

꼬막 *Tegillarca granosa* (Linnaeus)의 계절별 수온 내성

문태석, 신윤경, 정민민, 위종환

남해수산연구소 증식과

서 론

일반적으로 변온동물은 환경에 수동적으로 순응하면서 변화된 온도에 장기간 유지되면 그들의 대사작용을 재 조절하는 것으로 알려져 있다. 이러한 온도변화에 대한 대사작용의 온도보상 또는 온도순화는 이들 동물의 환경적 적응이라고 할 수 있다. 온도는 대사율, 활성화도 및 에너지 균형 등에 영향을 미치는 직접적인 요인이다. 대부분의 경우 생물은 환경변화에 대하여 보상할 수 있는 능력을 가지고 있으며, 이러한 능력은 정상적인 환경 범위 내에 있다. 패류의 환경에 대한 내성은 그들의 서식환경에 따라 영향을 받으며, 지리적 분포나 생리적 적응 현상에 다양한 영향을 미친다. 패류의 온도내성에 관한 연구는 계절 및 지리적 분포와 관련하여 보고되고 있으며, 온도변화에 따른 대사반응과 유생에 관한 보고 등이 있다.

따라서 본 연구는 꼬막 *Tegillarca granosa* (Linnaeus) 양식기술개발시험의 일환이며, 계절별 수온 온도에 따른 상한 및 하한 온도 상태에서 인내할 수 있는 임계수온과 그에 따른 대사 반응의 특성을 알아보기 위하여 개체 크기별로 동계수온 10°C와 하계수온 25°C에서 순응된 개체를 선별하여 생존율, 산소소비율 및 여수율 등의 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

실험동물인 꼬막은 전남 보성군 벌교읍 해도해역에서 채집하여 실험실로 옮긴 후 0.5t 수조에서 실내 사육하면서 실험에 사용하였다. 실험수온은 10 ± 1 °C와 25 ± 1 °C였으며, 염분은 일반해수 ($33.5 \pm 0.5\%$), 그리고 개체크기는 성패, 각장 25-30 mm, 치패, 15-20 mm의 것을 사용하였다. 실험방법은 지수식으로 행하였으며, 실험수온은 1°C/day, 2°C/day 그리고 3°C/day씩 상승 또는 하강시키면서 임계수온을 구하였다. 실험기간동안 사망률, 산소소비율 및 여수율 등을 측정하였으며, 호흡률의 측정은 산소검량기 (YSI 5000)를 사용하여 실험전후의 용존산소의 차로서 구하였으며, 여수율은 0.001%의 neutral red를 이용하여 Cole and Hepper (1954)의 방법을 이용하였다.

결 과

수온내성시험은 동계수온 10°C와 하계수온 25°C에 순응된 개체를 사용하여 1°C/day, 2°C/day 및 3°C/day씩 수온을 상승 및 하강시키면서 상한 임계수온과 하한임계수온을 결정하였으며, 각 시험구별 생존율 및 생리적 반응을 조사하였다.

동계수온에서 매일 1°C씩 상승시킨 경우 성패는 32°C부터 현저한 감소를 나타내었으며, 37°C에서 모두 사망하였고, 치패는 36°C부터 급격히 감소하기 시작하여 38°C에 모두 사망하였다. 2°C/day 및 3°C/day의 경우 생존율은 성패와 치패 모두 유사한 경향을 나타내었으며, 36°C에 급격히 감소하여 각각 38°C와 39°C에서 모두 폐사하여 임계수온은 37-39°C였다. 반면 하계수온의 경우, 1°C/day에서는 성패와 치패 모두 40°C에서 폐사하였으며, 2°C/day에서는 44°C, 3°C/day에서는 43°C에서 모두 폐사하여 하계임계수온은 40-44°C으로 추정되었다. 한편 수온을 하강시킨 경우, 성패는 0°C에서 사망률 70-73.3%, 치패는 30-46.7%으로 성패에 비하여 치패에서 다소 내성이 강한 것으로 나타났다.

