

유용 양식패류에 대한 아무르불가사리(*Asterias amurensis*)와 별불가사리(*Asterina pectinifera*)의 수온별 포식특성

강경호, 김재민, 오승택

여수대학교 양식학과

Predation of *Asterias amurensis* and *Asterina pectinifera* on Valuable Bivalves at Different Water Temperature

Kyoung-Ho Kang, Jae-Min Kim and Seung-Taek Oh

Department of Aquaculture, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea

ABSTRACT

Effect of predation of starfish, *Asterias amurensis* and *Asterina pectinifera* under different water temperature in the recirculating seawater vessel was conducted at the invertebrate culture laboratory of Yosu National University from February 1 to February 25, 2000.

The highest activity of *Asterias amurensis* and *Asterina pectinifera* according to water temperature was obtained at 14°C and 22°C.

The average individual numbers of *Anadara broughtonii* predated by *Asterias amurensis* and *Asterina pectinifera* were 2.20 and 1.60 at 6°C, 3.60 and 2.00 at 10°C, 7.20 and 2.50 at 14°C, 3.40 and 6.80 at 22°C, 0.80 and 3.90 at 26°C, respectively.

Keywords: *Asterias amurensis*, *Asterina pectinifera*, Predation, Bivalve

양식대상 패류의 성패나 치패를 포식함으로써, 패류양식장에 큰 피해를 끼치는 대표적인 해적생물이다. 이들은 저질의 상태와 상관없이 어디에나 분포하고, 번식력과 재생력이 강하며 그 숫자 또한 많기 때문에 양식장뿐만 아니라 연안생태계에도 위협의 대상이 되고 있다.

이와 관련하여 불가사리류의 포식특성에 관한 기존 논문을 살펴보면 Hancock(1955)이 굴양식장에서 불가사리의 포식특성에 대하여, Mackenzie(1969)가 *Asterias forbesi*의 포식률에 관하여, 그리고 有馬 等(1972)이 불가사리의 이때때 포식행동에 대하여 보고한 바 있다. 또한 Ribi and Jost(1978)가 피포식자인 무척추동물의 밀도에 따른 불가사리의 포식량 및 일간활력의 변화에 관하여, 그리고 Allen(1983)이 사니질에 있어서의 불가사리의 포식행동에 관하여 보고하였다. 그러나 이러한 보고들은 우리나라 연안에서 가장 많은 피해를 주는 아무르불가사리와 별불가사리를 대상으로 하고 있지 않을 뿐만 아니라 불가사리가 선호하는 유용 양식대상 패류들에 관한 수온별 포식특성에 대해서는 언급되지 못하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 유용 양식패류를 대상으로 아무르불가사리와 별불가사리의 포식특성에 관하여 실험하였다.

서 론

우리나라 연안에서 쉽게 발견되고 있는 불가사리는 유용

재료 및 방법

실험에 사용된 불가사리는 전라남도 여수시 돌산읍 군내리 연안에서 포획한 것으로서, 평균 완장이 각각 6.67 ± 0.50 cm, 7.18 ± 0.42 cm인 별불가사리와 아무르불가사리를 사용하였다(Table 1). 이때 먹이로 사용한 유용패류는 평균 각장이 각각 35.52 ± 3.30 mm, 31.72 ± 2.01 mm, 32.33 ± 2.52 mm인 바지락과 고막, 피조개였으며(Table 2), 2000년 2월 1일부터 동년 2월 25일까지 25

Received February 17, 2000; Accepted May 20, 2000
Corresponding author: Kang, Kyoung-Ho
Tel: (82) 61-640-6213, e-mail: jmobidic@yosu.ac.kr
1225-3480/16103
© The Malacological Society of Korea

Table 1. Measurement of starfish used in the experiment.

| Species | Arm length ±SD (cm) | Total weight ±SD (g) |
|-----------------------------|------------------------|-------------------------|
| <i>Asterias amurensis</i> | 7.18±0.42 | 76.03±13.23 |
| <i>Asterina pectinifera</i> | 6.67±0.50 | 76.73±9.42 |

일간 여수대학교 양식학과 무척추동물양식연구실에서 실시하였다.

불가사리의 수온별 활력을 알아보기 위한 실험은 55 liter(40×55×35 cm) 플라스틱 사각수조(Fig. 1)를 이용하여 6°C에서 26°C까지 4°C간격으로 불가사리 2종에 대해 각각 6개의 실험구를 3반복 설정하였고, 각 실험구별로 불가사리를 1마리씩 수용한 후, 뒤집어 놓은 후 정상상태로 될 때까지의 시간을 측정하여 그 평균치로 불가사리의 활성을 판별하였다.

