

<단보>

새만금 갯벌의 패류 생물량

김종식* · 황선도¹

국립수산과학원 서해수산업연구소 보령수산종묘시험장, ¹국립수산과학원 남해수산업연구소

Biomass of Shellfish in the Saemangeum Tidal Flat on the West Coast of Korea

Jong-Sheek KIM* and Sun-Do HWANG¹

Boryeong Marine Hatchery, West Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Boryeong 355-851, Korea

¹South Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Yeosu 556-823, Korea

Spatial distribution and biomass of commercial shellfish were investigated in the Saemangeum tidal flat on the west coast of Korea during August 1999. Thirteen species of shellfish were collected. Major dominant species of the study area were *Umbonium thomasi* with a density of 6.7 ind.·m⁻² (38.2%), *Macra veneriformis* with 6.6 ind.·m⁻² (37.4%) and *Reticunassa festiva* with 1.3 ind.·m⁻² (7.2%). Commercially important species such as *M. veneriformis* (90.7 g·m⁻², 69.3%), *M. lusoria* (15.6 g·m⁻², 11.9%), *C. sinensis* (8.7 g·m⁻², 6.7%) were dominant in total weight. Most of the shellfish were distributed between the mid-littoral and sub-littoral zones, but *C. sinensis* and *L. flexuosa* were distributed mainly in the polluted areas of the supra-littoral zone. The spatial distribution pattern of each shellfish species generally resembles the Mangyeong and Dongjin estuary. Biomass of commercially important species, *M. veneriformis*, *M. lusoria*, *C. sinensis* and *Ruditapes philippinarum* in the tidal flat (ca. 850 ha) was estimated to be 774, 135, 67 and 10 tons, respectively.

Key words: Saemangeum tidal flat, Shellfish, Spatial distribution, Biomass, Estuary

새만금 갯벌이 전체 갯벌의 90%를 차지하는 전라북도의 패류 생산량은 1991년 천해양식 생산량이 40,409 MT, 일반해면어업 생산량이 25,128 MT에 이르던 것이 (KFA, 1992) 1998년에는 각각 4,638 MT과 6,043 MT로 감소하였으며 (KFA, 2000), 백합과 가무락조개 등은 현재 계통판매가 이루어지지 않는 등 새만금 간척사업의 진행과 함께 패류 생산량이 격감하고 있다.

새만금 갯벌에는 현재 새만금지구 종합개발사업 기본계획에 따라 1991년 외곽 방조제 공사를 착공하여 대규모의 간척사업이 진행되고 있다. 간척사업이 완료되면 이로 인해 상실되는 갯벌면적은 208 km²로 예상되며, 이는 새만금 간척사업으로 만들어지는 매립 면적의 51%에 해당한다. 1998년 12월까지 방조제 공정의 56%, 2001년 8월까지 66%, 2002년 말까지 방조제 총 33 km 중 24.2 km의 물막이공사가 진척되어 전체 방조제 공정의 73%가 완료되었으며, 이로 인한 급속한 환경 및 생물상의 변화가 관측되거나 예견되고 있다 (Sim and Lee, 1999; Cho et al., 2001; Kim and Kim, 2002; Hwang and Kim, 2003).

패류 등 저서동물은 다른 부유, 유영동물과 비교하여 이동력이 약하고 저서환경 변화의 직접적인 영향을 받고 있기 때문에 퇴적 환경 등의 급격한 변화에 따라 저서동물 군집구조의 변화가 예상된다. 또한, 저서생물의 군집구조의 변화는

종간의 상호 영향에 의해서 생물량에 영향을 줄 수 있으며, 생물량의 변동은 그 해역의 장기적인 저서환경지표로 이용될 수 있다 (Kim and Hur, 1998). 따라서 인위적인 요인에 의해 환경변화가 진행되고 있는 지역에서 전체 패류의 군집구조와 생물량을 추정하는 것은 생태학적 이해뿐만 아니라 패류 자원을 관리하는 방법을 정립하는 측면에서도 중요하다.

본 연구는 새만금 간척사업 외곽 방조제 공정의 50% 정도가 이루어져 급격한 환경변화가 진행되기 시작한 시점에서 향후 간척사업의 진척에 따른 유용패류의 자원변동 파악 및 관리를 위한 기초자료로 활용하기 위해 방조제 내부에 위치한 갯벌에서의 주요 유용 패류의 생물량을 추정하였다.

1999년 8월, 새만금 갯벌의 패류 군집구조 및 주요 유용이매패류의 생물량 추정을 위해 새만금 간척사업지구 내인 전북 김제시 거전리 갯벌에 수로 등 도보로 접근이 어려운 일부지역을 제외하고 34개의 격자형 구획 (500×500 m)을 설정하여 조사하였다 (Fig. 1).

