, 실험을 도와 준 부산수산대학 김 용근군에게 감사하는 바이다.

실험 재료 및 방법

1. 재 료

시료는 1969년 8월 1일 부산 수영만에서 채취한 각장 5~6.5cm의 살아 있는 개량조개 *Mactra sulcataria* REEVE를 사용하였다.

2. 실험 구분

- (1) Fig. 1—A와 같이 실험 용기 밑바닥에 단층으로 시료를 놓은 것.
- (2) Fig. 1—B와 같이 실험 용기 밑바닥에 두겹계 시료를 놓은 것.
- (3) Fig. 1—C와 같이 실험 용기 중간층에 단층으로 시료를 깔아서 띄운 것.
- (4) Fig. 1—D와 같이 실험 용기 중간층에 시료를 두겹계 깔아서 띄운 것.
- (5) Fig. 1—E와 같이 여러층으로 시료를 놓은 것.
- (6) Fig. 1—F와 같이 aeration 시키면서 pH, 온도, 염분 농도등을 상온의 천연 해수를 중심으로 인위적으로 조절하여 실험하였다.

Fig. 1에서 A~E는 천연 해수(pH 7.95~8.0, temp. 21~23°C, salinity 32~33‰)를 400ml/min의 속도로 over flow시켰고, 시료는 어장에서 채취한 후 바로 사용하였으며, Fig. 1—F와 같은 장치를 써서 pH, 온도, 염분 농도를 조절하여 실험할 때의 시료는 채취 후 밑바닥에 모래를 약 7cm 두께로 깔 대형 수조에서 해수를 over flow시키면서 3일간 축양시킨 것을 사용하였다.

3. 토사의 소재

토사가 들어 있는 장소는 시료를 해부하여 육안 및 현미경으로 관찰하였다.

4. 토사 배출량 측정

Fig. 1과 같은 장치를 사용하여 실험 구분에 따라 일정한 수의 시료를 넣어 시간별로 배출하는 토사 및 배설물을 정량용 여지로 여과하여 100~105°C에서 3시간 건조시킨 다음 평량하였다.

토사의 배출 증점은 배설물의 현미경 관찰 및 배설물을 2장의 slide glass 사이에 끼워서 문질러 보아 토사 유무를 확인하는 방법에 따라 결정하였다.

결과 및 고찰

1. 토사의 소재

육안 및 현미경으로 관찰한 결과 토사는 Fig. 2에 표시한 바와 같이 주로 입수관 및 출수관 주변, 아가미

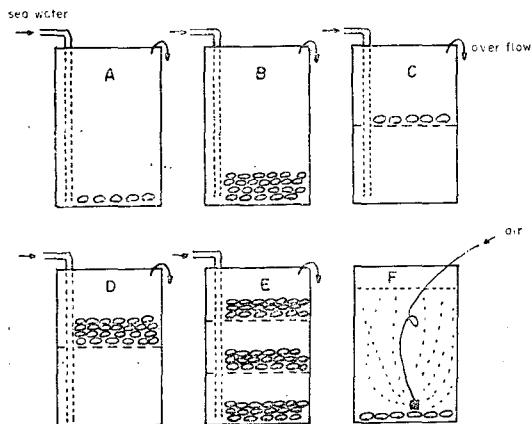


Fig. 1. Apparatus for the purification of surf clam.

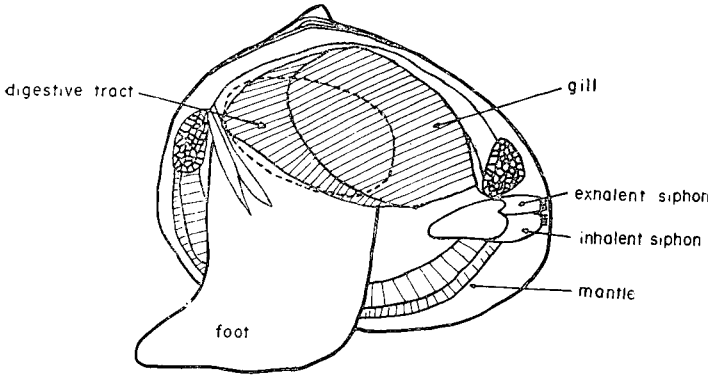


Fig 2. Organs of surf clam.

