

용치놀래기, *Halicoeres poecilopterus* (Temmink et Schlegel) 生殖生態

李榮敦*, 盧洪吉*, 李澤烈**

* 濟州大學校 海洋研究所, ** 釜山水產大學校 海洋生物學科

Reproductive Ecology of the Wrasse, *Halicoeres poecilopterus* (Temmink et Schlegel)

Young-Don LEE*, Hong-Kil RHO* and Taek-Yuil LEE**

* Marine Research Institute, Cheju National University

** Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan

Reproductive ecology of the Wrasse, *Halicoeres poecilopterus* was investigated histologically on the gonadal development, sex reversal and studied by gonadosomatic index(GSI), color patterns. Samples were collected at the costal area of Ham duck, Cheju-do, Korea from October, 1990 to September, 1991.

In male and female, GSI began to increase from June when the water temperature began to increase and the reached maximum value in July, respectively. It began to decrease from August. Thereafter, maintained relatively low value until May of next year.

The annual reproductive cycle of this species could be classified into four successive developmental stage : growing stage (May), mature stage (June-July), ripe and spent stage (July-August), degenerative and resting stage (August-April).

In *H. poecilopterus*, individuals with hermaphroditic gonad were observed in 13.0-15.0cm in standard length. sex reversal of this species could be occurred from 13.0cm to 15.0cm in standard length.

A (red) and B (blue) types of color patterns were observed in this species. The individuals in plain A type coloration are mainly females and hermaphroditic individuals, but few primary and secondary males are included. The individuals in gaudy B type coloration are mostly secondary and primary males.

序 言

용치놀래기, *Halicoeres poecilopterus* (Temmink et Schlegel)는 우리나라 중부이남과 제주도 연안 그리고 일본 중부이남 및 동중국해, 필리핀 등지에 분포하고 있으며, 淺海의 암초 지역이나 그 부근의 해초 사이에 서식하는 전장 17cm 전후의 소형어이다(鄭, 1977).

놀래기류의 生殖生態에 관한 연구로서는 性轉換과 體色變化에 관한 연구(Reinbith, 1970, 1975), 産卵行動의 觀察(Randal and Randal, 1963) 그리고 산호초에 서식하는 놀래기류의 性轉換과 産卵行動에 관한 연구(Robertson and Coat, 1974) 등 근년에 다수의 연구보고를 찾아 볼수 있다.

용치놀래기의 生殖生態에 관한 연구로서도 性

轉換과 色體變化(木下, 1935a, 1936a, Okata, 1962, 1964a), 性轉換과 産卵行動(中園, 1979) 등을 찾아볼수 있으나 우리나라에서는 놀래기류 또는 용치놀래기에 관한 보고는 없다.

따라서 본 연구는 濟州道産 용치놀래기의 生殖生態를 밝히는 基礎資料를 얻고져 年間 生殖巢 熱度指數의 變化와 生殖巢 發達過程 그리고 性轉換에 따른 生殖巢의 變化過程 및 體色變化 등을 生殖生物學的인 면에서 조사하였다.

材料 및 方法

본 연구에 사용된 재료는 1990년 10월부터 1991년 9월까지 월별로 제주도 북방 함덕연안을 중심으로 하여 濟州大學校 海洋研究所 研究調査船을 이용하여 채집한 81개체의 용치놀래기이다.

채집된 재료는 실험실로 옮겨 전장과 체장은 0.1cm, 체중은 0.1g까지 계측하였고, 어체로 떼어낸 生殖소는 0.01g까지 계측하였다. 組織學的 觀察을 위하여 生殖巢를 Bouin's 용액에 固定하여 상법인 paraffin 절편법에 의해 5-7 μ m의 組織標本을 만들었으며, Hansen's haematoxylin-0.5% eosin으로 비교염색하였다.

生殖巢 熱度指數(GSI)는 生殖巢 중량의 체중에 대한 백분율(生殖巢 중량/체중 \times 100)로써 산출하였다.

結果

1. 生殖巢 熱度指數(GSI)와 生殖巢 組織의 月別變化

용치놀래기는 저수온기인 1990년 11월부터 1991년 4월까지의 자연채집이 어려워 채집된 1990년 10월과 1991년 5월부터 9월까지 채집된 재료로 월별 GSI변화와 이에 따른 生殖巢 組織像의 변화를 조사한 결과는 Fig. 1과 2와 같다.

암컷 자연채집이 가능한 5월초순 용치놀래기 암컷의 GSI는 1.0미만으로 낮은 값을 나타내고 있고 이후 6월중순에 완만한 증가를 보이고 있다. 이시기의 卵巢組織像은 haematoxylin에 농염된 細胞質을 가진 난경 30-70 μ m 정도의 初期卵母細胞들이 대부분 차지하고 있으며 일부 성장된 卵母細胞들은 난경 170-200 μ m정도이며 細

胞質에는 eosin에 짙게 염색된 卵黃胞와 卵黃求들이 나타나고 있다 (Fig. 1-1, 2).

