

쏘가리, *Siniperca scherzeri*의 광주기와 수온에 의한 산란유도

김 형 배 · 이 영 돈*
강원도립대학 해양생물공학과
*제주대학교 해양연구소

Induced Maturation of Mandarin fish *Siniperca scherzeri* by Controlling Photoperiod and Water Temperature

Hyung-Bae Kim and Young-Don Lee*

Department of Marine Biotechnology, Kangwon Province University, Kangwon-Do 210-800, Korea

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

To induce synchronized maturation of mandarin fish, *Siniperca scherzeri* by controlling photoperiod and water temperature, experimental fishes were maintained in filtered recirculating tanks and exposed to three experimental condition, control, 23°C-16L8D, and 20°C-16L8D over 70 days. The data indicated that maturation in female are effectively induced at 23°C-16L8D. Mean gonadosomatic index (GSI) of the fishes held at 23°C-16L8D was much highest 10.85 than the GSI of the control, 1.88. For sexual maturation of mandarin fish, photoperiod was believed to be a prime factor and water temperature was a compensative factor.

Key words : *Siniperca scherzeri*, photoperiod, temperature, induced maturation

서 론

쏘가리, *Siniperca scherzeri*는 농어목 (Perciformes), 켜지과 (Centropomidae)에 속하는 어류로 우리 나라와 중국에만 분포하는데 (Cheng and Zheng, 1987; Nelson, 1994; Lee et al., 1997), 우리 나라에선 서남해로 흐르는 대형 하천의 중상류에 자갈이 깔린 깊은 소를 중심으로 서식하는 것으로 알려져 있다 (Chung, 1977).

최근 들어 쏘가리의 수요와 기호성은 계속 증가하는 반면에, 남획과 환경오염에 의한 자원량 감소로

본 종의 양식기술의 보급이 요구되고 있으나 양식생산에 필요한 연구 결과나 자료는 많지 않다. 양식에 관련된 연구는 쏘가리의 채란, 부화, 양성에 관하여 (Kim et al., 1988; Lee et al., 1992), 종묘 생산시 *Aeromonas* 질병 (Jang et al., 1997) 등이 있으며 소양호에서 쏘가리의 산란생태 및 초기생활사에 관한 연구와 황쏘가리와의 교잡실험에 관한 연구 (Lee et al., 1997)와 초기생활사에 있어 기아가 형태, 공식, 생존에 미치는 영향에 대한 연구 (Myong et al., 1999) 등이 있다.

본 실험을 위한 예비조사에서 쏘가리는 소양호에서 6월 중순에서 7월 초순에 산란이 가장 왕성하였고 5월말에서 시작하여 8월말까지도 성숙개체가 출현되었으나 개체별 성숙도의 차이가 많아 매일 일정량씩 채란할 수

본 연구는 해양수산부 농특과제 현장예로기술사업으로 이루어졌음.

없이 체계적인 종묘생산계획 수립이 어려웠다. 종묘생산이 가능한 다량의 채란을 위해서는 자연생태에서 채집되는 성숙동조화 (synchronized maturation)된 많은 어미 암컷을 필요로 하나 굶어기에 채포허가를 소지한 여러명의 어민 동원이 필요할 뿐 아니라 고가의 어종이어서 현실적으로 많은 양을 확보하기가 어렵다.

인위적으로 어미 관리할 경우 채란용 어미를 미리 많이 확보하여 먹이로 살아있는 어류를 공급하면서 자연조건과 유사한 넓은 옥외수조에서 키워야하기 때문에 많은 비용과 노력이 소요되어 공공 배양장치의 보통 어민들의 어미관리 시도 자체를 불가능하게 하고 있다.

호르몬을 사용하여 인위적 채란을 가능케 하는 방법 (Jang et al., 1997) 또한 호르몬 주사전 개체별 성숙 정도의 불일치와 호르몬 처리방법 및 가격 등의 문제점 때문에 단기간에 대량종묘생산이 가능할 정도의 많은 채란을 원하는 어민들의 시도를 어렵게 하고 있다.

