

# 수온, 염분 및 염화마그네슘의 농도가 바지락의 토사특성에 미치는 영향

홍상필 · 김동수 · 김영명  
한국식품개발연구원

## Effect of Water Temperature, Salt and MgCl<sub>2</sub> Concentration on Sand Ejection Characteristics of Short Neck Clam, *Luditapes philippinarum*

Sang-Pill HONG, Dong-Su KIM and Young-Myung KIM  
Korea Food Research Institute, Seong Nam Si, KyungGi-Do 463-420, Korea

Effect of water temperature, salt and MgCl<sub>2</sub> concentration on sand ejection characteristics of short neck clam, *Luditapes philippinarum* was investigated. Unlike other shell fish such as red shell, arkshell and surf clam, treatment of short neck clam with sea water was evaluated not effective as sand ejection conditions. Sand ejection activity of short neck clam was shown effective at 2.5% NaCl (pH 8.0) at 25°C. This activity was enhanced about 1.57 times when 50 mM MgCl<sub>2</sub> were added to the above mentioned conditions. But the extent of sand ejection activity was shown higher in the order of sea water (3.2% salt)+20 mM MgCl<sub>2</sub>, sea water (3.2% salt), 2.5% NaCl+50 mM MgCl<sub>2</sub> treatments. Therefore, it was suggested that habitat conditions and Mg ions could be responsible for biological activity and concomitant sand ejection of short neck clam.

**Key words :** sand ejecting, short-neck clam, shell fish, Mg ion

### 서 론

바지락, 동죽, 꼬막, 피조개등과 같이 국내에 대량으로 유통되고 있는 패류들은 체내에 함유되어 있는 土沙物이 많아 이들을 이용할 때 사전에 吐沙시켜야 하는 번거로움이 있을 뿐만 아니라 일단 폐사할 경우에는 吐沙처리가 불가능하므로 (Kim et al., 1993) 이들 패류의 경제성 높은 이용을 위한 적정 吐沙처리시스템의 개발이 요구되고 있다.

패류는 사니질이나 각종 이물질들이 입수관에 혼입될 경우에는 즉시 이들을 배출되도록 하는 생리기구가 있으나 (Barnes, 1986) 패류의 서식환경 특성, 종, 개체에 따라 상당량의 사니질과 오염물질이 존재하는 경우가 많아 이를 제거하고자 해수처리, 담수처리 및 염도를 조정한 담수처리 방법 등 (Allen et al., 1950; Dennis, 1968; Erdman and Tennant, 1955; Macmillan et al., 1971; Westbroek, 1976; Mishra and Srdikar, 1990; Sanrungruang and Saha-vacharin, 1990) 다양한 처리기법에 대한 연구가 이루어져 왔다. 한편 국내에서는 바지락, 개랑조개등의 일부 패류에 대해 온도, 염도, pH 등의 물리적 인자에 대한 吐沙효과가 일부 검토된 바 있으나 (Lee et al., 1970; Min et al., 1976; Kim et al., 1993) 전반적으로 패류의 吐沙에 대한 체계적인 연구가 매우 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 패류 吐沙처리법을 개발하기 위한 기초

연구로 바지락을 중심으로 수온, 염분 및 염화마그네슘의 농도에 따른 바지락의 吐沙특성을 검토하였다.

### 재료 및 방법

바지락은 전남 고흥산을 이용하였고 꼬막, 피조개 및 동죽은 각각 전남 여수 및 충남 장항산을 이용하였다. 담수는 수돗물을 2일간 방치한 후 사용하였고 해수는 충남 서산군 안면도 앞바다에서 채취하여 사용하였다.

일정크기로 선별한 패류로부터 무작위로 추출한 10마리 (200g)의 바지락을 1L용 비이커에 적치하여 단위시험구로 고정하였다. 시험구에 일정조성의 처리수 500ml를 가하여 일정조건 및 일정시간 처리하면서 패류의 활동성 및 吐沙物을 측정하였으며 종합적인 평가시에는 시험규모를 kg 단위로 하여 시험을 실시하였다.

