

서식환경에 따른 피조개 *Scapharca broughtonii*의 성장과 글리코겐 및 헤모글로빈량의 변화

박미선 · 임현정 · 김평중*
국립수산진흥원 양식개발과, *국립수산진흥원 적조공학과

Effect of Environmental Factors on the Growth, Glycogen and Hemoglobin Content of Cultured Arkshell, *Scapharca broughtonii*

Mi Seon PARK, Hyun Jeong LIM and Pyoung Joong KIM*

Department of Aquaculture, *Department of Harmful Algal Blooms Engineering, National Fisheries Research and Development Institute, Pusan 626-900, Korea

For the sustainable production of cultured arkshell *Scapharca broughtonii* and pre-estimation of the harvest of it, we investigated the relationship between the habitat environmental factors and the physiological conditions of the arkshell in the two experiment sites near the Chinhae Bay, Korea.

For the analysis of habitat environmental factors such as temperature, salinity, dissolved oxygen, DIP (dissolved inorganic phosphate), DIN (dissolved inorganic nitrogen), suspended solids and chlorophyll a of bottom water and T-S (total sulfide) and COD (chemical oxygen demand) of surface sediment were measured. To determine physiological condition of cultured arkshell, shell length, fatness, glycogen, hemoglobin content and gametogenesis were examined.

Water temperature were higher in Woongchon than in Songdo in 1992, and were higher in Songdo in 1993. Salinity were higher in Songdo than in Woongchon except from January to May in 1992. COD, suspended solids and chlorophyll a content were higher in Songdo than in Woongchon, while the contents of sediment sulfide, DO, DIP and DIN were higher in Woongchon.

Based on the environmental assessment, significant factors affecting the growth and physiological condition of arkshell were quantity of food and total sulfide content in the bottom sediment.

Key words: Arkshell, *Scapharca broughtonii*, glycogen content, hemoglobin content

서 론

피조개는 1970년대 양식 기술의 개발과 더불어 양식 생산량이 점차 증가하기 시작하여, 1986년에는 58,000 M/T의 최고치를 나타내었으나 1989년 이후 계속 감소하여 1995년에는 생산량이 9,357 M/T으로 격감하였다. 또한 양식면적당 (ha) 생산량도 1985부터 1988년까지는 평균 6.6 M/T이었으나 1995년 현재 양식면적당 생산량은 1.2 M/T으로 낮아졌다. 이같이 양식면적당 생산량 및 패류 양식 생산량에서 차지하는 피조개 양식 생산량의 비율이 급격히 낮아진 것은 장기간 연작과 과밀 양식으로 인한 양식장의 저질 악화, 종패의 수급 불균형 및 양식 기간내 대량 폐사 등을 원인으로 꼽을 수 있다. 특히, 현재 우리나라 피조개 양식의 가장 큰 문제점은 1990년 이후 격년으로 발생하는 채묘부진 현상이다. 이러한 피조개 종패의 수급 불균형을 해소하기 위하여 학계 및 연구기관에서는 1973년부터 피조개 인공종묘 생산에 관한 연구가 활발히 이루어져 피조개 종묘 생산 (Kim and Koo, 1973), 피조개의 유생 사육과 채묘 (Pyon et al., 1976), 피조개

인공 종묘의 양산 (Kim et al., 1979, Cheong et al., 1982) 등의 연구로 1992년에는 피조개 인공 종묘의 대량 생산 기술이 확립되었으며 1993년부터 국립수산진흥원 남해수산종묘배양장에서 인공종묘를 대량 생산하여 어민에게 분양하기에 이르렀다. 생산된 종묘를 성공적으로 양성하기 위하여는 양식장 환경에 따른 피조개의 성장과 생리 변동 등에 관한 예측을 가능토록 하는 기준이 마련되어야 하며 이를 위해서는 피조개 양식에 적합한 수질 및 저질 환경 기준이 수립되어야 한다. 그러나 현재까지는 양식장 환경에 따른 피조개의 성장 및 생리 변동에 관하여는 보고된 바가 없어 피조개 양식장 환경 평가시 모든 수산생물에 걸쳐 동일하게 적용되는 해역II등급을 기준으로 양식장의 적합성을 평가하였다. 그러나 피조개 양식어민들은 피조개 양식 환경으로는 해역II등급보다 부영양화가 진행된 쪽이 더 양호한 환경으로 믿고 있다. 이에 본 연구는 육상 오염원의 유입을 많이 받는 연안성 양식장과 육상 유입원의 영향이 적은 외양성 양식장을 각 한 수역씩 지정하여 양식장 환경에 따른 피조개의 성장과 글리코겐, 헤모글로빈 등을 조사함으로써

피조개 양식에 영향을 미치는 요인들을 파악하여 양식장 평가를 위한 기준을 마련하고 더 나아가 피조개 양식 상황의 예보 및 지속적인 안정 생산을 도모하기 위한 기초 자료로 삼고자 한다.

재료 및 방법

1. 조사 구역

생활 하수의 유입이 쉬운 연안에 인접한 경남 진해시 웅촌면(수심: 8m) 피조개 양식장과 연안으로부터 원거리에 위치하여 육상 오염원의 유입이 적은 송도(수심: 17m)의 피조개 양식장을 실험구로 설정하여 1992년 1월부터 1993년 12월까지 2년간 격월로 서식환경, 피조개의 성장 및 체성분을 조사하였다.

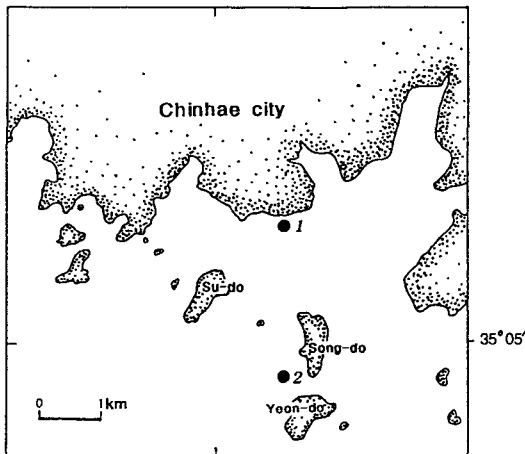


Fig. 1. Location of sampling sites in the Chinhae Bay. St. 1, Woongchon; St. 2, Songdo.