주변, mantle 주변 그리고 중장선을 위시한 소화 기관 속에 존재하였다.

Yoo(1962)는 용호만 백합의 식이를 조사한 결과 부유 생물 이외에 고기 비늘이나 뱀이 검출되었다고 보고하였는데, 본 실험 결과 개량 조개에는 소화관 속에 모래가 많이 들어 있었다. 소화관 속에 들어 있는 모래의 크기는 대개 $180 \times 10 \mu$ ~ $550 \times 200 \mu$ 정도의 극히 작은 것들이었다.

2. 용기 밑바닥에 시료를 깔았을 때와 중간층에 수하시켰을 때의 토사 배출 속도 변화

시료를 용기 밑바닥에 깔아 놓았을 때와 중간층에 수하시켰을 때 그리고 단층으로 깔았을 때와 두겹게 깔았을 때의 토사 배출 속도에 미치는 영향을 보기 위하여 Fig. 1—A~D와 같은 장치를 사용하여 시간에 따른 토사 배출량을 측정 한 결과는 Table 1과 같다.

Table 1에서 보는 바와 같이 밑바닥에 깔아 놓은 것, 중간층에 수하시킨 것, 단층으로 깔아 놓은 것, 두겹게 깔아 놓은 것 그리고 여러 층으로 두겹게 깔아 놓은 것 사이에 토사 배출 속도의 뚜렷한 차이는 발견할 수 없었다.

Table 1. Influence of the Purification Method on the Removal Rate of Sand and Fecal Piles of the Surf Clam

(dry basis)

Test period (hr.)	Amount of sand and fecal piles									
	A (15)		B (50)		C (10)		D (50)		E (70)	
	a(g)	b(%)	a(g)	b(%)	a(g)	b(%)	a(g)	b(%)	a(g)	b(%)
1	6.36	57.9	12.57	47.3	3.03	40.5	12.13	43.6	26.79	53.0
2	0.80	65.2	3.01	58.7	0.90	52.5	4.01	58.1	8.54	69.9
3	0.74	72.0	3.76	72.8	0.48	58.9	2.53	67.2	3.77	77.4
4	0.42	75.8	1.29	77.7	0.48	65.3	2.14	74.9	2.53	82.4
5	—	—	1.06	81.7	—	—	1.04	78.6	1.16	84.7
6	0.60	81.2	0.47	83.4	0.60	73.3	0.66	81.0	1.89	88.4
8	—	—	0.94	87.0	—	—	1.12	85.0	2.19	92.8
10	0.50	85.6	0.65	89.4	0.39	78.5	0.98	88.5	0.49	93.7
14	0.42	89.6	1.12	93.7	0.37	83.4	1.41	93.6	1.19	96.1
18	0.26	92.0	0.57	95.8	0.20	86.1	0.40	95.0	0.60	97.3
22	0.19	93.7	0.20	96.6	0.16	88.2	0.49	96.8	0.40	98.1
26	0.09	94.5	0.20	97.3	0.20	90.9	0.17	97.4	0.20	98.5
30	0.17	96.1	0.18	98.0	0.16	93.0	0.18	98.1	0.20	98.9
34	0.08	96.8	0.18	98.7	0.18	95.4	0.18	98.7	0.20	99.3
38	0.18	98.5	0.19	99.4	0.17	97.7	0.18	99.4	0.19	99.7
42	0.17	100	0.17	100	0.17	100	0.18	100	0.18	100

A—B: purification method (Fig. 1)
(): number of sample

a : amount of sand and fecal piles
b : cumulative percentage

토사 배출량을 보면 1시간 만에 약 50%가량 배출하며 22~26시간만에 배출물의 양이 거의 항량에 도달하지만 배출물 속에 토사가 혼입되지 않을 때까지는 약 42시간 가량 필요하였다. 이것은 시간마다 배출물을 측정하느라고 개량조개를 건드렸기 때문에 더욱 오랜 시간이 걸렸다고 생각된다. 그대로 가만히 둔다면 시간이 약 35시간으로 단축될 수 있다는 것을 예비 실험으로 확인하였다.

