

제주 남부 연안 쥐치, *Stephanolepis cirrhifer*의 생식년주기

이 승 종 · 고 유 봉 · 이 영 돈*

제주대학교 해양학과, *제주대학교 해양연구소

Annual Reproductive cycle of the File Fish, *Stephanolepis cirrhifer*, on the Southern Coast of Cheju Island

Seung Jong Lee, You Bong Go and Young Don Lee*

Department of oceanography, Cheju National University, Cheju-Do 690-756, Korea

*Marine Research Institute, Cheju National University, Cheju-Do 695-810, Korea

Annual reproductive cycle of the file fish, *Stephanolepis cirrhifer* (Temminck et Schlegel), was histologically investigated. Samples were collected monthly in the coastal waters of Chungmun, south of Cheju Island, Korea from July 1997 to June 1999. In males and females of *S. cirrhifer*, the values of GSI (gonadosomatic index) were similar to the changes of water temperature and day length. GSI values in males and females were reached the maximum in June. Reproductive cycle could be divided into the following successive stages: in females, growing stage (February to May), mature stage (May to June), spawning stage (June to August), degenerative and resting stage (September to December), and in males, growing stage (February to April), mature stage (May to June), spent stage (June to August), degenerative and resting stage (September to January), respectively.

Throughout histological observation of the ovary in the spawning period, the species belong to an asynchronous and multiple spawner.

Key words : file fish, *Stephanolepis cirrhifer*, reproductive cycle, asynchronous, multiple spawner

서 론

쥐치과(Family Monacanthidae) 어종은 복어목(Order Tetraodontiformes)에 속하며 우리나라의 동·서·남해, 일본 남부 연안, 동중국해 등 광범위하게 분포하는 어종으로 알려져 있다(鄭, 1977). 현재까지 국내에는 쥐치과에 속하는 종이 약 9종류가 서식하고 있고 특히 제주도 주변해역에는 객주리(*Aluterus monocerus*), 그물코쥐치

(*Rudarius ercodes*), 쥐치(*Stephanolepis cirrhifer*), 말쥐치(*Thamnaconus modestus*), 별쥐치(*Thamnaconus tessellatus*) 등 5종류가 서식하고 있는 것으로 확인되고 있다(金과李, 1994). 그 중에서도 쥐치와 말쥐치는 개체수면에서 우점하여 제주해역에서 자주 출현하고 있다고 보고되고 있다(白, 1980). 현재 쥐치류에 대한 생식생태학적인 연구로는 쥐치에 관해서 자치어의 사육과 형태변화(Tsukashima and Kitajima, 1981), 실험적인 종묘생산(Tsukashima et al., 1983)에 관한 연구 그리고 말

쥐치에 관해서는 난발달과 자어 전기단계 (Kitajima *et al.*, 1964), 산란과 성장 (Ikehara, 1976)에 관한 연구 등이 국외에서 이루어져 왔다. 하지만 국내에서는 그물코 쥐치, *Rudarius ercodes*의 생식주기 (李와 羽, 1984)에 대한 연구를 포함해 말쥐치에 관한 연구가 소수 이루어져 왔을 뿐이며 쥐치에 대한 생식생태학적 연구는 거의 전무한 실정이다. 이러한 상황을 감안해 볼때 국내에 서식하는 쥐치류에 대한 기초적인 연구가 시급히 수행되어야 할 것으로 사료된다.

따라서 이 연구에서는 국내에 서식하는 쥐치류의 생식생태를 구체적으로 밝히기 위한 일환으로 쥐치와 말쥐치를 대상으로 연구를 수행하였으며 우선 제주도 남부 연안에 서식하는 쥐치에 대해 2년간에 걸쳐 생식소 중량지수, 배우자형성과정 및 생식주기를 변식생물학적 측면에서 조사하였다.

