

노래미, *Hexagrammos agrammus*(Temminck et Schlegel)의 성성숙과 산란

정 의 영 · 김 성 연*

군산대학 해양개발학과 · *국립수산진흥원 남해수산연구소

1991년 7월부터 1992년 7월까지 부산시 해운대 동백섬 조간대에서 채집된 노래미, *Hexagrammos agrammus*를 대상으로 성성숙에 관련된 제반 형질을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 생식소숙도지수(GSI)는 추계인 9월부터 증가하여 11월에 년중 최고값인 암 4.31, 수 1.61을 각각 나타내었으며 12월부터 감소하여 춘하계 동안 낮은 값을 유지하였다.
2. 간숙도지수(HSI)는 수컷의 경우 뚜렷하지는 않으나, 암컷은 생식소숙도지수와 동일하게 변화하여 생식소가 활성화되는 9월부터 증가하기 시작하여 11월에 2.32의 년중 최고값을 나타내었다.
3. 군성숙도는 암수 모두에서 표준체장 11.0~11.9 cm에서 50 % 이상, 13.0~13.9 cm에서 100 % 로 전 개체가 생식에 가담하는 것으로 나타났다.
4. 성숙 및 산란기인 9월에서 12월사이 난소내 난경조성의 결과에서 노래미는 한 산란기에 3회 이상의 산란을 행하는 다회 산란종으로 밝혀졌다.
5. 총포란수와 성숙란수는 체장에 비례하여 증가하였으나, 전중과의 관계에서는 감소하는 경향을 나타내었다.
6. 비만도는 성장기인 9월에 암수 각각 15.32, 15.14로 최고값을 보인 후 산란기를 지나며 크게 감소하였으며, 3월부터는 다시 서서히 증가하였다. 따라서 비만도의 변화는 생식주기와 밀접한 관계를 가지고 변화하는 것으로 나타났다.

서 론

노래미, *Hexagrammos agrammus*는 쥐노래미과에 속하는 연안 정착성 어류로서 우리나라 전연안 및 중국 북부 연안에 분포하는 동계 산란 어종이다(Jung, 1977).

노래미에 관한 연구로서는 분류에 관한 보고(Jordan and Starks, 1903)를 비롯하여 생태에 관한 연구로 생활사(大島와 中村, 1944), 산란습성과 발생과정(Yamamoto and Nishioka, 1948), 치어생태(小川, 1951, 1963), 생활장소 및 양식, 행동, 생태지위, 식성에 관한 조사(Kanamoto, 1976, 1977, 1979a, 1979b), 추체에 의한 연령 조사(Kang and Kim, 1983), 난발생과 부화자에 관한 보고(Kim and Myoung, 1983)등과 Chung(1985, 1986)등에 의한 생식년주기와 이와 관련된 간세포 및 뇌하수체 GTH세포의 활성변화에 관한 연구가 조사 보고된바 있다.

그동안 노래미 자원은 과거 연안지역의 주요 어획자원이 되지 못했던 관계로 자원이 잘 유지되어 왔으나 최근에는 본 어종을 주 어획대상으로 하는 어업이 늘어가고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 이들 자원의 효과적인 관리를 위해 노래미의 재생산기구 해명을 위한 기초자료를 제공하고자 생식주

기 조사 및 생식세포의 활성변화(Chung and Lee, 1985; Chung *et al.*, 1986)등에 이어 성성숙과 산란에 연관되는 제반 형질 즉 생식소숙도지수, 간숙도지수 그리고 비만도의 연간변화, 난경변화, 군성숙도, 성비 그리고 포란수등을 조사하였다.

재료 및 방법

1991년 7월부터 1992년 7월까지 부산 해운대 동백섬 조간대(Fig. 1)에서 매월 낚시로 매월 30~50개체씩 채집한 총 398개체의 노래미, *Hexagrammos agrammus*를 본 실험 재료로 사용하였다.