각각의 구획에는 100×50 cm 크기의 방형구 2개를 구획의 중심부 인근에 무작위로 설치하여 방형구 내 깊이 20 cm까지의 퇴적물을 파헤쳐 육안으로 관찰 가능한 패류를 채집하였다. 채집된 표본은 실험실로 운반한 후 종을 분류하고 단위면적 (m²) 당 개체수와 습중량을 측정하였다. 종의 분류 및 동정은 한국패류도감을 따랐으며, 주요 유용 패류의 종별 생물량은 다음의 계산식으로 추정하였다. j 구획의 i 방형구에서 채집된 패류의 현존 개체수를 χ_{ji} 라고 하고, j 구획의 제곱미터

*Corresponding author: phillip@nfrdi.re.kr

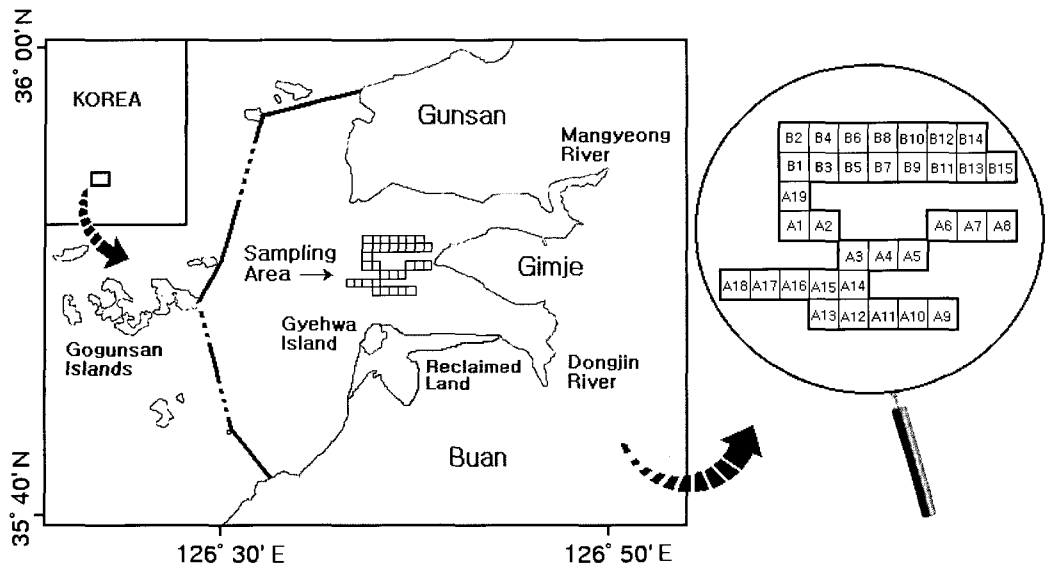


Fig. 1. Map showing the study area in the Saemangeum tidal flat on the west coast of Korea. The grid represents the sampling stations.

Table 1. Species composition of shellfish in the Saemangeum tidal flat on the west coast of Korea during August 1999

Species	Stations occurred	Number of individuals	Wet weight (g)	Percentage	
				Number	Weight
<i>Umbonium thomasi</i> (g)	23	229	260	38.2	5.8
<i>Macra veneriformis</i> (b)	24	224	3,084	37.4	69.3
<i>Reticunassa festiva</i> (g)	3	43	20	7.2	0.4
<i>Laternula flexuosa</i> (b)	6	39	75	6.5	1.7
<i>Meretrix lusoria</i> (b)	11	27	530	4.5	11.9
<i>Cyclina sinensis</i> (b)	10	15	296	2.5	6.7
<i>Bullacta exarata</i> (g)	4	6	15	1.0	0.3
<i>Ruditapes philippinarum</i> (b)	3	5	58	0.8	1.3
<i>Solen strictus</i> (b)	3	3	19	0.5	0.4
<i>Nuttallia olivacea</i> (b)	1	3	57	0.5	1.3
<i>Euspira tortunei</i> (g)	2	2	8	0.3	0.2
<i>Neverita didyma</i> (g)	3	2	24	0.3	0.5
<i>Laternula anatina</i> (b)	1	1	3	0.2	0.1

(b), bivalves; (g), gastropods.

(m²) 당 개체수 (\bar{x}_j)는 $\bar{x}_j = \sum_{i=1}^2 x_{j,i}$, j구획의 총 개체수 (n_j)는 $n_j = A \cdot \bar{x}_j$, 전체어장의 총 개체수 (N)은 $N = \sum_{j=1}^{34} n_j$ 이고 전체어장의 생물량 (B)는 $B = N \cdot w$ 이다. 여기에서 A는 구획당 면적 (500×500 m²), w는 종별 개체의 평균 습중량 (g)이다.

채집된 패류는 총 599개체, 4,448 g으로 복족류 (Gastropoda) 5종과 이매패류 (Bivalvia) 8종을 합하여 모두 13종이었다 (Table 1). 개체수로는 서해비단고둥 (*Umbonium thomasi*) (38.2%)과 동죽 (*Macra veneriformis*) (37.4%) 등이 전체 개체수의 75% 이상을 차지하여 우점하였다. 다음으로 왕좁쌀무늬고둥 (*Reticunassa festiva*) (7.2%), 부리운모조개 (*Laternula*

flexuosa) (6.5%), 백합 (*Meretrix lusoria*) (4.5%), 가무락조개 (*Cyclina sinensis*) (1.0%)의 순이었다. 종별 총중량으로는 개체당 습중량이 큰 동죽 (69.3%)이 서해비단고둥보다 우점하였으며, 다음으로 백합 (11.9%), 가무락조개 (6.7%) 등의 순으로 식용으로 이용되는 유용 이매패류가 우점하는 것으로 나타났다. 각 구획별 출현 종수는 0-6종 범위였으며, 구획당 평균 출현 종수는 2.7종이었다. 서식밀도는 평균 18 ind.·m²이었으며, 구획 A2에서 71 ind.·m²로 가장 높았고 구획 B15에서 0 ind.·m²로 가장 낮았다.

