

# Hebei spirit호 유류유출과 서해안 바지락 양식장의 변화

박광재, 김수경, 강덕영, 송재희<sup>1</sup>

국립수산과학원 서해수산연구소, <sup>1</sup>국립수산과학원 갯벌연구소

## Oil spill of Hebei spirit and Change of Manila Clam, *Ruditapes philippinarum* beds in the West coast of Korea

Kwang-Jae Park, Su-Kyoung Kim, Duk-Young Kang and Jae-Hee Song<sup>1</sup>

West Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Incheon 22383, Korea

<sup>1</sup>Tidal Flat Research Institute, NFRDI, Kunsan 54014, Korea

### ABSTRACT

After oil outflow accident of Hebei spirit in December 7, 2007, the mortality of manila clam, *Ruditapes philippinarum* in the west coast of South Korea, was significantly increased from 9.2% in April, 2007 to 22.4% in April 2008. Although the mortality was about 10% in the tidal flat of Geunso Bay and Cheonsu Bay, Incheon and Gyeonggi-do, the values was significantly high about 30% in water coast of Taean, Boryeong and Seosan in where the spilled oil was getting into fishery zone. However, the mortality in water coast of Taean, Boryeong and Seosan was decreased from 22.4% in 2008 to 6.0% in 2009. Also, we found that the mortality in contaminated and non-contaminated water zones was both slightly increased from 6.0 in 2009 to 8.6% in 2010. Therefore, these results are indicating that the significant high mortality observed in water coast of Taean, Boryeong and Seosan at April, 2008 was due to the crude oil accident outflow from tanks of Hebei spirit. Although the mortality of manila clam was significantly decreased in middle west coast of South Korea after the accident of Hebei spirit in December, 2007, the annual production of manila clam in South Korea was sustainedly from 27,459 ton in 2007, 36,302 ton in 2008, 40,392 ton in 2009, to 36,248 ton in 2010. In the production of manila clam by regional groups, the amount in sea coast of Chungnam, where was damaged by crude oil, was significantly decreased from 10,598 ton in 2007 to 5,048 ton in 2008, but then was significantly increased to 7,065 ton in 2009, and to 12,921 ton in 2010. However, in sea coast of Jeonnam that was not damaged by crude oil, the amount was significantly increased from 1,252 ton in 2007 to 12,248 ton in 2008, but then was significantly decreased to 9,566 ton in 2009, and to 2,770 ton in 2010. Therefore the results are suggesting that a increasing of the total annual production of manila clam in South Korea in 2008 when was 1 year after the oil accident of Hebei spirit was due to increasing of clam production in a coast of Jeonnam in where was not damaged by crude oil.

**Key words:** Manila clam, *Ruditapes philippinarum*, Oil spill, Hebei spirit, Mortality

### 서론

바지락 (*Ruditapes philippinarum*) 은 아시아의 한국, 중

국, 일본 등을 비롯하여 유럽의 이탈리아, 스페인, 영국 등과 미국 북서 해안의 조간대에 널리 분포하는 종이다. 바지락은 담수의 영향을 받으면서 간출시간 3-4시간 되는 곳에서부터 수심 3-4 m 사이인 조간대에 주로 서식하는 유용 양식 대상종으로서 우리나라에서 양식은 경기도 연안의 간척지에서 1910년에 시작되었다고 보고되어 있으며, 본격적인 양식은 1980년대로 알려져 있다 (Park *et al.*, 2010b, 2011).

우리나라의 서해안은 조석 간만의 차가 커서 넓은 갯벌이 잘 발달되어 있어 여러 종류의 패류가 서식하고 있으며, 가장 중요한 품종이 바지락이다. 우리나라 바지락 생산량은 1990년에 74,581 톤으로 최고치를 나타낸 후 간척사업과 방조제 건설로

Received: September 7, 2015; Revised: September 21, 2015; Accepted: September 30, 2015  
Corresponding author : Kwang-Jae Park  
Tel: +82 (32) 745-0710 e-mail: kjparksea@korea.kr  
1225-3480/24586

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License with permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproducibility in any medium, provided the original work is properly cited.

인한 서식처 감소로 지속적으로 감소하여 2002년에 25,410 톤이었으며, 2006년에는 봄철 대량폐사로 21,886 톤으로 최저치를 보인 후 2012년에는 25,028 톤을 나타내고 있다 (Ministry of oceans and fisheries, 2013). 바지락의 생산량 감소는 대규모 간척과 매립사업으로 인한 패류 서식장의 축소를 비롯하여 양식여장의 오염, 기생충 감염 (Park *et al.*, 1999; Park and Choi, 2001), 기후변화로 인한 대량폐사 (Park *et al.*, 2010c; Park *et al.*, 2013a) 때문으로 알려져 있다.

2007년 12월 7일 충남 태안군 만리포 해수욕장 북서방 5마일 해상에서 크레인 부선과 입항 대기 중이던 Hebei spirit호가 충돌하여 원유 12,577 kL가 유출되어 사고 2일 뒤 약 17 km의 해안에 기름이 집중 분포하였다. 이후에 유류는 타르로 변하여 북서계절풍의 영향으로 남쪽으로 떠내려가면서 광범위한 해안을 오염시켰다. 이후 2008년 3월부터 서해안의 바지락 양식장에서는 폐사가 관찰되었으며, 폐사현황을 파악하기 위하여 22개소의 양식장에서 조사가 이루어졌다.