패류의 활동성 (water pumping activity)은 William et al. (1955)의 방법에 따라 입수관과 출수관의 open 상태를 기초로 입수관과 출수관을 포함한 food muscle이 패각외로 내민 정도가 큰 조개들이 많은 집단을 high로 입수관과 출수관이 open 되지도 않고 움직임도 없는 조개들이 많은 집단을 low로 규정하였으며 패류의 생존성 (Keepability)의 경우, 외부에서 유리봉 등을 이용하여 물리적인 자극을 행할 경우 근육이 신속히 수축되고 시간이 어느 정도 지나면 다시 활동하는 등의 정상적 생물활동시는

Table 1. Perceptible extent of sand after treatment of bivalves with sea water at 20°C

Time (hr)	Bivalves			
	Short necked clam <i>Luditapes philippinarum</i>	Red shell <i>Scapharca broughtonii</i>	Ark shell <i>Scapharca subcrenata</i>	Surf clam <i>Mactra veneriformis</i>
0	+++	+++	+++	+++
24	++	++	++	++
48	+	-	-	-
72	+	-	-	-

- : not perceptible + : perceptible

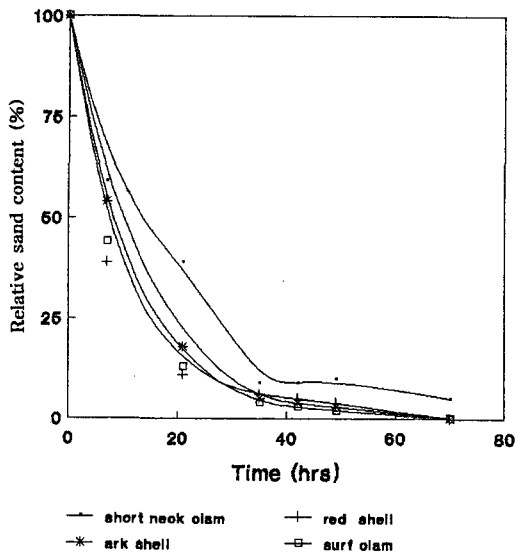


Fig. 1. Sand ejection patterns of live short neck clam in sea water (3.2%) at 25°C.

high로 물리적 자극에 대한 반응이 즉각적으로 이루어지지 못하고 근육이 relax되어 있는 등 폐사직전의 상태로 판단된 경우에는 low로 평가하였다. 패류 토사량의 측정에는 부피를 최소화한 토사물에 20배량의 6N HCl을 가하여 20분간 가열하여 얻은 사분을 사분측정관을 이용하여 정량하였고 그에 따라서는 건중량을 측정하였다.

대조구 (패류자체의 총사분량)의 설정은 패류내 토사물의 실질적인 함량을 측정하는 것이 불가능하므로 각 패류를 일정한 조건으로 처리하여 처리시간에 따라 관능검사를 행하고 관능적으로 문제가 없다고 판단된 시점에서의 총토사량에 5% 가중치를 부여하여 100%로 하였다. 다만 장시간 처리하여도 관능적으로 문제가 된 바지락의 경우는 총토사량에 10%의 가중치를 반영하였다.

관능 검사는 잘 훈련된 panel 10인을 대상으로 질금거린다= +, 그렇지 않다= -로 하는 실무(悉無)방법으로 실시하였고 통계처리는 Duncan's multiple-range test로 행하였다. 담수 및 해수의 양이온의 분석은 양이온을

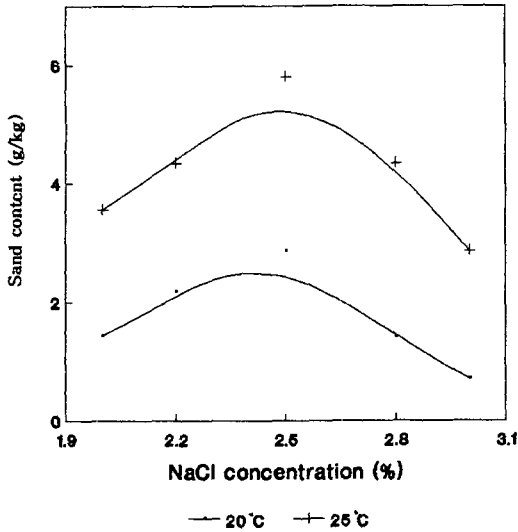
선택적으로 분석하는 Inductively coupled plasma (ICP)를 이용하였다.