구획별 출현 종수의 분포는 전반적으로 조간대 상부나 하부보다는 조간대 중·하부에 위치한 구획에서 높은 경향이었으

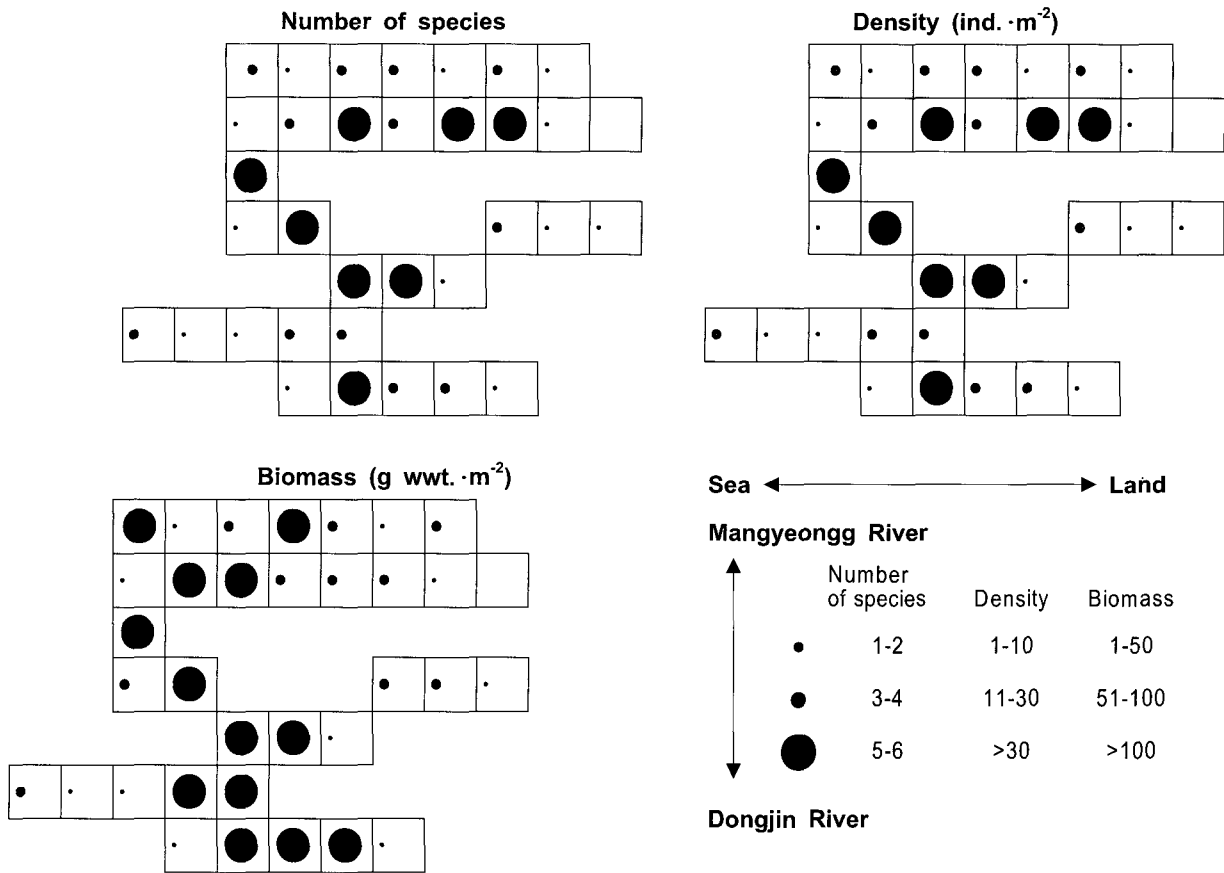


Fig. 2. Spatial distribution of the number of species, density and biomass of shellfish in the Saemangeum tidal flat on the west coast of Korea during August 1999.

Table 2. The estimated biomass of commercially important shellfish species in the Saemangeum tidal flat on the west coast of Korea during August 1999

	<i>M. lusoria</i>	<i>M. veneriformis</i>	<i>R. philippinarum</i>	<i>C. sinensis</i>
Density (ind.·m ⁻²)	0.8	6.6	0.1	0.4
Abundance in the sampling area (250,000 m ²)	200,000	1,650,000	25,000	100,000
Abundance in the fishing ground (8,500,000m ²)	6,800,000	56,100,000	850,000	3,400,000
Mean weight (g·ind. ⁻¹)	19.8	13.8	11.5	19.7
Biomass (MT)	134.6	774.2	9.8	67.0

며, 구획별 서식밀도나 생물량 역시 조간대 중·하부에서 높게 나타났다 (Fig. 2). 그러나 구획별 출현종수, 서식밀도 및 생물량 모두 동진강 하구에 근접한 A1-A19 구획과 만경강 하구에 근접한 B1-B15 구획간의 공간적인 차이는 크지 않았다.

주요 유용 이매패류인 동족과 백합은 주로 사도가 우세한 조간대 중부와 하부에 고르게 분포하였고 반지락과 맛조개는 조간대 중부에서만 출현한 반면, 가무락조개는 니토가 우세한 조간대 상부에서만 출현하였다. 빛조개는 조간대 최하부의 1개 정점에서만 출현하였고 맛조개와 운모조개는 조간대 중부에서 채집되었으며, 부리운모조개는 퇴적물이 세립하고

부영양화가 진행된 지역에서만 출현하였다. 우점종인 서해비단고둥은 총 34개 정점 중 22곳에서 출현하여 최대 빈도를 보였고 조간대 최상부를 제외한 조사지역 전체에 고르게 분포하였다. 왕좁쌀무늬고둥은 조간대 중부에서 다수 출현하였고, 큰구슬우렁, 갯우렁이 및 민챙이는 부분적으로 소수만 출현하였다.

