

가막만과 히로시마만의 해양환경과 굴양식의 비교

이문옥* · 김종규* · 김병국* · 권영아*
*전남 대학교 수산해양대학 해양기술학부

Comparison of marine environment and oyster culture between in Gamak and Hiroshima Bays

MOON-OCK LEE*, JONG-KYU KIM*, BYEONG-KUK KIM* AND YEONG-AH KWON*

*Dept. of Ocean Engineering, Faculty of marine Technology, Chonnam National University, Yeosu, Korea

KEY WORDS: Marine environment 해양환경, Air temperature 기온, Sea surface temperature 표층수온, Salinity 염분, Precipitation 강우량, Oyster farming 굴 양식

ABSTRACT: This research compares oyster farming in Gamak Bay with Hiroshima Bay which has nearly similar marine environments. The marine environment of these two waters has similar variations of air temperature, sea surface temperature, precipitation and salinity. However Hiroshima Bay is higher than Gamak Bay in the sea surface temperature and Hiroshima Bay is also higher than Gamak Bay in the salinity. Their oyster farming method is basically similar but it is different in their facilities. We need to take some measures against high mortalities, and in addition, to enhance the rate of seed collection.

1. 서 론

우리나라 남해안에 위치한 가막만은 전남 지역 굴 생산량의 약 90%, 우리나라 전체 굴 생산량의 약 30%를 차지하는 매우 중요한 어장 중의 하나이다. 그러나 이러한 가막만에서 굴 생산량이 해마다 감소하여, 이에 대한 원인 규명을 위해 어장환경 악화, 기상조건의 변화, 적조의 영향 등의 부분에서 연구가 수행왔으나 보다 많은 기초자료 수집을 통한 장기간에 걸친 연구가 필요한 실정이다.

본 연구는 오랜 기간의 굴양식으로 인하여 기초자료가 많고 환경적으로 가막만과 비슷한 요소(온화한 지형, 풍파, 조류의 영향과, 굴의 생리기능에 최적의 수온변화, 적당한 염분농도, 풍부한 플랑크톤의 영향 등)가 많은 일본의 최대 굴 생산지인 히로시마만에서도 국내와 비슷한 형태로 굴 생산량이 감소하고 있는 점에 착안하여, 가막만과 히로시마만의 해양환경과 굴양식에 대하여 알아보고 이를 비교하여 보고자 한다.

본 연구에서는 참고한 기상자료로서 여수 및 히로시마의 기온, 강수량, 일사량 등을 사용하였고, 해양환경 및 굴양식 관련 자료로서 가막만은 국립수산물과학원의 해양환경자료(수온, 염분 등), 굴수확양식수산업협동조합의 굴양식 통계자료를, 히로시마만은 히로시마시 수산진흥센터, 히로시마현립수산해양기술센터, 히로시마해상보안부, 히로시마현 어업협동조합회의 자료(수온, 염분, 굴양식관련자료 등)를 각각 참고하였다. Fig. 1 은 연구대상 해역(가막만과 히로시마만)을 나타낸다.

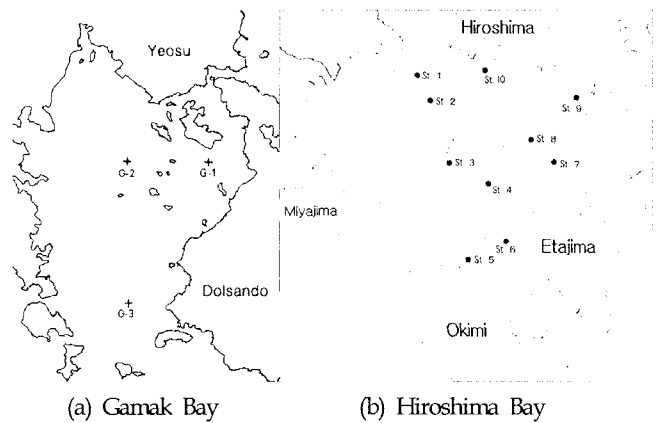


Fig. 1 Study area and observation points in Gamak and Hiroshima Bays.

2. 가막만과 히로시마만의 해양 환경의 비교

2.1 년 평균 기온과 표층수온의 변화

Fig. 2는 가막만과 히로시마만의 1961년부터 2005년까지의 평균 기온의 년변화를 비교한 것이다. 두 해역의 기온은 각각 가막만이 14.03~15.28℃, 히로시마만이 16.03~17.30℃의 분포로 1.5~2.0℃ 유사한 형태를 보이지만, 히로시마만이 가막만보다 평균적으로 약 1.79℃ 정도 더 높은 것을 알 수 있다. 또한 두 해역에 있어서의 최근 20년간 년평균 기온이 상당히 높아지고 있는 것을 알 수 있는데, 이는 지구온난화 현상의 영향 때문일 것으로 생각된다.

