

붉바리의 성숙과 성비 및 성전환

이창규 · 허성범* · 고태승** · 박 승**

국립수산진흥원
*부경대학교 양식학과
**남해수산연구소

Maturation, Sex Ratio and Sex-reversal of Red Spotted Grouper, *Epinephelus akaara*

Chang-Kyu Lee, Sung-Bum Hur*, Tae-seung Ko** and Seung Park**

National Fisheries Research and Development Institute, Yangsan-gun, Pusan 619-900, Korea

*Department of Aquaculture, Pukyong National University, Nam-gu, Pusan 608-737, Korea

**Wando Hatchery, Wando-gun, Chonam, 537-800, Korea

Red spotted grouper, *Epinephelus akaara* is distributed in the south and west coasts of Korea. The natural stocks of the fish are decreasing sharply year by year because of reckless overfishing. This research was carried out to understand general informations on maturation, sex composition and sex-reversals of the fish.

Annual fishing yields of red spotted grouper in the coastal area of Byonsan Peninsular of Korea decreased over 10% from 1992 to 1994. The main fishing season was from May to July with fishing gear of Hand-lines. Gonadosomatic index (GSI) and condition factor were highest on early and late July, respectively, thus main spawning period was assumed from late July to early August. The relationship between total length (X) and body weight (Y) for wild adults was represented as a regression, $Y = 0.0169X^{2.9705}$, ($r^2 = 0.96$).

Frequency of sex of wild red spotted grouper showed that the number of female below 38cm in total length was more than that of male, and hermaphrodite mainly occurred from 28 cm to 32 cm. In reared adults, females only occurred below 25 cm, while in the fish ranging from 26 to 32 cm in total length the frequency of male and female were almost same. Also hermaphrodite occurred mainly between 25~29 cm.

Sex reversal ratio of the adults reared in a tank for a year with different sexual compositions revealed that the frequency of female reversed from male was more than that of male reversed from female at 1 : 1 and 1 : 2 stocking densities of female and male, respectively. Also, about 20% of female was reversed to male when all females were reared. And the size of the fish reversed to male was larger than that of non-reversed female.

Key words : Red spotted grouper, Fishing yields, Gonadosomatic index, Sex-reversal

서 론

붉바리(*Epinephelus akaara*)는 바리과(Serranidae)의 능성어아과(Epinephelinae)에 속

하는 온수성 어류로, 한반도, 일본 중부이남, 중국 및 대만 등과 같은 온대 및 아열대 연안에 주로 분포하는 것으로 알려져 있다(檜山·安田, 1961; Masuda *et al.*, 1984; 松村·福田, 1985).

우리나라에서는 남해, 서남해 및 제주도 연안에 주로 분포하는 것으로 추정된다. 이 어류는 연안 정착성 어류로 연안의 암초지대에 주로 서식하고, 육식성으로 갑각류, 어류 등을 잡아먹는 야행성이다. 산란은 6~8월경 해조류가 무성한 암초지대에서 이루어지는 것으로 알려져 있으나(정, 1977; 김 등, 1994), 구체적인 생태는 아직 구명되지 않았다. 다만 붉바리의 생태는 현재 국내에서 양식을 위한 종묘생산기술 개발을 시도하는 과정에서 일부가 밝혀져 있을 뿐, 한반도 근해 붉바리의 회유, 연령, 성장 및 자원량 등과 같은 구체적인 생태연구는 거의 이루어 지지 않았다.

붉바리는 고가의 어종으로 수요가 매우 많지만 최근들어 국내 어획량은 매년 격감하고 있으며, 현재 붉바리의 양식은 자연산 치어만을 수집하여 일부 축양하고 있는 실정이다. 따라서, 인공 종묘 생산 기술확립을 통한 붉바리의 양식 생산량의 확대는 시급한 문제라 할 수 있다. 이를 위해서는 친어의 성숙, 산란시기, 성전환 등과 같은 생태 연구가 필요하다.

본 연구에서는 붉바리 성어의 자원량 변화 및 생태에 관한 정보를 얻고자, 변산반도 연안에서 어획된 붉바리 성어를 대상으로 어획량 통계를 조사하였다. 붉바리의 산란성기는 여름철인 7~8월로 알려져 있는데(松村·福田, 1985), 우리나라의 붉바리 친어 산란시기에 관한 보고로는 성어를 실내수조에서 사육하면서 조사한 黃(1993)의 보고가 있으나, 서해산에 관한 것은 없다. 본 실험에서는 서해산 붉바리의 산란시기를 알아보기 위해, 변산반도 연안에서 자연산 성어가 어획되는 4월부터 11월까지의 월별 생식소중량지수 및 비만도를 조사하였다.