2. 환경 조사

수온, 염분, 용존산소 (DO), 부유물질 (SS), chlorophyll *a*, 용존무기인 (DIP), 용존무기질소 (DIN), 표층퇴적물내 총황화물 (T-S)과 화학적산소요구량 (COD)을 조사하였다. 각 항목은 저층을 대상으로 관측, 분석하였다. 수온은 현장에서 수온막대온도계 (0~50℃)로 측정하였으며, 염분은 아카누마비중계 B형으로 현장에서 비중을 측정한 후 수온과 비중을 고려하여 환산하였다. 그 외 용존산소와 부유물질, chlorophyll *a*, 용존무기인, 용존무기질소 및 표층퇴적물내 화학적산소요구량과 총황화물의 채집 및 분석은 해양오염과 적조조사 지침 (박 등, 1985)의 방법을 따랐다.

3. 피조개 성장 및 체성분 분석

양식장 환경에 따른 피조개 성장 및 생리 변화를 조사

하기 위하여 조사 당해년도에 종묘를 뿌려 양성한 1년산 피조개의 각장 성장, 연체부지수, 체내 글리코겐 함량, 헤모글로빈 함량 및 생식소 발달 정도를 분석하였다. 각장은 vernier calipers (Mitutoyo)로, 전체 중량과 육질부 중량은 직독식저울 (Mettler 2000)로 측정하였으며, 연체부지수는 육질부중량/전체중량×100으로 계산하였다. 글리코겐은 Hangedorn-Gensen (일본식품공업학회, 1984)의 방법으로 분석하였고, 헤모글로빈 함량은 피조개를 개각하여 일회용 주사기로 혈액을 뽑아 원심관 (Cornical type)에 넣고 4℃에서 24시간 침전시킨 후 상등액은 버리고 침전된 혈액을 재료로 하여 cyanomethehemoglobin 법 (서, 1993)으로 분석하였다. 생식소 관찰은 격월 30개체의 생식소를 절단, Davidson 고정액 (Shaw and Battle, 1957)에 24시간 고정하여 일반적인 paraffin 절편법으로 5~6 μm의 조직 절편을 만들어 hematoxylin-eosin Y로 염색한 후 휴지기, 분열증식기, 성장기, 성숙기, 방출기의 5단계로 나누어 관찰하였다. 생식소 발달 단계의 구분은 Lee (1972)의 방법을 따랐다.

4. 통계 처리

각 항목에서 분석된 값의 두 지점간 월별 유의차는 Oneway ANOVA test로 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 환경

1) 수온과 염분

수온은 1992년 1월부터 9월까지의 웅촌이 높았으며 1993년 2월을 제외한 1992년 11월부터 1993년 12월까지의 송도가 더 높았다 ($P<0.05$). 염분은 1992년 1월과 5월은 웅촌이 높았으며 1993년 4월부터 10월까지의 송도가 높았다 ($P<0.05$), (Fig. 2).

2) 용존산소 (DO)의 농도 변화

1992년 5, 11월, 1993년 6, 10, 12월을 제외한 전 기간에 걸쳐 웅촌이 송도보다 용존산소가 높았다 ($P<0.05$), (Fig. 3). 이는 송도가 웅촌보다 수심이 깊어 수주내의 수직혼합이 어렵거나 유기물 분해로 인한 산소 소비에 기인한 것으로 추정된다.

3) 용존무기인 (DIP) 과 질소 (DIN)

용존무기인은 1992년 9월과 1993년 8월을 제외한 전 기간에 웅촌이 송도보다 높았다 ($P<0.05$). 용존무기질소도 1992년 3월과 9월, 1993년 8월을 제외하고는 웅촌이 송도보다 높았다 ($P<0.05$), (Fig. 4). 이는 웅촌이 송도에 비하여 육지에서 유입되는 영양염류의 양이 많기 때문으로 추정된다. 월별로는 1992년 9월에 웅촌과 송도 모두 용존무기질소의 수치가 급격히 저하하였으며, 연이어

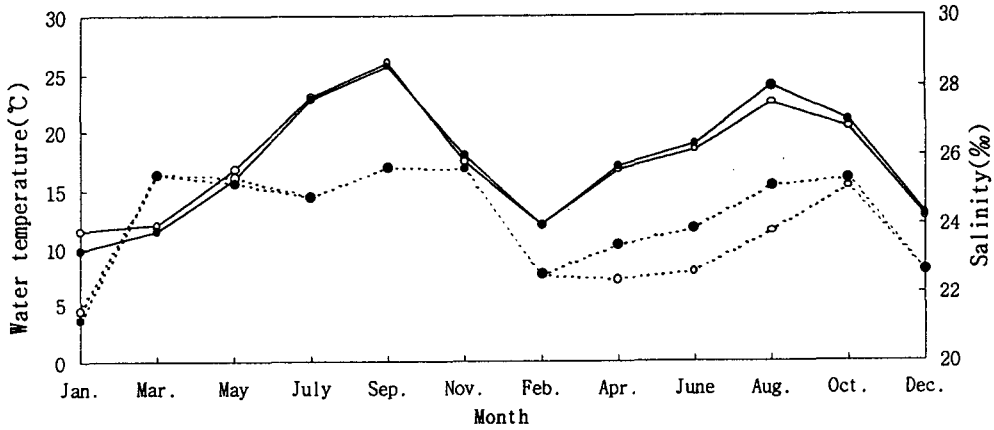


Fig. 2. Monthly variations of bottom water temperature (WT) and salinity at Woongchon and Songdo. —○—, Woongchon WT; —●—, Songdo WT; --○--, Woongchon salinity; --●--, Songdo salinity.

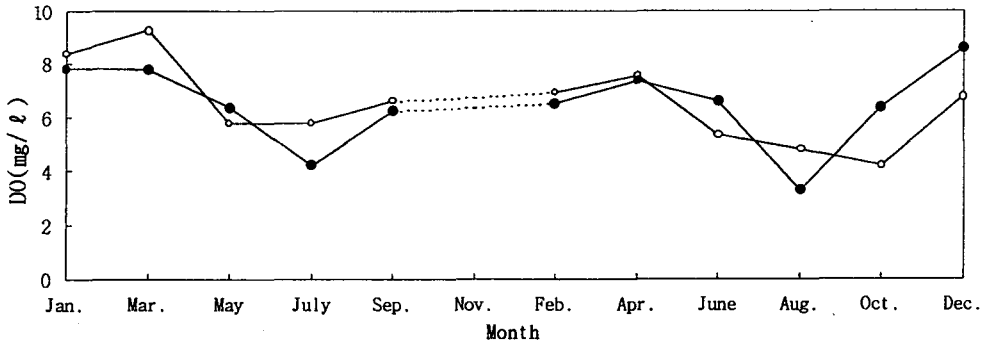


Fig. 3. Monthly variations of DO at Woongchon and Songdo. —○—, Woongchon; —●—, Songdo.