바지락에 관해서는 Choi *et al.* (2000) 와 Lee *et al.* (1999) 의 서식환경, 여과섭식을 통한 갯벌의 자정작용 (Kohata *et al.*, 2003), 양식장 저질의 특성 (Cho *et al.*, 2001), 성장과 생식 (Robert *et al.*, 1993), 형태적 변이 (Kim, 1978; Yoo *et al.*, 1978; Kwon *et al.*, 1999), 유전적 구조 (An *et al.*, 2012), Lee *et al.* (1996), Kang *et al.* (2000) 와 Park *et al.* (2010a) 의 양식밀도에 따른 성장, 비만 및 생존의 차이, 수온과 염분 내성 (Shin *et al.*, 2000), 굴 폐각 저질개선 (Park *et al.*, 2011) 에 관한 선행 연구들이 있다.

우리나라 서해안의 바지락 양식장에서 2004년 이전에는 봄철 폐사가 발생하지 않고 가을철인 9-10월에 소량이 발생하였으나, 2004년 이후에는 폐사가 가을철에서 봄철인 3-4월로 이동하여 매년 광범위한 지역에서 발생하고 있었다 (Park *et al.*, 2013a). 본 연구에서는 2007년 12월 Hebei spirit호 유류유출이 서해안에 위치한 바지락 양식장에 어떤 변화를 야기시켰는가를 파악하기 위하여 폐사율과 생산량 등의 변동을 조사하였다.

### 재료 및 방법

Hebei spirit호의 유류유출에 따른 서해안 지역의 바지락 폐사현황을 파악하기 위하여 2008년부터 2010년까지 매년 4월에 오염이 가장 심하였던 충남지역의 19개소와 오염이 없었던 경기지역 1개소, 인천지역 2개소인 22개소의 바지락 양식장에서 바지락 폐사를 조사하였다. 조사 양식장은 어촌계의 폐사 조사 요청과 양식장의 중요도에 따라서 선정하였다. 폐사 조사는 육안으로 폐사 개체가 많이 몰려 있는 곳을 제외하고 3

회 반복 조사하였다. 조사지역에서 50 × 50 cm (0.25 m<sup>2</sup>) 방형구를 이용하여 표층에 노출되어 있으며 최근에 죽은 개체를 선별하여 계수하였으며, 표층부터 바지락이 서식하지 않는 층까지 퇴적물과 바지락을 채집하여 5 mm 체로 걸러서 바지락만을 채집한 후 살아 있는 바지락의 서식밀도를 산정하였다. 폐사율은 폐사개체와 정상적으로 서식하고 있는 개체에서 산정하였다.

폐사원인을 구명하기 위하여 바지락 양식장에 영향을 미치는 기온, 기상특보 등을 수집하여 분석하였으며, 수질환경과 저질환경 등을 분석하였다. 채집된 바지락은 냉장 상태로 실험실로 옮긴 후 버니어캘리퍼스를 이용하여 각장, 각고, 각폭을 0.01 mm 단위까지 측정하였으며, 전중량을 측정한 후 육중량은 개각하여 습중량으로, 패각 중량은 상온에서 건조시킨 후 전자저울로 0.1 g까지 측정하였다. 이것으로부터 비만도지수 (Condition Index) 를 다음과 같은 식으로 산출하였다. 비만도 (CI) = 체조직습중량/패각 건조중량을 사용하였다. 바지락 폐사에 의한 생산량의 변화를 파악하기 위하여 해양수산부 통계연보 자료를 이용하였다 (Ministry of oceans and fisheries, 2013).

### 결 과

2007년 12월 Hebei spirit호 유류유출 사고 발생 4개월 후인 2008년 4월에 서해안의 바지락 평균 폐사율은 22.4%로 높게 나타났다. Hebei spirit호 유류유출로 인한 피해지역인 태안과 보령, 서산 지역을 중심으로 지형적으로 유류오염이 심하지 않았던 지역을 제외하고 18.6-51.1%로 폐사율이 높게 나타났다 (Fig. 1). 그러나 유류오염이 없었던 인천과 경기에서는 3.8-13.6%로 낮게 나타났다.

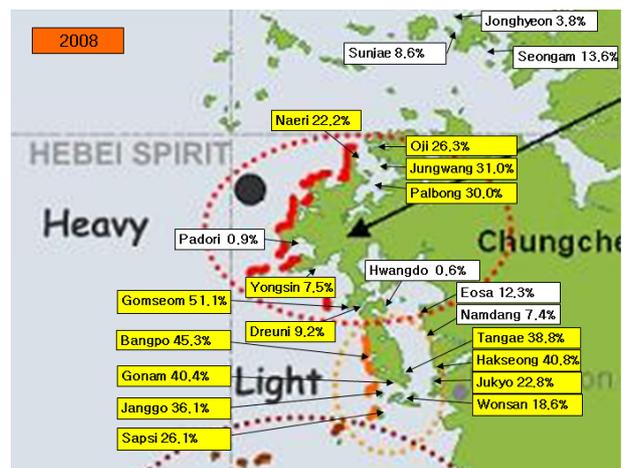


Fig. 1. Mortality rate of Manila clam at Oil spill area in April, 2008.

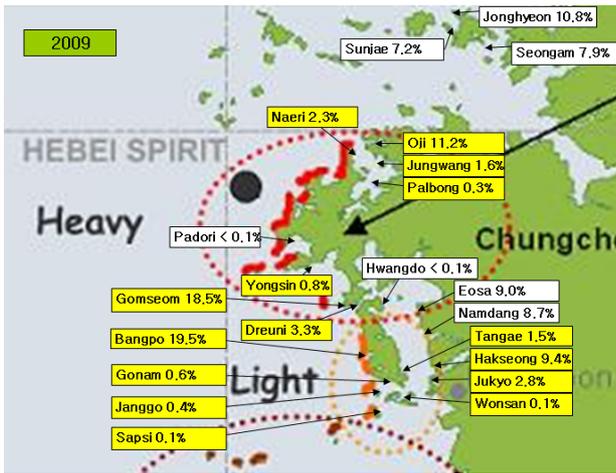


Fig. 2. Mortality rate of Manila clam at Oil spill area in April, 2009.