한편, 붉바리는 놀래기류와 마찬가지로 자성선 숙한 후 성장하면서 수컷으로 성전환 하는 특성이 있다(田中等, 1990). 따라서 채란용 암컷 친어를 이용한 후, 계속 친어로 사육시에는 빈번하게 수컷으로 성전환되기 때문에 다음해에 추가로 암컷을 구입해야만 하는 어려움이 있을 수 있다. 본 실험에서는 친어의 성비 및 성전환 관계를 알아

보고자, 변산반도 연안에서 어획된 자연산 성어의 성비와 서남해 연안에서 어획된 붉바리를 대상으로 실내수조에서 약 1년간 사육했을 때의 암수 성비를 조사하였다. 또한 산란이 끝난 암수 친어를 일정한 성비로 조정하여, 실내 수조에서 1년간 사육한 후 그 성전환 비율을 조사하였다.

재료 및 방법

어획량

변산반도 연안의 붉바리 어획량 조사는 1992년부터 1994년까지 전북 부안군 변산면 격포항 수협에 계통출하된 붉바리를 대상으로, 위탁전포상에 기재된 양을 파악함으로써 실시하였다. 어구별 어획량 조사는 계통출하한 어업인에게 어획 당시의 어구를 직접 또는 간접 문의하여 조사하였다.

생식소중량지수 및 비만도

생식소중량지수(gonadosomatic index) 및 비만도(condition factor) 조사를 위한 실험어는 1994년 4월부터 10월까지 변산반도 연안에서 어획된 성어를 대상으로 하였다. 시료의 수는 어획량이 매우 적었던 4월의 7마리를 제외하고는 조사시마다 15마리를 기준으로 하였다. 시료의 채집은 4월부터 10월까지 매월 1회, 산란기인 7월과 8월에는 초순과 하순 2회 실시하였다. 생식소중량지수는 (생식소중량×100)/체중의 식으로, 비만도는 (체중×1000)/전장³의 식으로 구하였다.

한편, 1991년부터 1995년까지 서남해안 연안에서 어획된 자연산 친어 총 265마리를 대상으로 하여 전장과 체중, 체장, 체고 등과의 상관관계를 조사하였다.

암수의 출현 빈도

자연산 성어의 암수 출현빈도 조사용 실험어는 1993년 6~8월 변산반도 연안에서 어획된 자연산과, 완도 연안에서 5~6월에 어획되어 실내수조에서 산란 말기 또는 산란 직후에 사망한 성어

총 129마리를 대상으로 하였다. 암수의 성 판정은 외형 및 조직학적인 방법을 병행하여 실시하였다.

외형에 의한 구분 방법은 시료가 모두 산란기의 것임을 고려하여, 복부 압박시 정액이 유출되는 것은 수컷으로, 유관상 생식소가 비대하게 발달된 것은 암컷으로 판정하였다. 아울러 조직학적인 방법으로는 좌측 생식소의 중앙부 일부를 분리하여 Bouin's solution 으로 24시간 고정한 후, paraffin 절편법을 이용하여 조직절편을 제작, 관찰하였다. 조직의 절단은 마이크로톰을 이용하여 5~7 μm 두께로 하였고, 이것은 Hansen's haematoxylin과 eosin으로 염색하였다. 생식소의 현미경 관찰 결과, 난소나 정소내에 완숙한 난모세포가 가득한 것은 암컷, 정자나 정모세포로 가득한 것은 수컷, 양성의 생식 세포가 출현한 것은 자동동체로 판정하였다.

실내사육산 성어의 암수 출현 빈도 조사에 이용된 실험어는 1991년 6월 전남 완도 연안에서 어획된 것이었는데, 이것은 실내수조에서 까나리 및 전갱이를 먹이로 1992년 8월초까지 사육한 것이었다. 1991년 1월부터 3월사이의 월동기간에는 사육수의 가운을 통해 수온을 10 $^{\circ}\text{C}$ 내외로 유지하였다. 사육수조로는 실내 6톤 사각 콘크리트 수조(2.5 \times 2.5 \times 1 m)를 이용하였다. 실험어의 수는 총 49마리였고 암수의 판정은 자연산의 경우와 같은 방법으로 실시하였다.

