

통영 북만의 굴양식장 적정관리에 관한 연구 IV. 환경용량

정우건, 최우정¹, 조창환, 조상만

경상대학교 해양과학대학 해양생물이용학부, ¹국립수산진흥원

서 론

굴과 같은 이매패 양식장에서의 어장 환경 용량은 생물 서식환경의 질적, 양적 저하 없이 지속적으로 생산할 수 있는 생물의 양이라고 할 수 있다. 즉, 환경용량이란 환경에 악영향을 미치지 않으면서 지속적으로 최대 생산을 얻을 수 있는 최대 오염부하 즉 자정 능력적 의미를 포함한다고 볼 수 있다.

연안 양식장은 대상해역에 따라 해수유동과 같은 물리적 특성, 해역이용 실태, 오염부하량 등 환경특성이 다양하므로 환경용량은 서로 다르다고 볼 수 있다. 이 연구에서는 통영시에 인접하여 도시하수의 영향으로 인하여 부영양화 되어 있다. 굴 양식이 행하여지는 북만을 대상으로 하여 양식 생물을 수용할 수 있는 환경용량을 생태유체역학 모델 (藏本·中田, 1991)을 이용하여 산정하고, 최적환경을 유지하기 위한 방안들을 검토하였다.

재료 및 방법

북만은 통영시 북서쪽에 위치한 좁고 길다란 내만으로 수심은 7 m 전후로 얕고 만의 외측에서 굴양식이 주로 행하여지고 있다. 유역내 인구는 약 3만 명 (통영시, 1993)이며, 큰 하천이 없으므로 유역내의 오염부하는 소하천을 통한 생활하수가 대부분을 차지한다. 모델의 계산영역은 통영시 산양읍 풍화리 함막도와 광도면 수월리를 잇는 선과 풍화리 방우말과 인평동을 잇는 선을 경계로 설정하였다

모델의 입력자료는 1994년 10월부터 1995년 4월까지의 수질 조사자료를 사용하였다. 북만의 육상기원 오염 발생 부하량 산정은 유역내 인구, 기축사육현황, 및 토지이용 현황으로부터 배출원별 원단위 법으로 오염발생 부하량을 산정하였다 (환경청, 1981; 국립환경연구원, 1983). 양식 굴에 의한 자가오염 부하량은 대상해역의 총 양식 개체수를 조사하여 여기에 개체당 배설물 양을 곱하여 산정하였다.

생태계 모델의 입력자료 중 초기조건은 실측자료와 기존 측정된 자료를 적절히 적용하였고, 모델 parameter 은 광범위하여 대부분은 문헌조사를 통하여 선정하였다. 대상해역의 해수유동은 북만에서 관측된 M_2 (평균조) 조를 이용하여 유동장을 재현한 후 생태계 모델의 입력자료로 이용하였다. 해수유동모델에 의해 계산된 잔차류 성분과 생태계 모델의 기본적인 입력자료를 이용하여 북만의 여름철 용존산소 분포를 재현하였다. 계산결과가 실측치와 일치하는지의 여부를 판단하기 위하여 현장에서 관측된 자료와 비교하였다.

오염물질의 삭감이 용존산소에 미치는 영향은 수치실험을 통하여 정량적으로 해석하였다. 용존산소를 환경용량의 지표로 이용하기 위해서는 적절한 기준이 설정되어야 하는데, 柳 (1989)에 따르면 용존산소 농도가 4.3 mg/l 이하에서는 방어가 생리적 장애를 받으며, 정상적인 저서생물 분포에 위협을 초래하는 용존산소 농도는 3.6 mg/l, 저서성 패류는 2.2. mg/l 이하에서 위험한 것으로 보고하였다. 우리 나라의 경우 수산생물의 서식, 양식 및 산란에 적합한 용존산소 농도를 6 mg/l 이상으로 규정하고 있고, 언급한 수산생물 이외의 수산생물이나 해수욕 등의 해양 관광에 적합한 용존산소 농도를 5 mg/l 이상으로 정의하고 있으므로 기준 용존산소 농도를 5 mg/l 이상으로 설정하였다.