본 실험에서는 좁은 수조 내에 쏘가리 어미를 수용하여 성숙에 영향을 미치는 환경요인인 광주기와 수온을 인위적으로 조절하여 실험어체들의 동조화된 성숙을 유도하여 채란이 가능한가를 조사하였다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 쏘가리는 소양호 증류인 강원도 춘천시 북면 조교리와 부귀리, 동면 품안리에서 1997년 6~9월 소형 정치망으로 채집하였다.

채집된 쏘가리는 소양호에 설치된 수집용 소형 가두리 어장으로 옮겨져 모아졌고, 이 시기에 복부 압박으로 암·수를 판별하여 분리시켜 수용하였다. 어미로 사용 가능한 크기의 개체들을 선별하여 배로운 반한 후 디젤차량에 DC블로워를 설치한 FRP 탱크에 옮겨 수송하였다. 이들은 외부 상처치료를 위해 항생제인 옥시테트라사이클린에 약욕시켜 실내에 설치된 300ℓ 유리수조와 1톤 FRP탱크에 수용후 사용하였다. 사육초기에는 소양호의 가두리 주변에서 들망을 이용하여 채집한 피라미와 밀어 및 빙어 등을 먹이로 공급하였고, 이후 미꾸라지로 먹이를 바꾸었다.

암·수로 나누어 사육한 쏘가리 중 암컷은 체중

220 g 이상, 수컷은 약 60 g 이상의 개체들을 각각 20마리씩을 선별하여 transponder (Mode-ID100, Trovan TM, Netherlands)를 등근육에 삽입시켜 표시하였고, 계측시는 reader로 식별하였다.

광주기 조절은 24시간 타이머로 조절하였고 광원은 형광등을 사용하여 사육수 표면이 200 lux 전후가 되도록 하였다. 또 직접적인 광원변화에 노출을 피하기 위해 수조표면의 2/3를 뚜껑으로 덮어 관리하였다.

수온 조절기와 티타늄히타 그리고 냉각기를 설치해 수온을 조절하였고 여과조와 수처리 쉘을 부착시켜 순환여과식으로 사육하였으며 실험시작 1개월 전부터는 미꾸라지만 먹이로 주었다. 각 실험구의 계측기간별 미꾸라지 공급량은 큰 차이가 없었으나, 수온이 높은 수온구의 먹이 먹는 양이 조금 많았다.

실험구의 조건 (Table 1)은 쏘가리가 춘·하계 산란 어여서 산란시기가 유사한 그물코쥐치, *Rudaris ercodes* (Lee and Hanyu, 1984)와 점망둑, *Chasmichthys dolichognathus* (Baek and Lee, 1985)과 파랑볼우럭, *Lepomis macrochirus* (Lee and Kim, 1987) 및 참돔, *Pagrus major* (Kim and Kim, 1990)의 결과를 참고하여 23°C, 16L 8D 및 대조구로 하였다. 각 실험구의 계측기간별 미꾸라지 공급량은 큰 차이가 없었으나, 수온이 높은 수온구의 먹이 먹는 양이 조금 많았다. 쏘가리 사육수조내 수온은 약 19.5°C에서 1주일 동안 천천히 상승시켜 실험수온에 맞추었고, 동일 기간내 광주기는 춘분을 전후한 12L12D 조건에서 16L8D 조건으로 조절하여 사육하였다.

실험시작시와 매계측일마다 모든 실험어를 100 mg/l 농도의 MS-222 (Sigma, USA)에 마취시킨 후 체중과 전장 및 체장을 측정하였다. 환경조절 요인이 생식소 등에 미친 영향을 조사하기 위해 암·수 각각 5마리씩 해부하여 생식소와 간 무게를 측정한 후 생식소 속도지수, 간 속도지수, 비만도를 아래와 같은 공식에 따라 계산하였다.