재료 및 방법

본 연구에 이용된 쥐치는 1997년 7월부터 1999년 6월까지 2년간 제주도 남부 중문 하예동 연안 (Fig. 1)에서 매월 삼중자망을 이용하여 채집하였다. 채집된 쥐치는 실험실로 옮긴 후 전장을 0.1 cm, 체중은 0.01 g까지 계측하였다. 또 어체를 해부하고 생식소를 절취하여 0.01g까지 계측한 후 Bouin용액에 고정하였다. 생식소의 조직학적 검사에 앞서 계측한 생식소의 무게를 이용하여 “생식소중량(GW) × 100/체중(BW)”의 식으로 생식소중량지수(GSI)를 구하였다.

생식소의 조직학적 검사를 위해 Bouin 용액에 고정시

킨 생식소는 수세 후 파라핀 절편법에 의해 5~6 μm 두께로 조직절편을 제작하여 Hansen’s hematoxylin과 0.5% eosin 이중염색으로 조직표본을 만들고 광학현미경으로 관찰하였다. 한편, 채집지역의 환경변화를 조사하기 위해 채집기간 동안 매달 수온을 CTD로 측정하였고, 채집지역의 월평균 광주기는 제주기상대의 기상관측자료에 의해 구하였다.

결 과

1. 어체와 생식소의 외부형태

쥐치 암·수컷의 어체와 생식소 외부형태는 Fig. 2와 같다. 체형은 타원형에 가깝고 체색은 회갈색 바탕에 암갈색 반점들이 존재하고 있다. 또한 수컷인 경우는 제2 등지느러미의 두 번째 연조가 실처럼 길게 연장되어 있어 이것으로써 암수구분이 외관상으로 가능하였다.

쥐치 암·수컷의 생식소 외부형태에 있어서 난소는 한 쌍의 낭상으로 난소의 뒷부분에서 합일되어 기부에 하나의 수란관이 약간 돌출된 형태를 하고 있었으며 복강의 후방에 서로 밀착되어 동쪽의 체벽으로부터 난소 간막에 의해 체강에 매달려 있는 형태를 하고 있었다. 정소의 경우 역시 동쪽 체벽의 정소간막에 의해 부착되어 있으며 수정관을 사이에 두고 그 끝에 한 쌍의 정소가 달려 있는 구조를 이루고 있었다.

2. 수온과 광주기 변화

채집지역의 수온과 광주기는 Fig. 3A와 같다. 1997년 7월부터 1999년 6월까지의 조사기간 중 수온변화는

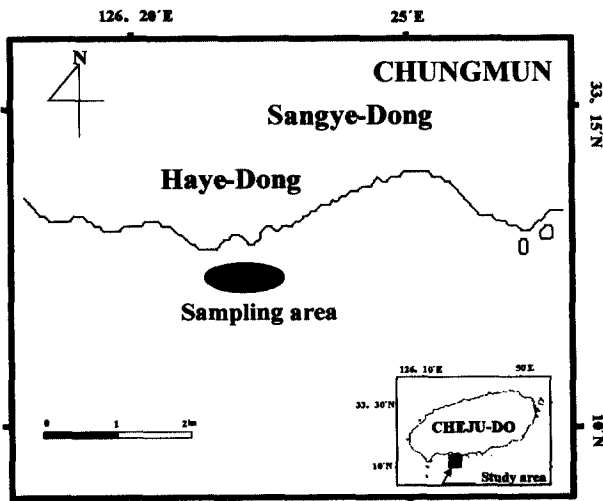


Fig. 1. Map of sampling area in the southern coast of Cheju Island, Korea.

Fig. 2. External morphology and gonadal shape of *S. cirrhifer*. A, female (168 mm in SL); B, male (176 mm in SL). C, ovary in May; D, testis in May.

1997년 7월에 27.1°C로 가장 높게 나타났으며 1998년 2월에 14.5°C로 가장 낮았다. 2년간 수온의 년변동 경향은 거의 비슷하였는데 우선 1~3월에 년 중 최저수온(14.5~16.1°C)을 보이다가 4월로 접어들면서 상승하기 시작하여 7~9월까지 년 중 높은 수온(24.0~27.1°C)을 유지하였다. 10월부터 수온이 내려가기 시작하여 12월까지 점점 낮아졌다.