7월에 접어들어 GSI는 급격히 증가하여 평균 6.35로 연중 최대치를 나타내고 있다. 이에 따른 卵巢組織像도 初期卵母細胞와 成長期の 卵母細胞 그리고 난경 350 μ m내외의 完熟卵母細胞로 충만되고 있는데 完熟卵母細胞의 細胞質에는 축적된 卵黃顆粒들이 融合하여 均質狀을 나타내고 있다 (Fig. 1-3).

이들 完熟난들이 부분적으로 産卵을 마치면 完熟卵을 싸고 있던 盧胞帶가 남아서 産卵痕跡을 남기고 일부 放卵하지 못한 난들이 退化 消失되고 있다 (Fig. 1-4).

이후 8월에는 GSI가 급격히 감소하여 9, 10월에는 1.0미만의 낮은 값을 나타내고 있다.

이시기의 卵巢組織像에는 未放出卵이 退化吸收가 완료되면서 卵巢 小囊에는 初期卵母細胞들이 재배치되어 나타난다 (Fig. 1-5, 6).

수컷 수컷의 월별 GSI변화는 암컷과 유사한 경향을 보이고 있다. 그러나 5월의 수컷 GSI값이 암컷에 비하여 상대적으로 높은 값을 보이고 있다. 이시기의 精巢組織像에는 精巢小葉의 肥厚와 함께 小葉內腔에는 精原細胞群, 精母細胞群 그리고 소수의 精細胞群이 출현하고 있다 (Fig. 2-1).

6월에 접어들면서 GSI는 계속상승하여 7월중순에는 연중 최대값인 1.01을 나타내고 있다. 精巢組織像은 精巢의 성숙과 함께 精巢小葉이 더욱 肥厚되고 小葉內에는 精原細胞群과 精母細胞群, 精細胞群 그리고 變態된 精子塊등 여러단계의 生殖細胞들이 나타난다 (Fig. 2-2). 7월중순의 精巢에서는 대부분의 精細胞가 精子로 변태되고 精巢小葉 內腔과 受精官內에 변태를 마친 精子들로 충만되어 있다 (Fig. 2-3).

이후 GSI가 급격히 감소하는 8월에는 精巢小葉內腔을 채우고 있던 精子들이 放精으로 인하여 빠져나가 허술해진다 (Fig. 2-4). 9, 10월이 되면 GSI는 0.2미만의 낮은 값을 나타내고 있다. 이시기 정소소염들은 소염상피층이 비후되고 소염내강에 잔존정자가 퇴화 소실되고 있으며 (Fig. 2-5), 비후된 小葉上皮를 따라서 정원세포와 정모세포들이 재배치 된다 (Fig. 2-6).