결과 및 고찰

여름철 북만의 용존산소 분포는 대평포와 범송포 내측해역이 2 mg/l 이하의 빈산소 상태였고, 굴 양식장이 밀집하는 망자도 외측까지도 4 mg/l 이하의 낮은 용존산소 분포를 보였다.

생태모델의 적용성을 검토하기 위해 9개 조사 정점에서 관측한 실측값과 계산값을 비교한 결과, 각 정점별 상대오차는 3.6-66.7%범위에 평균 상대오차는 14.4%로 전체적으로 용존산소 재현은 비교적 양호하였다.

북만의 주요 오염부하가 빈산소화에 미치는 영향을 모델을 통하여 예측한 결과 육상기원 오염부하가 가장 큰 영향을 미쳤으며, 굴 배설물량은 큰 영향을 주지 못하였다.

굴양식장이 주로 위치하는 북만의 외측은 육상기원 오염부하의 60% 저감만으로 5 mg/l 이상의 용존산소 농도 분포를 나타내었고, 만의 내측은 오염된 저질개선을 통하여 SOD를 20% 개선하고, 육상부하를 60%로 저감할 경우 빈산소 수괴를 해소할 수 있었다.

북만의 환경용량은 유기물 양으로 일간 0.4 톤으로 용존산소의 농도를 5.0 mg/l 이상으로 유지시키기 위해서는 육상기원 유기물 부하를 80%이상 삭감해야 하는 것으로 나타났다. 그러나 현실적으로 유역 내에서 발생하는 총 점원 부하량의 80%를 저감하는 것은 어려울 것으로 생각되므로, 오염이 심한 북만의 내측과 비교적 수질이 양호한 외측을 구분하여 관리하는 방안이 합리적이라 생각되었다.

참고문헌

- 藏本武明, 中田喜三郎. (1991) 東京灣における流動と底層DO濃度シミュレーション. 沿岸海洋ノート, 28(2): 140-158.
- 환경청. (1981) 전국주요하천 유역 기초조사.
- 국립환경연구원. (1983) 전국주요하천 유역기초조사 (1) 최종보고
- 柳哲雄. (1989) シンホシム貧酸素水塊のまとめ. 沿岸海洋ノート, 26(2): 141-145.

충남연안 키조개의 자원생물학적 연구. 1. 환경특성이 분포양상에 미치는 영향

홍승현, 마채우¹, 오철웅²

국립수산진흥원 서해수산연구소, ¹순천향대학교 해양생명공학과, ²목포대학교 해양자원학과

서 론

키조개는 우리 나라를 비롯하여 일본, 대만, 인도, 태평양 연안에 널리 분포하는 자원으로 우리 나라에서는 남해안의 가막만, 여자만, 장흥연안, 남해도 연안과 서해안의 위도근해, 충남연안, 인천의 선갑도근해 등지에 많이 서식하고 있으며, 조하대의 얇은 바다로부터 수심 40여 미터의 깊은 곳까지 널리 분포한다. 우리 나라의 키조개에 관한 연구는 남해안산을 대상으로 생태와 분포 (김 등, 1981; 최, 1980; 최, 1981), 양식개발에 관한 연구 (유 등, 1988; 정 등, 1986) 및 번식과 성장 (백, 1998) 등 기초생태와 양식개발을 위한 연구가 대부분이다. 따라서, 본 연구의 목적은 충남 연근해 키조개 서식지역의 환경요인과 이들 자원의 밀도 조사를 통하여 생태학적 분포를 파악하며, 키조개 자원에 대한 효율적인 평가 및 관리방안 수립이 가능하도록 자원생물학적 기초자료를 제공하는데 있다.