2009년 4월에 서해안의 바지락 평균 폐사율은 6.0%로 2008년의 22.4%에 비해 현저히 감소한 것으로 나타났다. 2009년 폐사 양상은 2008년과 반대로 Hebei spirit호 유류 유출로 인한 피해지역인 태안과 보령, 서산 지역을 중심으로 0.1-19.5%로 2008년에 비해 폐사율이 급격하게 낮게 나타났다 (Fig. 2). 유류오염이 없었던 인천과 경기에서는 7.2-10.8%로 2008년과 비슷하게 나타났다.

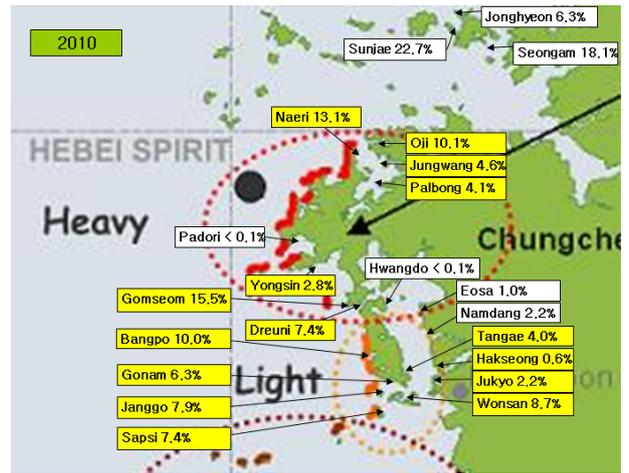


Fig. 3. Mortality rate of Manila clam at Oil spill area in April, 2010.

2010년 4월에 서해안의 바지락 평균 폐사율은 8.6%로 2009년의 6.0%에 비해 약간 증가한 것으로 나타났다. 2010년 폐사 양상은 2009년과 비슷하여 Hebei spirit호 유류 유출로 인한 피해지역인 태안과 보령, 서산 지역을 중심으로 폐사율은 0.6-15.5%로 2008년에 비해 약간 폐사율이 증가한 것으로 나타났다 (Fig. 3). 유류오염이 없었던 인천과 경기에서는 6.3-22.7%로 2009년과 비해 2배 이상 증가한 것으로

Table 1. Mortality rate of Manila clam in the oil spill area of West coast of Korea in spring season

Area \ Year		2007	2008	2009	2010
Control	Seonjae, Incheon	7.5	8.6	7.2	6.3
	Jonghyeon, Kyeonggi	18.9	3.8	10.8	22.7
	Seongam, Kyeonggi	0.4	13.6	7.9	18.1
Experiment	Oji, Chungnam	-	26.3	11.2	10.1
	Jungwang, Chungnam	26.5	31.0	1.6	4.6
	Palbong, Chungnam	-	30.0	0.3	4.1
	Naeri, Chungnam	-	22.2	2.3	13.1
	Padori, Chungnam	0.0	0.9	0.0	0.0
	Yongsin, Chungnam	-	7.5	0.8	2.8
	Gomseom, Chungnam	22.7	51.1	18.5	15.5
	Dreuni, Chungnam	-	9.2	3.3	7.4
	Hwangdo, Chungnam	0.0	0.6	0.0	0.1
	Bangpo, Chungnam	-	45.3	19.5	10.0
	Gonam, Chungnam	-	40.4	0.6	6.3
	Tangae, Chungnam	-	38.8	1.5	4.0
	Eosa, Chungnam	-	12.3	9.0	1.0
	Namdang, Chungnam	-	7.4	8.7	2.2
	Hakseong, Chungnam	-	40.8	9.4	0.6
	Jukyo, Chungnam	-	22.8	2.8	2.2
	Janggo, Chungnam	32.4	36.1	0.4	7.9
Sapsi, Chungnam	-	26.1	0.1	7.4	
Wonsan, Chungnam	13.4	18.6	0.1	8.7	
Average		9.2	22.4	6.0	8.6

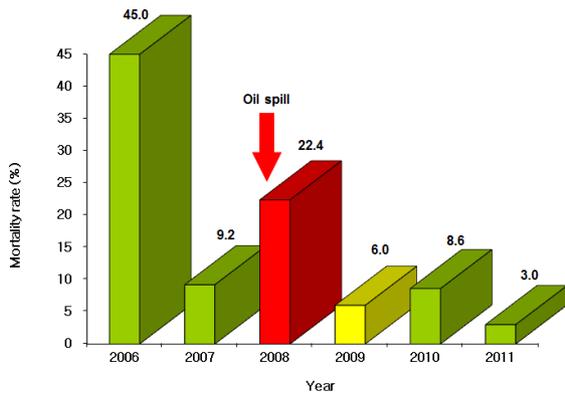


Fig. 4. Mortality rate of Manila clam in the West coast of Korea.

나타났다.

2007년 12월 Hebei spirit호 유류유출 사고 이전인 2007년 4월에 서해안 바지락 양식장의 봄철 폐사율은 9.2%로 나타났다 (Table 1). Hebei spirit호 유류유출 사고 직후인 2008년에 바지락 평균 폐사율은 22.4%로 증가하였다. 2009년과 2010년에는 6.0%와 8.6%로 2008년에 비해 감소하였으나 사고 이전인 2007년과 비하여는 비슷한 것으로 나타났다 (Fig. 4).