실내사육 친어의 성전환

실험어는 1994년 5월 전남 완도 연안에서 어획된 것으로써, 1994년 7~8월의 산란 직후 암수 수용밀도를 11 : 11, 7 : 13 및 22 : 0으로 각각 조정하여, 약 1년간 사육하면서 실시하였다. 암수의 수용밀도 11 : 11 및 22 : 0 실험은 부안에서, 수용밀도 7 : 13 실험은 완도에서 각각 실시하였는데, 실험기간은 산란 직후인 1994년 8월부터 다음해 산란 기간인 1995년 7월까지였다. 친어는 산란기간 중 정액 유출의 여부 및 복부의 팽만 상태로써 암수를 미리 구분하였다. 수컷은 좌측 가슴지느러미를 1/2 정도 절단하여 실험구에 수

용하였다. 실험 종료시의 암수 구분은 시작시와 같은 방법으로 하였다. 실험기간 중의 사육수로는 자연해수를 이용하였고, 1995년 1월부터 3월사이의 월동기간에는 사육수의 가운을 통해 수온을 10 $^{\circ}\text{C}$ 내외로 유지하였다. 사육수조는 앞의 실험에서와 동일하였고, 산란기간 중 먹이로는 주로 냉동 까나리와 전갱이를 공급하였다.

결 과

어획량

1992, 1993, 1994년도 변산반도 연안에서 어획된 붉바리의 어획량은 각각 2,262, 2,098, 1,331 kg로써, 해마다 10~40% 정도씩 감소하였다. 붉바리가 어획된 시기는 대부분 4~10월이었는데, 월별 어획량은 5~7월에 가장 높은 것으로 나타났다(Fig. 1). 1992, 1993, 1994년도의 총 어획량에 대한 어구별 어획률은 채낚기의 경우 각각 87, 75, 81%이었고, 삼각망은 각각 5, 12, 7%, 주낙은 각각 7, 11, 10%, 기타 유자망이나 낭장망에 의한 것은 3% 미만으로써, 변산반도 연안에서 붉바리의 주 어획수단은 채낚기였다. 한편 삼각망에 의한 어획량은 매년 5월에 23~33% 정도로써 이기간 동안에 특히 높게 나타났다(Fig. 2).

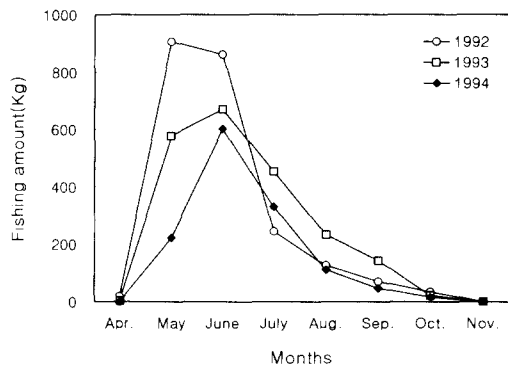


Fig. 1. Monthly variations of fishing amounts of red spotted grouper near the Byonsan Peninsular located in the West Sea.

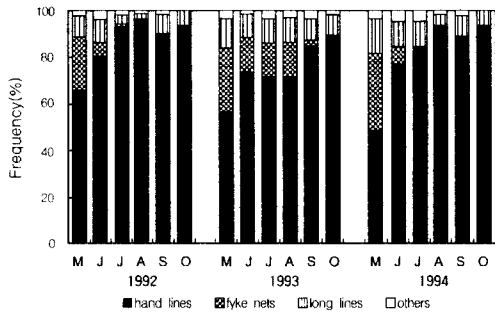


Fig. 2. Frequency of fishing amounts of red spotted grouper by different fishing gears near the Byonsan Peninsular located in the West Sea.

생식소중량지수 및 비만도

4월에서 10월까지 붉바리의 월별 생식소중량지수는 암컷의 경우 5월까지 0.71 내외로 큰 차이가 없었으나 6월부터는 2.18로써 급격히 증가되기 시작하여 7월초에 7.69로 연중 최고치를 보였다. 7월 하순부터는 다시 감소되기 시작해, 10월에는 4월과 비슷한 수준인 0.67까지 낮아졌다. 수컷의 경우도 전반적으로 암컷과 비슷한 양상을 보였는데, 5, 6월부터 생식소중량지수가 증가하여 7월초에 연중 최고치(0.67)를 보였고, 이후 감소되기 시작해 10월에는 0.16으로 낮은 값을 나타냈다(Fig. 3).