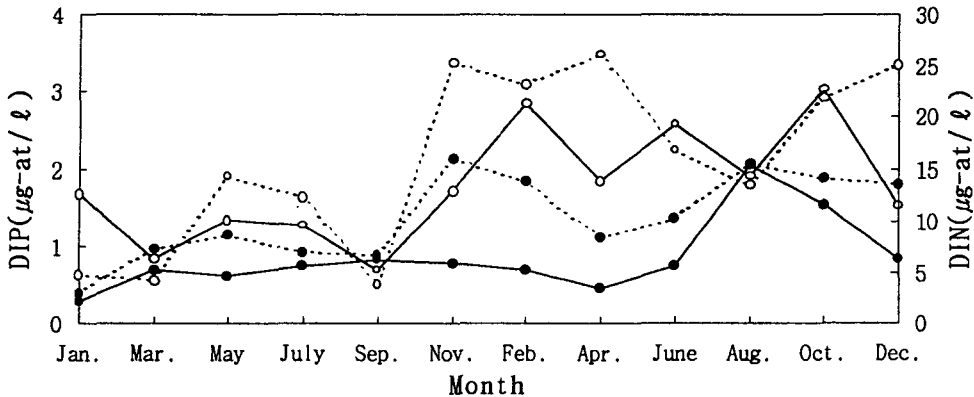


Fig. 4. Monthly variations of DIP and DIN at Woongchon and Songdo. —○—, Woongchon DIP; —●—, Songdo DIP; --○--, Woongchon DIN; --●--, Songdo DIN.

1992년 11월부터 1993년 4월까지의 두 양식장의 용존무기 질소와 용존무기인인이 증가하는 경향을 나타내었다. 송도의 용존무기인인은 웅촌에 비하여 비교적 일정한 수준을 유지하였는데 이는 육상기원의 영양염류 유입이 웅촌에 비하여 적어 어장 환경이 안정되어 있기 때문으로 생각된다.

4) 부유물질 및 chlorophyll a의 농도 변화

부유물질은 1993년 8월과 10월을 제외한 전 기간에 송도가 웅촌보다 많았으며 ($P < 0.05$), chl. a 또한 1992년 11월을 제외하고는 송도가 웅촌보다 전 기간에 걸쳐 높았다 ($P < 0.05$), (Fig. 5).

부유물질과 chl. a 함량 사이의 상관관계를 분석하여 본 결과 (Fig. 6), 두 양식장 모두에서 두 요인간의 상관

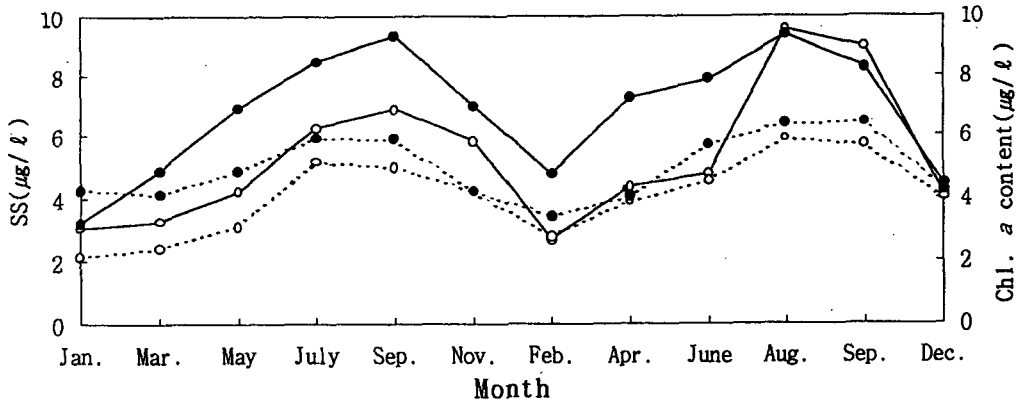


Fig. 5. Monthly variations of suspended solids and chlorophyll a content at Woongchon and Songdo. -○-, Woongchon SS; -●-, Songdo SS; --○--, Woongchon Chl. a; --●--, Songdo Chl. a.

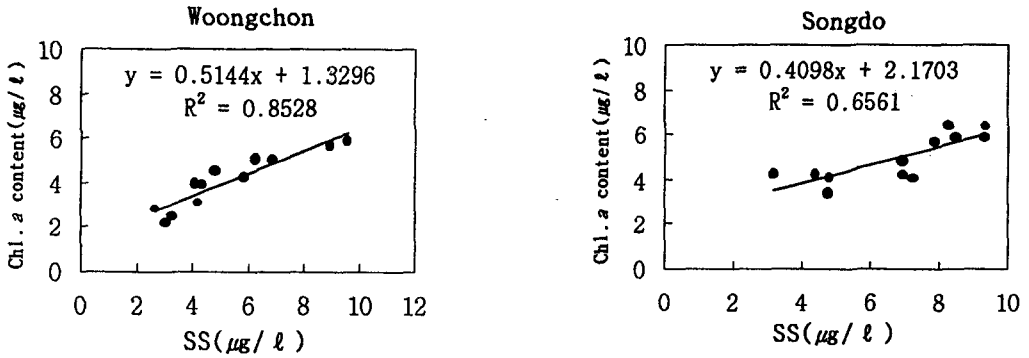


Fig. 6. Relationship between SS and Chl. a content at Woongchon and Songdo.