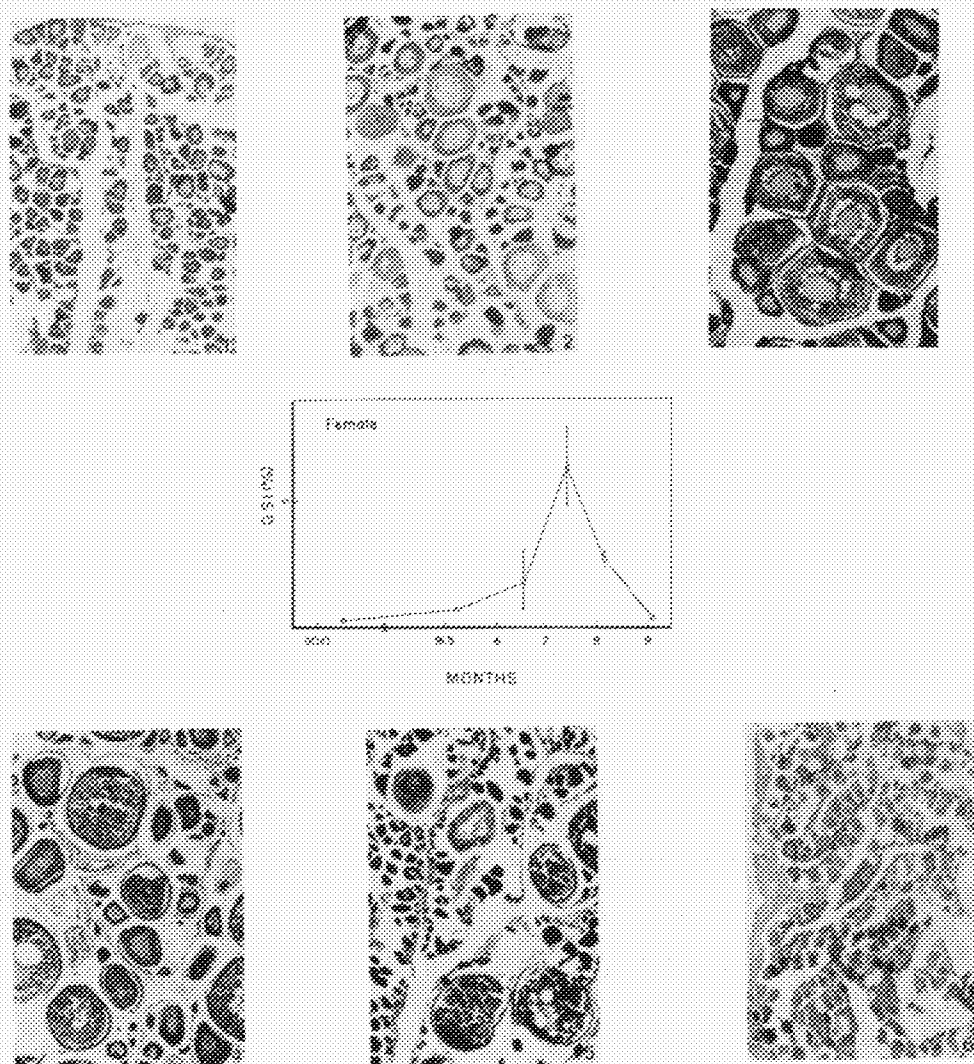


Fig. 1. The inner figure is monthly changes of the gonadosomatic index in female and the outer pictures are developmental stages of each ovary in the Wrasse from October, 1990 to September, 1991. Circles and bars in this inner figure indicate the means and the standard errors, respectively.

1. Ovary of growing stage. The ovary is mainly filled with perinucleolus stage oocytes and a few of yolk vesicle stage oocyte
2. Ovary of late growing stage. The ovary is mainly filled with yolk vesicle stage oocytes and a few of early growing oocytes
3. Ovary of mature stage. The ovary is filled with oocytes of various stages from early growing oocytes to yolk globule stage ones.
4. Ovary of ripe and spent stage. The ovary is consist of undischaged ripe oocytes and early growing ones, and the ovarian cavity is getting looser resulting from spawning.
5. Ovary of degenerative stage. The ovary is consist of degenerated oocyte and perinucleolus stage ones.
6. Ovary of resting stage. The ovary is mainly filled with early growing oocytes and oogonia.

