

바지락, *Ruditapes philippinarum*의 먹이조절에 따른 산란반응률과 개체크기별 산란량 비교

정의영, 허영백, 허성범, 이창훈

군산대학교 해양생명과학부, 남해수산종묘시험장, 부경대학교 양식학과, 군산대학교
적조연구센터

서 론

바지락 (*Ruditapes philippinarum*)은 백합과에 속하는 산업상 중요한 식용 이매패로서 우리나라에서는 조간대 및 조하대의 사니질에 서식하고 있다. 최근 대단위 간척사업으로 인한 서식 면적의 감소와 무분별한 어획으로 인하여 자원량이 극감되고 있어 바지락 양식장내에서 이들의 자원량이 증가되도록 대책을 마련하는 것이 시급하게 되었다. 이를 위해서는 우선 바지락의 번식·생태에 관한 기초적 연구 결과가 시급히 요망되어, 먹이공급구 및 무먹이공급구의 산란반응률 (%), 개체크기별 산란량 비교 조사하여 바지락이 갖는 몇 가지 고유 번식특성인 산란반응률, 산란빈도일수, 비만도, 개체크기별 산란량에 관한 기초자료를 얻었기에 우선 보고한다.

재료 및 방법

본 실험에 사용된 바지락 (*Ruditapes philippinarum*)은 전라북도 고창군 곰소만 내 바지락양식장에서 채집된 바지락을 사용하여 산란 반응율 (%)과 개체 크기별 산란량을 조사하였다.

2001년 7월 9일에 실험재료로 사용한 개체는 실험 전 조직학적 조사 결과 전체의 약 92%는 산란된 개체이고 나머지 8%는 성숙 및 완숙 개체들이었다. 15일간 먹이 공급 후 인공적으로 제 1차 산란시킨 결과 전체개체의 61.0%가 산란되었다. 제1차 (15일 후) 산란된 암수 개체들을 대상으로 15-17일 간격으로 먹이 공급구 및 무먹이공급구로 나누어 다시 제2차 (30일 후) 및 제3차 인공 산란반응률 (47일 후) 및 비만도를 조사하였다. 비만도 (condition index)는 육중량 x 100 / (각장 x 각고 x 각폭)의 식에 의해서 구하였다 (挑山·岩本, 1979).

결과 및 고찰

(1) 제 1 차 산란한 암수 개체들의 평균 비만도는 0.17 ± 0.03 이었고 먹이공급 실험구의 제 2차, 제 3 차 산란 개체들의 비만도는 각각 0.14 ± 0.02 , 0.14 ± 0.02 이었으며 무먹이실험구의 경우는 각각 0.12 ± 0.02 , 0.09 ± 0.02 로 나타나 절식으로 인해 비만도 값이 먹이공급 실험구보다 작게 나타났다. 제1차 산란된 암수 개체 중 먹이공급구의 경우, 암수 개체들의 제 2 차, 제 3 차 인공 산란반응률을 실험한 결과 각각 61.0%, 63.39%, 74.14%를 나타내 산란반응률이 증가되는 경향을 보였다. 반면, 무먹이공급 실험구는 실험 경과일 수가 증가됨에 따라 제 1 차, 제 2 차, 제 3 차 인공 산란반응률은 각각 61.0%, 36.07%, 6.06%를 나타내 점차 감소되는 경향을 보였다.

(2) 비록 무먹이공급 실험구의 개체라 하더라도 일단 번식기에 들어서면 먹이를 공급받지 못하였어도 다른 체내 조직들 (소화맹낭, 외투막 등) 속에 함유된 영양물질들이 생식소 내로 공급되어 생식소 내 생식 세포들은 성장·성숙이 유도되었으며, 산란까지도 일어난 실험적 증거를 조직학적 조사를 통해서 발견할 수 있었다. 그러나 개체들의 비만도는 절식으로 인해 감소되었다. Spirlet *et al.* (2000)은 양식산 성계 알의 생산량을 높이기 위해 먼저 2개월 간 성계를 굶긴 후, 먹이를 1개월 간 충실히 공급하면 성계의 생식소 내에 알이 가득 채워지게 되어 성계 알의 생산량이 오히려 굶기지 않고 계속 먹이를 충실히 공급받은 개체

들이 생산하는 양보다 더 많이 생산할 수 있음을 보고하였다. 이 현상은 성체가 굶주리는 동안 위기의식을 느껴 생식·생존 전략에 치중하여 성성숙이 우선적으로 일어나도록 자극을 받는 것과 관련이 있는 것으로 사료된다.