산업적으로 유용한 이매패류인 백합, 동족, 반지락 및 가무락조개의 단위 면적당 평균밀도는 각각 0.8, 6.6, 0.1, 0.4 ind.·m⁻², 개체당 평균 습중량은 19.8, 13.8, 11.5, 19.7 g이었고, 이들로부터 추정된 종별 생물량은 백합 6.8×10⁶ 개체, 134.6

MT, 동족 56.1×10^6 개체, 774.2 MT, 반지락 0.9×10^6 개체, 9.8 MT, 가무락조개 3.4×10^6 개체, 67.0 MT이었다 (Table 2).

본 연구의 조사지역은 새만금 간척사업지구 내 만경강과 동진강이 유입되면서 하구역에 형성된 사주로 두 강으로부터 풍부한 영양염이 유입되고 바닷물과 강물이 만나는 기수역의 특징을 지니고 있어 산업적으로 유용한 잠입성 패류의 서식에 적합한 장소로 간척사업 이전에는 패류 양식장이 밀집해 있던 곳이다. 본 연구의 조사시기인 1999년은 새만금 제1호 외곽 방조제가 완공되는 등 전체 물막이 공정의 50% 정도가 완료된 시점으로 외곽 방조제 축조로 인한 조류 소통이나 퇴적 환경 등의 급격한 변화가 예상되던 시기이다. 본 연구는 향후 간척사업 등 환경변화에 따른 패류자원 변동을 파악하기 위한 기초자료의 획득을 위해 새만금 간척사업이 진행중인 시점에서 패류 종조성과 공간적 분포를 조사하고, 이를 토대로 새만금 갯벌에서의 생물량을 추정하였다.

구획별 출현 종수는 조건대 상부나 하부보다는 조건대 중·하부에서 많았으며, 서식 밀도와 생물량 역시 이곳에서 높았다. 특히 동족, 백합, 반지락과 같은 산업적으로 유용한 이매패류의 경우 비교적 사도가 우세한 조건대의 중부역에서 서식밀도가 높았다. 그러나 가무락조개는 퇴적물의 입도가 세립인 조건대 상부에서만 관찰되었고, 특히 부리운모조개는 부영양화로 퇴적물이 부패한 지역에서만 출현하여 유기물오염 지표종으로 이용 가능성을 검토할 필요가 있을 것으로 판단된다. 또한, 구획별 출현 종수, 서식 밀도, 생물량 모두 동진강 하구에 위치한 A1-B19 구획과 만경강 하구에 위치한 B1-B15 구획간의 공간적인 차이는 크지 않았는데, 이와 같은 패류의 공간분포는 만경강과 동진강 하구역의 지역에 따른 차이보다는 조위에 따른 노출시간과 퇴적물의 입도조성, 퇴적물 내 유기물 함량 등이 중요한 영향을 미치는 것으로 판단된다 (An and Koh, 1992). 이는 향후 간척공사가 진행되면서 조류 소통에 지장을 초래하여 조건대의 노출시간 변화, 침식과 퇴적에 따른 입도와 분급도 및 유기물 함량 등에 변화가 일어난다면 패류 군집구조에 많은 영향을 미칠 수 있음을 암시하는 것이다. 특히, 조사지역 중 육지에 가장 인접한 B15 정점은 패류가 전혀 출현하지 않았는데, 이 지역은 유기물 함량이 높고, 퇴적물이 부패하는 등 서식환경이 매우 악화된 지역이었다. 이러한 현상은 방조제의 건설과 함께 조류 소통이 제한 받기 쉬운 조건대 상부에서부터 해수 순환에 의한 자체 정화능력이 상실되어 서식환경이 악화되면서 패류의 출현을 제한한 것으로 보여진다.

본 연구에서는 복족류 5종과 이매패류 8종 등 총 13종이 출현하였는데, 이는 An and Koh (1992)의 1988년에 출현한 복족류 4종, 이매패류 10종 등의 14종이나 Shin et al. (2001)의 울산만과 온산만에 출현한 연체동물 13종과는 비슷하며, Kim and Hur (1998)의 득량만의 6-8종과 비교하면 약간 많은 것이다. 그러나, 1992년 새만금 지구에서 실시된 새만금종합개발사업 어업피해 보상 조사에서 여름철에 복족류 30종과 이매패

류 24종 등 총 54종 (MAFF and Chollabuk-do, 1994), 군산시 오식도 조건대의 복족류 14종, 이매패류 10종 등 총 24종 (Ryu, 1994), 그리고 인천 송도 척전 갯벌에서 출현한 27종 (Hong and Seo, 2001)과 비교하면 매우 적은 수준이다. 한편, 본 조사에서 패류의 평균 서식밀도는 약 $18 \text{ ind.} \cdot \text{m}^{-2}$ 이었는데, 이는 1992년 새만금 내부의 김제시 거전 조사선의 $93 \text{ ind.} \cdot \text{m}^{-2}$ (An and Koh, 1992)와 비교하면 크게 낮아진 것이며, 조하대에서 서식밀도인 $100 \text{ ind.} \cdot \text{m}^{-2}$ (Shin et al., 2001)와 $684 \text{ ind.} \cdot \text{m}^{-2}$ (Lim and Choi, 2001) 등과 비교하면 더욱 낮은 수준이다. 이러한 출현 종수 및 서식 밀도의 차이는 조사 지역이나 조사 범위에 따른 차이뿐만 아니라, 채집 방법에서도 원인을 찾을 수 있다. 본 연구에서는 20 cm 깊이까지의 퇴적물을 채취하여 육안으로 관찰 가능한 표본을 채집한 반면, 다른 조사들은 30 cm 깊이까지의 퇴적물을 1 mm 망목의 체를 사용하여 채집하였기 때문이다.