단층으로 깔았을 때와 두겹게 깔았을 때를 비교하여 보면 두겹게 깔았을 때가 약간 배설 속도가 늦었다. 그러나 Fig. 1—E와 같은 방법을 쓰면 산업적으로 충분히 이용 가능할 것이라고 생각된다.

3. pH변화가 토사의 배출에 미치는 영향

해수의 pH를 인위적으로 변화시켜 개량조개의 생활 환경에 자극을 주었을 때 토사의 배출 속도에 미치는 영향

Table 2. Influence of pH of Sea Water on Removal of Sand and Fecal Piles of the Surf Clam(dry basis)

Test period (hr)	Amount of sand and fecal piles					
	pH 6.95		pH 7.80		pH 8.75	
	a(g)	b(%)	a(g)	b(%)	a(g)	b(%)
2	0.32	21.5	0.59	29.5	0.64	40.3
4	0.28	40.3	0.32	45.5	0.16	50.3
6	0.22	55.0	0.28	59.5	0.19	62.3
10	0.26	72.5	0.20	69.5	0.18	73.6
14	0.13	81.2	0.19	79.0	0.16	83.6
22	0.17	92.6	0.22	90.0	0.15	93.1
30	0.11	100	0.20	100	0.11	100

a: amount of sand and fecal piles
b: cumulative percentage

을 검토하기 위하여 상온에서 해수를 대조로 하여 인위적으로 해수의 pH를 약 1정도 상하로 변화시켜 Fig.1-F와 같은 장치를 사용하여 aeration시키면서 크기가 거의 같은 시료를 10마리씩 넣어 시간별로 토사 및 배출물량을 측정 한 결과는 Table 2, Fig. 3과 같다.

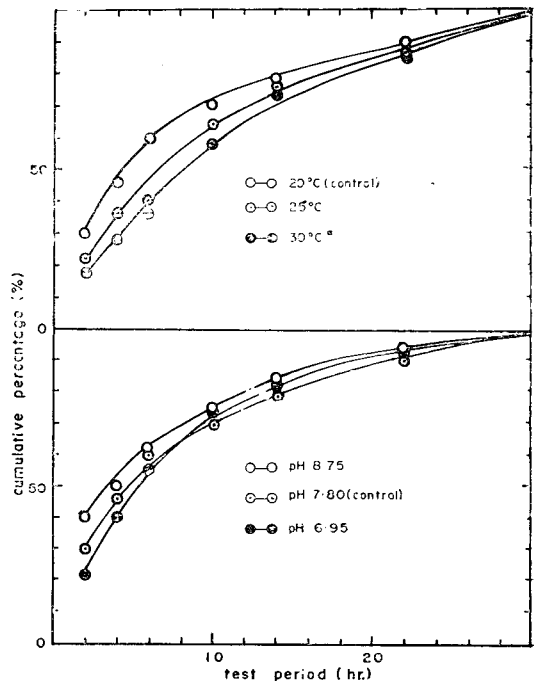
Fig. 3에서 보면 개량조개가 살고 있는 해수의 pH를 약 1정도 높여 줌으로써 토사의 배출을 촉진시킬 수 있고 해수의 pH를 환경 조건보다 1정도 낮게 하면 토사의 배출 속도가 지연된다는 결과를 얻었다.

4. 토사의 배출에 미치는 온도의 영향

해수의 온도를 인위적으로 변화시켜 생활 환경에 자극을 주었을 때의 토사 배출에 미치는 영향을 검토하였다.

천연 해수의 온도(22°C)를 대조로 하고, thermostat을 사용하여 25°C 및 30°C로 조절하면서 실험하여 Table 3, Fig. 3과 같은 결과를 얻었다.

Fig. 3에서 보면 온도를 생활 환경수보다 높여준 것은 토사의 배출이 약간 늦었다. 특히 30°C인 경우에는 22시간만에 10마리중 2마리가 죽었다.