## 결과 및 고찰

활패류의 해수상에서의 토사특성 바지락, 피조개, 꼬막 및 동죽을 대상으로 이들의 생존수계인 해수를 이용하여 토사처리시간별로 사분의 감지여부를 평가하였으며 여기서 얻어진 결과를 참고로 하여 시간에 따른 토사배출 경향을 비교 하였다. Table 1은 토사처리시간에 따라 시험구가 실제로 식감에 반영되는 정도를 悉無방법으로 평가한 결과를 나타낸 것으로 각 패류의 대조군은 모두 질금거리는 것(양성)으로 나타났으며 24시간 토사처리시에는 처리 그룹 모두 대조군보다 정도의 차이는 있었으나 양성으로 나타나고 있었다. 그러나 처리시간이 48시간 경과하였을 경우 피조개, 꼬막 및 동죽은 음성으로 나타나고 있는 데 반하여 바지락의 경우는 여전히 양성으로 나타나고 있었으며 처리시간이 72시간이상 경과하여도 여전히 양성을 나타내었다. 한편 Fig. 1은 이상의 관능검사 결과를 참고로 하여 토사경향을 나타낸 것으로 각각의 패류는 모두 처리 7시간을 기점으로 처리 초기에 총 토사물의 50% 이상이 배출되고 후기에는 완만한 토사경향을 보이고 있었다. 이와같은 결과는 개량조개의 경우, 4~5시간 처리하였을 때 총토사물의 50% 이상이 배출되었다는 Lee et al. (1970) 및 Westbroek et al. (1976)이 발표한 바 있는 진주담치의 경우와 유사하였다. 이와 같은 경향은 토사처리 초기단계에 맨틀이나 육질부에 존재하는 다량의 사니질이 단순한 폐각의 개폐과정에서 1차적으로 용이하게 체외로 배출되고 이후에는 비교적 완만한 소화운동의 진행에 의하여 소화기관내에 존재하고 있던 미량의 잔존 토사물이 서서히 배출되기 때문으로 해석된다. 이상의 결과로부터 대부분의 패류는 해수를 이용하여 48시간 처리할 경우 패류내에 있는 토사물의 제거가 충분한 것으로 평가되었으나 바지락의 경우에는 별도의 토사처리조건이 필요할 것으로 판단되었다.

**Table 2. Relationship between water pumping activity (W.P.A) and keepability of live short-neck clam on the various environmental condition and proper range of their sand ejection**

Factor	W.P.A	Keepability	range
Temperature	High>Low	Low>High	18~25°C
Salt	High>Low	Low>High	2~3%
pH	Alkali>Acid	pH 8.0>	8.0
Light	Bright>Dark	-	Bright
Aeration	Low>High	Low>High	Low



**Fig. 2. Effect temperature and NaCl concentration on the sand ejection of live short neck clam after 5 hour treatment.**

바지락의 기초 환경인자에 대한 생물활동과 吐沙특성 바지락의 생물활동과 생존성은 吐沙처리에 중요한 필요조건일 것으로 예상되어 이들의 주요 환경인자인 온도, 염도, pH, 광 및 산소량에 대한 토사특성을 조사하였다. Table 2에 나타낸 바와 같이 바지락은 통기를 제외한 밝기, 온도, 염도 및 pH가 높을 수록 활발한 생물활동성을 보였으나 생존성 (keepability)은 생물활동성이 높은 조건