(3) 바지락 개체군의 산란빈도는 15-17일 (평균 16일)로 나타났는데, 이 결과는 Toba and Miyama (1994)가 일본산 바지락의 산란빈도 일수 (14-15일)에 관하여 보고한 결과와 매우 유사하였음을 알 수 있다. 산란횟수 증가에 따른 인공 산란반응률 (%)과 개체크기별 산란량은 먹이공급실험구의 경우, 인공 산란반응률 (%)은 증가되었어도 개체크기별 산란량은 오히려 약간씩 감소되었다. 그러나 무먹이공급구의 경우는 산란반응률 (%)과 산란량 모두 크게 감소되는 경향을 보였다.

참고문헌

- Spirlet, C., Grosjean, P. and Jangoux, M. (2000) Optimization of gonad growth by manipulation of temperature and photoperiod in cultivated sea urchin, *Paracentrotus lividus* (Lamarck) (Echinodermata). *Aquaculture*, **185**: 85-99.
- Toba, M. and Miyama, Y. (1994) Relationship of size to gonadal maturation and spawning in artificially conditioned Manila clams. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **60**(2): 173-178.
- 挑山和夫, 岩本哲二. (1979) 山口大海灣にアサりの産卵時期について山口縣内海栽培漁業センタ. **7**: 19-34.

바지락 (*Ruditapes philippinarum*)의 생식소 발달 관련 부위 (패각근 및 내장낭)의 생식소 발달단계별 생화학적 성분 함량변화

지용삼, 정의영, 허성범, 김종배

군산대학교 대학원 수산과학과, 해양생명과학부, 부경대학교 양식학과, 군산대학교 해양응용공학부

서 론

이매패류의 생식소에 인접하여 위치하는 패각근과 내장낭부위 (소화맹낭)는 영양물질 저장기관으로서 생식세포 발달을 위해 필요한 영양성분을 생식소에 공급하는 것으로 보고되어 있어 (Mori, 1975; Robinson, 1981; Barber and Black, 1981), 바지락의 패각근과 내장낭 부위 (소화맹낭, 생식소, 중장선 포함)를 대상으로 2001년 1월-10월 까지 바지락의 3대 영양소인 총단백질, 총지질 및 글리코젠 함량의 생식소 발달단계별 변화를 월별로 조사하였고, 생식소 발달단계에 따른 부위별 생화학적 영양성분 변화의 상호 상관관계를 조사하였던바, 다음과 같은 몇가지 특징을 발견하였기에 우선 보고한다.

재료 및 방법

실험에 사용한 바지락은 2000년 1월부터 10월까지 전북 고창군 곰소만 바지락 양식장에서 어획한 것을 사용하였다. 사용된 바지락의 크기는 작은 개체의 경우 25.0-27.0 mm이었고, 큰 개체는 35.0-40.0 mm이었다. 바지락의 생화학적 성분 분석은 AOAC법에 의하여 수분함량은 105 °C 상압건조법으로 측정하였고, 조단백질은 Kjeldahl법으로, 조지방은 Soxhlet 추출법으로 측정하였다. Glycogen의 정량은 anthrone 황산법 (Roe, 1955)을 이용하여 측정하였다. 부위별로 떼어 낸 시료를 균질화하여 일정량을 취한 후 30 % 수산화 칼륨 용액을 가하고, water bath 상에서 100 °C에서 2시간 교반하였다. 그리고 냉각 후 3배량의 알코올을 가하여 교반한 후 4 °C 상태에서 하룻밤

방치하여 glycogen을 침전시켰다. 침전된 glycogen을 원심분리 (5000 g × 10 min)하여 침전물을 1N 황산용액 6ml를 가하여 용해시킨 후 원심분리하여 상층액을 가지고 anthrone 황산법으로 측정하였다.

결 과

총단백질 함량 (%)변화

바지락의 총단백질 함량 (%)은 패각근의 경우, 평균 59.46%-81.64% (dry base)의 범위를 나타내어 계절별로 차이를 보였다. 생식소의 발달이 왕성해지기 시작하는 2월 (초기활성기-후기활성기)에 최대에 이른 후 3월부터 서서히 감소되어, 5월 (완숙 및 산란기)에 최소값을 나타낸 후 6월부터 서서히 증가하는 경향을 보였다. 한편, 내장낭의 경우는 총단백질이 평균 54.62-69.56%의 범위를 나타내어 계절 별로 약간의 차이를 보였다. 생식소가 발달하기 시작하는 2월부터 서서히 증가하기 시작하여 방란방정이 일어나기 전인 4월 (후기활성기-완숙기)에 최대에 이른 후 산란이 시작하는 5월부터 10월 (부분산란기-퇴화 및 비활성기)까지 다시 감소하는 경향을 보여 일반 이매패류의 총단백질 함량변화와 유사한 양상을 보였다. 패각근과 내장낭 내의 총단백질 함량은 역상관관계 ($r = -0.292, p < 0.05$)를 나타내었다.

