쥐노래미과 어류 산란특성 연구를 위한 잠수조사

이용득¹ · 김준섭² · 정지현⁴ · 심원준⁴ · 곽우석^{1,3,*}

¹국립경상대학교 해양생명과학과

²해양수산정책기술연구소

³해양산업연구소

⁴한국해양과학기술원

Direct Observations of Spawning Characteristics on the Hexagrammidae Fishes in Korean Coastal Waters Using SCUBA Diving

YONG-DEUK LEE¹, JUN-SOP KIM², JEE-HYUN JUNG⁴, WON-JOON SHIM⁴ AND WOO-SEOK GWAK^{1,3,*}

¹Department of Marine Biology & Aquaculture, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

²Research Institute for Coastal Environment and Fishery-policy, Gwangju 500-757, Korea

³The Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

⁴Korea Institute of Ocean Science and Technology, Geoje 656-834, Korea

이번 연구에서는 서해와 남해에 서식하는 노래미(*Hexagrammos agrammus*)와 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)의 산란특성 연구를 위해 2012년 11월부터 12월까지 스쿠버다이빙을 통한 잠수조사를 실시하였다. 서해에서는 수심 6-7 m의 크고 작은 암반지역 위에 있는 홍조류에 노래미 난괴가 간격을 두고 부착되어 있었으며, 난괴 주변에도 홍조류가 많이 분포하고 있었다. 산란기의 노래미 수컷은 붉은색의 혼인색을 띠며 난괴를 보호하고 있었고, 수정란과 함께 은폐되어 눈에 잘 띄지 않았다. 남해의 경우 수심은 서해와 같은 6-7 m이지만, 사질 및 암반에 놓인 페그물 위, 바위 틈, 해조가 무성한 암반지역 등 비교적 다양한 곳에 노출되어 있는 4-8개의 쥐노래미 난괴를 확인할 수 있었으며, 서해와는 다르게 외부에 노출되고 조류소통이 좋은 지역에서 난괴가 확인되었으며, 쥐노래미 수컷의 혼인색은 황금빛을 띄고 있어 쉽게 발견할 수 있었다.

The spawning characteristics of *Hexagrammos agrammus* and *Hexagrammos otakii* was directly observed in coastal regions of the Yellow Sea and South Sea during the spawning seasons using scuba diving. The territorial male *H. agrammus* showed different body size, nuptial coloration and nest location compared to those of *H. otakii*, even though both species caring egg masses were found at the almost same depths. In the West sea, a relatively small guardian *H. agrammus* male protects 1-2 egg masses laid on a clump of red algae within his territory. The territorial males in red nuptial coloration and their egg masses were well camouflaged in their surroundings. Contrary to *H. agrammus*, a guardian *H. otakii* male in yellowish nuptial coloration protects 4-8 egg masses in a nest. In addition, their nests were located on the relatively open environments such as discarded fishing nets, rock crevices and a clump of algae. The results of present study shows that even though both of two species belonged to Hexagrammidae, they have different strategies for spawning and protecting their egg masses.

Key words: *Hexagrammos agrammus*, *Hexagrammos otakii*, spawning, egg masses, scuba survey

서론

노래미(*Hexagrammos agrammus*)와 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)는 우리나라 동, 서, 남해 전 연안에 서식하는 연안 정착성

어류로 바닥이 암초지대나 해조류가 무성한 곳 또는 모래와 펄이 섞인 암초지대 등에 서식하는 것으로 알려져 있다. 수정란은 침성 점착란으로 난괴를 형성하는 것으로 알려져 있으나, 산란장 또는 산란상황에 대해서는 불명확한 점이 많다. 쥐노래미 산란에 대한 선행연구로는 Ooshima and Nakamura (1944)가 일본 Miwa만에 서 쥐노래미 난 수와 산란습성에 대해서 그리고 Munehara *et al.* (2000)