일 수록 감소하는 경향을 보이고 있었다. 한편 바지락의 적정 생물활동과 생존성을 나타내는 범위는 서식환경 조건 (한국과학기술원, 1991)과 유사한 온도18~25°C, 염도 2~3%, pH 8.0, mild aeration 조건으로 나타났다. 한편 염도 및 온도별 吐沙량을 측정하였을 때 염농도조건이 2.5% NaCl 조건에서 극대의 吐沙량을 보이고 있었으며 이러한 경향은 온도가 높을 수록 증가하는 경향이였다. (Fig. 2). 바지락이 이상의 제 인자에 대해 생존능과 생물활동력간에 상반된 반응을 보인 이상의 결과는 개량조 개나 바지락의 경우 서식가능 최고 환경온도인 25°C 보다 5°C이상 높은 30°C조건에서 吐沙처리시 吐沙량이 증가한 반면 22시간만에 20% 이상 폐사하였다는 Lee et al. (1970)의 보고 등을 고려할 때 고온, 고염도의 극단적인 환경조건은 일시적으로 패류의 활동성을 자극할 수는 있으나 장기적으로는 패류의 생존에 부정적인 영향을 주기때 문인 것으로 생각된다.

한편 적정 염도 및 온도범위중에서 2.5% NaCl, 25°C에서 吐沙량이 극대로 나타난 Fig2의 결과는 이 조건이 바지락의 최적 생물활동 환경을 조성하고 있기 때문인 것으로 추론되었다.

**Mg 이온에 의한 바지락의 吐沙촉진**

패류는 척추동물의 생체조직과는 달리 수계에 존재하는 각종 화학물질이 세포내에 직접 영향을 미칠 수 있다고 예상되므로 위에서 얻어진 기초 吐沙조건을 바탕으로

**Table 3. Effect of biochemical compounds on the enhancement of sand ejection of live short-neck clam**

Chemicals	Dose level	Enhancement effect
CaCl <sub>2</sub>	10 <sup>-1</sup> mM>	+
MgCl <sub>2</sub>	10 mM>	+++
CuSO <sub>4</sub>	10 <sup>-3</sup> mM>	-
FeCl <sub>2</sub>	50 μM>	-
Glucose	1.0 mM	-
Sucrose	0.5 mM	-
Dextrin	0.1%	-
EtOH	0.3%	-

- : negative + : positive

Table 4. Sand ejection of live short-neck clam under different conditions

Time (hr)	Sand ejection content (g/kg short necked clam)			
	2.5% NaCl	2.5% NaCl+50 mM Mg	S.W.	S.W+20 mM Mg
24	3.65	4.20	6.67	6.57
48	2.75	3.14	3.89	4.88
total	6.44	7.34	10.56	11.45

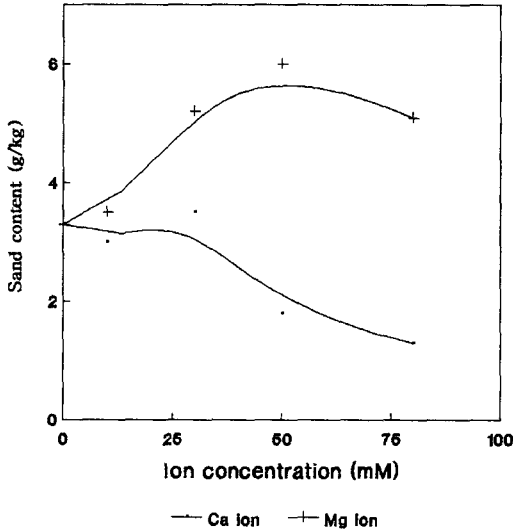


Fig. 3. Effect of Ca and Mg ion on the sand ejection of live short neck clam treated with 2.5% NaCl at 25°C for 5 hours.