참고문헌

- Menasveta, P. (1981) Lethal temperature of marine fishes of the gulf of Thailand. *J. Fish. Biol.*, **18**: 603-607.
- Wilson, J.G. (1981) Temperature tolerance of circatidal bivalves in relation to their distribution. *J. Therm. Biol.*, **6**: 279-286.
- Wilson, J.G. and Elkain (1991) Tolerance to high temperature of infaunal bivalves and the effect of geographical distribution, position on the shore and season. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **71**: 169-177.
- William, L.S. (1997) Mechanism of temperature acclimation in the channel catfish *Ictalurus punctatus*: Isozyme and quantitative changes. *Comp. Biochem. Physiol.*, **118A**: 813-820.

벗굴, *Ostrea denselamellosa* 치패의 양성방법별 성장 및 생존

양문호, 김형섭¹, 이재용², 한창희²

국립수산진흥원 남해수산시험장, ¹부안기술관리소, ²동의대학교 생물학과

서 론

우리나라에서 가장 넓게 서식분포하며 산업적으로 큰 비중을 차지하고 있는 참굴 (*Crassostrea gigas*)은 대 한제국 말기에 재래식양식이 시작된 이후 오늘에 이르렀으나 1990년대에 들어서면서 매년 채묘의 불안정으로 생산량 변동폭이 커지면서 점차로 줄어들고 있다.

그러므로 지속적인 어민소득의 증대와 안정적인 굴 생산을 위해서는 환경적응 능력이 강하고 부가가치성이 높은 새로운 양식 대상품종을 개발하여 굴 양식을 다원화 할 필요가 요구된다. 따라서 새로운 양식 대상 종의 선정은 양식 주종인 참굴과 생태학적으로 경쟁적 위치에 있지 않은 종을 선택하는 것이 바람직하다.

우리나라에 서식하는 굴 종류들은 대부분 서식생태와 발생양상이 참굴과 유사하나 그 중 벗굴은 하나 (날) 굴로서 유럽등지에서 널리 양식되며 부가가치가 높은 넓적굴 (*Ostrea edulis*) 및 Olympia 굴 (*Ostrea lurida*) 등과 같이 유생형으로 산출하는 품종으로 생식과 발생양상이 참굴과는 다르다 (Yang *et al.*, 1999).

이러한 벗굴을 양식산업에 적용하여 그 생산성을 높일 수 있는 방안을 마련하기 위하여 치패양성실험을 통한 성장 및 생존상태를 조사하였다.

재료 및 방법

치패양성 어장의 환경조사는 표층과 저층에서 일반적환경조사법으로 측정하였고 chlorophyll-*a*는 표층과 저층의 해수 1 l 를 공경 0.45 μ m의 membrane 여과지로 여과시킨 후 실험실에서 원심분리 하여 상등액을 Strickland and Parson (1972)법에 따라 비색정량하였다.

치패양성은 자연채묘 및 인공채묘한 치패를 1997년 11월부터 1998년 10월까지 전남 고흥군 해창만 시오도해역 수심 약 15m인 장소에서 연승 수하식과 채롱 수하식으로 양성 조사하였다.

치패는 자연채묘와 인공채묘한 채묘연 중에서 부착상태가 좋은 collector만을 선별하여 수하연을 제작하였고 수하연의 길이는 3 m, 패각 사이는 약 20 cm로 하였다.

채롱 수하식 양성은 PVC 40 × 40 × 10 cm로 시판되는 채롱을 사용하였고 치패의 수용 밀도별은 채롱당 벗굴 치패 10 마리와 20 마리를 수용하였으며 수심이 약 15 m 되는 장소에 표층과 저층으로 수하양성하였다. 연승 수하식과 채롱 수하식의 양성방법은 수층 (표층, 저층), 수용밀도 (10 마리, 20 마리/칸)에 따라 최종 성장도를 조사하여 Turkey test (Zar, 1984)로 분석 (ANOVA) 검증하였다

결과 및 요약

벗굴 치패 양성해역의 환경은 표층에서 수온은 2월에 가장 낮은 8.0°C였고 8월에 가장 높은 27.6°C를 나타냈다. 저층에서도 2월에 7.7°C로 가장 낮았고 8월에 26.5°C로 가장 높았다. 염분은 표층이 29.6-33.2%, 저층이 30.4-33.8%였다.