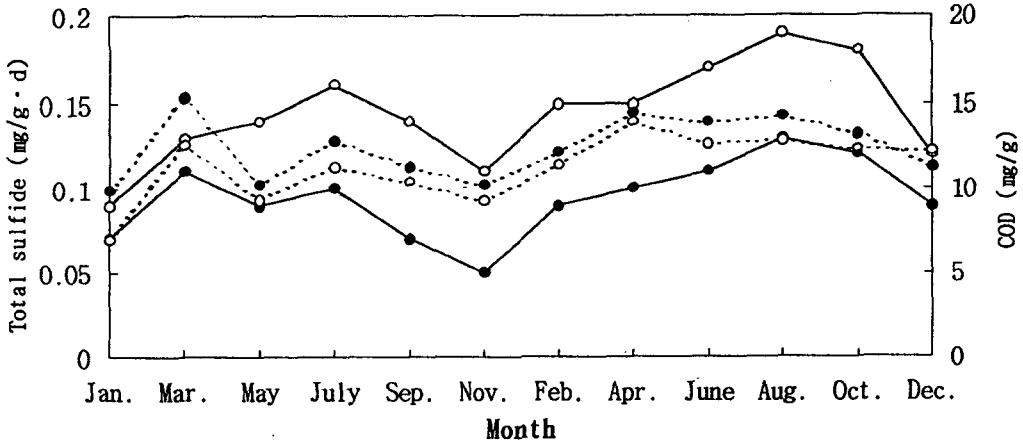


Fig. 7. Monthly variations in total sulfide and COD in the bottom sediment at Woongchon and Songdo. -○-, Woongchon TS; -●-, Songdo TS; --○--, Woongchon COD; --●--, Songdo COD.

계수가 0.65 이상이었으므로 부유물질의 주요 성분은 식물플랑크톤인 것으로 추정된다.

5) 총황화물 (Total-Sulfide) 및 화학적 산소요구량 (COD)

표층 퇴적물 중 총황화물의 농도는 응촌이 0.09~0.19 (평균 0.14) mg/g·dry, 송도가 0.05~0.13 (평균 0.09)

mg/g·dry 범위로 전 조사기간에 걸쳐 응촌이 송도보다 높았다 ($P < 0.05$). 화학적산소요구량의 농도는 응촌이 6.94~13.88 (평균 11.26) mg/g·dry, 송도가 9.83~15.38 (평균 12.42) mg/g·dry 범위로 1993년 12월을 제외한 전 조사기간동안 총황화물과는 반대로 송도가 응촌보다 높은 농도를 보였다 ($P < 0.05$), (Fig. 7).

2. 피조개 성장 및 체물질 변화

1) 각장의 성장과 연체부지수

조사 지점별 피조개의 각장은 살포 초기인 1992년 1월과 3월에는 웅촌 양식장쪽이 컸으나 종패 살포 4개월 후인 5월부터 수확시기인 11월까지의 송도의 피조개 각장이 웅촌의 피조개 각장보다 평균 1.11배 컸다. 또한 조사 2년째인 1993년에도 종패 살포 시기인 1월에는 웅촌의 피조개 각장이 다소 컸으나 3월부터는 송도쪽 피조개의 성장이 빨라 수확 시기까지 평균 1.02배 웅촌의 피조개 각장보다 큰 것으로 조사되었다 ($P < 0.05$), (Fig. 8). 연체부지수 또한 1992년 7월과 9월, 1993년 8월과 12월을 제외하고는 송도쪽이 높았다 ($P < 0.05$). 산란기에는 송도 피조개의 연체부지수가 더 낮거나 비슷하였으나 산란기 직후 송도의 피조개는 육질부 중량의 빠른 회복을 보였다 (Fig. 8).

2) 체내 글리코겐

체내 글리코겐 함량은 성 성숙기 및 산란기인 5~10월에 최저로 떨어져 웅촌에서 양성한 것이 1.00~5.26 mg/g, 송도에서 양성한 것이 1.48~7.48 mg/g였으며, 비산란기

에는 웅촌에서 양성한 것이 8.85~14.17 mg/g, 송도에서 양성한 것이 11.83~14.38 mg/g이었다. 양식장별 피조개 육질부의 글리코겐 함량을 월별로 유의성 검정한 결과, 송도에서 양성한 피조개의 체내 글리코겐 함량이 웅촌에서 양성한 것보다 전 기간에 걸쳐 높았다 ($P < 0.05$). 특히 송도의 피조개는 성 성숙기에 글리코겐량의 저하가 늦었으며 산란 직후 글리코겐 함량의 회복 또한 빨랐다 (Fig. 9).

3) 체내 헤모글로빈

체내 헤모글로빈 함량은 1992년 9월에 최저값을 나타내어 웅촌에서 양성한 피조개가 3.26 g/100 ml, 송도에서 양성한 피조개가 7.07 g/100 ml였으며, 3~4월의 헤모글로빈 함량은 웅촌의 피조개가 15.54~16.95 g/100 ml, 송도의 피조개가 20.42~23.35 g/100 ml로 최대 수치를 나타내었다. 헤모글로빈 함량의 변화 경향은 두 양식장에서 일치하였으나 전 기간에 걸쳐 송도의 피조개가 웅촌에서 양성한 것보다 평균 1.58배 높았다 (Fig. 10).

4) 생식소 발달

송도와 웅촌에서 채집된 피조개의 생식소 조직상을 관

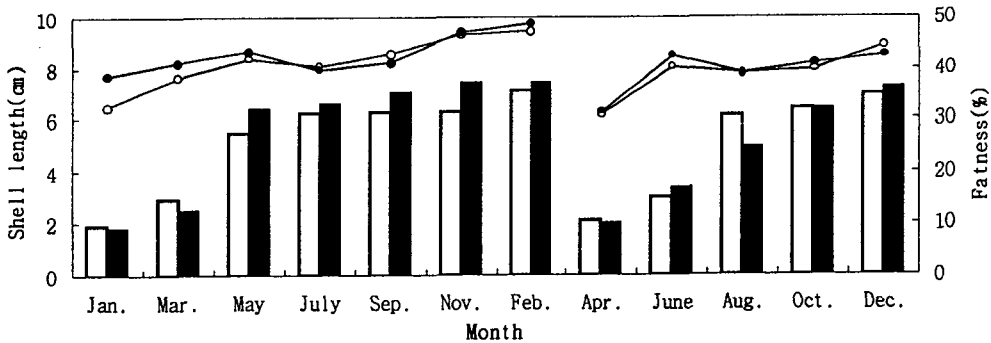


Fig. 8. Monthly variations in shell length and fatness of arkshell, *Scapharca broughtonii* at Woongchon and Songdo. □, Woongchon SL; ■, Songdo SL; -○-, Woongchon fatness; -●-, Songdo fatness.