Received April 1, 2013; Revised May 6, 2013; Accepted May 8, 2013

*Corresponding author: wsgwak@gnu.ac.kr

이 산란행동 등에 대해 보고하였으나, 국내에서는 쥐노래미의 산란특성 및 성숙에 대한 연구(강 등 2004)가 일부 진행되어지고 있을 뿐 산란습성에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 이번 연구의 목적은 잠수조사를 통해 발견한 수정란을 보호하고 있는 서해의 노래미(*H. agrammus*)와 남해의 쥐노래미(*H. otakii*) 두 종 수컷의 산란습성 그리고 수정란과 산란장에 대한 특징을 기술하여 생태학적 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

조사지역으로 서해에서는 충남 태안군 소원면 모항리 만리포해수욕장, 남해에서는 경남 통영시 산양읍 소장군도와 미륵도에서 2012년 11월부터 12월까지 한 달간 스쿠버 다이빙을 하여 조사하였다(Fig. 1). 잠수관찰은 2인 1조로 팀을 구성하여 연안 수심 1~10 m를 약 40분/회를 기본으로 서해와 남해에서 약 690, 590분 동안 종의 특징 및 산란 생태를 관찰 기록하였다. 수온과 염분 측정은 Multi-Analyzer 815 PDC (ISTEK)를 이용하였다. 수중에서 비디오 및 사진촬영은 VX-2000 Pro (Sea & Sea)를 이용하였다. 수중에서 발견한 수정란의 일부는 채집하여 실험실로 운반 후 관찰하였다. 어류 동정은 수중관찰 및 수중촬영 결과를 참조하여 김 등(2005)을 이용하였고, 분류체계 및 학명은 김 등(2005)을 따랐다.

결과 및 고찰

정과 김(1994)이 부산 조간대 지역에서 채집된 노래미를, 강 등(2004)은 태안 연안의 쥐노래미 생식선중량지수(GSI)를 조사하여 두 어종 모두 11월에 GSI가 최고값을 나타내는 것으로 보고하였다. Kurita *et al.* (1995)이 쥐노래미과 어류의 경우 북쪽으로 올라갈수록 산란기가 빠르다고 한 것을 고려하면 조사해역 각 어종의 GSI 최고

값에 약간의 차이는 있을 수 있으나, 이번 잠수조사가 이루어진 11월과 12월은 노래미와 쥐노래미의 산란기에 해당한다고 할 수 있다.

노래미, 쥐노래미와 같은 쥐노래미과 어류는 연안 정착성이 매우 강한 어종으로 산란기에는 수컷이 자신의 영역에 암컷을 유인하여 해조장 주변에서 산란이 이루어지는 것으로 알려져 있다. Uchida (1941)는 위의 두 어종이 수정란을 해조류의 뿌리 부분에 부착하는 것으로 보고하였으나, Hukuhara (1973)는 히로시마 만에서 쥐노래미 난괴가 해조류에 부착되어 있는 것은 2개이고, 나머지 8개는 난괴끼리 덩어리를 형성하고 있는 것으로 보고하였다. 그러나 이들 연구는 잠수조사에 의한 직접관찰이 아닌 소형 저인망에 의해 채집된 수정란을 대상으로 하고 있어 수중에서 두 어종의 수정란이 어떤 형태로 어디에 부착되어 있었는지를 알기 어렵고 또한 채집된 수정란이 위 두 어종 중 어느 어종의 것인지 판단하는데 어려움이 있다.

서해의 경우 노래미 난괴가 수심 6~7 m의 크고 작은 암반 지역 위에 있는 홍조류의 뿌리 부분에 노래미 난괴가 부착되어 있었고, 난괴 주변에도 홍조류가 많이 분포하고 있었다(Fig. 2A, B, Table 1). 한편 남해에서 관찰된 쥐노래미 난괴는 서해와 같은 수심 6~7 m이지만, 사질 및 암반에 놓인 패그물 위, 바위가 만나는 틈 그리고 해조가 무성한 암반지역 등 비교적 다양한 곳에 노출되어 있는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 2C, D, Table 1). 이와 같이 난괴가 부착된 기질과 상태 및 그 주변 환경이 두 종에서 차이가 있는 것은 분류학상으로 두 종이 같은 과에 속하지만 각 어종의 산란생태가 다르기 때문으로 추정된다. Okuno (1965)는 노래미가 쥐노래미보다 얕은 해역에 서식한다고 보고하였으나, Kanamoto (1976a)는 수정란을 보호하고 있는 두 종의 수컷 모두 5 m이내의 수심에서 발견되어서 수심보다는 서식장소의 암반과 해조류의 유무와 같은 환경이 서식 및 산란장소 결정에 영향을 주는 것으로 보고하였다.