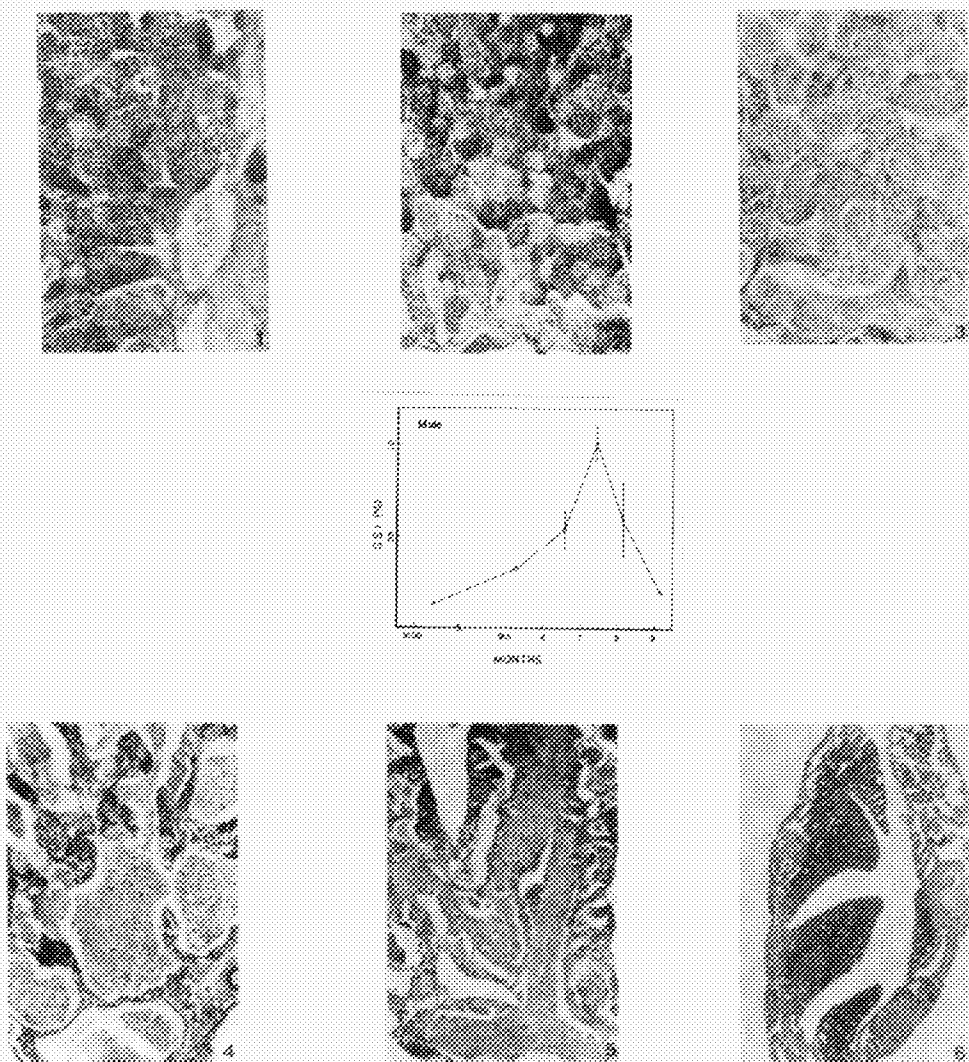


Fig.2 The inner figure is monthly changes of the gonadosomatic index in male and the outer pictures are developmental stages of testis in the Wrasse from October, 1990 to September, 1991. Circles and bars in this inner figure indicate the means and the standard errors, respectively.

1. Testis of growing stage. Each lobule contains Spermatogonia, Spermatocytes and some spermatid.
2. Testis of mature stage. Figures of active spermatogenesis are generally seen.
3. Testis of ripe stage. Many spermatozoa remain in the lobules but other germ cell are much reduce.
4. Testis of spent stage. Lobules are looser, and testis become withering.
5. Testis of degenerative stage. Undischarged spermatozoa are degenerated in the lobules.
6. Testis of resting stage. The testis is mainly consist of spermatogonia.

2. 生殖周期

GSI의 월별변화와 生殖巢 발달의 組織學的 관찰을 토대로 용치놀래기 生殖周期는 成長期, 成熟期, 完熟 및 産卵期 그리고 回復 및 休止期 등의 연속적인 周期로 구분할 수 있다 (Fig. 3).

成長期 (growing stage) 암컷의 경우는 5월부터 生殖巢가 활성화 되기 시작하여 6월에 초기 난모세포와 성장중인 난황포기 난모세포들이 卵巢小囊을 가득 채우고 있다. 수컷의 경우는 5월에 生殖巢가 활성화되어 이후엔 精巢小葉内에는 정원세포군, 정모세포군, 정세포군들이 나타난다.

이들 성장기 개체는 5~6월에 나타난다.

成熟期 (mature stage) 6월에 접어들면서 암컷의 卵巢發達은 급격히 진행되어 초기난모세포 및 성장중인 난모세포들과 함께 다량의 난황을 축적하고 있는 성숙난모세포들의 출현 비율이 높아지고 있다. 이들 성숙기 개체들은 7월까지 출현한다.

수컷의 경우는 精巢小葉 內腔에 정원세포에서부터 일부 변태된 정자에 이르기까지 여러단계의 生殖細胞들로 가득차 있다. 성숙기 개체들은 6~7월에 나타난다.

完熟 및 産卵期 (ripe and spent stage) 7월 중순에 채집된 개체들의 卵巢는 대부분 완숙기에 접어들고 있고, 이때 卵巢小囊에는 소수의 初期卵母細胞들과 350 μ m전후의 完熟卵들로 채워져 있으며 대부분의 개체들은 排卵痕跡을 보이고 있다. 完熟 및 産卵個體들은 주로 7월과 8월에 나타나고 있다. 수컷의 경우는 6월에 접어들면서 대부분의 개체에서 精巢小葉内에 변태를 마친 정자들이 밀집되어 있거나, 일부 방정한 흔적을 보이는 개체가 나타난다. 이러한 방정기 개체는 8월까지 지속된다.

退化 및 休止期 (degenerative and resting stage) 9월에 排卵을 마친 암컷들의 卵巢内에는 미방출된 난모세포들이 자해 퇴화흡수되어 위축되어간다. 그리고 10월에 접어들면서 卵巢小囊 上皮層이 재배치되면서 初期卵母細胞들만이 소립상피를 따라 나타나고 있다. 그후 저수온기인 11월에서 4월까지 休止期 상태를 지속하는 것으로 간주된다. 수컷의 경우는 암컷과 같이 9월에 접어들면서 精巢小葉은 退化萎縮되고 小葉上皮層이 비후되면서 小葉上皮上에 정원세포들이 재배치되어 저수온기인 4월까지 장기간 休止期를 가지는 것으로 간주된다.