광주기의 월변화를 살펴보면 수온의 월변화와 거의 비슷한 양상을 보였는데 2월부터 광주기가 길어지면서 6월에 14.3L로 광주기가 가장 길었으며 7월부터 서서히 짧아지기 시작하여 12월에 9.9L로 년 중 가장 짧은 광주기를 보였다.

3. 생식소중량지수 (GSI)의 월변화

취치 암컷과 수컷의 GSI 월변화는 Fig. 3B와 같다. 암컷은 1998년 3월부터 1.36±0.18로 증가하면서 6월에 급격히 상승하여 년 중 최고값인 5.61±1.02를 보였다. 그리고 1998년 7월에 1.61±1.39로 급격히 하강하기 시작하여 1998년 9월에 최저값인 0.52±0.02를 보였고 이렇게 낮은 값은 이듬해 2월까지 지속되었다. 이러한 GSI값은 1999년 3월부터 다시 상승하기 시작하여 전년과 비슷한 경향을 보이면서 6월에 5.19±1.02의 높은 값을 보였다. 취치 수컷의 GSI 월변화도 암컷과 거의 유사한 경향을 보여주었다. 1998년 2월에 0.1±0.1를 보

면서 상승하기 시작하다가 1998년 6월에 0.26±0.14의 년 중 최고값을 보이고 7월까지 비교적 높은 값을 유지한 후 1998년 8월에 0.07±0.06, 9월에 0.07±0.04로 급격히 하강하였다. 낮은 GSI값은 이듬해까지 낮게 유지되다가 1999년 2월부터 다시 차츰 상승하기 시작하여 1999년 5월과 6월에 각각 0.28±0.16, 0.31±0.25로 높은 값을 나타냈다.

4. 난모세포 발달단계조성의 월변화

취치 난소내에 존재하는 난모세포들을 발달단계별로 구분하여 그 구성비율의 월변화를 Table 1에 나타냈다. 주변인기 난모세포들은 년 중을 통하여 출현하였다. 유구기 난모세포들은 1월(10.9%)부터 출현하기 시작하여 6월까지 40.3%로 계속 증가하다가 7월부터는 그 비율이 낮아지면서 8월에 22.4%를 보이고 9월부터 12월까지의 난소내에 출현하지 않았다.

난황구기 난모세포들은 5월(12.5%)부터 분포하기 시작하여 6월에 19.1%로 년 중 출현비율이 가장 높았고 7월부터 비율이 낮아져 8월에는 15.6%를 나타냈다. 완숙 난모세포들은 5월에 0.1%로 처음 출현하기 시작하여 6월에 4.6%로 그 비율이 가장 높았고 이러한 단계의 난모세포들은 8월까지 일부 존재하였다. 퇴화 난모세포들은 7월에 1.9%, 8월에 9.7%로 년 중 비율이 가장 높았으며 9월에는 6.6%를 나타냈다.