생식소 속도지수 (Gonadosomatic index, GSI)

$$= \text{생식소 무게} \times 100 / \text{체중}$$

간 속도지수 (Hepatosomatic index, HSI)

$$= \text{간 무게} \times 100 / \text{체중}$$

비만도 (Condition factor) = 체중 × 10³/전장³

Table 1. Experimental groups of mandarin fish

	Control group	23°C group 1	20°C group 2
Fishes			
No. of fishes for each tanks	40	40	40
Range of body weight (mean±SD)	56.0~980.0 g (196.5±173.2 g)	54.0~760.0 g (196.5±173.2 g)	65.0~780.0 g (196.5±173.2 g)
Range of total length (mean±SD)	46.5~18.8 cm (196.5±173.2 g)	40.9~19.5 cm (196.5±173.2 g)	39.6~18.7 cm (196.5±173.2 g)
Range of body length (mean±SD)	39.0~15.7 cm (196.5±173.2 g)	35.0~16.2 cm (196.5±173.2 g)	33.8~15.5 cm (196.5±173.2 g)
Rearing condition			
Water temperature	19.5~23°C	23±0.5°C	20±0.5°C
Photoperiod	natural condition	16L 8D	16L 8D
Dissolved oxygen	6.0±1.0 mg/l	6.2±1.1 mg/l	6.3±0.5 mg/l

결과 및 고찰

자연에서 생식소가 활성화되어 초기 성숙 (PL 1-1)을 시작한 3월 중순에 수온과 광주기를 조합한 2개

실험구와 대조구로서 자연조건의 실험구 등을 설정하여 약 70일 사육한 후의 암컷 GSI 변화는 Fig. 1과 같았다.

23°C의 경우 GSI의 평균은 실험종료일에 10.85까지 증가하였고, 20°C의 경우 7.12로서 대조구의 1.88보다

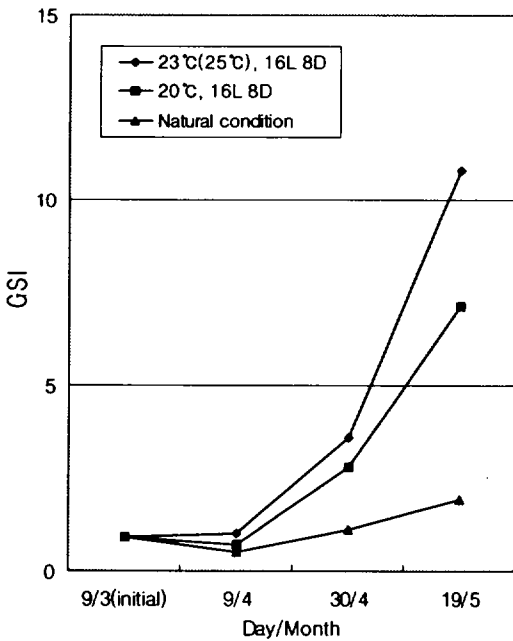


Fig. 1. The effect of photoperiod-temperature regimes on gonadosomatic index (GSI) in female mandarin fish for synchronized maturation.

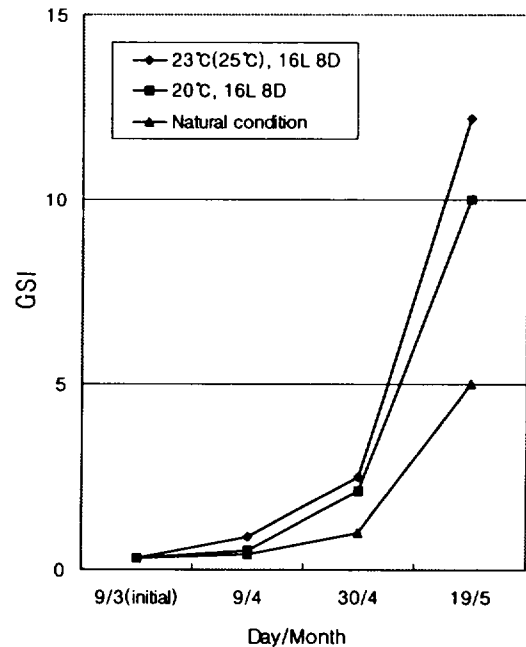


Fig. 2. The effect of photoperiod-temperature regimes on gonadosomatic index (GSI) in male mandarin fish for synchronized maturation.