채집된 재료는 즉시 실험실로 옮겨 전장과 체장은 0.1 cm까지, 체중은 0.1 g까지 계측한 후 해부하여 어체로부터 떼어낸 생식소와 간은 0.01 g까지 계측하였다. 조직학적 관찰을 위한 생식소는 계측후 즉시 Bouin's용액에 24시간동안 고정후 상법인 Paraffine절편법에 의해 5~7 μm 두께로 절

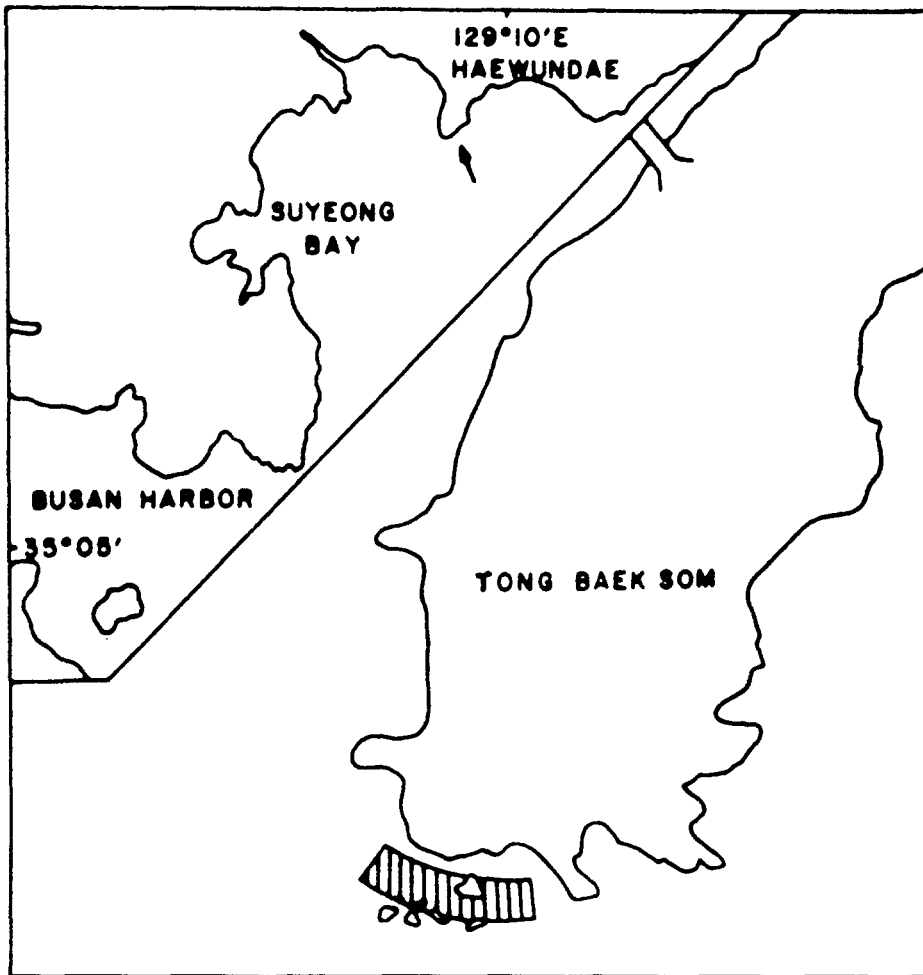


Fig. 1. Map showing the sampling area.

편한뒤 Hansen haematoxyline 과 0.5 % eosine 비교염색과 Mallory 삼중염색을 실시하였다.