산업적으로 유용한 이매패류의 서식밀도 조사에서도 조사 방법에 차이가 있어 직접적인 비교는 어렵지만 An and Koh (1992)의 1988년 새만금 갯벌에서 백합, 동족, 반지락, 가무락조개의 평균밀도가 각각 11, 428, 112, 6 $\text{ind.} \cdot \text{m}^{-2}$ 이었던 것과 비교하면 매우 낮아진 것이다. 이와 같은 서식밀도의 차이는 1988년 조사 당시 거전리 조건대에는 패류 양식장이 밀집하여 양식 관리가 이루어지고 있었던 반면, 본 연구의 조사 시기인 1999년에는 이미 새만금 간척사업의 착공과 함께 패류 양식장이 대부분 소멸되었고, 1996년부터는 새만금 갯벌에서 패류채집이 일반인에 전면 개방되면서 남획이 가속화되었으며, 이로 인해 패류 자원량이 급감했기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 본 조사에서 동족의 생물량은 $91 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 이었는데, 1989년 8월 인천 송도 연안에서 동족 생물량 $606 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ (Shin, 1992), 1992년 7월 군산 연안에서 동족 생물량 $97 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ (Ryu, 1994)와 비교할 때, 본 연구의 결과는 송도 연안의 동족 생물량에 비해 매우 낮으나, 새만금에 인접한 군산 연안의 결과와는 근사한 값을 보였다. 송도 갯벌의 경우 동족의 생산량이 높은 지역으로 조사 당시 어업인들에 의한 채취 및 인위적인 생태계의 교란이 없어 높은 생물량을 보인 것으로 판단된다. 그리고 인위적인 생태계 교란이 진행되던 1999년 새만금 갯벌의 동족 생물량이 비교적 자원관리가 되었던 1992년 군산 연안과 유사한 생물량을 보인 것은 동족이 식용으로의 기호도가 높지 않아 주로 사료나 조미료의 원료 등으로 이용되는 비교적 저가의 패류로 어업인들이 선호하는 채취 대상이 아니었으므로 남획에 의한 자원감소가 적었던 때문으로 보인다.

이상의 결과를 종합적으로 고려하면, 1999년 8월 현재 새만금 갯벌의 생물량은 간척사업 이전의 결과와 비교하여 산업대상종은 큰 폭으로 감소한 반면 산업대상종이 아닌 패류는 상대적으로 감소 폭이 적은 것으로 판단할 수 있다. 산업대상종이 큰 폭으로 감소한 것은 새만금 갯벌에서의 조개류 채취가 일반인에 전면 허용됨에 따른 남획의 영향을 생각할 수 있으며, 산업대상종이 아닌 패류의 서식밀도 역시 감소하여

간척사업으로 인한 환경변화가 패류의 서식 및 생물량에 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있다. 그러나 비교적 큰 폭의 생물량 변동은 대체로 산업대상종으로 한정되며, 간척사업 이전과 비교하여 일부 출현종의 변화가 관찰되었으나 전반적으로 출현종의 수나 우점종 등은 이전과 유사한 수준으로 유지되는 등 예상보다 변화의 폭이 적었는데, 이는 조사지역이 새만금 간척지구의 중심부에 위치하여 방조제가 완공된 양쪽 말단인 부안과 군산에 위치한 갯벌에 비해 상대적으로 방조제 축조로 인한 환경변화가 적었고 따라서 패류군집에 미치는 영향도 적게 나타난 것으로 생각된다. 그러나 산업대상종의 남획이 계속되고 외곽방조제 공사의 진척으로 점차 조류소통에 지장이 심화되면 이 지역의 패류 종조성 및 생물량에도 급격한 변화가 불가피할 것으로 예측된다. 따라서 향후 효율적인 패류자원의 관리를 위해서는 남획 및 인위적 생태계 교란에 의한 서식환경 변화와 이에 따른 패류 자원량 변동 등에 대한 지속적인 모니터링이 필요한 것으로 판단된다.