훨씬 높은 값을 보였다. 20°C의 경우보다 대조구의 수온이 실험중반 이후 1~2°C 높았는데도 불구하고 장일 광주기 20°C 실험구에서 GSI가 훨씬 높았다.

실험 종료시 대조구의 난소 (PL. 1-2)에 비해 16L 8D-20°C 실험구에서는 조사된 5개체중 한 마리가 성숙되었고 처리구의 개체들은 모두 성숙되어 일부 완숙직전의 난을 가지고 있었다 (PL. 1-3).

수컷 GSI 변화의 경우 (Fig. 2) 암컷과 유사한 경향을 보였으나, 각 실험구에서 성숙 연령에 도달한 모든 개체들에게 복부압박에 의해 정액이 흘러나와 (PL. 1-4) 정소의 크기나 무게만 차이날뿐 성숙도의 차이는 없었다.

간 속도지수 (HSI)의 변화는 암컷의 경우 GSI 변화의 결과와 반대되는 경향으로 실험시작시 가장 높았고 점점 감소하여 실험종료시에는 장일 고온구가 가장 낮았다 (Fig. 3). 암컷의 경우 대조구를 포함한 전체 실험구에서 HSI가 실험기간내 감소하였으나 수컷은 다소 증가하는 경향을 보였다 (Fig. 4).

춘·하계에 산란하는 해산어류인 점망둑, *C. dolichognathus*은 수온상승이 성숙과 산란에 미치는 주요인이었

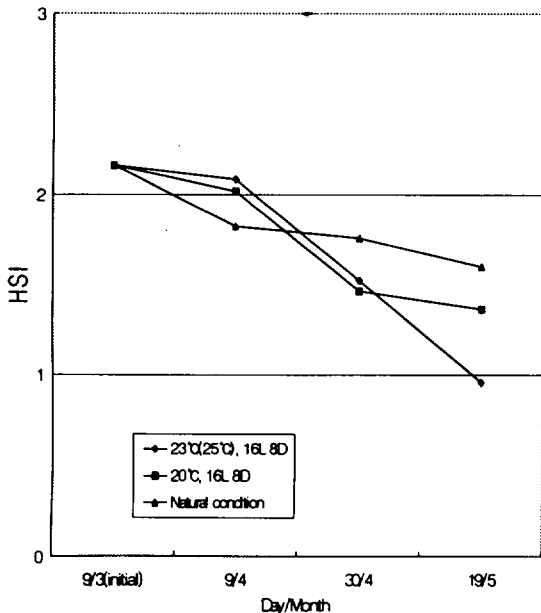


Fig. 3. The effect of photoperiod-temperature regimes on hepatosomatic index (HSI) in female mandarin fish.

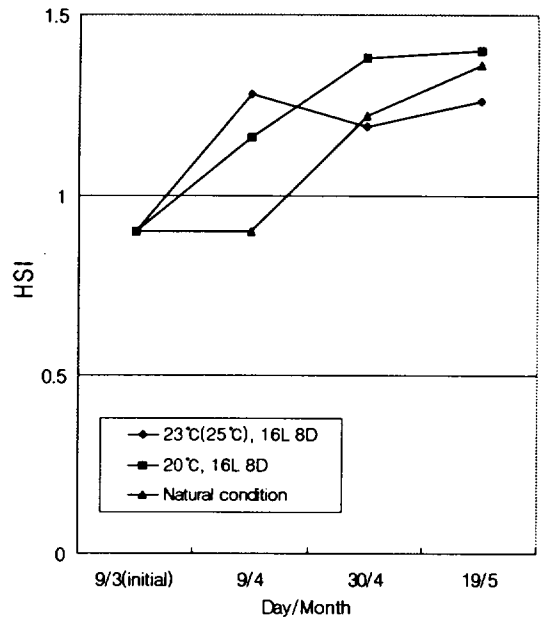


Fig. 4. The effect of photoperiod-temperature regimes on hepatosomatic index (HSI) in male mandarin fish.