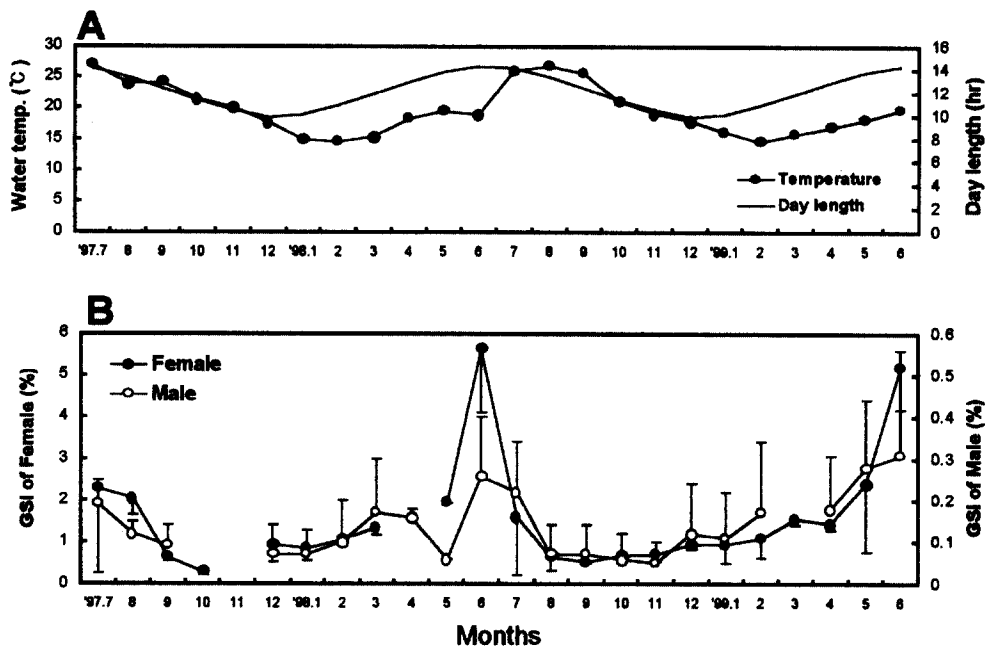


Fig. 3. Monthly changes in water temperature and day length (A), gonadosomatic index (GSI, B) in female and male file fish, *S. cirrifer*.

Table 1. Monthly changes in number and percentage of oocytes with the developmental stage of the ovary in *Stephanolepis cirrhifer*

Month	No. of oocytes	Developmental stage of the ovary										Empty follicle
		Peri-nucleolus stage		Oil droplet stage		Yolk granule stage		Mature stage		Atretic stage		
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	
Jan.	2460	2106	85.6	354	14.4							
	2682	2211	82.4	471	17.6							
	2412	2412	100									
Feb.	7554	6729	89.1	825	10.9							
	2840	2080	73.2	760	26.8							
	2564	2564	100									
Mar.	2755	2340	84.9	415	15.1							
	8159	6984	85.6	1175	14.4							
	4818	3322	68.9	1496	31.1							
Apr.	2050	1875	91.4	175	8.6							
	3225	2457	76.2	768	23.8							
	10,093	7654	75.8	1439	24.2							
May	3058	2684	87.7	374	12.3							
	2496	1746	69.9	750	30.1							
	2619	1818	69.4	801	30.6							
June	8173	6248	76.4	1925	25.6							
	2470	1515	61.3	670	27.1	285	11.6					
	2567	1856	72.3	711	27.7							
July	2332	802	34.3	844	37.9	637	27.4	9	0.4			+
	7369	4173	56.7	2225	30.7	922	12.5	9	0.1			
	2374	816	34.4	784	33	657	27.7	117	4.9			+
Aug.	2537	924	36.4	1204	47.5	336	13.2	73	2.9			++
	2464	918	37.2	987	40	413	16.7	146	6.1			++
	7375	2658	36	2975	40.3	1406	19.1	336	4.6			
Sept.	1540	704	45.7	448	29.1	224	14.5	164	10.7			+++
	1480	828	55.9	392	26.5	252	17	8	0.6			+
	1324	685	51.7	392	29.6	153	11.5	15	1.3	79	5.9	+
Oct.	4344	2217	51	1232	28.3	629	14.5	187	4.3	79	1.9	
	1233	427	34.6	492	39.9	253	20.5	61	5			+
	1022	509	49.8	261	25.5	121	11.8	8	0.8	123	12.1	
Nov.	959	437	45.6	202	21	130	13.6	4	0.4	186	19.4	
	3214	1373	42.7	955	29.7	504	15.6	73	2.3	309	9.7	
	1799	1799	100									
Dec.	2017	1643	81.5							374	18.5	
	1821	1821	100									
	5637	5263	93.4							374	6.6	
Jan.	2134	2134	100									
	2578	2578	100									
	2451	2451	100									
Feb.	7163	7163	100									
	2011	2011	100									
	1993	1993	100									
Mar.	2117	2117	100									
	6121	6121	100									
	2236	2236	100									
Apr.	1534	1534	100									
	2023	2023	100									
	5793	5793	100									

* Relative amount of the empty follicle is indicated by marks, + to +++

Fig. 4. Developmental stages of the ovary in *S. cirrhifer*.