재료 및 방법

본 연구를 위하여 1999년 4월부터 6월까지 충남 연근해에서 잠수기어업에 의한 현장조사를 실시하였다. 이 조사를 위해 해도상 (F-302, F-323)에서 잠수포획 가능 해역인 수심 35 m 이내 해역을 위도 2분, 경도 3분으로 구분하여 총 300정점을 선정하였으며, 서식환경 특성 파악을 위하여 수심은 현장에서 어군탐지기를 사용하

여 0.1 m까지 측정하였으며, 수온은 중층채수기로 표층 및 저층의 해수를 채수한 직후 채수기에 부착된 수온봉 상온도계를 사용하여 0.1 °C까지 측정하였다. 또한, 투명도는 직경 30 cm의 투명도판 (Secchi disk)을 사용하여 0.1 m까지 측정하였으며, 부유물질과 퇴적물의 입도를 측정 분석하였다.

키조개 분포 및 현존량 조사는 2인의 잠수인이 함께 입수, 양쪽에서 서식생물이 누락되지 않도록하여 모두 채취하였으며, 조사가능구역과 조사기간 및 비용을 감안하고, 조사해역을 대표할 수 있는 2 m × 20 m의 방형 구법을 사용하였다.

결과 및 요약

충남 연근해역은 3.9-75.9 m의 수심범위를 가지고, 평균수심이 28.5 m (SE = 0.97)이며, 저층의 환경특성은 평균수온 14.0 °C, 투명도 4.8 m, 부유물질 48.0 mg/l이었다. 해역의 88.0%가 사질함량이 50% 이상인 니사질과 사질로 구성되었으며, 조사해역에서 키조개 자원의 분포밀도는 18.0-30.8 m의 수심범위와 사질 함유량이 50% 이상인 니사질 해역에서 높았다. 충남 연근해 키조개자원의 분포밀도조사가 불가능한 88개 정점을 제외한 212 정점 (3,511 km²)에서 서식생물의 분포조사를 실시한 결과, 키조개자원은 71개 조사정점에서 출현하였다. 특히 현재 어장으로 이용되고 있는 화사도, 외연도, 십이동파도, 연도를 잇는 해역에서 다량 서식하였으며, 태안군 가로림만 인근해역과 신진도 남쪽해역에서도 많은 양이 서식하였다. 또한 조사해역의 서식환경인자들과 키조개 자원의 분포밀도에 대해 주성분분석 (PCA)을 실시한 결과, 1999년 5월 8일부터 6월 10일까지 1개월 가량의 조사기간에서 키조개 자원의 분포밀도는 조사해역의 서식환경인자들 가운데 저층부유물질의 영향이 있었다고 할 수 있다.

참고문헌

- 김영자, 오희국, 김진욱. (1981) 키조개 생태조사. 수진사업보고, **55**: 30-36.
- 백성현. (1998) 한국 서해산 키조개, *Atrina (Servatrina) pectinata*의 번식과 성장에 관한 연구. 군산대 석사학위논문, 40 pp.
- 유성규, 임현식, 류호영, 강경호. (1988) 키조개 채묘의 개발연구. 부유유생의 출현과 부착치패의 초기성장. 한수지, **21**(4): 206-216.
- 정성채, 허중수, 문영봉, 이종관, 송천환, 김강길. (1986) 키조개의 종묘생산을 위한 실험적 연구. 수진연구보고, **39**: 143-150.
- 최규정. (1980) 키조개의 크기와 중량과의 상관관계에 대하여. 여수수전 논문집, **14**: 37-41.
- 최규정. (1981) 키조개의 형태변이에 대하여. 여수수전 논문집, **15**: 27-29.