Fig. 1. Map showing the locations of the investigation sites (A: West Sea; B: South Sea; ●: Diving point).

Fig. 2. Various pictures on the spawning grounds (A, B: egg masses of *H. agrammus*; white arrows, egg masses; C, D: egg masses of *H. otakii*), the egg masses of *H. otakii* (E, F), and the guardian fishes {G: *H. agrammus* in red nuptial coloration (black arrows); H: *H. otakii* in yellow nuptial coloration}.

Table 1. Characteristics of spawning and a guardian male of the Hexagrammidae Fishes including *H. agrammus* and *H. otakii*

Location	Station	Date	Species name	Spawning site	Depth (m)	Temp. (°C)	Status of a guardian male	Location of a guardian male	Nuptial coloration	Color of egg masses	Characteristics and number of egg masses guarded by a male	Environments around egg masses
West Sea (Mallipo)	St. 1	2012.11.21	<i>H. agrammus</i>	around the root of algae on the rocky reef	7	12	- move within 1 m radius protecting the egg masses - no escapement - well camouflaged	between high-relief rocky reefs	red	orange	- a small egg mass attached to the root of algae - well camouflaged in their surroundings	rocky areas with a clump of reddish algae
	St. 2	"	"	"	6	13	"	between high-relief rocky reefs	red	pansy purple, dark apricot	- two egg masses with different colors were separated by a 10 cm distance - well camouflaged in their surroundings	"
	St. 3	"	"	"	6	13	"	just beside the egg masses on the rocky reefs	red	dark apricot	- a small egg mass attached to the root of algae - well camouflaged in their surroundings	"
South Sea (Sojang-gundo)	St. 1	2012.12.06	<i>H. otakii</i>	on the algae growing on the discarded fishing nets	6	11	- move within 2~3 m radius protecting the egg masses	just beside the discarded fishing nets	yellowish brown	dark gray, purple, orange, apricot	- a large egg mass consisting of 6~7 small egg masses with different colors	sand and rocky areas
	St. 2	"	"	between rocky areas	7	11	- no finding of a guardian male	-	-	dark gray, yellow, dark apricot, apricot	- a large egg mass consisting of 7~8 small egg masses with different colors	"
	St. 3	"	"	between rocky areas surrounded by algae	6	10.5	- move within 2~3 m radius protecting the egg masses	just beside the egg masses	yellowish brown	dark gray, purple, dark apricot, apricot	- a large egg mass consisting of 4~5 small egg masses with different colors	rocky area with a clump of algae

게다가 Kanamoto (1976b)는 서식하던 장소에서 떨어진 곳에 표지방류한 노래미 16개체 중 12개체가 홍조류에서 75%가 발견된 반면, 노출된 암반위에서는 11.1%로 대조적인 결과를 나타내어 노래미는 홍조류를 서식장소로 선호하며 산란 또한 홍조류에 산란한다고 보고하였다(Fig. 2G, Table 1). 이번 연구에서도 난을 보호하고 있는 서해의 노래미와 남해의 쥐노래미 수컷이 발견된 수심이 6-7 m로 유사한 반면 난피가 놓여있는 환경이 서로 다른 것을 고려하면 두 종의 서식 및 산란장소는 수심보다는 주변 환경에 더 큰 영향을 받는 것으로 판단된다. 또한 수중관찰 시 서해에서 노래미 난피가 홍조류 뿌리 부분에 주변 환경과 잘 어우러져 부착되어 있어 난피를 찾기 어려웠는데, 이와 같은 결과는 Kanamoto (1976a)가 노래미 난피는 잘 은폐되어 있다고 보고한 것과 유사하다고 할 수 있다. 한편 남해에서 쥐노래미 수정란은 은폐된 곳이 아닌 조류 소동이 좋은 노출된 곳에서 발견되었는데(Fig. 2H) 이는 쥐노래미에 속하는 다른 어종인 노래미 또는 줄노래미(*Hexagrammos octogrammus*)와 달리 쥐노래미는 눈에 잘 띄는 개방된 장소에 산란을 한다는 보고와 유사한 경향으로 생각된다(Munehara *et al.*, 2000; Gorbunova, 1970; Kanamoto, 1976a,b).