A: early growing stage (Feb.), B: late growing stage (May), C: mature stage (June), D: spawning stage (June), E: degenerative stage (Aug.), F: resting stage (Sep.). Ao, atretic oocyte; Ef, empty follicle; Mo, mature oocyte; N, nucleus; Nu, nucleolus; Od, oil droplet; Pn, peri-nucleolus oocyte; Yg, yolk granule oocyte. Scale bars = 100 μ m.

5. 생식년주기

취치 암·수컷 생식소의 생식세포형성과정을 조직학적 관찰로 종합해 볼 때, 암컷과 수컷 모두 성장기, 성숙기, 산란 및 방정기, 퇴화 및 휴지기 등의 연속적인 4단계로 구분할 수 있었다(Fig. 6A, B).

성장기 (growing stage) : 암컷의 난소내부구조는 많은 난소소낭으로 구성되어 있다. 1월부터 생식소가 활성화되면서 난소내에 난경 40~100 μ m 범위의 주변인기 난모세포들과 성장중인 150~260 μ m 범위의 유구기 난

모세포들이 출현하기 시작하였다(Fig. 4A, B). 이러한 성장단계 개체들은 5월까지 출현하고 있었다. 수컷의 정소는 많은 정소소엽으로 이루어져 있는데(Fig. 5A), 2월부터 정소 피질층 부위에서 정원세포들이 활발히 분열증식하고(Fig. 5B) 정소소엽내에 정모세포, 정세포 그리고 소수의 정자들이 무리를 이루어 발달하는 성장단계의 개체들(Fig. 5C)이 4월까지 높은 비율로 출현하고 있었다.

성숙기 (mature stage) : 암컷의 난소내에는 5월부터 유구기 난모세포들을 포함한 난경 300~400 μ m 범위의

Fig. 5. Developmental stages of the testis in *S. cirrhifer*.

A: structure of a testis ($\times 20$), B: proliferation stage (Feb., $\times 500$), C: growing stage (April, $\times 200$), D: mature stage (May, $\times 200$), E: spent stage (June, $\times 200$), F: degenerative stage (Oct., $\times 200$). G, gonad; Ge, germinal epithelia; Sc, spermatocyte; Sg, spermatogonia; St, spermatid; Sz, spermatozoa; Vd, vas deferens.

과립상 난황구를 축적한 난황구기 난모세포가 출현하기 시작하는 성숙단계 개체들(Fig. 4C)이 출현하였다. 수컷인 경우 정소의 정소소엽내에 거의 대부분 정세포들과 성숙한 정자들로 충만되어 있는 성숙단계 개체들(Fig. 5D)이 일부 이른 개체에서 4월에 출현하였지만 5월부터 출현비율이 증가하면서 7월까지 계속 나타났다.

산란 및 방정기(spawning stage): 암컷인 경우 6월의 대부분의 개체에서 난황구들이 균질화 되고 대형의 유구를 갖는 난경 450~550 μm 범위의 완숙 난모세포들이 주로 차지하고 있는 산란단계 개체들(Fig. 4D)이

출현하였다. 배란후적으로서 완숙란들이 빠져나간 후 이를 감싸고 있던 여포층들이 소낭내에 분포하였다. 이러한 산란단계 개체들은 6월과 7월에 그 비율이 높아 이 시기가 쥐치의 주산란기임을 알 수 있었고 늦은 개체는 8월까지도 나타나고 있었다. 수컷은 변태를 마치고 완숙한 정자들이 정소의 수정세관을 통해 수정관으로 모여 들어 방정을 하게 되는 방정단계 개체들(Fig. 5E)이 일부 이른 개체에서는 5월에도 출현하였으나 6, 7월에 높은 비율로 나타났고 8월까지도 소수 개체에서 이러한 단계를 갖는 개체가 출현하였다.

Fig. 6. Monthly changes in frequency of the gonad developmental stage in *S. cirrhifer*. A, female; B, male.