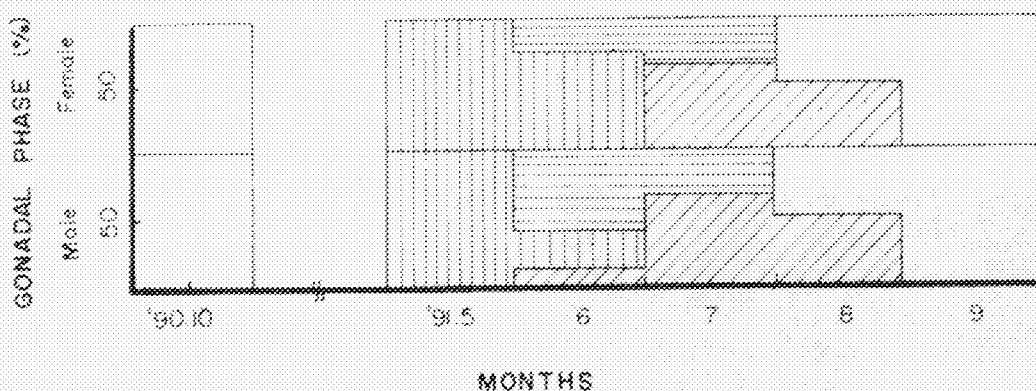


Fig. 3. Gonadal phase of the Wrasse, *H. pocsilopterus*.

- | | |
|--|--|
|  growing stage |  mature stage |
|  ripe and spent stage |  degenerative and resting stage |

3. 兩性生殖巢와 精巢의 構造

兩性生殖巢 채집된 개체중 체장 13.0~15.0cm 되는 6尾의 개체가 兩性生殖巢를 가지고 있었다. 이들은 난소가 퇴화되면서 精巢組織의 發達像이 관찰되었는데, 기능적으로 성숙난모세포까지 발달된 난소의 일부가 퇴화되면서 체세포성 간중조직과 결합조직들이 난소막판을 따라 포낭을 형성하고 이들 포낭내에서 새로운 정자형성 과정이 일어나고 있다(Fig. 4-1, 2).

관찰된 개체중에는 성장기의 난모세포와 성숙난모세포가 나타나지 않고 어린 초기 난모세포들이 일부 붕괴하면서 대부분의 조직이 정소소낭으로 구성되어 활발한 정자형성 과정이 일어나고 있는 것이 관찰되었다(Fig. 4-3, 4).

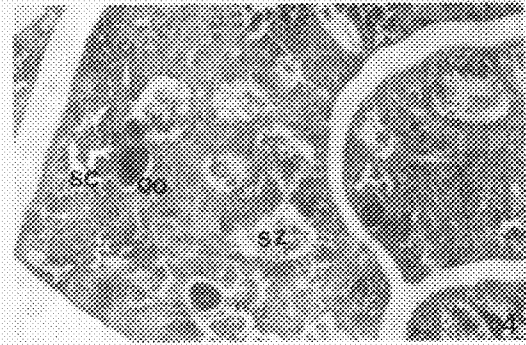
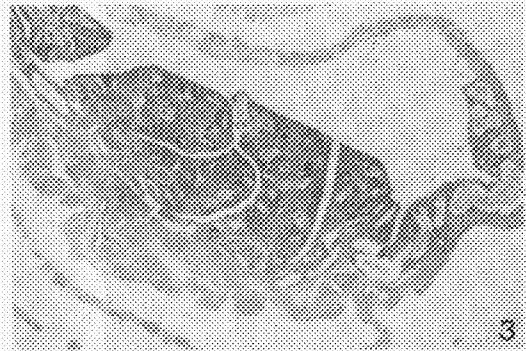
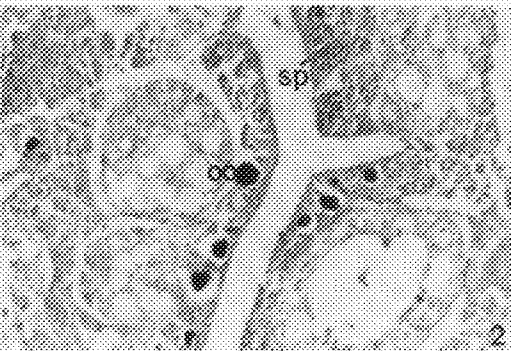
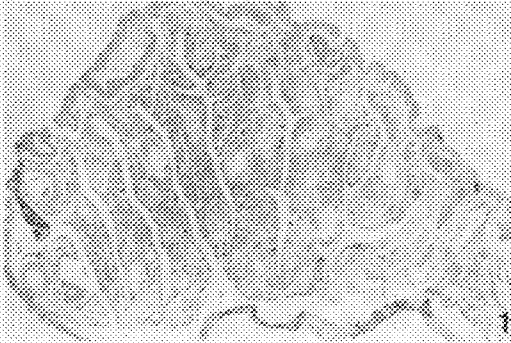


Fig. 4. Cross section of each lobe and partial magnification of hermaphroditic gonad of *H. poecilopterus*.