사 사

갯벌 패류의 채집에 도움을 주신 현지 어업인들께 감사드립니다. 패류 동정에 도움을 주신 인하대 홍재상 교수님, 참고자료를 제공해 주신 군산대 김용호 교수님, 논문 작성에 고견을 주신 조영조 소장님과 김치홍 박사님께 감사드립니다. 익명의 세 분 심사위원께 감사 드립니다. 본 연구는 국립수산물과학원 수산시험연구사업 (서해연안어업자원연구)으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

An, S.M. and C.H. Koh. 1992. Environments and distribution of benthic animals on the Mangyung-Dongjin tidal flat, west coast of Korea. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 27, 78-90. (in Korean)

Cho, Y.G., S.O. Ryu, Y.K. Khu and J.Y. Kim. 2001. Geochemical composition of surface sediments from the Saemangeum tidal flat, west coast of Korea. 『The Sea』 *J. Kor. Soc. Oceanogr.*, 6, 27-34. (in Korean)

Hong, J.S. and I.S. Seo. 2001. The community ecology of benthic macrofauna on the Cheokjeon tidal flat, Incheon, Korea 1. Community structure. 『The Sea』 *J. Kor. Soc. Oceanogr.*, 6, 190-200. (in Korean)

Hwang, S.D. and J.S. Kim. 2003. Change in community structure of shellfish in the reclaimed Saemangeum area. *J. Kor. Fish. Soc.*, 36, 708-715. (in Korean)

Kim, C.W. and S.B. Hur. 1998. Distribution of the bivalve resources in Deukryang bay. *J. Aquacult.*, 11, 249-260. (in Korean)

Kim, J.G. and Y.S. Kim. 2002. Application of ecosystem model for eutrophication control in coastal sea of Saemankeum area. 1. Characteristics of water quality and nutrients released from sediments. *J. Kor. Fish. Soc.*, 35, 348-355. (in Korean)

KFA(Korea Fisheries Association). 1992. Korean Fisheries Yearbook. pp. 411-433. (in Korean)

KFA(Korea Fisheries Association). 2000. Korean Fisheries Yearbook. pp. 546-547. (in Korean)

Lim, H.S. and J.W. Choi. 2001. Community structure of subtidal macrobenthos in Hampyung bay during autumn in 1997, southwest coast of Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 34, 327-339. (in Korean)

MAFF (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries) and Chollabuk-do. 1994. Studies on the compensation for the fisheries damage by Saemangeum tideland reclamation project V. Biological survey. pp. 262-298. (in Korean)

Ryu, D.K. 1994. Ecological studies on the population of surf clam, *Mactra veneriformis* Reeve. Ph.D. Thesis, Cheju Nat'l. Univ., pp 19-24. (in Korean)

Shin, H.C. 1992. Growth and population dynamics of *Mactra veneriformis* (Bivalvia). Ph.D. Thesis, Seoul Nat'l. Univ., 134 pp. (in Korean)

Shin, H.C., S.M. Yoon and C.H. Koh. 2001. Spatial distribution of benthic macrofaunal community in Ulsan Bay and Onsan Bay, eastern coast of Korea. 『The Sea』 *J. Kor. Soc. Oceanogr.*, 6, 180-189. (in Korean)

Sim, K.S. and C.L. Lee. 1999. Fish fauna of the Saemankum area in the west coast of Chollabuk-do, Korea. *Kor. J. Environ. Biol.*, 17, 293-303. (in Korean)

2003년 7월 10일 접수
2003년 12월 20일 수리

“한국수산학회지” 논문 투고 규정

원 고: 원고는 국문으로 ‘아래한글’ 워드프로세스를 이용하여 A4 용지에 작성하고 디스켓은 최종수정본 제출시 필히 동봉한다. 서체는 신명조로 하며, 제목은 크기 15 (진하게), 저자 및 소속은 크기 13 (진하게), 본문은 크기 10 (보통)으로 한다. 모든 원고는 쪽수(페이지)를 표시한다.

영문원고는 ‘MS word’ Times 체로하며 글자 크기는 국문에 준하여 A4용지에 2단 간격으로 작성하고, 디스켓은 최종수정본 제출시 동봉한다.

논문의 종류: 연구논문 (Original articles), 단보 (Notes) 및 속보 (Short Communication)이다.

논문의 구성: 제목, 저자명, 소속, 영문요약, Key words, 서론, 재료 및 방법, 결과 (및 고찰), 고찰, 사사, 참고문헌, 부록으로 구성한다.

제 목: 제목은 간결하게 논문의 내용을 표현한 것으로 한다.

부제목이 있거나, 시리즈의 연속 제목은 안됨.

저 자 명: 국문에서 연명인 때는 「·」로 연결한다. 영문 표기는 이름의 머리문자를 대문자, 뒤를 소문자, 성의 머리문자를 대문자, 뒤를 작은 대문자로 하고, 3명 이상의 연명인 경우 「,」로 연결하고 마지막 저자의 이름은 「and」로 묶는다.

예) (국문) 홍길동·김말수·박재동

(영문) Kil Dong HONG, Mal-Soo KIM and Jae Dong PARK

영문요약: 영문요약(Abstract)에는 연구목적, 방법, 결과, 고찰, 결론을 간결한 문장으로 정리한다.

Key words: 5단어 이하의 Key words로 명시한다.

참고문헌: 본문에 문헌을 인용할 경우와 참고문헌 표기법은 아래와 같다.

(1) 본문에 문헌을 인용할 경우는 아래의 예와 같이, 저자가 1-2인 인 경우에는 성을 모두 쓰고, 3인 이상인 경우에는 첫째 저자의 성 만 쓰고 그 외의 저자들은 et al. 로 쓴다.

예) Kim (1940); Smith and Jones (1980); Park et al. (1980)

(2) 참고문헌은 다음의 예와 같이 반드시 영문으로 표기하여 알파벳순으로 배열한다.

단, 영어 이외의 언어를 영역한 경우는 말미에 사용언어를 괄호에 넣어 (in Korean) 또는 (in Japanese) 등으로 표시한다.