수온별 포식량 실험에서는 불가사리의 주요 피포식자인 피조개를 사용하였고, 실험구 배치는 활력 실험과 동일하게 설정하였다. 수용밀도는 각 실험구별로 별불가사리와 아무르불가사리 1마리와 피조개 5마리를 수용하여 10일 동안 오전 7시와 오후 7시에 관찰하였다. 포식한 마리수를 측정한 후 폐각을 처리하였으며, 부족한 양에 대해서는 피조개를 보충해 주었다. 사육기간동안 사육수는 자체순환시켰고, 매일 전량 환수하였다.

먹이선택성 실험의 실험구 배치는 활력과 포식량 실험에서 아무르불가사리 14°C, 별불가사리는 22°C를 먹이선택성의 적정 수온으로 설정하였고, 반복구를 두었다. 수용밀도는 각 실험구별로 별불가사리와 아무르불가사리 1마리와 고막, 바지락, 피조개를 각각 5마리씩 수용하여 조사하였다.

결과의 통계처리는 ANOVA-test를 실시하여 Duncan's multiple range test로 SAS (SAS Inc., 1999) program을 이용하여 평균간의 유의성을 검정하였다.

결 과

불가사리의 활력을 조사한 결과, 아무르불가사리의 경우 6°C에서 222.0±5.57 초, 14°C에서 64.3±5.51 초가 소

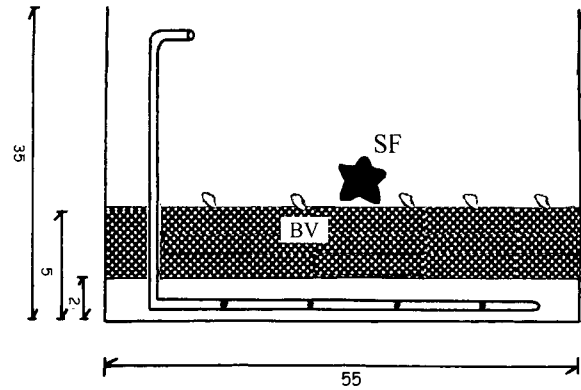


Fig. 1. Sectional diagram of the plastic tank used for experiment period. BV: Bivalve, SF: Starfish. Unit of each scale are centimeter.

요되어 가장 활력이 좋았으며, 18°C에서 109.7±8.50 초, 22°C에서 214.7±6.11 초, 26°C에서는 418.7±7.09 초가 소요되어 고수온에서 급격하게 활력이 떨어졌다 (Table 3). 그러나 별불가사리 경우는 6°C에서 390.7±3.06 초, 14°C에서 247.3±8.33 초가 소요된 반면 22°C에서 62.3±8.33 초가 소요되어 활력이 가장 좋았고, 26°C에서도 97.7±7.37 초가 소요되어 비교적 고수온에 강한 것으로 나타났다(P<0.05).

불가사리의 수온별 포식량을 10일 동안 조사한 결과, 아무르불가사리의 경우 6°C에서 평균 2.2±0.73마리의 피조개를 포식하였으며, 10°C에서 3.6±0.42마리, 14°C에서 7.2±1.32마리, 그리고 26°C에서 0.8±0.12마리를 포식함으로써 14°C를 중심으로 수온이 상승 또는 하강할수록 포식량이 줄어들었다(Table 4). 또한 별불가사리의 경우, 6°C에서 1.6±0.22마리, 18°C에서 3.0±0.84마리, 22°C에서 6.8±1.53인 반면 26°C에서는 3.8±0.84마리를 포식함으로써 비교적 고수온에서 높은 포식률을 보였다(P < 0.05).

불가사리의 먹이선택성을 10일 동안 조사한 결과아무르불가사리의 경우 1개체당 피조개 4.90마리, 바지락 2.90마리 그리고, 고막 2.23마리를 각각 포식하였고, 포식비율

Table 2. Measurement of valuable bivalves used in the experiment.

| Species | Shell length ±SD (mm) | Shell height ±SD (mm) | Total weight ±SD (g) |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| <i>Anadar granosa bisenensis</i> | 35.5±3.30 | 29.5±2.64 | 15.2±3.11 |
| <i>Tapes philippinarum</i> | 31.7±2.01 | 25.0±1.59 | 9.1±1.83 |
| <i>Anadara broughtonii</i> | 32.3±2.52 | 30.0±3.10 | 13.1±2.89 |

Table 3. Activity of *Asterias amurensis* and *Asterina pectinifera* on various water temperature. (unit: sec.)