봄철인 4월에 동시다발적으로 발생하는 바지락의 폐사 원인을 구명하기 위하여 광범위하게 영향을 미치는 서해안의 기온변화를 1월부터 4월까지 조사하였다 (Fig. 5). 1월부터 4월 중 폐사개체의 발견이 3월 하순부터 시작하여 5월 초까지 나타나는 것을 볼 때 기온이 폐사에 영향을 미치는 시기는 2월로 추정된다. 폐사율이 45%로 가장 높았던 2006년에 2월 기온은 -13.3-11.1℃로 1개월 간의 기온변화 폭이 24.4℃로 크게 나타났다. 폐사율이 9.2%로 감소한 2007년 2월에는 -1.7-8.3℃로 기온변화 폭은 10.0℃로 작게 나타났다. 폐사율이 22.4%로 증가한 2008년 2월에는 -13.0-10.6℃로 기온변화 폭은 23.6℃로 증가하였다. 폐사율이 6.0%로 감소한 2009년 2월에는 -3.7-10.6℃로 기온변화 폭은 14.3℃로 작게 나타났다. 폐사율이 8.6%로 약간 증가한 2010년 2월에는 -10.0-20.0℃로 기온변화 폭은 30.0℃로 매우 크게 나타났다.

기온변화가 크다고 하여 퇴적물 속에 잠입하여 서식하고 있는 바지락이 폐사하기는 어려울 것으로 판단된다. 따라서 서식처의 저질변동을 파악하기 위하여 서해안의 폭풍주의보 발령 횟수와 발효기간을 조사하였다 (Fig. 6, Fig. 7). 1월부터 4월 중 폐사개체의 발견이 3월 하순부터 시작하여 5월 초까지 나타나는 것을 볼 때 폭풍이 폐사에 영향을 미치는 시기는 3월과 4월로 추정된다. 폐사율이 45%로 가장 높았던 2006년에 3월부터 4월까지 폭풍은 5회 12일간이 지속되었으며, 폐사율이 9.2%로 감소한 2007년에는 8회 15일간으로 증가하였다. 폐사

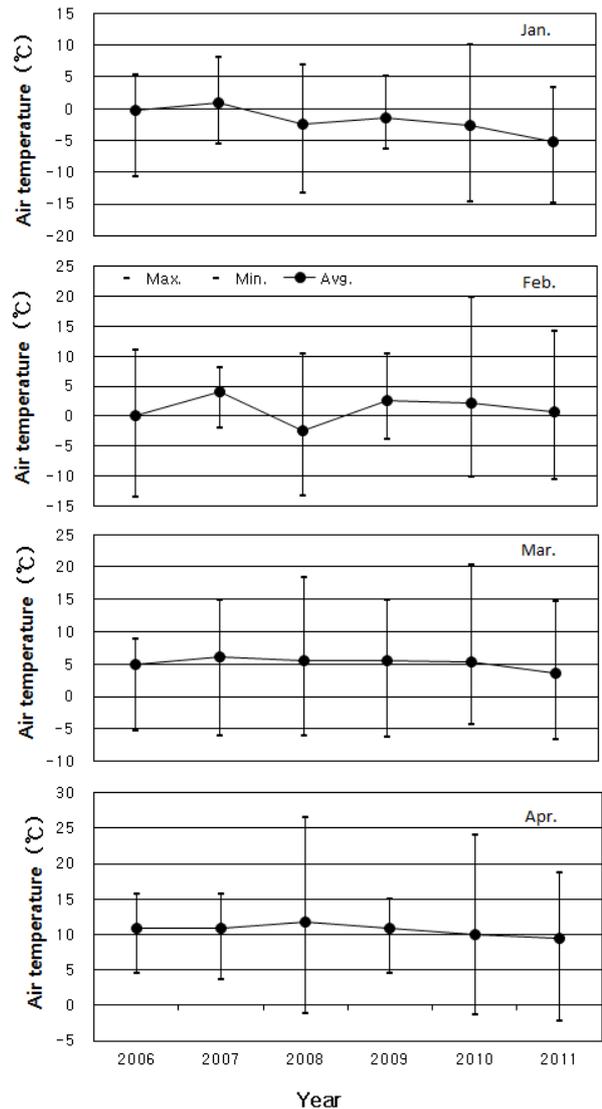


Fig. 5. Variation of air temperature in the West coast of Korea.

율이 22.4%로 증가한 2008년에는 2회 2일간에 불과하였으며, 폐사율이 6.0%로 감소한 2009년에는 9회 10일간, 폐사율이 8.6%로 약간 증가한 2010년에는 9회 11일간으로 나타났다.

위의 기온변화와 폭풍을 폐사율과 비교하면 기온변화의 폭이 큰 해에서 폐사율이 높은 경향을 보였으나 폭풍의 횟수와 지속기간은 폐사율과 상관관계를 찾기가 어려웠다. 따라서 2월 기온변화의 차이가 바지락의 폐사를 결정하는 주요 요인인 것으로 나타났다.

유류유출이 우리나라의 바지락 생산에 어떤 영향을 미쳤는가에 대하여 파악하기 위하여 생산량 변동을 조사하였다. 우리나라 바지락의 전체 생산량은 유류사고 전인 2007년에는

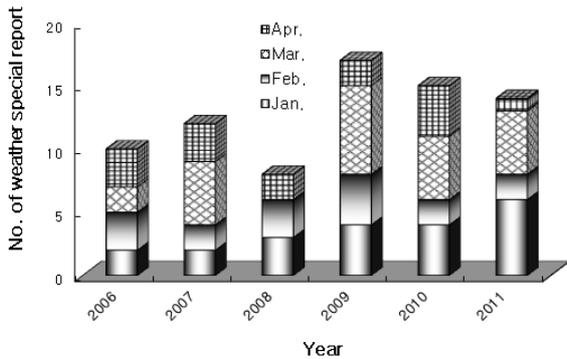


Fig. 6. Number of weather special report in the West coast of Korea.