- 1. 2. degeneration of mature oocyte and appearance of spermatogenic cells and stromal tissue
- 3. 4. degeneration of early growing oocyte and appearance of spermatogenesis
- oo: oocyte sp: spermatogenic cell
- sc: spermatocyte sz: spermatozoa

精巢의 構造 조사된 개체중 수컷에는 원래부터 수컷인 1차 수컷(1차정소)과 알컷이 성전환하여 수컷이 된 2차 수컷(2차정소)이 관찰되었다(Fig. 5).

一次精巢(Fig. 5-A)는 각각의 小葉으로 나누어져 있고, 小葉의 基部에 수정관이 형성되어 있다. 반면에 二次精巢는(Fig. 5-B) 한결의 얇은 막으로 精巢組織을 둘러싸 卵巢組織과 유사한 형태의 內腔을 형성하고, 그 막의 일부가 수정관으로 이루어져 수정관이 精巢橫斷面을 둘러싸고 있다.

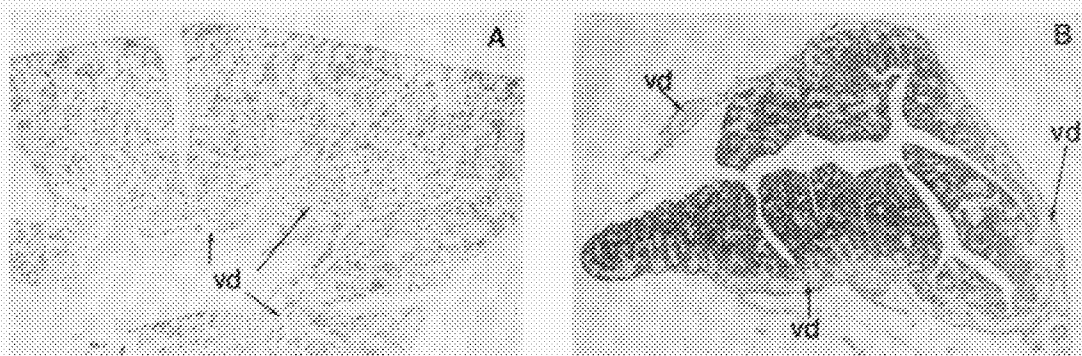


Fig. 5. Cross section of primary testis (A) and secondary testis (B) of *H. poecilopterus*.
Vd: Vas deferens

體色과 體長에 따른 兩性生殖腺 出現과 精巢의 構造 용치놀래기는 성숙개체가 되면 색깔이 강하게 나타나는 개체 (A형)와, 색깔이 강하게 나타나는 개체 (B형)로 구분되는데, 조사된 개체중 A형의 개체는 38尾이고, B형의 개체는 30尾였

다 (Fig. 6).

A형의 개체에는 암컷 28尾, 一次雄 2尾, 二次雄 2尾, 그리고 체장 13.0~15.0cm의 개체 6이 가 양성생식소를 갖고 있었다. B형의 개체에서는 一次雄 9尾, 二次雄 21尾였다.

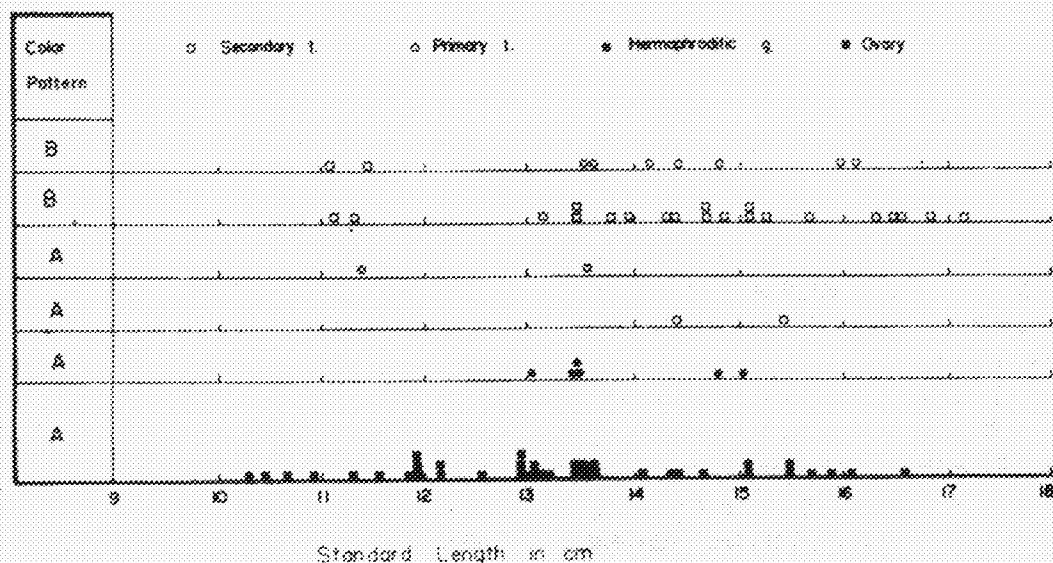


Fig. 6. Relationship among size, color pattern and sex type in *H. poecilopterus*.
Each symbol shows one individual.