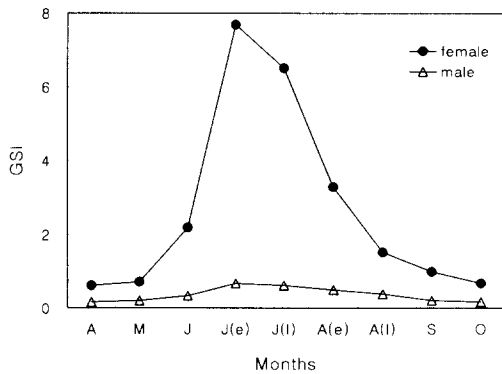


Fig. 3. Monthly variations of gonadosomatic index (GSI) in wild red spotted grouper ((e) : early ; (l) : late).

비만도는 암컷의 경우 4월에 15.1로 최저치를 나타냈으나, 7월말에 17.6으로 최고치를 보였고, 그 이후 서서히 감소하다가 10월에 다시 약간 증가되는 경향을 보였다. 수컷의 경우도 전반적으로 암컷과 거의 유사한 경향을 보여, 4월부터 증가하여 7월말에 최고치(17.4)를 나타냈고 그 후 서서히 감소되었다(Fig. 4).

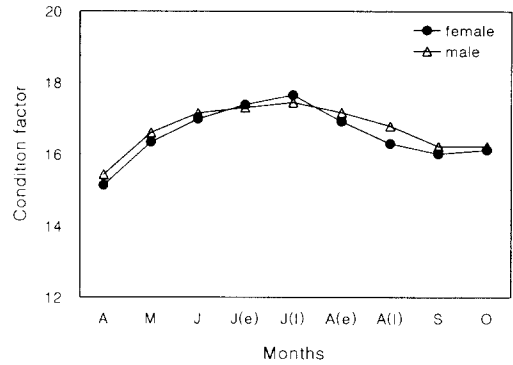


Fig. 4. Monthly variations of condition factor in wild red spotted grouper (e : early, l : late).

한편, 1991년부터 1995년까지 우리나라 서남해안 연안에서 어획된 자연산 성어 265 마리를 대상으로 조사한 전장과 부분체장 등과의 관계식은 Table 1과 같고, 전장(X)과 체중(Y)과의 관계는 $Y=0.0169X^{2.9705}$, ($r^2=0.96$)의 식으로 나타났다. 암수의 출현 빈도 자연산 성어의 암수 출현 빈도는 Fig. 5와 같다. 실험어의 암컷 전장 범위는 24~42 cm, 수컷은 28~46 cm였다. 전장별 암수의 출현 빈도에 있어서는 전장 32 cm까지는 암컷이 48마리, 수컷이 12마리로써, 암컷의 출현 빈도가 수컷보다 4배 정도 높았다. 전장 34~38 cm에서는 암컷이 19마리 수컷이 10마리로써, 암컷의 출현 빈도가 역시 2배 정도 높았다. 그러나 전장 40 cm 이상에서는 암컷이 2마리 수컷이 17마리로써, 암컷의 출현 빈도는 극히 낮았다. 자웅동체인 성어의 전장 범위는 24~40 cm로써 총 21마리 있었는데, 전장 24~32 cm 범위에서의 출현 빈도가 비교적 높은 것으로 조사되었다.

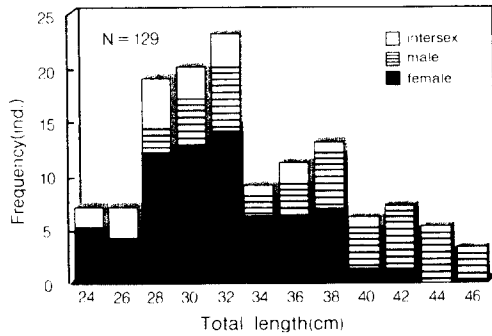


Fig. 5. Sexual composition of wild red spotted grouper.

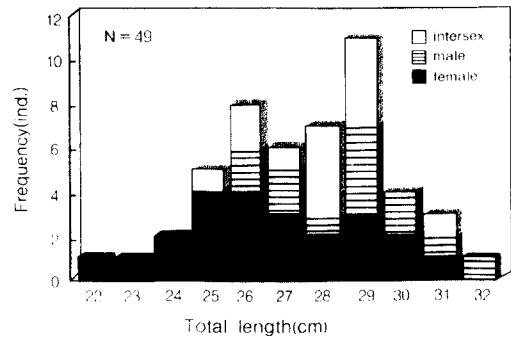


Fig. 6. Sexual composition of red spotted grouper reared in indoor culture tank.