생리대사물질들이 토사를 촉진할 수 있는지에 대하여 검토하고자 하였다. 본 연구에서는 체액의 삼투조절이나 근수축에 관여하는 염류, 에너지원인 당류 및 자극물질로서 에탄올을 선정하여 적정농도 투여하고 비투여군을 대조로 생물활동성을 관찰한 바 Ca이온과 Mg이온이 각각 0.1 및 10 mM 이상의 농도에서 유효한 토사촉진효과를 보이는 것으로 나타나 (Table 3) 이들 이온의 농도에 따른 토사경향을 비교 검토하였다. 그림 3에 나타난 바와 같이 Ca의 경우에는 무첨가군에 비해 낮은 농도범위인 10 mM에서 약간 높은 토사량을 보이는 데 지나지 않았으나 Mg이온의 경우에는 50 mM 수준에서 무첨가군의 1.57배에 달하는 높은 토사량을 보이고 있어 Mg이온이 바지락의 토사촉진에 유효한 인자인 것으로 평가되었다. (Fig. 3) 따라서 본 연구에서는 Mg의 이온농도를 고려하여 바지락의 생활수계인 해수조건, 해수에 Mg이온을 첨가한 조건, 위의 실험을 통해 얻은 인위적인 2.5% NaCl에 50 mM Mg이온을 첨가한 조건 3개 군으로 나누어 Kg단위 규모로 토사효과를 종합적으로 비교하고자 하였다. (단, 본시험에 사용한 해수의 고유염도는 3.2%이

며 ICP로 분석한 Mg이온의 농도는 45 mM이었음) Table 4에서 알 수 있는 바와 같이 패류 토사효과는 해수+20 mM[Mg]해수]2.5% NaCl (담수)+50 mM[Mg]2.5% NaCl (담수)의 순으로 담수를 이용한 조건보다 해수를 이용하였을 경우가 우수하였고 해수조건보다 해수에 20 mM Mg이온을 첨가한 조건에서 가장 높은 것으로 나타나고 있었다. 또한 본 결과에는 나타나지 않았지만 이상의 각 조건별로 48시간 처리한 패류 100개체에 대하여 panel 10인의 관능검사 결과 질금거린다고 판정된 패류는 해수 단독의 경우 20.9% 였으며 해수에 Mg를 가한 경우는 10%로 나타났고 이 결과는 Duncan's multiple range test에서도 유의 수준 5%에서 유효한 것으로 확인되었다. (Table 5) 이상에서와 같이 해수에 Mg를 첨가한 처리구가 다른 처리구 보다 가장 우수한 토사처리효과가 나타난 결과는 NaCl 및 Mg이온이 바지락의 근수축운동에 영향을 나타내기 때문으로 생각된다. 즉, 염분도 3.2%로 알려진 해수의 경우는 NaCl 뿐만이 아니라 다양한 이온들이 포함되어 있기 때문에 일반적으로 알려져 있는 해수의 실제 NaCl양 보다 훨씬 적다는 사실과도 연관된다고 할 수 있다.

따라서 본시험에서 해수에 Mg이온을 적정량 (20 mM)을 첨가했을 때 높은 토사량을 보인 결과는 이 조건이 바지락의 근수축운동을 촉진할 수 있는 적정 이온강도와 깊은 관련성이 있는 것으로 예상되며 특히 Ca이온과 같

Table 5. Sensory evaluation<sup>1</sup> of short-neck clam treated with various conditions for 48 hrs

Treatments	sensory score <sup>2</sup>
Not treated	5.000 <sup>a2</sup>
2.5% NaCl	2.667 <sup>b</sup>
2.5% NaCl+50 mM Mg	2.444 <sup>b</sup>
Sea water	1.278 <sup>c</sup>
Sea water+20 mM Mg	0.500 <sup>d</sup>
LSD <sup>3</sup>	0.6541

<sup>1</sup> 10 trained panels of short necked clam evaluated the sample by all (most acceptable) or none (not acceptable)

<sup>2</sup> Obtained from mastication test using senses of chewing the treated and boiled shellfish meat.

<sup>3</sup> Least significant difference.