총지질 함량 (%)변화

바지락의 총지질함량의 계절별 변화는 패각근의 경우, 평균 1.68%-10.50% (dry base)의 범위를 나타내어 계절 별 차이를 보였다. 생식소 발달단계 별 총지질함량은 1월 (비활성기-초기활성기)에 최대값을 나타낸 후, 2월 (초기활성기-후기활성기)부터 서서히 감소되는 경향을 보여 패각근내 총지질함량은 생식소 발달이 시작되는 시기에 최고에 이르는 경향을 보였다. 한편, 내장낭내 함량변화의 경우는 평균 2.70%-13.95% (dry base)범위를 보여 계절 별 큰 차이를 보였다. 월별 변화는 1월부터 서서히 증가하기 시작하여 산란전인 4월 (후기활성기-완숙기)에 최대에 이른 후 산란이 시작되는 5월부터 10월까지 점차 감소되는 경향을 보여 일반 이매패류의 생화학적 성분변화의 양상을 보였다. 패각근과 내장낭 내의 총지질 함량은 역상관관계 ($r = -0.699, p < 0.05$)를 나타내었다.

글리코겐 함량 (%)변화

1) 바지락의 글리코겐 함량의 계절 변화는 패각근의 경우, 평균 0.009%-1.169% (dry base)의 범위를 나타내어 계절 별 큰 차이를 보였다. 생식소 발달단계 별 glycogen 함량은 1월부터 급격하게 증가되기 시작하여 4월 (후기활성기-완숙기)에 최대에 이른 후, 산란이 시작되는 5월 부터 급격히 감소되기 시작하여 10월 (부분산란기-퇴화 및 비활성기)까지 감소되는 경향을 보였다.

2) 내장낭 부위의 glycogen 함량 범위는 평균 0.049%-0.166 (dry base)를 나타내어 계절별로 큰 차이를 보였다. 그 변화를 보면, 1월부터 서서히 증가되기 시작하여 2월 (초기활성기)에 최대에 이른 후 3월에 급감된 후, 4월부터 다시 서서히 증가되기 시작하여 7월까지 증가된 후 8월부터 10월까지 장기간 값을 나타내었다. 패각근과 내장낭 내의 글리코겐 함량 사이에는 상관관계가 보이지 않았다 ($r = 0.062, p > 0.05$).

수분함량 (%)변화

1) 바지락의 패각근 내 수분함량 범위 (평균 78.01%-86.47%)와 내장낭 내 수분함량 범위 (평균 79.50%-85.85%)는 매우 유사한 변화양상을 보였다. 전반적으로 볼 때, 생식소 발달이 시작되는 1월 (비활성기-초기활성기)에 높은 값을 보인 후 2월부터 점차 감소하여 4월에 최소값을 보인 후 10월까지 점차 증가되는 양상을 보였다.

2) 패각근과 내장낭의 수분함량 사이에는 양의 상관관계 ($r=0.767, p < 0.05$)를 나타내어, 높은 상관관계를 보여 주었다.

고 찰

바지락의 생식소 발달단계 별 (또는 계절별) 패각근의 생화학적 성분의 함량 변화는 내장낭내 총단백질, 총지질 변화와 부분적으로 음의 상관 관계 (negative correlation)를 나타내었다. 특히, 생식소 발달이 왕성하게 일어나는 시기부터 완숙기에 이르는 시기에 현저하게 타나나고 있어 패각근내 저장된 영양성분이 생식소 발달과 더불어 내장낭 내의 생식소로 영양물질이 이동하는 것으로 추정되었다.

Glycogen 함량에서 상관관계가 낮았던 이유는 함량이 너무 낮았기 때문이다.

바지락의 패각근 내 수분함량 (평균 78.01%-86.47%)은 내장낭 내 수분함량 변화 (평균 76.35%-85.85%)와 매우 유사한 변화양상을 보였다. 전반적으로 볼 때, 생식소 발달이 시작되는 1월 (비활성기-초기활성기)에 높은 값을 보인 후 2월부터 점차 감소하여 10월까지 증가되는 양상을 보였다.