Table 1. Regression equation of body length (BL), body height (BH), head length (HL), upper jaw length (UJL), caudal peduncle height (CPH) and body weight (BW) against total length (TL) of wild red spotted grouper

Regression equations	r ²
BL=0.8343 TL-0.3673	0.98
BH=0.2725 TL-0.0732	0.91
HL=0.2954 TL+0.0084	0.92
UJL=0.1585 TL-0.3815	0.96
CPH=0.0983 TL-0.1438	0.90
BW=0.0169 TL ^{2.9705}	0.96

실내사육산 성어의 암수 출현 빈도는 Fig. 6과 같다. 암컷의 전장 범위는 22~31 cm, 수컷은 26~32 cm였다. 전장별 암수의 출현 빈도에 있어서는 전장 25 cm까지는 암컷만 8마리가 출현하였고, 전장 26~32 cm에서는 암컷이 15마리 수컷이 13마리로서, 암수의 출현 빈도가 서로 비슷하게

나타났다. 자웅동체의 전장 범위는 25~31 cm였고 출현 빈도수는 총 12마리였는데, 전장 25~29 cm에서 골고루 분포하였다.

본 종은 어린시절에는 대부분 암컷의 성장을 나타내고(Fig. 7A), 점차 성장하면서 자웅동체의 형태를 보이다가(Fig. 7B-C) 수컷으로 성전환하는(Fig. 7D) 자성선숙 자웅동체(protogynous hermaphrodite)임을 확인할 수 있었다.

실내사육 친어의 성전환 1994년 산란 친어를 1년간 실내수조에서 사육한 경우 친어의 암수 성 전환율은 Table 2와 같다. 암수의 성비를 1 : 1 비율인 11 : 11마리로 하여 1년간 사육한 후 동일개체 22마리를 재조사하여 본 결과, 이들의 성비는 각각 12 : 10마리로서 암컷 중 1마리가 수컷으로, 수컷 중 2마리가 암컷으로 각각 성전환된 것으로 확인되었다. 실험 시작전 암컷의 전장은

Table 2. Sex reversal of red spotted grouper adults reared from August in 1994 to July in 1995 within 6-ton concrete tanks

Initial				Final		Number of adults reversed		
Sex ratio (F : M)	Sex	Mean TL(cm)	Mean BW(g)	Sex ratio (F : M)	Mean TL(cm)	Mean BW(g)	F to M	M to F
11 : 11	F	32.1±3	549± 69	12 : 10	34.1±5	720± 88	1	2
	M	34.5±5	612± 97		36.7±8	843±139		
7 : 13	F	35.4±4	677± 81	11 : 9	35.8±5	730±101	2	6
	M	36.3±6	718±122		39.7±7	922±168		
22 : 0	F	30.2±3	450±142	18 : 4	32.3±5	615±186	5	-
	M				34.6±3	723±205		

Abbreviation : F, female ; M, male ; TL, total length ; BW, body weight.