충남연안 키조개의 자원생물학적 연구 2. 성장과 자원량

마채우, 홍승현¹

순천향대학교 해양생명공학과, ¹국립수산진흥원 서해수산연구소

서 론

우리나라 연안에서 키조개자원의 생산은 일반해면어업에서의 총생산량 6,456 mt 가운데 77% (5,006 mt) 이상이 충남 연근해에 집중되어 있으며 (수산통계연보, 1998), 잠수기어업에 의해 주로 생산되어 전량 수산업협동조합을 통해 위판되고 있다. 충남 보령수산업협동조합에서 위판된 키조개의 연도별 생산량을 살펴보면, 1996년에 1,481 mt, 1997년에 3,208 mt, 그리고 1998년에는 4,305 mt으로 매년 증가하는 경향을 보이며, 최근에는 충남 연근해에서 키조개 자원생산의 중요성이 높아지고 있다.

서해안산 키조개는 김 등 (1998)에 의해 충남연안 주요어장에서의 자원평가가 수행된 바 있다. 하지만, 우리나라 잠수기어업에서 서해안산 키조개자원의 생산량이 많아 중요성이 높음에도 불구하고 이들의 성장과 더불어 자원량을 함께 연구하지를 않았다. 본 연구는 이러한 점을 고려하여 전반적 분포 및 생물학적 특성에 기초하여 이 지역에서의 키조개의 자원량을 연구하였다.

재료 및 방법

키조개 분포 및 현존량 조사는 2인의 잠수인이 함께 입수, 양쪽에서 서식생물이 누락되지 않도록하여 모두 채취하였으며, 조사가능구역과 조사기간 및 비용을 감안하고, 조사해역을 대표할 수 있는 2 × 20 m의 방형구법을 사용하였다.

채집된 키조개는 전량 실험실로 옮긴 후, 각 해구별 정점별로 개체수를 계수하였으며, 본 조사에서는 일부 파손된 개체 2 미를 제외하였다. 각고 (shell height)는 Vernier caliper로 0.1 cm까지 측정하고, 전중 (total weight)은 전자직시저울 (E5500S, Sartorius)로 0.1 g까지 측정하였다.

조사해역에서 채집된 키조개의 전중과 각고의 관계를 알아보기 위하여 오차구조 (error structure)를 확인하였다. 이들의 전중과 각고의 관계는 식 (1), (2)와 (3)에 의해 분석하였고, 자원량은 식 (4)와 (5)의 식을 이용하여 구하였다.

$$TW_t = \alpha SH_t^\beta + \epsilon_t \quad \dots \quad (1)$$

$$TW_t = \alpha SH_t^\beta \cdot e^{\epsilon_t} \quad \dots \quad (2)$$

$$\ln TW_t = \ln \alpha + \beta \ln SH_t + \epsilon_t \quad \dots \quad (3)$$

$$B = \sum_{i=1}^n \overline{D}_i \cdot \overline{W}_i \cdot A_i \quad \dots \quad (4)$$

$$Var(B_i) = A_i^2 (\overline{W}_i^2 Var(\overline{D}_i) + \overline{D}_i^2 Var(\overline{W}_i)) \quad \dots \quad (5)$$

결과 및 요약

키조개의 전중 (TW)과 각고 (SH)의 관계는 곱의 오차구조를 가지며, 관계식은 $TW = 0.004 SH^{3.595}$ ($R^2 = 0.834$, $p < 0.001$) 이었다.

조사해역에서 키조개가 서식하는 71개 조사정점의 총 서식면적은 1,176 km²이며, 단위면적 40 m² 내에서 5 개체 미만으로 어획된 해역은 전 서식면적의 54.9%, 5 개체 이상 10 개체 미만의 개체가 어획된 해역은 9.9%, 10 개체 이상 20 개체 미만의 개체가 어획된 해역은 11.3%, 20 개체 이상 50 개체 미만의 개체가 어획된 해역은 16.9%, 50 개체 이상이 어획된 해역은 7.0%이었다. 이들 해역에서 자원량은 각각 15,065 mt (분산 2.52 × 10²³), 7,366 mt (분산 2.56 × 10²²), 17,848 mt (분산 1.07 × 10²³), 57,328 mt (분산 1.05 × 10²⁴), 43,468 mt (분산 5.03 × 10²³)으로 전체 자원량은 141,076 mt이었다.