참고문헌

- Barber, B.J. and Blake, N.J. (1981) Energy storage and utilization relation to gametogenesis in *Argopecten irradians concentricus* (Say). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **52**: 121-134.
- Mori, K. (1975) Seasonal variation in physiological activity of scallops under culture in the coastal waters of Sanriku Distric, Japan and a physiological approach of possible cause of their mass mortality. *Bull. Mar. Biol. Station, Asamushi*, **15**: 59-79
- Robinson, W.E., Wehling, W.E., Moese, M.P. and McLeod, G.C. (1981) Seasonal changes in soft-body component indices and energy reserves in the Atlantic deep-sea scallop, *Placopecten magellanicus*. *Fish. Bull.*, **79**: 449-458.

바지락, *Ruditapes philippinarum*의 성숙, 산란의 인위적 제어

정의영, 이정식, 허성범, 최기호

군산대학교 해양생명과학부, 여수대학교 양식학과, 부경대학교 양식학과

서 론

바지락 (*Ruditapes philippinarum*)은 백합과에 속하는 산업상 중요한 식용 이매패로서 한국, 중국, 일본, 미국, 그리고 스페인 등 세계 여러 나라의 연안에 분포하는데, 특히, 우리나라의 경우는 조간대 및 조하대의 사니질에 서식하고 있다. 바지락의 번식생태에 관한 기초적 연구 결과가 있으나 (Toba *et al.*, 1993; Toba and Miyama, 1994; Goshima *et al.*, 1996) 바지락 양식을 위한 상세한 연구가 요망되어, 먼저 생식소 발달 초기부터 완숙 및 산란기 시작까지, 그리고 산란기 중에 인위적 성숙산란 제어실험을 실시하여 바지락의 번식생태학적 습성을 밝히기 위해 조직학적으로 생식소 발달 특성을 조사하였던 바, 바지락이 갖는 몇 가지 고유 번식특성에 관한 기초자료를 얻었기에 우선 보고한다.

재료 및 방법

1. 수온에 의한 성숙산란 조절 (생식소 발달 초기-완숙 및 산란기 시작 시기 중)

인위적 성숙산란 제어실험결과를 분석하기 위해 남해수산연구소에서 개체의 크기별, 수온별로 생식소가 초기발달 중인 2001년 3월 1일부터 완숙 및 부분산란기 시작인 5월 19일 까지 인위적으로 처리하여 30일, 50일 60일, 70일, 80일간 6종의 식물플랑크톤 (*Isochrysis galbana* (10%), *Chaetoceros gracilis* (10%), *Chlorella ellipsoidea* (10%), *Nanochloris oculata* (10%), *Tetraselis tetrathele* (30%), *Nitzschia* sp. (30%)를 충분히 섞어 (300,000 cells/ml 계속 유지)시킨 후 개체들의 생식소 발달단계를 사육일수 별로 채취한 후 조직학적 표본을 제작하여 조사분석 하였다. 해수는 여과해수를 사용하였다. 해수 수온은 실온 실험구 (11°C-23°C), 저수온처리구 (10°C), 고수온처리구 (19°C), 고수온처리구 (22°C)로 나누어 조사분석 하였다. 채집된 재료는 생체로 실험실로 옮겨 각장, 각쪽을 Vernier calipers를 이용하여 0.1 cm 까지 측정하였고 전중은 0.01g까지 측정하였다. 생식소 발달과정을 조직학적으로 조사하기 위해 생식소를 포함하고 있는 내장낭 중 일부분을 parafin 절편법에 의해 5-7 μ m의 두께로 절편을 만든 후 Mayer's haematoxylin

과 0.5% eosin으로 비교 염색하였다.

2. 수온 및 먹이 조절에 따른 개체의 크기별 생식소 발달 (산란성기 중)

산란성기 직전인 2001년 6월 26일부터 산란성기인 7월을 거쳐 8월 6일까지 42일간 바지락의 수온 별 (고수온: 22°C-28°C, 저수온: 10°C ± 1°C), 암수개체의 크기 별 (작은개체: 각장 25 ± 2.5 mm, 큰개체: 각장 35 ± 2.3 mm), 먹이 공급실험구 (6종의 식물플랑크톤) 및 무먹이 공급실험구 별로 수온, 먹이 공급 및 절식 (무먹이 공급)이 바지락 개체의 생식자극에 대한 반응 차이를 조사하였다. 실험에 사용된 개체는 각 실험구마다 90 개체씩 수용하여 생식소 발달에 미치는 영향을 조사분석하였다. 조직학적 조사방법과 먹이생물인 6 종의 식물플랑크톤은 상기한 바와 같다. 그리고 사용된 해수는 여과시킨 해수인데, 무먹이 공급실험구인 경우는 여과된 해수를 다시 끓여 식물플랑크톤과 박테리아 등이 잔존하지 않게 하여 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 수온에 의한 성숙산란 조절 (생식소 발달 초기-완숙 및 산란기 시작 시기 중)