또한 서해에서 난피를 보호하고 있는 노래미 수컷은 전장이 약 15 cm이고 1~2개의 난피를 보호하고 있었다. Munehara *et al.* (2000)은 일본 홋카이도 연안에서 노래미 산란기에 잠수조사와 CCD (charge copied device) 카메라를 통해 관찰한 노래미 7개체 체장범위를 15.3~24.6 cm, 평균체장 20.6 cm, 산란수심 1~6 m, 수컷 1개체 당 난피 수 2~15개, 평균 난피 수 7개로 보고하여 이번 조사와 평균값에 있어서 차이를 보였다. 반면 Kanamoto (1976a)는 일본 동북지방의 센다이 만에서 노래미 수컷 1개체가 보호하고 있는 난피 수는 수중에서 관찰된 10개체 수컷 중 8개체가 전장 16~20 cm로 1~2개의 난피를 그리고 전장 20 cm가 3개, 전장 25 cm가 최대 6개의 난피를 보호하고 있어서 어체 크기에 따라 보호하고 있는 난피 수에 차이가 있는 것으로 보고하였다. 일본의 위도가 다른 두 지역에서 유사한 체장 범위에 있는 노래미 수컷이 보호하는 난피 수가 고위도 일수록 많은 것을 고려할 때 노래미 수컷 1개체가 보호하는 난피 수 차이는 위도에 따른 환경차이에 기인할 수도 있을 것으로 추측된다. 한편 남해에서 관찰된 쥐노래미의 경우 전장 약 25 cm의 수컷이 난피를 보호하고 있었으며 산란장별로 수컷 1개체가 1~8개의 난피를 보호하고 있었다. Munehara *et al.* (2000)은 일본 홋카이도 연안에서 쥐노래미 산란행동을 관찰하였는데 수컷의 체장 범위가 28.5~44.0 cm, 평균 36.8 cm이고 산란 수심은 3~20 m, 평균 6 m, 수컷 1개체 당 난피는 8~53개, 평균 21개로 나타나 산란 수심은 이번 연구결과와 유사하지만, 그 외에는 높은 값을 나타냈다. 쥐노래미도 암컷이 체장 증가에 따라 포란수가 증가하고(Ochiai and Tanaka, 1998), 산란기 중 다회 산란하는 어류인 것(Ooshima and Nakamura, 1944)을 고려하면 Kanamoto (1976a)가 노래미에 대해 보고한 것과 같이 쥐노래미 수컷의 체장과 보호하고 있는 난피 수에 상관관계가 있을 수 있을 것으로 추측된다. 노래미와 쥐노래미 모두 수컷의 체장과 위도에 따른 수컷 1개체의 보호 난피 수 상관관계에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

서해에서 노래미는 다이버가 접근 시 경계는 하였으나, 도피하지 않고 난피를 중심으로 반경 1 m이내를 돌며 난피를 보호하고

있었으며, 체색은 주변 홍조류의 색깔과 같은 붉은색을 띄고 있어 어체를 식별하기 어려웠다(Fig. 2G). 한편 남해에서 쥐노래미는 다이버가 난피에 접근 시 난을 보호하던 수컷 쥐노래미가 민감하게 반경 2~3 m내에서 이동하였다가 다시 난피로 돌아오는 난 보호 행동을 나타냈다. 이와 같은 두 어종의 강한 난피 보호행동과 좁은 이동범위는 강한 정착성과 원래 서식장소로 돌아오려고 하는 서식생태를 잘 반영하고 있는 것 이라고 할 수 있다.