* Two Samples died after 22 hours (30°C).
Fig. 3. Effect of pH and temperature of sea water upon removal of sand and fecal piles of surf clam.

Table 3. Influence of the Temperature of Sea Water on Removal of Sand and Fecal Piles of the Surf Clam (dry basis)

Test period (hr)	Amount of sand and fecal piles					
	22°C		25°C		30°C	
	a (g)	b (%)	a (g)	b (%)	a (g)	b (%)
2	0.59	29.5	0.40	22.4	0.38	16.5
4	0.32	45.5	0.25	36.3	0.26	27.8
6	0.28	59.5	0.07	40.2	0.19	36.1
10	0.20	69.5	0.42	63.7	0.50	57.8
14	0.19	79.0	0.20	74.9	0.35	73.0
22	0.22	90.0	0.19	85.5	0.30*	86.0
30	0.20	100	0.26	100	0.32	100

* Two samples died after 22 hours.

a: amount of sand and fecal piles

b: cumulative percentage

Miyasaki (1933)는 개탕조개 알의 발생에 미치는 온도의 영향을 실험한 결과 발육 가능한 상한 온도가 32°C, 하한 온도가 16°C 부근이라고 하였는데, 성체인 경우에도 30°C 부근은 역시 생활가능한 상한 온도에 가까운 것 같다.

이러한 것으로 미루어 보아 온도는 20°C 부근에서 정화시키는 것이 효과가 좋다고 볼 수 있다.

5. 토사 배출에 미치는 염분 농도의 영향

천연 해수를 대조로 하여 염분 농도가 천연 해수(30.61%)보다 높은 것은 천일염을 용해시켜 조절하였으며, 염분 농도가 천연 해수보다 낮은 것은 샘플로서 희석하여 조절하였다. 이와 같이 하여 해수의 염분 농도를 인위적으로 변화시켜 줄으로써 토사의 배출에 미치는 영향을 실험한 결과는 Table 4와 같다.

염분 농도를 개탕조개가 생활하고 있는 환경수보다 더욱 진하게 하였을 때와 묽게 하였을 때를 비교하여 보면

Table 4. Influence of the Salinity of Sea Water on Removal of Sand and Fecal Piles of the Surf Clam (dry basis)

Test period (hr)	Amount of sand and fecal piles											
	8.19‰ ^S		15.14‰ ^S		21.93‰ ^S		30.61‰ ^S		35.95‰ ^S		43.09‰ ^S	
	a (g)	b (%)	a (g)	b (%)	a (g)	b (%)	a (g)	b (%)	a (g)	b (%)	a (g)	b (%)
2	0.03	2.0	0.92	31.1	0.62	21.0	0.59	29.5	0.92	28.9	1.00	30.2
4	0.35	25.2	0.43	45.6	0.61	41.7	0.32	45.5	0.61	48.1	0.29	39.0
6	0.35	48.4	0.49	62.2	0.49	58.3	0.28	59.5	0.20	54.4	0.38	50.5
10	0.42	76.2	0.47	78.0	0.44	73.2	0.20	69.5	0.49	69.8	0.61	68.9
14	0.20	89.4	0.25	86.5	0.29	83.1	0.19	79.0	0.31	79.6	0.27	77.0
22	0.16*	100	0.20	93.3	0.22	92.3	0.22	90.0	0.27	88.1	0.31	86.4
30	**		0.20	100	0.28	100	0.20	100	0.38	100	0.45	100

* Four samples died after 22 hours.

** All samples (10) died after 30 hours.

a: amount of sand and fecal piles

b: cumulative percentage

s: salinity of sea water

5~15% 범위에서는 짧게 하거나 진하게 하거나 토사의 배출에는 큰 차이가 없었다. 그러나 그중에서 천연 해수를 샘플로서 50% 희석한 것(15.14%)이 약간 좋은 결과였다. 그리고 염분 농도 8.19%에서는 토사를 거의 배출하지 않고 22~30시간 후에는 전부 죽었다. 그러므로 이처럼 염분 농도가 지나치게 낮은 것은 적당하지 않다는 것을 알 수 있었다.