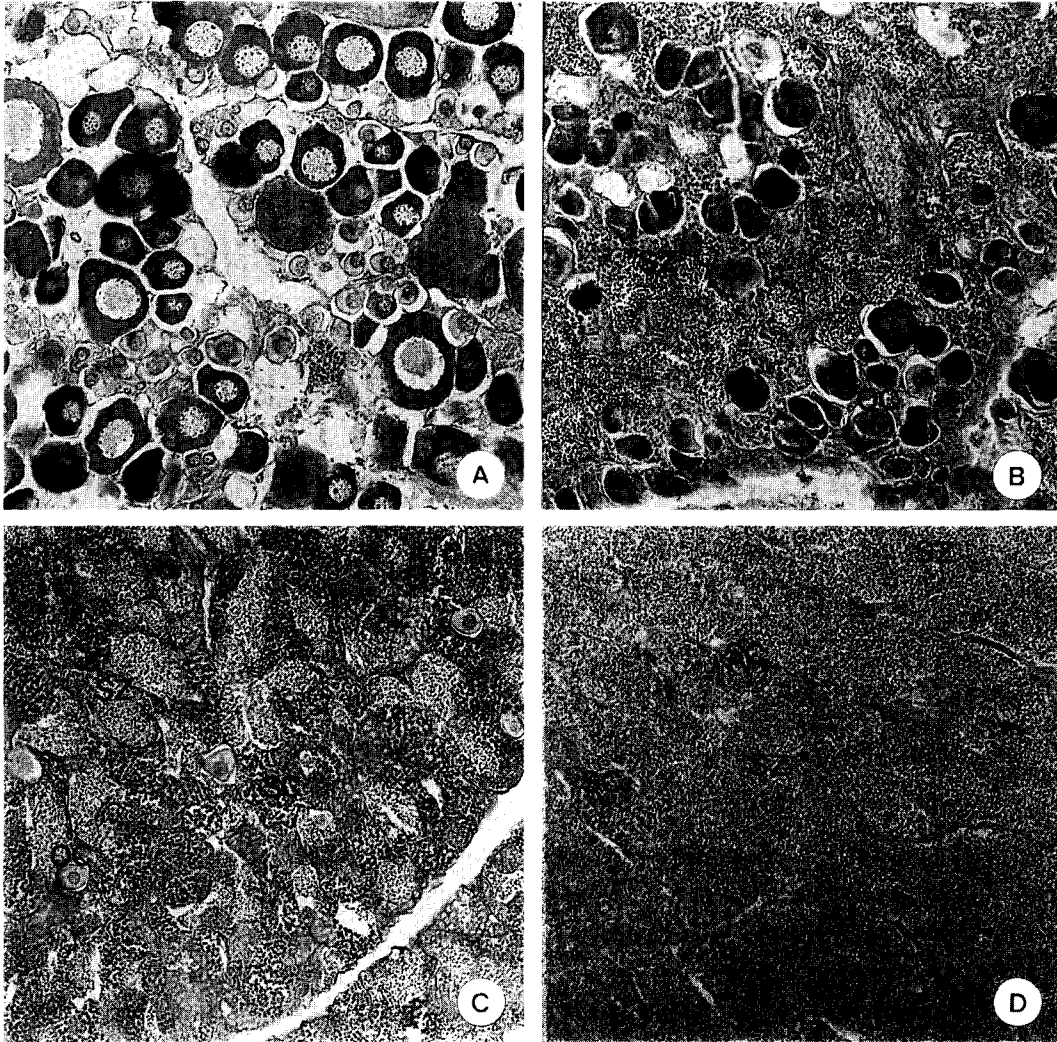


Fig. 7. The process of sexual changes of *Epinephelus akaara* (A-D). A, section of an ovary containing a number of oocytes (OC) ; B, section of a gonad of hermaphrodite showing mixed sex containing a number of oocytes (OC) and numerous spermatozoa (SZ) ; C, section of a testis showing a pattern of sex reversal from residual ovarian tissues having a few degenerating oocytes (OC) to a testicular tubules filled with numerous spermatozoa (SZ) ; D, section of an testis containing numerous spermatozoa (SZ) and spermatocytes (SC) after sexual change. A, B, C, D×100.

32.2±3 cm였고, 수컷의 전장은 34.5±5 cm였다. 실험 종료시의 전장은 암수 각각 34.1±5 cm, 36.7±8 cm였다.

암수 성비를 1 : 1.9 비율인 7 : 13마리로 하여 1년간 사육한 경우, 동일개체들의 암수 성비는 각

각 11 : 9마리로써 암컷의 수가 더 많이 증가되었는데, 암컷 중 2마리가 수컷으로, 수컷 중 6마리가 암컷으로 각각 성전환된 것으로 확인되었다. 실험 시작전의 암수 전장은 각각 35.4±4 cm, 36.3±6 cm이었으나, 실험 종료시의 전장은 각각 35.8±5

cm, 39.7 ± 7 cm로써, 암컷에 비해 수컷의 전장이 큰 것으로 나타났다. 암수의 성비를 1 : 0 비율인 22 : 0마리로 하여 사육한 경우, 1년 후의 성비는 18 : 4마리로써 암컷 중 4마리가 수컷으로 성전환되었다. 실험 시작전 암컷의 전장은 30.2 ± 3 cm이었으나, 실험 종료시의 암수 전장은 각각 32.3 ± 5 cm, 34.6 ± 3 cm로써 수컷의 전장이 큰 것으로 나타났다.

고 찰

일본의 경우 붉바리 어획량은 1980년 이래 매년 10% 이상 감소하고 있는 것으로 보고되고 있는데 (松村·福田, 1985; 宮木, 1989), 우리나라에서도 이와 마찬가지로 변산반도 연안의 붉바리 어획량이 매년 최소 10% 이상씩 감소되고 있는 것으로 조사되었다. 변산반도 연안에서 붉바리의 주 어획수단은 채낚기로 조사되었는데, 어획지점은 주로 부안군 위도 근해의 암초지대인 것으로 나타났다. 또한 붉바리는 변산반도 연안의 수온이 $11.5 \sim 14$ °C인 4~5월에 삼각망에 의한 어획률이 매우 높았던 점으로 보아, 4~5월경 안마군도 이남지역에서 북쪽으로 회유하던 도중 어획된 것으로 생각된다. 따라서, 앞으로 본 종이 연안 정착성인지 아니면 회유하는 종인지를 밝힐 필요가 있다.