참고문헌

- 김중래, 장창익, 마채우. (1998) 충남 연안 키조개의 자원평가. 서해연안생태연구소, 59 pp.
 유성규. (1979) 천해양식. 새로출판사, 292 pp.
 장창익. (1991) 수산자원 생태학. 우성문화사, 399 pp.

최규정. (1980) 키조개의 크기와 중량과의 상관관계에 대하여. 여수수전 논문집, 14: 37-41.

최규정. (1981) 키조개의 형태변이에 대하여. 여수수전 논문집, 15: 27-29.

숙주 배제배양기내에서 이진고환극구흡충 (*Echinostoma cinetorchis*)의 피낭유충 형성 및 발육

정평립, 정영현, 박윤규, 황명기

인하대학교 의대대학 기생충학교실

서 론

극구흡충과 (family Echinostomatidae)의 이진고환극구흡충 (*Echinostoma cinetorchis* Ando and Ozaki, 1923)은 사람을 포함한 포유동물이나 조류에 기생하는 장흡충으로 일본, 한국, 중국 등 여러 지역에 분포한다. 이진고환극구흡충은 실험실내에서 그 생활사를 비교적 쉽게 구축할 수 있다. 이것은 우리나라 전역에 분포하는 담수산 배꼽또아리물달팽이가 본 충의 제 1 및 제 2 중간숙주의 역할을 함께 할 수 있다는 장점 때문이다. 근래에 우리나라에서 본 충의 인체 감염 예가 속속 보고된 바 있어 (Seo *et al.*, 1980; Ryang *et al.*, 1986; Lee *et al.*, 1988b; Ryang, 1990; Son *et al.*, 1994) 생물학적 분야는 물론 인체 기생충학 분야에서 관심을 갖게 되었고, 또아리물달팽이류 (planorbids)에 대한 생활사적, 패류분류학적 연구 (Seo *et al.*, 1984; Lee 1988a; Seo, 1989; Ahn *et al.*, 1989; Lee *et al.*, 1990, 1992; Chung and Jung, 1999; Chung *et al.*, 2001)도 상당히 진행되었다. 최근, 흡충류에 대한 실험모델을 보다 간편화시키고자 숙주 배제 배양기 (host-free culture system) 구축에 대한 연구가 만손주혈흡충을 중심으로 여러가지 흡충류에서 활발히 진행되고 있으며, 중간숙주를 배제한 배양기에서 발육된 수종의 흡충류 유충들에 관한 면역 생물학적, 분자생물학적인 연구들이 시도되고 있다 (Hansen, 1975; Fried and Stableford, 1991; Yoshino 및 Laursen, 1995; Iwin, 1997; Ivanchenko *et al.*, 1999). 그러나, 우리나라에서는 서울주걱흡충 (*Neodiplostomum seoulense*) 및 큰입참굴흡충 (*Gymnophalloides seoi*)의 피낭 유충을 성충으로 발육시키고자 한 시도 뿐이며 (Seo, 1989; Kook *et al.*, 1997), 패류를 위시한 중간숙주 배제 배양기 내에서 흡충류 유충의 배양에 관한 연구는 전혀 이루어진 바 없다.

이에, 본 연구는 이진고환극구흡충 (*Echinostoma cinetorchis*)을 대상으로 하여, 중간숙주 내에서만 발육되는 것으로 알려진 피낭유충을 중간숙주가 배제된 배양기 (host-free culture system) 내에서 피낭시켜 그 발육 상태를 관찰하였다.