Miyasaki (1933)는 개량조개 알의 발생에 미치는 염분농도의 영향을 검토한 결과 발육에 적당한 염분량은 24.78~32.5‰이고, 발육 가능 하한은 19.61‰, 발육 가능 상한은 36.67‰이상에 있는 것같다고 하였는데, 본 실험 결과를 보면 성체인 경우는 발육 가능한 최저 염분 농도가 알보다 약간 낮은 것 같다.

또한 Cole 등 (1957)은 neutral red를 사용하여 mussel의 여과율에 미치는 염분 농도의 영향을 실험하여 염분 농도가 낮은 쪽이 neutral red 제거율이 낮았다고 보고하였다. 그러나 본 실험 결과는 개량조개가 살고 있는 환경 해수보다 염분 농도가 약간 낮은 쪽이 토사 배출율이 좋았다. 이러한 결과로 미루어 보아 염분 농도는 천연 해수보다 약간 낮게 하여 정화시키는 것이 좋다고 볼 수 있다.

이상의 실험 결과를 종합하면 개량조개를 증충으로 깔아 여과된 자연 해수를 순환시키든지 또는 천연 해수로서 pH를 1정도 높게, 염분 농도를 천연 해수보다 50% 낮게 조절하여 상온에서 순환시켜 정화하면 실제 토사 제거법으로서 충분히 이용 가능하리라고 생각된다.

요 약

살아 있는 개량조개 속에 들어 있는 토사의 배출에 대하여 실험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 토사는 주로 입수관 및 출수관 주변, 아가미 주변, mantle 주변 그리고 중장선을 위시한 소화 기관 속에 존재하였다. 그리고 소화 기관 속에 들어 있는 모래의 크기는 $180 \times 10 \mu \sim 550 \times 200 \mu$ 정도의 극히 작은 것들이었다.
- 2) 시료를 밀바닥에 깔아 놓은 것과 중간층에 수하시킨 것 그리고 단층으로 깔든지 또는 수하시킨 것과 두껍게 깔든지 또는 수하시킨 것 사이에 토사의 배출에 있어 뚜렷한 차이는 찾아 볼 수 없었다.
- 3) 개량조개는 처음 1시간 정화시키면 약 50%의 토사를 배출하며, 22~26시간만에 배출물의 양이 거의 일정한 값에 도달하지만, 배출물 속에 토사가 배출되지 않을 때까지는 약 42시간 소요되었다.
- 4) 토사의 배출에 미치는 pH의 영향을 보면 개량조개가 살고 있는 환경 해수보다 약 1정도 높은 쪽(pH 8.75)이 빨랐다.
- 5) 토사의 배출에 미치는 온도의 영향은 개량조개가 살고 있는 환경 해수의 온도 때가 온도를 더 높였을 때보다 토사의 배출이 빨랐다.
- 6) 토사의 배출에 미치는 염분 농도의 영향은 개량조개가 살고 있는 환경 해수의 염분 농도(30.61‰)보다 약 배로 묽은 쪽(15.14‰)이 배출이 빨랐다.

문 헌

- Cole, H. A. and B. T. Hepper(1957): The use of neutral red solution for the comparative study of filtration rates of lamellibranchs. J. Du Conseil. 20, 197~203.
- Miyasaki, I. (1933): Effect of temperature and salinity on the development of eggs of a marine bivalve, *Mactra sulcataria* REEVE. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 2, 162~166.
- 李秉獻·李澤烈·田世圭·洪性潤·金安永·姜龍柱·韓熙世·崔貞信(1967): 重要養殖對象種의 養殖管理에 관한 試驗調查研究(科學技術處 研究報告書).
- 末廣恭雄(1962): 水產 hand book p. 216. (東洋經濟新聞社版)
- Yoo, S.K. (1962): Studies on the food of bivalves in Yong-Ho Inlet of Soo-Young Bay(2). Bull. Pusan Fish. Coll. 4, 11~19.