한편 Munehara *et al.* (2000)은 노래미와 줄노래미 난피는 연안역 수심이 비교적 얇은 곳의 해조류 위에 난피 별로 떨어져서 산란되어 있고, 난피가 주변 환경과 잘 어우러져 은폐되어 있다고 하였으나, 쥐노래미 수정란은 작은 알 덩어리 여러 개가 서로 붙어 한 개의 큰 덩어리를 형성하고 있다고 하였다. 서해의 노래미가 지키고 있던 2개의 난피도 난피 간에 약 10 cm정도 떨어진 거리에 은폐되어 있었고, 남해의 쥐노래미 수정란은 작은 덩어리 몇 개가 뭉쳐져 큰 덩어리를 형성하고 있었다(Fig. 2A-D, Table 1). 특히 쥐노래미 수정란에 대해 Uchida (1941)는 쥐노래미 암컷 1개체가 1개의 작은 수정란 덩어리를 형성할 것이라고 하였다. 또한 Ooshima and Nakamura (1944)는 암컷 1개체가 약 6,000개를 포란할 수 있는데, 수컷이 보호하고 있는 1개의 난피 덩어리에 20,000~30,000개의 수정란이 있다고 하였고, Hukuhara (1973)는 저인망으로 채집된 쥐노래미 난피에 대해 동일 개체의 암컷에서 산란된 수정란은 똑같은 색깔을 나타내는데 난피별로 색깔이 다른 것에 착안하여 복수의 암컷 또는 암컷 1개체가 2회에 걸쳐 산란에 참여하여 큰 난피가 형성되었을 것으로 추정하였다. 이번 수중관찰에서도 난피별 다른 색깔과 난피 색깔에 따라 난 발생 정도가 다른 것 그리고 수정란끼리 붙어 있는 작은 덩어리가 모여 큰 덩어리의 난피를 형성하고 있으나, 안쪽은 공간이 확보되어 있어서 해수가 잘 소통될 수 있는 구조인 것을 확인할 수 있었다(Fig. 2C-F).

서해에서 난피를 보호하며 자신의 영역을 지키고 있는 산란기 노래미 수컷의 혼인색은 붉은색을 나타내어 주변 환경인 홍조류에 잘 은폐할 수 있는 색깔을 띄고 있는 반면, 남해의 쥐노래미 수컷의 체색은 황금빛 진한 노란색의 혼인색을 띄며 주변과 비교하여 대조적으로 눈에 띄는 색깔을 나타내고 있었다(Fig. 2G, H). 서해의 노래미와 남해의 쥐노래미는 혼인색에서의 차이뿐만 아니라 수중관찰에서 발견 당시 수컷이 있던 위치에서도 차이가 있었는데, 노래미는 난피 옆의 바위틈에 은폐하고 있었으나, 쥐노래미는 노출된 지형의 눈에 띄기 쉬운 곳에 위치하고 있었다. 이는 두 어종의 서식생태와 연관이 있다고 할 수 있는데 특히 쥐노래미의 경우 전장 20 cm이하 개체는 암반 위의 돌출된 부분에 좀 더 많고 암반 위의 움푹 파인 부분 또는 암반 아래 그리고 해조류 위 등에 골고루 분포하지만, 20 cm이상 되는 개체는 암반 위의 노출된 부분과 아래에 극단적으로 많이 분포하며, 성장에 따라 서식장소에 대한 선택성과 territoriality가 강한 경향이 보고되었다(Kanamoto, 1976a). 이번 연구에서 관찰된 쥐노래미 전장이 약 25 cm인 것을 고려할 때 서식장소에 대한 강한 선택성이 반영되었다고 할 수 있다. 또한 Yamamoto and Nishioka (1948)는 쥐노래미 체색은 개체에 따라 매우 차이가 많으나 산란기 수컷의 경우 약간 붉은색을 띤 누런 혼인색을 띤다고 하였으므로 산란기 수컷의 혼인색에 대해서는 다양한 지역에서 잠수조사 횡수를 늘려 추가조사 할 필요가 있을 것으로 판단된다.