考 察

대부분의 어류는 각기 정해진 시기에 성숙, 산란하며, 산란기를 중심으로 生殖年周期를 나타내고 있는데 (羽生, 1984, 1985; 李, 羽生, 1984), 生殖活動變化를 제어하는 환경요인으로서는 光과 水溫이 깊이 관여하고 있다고 보고하고 있다 (de vlaming, 1972a, 1972b).

용치놀래기의 경우, 수온 및 일장변화와 生殖巢의 발달양상을 보면 일조시간이 길어지고 수온이 상승하는 5월부터 生殖巢가 발달하기 시작하여 고수온기인 7월에 산란에 접어들고 8월에 산란을 마치고 있다. 자연에서 11월부터 이듬해 4월까지 채집이되지 않는 것은 산란기를 지나 퇴화 휴지기 상태의 생식소를 가진 개체들은 서식 장소를 옮겨 보다 깊은 곳으로 이동하여 월동을 하거나 활발한 먹이 섭이를 하지 않는 시기가 아닌가 생각된다.

따라서 이들이 5월부터 생식소가 활성화되어 성장기로 접어들면서 다시 채집되는 것은 산란 회유로 다시 연안으로 이동되어 온 것으로 사료된다.

배란·방정후 난소소낭과 정소소엽에 미방출된 난과 정자들은 대부분 퇴화 흡수되나 소수 초기 난모세포 및 정모세포들이 휴지기에 재배치된 생식상피상에 그대로 존재하고 있어, 그물코취치 (李, 羽生, 1984)에서 보고된 바와 같이 이들은 이듬해 성장기에 그대로 참여하여 조기 성숙되는 것으로 보여진다.

어류의 대부분은 雌雄異體 이지만, 해산어를 중심으로 雌雄同體 현상이 많이 알려지고 있다. 雌雄同體는 일반적으로 雌性先熟, 雄性先熟, 同時的雌雄同體로 구분할 수 있다 (Atz, 1964; Yamamoto, 1969).

암·수중 암컷의 일부가 수컷으로 성전환하는 複雄性的 雌性先熟魚는 비늘돔과, 놀래기과, 홍갈치과등에 보고되고 있는데 (中園, 1991), 용치놀래기도 이에 속한다고 볼 수 있다.

Reinboth (1962)는 놀래기류인 *Coris Julis*에서 수컷은 원래부터 수컷인 1차웅과 암컷에서 성전환하여 수컷이 된 2차웅으로 구분하고, 1차웅이 갖는 생식소를 1차정소 (Primary testis), 2차웅

이 갖는 생식소를 2차정소 (Secondary testis)라 하였다. 용치놀래기의 수컷에서도 1차정소와 2차정소가 관찰 되었는데, 1차정소는 각각의 소엽으로 나누어져 있고 소엽의 기부에서 수정관이 형성되어 있는 반면, 2차정소는 한개의 막으로 정소조직을 둘러싸 난소조직과 유사한 內腔을 형성하고 있다.

雌性先熟魚 중에 농어과, 청줄돔과, 놀래기과, 비늘돔과, 양돔미리과, 베도라치과에서는 性轉換시에 體色이 雌性에서 雄性으로 변화한다 (余吾, 1985; 中園, 1979). 이와같이 體色變化는 남성호르몬의 지배를 받아서 수컷의 2차성징으로서 나타나는데 (木下, 1936; Reinboth, 1975; 中園, 1979; Nagamura 1989), 놀래기과의 *Labroides dimidiatus*, 자리돔과의 *Dascyllus aruanus*, 옥돔과의 *Malacanthus plumieri*에서는 性轉換에 따라서 體色變化는 나타나지 않는 것으로 보고되고 있다 (Rebertson, 1972).

본 용치놀래기의 경우 성숙개체에서 암컷은 적색, 수컷은 청색이 뚜렷이 구분되고 있어 2차성징으로 체색변화를 들수 있다. 中園 (1979)는 용치놀래기 암컷에서 수컷으로 성전환이 일어날 때 적색에서 청색으로 체색변화가 나타난다고 보고하고 있다. 본 연구에서도 양성생식소를 가진 개체 6마와 성전환 되어 이차 정소를 갖는 수컷 2마가 적색을 나타내고 있으나 2차정소를 갖는 개체 대부분이 청색을 띠고 있어서 성전환에 따른 체색변화가 일어난것으로 사료된다.