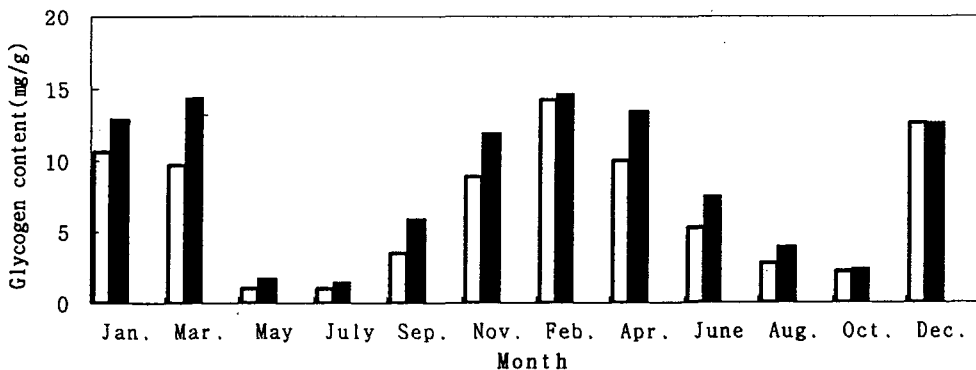


Fig. 9. Monthly variations in glycogen content in the edible meat part of arkshell, *S. broughtonii* at Woongchon and Songdo. □, Woongchon; ■, Songdo.

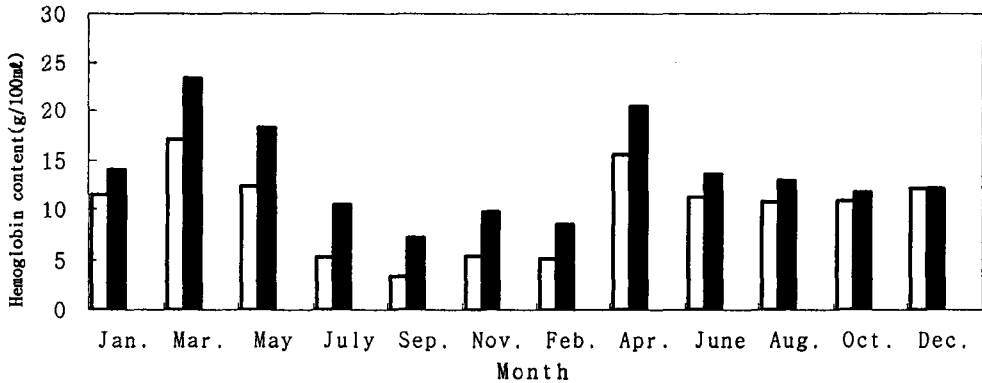


Fig. 10. Monthly variations in hemoglobin content in the arkshell, *S. broughtonii* at Woongchon and Songdo. □, Woongchon; ■, Songdo.

찰하여 나누어진 각 단계별 발달 과정을 보면 (Fig. 11), 웅촌의 피조개는 1992년에는 5월부터 성숙기 개체가 출현하기 시작하여 7월에 방출기에 달한 개체수가 가장 많았다. 1993년에는 4월부터 성숙기에 달한 개체가 관찰되기 시작하여 6월과 8월에 방출기의 정점을 이루었다. 송도의 피조개도 1992년에는 5월부터 7월까지 방출기 개체가 다량 관찰되었으며 1993년에는 4월부터 성숙기 개체가 관찰되어 6월과 8월에 방출기 개체가 다량 출현하였다. 개체수별로는 송도 피조개의 생식소 발달 과정이 웅촌의 피조개보다 전반적으로 빠른 것으로 관찰되었다 (Fig. 12).

어패류의 에너지 상태를 예측하기 위한 간접 방법으로 condition factor, somatic condition factor 및 hepatosomatic index (HSI) 측정 방법이 사용된다. 그 중 에너지 저장 상태를 알아보기 위한 condition factor 측정 방법으로 지질, 단백질, 글리코겐과 총에너지 등을 분석하는 방법이 이용된다 (Chellappa et al., 1995). 본 연구는 양식장별 피조개의 생리 상태를 비교하기 위하여 각장의 성장, 연체부지수, 체내 글리코겐, 헤모글로빈 함량 및 생식소 발달 정도를 분석하였다. 두 양식장에서 양성된 피조개의 성장과 연체부지수, 체내 글리코겐, 헤모글로빈 함량은 송도에서 양성된 피조개가 웅촌의 피조개보다 높았다. Namaguchi (1994)는 양식장 환경에 따른 진주조개의 성장과 생리 상태를 조사한 결과, 진주조개의 성장률에 영향을 미치는 것은 먹이의 양인 것으로 보고하였다.

본 연구에서 양식장 환경을 비교 분석한 결과, 송도에 비하여 웅촌에서의 총황화물 농도가 높은 것으로 보아 표층퇴적물의 상태는 웅촌이 송도보다 환원된 상태였으므로 저서생물 서식환경으로는 웅촌보다 송도가 양호한 것으로 추정되었다. 또한 피조개의 먹이가 되는 저층수층의 부유물질, chl. *a* 및 표층퇴적물 중 유기물량의 지

표인 화학적산소요구량의 농도가 웅촌보다 송도에서 높은 농도를 보이는 것으로 보아 피조개의 먹이가 되는 유기물의 농도는 송도에서 높았던 것으로 추정된다. 즉, 송도는 식물플랑크톤, 저서생물 등의 살아있는 유기물에 의하여 활발한 생산활동이 이루어져 화학적산소요구량은 높고 총황화물량은 낮았던 것으로 보여진다. 그러므로 송도에서 서식하는 피조개가 웅촌에서 양식된 피조개보다 좋은 먹이를 섭취할 확률이 높았을 것으로 생각된다. 따라서 본 시험에서도 먹이의 양과 질이 피조개 성장에 가장 큰 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