퇴화 및 휴지기 (degenerative and resting stage) :
 암컷은 난소내에 유구기 난모세포부터 미방출된 완숙 난모세포들이 퇴화·흡수가 되는 퇴화단계 개체들(Fig. 4E)이 7, 8월에도 소수 출현하기 시작하였으며 대부분 9월에 퇴화기로 접어들었다. 이 시기에는 난소벽이 비후해지고 주변인기 난모세포들은 퇴화·흡수되지 않고 난소소낭내에 재배치되어 휴지단계(Fig. 4, F)로 12월까지

장기간 지속되었다. 수컷인 경우 7월의 소수개체에서 방정을 마치고 수정관내에 존재하던 정자들이 대부분 체외로 빠져나가면서 정소소엽내에 산재하는 미방정된 잔존 정자들이 퇴화·흡수되는 퇴화 및 휴지단계 개체들(Fig. 5F)이 출현하였다. 이 시기에는 소엽상피도 점점 비후해지고 있었는데 이러한 단계는 8월부터 그 비율이 증가하면서 이듬해인 3월까지도 출현하고 있었다.

고 찰

현재까지 어류의 생식생태학적인 것에 대한 많은 연구보고들을 살펴보면 어류들의 생식리듬을 제어하는 주요 외부환경요인으로 다른 여러 가지 요인들도 관여하지만 특히 서식지역의 수온과 광주기가 가장 큰 영향을 끼치고 있다고 보고하고 있다 (Asahina and Hanyu, 1983; Razani and Hanyu, 1986; Santos *et al.*, 1986; 羽生, 1991). 이 연구에서 쥐치과 (Family Monacanthidae) 에 속하는 쥐치, *Stephanolepis cirrhifer*의 년 생식주기를 2년동안 채집하여 조직학적으로 조사한 결과 암컷과 수컷 모두 생식소의 성숙 경향 및 GSI의 월변화가 서식지역의 수온 및 광주기변화와 거의 유사한 양상을 보이고 있음을 알 수 있었다.

년 중을 통해 저수온기이고 광주기가 짧은 1, 2월경부터는 GSI값은 낮지만 생식소내의 난모세포가 활성화되고 있었다. 하지만 GSI값이 상승하기 시작하는 3월부터 실질적인 성장기에 들어가고 있었고 6월에 GSI값이 최고를 보이면서 년 중 고수온기이고 광주기가 길어지는 6, 7월경에 주산란이 일어나고 있었다. 그러나 빠른 개체는 5월, 늦은 개체는 8월에도 산란하는 개체를 발견할 수 있었다. 다시 수온이 하강하기 시작하고 광주기도 다시 짧아지는 9월경부터는 GSI값도 거의 낮은 수준에 도달하였고 생식소의 활동도 떨어져 거의 대부분 개체의 생식소가 퇴화 및 휴지기에 들어갔다. 이를 종합하여 볼 때, 쥐치의 산란에 있어서 산란개시는 수온상승과 광주기의 증가, 산란종료에는 수온하강과 광주기의 감소가 산란에 주된 영향을 끼치는 외부환경요인중의 하나로 추측된다. 일반적으로 어류는 수온과 광주기변화에 따라 산란형을 크게 춘계 산란형, 춘·하계산란형, 하계산란형, 추계산란형, 동계산란형, 춘·추계산란형으로 구분할 수 있다 (Aida, 1991). 쥐치는 이중에서도 고수온기에 산란하는 하계산란형에 속하는 것으로 판단되며 같은 쥐치과에 속하는 그물코 쥐치, *Rudarius ercodes* (李와 羽生, 1984)를 비롯하여 제주도 주변해역에 서식하는 자리돔, *Chromis notatus* (李와 李, 1987), 어랭놀래기, *Pteragogus flagellifera* (李 等, 1992) 등이 하계산란형에 속하는 것으로 보고되고 있다.