① 학술잡지: 학술잡지의 연구논문을 인용할 때는 다음과 같이

저자명, 출판년도, 논문제목, 잡지명, 권, 쪽수를 반드시 표기한다.

예) Josse, E., P. Bach and L. Dagorn. 1998. Simultaneous observations of tuna movements and their prey by sonic tracking and acoustic surveys. *Hydrobiologia*, 371/372, 61-69.

Kim, H.G., S.G. Lee and K.H. An. 1996. Interannual changes in *Heterosigma akashiwo* blooms in Korean coastal waters. *Bull. Natl. Fish. Res. Dev. Inst. Korea*, 52, 1-14. (in Korean)

Kim, J.B., S.K. Kim and K.H. Suh. 2003. Removal of suspended solids and nitrification by floating bead filter in recirculating aquaculture system. *J. Kor. Fish. Soc.*, 36, 163-169. (in Korean)

Lee, S.M., K.D. Kim, H.G. Park, C.H. Kim and K.E. Hong. 2001. Protein requirement of juvenile Manchurian trout *Brachymystax lenok*. *Fish. Sci.*, 67, 46-51.

② 단행본: 단행본을 인용 할 때는 다음과 같이 저자명, 출판년도, 인용논문제목, 책 제목, 편집자명, 출판사, 출판장소, 인용 첫부분과 끝부분의 쪽수를 기입한다. 인용논문제목 다음에, In: 단행본 제목을 표기하며 그 예시는 다음과 같다.

ㄱ. 편집자가 1인일 때

예) Randall, D.J., C.J. Brauner, R.V. Thurston and J.F. Neuman. 1996. Water chemistry at the gill surfaces of fish and the uptake of xenobiotics. In: *Toxicology of Aquatic Pollution*. Taylor, E.W., ed. Cambridge University Press, London, U.K., pp. 1-14.

ㄴ. 편집자가 2인 이상일 때

예) Rombough, P.J. 1988. Respiratory gas exchange, aerobic metabolism, and effects of hypoxia during early life. In: *Fish Physiology*, Hoar, W.S. and D.J. Randall, eds. Academy Press, New York, pp. 59-161.

ㄷ. 저자가 편집자를 겸할 때

예) Gau, H.G., Jr. 1992. *Statistical Analysis of Regional Yield Trials*, Elsevier, Amsterdam, pp. 278.

③ 편집된 Symposium과 Seminar 등의 Proceedings

예) Purbayanto, A., S. Akiyama, T. Arimoto and M.F.A. Sondita. 2000. Capture process of sweeping trammel net with

special reference on operation method and catch pattern. In: Proceedings of the 3rd JSPS International Seminar on Fisheries Science in Tropical Areas. Arimoto, T. and J. Haluan, eds. Tokyo University of Fisheries, Tokyo, pp. 98-103.

④ 학위논문

예) Kutty, M.N. 1966. Some studies on the respiratory quotient in goldfish and rainbow trout. Ph.D. Thesis, University of Toronto, Toronto, Canada. pp. 350.

⑤ 보고서

예) FAO. 1993. Report of the expert consultation on utilization and conservation of aquatic genetic resources. FAO Fisheries Report, 491, pp. 58.

van der Lingen, C.D., J.C. Coetzee, and L. Hutchings 2002. Temporal shifts in the distribution of anchovy spawners and their eggs in the southern Benguela: implication for recruitment. In: Report of a GLOBEC-SPACC/IDYLE/ENVIFISH Workshop on Spatial Approaches to the Dynamics of Coastal Pelagic Resources and their Environment in Upwelling Areas. van der Lingen, C.D., C. Roy, P. Freon, M. Barange, L. Castro, M. Gutierrez, L. Nykjaer and F. Shillington, eds. GLOBEC Rep. 16, 46-48.

⑥ 학회발표 초록

예) Maita, T., H. Aoki, S. Tanaka, Y. Shimizu, Y. Yamagata and T. Watanabe. 1995. Abstract, Ann. Meet. Jap. Soc. Sci. Fish., pp. 36. (in Japanese)

도 표: 도표의 설명은 영문으로 한다. 번호는 Fig. 1., Table 5와 같이 한다. 표의 제목은 표 위에 쓰고, 그림 설명은 그림 아래에 쓴다. 도표의 원고 및 그림설명은 반드시 별도로 작성하고 본문의 필요한 위치에 절한다. 본문 중에서는 Fig. 1., (Fig. 1), Table 1, (Table 1) 과 같이 인용한다.

(1) 표 (Table)

표의 설명문은 영문(Times체)로 쓰고, 내용은 영문 (Helvetica체 혹은 Arial체)로 쓴다.

Table 1으로 표시한다. 본문 중에서는 Table 1 또는 (Table 1)으로 인용한다. 표의 설명은 반드시 내용과 함께 보이도록 작성한다. 표의 크기는 인쇄시의 실제 크기 (가로 폭 8 cm 또는 17 cm)로 작성한다. 가능하면 표 밑에 각주(Footnote)를 쓰지 말고, 그 내용을 표 위에 오는 설명문 말미에 계속하여 넣는다.

(2) 그림 (Fig.)