패류의 연체부지수와 글리코겐 함량은, 섭취한 먹이를 체내에서 대사하여 개체의 유지, 성장, 성숙, 에너지 저장 등에 이용하므로 먹이 조건이 양호한 경우 섭취된 에너지는 성장과 글리코겐 축적의 양쪽에 모두 사용되며, 반대로 먹이 조건이 나쁜 경우에는 성장도 정체되며 글리코겐도 개체의 유지에 필요한 대사 활동에 사용되어 감소하므로 성 성숙과도 연관되어 이 시기를 전후하여 감소하는 것으로 보고되어 있다 (Allen, 1988; Downing, 1988; Gould et al., 1988; Littlewood et al., 1988; Mason and Nell, 1995). 본 연구에서도 연체부지수는 종패 살포 초기에 가장 낮았다가 차차 증가한 후 산란기를 전후하여 감소하고 다시 증가하는 경향을 나타내었으며 글리코겐 함량 또한 성 성숙 단계와 역상관계를 가지는 것으로 나타났다. 글리코겐 함량면에 있어서 Littlewood 등 (1988)은 굴을 대상으로 조사한 결과 0.13~23.86 mg/g D.W.로 보고하였는데 이는 본 연구에서 얻은 피조개의 글리코겐 수치와도 비슷한 수준이었다. 웅촌과 송도 피조개의 글리코겐 함량을 비교해 보면 전 기간에 걸쳐 송도쪽이 높았는데 이는 위에서 언급한 바와 마찬가지로 먹이의 양과 질적 차이에 기인한 영양 축적의 차이로 보여진다.

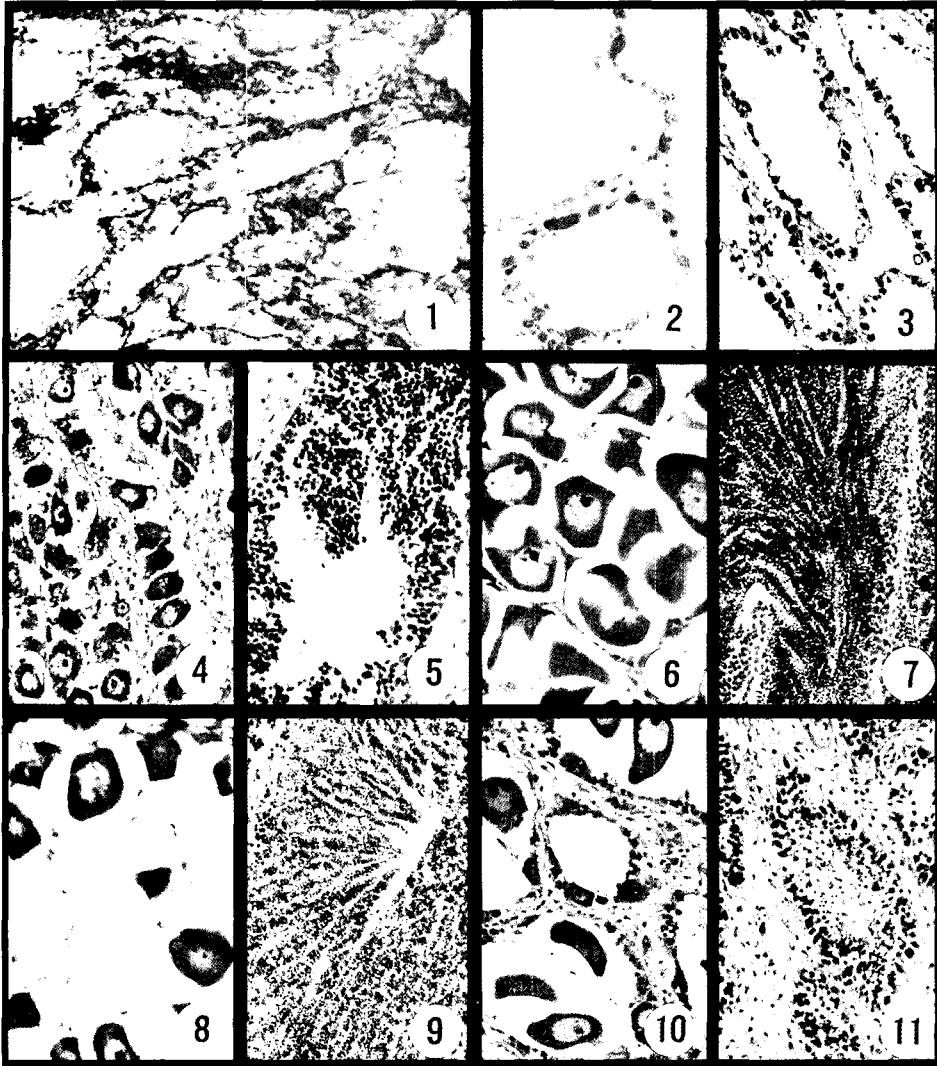


Fig. 11. Histological identifications of the gonad. 1, resting stage; 2, multiplicative stage of female; 3, multiplicative stage of male; 4, growing stage of female; 5, growing stage of male; 6, mature stage of female; 7, mature stage of male; 8, spawning stage of female; 9, spawning stage of male; 10, degenerative stage of female; 11, degenerative stage of male. $\times 200$.

헤모글로빈 함량은 시험 전 기간에 걸쳐 웅촌과 송도의 변화 양상이 비슷하였으나 두 항목 모두 송도에서 양식된 피조개가 높은 수치를 나타내었다. 헤모글로빈 함량은 송도의 피조개는 Kim (1983)이 각장 5.0~7.4 cm의 피조개를 대상으로 헤모글로빈의 함량을 분석한 수치와 큰 차이가 없었으나 웅촌의 피조개는 '92년 7월에서 '93년 2월까지 Kim (1983)의 연구 결과보다 다소 낮은 수치를 나타내었다. Kim (1983)은 양성조건 중 저질이 피조개의 혈색소를 증감시키는 직접적인 요인이 될 수 있

으며 피조개의 상품 가치 뿐 아니라 폐사의 징후, 환경 여건에 대한 저항력의 판단 지표로도 삼을 수 있을 것으로 고찰한 바 있다. 본 실험에서도 헤모글로빈의 함량은 산란기를 전후하여 감소하는 것으로 분석되었고 송도와 비교하여 먹이 섭취 환경이 나빴던 웅촌에서 헤모글로빈 함량이 낮았던 것으로 미루어 보아 피조개의 헤모글로빈 함량은 저질의 무기물질, 성 성숙 등과 관계가 깊을 것으로 추정된다. 헤모글로빈 함량의 변화에 영향을 미치는 요인과 헤모글로빈 함량에 따른 피조개 모패의 생리 활