재료 및 방법

Yoshino and Laursen (1995)과 Ivanchenko *et al.* (1999)의 방법을 변용하여 이진고환극구흡충 유미유충을 실험실 내에서 배양하였다. 이진고환극구흡충의 제 1 및 2 중간 호적숙주로 알려진 배꼽또아리물달팽이 (*Segmentina hemisphaerula*) 내에서 얻어진 유미유충을 Medium 199와 RPMI 1640을 변형시켜 조성한 8 가지 배지 (culture media) 내에서 배양하여 피낭유충 (metacercariae)으로 발육됨을 관찰하였다. 이 때 대조로는 역시 실험실 사육 배꼽또아리물달팽이에서 얻어진 피낭유충으로 하였으며, 그 감염력 여부를 동물실험을 통하여 확인하였다.

결과 및 요약

이진고환극구흡충의 유미유충을 Medium 199와 RPMI 1640을 변형시켜 조성한 8가지 배지내에서 배양하여 본 바, 10% fetal bovine serum을 함유한 RPMI 1640 + natural water (1:1) 배지에서 배양 48시간 후에 최대 피낭유충 형성율 (96.0%)을 보였다. 이 결과는 배꼽또아리물달팽이 내에서의 피낭유충 형성율 (37.0%) 보다 높게

나타났음을 알 수 있었다. 일면, 백서 감염 실험을 통한 성충회수율을 보면, 배지내에서 배양된 피낭유충 실험군에서 6.4%의 성충회수율을 보였고, 숙주로부터 얻은 피낭유충 실험군에서는 12.8%의 성충회수율을 얻었다. 성충회수율에 있어 차이를 보였으나, 숙주배제 배양기내에서 형성된 피낭유충도 감염력을 갖고 있음을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- Ando, R., Ozaki, Y. (1923) On four new species of trematodes of the family Echinostomatidae. *Dobutsugaku Zasshi*, **35**: 108-119.
- Chung, P.R., Jung, Y. and Park, Y.K. (2001) *Segmentina (Polypylis) hemisphaerula* (Gastropoda: Planorbidae): A new molluscan intermediate host of a human intestinal fluke, *Echinostoma cinetorchis* (Trematoda: Echinostomatidae) in Korea. *J. Parasitol.*, October (in press)
- Ivanchenko, M.G., Lerner, J.P., McCormick, R.S., Toumadje, A., Allen, B., Fischer, K., Hedstrom, O., Helmrich, A., Barnes, D.W. and Bayne, C.J. (1999) Continuous *in vitro* propagation and differentiation of cultures of the intramolluscan stages of the human parasite *Schistosoma mansoni*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **96**: 4965-4970.
- Iwin, S.W.B. (1997) Excystation and cultivation of trematodes. *In: Trematode Biology*. (ed. by Fried, B. and Graczyk, T.K.), pp. 57-86. CRC press, Boca Raton, FL.
- Stein, P.C. and Basch, P.F. (1977) Metacercarial cyst formation in vitro of *Echinostoma paraensei*. *J. Parasitol.*, **63**(6): 1031-1040.

*Helix aspersa*의 위에서의 cellulase 활성에 대한 조직화학적 및 면역조직화학적 연구

Histochemical and Immunohistochemical Study on the Stomach of a Land Snail,
Helix aspersa.

Yong Seok, Lee and Kye Heon, Jeong

Department of Biology, College of Natural Sciences, Soonchunhyang University

The histochemical and immunohistological study on the stomach tissue of the land snail, *Helix aspersa* was carried out.

The epithelium of the stomach consisted of three types of columnar cells. Type 1 cells which is majority in number has a brush border with microvilli on the free surface of the cells and contained acidic mucopolysaccharide. Type 2 cells which is typical goblet cell was tended to crowd to one side. It contained neutral and acidic mucopolysaccharide.

Oval shaped type 3 cells slanted to the basal membrane and was rarely found in the epithelium. It contained neutral and acidic mucopolysaccharide.

In the immunohistological study, cellulase activity was confirmed by LSAB kit. It was shown on the apical cytoplasm of the stomach epithelium labelled with the streptavidin particles under the LM.