잠수조사에 의한 직접관찰을 통해 특정 어종의 산란생태를 확인하는 방법은 저인망 등의 어구를 이용하여 어류채집 시 발생할 수 있는 서식환경 파괴를 최소화 할 수 있고, 어류 채집이 필요 없는 생태계 및 환경 보존적 조사방법이라고 할 수 있다. 또한 해당 어종의 산란 장소, 산란된 난을 보호하는 습성 및 산란기 특징 등을 직접 관찰할 수 있고 산란기 예측을 포함한 다양한 생태정보를 획득할 수 있다. 또한 이와 같은 정보에 근거하여 해당 어종 보호를 위한 금어기 설정 및 산란장 보호를 위한 기준을 설정하는데 중요한 수단이 될 수 있을 것으로 판단된다.

사 사

이 논문은 2012년 국토해양부의 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(유류오염 환경영향평가 및 환경복원 연구-PM56950). 남해안 조사 시 협조해 주신 국립경상대학교 실습선 참바다호 관계자분들께 감사드립니다.

참고문헌(References)

- 강희웅, 박오열, 정의영. 2004. 귀노래미, *Hexagrammos otakii*의 난형성과정의 미세구조적 연구. 한국어류학회지, **16**: 271-281.
- 김익수, 최 윤, 이충열, 이용주, 김병직, 김지현. 2005. 한국어류대도감. 교학사, 615 pp.
- 정의영, 김성연. 1994. 노래미, *Hexagrammos agrammus* (Temminck et Schlegel)의 성성숙과 산란. 한국어류학회지, **6**: 222-236.
- Gorbunova, N. 1970. Spawning and development of greenlings (Family Hexagrammidae). In: Rass, T.S. (ed.) Greenlings: taxonomy, biology and interoceanic transplantation. Israel Program for Scientific Translations, Moskva, pp. 121-185.
- Hukuhara, O. 1973. Research on the eggs of Hexagrammidae fishes from Hiroshima bay. Suisanzoshoku, **19**: 241-246.
- Kanamoto, Z. 1976a. On the ecology of Hexagrammidae fish. 1) Habitats and behaviors of *Agrammus agrammus* (Temminck et Schlegel) and *Hexagrammos otakii* (Jordan et Starks). Jpn J Ecol., **26**: 1-12 (in Japanese with English abstract).
- Kanamoto, Z. 1976b. On the ecology of Hexagrammid fish. 2) The distribution of Hexagrammidae fish. Nihonsuisangakkai tohokusibukaiho, **26**: 48-53 (in Japanese).
- Kurita, Y., S. Mitsujiko and S. Makoto. 1995. Reproductive cycle and body size and age at maturity of the Hexagrammidae fish *Hexagrammos agrammus* in central Japan. Fish. Sci., **61**: 1-6.
- Munehara, H., Z. Kanamoto and T. Miura. 2000. Spawning behavior and interspecific breeding in three Japanese greenlings (Hexagrammidae). Ichthyol. Res., **47**: 287-292.
- Ochiai, A. and M. Tanaka. 1998. Ichthyology. Koseisyakoseikaku, Tokyo, 1139 pp.
- Okuno, R. 1965. The characteristics of rock fishes in Mutsu bay. Publ. Seto. Mar. Bio. Lab., **15**: 183-188.
- Ooshima, Y. and N. Nakamura. 1944. Life history of *Hexagrammos otakii* Jordan et Starks. SuisanGakkaiho, **9**: 81-89 (in Japanese).
- Uchida, K. 1941. The ecology of fish eggs. Mar. Sci., **1**: 9-16.
- Yamamoto, G. and C. Nishioka. 1948. Breeding habits and developmental process of greenling; *Hexagrammos otakii* Jordan & Starks. Seibutsu, **3**: 167-170 (in Japanese with English abstract).

2013년 4월 1일 원고접수

2013년 5월 6일 수정본 접수

2013년 5월 8일 수정본 채택

담당편집위원: 이준백