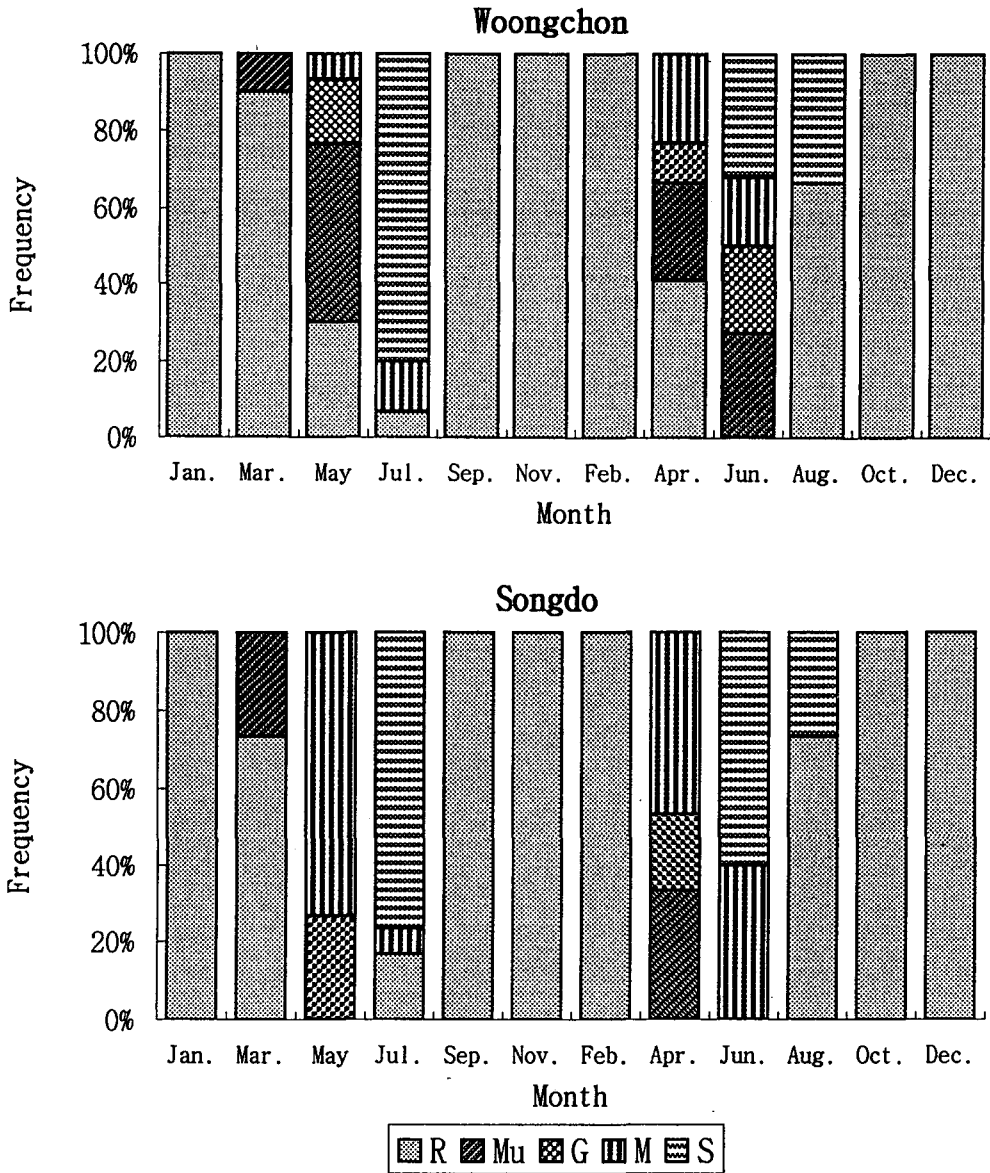


Fig. 12. Monthly variations of sexual development on arkshell, *S. broughtonii* at Woongchon and Songdo. R, Resting and degenerative stage; Mu, Multiplicative stage; G, Growing stage; M, Mature stage; S, Spawning stage.

성 평가를 위한 연구가 계속되어야 할 것으로 생각된다.

생식소 발달에 영향을 미치는 요인으로는 가장 먼저 수온이 고려되지만, 본 연구에서는 1992년에는 웅촌의 수온이 높았으며 1993년에는 송도의 수온이 높았으나 2개년 모두 송도 피조개의 생식소 발달이 빨랐으므로 본 실험에서 조사된 수온 범위내에서는 수온이 생식소 발달을 촉진시키는 제한 요인이 되지는 않았던 것으로 추정

된다. 이외 염분 또한 패류의 배우자 형성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. Shafee and Daoudi (1991)는 염분이 낮을수록 배우자 형성과정에서 지연된다고 보고하였으며 Sukumar and Joseph (1988)도 바닷굴의 성 성숙 주기를 조사한 연구 결과, 염분이 높을수록 배우자 형성이 촉진되며 완전성숙이 이루어진다고 보고한 바 있다. 본 연구 결과, 1992년 1월에서 5월을 제외하고는 송도

양식장이 웅촌보다 염분이 다소 높았으므로 염분 또한 피조개의 성 성숙을 촉진시키는 요인이 되었을 것으로 생각된다. 그밖에 배우자 형성과정에 영향을 미치는 요인으로 Pazos et al. (1996)은 가리비 양성시험을 통하여 생식소의 지질 함량이 배우자 형성 주기와 밀접한 관련이 있으며, 특히 총지질, acylglycerol은 난소의 성 성숙에 좋은 지표가 된다고 보고하였다. 또한 Roman et al. (1996)과 Ruiz et al. (1992)은 먹이의 섭취에 따른 글리코겐과 지질 함량이 배우자 형성과정에 영향을 미친다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서 송도 양식장 피조개가 웅촌의 것보다 생식소 발달이 빨랐던 것은 염분의 차이와 섭취된 먹이의 양 및 질적 차이에 기인한 에너지 저장물질량의 차이 때문으로 추정되며, 금후 이에 대한 정확한 원인의 파악을 위하여는 패류 체내 지질 및 단백질 함량 등에 관한 조사가 이루어져야 할 것으로 여겨진다. 이밖에 패류의 먹이 섭취에 관한 구체적인 근거 제시를 위하여 먹이생물의 양과 조성, POC, PON, 표층퇴적물 중 chl.량, 입자성 단백질, 지질, 탄수화물 등을 분석해 보면 피조개의 성장과 생리 상태에 미치는 영향이 구명될 것으로 생각된다.