1) 조직학적 검정 결과 실온실험구 (11°C-23°C)는 암수의 크기에 관계없이 30일 경과 (3월 31일)후 까지 초기활성기를 (early active stage) 나타내었고 50일 경과 후부터는 후기활성기 (late active stage)가 나타났으며, 60일 경과 후 (4월 29일)에는 완숙기 개체들이 나타났다. 70일과 80일 경과 후에는 완숙기 (ripe stage) 개체가 나타났으나 부분산란기 개체는 출현하지 않았다.

2) 저수온 (10°C)처리구는 30일, 50일, 60일, 70일, 80일 경과 후까지 암수 개체의 크기에 관계없이 생식소 발달단계가 초기활성기 (Ea) 및 후기활성기 (La)를 나타내어 생식소 발달 초기에는 낮은 수온에 의해 생식소 발달이 어느정도 억제되는 것으로 사료되었다. 고수온인 19°C 및 22°C 처리실험구의 개체들은 30일 경과 후 후기활성기의 개체가 나타났고, 50일 부터는 완숙기의 개체가 출현하였다. 또한 60일 경과 후 (4월 29일) 부터는 산란흔적을 보인 산란기 (partial spawning stage) 개체들이 출현하여 자연산 바지락의 산란기 (2001년 5월 말)보다 1개월 먼저 산란이 유도 되었다. 70일 및 80일 경과 (5월 19일)후에는 부분산란기 (ps)와 퇴화/비활성기 (spent/inactive stage)까지 출현하여 자연산 바지락 보다 2개월 빨랐다.

3) 전반적으로 볼 때 수온 19°C 보다는 22°C 처리실험구의 경우가 개체들의 생식소 발달단계가 약간 빠른 현상을 보였고, 개체의 크기에 따른 생식소 발달단계는 수온 19°C 및 22°C 모두 30일 경과 및 50일 경과 후까지는 작은 개체들이 큰개체들 보다 생식소 발달이 약간 빠른 효과를 보였으나 60일-80일 경과 후에는 큰개체들이 작은 개체들 보다 생식소의 발달단계가 약간 빠른결과를 나타내었다. 암수의 성적 차이에 따른 생식소 발달단계는 실험개시 30일-60일 경과 후 (4월 29일)까지는 수컷이 암컷보다 약간 높은 경향을 보였으나 70일 경과 후 (5월 9일)부터 80일 경과 (5월 19일)까지는 성적 차이가 뚜렷하게 구분되지 않았다.

4) 생식소 발달초기에 실험한 경우, 암컷-큰개체, 암컷-작은개체, 수컷-큰개체, 수컷-작은개체로 구분하여 분석한 결과, 공통 특징으로 나타나는 것은 수온이 낮은 것이 생식소 발달이 늦었고 수온이 높은 22°C 가 19°C 보다 생식소 발달 속도가 빠르게 나타나는 경향을 보여 바지락은 초기생식소 발달에 수온이 영향을 크게 주는 것으로 추정되었다.

2. 바지락의 온도 및 먹이 조절에 따른 암수 개체 크기별 생식소 발달 (산란기 중의 실험)

1) 42일 경과 후의 먹이 공급실험구의 개체 중 고수온 암수의 작은 개체의 경우 생식소 발달단계가 부분 산란기 및 퇴화/비활성기인 개체수%의 합은 각각 70.0%, 70%이었다. 반면, 고수온-암수 큰개체의 경우는 Ps 및 Sp/Ia에 해당되는 개체수%의 합이 60.0%와 60.9%를 각각 나타내었으며 큰개체 보다 작은 개체에서 고수온 자극에 생식소 발달 및 진행이 좀더 민감하게 작용하는 것으로 추정된다.

2) 42일 경과 후의 먹이 공급실험구의 개체 중 저온-암수 개체의 경우, Ps 및 Sp/Ia에 해당되는 개체수%의 합은 암컷 < 수컷으로 나타나 암컷보다 수컷이 저온 자극에 좀더 민감하게 반응하여 바지락 생식소 발달단계의 진행이 약간 더 빠르게 나타났다. 그러나 전반적으로 볼 때 바지락의 생식소 발달에 작용하는 수온 자극은 저수온 보다 고수온이 생식소 발달 및 진행에 보다 민감하게 작용하는 것으로 나타났다. 부분 산란기 (Ps) + 퇴화 및 비활성기 (Sp/Ia)의 합의 %로 paired sample t-test를 한 결과, p = 0.001을 나타내

어 온도변화에 따른 성숙속의 변화는 유의한 차가 있는 것으로 나타났다.