생식소속도지수(Gonadosomatic Index)는(생식소중량×100)/체중, 간속도지수(Hepatosomatic Index)는(간중량×100)/체중, 비만도(Fatness)는(전중×10³)/체장³의 식으로 계산하였다. 암수 성비 조사에서 성비의 값은(암컷개체수×100)/총개체수의 식으로 산출하였다. 난경변화 및 포란수는 성장기에서 완숙기에 이르는 9~12월의 개체중 성숙상태가 육안으로 식별되는 재료의 난소만을 이용하였으며, 완숙되어 산란 경험이 있는 것으로 판단되는 것은 제외시켰다. 적출된 난 덩어리는 0.001 g까지 계측한 후 개량 Gilson액(Love and Westphal, 1981)에 수용, 난의 분리를 촉진시키기 위해 60~70 °C 전후의 온도를 유지하면서 4일간 매시간 흔들어주었고, 분리되지 않은 난들은 해부침으로 분리한 다음 24시간 보존하여 완전 분리시켰다. 포란수의 계산은 Bagnal and Braum(1987)의 습중량법을 사용하였다.

결 과

1. 생식소속도지수(Gonadosomatic Index)의 연간변화

1991년 7월부터 1992년 7월까지 생식소속도지수(GSI)의 연간변화를 살펴본 결과(Fig. 2), 암컷의 경우 7월 GSI 평균값은 0.32로 아주 낮았으나 8월로 접어들면서 서서히 증가하여 9월에는 1.11로 상승하였다. 10월에는 2.23으로 크게 증가되며, 11월에는 4.31의 년중 최고값을 나타내었다. 이후 GSI 평균값은 점차 떨어져 12월에는 1.54로 되고 1월에는 급격히 떨어져 0.46으로 되었으며 그후 6월까지의 낮은 값을 나타내었다.

수컷의 경우도 암컷과 유사하게 변화하여 7, 8월 0.05 이하의 낮은 값을 나타내던 것이 9월부터 증

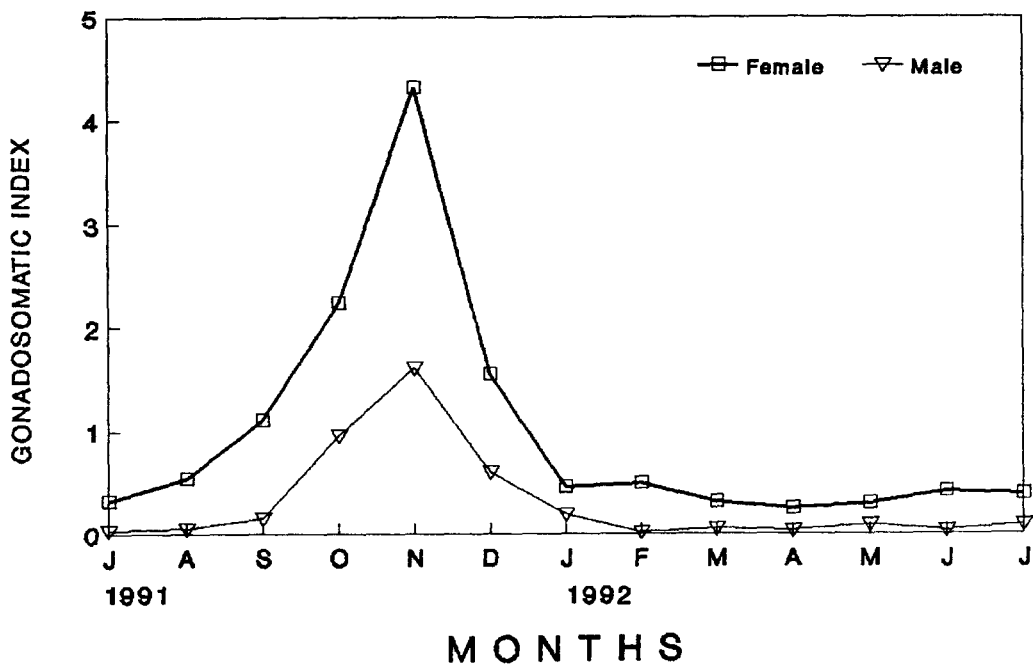


Fig. 2. Monthly changes in gonadosomatic index(GSI) from July 1991 to July 1992.