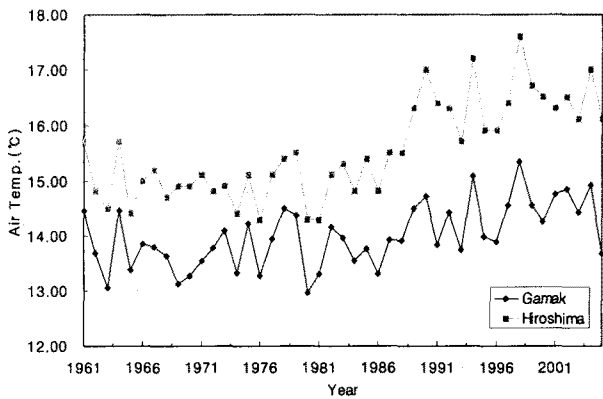


Fig. 2 Variation of the year average air temperatures in Gamak and Hiroshima Bays.

Fig. 3은 두 해역의 최근 5년간의 기온과 표층 수온을 각 2월, 5월, 8월, 11월로 나누어 대표적인 계절별 분포를 비교한 것이다. 두 해역의 기온 변화폭은 가막만이 4.80~25.30°C, 히로시마만이 6.24~27.98°C이고, 표층수온의 변화폭은 가막만이 6.66~24.52°C, 히로시마만이 10.34~26.11°C로서, 기온은 평균 2°C, 표층수온은 평균 1.66°C가 히로시마만이 가막만보다 각각 더 높았다. 한편, 두해역 모두기온과 표층수온의 분포의 형태가 유사한 것으로 보아 표층수온은 기온의 영향을 많이 받는 것을 알 수 있다.

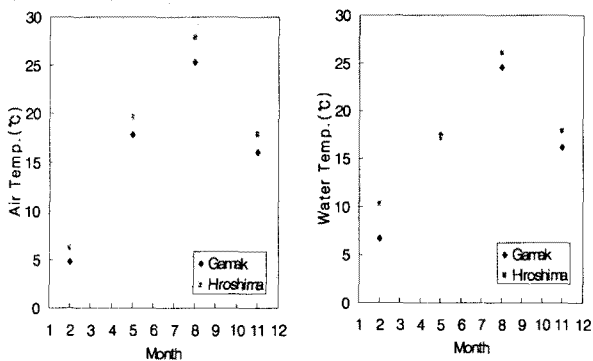


Fig. 3 Seasonal variation of water temperature and air temperature in Gamak and Hiroshima Bays.

2.2 월평균 염분과 강수량의 변화

Fig. 4는 강수량과 염분의 최근 5년간의 분포이다. 강수량의 분포를 보면 가막만의 강수량은 46.78~305.84 mm로서, 계절적 특징이 뚜렷하며, 반면, 히로시마만의 강수량은 57.00~223.00 mm였다.

염분은 가막만이 31.21~33.76 psu, 히로시마만이 30.21~32.21 psu의 변화범위를 보이는데, 특히 가막만의 경우 강수량과 염분이 반비례하는 경향을 보인다. 한편 히로시마만의 염분은 가막만보다 평균 1.59 psu 정도 더 낮았다.

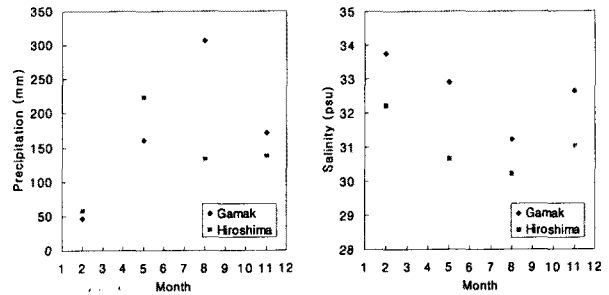


Fig. 4 Seasonal variation of precipitation and salinity in Gamak and Hiroshima Bays.

3. 가막만과 히로시마만의 굴 양식 비교

3.1 가막만과 히로시마만의 굴

두 해역에서 주로 양식되어지는 굴은 참굴(*Crassostrea gigas*)로서, 주로 고형물에 부착하여 생활하며, 수온 15~30°C의 범위에서 서식하지만 가장 좋아하는 수온의 범위는 23~25°C이며, 염분 농도는 15.0~32.0psu로, 광염성 패류로 알려져 있다. 가을에서 겨울로 접어들면 수온의 하강과 더불어 육질의 비만과 함께 조직내에 클리코젠이 축적되며 이 시기에 식용으로 많이 이용된다. 참굴 성숙년의 수정과 발생 및 유생의 성장에 영향을 주는 환경 조건은 수온과 염분 농도로 알려져 있으며(Davis et al., 1962), 수정후 부착시까지 소요되는 기간은 약 3주일 이상, 23°C내외에서 약 2주일, 27°C이상에서 약 10일이 걸린다(Yoo et al., 1981).