Chlorophyll-*a*의 월별변화는 표층은 6월에 가장 낮은 0.82 µg/l, 5월에 가장 높은 4.63 µg/l로서 평균 2.43 µg/l였다. 저층에서는 1월에 1.19 µg/l로 가장 낮았고 4월에 3.37 µg/l로 가장 높았으며 평균 2.46 µg/l이었다.

벗굴 치패를 연승수하식으로 표층과 저층에 수하 양성한 결과 실험 개시시 각장 22.25 ± 3.48 mm이 회수시 표층에서는 73.86 ± 6.87 mm였고, 저층에서는 68.33 ± 8.79 mm로 성장하여 각장, 각고, 전중량, 육중량의 모든 항목에서 표층이 저층보다 성장상태가 좋았으나 유의적인 차이는 없었으며 (P > 0.05), 생존율은 표층이 60.6%, 저층이 37.5%로 표층에서 높게 나타났다.

치패의 밀도별 수요에서는 채롱 (10 개체)를 표층에 수하한 경우가 각장이 93.46 ± 4.71 mm로 가장 성장이 좋았고 저층에 채롱 (20 개체)는 78.17 ± 5.95 mm로 가장 낮은 성장을 보였다.

육중량에서도 채롱 (10 개체)를 표층에 수하한 경우가 18.80 ± 3.29 g로 가장 양호하였고 채롱 (20 개체)은 11.29 ± 2.45 g으로 낮은 성장상태를 나타냈으며 다른 3개구와도 유의적인 차이를 보였다 (P < 0.05).

치패의 채롱수하식 양성시의 생존율은 표층에 채롱 (10 개체), 채롱 (20 개체) 및 저층에 채롱 (10 개체) 모두에서 70.0% 이상으로 나타났으며, 저층에 채롱 (20 개체)는 60.0%로 가장 낮은 성장을 보였다.

참고문헌

Strickland, J.D.D. and Parsons, T.R. (1972) A Practical Hand Book of Sea Water Analysis. Vol. 2, pp. 201-240.

Yang, M.H., Kim, H.S., Choi, S.D. and Han, C.H. (1999) The development of larvae and egg of flat oyster, *Ostrea denselamellosa* in Korea. *Korean J. Malacol.*, 15(2): 115-119.

Zar, J.H. (1984) Biostatistical analysis. 2nd ed. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 718 pp.

통영 북만의 굴양식장 적정관리에 관한 연구 II. 기초생산력

정우건, 김용술, 조창환, 조상만

경상대학교 해양과학대학 해양생물이용학부

서 론

해양의 유기물 합성의 95%를 담당하는 식물플랑크톤은 해양 먹이연쇄의 1차 생산자로서 이들을 여과 섭식하는 이매패류는 식물플랑크톤의 분포나 양에 따라 그 생산이 좌우된다. 그러나 이 식물플랑크톤의 분포는 동일한 해역이라도 영양염류, 수온, 태양광선의 세기와 해수면에 입사된 광선이 해수 중에서 소멸되는 정도 등에 따라 생산속도가 달라지므로 동일해역에서도 분포의 변이가 매우 심하다. 기초생산력의 차이는 굴 성육에 관계되므로 여과섭식성 이매패류 양식장의 생산성 평가의 기초자료로 이용되고 있다 (배 등, 1978; 이 등, 1991).

이 연구는 북만의 기초생산력을 조사하여, 다른 해역과 비교하고 먹이생물의 생산능력에 의한 굴양식장 수용력을 검토하는 자료로 제공하였다.