가하기 시작하여 10월에 0.96으로 급상승하여 11월 년중 최대치인 1.61을 나타내었다. 이후 12월에는 0.61로 크게 감소하였으며 계속하여 이듬해 1월에는 0.19까지 감소되었다. 수컷 역시 2월에서 7월까지 큰 변동없이 0.04이하의 극히 낮은 값을 유지하였다.

2. 간속도지수(Hepatosomatic Index)의 연간변화

생식소 발달과 직접 연관되어 변화를 보이고 있는 간속도지수(HSI)의 연간변화를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 암컷의 HSI값은 9월에서 10월까지 1.20 이하의 낮은 값을 나타내었으나 11월에 급상승하여 년중 최대값인 2.32를 나타내었다. 12월에는 급강하하여 1.55로 감소되었으며 1, 2월에도 계속 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 3월부터는 서서히 증가되어 6월에는 1.86으로 다시 높은 값을 나타내었으나, 그 후 다시 HSI값은 감소하였다.

수컷에서는 7월에서 3월사이 1.20 이하로 전기간에 걸쳐 낮은 값을 나타내었으나 4월부터는 서서히 증가하여 6월에 최대값인 1.83에 이르렀다. 이와같이 암컷의 간속도지수값의 연간 변화는 생식소 속도지수의 변화와 정비례적으로 증감의 변화를 보이고 있으나, 수컷의 경우에는 그 상관적 관계가 뚜렷하지 않은 것으로 나타났다.

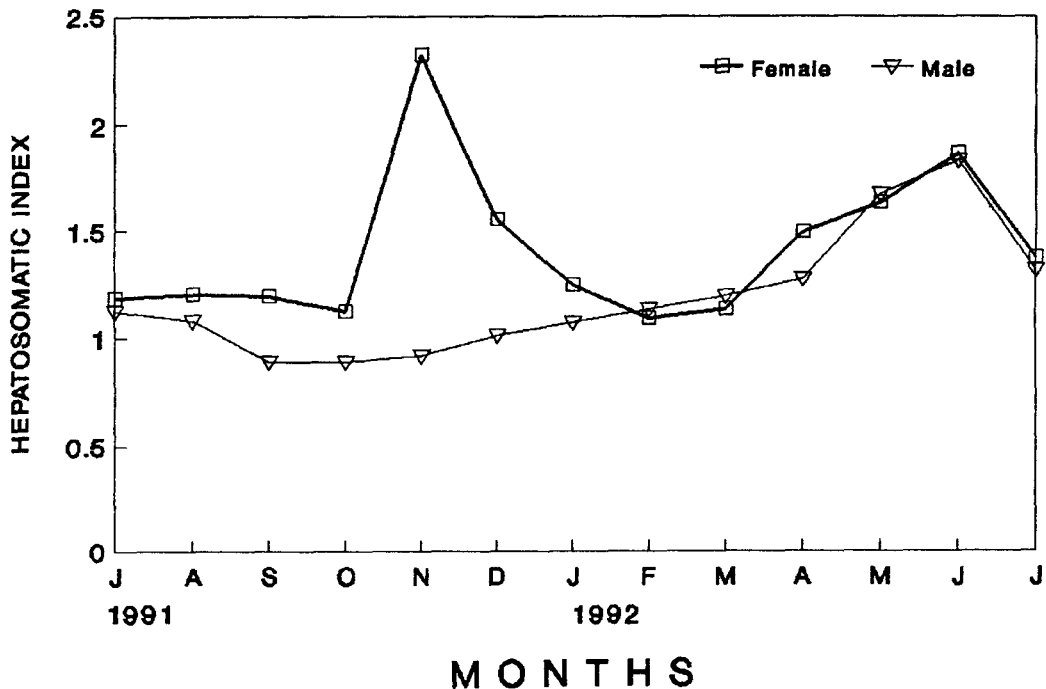


Fig. 3. Monthly changes in hepatosomatic index(HSI) from July 1991 to July 1992.

3. 난경의 변화

난소내 난의 성숙 및 산란회수를 알기 위해 성숙 및 산란시기인 9월에서 12월 채집 개체에 대하여 암컷의 난소내 난경조성 결과를 조사하였다(Fig. 4).