| Species | Water temperature (°C) | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 6 | 10 | 14 | 18 | 22 | 26 |
| <i>Asterias amurensis</i> | 222.0±5.57 ^d | 150.7±5.03 ^c | 64.3±5.51 ^b | 109.7±8.50 ^d | 214.7±6.11 ^b | 418.7±7.09 ^e |
| <i>Asterina pectinifera</i> | 390.7±3.06 ^e | 297.3±7.37 ^d | 247.3±8.33 ^c | 122.7±7.37 ^d | 62.3±8.33 ^b | 97.7±7.37 ^c |

*Values in the same column with different letters are significantly different. (P<0.05)

은 피조개가 49.0±4.3%로 가장 높았으며, 바지락 29.0±2.4% 그리고, 고막이 22.3±2.1%로 가장 낮았다. 또한 별불가사리의 먹이선택도 피조개의 포식비율이 46.5±3.6%로 가장 높았다(Fig. 2).

고찰

불가사리류는 수온 15-20°C의 범위에서 조개류와 새우 등의 갑각류, 해삼 등의 극피동물, 갯지렁이등의 환형동물 등을 가장 활발하게 포식하는 잡식성으로서 특히 조개류를 호식하고 있다. 최근 패류양식장이 대규모화되면서 불가사리는 점진적으로 증가하는 추세를 보이고 있으며, 또한 몸의 일부가 절단되어도 새로운 개체로 성장하는 등 재생력이 매우 강한 생물이다. 이러한 불가사리는 연안해역의 패류 양식장과 마을 어장에 서식하는 피조개, 전복, 바지락, 가리비 등의 유용한 조개류를 무차별 포식함으로써 연안 패류자원을 감소시켜 양식어업인에게 막대한 피해를 주고 있다.

우리나라 패류 양식장에 피해를 주는 불가사리류는 불가사리, *Asterias amurensis*와 별불가사리, *Asterina pectinifera* 2종이 대부분을 차지한다.

지금까지 불가사리와 별불가사리의 산란습성에 관한 연구로는 Kim(1968)이 일본 陸奥만에 있어서 불가사리의 주산란기는 3-5월이라 하였고, 猪野等(1955)은 東京灣의 浦安沿岸에 있어서 2-3월경 그리고, 林(1954)은 북해도 厚岸灣에서 7월경이라고 보고한 바 있다.

그리고 高稿(1979)는 일본 홋카이도의 利尻만에 있어 별불가사리의 주산란기는 9월경이라고 보고하였다. 또한 猪野等(1955)은 東京灣에서 아무르불가사리의 산란 성기는 수온이 11°C 전후인 2월 하순에서 3월 초순이라 하였다.

有馬等(1972)은 불가사리류의 이때때 포식행동에 관한 연구 결과, 10-20°C 사이에서 불가사리류는 포식활동이 왕성하며, 25°C 이상에서는 50%이상이 폐사하였다고 보고하여 본 연구와 비교할 때 수온구간별 포식량 관계는 아무르 불가사리의 경우, 거의 일치하는 경향을 보였으나, 고수온에서의 사망률에 있어서는 다소의 차이가 있었고, 별불가사리에 있어서는 전혀 다른 결과를 보였다. 이는 有馬等(1972)의 보고에서도 나타난 바와 같이 완장이 클수록 고

Table 4. Predation of *Asterias amurensis* and *Asterina pectinifera* at various water temperatures during experimental period.

| WT. (°C) | No. of <i>A. broughtonii</i> fed by a | |
|----------|---------------------------------------|-----------------------------|
| | <i>Asterias amurensis</i> | <i>Asterina pectinifera</i> |
| 6 | 2.2±0.73 ^d | 1.6±0.22 ^c |
| 10 | 3.6±0.42 ^c | 2.0±0.48 ^d |
| 14 | 7.2±1.32 ^a | 2.5±0.84 ^c |
| 18 | 5.2±1.84 ^b | 3.0±0.84 ^c |
| 22 | 3.4±0.44 ^c | 6.8±1.53 ^a |
| 26 | 0.8±0.12 ^c | 3.8±0.84 ^b |

*Values in the same column with different letters are significantly different. (P<0.05)

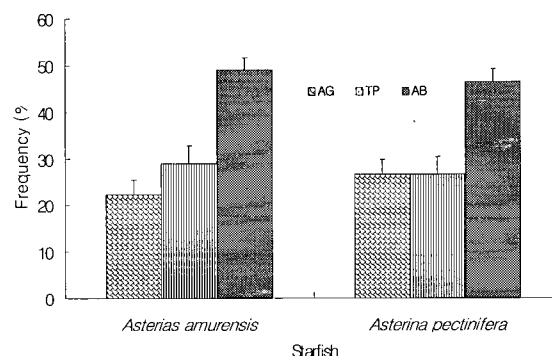


Fig. 2. Predation rate of starfishes on 3 species of shellfish in aquarium for 10 days. AG: *Anadara granosa bisenensis*, TP: *Tapes philippinarum*, AB: *Anadara broughtonii*.