어류에 있어서 암컷인 경우 난모세포의 발달양식은 모든 난모세포들이 동시에 발달하는 동시발달형, 난모세포들이 무리를 이루어 발달하는 난군동시발달형, 생식소내에 모든 발달단계의 난모세포를 갖는 비동시발달형으로 구분할 수 있다 (Wallace and Selman, 1981; de Vlaming, 1983). 난군동시발달형인 경우는 난소내에 발

달단계가 명료하게 다른 2개의 난군 즉, 성숙 또는 이에 가까운 난모세포군과 미발달 난모세포군으로 구분되며 산란기동안 미발달 난모세포군으로부터의 보충이 이루어지지 않는다. 또한 산란기도 비표적 짧은 편이며 주글감펍, *Scorpaena miostoma* (이 동, 1997), 불블락, *Sebastes thompsoni* (이 동, 1998) 등이 이러한 형에 속하는 것으로 알려져 있다. 비동시발달형은 성숙 또는 이에 가까운 단계로부터 염색인기까지 모든 발달단계의 난모세포가 존재하며, 적어도 성숙이 다된 난모세포는 1군을 이루어 배란된다. 산란기는 일반적으로 길고 그 사이에 전난황형성기 이하의 미발달 난모세포로부터 난황형성기로의 보충이 일어난다. 쟁뚱어, *Boleophthalmus pectinirostris* (鄭 等, 1991)나 담수어인 동자개, *Pseudobagrus fulvidraco* (林과 韓, 1997)가 이 형에 속하고 있는 것으로 알려져 있다.

쥐치의 난모세포 발달양식은 이 중에서 비동시발달형에 속하는 것으로, 성숙시기의 난소내에는 어린 주변인기 난모세포에서부터 완숙 난모세포에 이르기까지 모든 발달단계의 난모세포가 존재하고 있는 것으로부터 알 수 있다. 월별 각 발달단계별 난모세포 구성비율을 살펴 보더라도 (Table 1) 성장중인 난모세포군과 함께 완숙 난모세포군이 1군을 이루어 배란되며 이어서 성장중인 난모세포들이 난황형성을 계속해 또 다른 완숙 난모세포군을 이루어 배란되고 있는 것으로 판단된다. 그리고 배란이 된 이후에도 난소내에는 유구기부터 난황주기 및 완숙 난모세포들이 그대로 존재하고 있었다. 쥐치의 산란기간도 배란의 흔적인 비어있는 여포층이 이른개체는 5월에서부터 늦은 개체는 8월까지도 난소내에 출현하고 있는 점으로 미루어 보아 산란기가 2개월 이상 장시간 지속됨을 알 수 있었다. 이상의 결과로 쥐치는 산란기동안 적어도 2회 이상 산란하는 다회산란어에 속한다고 추측된다.

쥐치 수컷의 경우, 방정을 마친 겨울철 휴지기의 정소내에는 상당수의 정자가 그대로 잔존하고 있었는데 이는 그물코 쥐치, *Rudarius ercodes* (李와 羽生, 1984) 수컷과 마찬가지로 이듬해 새로운 정자가 생성될 때까지 정자들이 상당기간을 정소내에 잔존하면서 서서히 퇴화·흡수되어 가고, 남아있는 정원세포와 정모세포들은 생식기능을 정지한채 겨울을 보내고 이듬해 정자로 성숙하여 생식에 참가하고 있는 것으로 사료된다.

적 요

1997년 7월부터 1999년 6월까지 2년간 제주도 남부해역인 중문 하예동 연안에서 매월 채집한 쥐치, *Steph-*

*anolepis cirrhifer*의 생식주기를 조직학적 방법으로 연구하였다. 암·수컷의 월별 GSI 변화는 월별 수온과 광주기 변화양상과 거의 유사하게 변화하였고 암·수컷 모두 GSI값이 6월에 년 중 최고값을 보였다. 생식주기는 암컷인 경우 성장기 2~5월, 성숙기 5~6월, 산란기 6~8월, 퇴화 및 휴지기 9~12월로 구분되고, 수컷인 경우 성장기 2~4월, 성숙기 5~6월, 방정기 6~8월, 퇴화 및 휴지기 9~1월로 구분할 수 있었다. 성숙시기에 취치의 난소를 조직학적으로 관찰한 결과 난소내에는 여러 발달 단계의 난모세포들이 분포하여 비동시발달형에 속하는 어종으로 판단되며 산란기동안 적어도 2회 이상 산란하는 다회산란어에 속하는 어종으로 사려된다.

사 사

본 연구는 1997년도 한국학술진흥재단의 연구비에 의해 수행되었음을 밝힙니다(과제번호 KRF-1997-022-H00020).