고 광주기의 장일조건이 보조요인으로 작용하였지만, 그물코쥐치, *R. ercodes*는 광주기중의 장일조건만이 성숙과 산란에 미치는 주요인으로 보고되고 있다 (Baek and Lee, 1985). 파랑볼우럭, *L. macrochirus*의 경우 7월이 산란성기로서 12L 이상의 조건이 성숙을 유도하고, 14L 이상의 장일조건이 산란유도 요인이며 수온은 보조역할을 하는 것으로 보고하고 있다 (Lee and Kim, 1987).

같은 춘·하계 산란어종인 쏘가리의 경우 하계 산란종인 파랑볼우럭과 유사한 경향을 보여 장일조건이 성숙을 유도하고 수온은 보조역할을 하는 것으로 사료되나 정확한 결과를 위해서는 정밀조사가 필요하다.

그러나 쏘가리의 경우 언급한 3종의 춘·하계 또는 하계 어종들처럼 현재 고밀도로 사육이 가능한 어종이 아니고 대형의 실험조건을 갖추기가 현실적으로 어려웠다. 실험결과, 쏘가리 산란생태를 고려한 사육 수온과 장일조건을 인위적으로 설정한 실험구에서 성숙유도로 성숙동조화가 나타나 수정란 대량 채란의 방법으로 제시할 수 있었다.

요 약

광주기와 수온 조절로 쏘가리, *Siniperca scherzeri*의 성숙동조화를 유도하기 위하여 실험어는 대조구와 20°C-16L8D 처리구 및 23°C-16L8D 처리구에서 70일간 순환여과식으로 사육하였다. 암컷의 생식소 속도지수는 대조구에서 1.88인데 비하여 23°C-16L8D 처리구에서는 10.85로 증가하여 효과적인 성숙을 유도할 수 있었다. 쏘가리의 성숙을 유도하는데 광주기가 주요인으로 작용하였고, 수온은 보조적인 역할을 하였다.

참고문헌

- Baek, H.J. and T.Y. Lee. 1985. Experimental studies on the mechanism of reproductive cycle in the longchin goby *Chasmichthys dolichognathus* (FILGENDORF). Bull. Korean Fish. Soc., 18: 24-252 (in Korean).
- Cheng, Q. and B. Zheng. 1987. Systematic Synopsis of Chinese Fishes. Science Press Beijing, pp. 284-286.
- Chung, M.K. 1977. The Fishes of Korea. Ilji-sa, Seoul. 727 pp. (in Korean).
- Jang, S. I., W. O. Lee, J. Y. Lee, J. H. Cho, S. M. Kim, and K. J. Kim. 1997. Mass mortality by *Aeromonas hydrophila* infection in the production of the Korea mandarin fish fingerling, *Siniperca scherzeri*. J. Korean Aquaculture, 10: 439-447 (in Korean).
- Kim, J.D., J.Y. Jung and C.H. Lee. 1988. Study on the egg taking and hatching of *Siniperca scherzeri* Steindachner. Bull. Nat'l. Fish. Res. Dev. Agency Korea, 42: 81-85 (in Korean).
- Kim, H.B. and J.M. Kim. 1990. Induced spawning of red sea bream, *Pagrus major*, by controlling photoperiod and water temperature. J. Korean Aquaculture, 3: 1-11 (in Korean).
- Lee, C.H., K.N. Chang, S.D. Lee and N.J. Choi. 1992. A study on the cultivation of *Siniperca scherzeri* Steindachner. Bull. Nat'l. Fish. Res. Dev. Agency Korea, 46: 183-193 (in Korean).
- Lee, T.Y. and S.Y. Kim. 1987. Experimental studies on the mechanism of reproductive cycle in the bluegill, *Lepomis macrochirus*. Bull. Korean Fish. Soc., 20: 489-500.
- Lee, T.Y. and I. Hanyu. 1984. Reproductive cycle of small filefish, *Rudarius ercodes*. Bull. Korean Fish. Soc., 17: 423-435 (in Korean).
- Lee, W.O., S.K. Jang, J.Y. Lee and S.J. Son. 1997. Comparison of morphological and chromosomal characteristics and cross breeding of the two types Korean mandarin fish, *Siniperca scherzeri* Korean J. Ichthyol., 9: 235-243 (in Korean).
- Lee, W.O., J.Y. Lee, S.J. Son and N.J. Choi. 1997. Early life history and reproductive ecology of mandarin fish, *Siniperca scherzeri* (Pisces, Centropomidae) in Soyang Lake. Korean J. Ichthyol., 9: 1-4 (in Korean).
- Myung, J.G., C. Jang, M.A. Han, P.K. Kim, H.B. Kim, H.J. Choi and M.S. Kim. 1999. Effect of delayed initial feeding on body form, mortality and cannibalism in larval stages of mandarin fish, *Siniperca scherzeri* (Teleostei: Centropomidae) Korean J. Ichthyol., 32: 669-673 (in Korean).
- Nelson, J.S. 1994. Fishes of the World (3rd ed). John Wiley and Sons, New York, 600 pp.