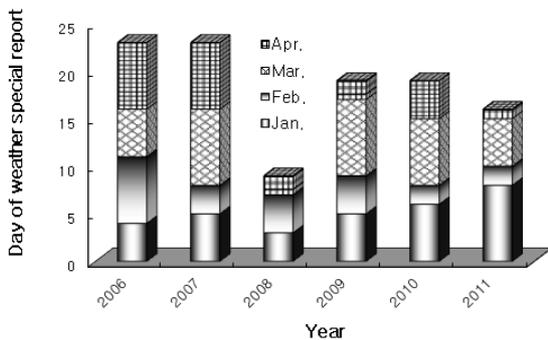


Fig. 7. Day of weather special report in the West coast of Korea.

27,459 톤이던 것이 사고 직후인 2008년에 36,302 톤, 2009년에 40,392 톤, 2010년에는 36,248 톤으로 폐사가 있었음에도 불구하고 증가한 것으로 나타났다 (Fig. 8). 생산량을 지역별로 구분하여 살펴보면, 유류피해 지역인 충남의 바지락 생산량은 유류사고 전인 2007년에는 10,598 톤이던 것이 사고 직후인 2008년에는 바지락 폐사로 인하여 5,048 톤으로 급격히 감소하였으며, 2009년에는 7,065 톤으로 약간 증가하였으며, 2010년에는 유류피해 전보다 많은 12,921 톤으로 증가한 것으로 나타났다 (Fig. 9).

유류피해 지역인 충남과는 반대로 유류피해가 없던 지역인 전남의 바지락 생산량은 유류사고 전인 2007년에는 1,252 톤이던 것이 사고 직후인 2008년에는 12,248 톤으로 급격히 증가하였으며, 2009년에도 9,566 톤으로 생산량이 많은 것으로 나타났으며, 2010년에는 2,770 톤으로 감소한 것으로 나타났다 (Fig. 10).

고찰

2007년 12월 Hebei spirit호 유류유출 사고 이후 서해안의

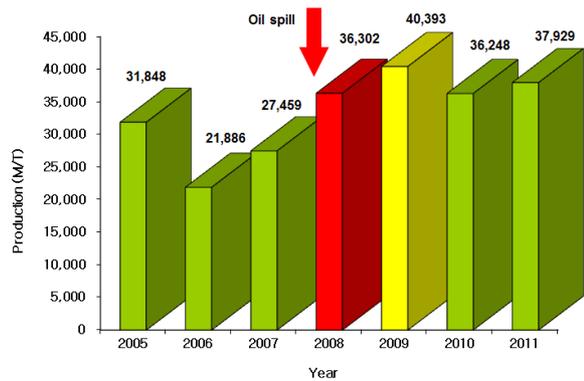


Fig. 8. Total production of Manila clam in Korea.

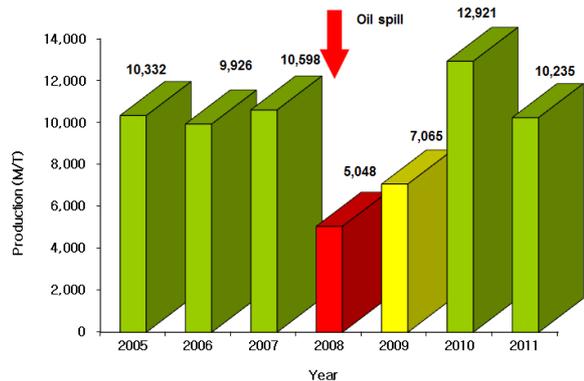


Fig. 9. Production of Manila clam in the Chungnam province, Korea.

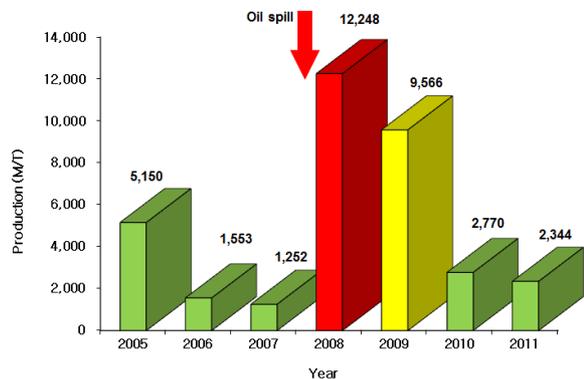


Fig. 10. Production of Manila clam in the Jeonnam province, Korea.

바지락 양식장에서 평균 폐사율은 2008년 4월에 22.4%로 높게 나타났다. 2009년에는 6.0%로 현저히 감소하였으며, 2010년 4월에는 8.6%로 2009년의 6.0%에 비해 약간 증가한 것으로 나타났다. 우리나라 서해안의 바지락 양식장에서 폐사는 2004년 이전에는 봄철 폐사가 발생하지 않고 가을철인 9-10월에 소량이 발생하였으나, 2004년 이후에는 폐사가 가을철에

서 봄철인 3-4월로 이동하여 매년 광범위한 지역에서 발생하고 있었다. 유류유출 사고 전인 2006년에는 45%였으나, 2007년에는 9.2%로 감소한 폐사율이 유류유출 사고 직후에 22.4%로 급격히 증가하였다가 2009년과 2010년에 6.0%, 8.6%로 사고 이전 수준으로 감소하였다. 이러한 결과는 유류유출이 서해안의 바지락 폐사에 영향을 미친 것으로 판단된다.