濱本等(1986)은 붉바리의 GSI가 7월 초순에서 8월 초순 사이에 가장 높았고, 이시기의 개체별 GSI의 최고치는 자연산이 12.3, 양성천어는 10.3이라고 보고하였는데, 본 실험에서의 7월초 자연산 붉바리의 개체별 GSI 최고치는 18.1로써 이보다 약간 높은 수치였다. 본 실험에서 붉바리의 생식선 중량지수는 7월초에 가장 높았고, 비만도는 7월말에 가장 높은 것으로 나타났으며 또한, 자연산 성어는 실내 사육수조에서 7월 중순에서 8월 중순 사이에 산란된 것으로 확인되어, 한국 서해산 붉바리의 주 산란시기는 7월 하순에서 8월 초순 사이로 판단된다.

野上·福永(1990)은 자연산의 붉바리의 경우 암컷은 전장 35cm 이하에서 많이 나타나고, 수컷은

전장 34 cm 이상에서 주로 나타난다고 보고하였다. 이러한 원인은 암컷으로 먼저 성숙한 다음 수컷으로 성전환하는 자성선숙종이기 때문이라고 하였다. 田中等(1990)은 붉바리 치어를 실내수조에서 사육하면서 조사한 결과, 암컷으로 먼저 성숙하기 이전에 수컷으로 성숙하는 개체도 일부 존재한다고 보고하였다. 본 실험에서 자연산 붉바리의 암수 출현 빈도는 전장 38 cm까지는 암컷의 출현 비율이 수컷보다 2~6배 정도 많은 것으로 나타나, 野上·福永(1990)의 보고와 비슷한 것으로 나타났다. 또한 실험어 129마리 중 전장이 28 cm 미만인 개체 수는 14마리였으나 그 중 성숙 수컷은 전연 없었다. 다만 염색인거나 주변인기의 난세포에 정모세포가 혼재해 있는 자웅동체 개체가 5마리 있는 것으로 보아, 자연산 붉바리의 대부분은 자성선숙하는 것으로 생각되나, 부분적으로는 그렇지 않은 개체도 존재하는 것으로 판단된다. 자웅동체인 성어의 출현 빈도는 전장 24~32 cm에서 주로 나타났고 또한 이 시기부터 수컷의 수도 증가되는 것으로 보아, 자연산 붉바리의 성전환은 주로 이 크기에서 일어나는 것으로 추정된다.

荻野·尾田(1994)는 실내사육한 붉바리의 경우 만 2년생은 기능적으로는 산란이 가능하나, 실질적으로 산란에 가입할 수 있는 것은 3년째부터라고 보고하였다. 본 실험에서 실내사육 성어의 암수 출현비율은 전장 26 cm 이하에서는 암컷의 수가 월등히 높은 것으로 나타났고, 성숙한 수컷은 전장 26 cm부터 출현하였다. 한편, 본 실험에서 실내사육한 성어의 전장 26 cm는 연령사정 결과 만 3년어로 판단되어, 전장 26 cm의 성숙 수컷은 자성선숙하지 않고 처음부터 수컷으로 성숙된 개체일 것으로 추정된다. 따라서 붉바리는 대부분 자성선숙의 경향을 보이지만, 사육조건에 따라 예외적으로 나타나는 개체도 존재하는 것으로 생각된다.

野上·福永(1990)에 따르면 붉바리의 암수 성비가 1 : 1인 경우 수컷의 크기가 암컷보다 크면 암컷에서 수컷으로의 성전환이 억제되지만, 암컷과 수컷의 크기가 비슷하면 암컷에서 수컷으로의 성전환이 일어난다고 보고하였다. 또한 수컷 집단만을

1년간 사육한 결과 수컷 중의 일부가 암컷으로 성 전환 되었다고 보고하였다. 본 실험에서 암수의 비율을 1:1 및 1:2로 하여 1년간 사육한 결과, 암컷이 수컷으로 성전환된 수보다는 오히려 수컷에서 암컷으로 성전환된 개체가 더 많은 것으로 나타났고, 이러한 경향은 수컷의 비율이 높은 1:2 실험구에서 더 심했다. 또한 실험 종료시 친어의 크기는 1:1 및 1:2 실험구 모두에 있어 암컷보다는 수컷이 더 큰 것으로 나타났다. 특히, 1:2 실험구의 경우는 수컷의 전장과 체중이 암컷보다 각각 약 4 cm와 200 g 정도 더 큰 것으로 나타났다. 이것은 수컷에서 암컷으로 성전환된 개체가 대부분 작은 것이었기 때문으로 풀이된다. 한편, 암컷만을 수용하여 사육한 실험구는 실험종료시 약 20% 정도가 수컷으로 성전환되었는데, 수컷으로 성전환된 개체는 대부분 크기가 큰 것이었다.