은 여타의 2가 이온과는 달리 Mg이온만이 바지락의 생체운동에 선택적으로 강하게 반응하는 특성에 대해서는 폐각근의 근수축운동 (Yang et al., 1994), 삼투조절 (東京化學同人, 1979) 및 신경생리 등의 측면에서 종합적인 연구가 필요하다고 생각된다.

## 요 약

국내 유통중인 패류의 吐沙처리기술개발을 위한 기초 연구의 일환으로 바지락을 중심으로 수은, 염분 및 염화마그네슘의 농도에 따른 바지락의 吐沙특성을 검토하였다. 패류의 기본 수계인 해수를 이용하여 吐沙처리효과를 분석한 바, 꼬막, 피조개 및 동죽은 충분히 吐沙가 가능한 것으로 나타났으나 바지락은 해수처리만으로는 불완전한 것으로 평가되었다.

바지락의 吐沙는 처리수로서 담수를 이용할 경우 이들의 서식환경과 유사한 2.5% NaCl (pH 8.0), 25°C 조건에서 극대를 나타냈으며 이 조건에 50 mM MgCl<sub>2</sub>를 첨가시 1.57배의 토사축진효과를 보였다. 이상의 조건과 해수 및 해수+20 mM MgCl<sub>2</sub> 조건에서 48시간 처리후 토사 배출량을 비교했을 때 해수+20 mM MgCl<sub>2</sub>, 해수, 2.5% NaCl (담수)+50 mM MgCl<sub>2</sub>, 2.5% NaCl의 순으로 높게 나타나고 있었으며 이 결과는 관능검사에서도 유효한 것으로 확인되었다.

따라서 바지락의 서식환경과 Mg이온은 바지락의 생물활동과 吐沙에 깊은 관련이 있는 것으로 추론되었다.

## 참 고 문 헌

Allen, L.A., G. Thomas, M.C.C. Thomas, A.B. Wheatland, H.

- N. Thomas, E.E. Jones and J. Hudson. 1950. Repeated reuse of sea waters as a medium for the functioning and self-cleansing of molluscan shell fish. *J. Hyg.*, 48, 431~457.
- Dennis, J.M. 1968. U. S. Patent. 3418138.
- Erdman, I.E. and A.D. Tennant. 1955. The self-cleansing of soft shell clams-Bacteriological and public health aspects. *Can. J. Public Health.*, 47, 196~202.
- Kim, Y. M., K. S. Jo, H. Jo, S. P. Hong and J. R. Do. 1993. A study on the development of new technology for the distribution of live shell fish and laver (porphyra). *Korean Food Research Institute.* 75~126 pp.
- Lee, E. H., J. H. Pyeun and J. H. Hur. 1970. Studies on the shellfish processing. *Bull. Korea Fish. Soc.* 3 (1), 27~32.
- Macmillan, R. B. and J. H. Redman. 1971. Hard clam cleansing in Newyork. *Com. Fish. Rev.*, 33 (5), 25~33.
- Min, B. Y., S. H. Yun and Y. S. Kim. 1976. Experiment on preparation method improvement of baby clams for processing. 241~259.
- Mishra, R. and L. N. Srdikar. 1990. Depuration of Meretrix casta. *Indian J. Animal Science* 59 (10), 1360.
- Sangrungruang, K. and S. Sahavacharin. 1990. Depuration of some economically important bivalves in Thailand. *Asean Food J.* 4 (3), 101~106.
- Westbroek, L. 1976. Shipboard mussel cleansing trials in the Netherland. *Fish News Internat.*, 15 (12), 37~43.
- Yang, R., S. P. Hong, K. T. Kim, W. C. Shin and D. B. Shin. 1994. Comparative biochemical studies on the myofibrillar proteins of fresh water corbicula, *Luditapes philippinarum*. *Korea J. Food Sci. Reaour.* 14 (1), 5~11.
- 東京化學同人. 1979. 體液の成分. 生化學 テ-タ フク I 1850 pp.
- 한국과학기술원 한국해양연구소. 1991. 바지락의 생태. 해양생물생태자료집. 36~37 pp.

1996년 1월 10일 접수

1996년 12월 30일 수리