바지락 폐사율을 지역별로 구분하여 살펴보면 유류유출 이후 시간이 경과함에 따라 양상이 달라지는 것으로 나타났다. Hebei spirit호 유류유출로 인한 피해지역인 태안과 보령, 서산 지역을 중심으로 2008년에는 18.6-51.1%로 폐사율이 높게 나타났다. 2009년에는 2008년과 다르게 Hebei spirit호 유류유출로 인한 피해지역에서 0.1-19.5%로 2008년에 비해 폐사율이 급격하게 감소하였다. 2010년 폐사 양상은 2009년과 비슷하여 피해지역에서 0.6-15.5%로 2008년에 비해 폐사율이 약간 증가한 것으로 나타났다. 유류오염이 없었던 인천과 경기에서는 사고 직후인 2008년 3.8-13.6%로 낮게 나타났다. 2009년에는 7.2-10.8%로 2008년과 비슷하였으며, 2010년에는 6.3-22.7%로 피해지역보다 오히려 높은 폐사율을 보였다. 유류유출 피해지역에서 사고 직후인 2008년에 폐사율이 가장 높고 시간이 경과함에 따라 감소하고 유류오염이 없었던 지역에서는 사고 직후보다 시간이 경과함에 따라 증가하는 양상은 피해지역의 폐사가 유류유출과 상관관계가 있음을 추정할 수 있다. 유류유출에 따른 다환방향족탄화수소 (PAHs)의 농도가 굴과 바지락이 식품으로서 안전한가에 대한 연구 (Kim *et al.*, 2010)는 보고되어 있으나, 바지락의 건강도와 폐사에 미치는 영향을 조사한 연구가 없어 이에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

봄철인 4월에 동시다발적으로 발생하는 바지락의 폐사 원인을 구명하기 위하여 광범위하게 영향을 미치는 서해안의 기온 변화를 1월부터 4월까지 조사한 결과, 폐사율이 45%로 가장 높았던 2006년 2월의 기온변화 폭이 24.4°C로 크게 나타났다. 폐사율이 9.2%로 감소한 2007년 2월에 기온변화 폭은 10.0°C로 작게 나타났으며, 폐사율이 22.4%로 증가한 2008년 2월에 기온변화 폭은 23.6°C로 증가하였다. 폐사율이 6.0%로 감소한 2009년 2월에 기온변화 폭은 14.3°C로 감소하였으며, 폐사율이 8.6%로 약간 증가한 2010년 2월에 기온변화 폭은 30.0°C로 매우 크게 나타났다. 바지락은 생태적으로 추운 겨울철에는 퇴적물 깊은 곳에서 활동을 거의 하지 않고 생활하여 기온이 영하로 내려가도 생존할 수 있는 것으로 알려져 있다. 최근 기후변화로 인하여 2004년부터 2월 기온이 이상적으로 따뜻해져 봄으로 느낀 바지락이 표층쪽으로 이동하여 섭식활동을 하다가 2월의 급격한 영하 추위에 아가미 조직의 손상을 받게 된다. 바지락은 2월에 생리적으로 가장 약한 시기로 아가미 조직의 손상을 받은 개체들이 3-4월에

폭풍으로 인한 퇴적물의 침식으로 노출되었다가 재 잠입하지 못하고 폐사가 일어나는 것으로 판단된다. 2004년 이후 서해안의 갯벌에서 발생한 바지락의 봄철 폐사는 늦은 겨울에서 이른 봄철에 발생하는 폭풍으로 인한 높은 파도가 연안의 퇴적물을 침식시켜 갯벌 퇴적물 아래 잠입하여 서식하던 바지락이 대기 중에 노출된 결과에 기인한다고 하였다 (Park *et al.*, 2010c). 연안 생태계에서 강풍을 동반한 폭풍은 물리적 교란요인 중 가장 큰 요인으로 들 수 있다. 태풍이나 겨울철 폭풍은 높은 파도를 동반하며 이때 강한 파도는 사니질 또는 니사질로 구성된 연안의 연성 저질 퇴적물을 침식시켜 퇴적물 아래 잠입하여 서식하는 저서생물들을 대기 중으로 노출시키기도 한다 (Bower, 1992; Lopez *et al.*, 2008). 건강한 바지락의 경우 물리적 교란에 의해 갯벌 표면에 노출될 경우 재잠입하며, 이러한 바지락의 재잠입 능력은 바지락의 활성도를 측정하는 바이오마커로도 활용될 수 있다 (Moschino *et al.*, 2010; Pellizzato and Da Ros, 2005). Park *et al.* (2013a)은 폭풍으로 인한 갯벌 침식과정에서 대기 중으로 노출된 바지락의 건강도는 퇴적물 내에 잠입 서식하고 있는 정상적인 바지락과 비교 시 통계적으로 유의하게 그 수준이 낮은 반면, 바지락 포자충이나 흡충류의 감염은 노출된 집단과 정상적인 집단간 유의한 차이를 찾을 수 없어 이들 감염이 미치는 영향은 미미한 것으로 나타났다고 보고하였다.