수온에서의 저항력이 약한데 그 원인이 있는 것으로 생각된다.

한편 Hancock(1955)은 불가사리류의 포식행동에 관한 그의 연구에서 *Asterias*속은 연체동물중 진주담치를 가장 좋아한다고 밝힌 바 있으나, 불가사리가 저질에 서식한다는 점과 포식의 용이성을 감안할 때, 부착성 패류보다는 비부착성 패류나 일시부착성 패류를 보다 쉽게 선택할 수 있을 것으로 판단되어 본 실험에서 선호도가 가장 좋았던 피조개가 가장 많이 포식되는 것으로 생각된다. 그러나 앞으로 양식 유용패류를 대상으로 보다 더 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

요 약

유용 양식패류에 대한 아무르불가사리와 별불가사리의 수온별 포식특성에 관하여 조사한 결과, 각 수온별 불가사리의 활력 측정시간은 아무르불가사리의 경우, 6°C에서 222.0±5.57초였고, 14°C에서 64.3±5.51초로 회복시간이 가장 빨랐으며, 22°C에서 214.7±6.11초, 26°C에서는 418.7±7.09초로 고수온에서는 급격하게 활력이 떨어졌다. 그러나 별불가사리 경우는 22°C에서 62.3±8.33초로 회복시간이 가장 짧아 활력이 가장 왕성하였고, 26°C에서도 97.7±7.37초로 비교적 고수온에 강한 것으로 나타났다.

수온별 불가사리의 포식률 실험 결과, 수온구간별로 10일간 불가사리 1마리당 포식한 피조개의 마리수는 아무르불가사리의 경우, 6°C에서 2.2±0.73마리, 10°C 3.6±0.42마리, 14°C 7.2±1.32마리, 18°C 5.2±1.84마리, 22°C 3.4±0.44마리 그리고, 26°C에서는 0.8±0.12마리였다. 한편 별불가사리의 경우 6°C에서 1.6±0.22마리, 10°C 2.0±0.48마리, 14°C 2.5±0.84마리, 18°C 3.0±0.84마리, 22°C 6.8±1.53마리 그리고, 26°C에서는 3.9±0.84마리로 비교적 고수온에 강한 적응력을 보였다.

유용 양식패류 3종을 대상으로 실시한 먹이선택성 실험 결과, 아무르불가사리의 경우, 피조개를 49.0±2.61%, 바지락 29.0±3.84% 그리고, 고막은 22.3±3.21% 포식하였고, 별불가사리의 경우 피조개를 46.5±6.62% 포식한 반면, 바지락과 고막 모두 26.5±2.45% 포식함으로써 두 종 모두 피조개에 대한 포식률이 가장 좋았다.

REFERENCES

Allen, P.L. (1983) Feeding behavior of *Asterias rubens* (L.) on soft bottom bivalves: a study in selective predation. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **70**: 79-90.
 Hancock, D.A. (1955) The feeding behavior of starfish on Essex oyster beds. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, **34**: 313-331.

Kim, Y.S. (1968) Histological observations of the annual change in the gonad of the starfish, *Asterias amurensis* Lutken. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 19(2): 97-108.
 Mackenzie, C.L. (1969) Feeding rates of starfish *Asterias forbesi* (Desor), at controlled water temperature and during different seasons of the year. *U. S. Fish and Wildl. Serv., Fish. Bull.*, **68**(1): 67-72.
 Ribi, G. and Jost, P. (1978) Feeding rate and duration of daily activity of *Astropecten aranciacus* (Echinodermata: Asteroidea) in relation to prey density. *Marine Biology*, **45**: 249-254.
 高橋延昭 (1979) 利尻島産イトマキヒトデの産卵期. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **45**(8): 945-950.
 有馬建二, 浜谷進司, 宮川洋一 (1972) ヒトデの二枚貝捕食行動について. *北水誌*, 14: 63-69.
 林 良二 (1954) 東京灣を襲ヒトデ. *遺傳*, **8**(5): 4-7.
 猪野 峻, 相良順一郎, 浜田堀子, 玉河道徳 (1955) 東京灣に於けるヒトデの産卵期について. *Jap. Soc. Sci. Fish.*, **21**(1): 32-36.