가막만의 굴양식은 1969년부터 북서부 내만 일부지역에서 땃목식으로 시작하여, 1975년 이후에 연승수하식으로 바뀌면서 활기를 띠었다. 그러나 해면의 무질서한 이용과 함께 지역별, 연도별로 극심한 생산량 변동을 초래하였다(굴 수하식 양식수협, 1985). 이후 1984년에 이르러 어장정리를 시행하면서 시설량과 시설면적을 늘려 생산량의 증가를 기대하였으나, 오래지 않은 1988년 재차 굴의 대량 폐사현상이 나타나남으로써 생산량이 크게 격감되자 어민들은 폐사의 원인과 적정시설 규모 등에 관심을 갖게 되었다(국립수산진흥원 여수어촌지도소, 1988).

히로시마만의 굴양식은 1670년경부터 히로시마 연안의 각지에서 각각 독자적 방법으로 자연발생적으로 양식이 시작되었다. 전후 땃목양식의 먼 바다어장으로의 확대에 의해 1968년에는 3만톤을 넘는 생산량에 달했다. 1980년대에는 약 10년간에 걸쳐 3만톤 수준의 생산이 있었지만 1991년도 이후 감소하기 시작하여 최근에는 약 2만톤 수준을 생산하고 있다. 이러한 감소 원인으로 어장환경의 악화와 과밀양식 및 폐독, *Heterogapsa* 적조 등 유해 플랑크톤에 의한 영향 등 다양한 요인이 지적되고 있다(히로시마 현립 수산해양기술센터, 2005).

3.2 가막만과 히로시마만의 굴양식 방법

가막만은 연승수하식, 히로시마만은 땃목수하식 방법으로 각각 굴 양식을 한다. 두 방법 모두 채묘, 단련, 수하 및 양생,

채취의 순으로 진행되는데 이용하는 시설이 다른 것이 차이점이다.

① 채묘 (1단계 : 6월~8월) : 채묘는 산란기에 바닷물 속에 떠다니는 수정란을 굴이나 가리비 껍질에 부착시키는 일이다. 채묘하는 장소, 시기, 기간은 그 해의 산란, 종묘의 집적 상황을 조합 또는 지도기관의 굴유생 부착기 발생예보에 따라 결정하는데 이것은 적절한 종묘확보를 위한 것이다.

② 단련 (2단계 : 9월~익년 4월) : 병해예방과 굴의 성장 비만 증대를 시키고자 인위적으로 종묘를 일정시간 햇빛에 노출시켜 성장을 억제시키면서 단련해 가는 것이다. 적절한 장소, 설치, 단련시키는 것이 그 다음해의 굴 수확에 영향을 미치므로 굴양식 과정 중 무엇보다도 중요하다.

③ 수하 및 양성 (3단계 : 5월~익년 4월) : 수하는 단련된 종묘 중 우량한 것을 선별하여 굴의 섭취양분을 증식하고자 밀집도를 떨어뜨려 시설하는 것을 말한다. 양성은 수하를 한 후 자연 상태의 해수에서 일정기간 동안 육성하여 플랑크톤을 섭취 성장케 함으로써 적정영양분 밀도 및 굴의 발육상태 및 크기가 형성되는 단계이다.

④ 채취 (4단계 : 9월~익년 5월) : 마지막으로 굴이 다 자라던 채취 단계를 거치게 된다. 두 방식 모두 인력으로 하기에는 어려움이 많으나, 최근에는 각기 방식의 구조를 이용하여 일정 부분은 기계화에 의하여 이루어진다.

채취된 굴은 세척을 하여 이물질을 제거한 후 생식용으로 출하되거나 가공공장으로 보내져 통조림이나 건조굴과 같은 가공품으로서 출하가 행해진다.

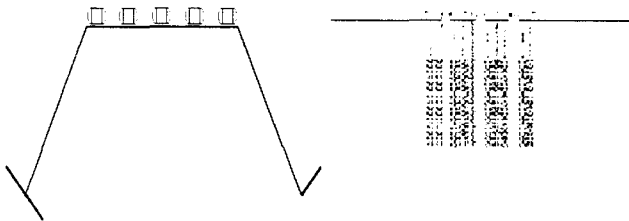


Fig. 5 Oyster hanging culture systems in Gamak and Hiroshima Bays.

Fig. 5는 3단계의 가막만의 연승수하식 양식 시설과 히로시마만의 뗏목수하식 양식 시설을 도식화하여 나타낸 것이다. 구조상 조금 다르지만 해수면에 부이나 뗏목을 띄우고 거기에 종묘를 수하시켜 양성하는 방법은 서로 유사하다.