유류유출이 우리나라의 바지락 생산에 어떤 영향을 미쳤는가에 대하여 파악하기 위하여 생산량 변동을 조사한 결과, 우리나라 전체 바지락 생산량은 유류사고 전인 2007년에는 27,459 톤이던 것이 사고 직후인 2008년에 36,302 톤, 2009년에 40,392 톤, 2010년에는 36,248 톤으로 폐사가 있었음에도 불구하고 증가한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 유류사고 직후 2008년 봄철에 바지락이 폐사하지 않았다는 의혹을 가지게 하였다. 그래서 생산량을 지역별로 구분하여 살펴본 결과, 유류피해 지역인 충남의 바지락 생산량은 유류사고 전인 2007년에는 10,598 톤이던 것이 사고 직후인 2008년에는 바지락 폐사로 인하여 5,048 톤으로 급격히 감소하였으며, 2009년에는 7,065 톤으로 약간 증가하였으며, 2010년에는 유류피해 전보다 많은 12,921 톤으로 증가한 것으로 나타났다. 유류피해 지역인 충남과는 반대로 유류피해가 없던 지역인 전남의 바지락 생산량은 유류사고 전인 2007년에는 1,252 톤이던 것이 사고 직후인 2008년에는 12,248 톤으로 급격히 증가하였으며, 2009년에도 9,566 톤으로 생산량이 많은 것으로 나타났으며, 2010년에는 2,770 톤으로 감소한 것으로 나타났다. 따라서 전체 바지락 생산량에서 2008년에 생산량이 감소하지 않고 증가한 이유는 유류피해가 없던 전남지역에서 물속에 서식하던 바지락이 대량으로 생산되었기 때문이다.

## 요 약

2007년 12월 7일 Hebei spirie호 유류유출 후 2008년 4월에 발생한 서해안의 바지락 평균 폐사율은 22.4%로 사고 이전인 2007년 4월의 9.2%에 비하여 급격히 증가한 것으로 나타났다. 특히 유류가 유입된 태안 및 보령, 서산 지역에서는 30% 내외로 폐사율이 매우 높게 나타난 반면, 비오염지역인 인천, 경기도를 비롯하여 지형적인 조건과 방제작업 등으로 유류유입이 적었던 근소만과 천수만 내측 등에서는 10% 내외로 낮게 나타났다. 2009년 폐사율은 6.0%로 2008년의 22.4%에 비해 급격히 감소하였다. 2009년은 2008년과 비교하여 폭풍 등 해황이 불안정하여 저질변동이 많았으나, Hebei sprit호 유류유출로 인한 피해지역인 태안과 보령, 서산 지역에서는 폐사율이 낮아진 반면, 비 피해지역인 인천과 경기에서는 비슷하거나 높게 나타났다. 2010년 폐사율은 8.6%로 2009년의 6.0%에 비해 약간 증가하였는데, 오염지역과 비오염지역을 구분하지 않고 모두 증가하였다. 따라서 유류가 유입된 태안 및 보령, 서산 지역의 2008년 4월에 발생한 바지락 폐사는 Hebei spirit호 유류유출과 관련이 있는 것으로 판단된다.

우리나라 바지락의 전체 생산량은 유류사고 전인 2007년에는 27,459 톤이 사고 직후에 폐사가 발생하였음에도 불구하고 2008년에 36,302 톤, 2009년에 40,392 톤, 2010년에는 36,248 톤으로 증가한 것으로 나타났다. 생산량을 지역별로 살펴보면 유류피해 지역인 충남의 바지락 생산량은 유류사고 전인 2007년에는 10,598 톤이던 것이 사고 직후인 2008년에 5,048 톤으로 급격히 감소하였으며, 2009년에는 7,065 톤, 2010년에는 유류피해 전보다 많은 12,921 톤으로 증가한 것으로 나타났다. 비피해지역인 전남의 바지락 생산량은 유류사고 전인 2007년에는 1,252 톤이던 것이 사고 직후인 2008년에는 12,248 톤으로 급격히 증가하였으며, 2009년 9,566 톤, 2010년 2,770 톤으로 감소한 것으로 나타났다. 따라서 전체 바지락 생산량에서 2008년에 우리나라 생산량이 감소하지 않고 증가한 이유는 유류피해가 없던 전남지역에서 물속에 서식하던 바지락이 대량으로 생산되었기 때문이다.

## 사 사

이 논문은 2015년도 국립수산물품질관리원 수산과학연구소사업(R2015017)의 지원으로 수행된 연구이며 연구비 지원에 감사드립니다.

## REFERENCES

An, H.S., K.J. Park, K.C. Cho, H.S. Han and J.I. Myeong, (2012) Genetic structure of Korean

populations of the clam *Ruditapes philippinarum* inferred from microsatellite marker analysis. *Biochemical Systematics and Ecology*, **44**: 186-195.

Bower, S. M., (1992) Winter mortalities and histopathology in Japanese littlenecks [*Tapes philippinarum* (A. Adams and Reeve, 1850)] in British Columbia due to freezing temperatures. *J. Shellfish Res.*, **11**: 255-263.

Cho, T.J., S.B. Lee and S.Y. Kim, (2001) Sedimentological and hydromechanical characteristics of bed deposits for the cultivation of Manila clam, *Ruditapes philippinarum* in Gomsu tidal flat. *J. Korean Fish. Soc.*, **34**: 245-253 (in Korean).

Choi, Y.S., Y.R. Cho and C.S. Lee, (2000) The relationship between environmental conditions and morphological characteristics of manila clam, *Ruditapes philippinarum* in the west coast of Korea. *Bull. Nat'l. Fish. Res. Dev. Inst. Korea*, **58**: 56-63 (in Korean).

Kang, K.H., J.Y. Chang and Y.H. Kim, (2000) Growth comparison of short neck clams, *Tapes philippinarum* between the two culturing areas. *Korean Journal of Malacology*, **16**(1-2): 49-54 (in Korean).