3) 42일 경과 후의 무먹이 공급실험구 (starvation) 개체수의 경우, 고수온-암컷 큰 개체의 Ps와 Sp/Ia 개체수 %의 합과 고수온-수컷 큰 개체수%의 합과 비교하여 보면, 수컷 큰 개체의 쪽이 암컷 큰개체보다 약간 생식소 발달단계의 진행이 빠르게 나타났다. 그러나 작은 개체의 경우는 암컷과 수컷의 생식소 발달단계 및 진행상태는 먹이를 공급하지 않은 경우와 동일한 생식소 발달단계의 양상을 보였다.

4) 산란성기에 고수온-먹이 공급실험구의 암수 개체들과 고수온-무먹이 공급실험구의 암수 개체의 생식소 발달·진행여부를 조사한 결과 성별 및 개체의 크기에 상관없이, 고수온-무먹이 공급실험구의 암수 개체에서 생식소 발달단계의 진행이 좀더 빠르게 나타나 유의한 차를 보였는데 (paired sample t-test, $p = 0.004$), 이것은 개체의 영양실조 상태에서는 체조직내 영양물질이 인접 생식소 내로 이동하여 생식활동에 이용되어 생식세포의 성숙·산란이 진행되도록 하는 생체 반응의 현상이라 생각된다.

참고문헌

- Toba, M., Natsume, Y. and Yamakawa, H. (1993) Reproductive cycle of Manila clam collected from Funabashi waters, Tokyo Bay. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **59**(1): 15-22.
- Toba, M. and Miyama, Y. (1994) Relationship of size to gonadal maturation and spawning in artificially conditioned Manila clams. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **60**(2): 173-178.
- Toba, M. and Miyama, Y. (1995) Influence of temperature on the sexual maturation in Manila clam, *Ruditapes philippinarum*, *Suisanzoshoku*, **43**(3): 305-314.

개량조개 (*Mactra chinensis* Philippi)의 자원관리 I. 성장

류동기, 김용호

군산대학교 해양과학대학 해양생명과학부

서 론

개량조개 (*Mactra chinensis* Philippi)는 개량조개 과 (Mactridae)에 속하는 종으로서, 일본 전역과 한국, 중국에 분포하며, 조간대에서 20 m까지 서식한다 (About and Dance, 1982). 우리나라에서는 서남해의 사니질에 서식하며, 형망으로 어획되는 중요한 패류이다. 군산지역의 개량조개는 이 지역에서 매년 2,000 톤 이상 채취되는 형망어선의 주 어획대상종이다.

그러나 새만금간척사업과 군장국가공단의 설립을 위한 대단위 매립으로 인하여 간석지의 대폭적인 축소로, 간석지의 자정능력과 해양생물의 산란지 및 각종 저서생물의 멸종과 감소로 인한 해양생태계의 변화가 예측된다.

본 조사는 군산지역에 있어서 개량조개의 효율적인 자원관리를 통한 MSY의 달성을 위한 기초조사의 일환으로서 성장에 관하여 조사한 것이다.

개량조개가 생산되는 중국과 한국, 일본을 중심으로 연구가 진행되었으며, 일본에서는 Hanaoka and Shimadzu (1949)가 형태변이와 성장률에 관하여, Sakai (1976)가 증식에 관하여, Sakurai *et al.* (1992)가 Hokkaido의 개량조개의 산란기를 보고하였고, Sakurai *et al.* (1997)은 수온과 염분 저질이 잠입행동에 미치는 효과에 대해 연구하였고, Sakurai *et al.* (1998)는 개체군 동태와 계군의 크기에 대한 연구를 한바 있다. 중국에서는 Wang *et al.* (1984)이 양자강 하구에서의 환경과 산란, 인공부화에 관하여 연구하였고, 국내에서는 Lee and Son (1978)은 수질환경에 따른 초기발생에 영향을 관하여, Kim *et al.* (1995)이 산란과 성장에 관하여, Chung *et al.* (1987)은 성 성숙에 관하여, Chung

(1997)은 생식세포와 생식주기에 관하여 보고한 바 있다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 표본은 1994년 1월부터 1994년 12월 (12개월)에 걸쳐 전라북도 군산시 옥구읍 하제항에서 희망으로 채취된 어획물에서 매월 1 회 채집하여 사용하였다.