要 約

1990년 10월부터 1991년 9월까지 제주도 북방 함덕연안에서 채집된 용치놀래기, *Halicoeres poecilopterus*를 대상으로 生殖生態를 파악하기 위하여 生殖巢熟度指數 (GSI)와 生殖巢의 組織學的 方法에 의한 生殖周期와 性轉換 과정 등을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 生殖巢熟度指數 (GSI)는 암·수 다같이 6월에 급격히 상승하여 7월에 최대치를 나타내고 있으며, 8월에 접어들면서 하강하기 시작하여 9월부터 낮은 값을 나타내고 있다. GSI최대값은 암컷 6.35 수컷 1.01을 나타냈다.

2. 生殖周期는 성장기(5~6월), 성숙기(6~7월), 완숙 및 산란기(7~8), 회복 및 휴지기(8~4월) 등의 연속적인 주기를 나타냈다.
3. 체장 13.0~15.0cm 되는 개체들에서 雌性에서 雄性으로 性轉換現象이 나타났다.
4. 본종은 一次精巢와 二次精巢가 혼합되어 나타나는 複雄性(diandry)의 雌性先熟魚에 속하는 것으로 나타났다.
5. 암컷에서 수컷으로 性轉換함에 따라 적색에서 청색으로 체색변화가 나타나고 있다.

參考文獻

- Atz, F. W. 1964. Intersexuality in Fishes. In : C. N. Armstrong & A. J. Marshall (eds.) Intersexuality in Vertebrates Including Man. PP. 145-232. Academic Press, London.
- De Vlaming, V. L. 1972 a. Environmental control of teleost reproductive cycles : a brief review, J. Fish. Biol. 4, 131-140.
- De Vlaming, V. L. 1972 b. The effects of temperature and photoperiod on reproductive cycling in the estuarine gobiid fish, *Gillichthys mirabilis*. Fish. Bull. 70 (4), 1137-1152.
- 羽生 功. 1984. 魚の生殖リズムと環境要因 I, 水産の研究, 3(6). 90-93
- 羽生 功. 1985. 魚の生殖リズムと環境要因 II, 水産の研究, 4(1). 50-54
- 木下始治. 1935a. キュウセンの雌雄間に於ける形態的差異二三. 植物及動物, 3(7), 1275-1282
- 木下始治. 1936a. キュウセンに見出された精巢卵並びに性轉換に就いて. 植物及動物, 4(6), 1027-1030
- 鄭文基. 1974. 韓國魚圖譜. 一志社, 405-416.
- 李澤烈, 羽生功. 1984. 그물코 쥐취, *Rudarius ercodes*의 生殖周期. 韓水誌, 17(5) 432-435.
- 中國明信. 1979. 日本産ヘラ科魚類 5種の性轉換と産卵行動に関する研究. 九大農實水産報, 4, 1-64
- 中國明信. 1991. 機能的雌雄同體現象. 魚類生理學(板沢靖男, 羽生功 編), 恒星社厚生閣 pp. 327-361.
- Okada, Yo. K. 1962. Sex reversal in the Japanese Wrasse, *Halichoeres poecilopterus*. proc. Japan, Acad., 38 (8), 508-513
- Okada, Yo. K. 1964a. Effects of androgen and estrogen on sex reversal in the wrasse, *Halichoeres poecilopterus*. proc, Japan, Acad, 40 (7), 541-544
- Randall, J. E and H. A. Randall. 1963. The spawning and early development of the Atlantic parrot fish, *Sparisoma rubripinne*, with notes on other scarid and labrid fishes, Zoologica, 48(2), 49-60
- Reinboth, R. 1962a. Morphologische und funktionelle zweigeschlechtlichkeit bei marinen Teleostiern (Serranidae, Sparidae, Centracanthidae, Labridae), Zool. Jb (Physiol.), 69, 405-480
- Reinboth, R. 1970. Intersexuality in fishes, In "Hormones and Environment" (G. K. Benson and J. G. Philipseds.) Mem. soc. Endocrinol, 18, pp. 515-543.
- Reinboth, R. 1975. Spontaneous and hormone-induced sex-inversion in wrasses (Labridae), Pubbl. staz. zool. Napoli 39, suppl. 550-573
- Robertson, D. R. 1972. Social control of sex reversal in a coral-reef fish. Science, 177, 1007-1009
- Robertson, D. R and J. H. Choat. 1973. Protogynous hermaphroditism and social system in labrid fishes. proceedings of the second international coral reef symposium 1. 217-225
- Yamamoto, T. 1969. Sex differentiation. In : W. S. Hoar & D. J. Randall (eds) Fish Physiology. 3. pp. 117-175. Academic press, New York.

李榮敏・盧洪吉・李澤烈

余吾 豊. 1985. 雌性先熟性魚類 3種の 性成熟
と産卵生態 に関する 研究. 九大農實水報 7,
37-83