Fig.의 설명문은 그림 아래에 영문 (Times체)로 쓰고, 내용은 영문 (Arial체 혹은 Helvetica체)로 쓴다. Fig. 1으로 표시한다. 본문 중에서는 Fig. 1 또는 (Fig. 1)으로 인용한다. Fig.의 설명은 반드시 내용과 함께 보이도록 작성한다. Fig.의 크기는 인쇄시의 실제 크기 (X축의 길이가 폭이 7 cm 또는 16 cm)로 작성한다. X축의 내용이 같은 Fig.들은 합쳐서 수직으로 연결 배열한다.

① 그래프: 모든 그래프는 ㄴ 자형이 아니고 ㄱ (테두리 쳐진 사각형)자형 사각형으로 그린다. Symbol이나 Symbol의 설명은 가능하면 그래프 안에 넣어 그린다. 모든 그래프의 외곽 선과 단위눈금의 굵기는 같아야 한다. X축과 Y축의 설명이나 단위의 font들은 인쇄시에 모든 Figs.들에서 각각 같은 크기가 되도록 원고를 작성한다.

② 묘화 (Hand drawing): 인쇄시의 모양과 크기, 선의 굵기를 감안하여 그린다. 축소 시에 상제한 부분이 흐려지지 않도록 선의 굵기를 조정한다. 반드시 Scale Bar를 넣고, 설명에도 Scale Bar의 길이를 명시한다.

③ 사진: 여러 장이 하나로 구성된 사진은 낱개의 사진들을 가능하면 붙여 배열한다. 반드시 Scale Bar를 넣고, 설명에도 Scale Bar의 길이를 명시한다. 칼라사진은 칼라로 인쇄할 것을 표시한다.

단 위: 단위는 SI (System of International Unit) 단위를 원칙으로 한다. 표기시에 °C, %, °, ' "는 숫자와 붙여쓰고 그 이외의 단위는 띄어 쓴다.

예) 길이: m, cm 질량: kg, g 시간: min, sec, hr 온도: °C, K 부피: L, mL 열량: cal

생 물 명:

(1) 학명은 처음 나올 때에는 속명과 종명을 이탤릭체로 병기한다. 그 후에는 속명은 약자로 쓴다.

예) 국문: 연어 (*Oncorhynchus keta*), 영문: chum salmon (*Oncorhynchus keta*), *O. keta*

(2) 분류학분야의 논문에서 분류학적으로 중요한 종의 학명은 속명, 종명, 명명자를 병기하며 필요시에는 목, 과의 분류군 명도 쓴다.

예) *Conger myriaster* (Brevoort) (Congeridae: Teleostei)

Laminaria japonica Areschoug (Laminariales: Paeophyta)

(3) 해산 동식물로 제조된 식품 및 제품은 재료로 쓰여진 생물의 학명을 반드시 쓴다.

예) 창란젓갈 (명태, *Theragra chalcogramma* 의 내장으로 만들어진 제품)

염장성게알 (양장구, *Hemicentrotus pulcherimus*

혹은 보라성게, *Anthocidaris crassispina*의 난소로 만들어진 제품)

화 학 명: 화학명 및 기호는 국제관례에 따르고 필요한 때에는 본문 또는 주에 그 내용을 표시한다.

국문원고 중의 외래어 표기: 외래어는 원어에 반드시 대문자를 필요로 하는 (고유명사 등) 경우를 제외하고는 소문자로 한다.

동일원고 중에서 동일명에 대해 국·영문을 혼용해서는 안 된다.

각 주: 주는 ^{1,2,3} 등과 같이 지정하고, 관련 페이지의 하단 또는 표의 아래에 넣는다.

도표 등의 인용: 인용으로 인한 저작권의 문제는 전적으로 저자의 책임으로 한다.

약어의 사용: 본문에 약어 및 기호를 사용할 경우에는 아래의 첨부표를 참고하여 표기한다.

기 타: 본 투고규정에 명시되지 않은 사항은 본 학회지의 최신판을 참조하기 바람.

본 투고규정을 준수하지 않은 원고는 접수 불가함.

*** 약어 및 기호 (예)**

원 어	약어 또는 기호	원 어	약어 또는 기호
absorbance	A	meter	m
ampere (milliamphere)	A (mA)	microgram	μg
calorie	cal	microliter	μL
colony-forming unit	CFU	micrometer	μm
colony-stimulating factor	CSF	milliliter	mL
counts per minute	cpm	minute	min
counts per second	cps	molar (mol/liter)	M
curie(s)	Ci	mole	mol
cycles per second (Hertz)	Hz	newton	N
dalton	Da	normal (concentration)	N
degree Celsius	°C	not determined	ND
disintegrations per minute	dpm	not significant	NS
electron volt	eV	ohm	Ω
equilibrium constant	K	optical density	OD
farad	F	parts per million	ppm
gauss	G	pascal	Pa
gram	g	per	/
gravity, due to acceleration	g	per cent	%
gray	Gy	respiratory quotient	RQ
hour	hr	revolutions per minute	rpm
infrared	IR	salinity	PSU (%는 사용하지 않)
inhibitory concentration, 50%	IC ₅₀	second	s, sec
isoelectric point	pI	standard deviation	SD
joule	J	standard error	SE
kilobase(s)	kb	volt	V
kilocalorie	kcal	volume	vol
kilogram	kg	volume ratio (volume/volume)	vol/vol
lethal dose, median	LD ₅₀	watt	W
liter	L	week	wk
logarithm, common	log	weight	wt
logarithm, natural	ln	weight per volume	wt/vol
lux	lx	weight ratio (weight/weight)	wt/wt
mass spectroscopy	MS	year	yr