채집한 표본은 즉시 실험실로 옮겨 각장 (shell length), 각고 (shell height), 각폭 (shell width)은 Vernier caliper로 0.1 mm 까지, 전중량 (습중량, total weight)은 전자저울로 0.1 g 까지 측정하였다.

연령사정은 패각에 나타난 윤문으로 하였는데 개량조개의 패각에는 각정부를 중심으로 성장상황에 따라 동심원상으로 불투명대와 투명대가 나타난다. 본 연구에서는 육질부를 완전히 제거한 후 좌우 한쌍의 패각중 비교적 윤문이 뚜렷한 한쪽 패각을 사용하였으며, 패각의 불투명대와 투명대의 경계선을 윤문으로 하였다. 측정기준은 패각의 각장을 R, 제 1윤의 윤장을 r₁, 제 2윤의 윤장을 r₂ r_n로 하여 측정하였다.

패각의 불투명대와 투명대로 이행하는 경계에 나타나는 윤문이 연령형질로서 적합한가를 알기 위하여 각장과 윤장간의 대응성과 윤문형성시기 및 주기성을 검토하였다.

패각 연변부 성장의 월별변화는 연변부성장지수 $MI' = \frac{(R - r_n)}{(\bar{r}_n - r_{n-1})}$ (R: 각장; r_n: 최외측 윤장의 길이; r_{n-1}: r_n개의 윤을 가지는 개체들의 r_{n-1} 윤경의 평균치; \bar{r}_n : r_n개 이상의 윤을 가지는 개체들의 r_n윤경의 평균치)으로 구하였다. 각장과 체중, 각장과 각고, 각장과 각폭간의 관계는 직선식으로, 각장과 전중량은 포물선식을 적용하여 분석하였다.

또한, 각 윤문형성시의 각장과 체중을 알기 위하여 윤장을 평균하여 윤문형성시의 각장을 구하고 윤문형성시의 체중을 추정하였다. 이 계산치들을 사용하여 Bertalanffy 성장식을 구하였다. 초륜형성까지의 경과시간을 알기 위하여 필요한 산란기는 생식소의 속도를 월별로 현미경으로 관찰하였고, Chung *et al.* (1987)과 Chung (1997), Kim *et al.* (1985), Sakurai and Miyamoto (1992) 및 Wang *et al.* (1980)의 자료를 참고하여 결정하였다.

결과 및 고찰

1994년 1월부터 1994년 12월까지 전라북도 군산시 하제 연안에 서식하는 개량조개의 성장을 조사하였다.

- 1) 개량조개의 패각에 나타나는 윤문은 연1회 형성되며 주 윤문 형성시기는 8월에서 9월로 조사되었다.
- 2) 초륜 형성기간은 15개월 (1.25년)로 나타났다.

3) 각장 (SL: mm)과 체중 (TW: g)간의 관계는 $TW = 2.2476 \times 10^{-5} SL^{3.536}$ ($r^2 = 0.90$)이었으며, 각장 (SL)과 각고 (SH)간의 관계는 $SH = 0.7545 SL - 0.0145$ ($r^2 = 0.93$) 이고, 각장 (SL)과 각폭 (SW) 간의 관계는 $SW = 0.5336 SL - 2.4253$ ($r^2 = 0.87$)였다.

- 4) 연령 (t)에 대한 각장 (SL_t)과 체중 (TW_t)의 Bertalanffy 성장식은

$$SL_t = 60.177 (1 - e^{-0.6458(t-0.3895)}) \text{ 이고,}$$

$$TW_t = 43.6229 (1 - e^{-0.6458(t-0.3895)})^{3.536} \text{ 였다.}$$

산란기는 Chung (1997)이 수온이 22℃ 이상으로 상승하는 6월-7월이라고 보고하였으며, Chung *et al.* (1987)도 역시 6월-7월이 주 성기라고 하였으며, 일본에 있어서도 7월-9월이 주 산란기라고 보고하였고 (Sakurai *et al.*, 1002), 중국에서는 수온이 14℃ 이상 올라가는 5월부터 산란한다고 보고 한 바 있다 (Wang *et al.*, 1984). 또한, 본 조사에서도 6월부터 완숙한 대부분의 개체들에서 완숙한 난과 정자가 나타났다. 따라서, 개량조개의 주산란기는 6월-7월로 간주할 수 있다.