인 용 문 헌

- Aida, K. 1991. Environmental regulation of reproductive rhythms in teleostei. Bull. Inst. Zool., Academia Sinica, Monograph., 16 : 173~187.
- Asahina, K. and I. Hanyu. 1983. Role of Temperature and Photoperiod in Annual Reproductive Cycle of the Rose Bitterling *Rhodeus ocellatus ocellatus*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 52(6) : 965~969.
- de Vlaming, V. 1983. Oocyte development pattern and hormonal involvement among teleosts "Control Processes in Fish Physiology" (eds. J.C. Rankin, T.J. Pitcher and R. Duggan), Croom Helm, London, 176~199.
- Ikehara, K. 1976. Notes on the spawning and growth of *Navodon modestus* (GUNTHER) in the near-shore waters of Niigata Prefecture. Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., 27 : 41~50. (in Japanese)
- Kitajima, C., M. Kawanishi and T. Takeuchi. 1964. Egg development and post-larval of a filefish, *Navodon modestus* (GUNTHER). Suisanzoushoku, 12 : 49~54.
- Razani, H. and I. Hanyu. 1986. Annual Reproductive Cycle of 2~3 Years Old Female Goldfish and Its Artificial Modification by Manipulations of Water Temperature and Photoperiod. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 52(6) : 965~969.
- Santos, A.J.G., K. Furukawa, K. Bando, K. Aida and I. Hanyu. 1986. Photoperiodic Determination of Pre-ovulatory Gonadotropin Surge Onset Time in the Carp *Cyprinus carpio*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 52(7) : 1167~1172.
- Tsukashima, K. and C. Kitajima. 1981. Rearing and development of larval and juvenile file fish, *Stephanolepis cirrhifer* (Temminck et Schlegel). Bull. Nagasaki Pref. Inst. Fish., 7 : 39~46. (In Japanese with English summary.)
- Tsukashima, Y., C. Kitajima, N. Yoshida and Y. Matsumura. 1983. Experimental seed production of *Stephanolepis cirrhifer*. Showa 57-nendo Nagasaki-Ken Suisanzigyosho-Houkoku, 168~169. (in Japanese)
- Wallace, R.A. and K. Selman. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. Am. Zool., 21 : 325~343.
- 金益秀·李完玉. 1994. 濟州道の 魚類相. 全北大 生物學科 韓國魚類相研究會, 1號, 52pp.
- 白文河. 1980. 西歸浦 沿近海の 魚類相. 濟州大 海資研報, 4 : 39~46.
- 羽生 功. 1991. 生殖周期. 魚類生理學(板澤靖男, 羽生 功編). 恒星社厚生閣. 東京, pp. 287~325.
- 李榮敦·高有峰·鄭相喆. 1992. 어랭늘래기, *Pteragogus flagellifera* (Valenciennes)의 生殖 周期와 性轉換. 濟州大 海洋研報, 16 : 43~53.
- 李榮敦·李澤烈. 1987. 자리돔의 生殖周期에 關한 研究. 韓國水產學會誌, 20(6) : 509~519.
- 이정식·강주찬·허성희. 1997. 주굴감펍 (*Scorpaena miostoma*)의 생식소 구조 및 생식주기. 한국수산학회지, 30(4) : 627~633.
- 이정식·안철민·허성희. 1998. 볼볼락, *Sebastes thompsoni*의 생식주기. 한국수산학회지, 31(1) : 8~16.
- 李澤烈·羽生 功. 1984. 그물코취치, *Rudarius ercodes*의 生殖周期. 韓國水產學會誌, 17 : 423~435.
- 林相九·韓昌希. 1997. 동자개, *Pseudobagrus fulvidraco* (Richardson)의 生殖年周期. 韓國水 產學會誌, 30(5) : 823~833.
- 鄭文基. 1977. 韓國魚圖譜. 一志社. 서울, 727pp.
- 鄭義泳·安哲民·李澤烈. 1991. 짱뚱어, *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus)의 性成熟. 韓國水產學會誌, 24(3) : 167~176.