요 약

서식 환경 조사 결과 수온은 1992년에는 웅촌이, 1993년에는 송도가 높았으며, 염분은 1992년 1월에서 5월을 제외하고는 송도 양식장이 더 높았다. 부유물질과 chlorophyll *a* 함량 및 저질내 COD는 송도가 높았고, DO, DIP, DIN 및 저질내 총황화물은 웅촌이 높았다. 피조개의 성장과 생리 상태를 분석한 결과, 성장, 연체부지수, 체내 글리코겐 함량과 헤모글로빈 함량 모두 송도의 피조개가 높은 수치를 나타내었다. 또한 송도의 피조개가 생식소 발달도 빨랐다. 본 시험에서 피조개 성장과 생리 상태에 영향을 미치는 가장 큰 환경 요인은 먹이생물의 양과 저질의 총황화물량으로 추정되었다.

참 고 문 헌

- Allen, S.K.Jr. 1988. Cytology of gametogenesis in triploid Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. J. Shellfish. Res., 7 (1), 107.
- Chellappa, S., F.A. Huntingford, R.H.C. Strang and R.Y. Thomson. 1995. Condition factor and hepatosomatic index as estimates of energy status in male three-spined stickleback. J. Fish. Biol., 47 (5), 775~787.
- Cheong, S.C., H.W. Kang and J.M. Lee. 1982. Experiments on the early artificial seedling production of ark shell *Anadara broughtonii* (Schrenck). Bull. Fish. Res. Dev. Agency Korea, 28, 185~197 (in Korean).
- Downing, S.L. 1988. Comparing adult performance of diploid and triploid monospecific and interspecific *Crassostrea* hybrids. J. Shellfish. Res., 7 (3), 549.
- Gould, E., D. Rusanowsky and D.A. Luedke. 1988. Note on mussle glycogen as an indicator of spawning potential in the sea scallop, *Placopecten magellanicus*. Fish. Bull., 86 (3), 597~601.
- Kim, J.D. and J.H. Koo. 1973. Studies on the seedling production of the ark, *Anadara broughtonii* (Schrenck) in tank (1). Bull. Fish. Res. Dev. Agency Korea, 11, 71~78 (in Korean).
- Kim, J.D., S.C. Cheong, Y.J. Chang and H.W. Kang. 1979. Studies on the artificial mass seed production of the ark shell *Anadara broughtonii* (Schrenck) (1), On the spat collection in tank and transport of attached young. Bull. Fish. Res. Dev. Agency Korea, 22, 55~65 (in Korean).
- Kim, Y. 1983. The variation of hemoglobin by keeping mud at arkshell hanging culture. Bull. Fish. Res. Dev. Agency Korea, 31, 69~75 (in Korean).
- Lee, T.Y. 1972. Gametogenesis and development of germ cells in *Pinctada martensii* (Dunker). Publ. Mar. Lab. Pusan Fish. Coll., 5, 21~30 (in Korean).
- Littlewood, D.T.J. and C.M. Gordon. 1988. Sex ratio, condition and glycogen content of raft cultivated mangrove oysters *Crassostrea rhizophorae*. J. Shellfish. Res., 7 (3), 395~399.
- Mason, C.J. and J.A. Nell. 1995. Condition index and chemical composition of meats of Sydney rock oysters (*Saccostrea commercialis*) and Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) at four sites in Port Stephens, NSW. Mar. Freshwat. Res., 46 (5), 873~881.
- Namaguchi, K. 1994. Growth and physiological condition of the Japanese pearl oyster, *Pinctada fucata martensii* (Dunker, 1850) in Ohmura Bay, Japan. J. Shellfish Res., 13 (1), 93~99.
- Pazos, A.J., G. Roman, C.P. Acosta, M. Abad and J.L. Sanchez. 1996. Influence of the gametogenic cycle on the biochemical composition of the ovary of the great scallop. Aquacult. Int., 4 (3), 201~213.
- Pyon, C.K., Y.G. Rho and Y.K. Yoo. 1976. Studies on spat collection and rearing of the larvae, *Anadara broughtonii* (Schrenck) in tank. Bull. Fish. Res. Dev. Agency Korea, 15, 7~18 (in Korean).
- Roman, G., M.J. Campos and C.P. Acosta. 1996. Relationships among environment, spawning and settlement of Queen scallop in the Ria de Arosa (Galicia, NW Spain). Aquacult. Int., 4 (3), 225~236.
- Ruiz, C., M. Abad, F. Sedano, L.O. Garcia-Martin and J.L. Sanchez-Lopez. 1992. Influence of seasonal environ-

- mental changes on the gamete production and biochemical composition of *Crassostrea gigas* (Thunberg) in suspended culture in El Grove, Galicia, Spain. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 155 (2), 249~262.
- Shaw, B.L. and H.I. Battle. 1957. The gross and microscopic anatomy of the digestive tract of the oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin) Can. J. Zool., 35, 325~347.
- Shafee, M.S. and M. Daoudi. 1991. Gametogenesis and spawning in the carpet shell clam, *Ruditapes decussatus* (L.) (Mollusca : Bivalvia), from the Atlantic coast of Morocco. Aquacult. Fish. Manage., 22 (2), 203~216.
- Sukumar, P. and M.M. Joseph. 1988. Annual reproductive cycle of the rock oyster *Saccostrea cucullata* (von Born). The First Indian Fisheries Forum, Proceedings Dec. 4~8, 1987. Mangalore, Karnataka. Joseph, M. M. ed. pp. 207~210.
- 박주석, 김학균, 이필용. 1985. 해양오염 및 적조조사 지침. 국립수산진흥원, pp. 36~124.
- 일본식품공업학회. 1984. 식품분석법 제2판. 광림출판사, 동경, pp. 208~210.
- 서덕규. 1993. 광전비색계에 의한 hemoglobin 정량. 혈액학, 고문사, 서울, pp. 228~229.

1997년 8월 22일 접수

1998년 3월 4일 수리