요 약

한국의 남, 서해 연안에 주로 분포하는 붐바리는 매년 그 어획량이 급감하고 있어 본 종의 인공종묘생산 기술개발이 절실히 요구된다. 본 연구에서는 붐바리 성어의 어획량, 성숙시기 등과 같은 기초생태 및 성전환에 대하여 조사하였고 그 결과는 다음과 같다.

1992년부터 1994년까지 전북 부안군 변산반도 연안에서 어획된 붐바리의 어획량은 매년 10% 이상씩 감소하는 것으로 나타났고, 주어획 시기는 5~7월이었다. 붐바리의 주 어획수단은 채낚기어업이었다. 4~10월 사이의 붐바리 생식소중량지수는 7월초, 비만도는 7월말에 최고치를 보여, 우리나라 변산반도 연안 붐바리의 주 산란시기는 7월말에서 8월초인 것으로 판단되었다. 자연산 성어의 전장(X)과 체중(Y)과의 관계는 $Y=0.0169X^{2.9705}$, ($r^2=0.96$)의 식으로 나타났다.

자연산 성어의 암수 출현 빈도는 전장 38 cm까지는 암컷이 높았고, 전장 40 cm 이상에서는 대부분 수컷인 것으로 나타났다. 자웅동체는 전장 24~32 cm 범위에서 가장 많았고, 수컷은 전장 28

cm 이상에서부터 나타나기 시작하였다. 실내수조에서 1년간 사육한 성어의 경우는 전장 25 cm까지는 암컷만 출현하였고, 전장 26~32 cm에서는 암컷과 수컷의 출현비율이 서로 비슷하였다. 자웅동체는 전장 25~29 cm에서 가장 많이 나타났다.

실내수조에서 성비를 달리하여 1년간 사육한 친어의 성전환 비율은, 암수의 성비를 1:1 및 1:2로 한 경우 암컷에서 수컷으로 성전환이 이루어진 개체보다는 수컷에서 암컷으로 성전환된 것이 더 많았다. 암컷 집단만을 사육한 경우는 약 20%가 수컷으로 성전환 되었는데, 수컷으로 성전환된 개체들은 대부분 크기가 큰 것들이었다.

참 고 문 헌

- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Ueno and T. Yoshino (eds), 1984. *The fishes of the Japanese Archipelago*. Tokai Univ. Press, Japan. 437p+370 pls.
- 김용익·김용문·김영섭, 1994. 한국연근해 유용어류도감. 국립수산진흥원, 예문사, 부산. 299pp.
- 정문기, 1977. 한국어도보. 서울. 일지사. 520pp.
- 黃星日, 1993. 붐바리 *Epinephelus akaara* (TEM-MINCK et SCHLEGEL)의 生殖巢發達과 17 α -Methyltestosterone 處理에 의한 雄性化. 제주대학교 대학원 석사학위논문, 36pp.
- 宮木廉夫, 1989. 栽培漁業と新養成技術—ハタ類, 水産の研究, 8卷 4: 36-40.
- 濱本俊策·横川浩治·榎野元秀, 1986. 키지하타의 親魚養成と卵質判定に關する問題點. 香水試研報, 2: 13-22.
- 松村眞作·福田富男, 1985. 岡山縣漁獲狀況. 昭和59年度 岡山水試事報. 18-23.
- 野上欣也·福永恭平, 1990. 栽培漁業と新養成技術—키지하타種苗生産. 水産の研究, 9卷 6(49): 103-109.
- 菅野泰久·尾田正, 1994. 人工生産した키지하타의 成長と産卵. 水産増殖, 42(3): 419-425.
- 田中秀樹·廣瀬慶二·野上欣也·服部圭太·石橋矩久, 1990. 키지하타의 性成熟と性轉換. 養殖研報, 17: 1-15.
- 檜山義夫·安田富士, 1961. 日本水産魚譜. 内田老鶴園株式會社, 東京. 404pp.