PLATE I

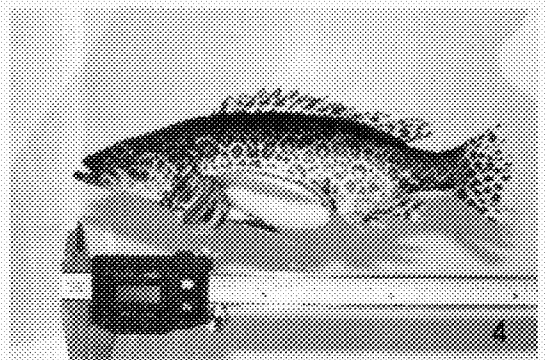
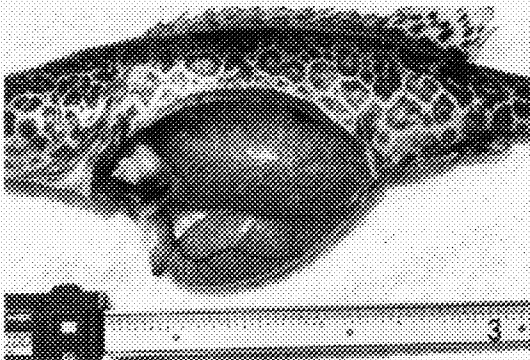
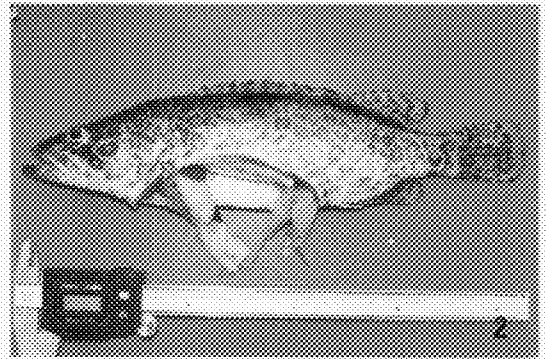
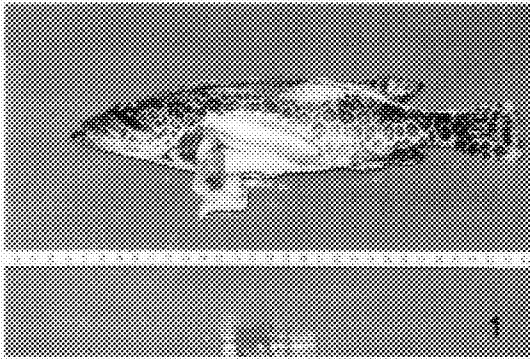


PLATE I-1. Ovary of female mandarin fish on the beginning of experiment.

PLATE I-2. Ovary of female mandarin fish on the end of experiment in control group.

PLATE I-3. Ovary of female mandarin fish on the end of experiment in 23°C-16L8D group.

PLATE I-4. Testis of male mandarin fish on the end of experiment in 23°C-16L8D and 20°C-16L8D group.