재료 및 방법

1994년 10월부터 1996년 4월까지 매월 조사해역의 8개 정점에서 봉상온도계를 사용하여 수층별 수온을 측정하였고, 투명도는 직경 30 cm의 백색 투명판으로 현장에서 측정하였다. 수심은 어탐기를 이용하여 측정한 후 실측하여 보정하였다. 클로로필은 니스킨체수기로 현장에서 수층별로 채수한 후 경상대학교 해양과학대학 실험실로 옮겨 즉시 측정하였다. 해면 입사광량은 LI-COR (Nebraska, USA)사의 LI-190SA quantum 센서를 연결한 LI-1000 DataLogger를 사용하였으며, 센서는 경상대학교 해양과학대학 수산관 2층 옥상에 설치하였고, 측정치의 단위는 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ 이다. $Z_{0.01}$ 는 $Z_{0.01} = [\text{Secchi-disc transparency}, Z_s] \times 2.5$ 로 설정하였고, 광 소멸 계수 k 는 1.44 (Holmes, 1970)를 사용하였다. 수층별 도달광량 (C_z)은 0.5 m 깊이부터 1 m 간격으로 해저면까지 $C_z > 0.1 \times 10^{15}$ quanta/cm²/sec 되는 수층 Z_d 까지 계산하였다. 광량 및 수온과 광합성 속도의 관계는 Steemann Nielsen (1975)에 따랐고, 단위해면당 기초생산력은 각 수층의 단위수량당, chlorophyll- α 양당 광합성을 PPC(z)를 구하고 (식 1), 여기에 chlorophyll- α 양을 곱하여 단위수량당 광합성을 P(z)로 변환한 다음 (식 2), 광합성 有效水柱 내의 각 층별 P(z)를 적산하여 매 시간당 단위해면당 기초생산력 PP(H)를 산출하였다 (식 3). 조사당일 일조시간별로 구한 PP(H)를 그날의 일조시간 Hrad 동안 적산하여 PPday를 구하였다 (식 4). 기초생산력에 의한 원료와 제품생산은 Odum (1971)의 광합성 곱보기 식에 따라 구하고, 원료물질로서 CO₂, 질산염, 인산염, 미네랄을 추정하였다.

$$PPC(z) = 0.1507 \times C \quad (\text{식 1})$$

$$P(z) = PPC \times Chla \quad (\text{식 2})$$

$$PP(H)(\text{mgC}/\text{m}^2/\text{h}) = \sum_{z=0.5}^{Z_d} P(z)(\text{mgC}/\text{m}^3/\text{h}), \quad (\text{식 3})$$

$$PP_{day}(\text{mgC}/\text{m}^2/\text{day}) = \sum_{H=1}^{H_{rad}} PP(H)(\text{mgC}/\text{m}^2/\text{h}) \quad (\text{식 4})$$

결과 및 고찰

북만의 일일 단위 수면적당 기초생산력의 크기는 0.07-1.5 gC/m²/day의 범위였다. 생물 잠재에너지의 생산이 가장 높은 시기는 1995년 6월로 조사정점 평균은 6.831 Kcal/m²/day이었다. 기초생산력의 분포는 조석류 특성에 따라 대평포와 범송포가 위치한 동쪽 해역과 장구도와 필도를 기점으로하는 서쪽 해역, 그리고 장도를 중심으로 하는 남쪽해역 등의 3 해역으로 구분할 수 있다. 동쪽해역은 인근의 도시하수로부터 공급되는 풍부한 영양염을 바탕으로 만의 외측 해역에 비해 생산력이 높았고 (St. 8: 69.4-232.9 mgC/m³/day), 서쪽 해역은 장구도 서쪽에서 형성된 잔차와류에 의해 대평포와 범송포, 남만으로부터 공급되는 풍부한 영양염이 차단되어 상대적으로 생산력이 낮았다 (St. 3: 31.8-124.8 mgC/m³/day). 한편 남쪽해역은 통영시 하수처리장의 직접적인 영향을 받는 남만으로부터 풍부한 영양염을 공급받음으로써 구분된 해역중에서 가장 생산력이 높았다 (St 1: 61.2-433.2 mgC/m³/day). 계절적으로는 주로 늦가을부터 시작하여 초겨울에 이르는 동안에 상대적으로 낮았고, 봄과 여름에 기초생산력이 높았다.

참고문헌

- 배평암, 김윤. (1978) 충무근해 굴양식어장 기초생산력 조사. 수진연보, **20**: 129-139.
 이병돈, 최형구, 강용주. (1991) 굴양식장 수역의 기초생산 연구, 한수지, **24**(1): 39-51.
 Holmes, R.W. (1970) The secchi disc in turbid coastal waters. Limnol. and Ocenogr., **15**: 688-694.
 Odum, E.P. (1971) Fundamentals of Ecology. Saunders Press, Philadelphia.
 Steemann-Nielsen, E. (1975) Marine photosynthesis with special emphasis on the ecological aspects. Elsevier scientific Publ. Co., New York, p. 141.