4. 결 론

가막만과 히로시마만은 굴양식으로 매우 중요한 해역인데, 해마다 굴 생산량이 줄어 이 두 해역에 관한 다양한 연구가 이루어지고 있다. 본 연구에서는 가막만과 히로시마만의 해양환경과 굴양식을 비교하였다. 주요 내용은 다음과 같다.

(1) 두 해역의 년평균 기온 변화는 장기적으로는 유사하였으나, 여수 가막만에 비해 보다 히로시마만이 평균적으로 더 높았

으며 해역 모두 최근 20년간 기온은 이들 두 해역 모두 약 1°C 이상 상승한 것을 확인할 수 있었다.

(2) 각 계절의 대표적인 달, 2월, 5월, 8월, 11월의 기온과 표층 수온의 변화에서는 두 해역 모두 2월이 가장 낮았고, 8월이 가장 높았다. 반면 가막만에 비하여 히로시마만의 기온과 표층 수온이 모두 상대적으로 높았다.

(3) 염분과 강수량의 변화에서는 대체적으로 강수량이 적은 2월의 염분이 가장 높았고, 강수량이 많은 8월의 염분이 가장 낮았다. 또한 가막만의 염분은 히로시마만보다 약 1.6psu 정도 더 높았다.

(4) 가막만과 히로시마만 모두 참굴(*Crassostrea gigas*)을 양식하고 있으며, 두 해역 모두 오랜 시간동안 여러 차례의 생산량 변동을 거치며 양식시설의 구조, 어장 위치 및 환경을 변화해 가며 생산량 증대를 꾀하여 왔다.

(5) 가막만은 연승수하식, 히로시마만은 뗏목수하식으로 각각 굴양식을 하고 있으며, 구조상으로 다소 차이는 있으나, 그 원리나 방법은 유사하였다.

장기적인 안목으로 보았을 때 두 해역 모두 굴양식어장의 환경이 서서히 변화하고 있고, 결과적으로는 생산에 대하여 부정적인 요인(예를 들면, 점차 높아지고 있는 표층 수온, 유해 플랑크톤의 출현과 적조, 장기간에 걸쳐 사용되어진 어장의 노화 및 어장 등)이 증가하여, 채묘량이 줄어들고, 폐사량이 증가함으로 인해 생산량이 매년 줄어들고 있다. 굴양식은 먹이를 주위의 환경에 의지하고 있어 경제적으로 어류양식보다 유리하다. 따라서 이러한 굴양식을 지속적이고 꾸준히 유지하기 위해서는 앞으로도 장기적인 관찰과 연구가 필요하다.

앞으로, 수온과 염분, 해수의 순환 등의 지속적인 관측과 먹이생물량의 변화, 유해 플랑크톤과 적조, 어장환경 등에 대한 종합적인 연구가 요구된다. 이는 경제적인 측면에서 뿐만 아니라 환경 순환적인 시스템으로서의 장기적 관찰을 필요로 함을 의미한다.

참 고 문 헌

- 국립수산과학원 해양수산연구정보 (<http://www.nfrdi.re.kr/>)
 기상청 (<http://www.kma.go.kr/>)
 굴수하식양식수산업협동조합 (<http://www.oyster.or.kr/>)
 金道熙, 松田治, 橋本俊也, 山本民次 (1995). "히로시마만의 해수교환과 질소, 인의 收支 및 분포", 한국수산학회 추계학술발표회 및 공동심포지움 요지집, pp.209-213.
 김병국 (2006). "현장관측 및 수치실험에 의한 가막만의 해양환경에 관한 연구", 여수대학교 대학원 해양공학과 공학석사 학위논문, pp.1-98.
 이규형, 김명남, 우찬열 (1992). "가막만의 수하식 양식굴의 생산실태와 성장특성", 여수수산대학교 수산과학연구소 논문집, 제1 권, pp.13-27.
 이영식 (2004). "히로시마만에 있어서 부영양화의 원인", 대한환경공학회지, 제19권, 제3호, pp.371-380.
 이필용, 강영실, 박종수 (1995). "일본 히로시마만의 최근 굴 채

묘 이상 현상”, 한국수산학회 추계학술발표회 및 공동심포지움
요지집, pp.231-233.

일본 기상청 (<http://www.jma.go.jp/>)

최상덕, 김성연, 양문호, 박종수, 라성주, 우찬역, 김두용, 정대
신 (1999). “가막만 양식굴의 대량폐사에 관한 연구 I. 굴 양
식장 환경요인”, 여수수산대학교 수산과학연구소 논문집, 제 8
권, pp.259-266.

히로시마시수산진흥센터 (<http://www.suisansc.or.jp/>)

히로시마해상보안부 (<http://www.kaiho.mlit.go.jp>)

히로시마현립수산해양기술센터 (<http://www2.ocn.ne.jp/>)

히로시마현어업협동조합연합회 (<http://www10.ocn.ne.jp/>)