Kim, P.H., M.J. Kim, M.R. Cho, D.S. Lee, K.C. Song, H.S. Byun, K.C. Cho, K.J. Park, J.C. Jun and H.D. Yoon, (2010) Polycyclic aromatic hydrocarbons hazard assessment of shellfish due to oil spill accidents. *Korean J. Fish. Sci.*, **43**(3): 211-216 (in Korean).

Kim, Y.H., (1978) Study on the morphological variation of short necked clam, *Tapes japonica* (DESHAYES). *Bull. Gunsan Fish. J. Coll.*, **12**(2): 23-26 (in Korean).

Kohata, K., Hiwatarai, T. and Hagiwara, T. (2003) Natural water-purification system observed in a shallow coastal lagoon. *Mar. Pollut. Bull.*, **47**(1-6): 148-154.

Kwon, J.Y., J.W. Park, Y.H. Lee, J.Y. Park, Y.K. Hong and Y.J. Chang, (1999) Morphological variation and genetic relationship among populations of the shortnecked clam, *Ruditapes philippinarum* collected from different habitats. *J. Fish. Sci. Tech.*, **2**(1): 98-104.

Lee, Y.H., Y.J. Chang, H.K. Lim and G.S. Chung, (1996) Comparison of growth and survival rate in shortnecked clams, *Ruditapes philippinarum* from different seedling production areas. *Journal of Aquaculture*, **9**(3): 223-232 (in Korean).

Lee, C.S., Y.S. Choi and Y.R. Cho, (1999) Stocking density and culturing environment of the manila clam (*Ruditapes philippinarum*). *Bull. Nat'l. Fish. Res. Dev. Inst. Korea*, **56**: 177-186 (in Korean).

Lopez, R.A., P.E. Penchaszadeh and S.C. Marcomini, (2008) Storm-related strandings of mollusks on the northeast coast of Buenos Aires, Argentina. *Journal of coastal Research*, **24**: 925-935.

Ministry of oceans and fisheries, (2013) <http://www.fips.go.kr/>

- Moschino, V., F. Meneghetti and L. Da ros, (2010) Use of biomarkers to assess the welfare of the edible clam, *Ruditapes philippinarum*: may it be a tool for proving areas of origin? *Aquaculture International*, **18**: 327-337.
- Park, K.I., K.S. Choi and J.W. Choi, (1999) Epizootiology of *Perkinsus* sp. found in the Manila clam, *Ruditapes philippinarum* in Komsoe bay, Korea. *J. Korean Fish. Soc.*, **32**: 303-309 (in Korean).
- Park, K.I. and K.S. Choi, (2001) Spatial distribution of the protozoan parasite *Perkinsus* sp. found in the Manila clam, *Ruditapes philippinarum* in Korea. *Aquaculture*, **203**: 9-22.
- Park, K.I., H.S. Yang, D.H. Kang and K.S. Choi, (2010a) Density dependent growth and mortality of Manila clam, *Ruditapes philippinarum* reared in cages in Gomso-bay, Korea. *Korean J. Malacol.*, **26**: 91-95.
- Park, K.J., Y.S. Choi, S. Heo, H.W. Kang, H.S. Han and H.C. O, (2010b) Report on the sediment types, environmental parameters, density and biometry of Manila clam, *Ruditapes philippinarum* in Gyeonggi Bay off the west coast of Korea. *Korean J. Malacol.*, **26**: 267-273 (in Korean).
- Park, K.J., J.H. Song, H.S. Han and H.C. O, (2010c). Spring mass mortality and causes of manila Clam, *Ruditapes philippinarum* beds in the West coast of Korea. 2010 Fisheries Societies Association of Korea (FSAK) annual meeting abstract book. 39pp. (in Korean).
- Park, K.J., S.P. Yoon, J.H. Song, H.S. Han and H.C. O, (2011) Improvement of Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) habitat condition by adding crushed oyster (*Crassostrea gigas*) shells to the substratum. *Korean J. Malacol.*, **27**: 291-297 (in Korean).
- Park, K.J., H.S. Yang, H.D. Jeung and K.S. Choi, (2013a) Pathologic condition of the stranded Manila clam, *Ruditapes philippinarum* by storm-originated sediment erosion in spring 2007 in Incheon Bay off the west coast of Korea. *Korean J. Malacol.*, **29**: 147-154 (in Korean).
- Park, K.J., J.H. Song, Y.S. Choi and K.H. An, (2013b) Changes in density and culture conditions of the Manila clam *Ruditapes philippinarum* on the West coast of Korea. *Korean J. Malacol.*, **29**: 207-216 (in Korean).
- Pellizzato, M. and L. Da Ros, (2005) Clam farming quality as a management tool: A proposal based on recent studies in Northern Adriatic lagoons. *Aquaculture International*, **13**: 57-66.
- Robert, R., G. Trut and J.L. Laborde, (1993) Growth, reproduction and gross biochemical composition of the Manila clam, *Ruditapes philippinarum* in the Bay of Arachon, France. *Marine biology*, **116**: 291-299.
- Shin, Y.K, Y. Kim, E.Y. Chung and S. B. Hur, (2000) Temperature and salinity tolerance of the manila clam, *Ruditapes philippinarum*. *J. Korean Fish. Soc.*, **33**(3): 213-218 (in Korean).
- Yoo, S.K., Y.J. Chung and H.Y. Ryu, (1978) Biological studies on the propagation of important bivalves. 6. morphological characteristics of the short necked clam, *Tapes japonica*. *Bull. Nat'l. Fish. Univ. Busan Nat. Sci.*, **18**(1-2), 89-94 (in Korean).