패류의 패각을 연령형질로 하여 연령사정한 결과는 국내외에 많은 논문이 발표되었다. 이들 논문들의 대부분은 윤문형성시기를 크게 두가지로 나눌 수 있다. 즉, 온도가 급격히 낮아지거나 높아질때 (Ryou

1991; Kim and Ryou, 1991; Sakurai, 1992; Ryou and Kim, 1997,)와 산란기 전후 (Kang and Kim, 1983; Kim *et al.*, 1985)로 나눌 수 있다. 윤문의 형성은 에너지의 부족으로 성장을 멈추는데 이는 먹이의 겨울철 저온으로 인한 먹이와 수온의 저하와 에너지가 정자나 난자의 형성에 쓰여 성장이 지연되는 결과에 의하여 나타난다. 그러나, 온대지역에는 대부분의 경우는 겨울철의 온도하강에 의하여 일어나는데, 특히 하계도 북방대합 (*Spisula sachalinensis*)과 개량조개에서는 산란철 이후에 윤문이 형성되는 것으로 나타났다. 그러나, 일본의 Hokkaido의 개량조개의 윤문은 수온이 급감하는 12월에서 1월에 형성된다고 보고하고 있다 (Sakurai, 1992). 특히, 일본에 있어서는 개량조개의 윤문형성과 산란기는 직접적인 상관 관계가 없다고 하여 본 조사와는 상당한 차이를 보였다. 본 조사와 Kim *et al.* (1985)은 7월-8월로 조사되었으나, 본 조사에서는 3월과 4월에 다수의 개체들에서 뚜렷하게 윤문이 형성되는 것으로 나타나고 있다. 즉, 개량조개는 산란기 전후와 겨울철에 윤문이 형성되는 산란기 직후가 더욱 뚜렷한 것으로 추정된다. 그러므로, 개량조개를 연령사정할 때에는 위류가 많이 나타날 가능성이 많으므로 특별히 주의해야 할 것으로 생각된다.

Sakurai (1992)에 의하면 일본 개량조개의 연령사정에 의하여 추정된 연급군은 총 9개로 나타났으며, 각각의 크기는 3.6 mm, 39.5 mm, 59.7 mm, 67.8 mm, 72.7 mm, 74.7 mm, 76.7 mm, 78.1 mm, 78.3 mm로 나타나 본 조사에서의 4개 연급군보다 월등히 많은 연급군이 존재하고 있으며, 크기도 본 조사에서는 최대 각장 65 mm이고 대부분의 개체들이 모두 60 mm 이하의 소형의 개체인데 비하여, 일본의 경우에는 최대각장이 80 mm 정도로 조사되었다. 또한, Kim *et al.* (1985)은 4개의 연급군이 각각 21.98 mm, 48.08 mm, 59.73 mm, 66.37 mm로 보고하였으며, 최대각장은 약 70 mm로 우리나라의 개량조개가 다소 작으며, 연급군도 크게 적은 것으로 나타났다. 또한, Bertalanffy 성장식에 의하여 산정한 최대 각장은 Sakurai (1992)는 78.31 mm, Kim *et al.* (1985)은 71.6 mm로 추정되어, 본 조사에서의 60.02 mm와 크게 차이가 났다. 이와 같이 일본의 경우는 연급군의 수도 많고 개체의 크기도 대형으로 나타나 우리나라의 개량조개와 확연히 구별되었다.

이는 일본의 경우 형망으로 대형의 개체들만 선택적으로 채취하지만 우리나라의 경우 2세-3세의 연급군들을 집중적으로 채취하기 때문으로, 실질적으로 4세의 개체들의 출현율도 대단히 낮았다. 또한, 1982년의 자료와 1994년의 자료를 비교하면 크기가 더욱 작아진 것을 볼 수 있는데, 이는 자원의 감소로 인하여 소형의 개체들도 채취되기 때문으로 추정된다.

참고문헌

- About, R.T. and Dance, S.P. (1982) Compendium of seashells. E. P. Dutton. 444 pp.
- Chung, E.Y. (1997) Ultrastructure study of germ cell development and reproductive cycle of the hen clam, *Macra chinensis* on the west coast of Korea. *Dev. Reprod.*, **1**(2): 141-156.
- Chung, E.Y., Kim, Y.K. and Lee, T.Y. (1987) A study on sexual maturation of hen clam, *Macra chinensis* Philippi. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **20**(6): 501-508.
- Fong, P.P., Deguchi, R. and Kyojuka, K. (1997) Serotonergic ligands induce spawning but not oocyte maturation in the bivalve *Macra chinensis* from central Japan. *Bio. Bull., Marine Biological Laboratory*; **191**(3): 27.
- Kang, Y.J. and Kim, C.K. (1983) Studies on the structure and production processes of biotic communities in the coastal shallow waters of Korea. 3. Age and growth of *Spisula sachalinensis* from the Eastern waters of Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **16**(2): 82-87. [in Korean]