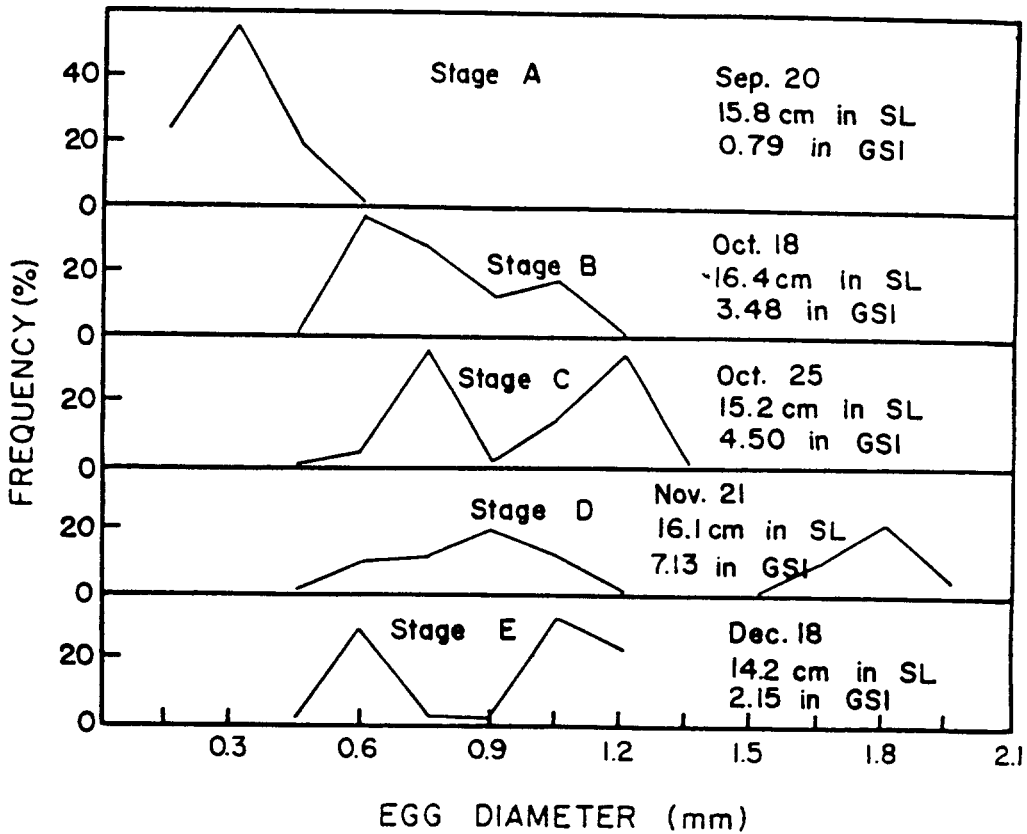


Fig. 4. Frequency distribution of egg diameter measured from each ovary classified to five stages.

산란기전의 9월 개체에서는 300 μm 전후의 난모세포가 주된군을 형성하고 있는데 10월 중순에 이르면 그 모드가 600 μm 와 1,050 μm 전후의 2개 모드로 발달되고 있다. 10월 하순경에는 이들 모드가 더욱 발달 진전되어 750 μm 군과 1,200 μm 군으로 변화되고 있으며 주산란기인 11월에는 900 μm 전후의 난모세포군과 분리된 1,800 μm 전후의 난모세포군이 배란된 상태로 관찰되고 있다. 이후 12월이 되면 1,800 μm 전후의 대형 난모세포군은 사라지고 600 μm 와 1,050 μm 전후의 2개 난모세포군이 존재하는 것으로 나타났다. 이러한 난경의 점진적 이행 발달과정으로 미루어 한 산란기동안 적어도 3회 이상 산란이 이루어짐을 알수 있었다.

4. 비만도(Fatness)의 연간변화

비만도의 연간변화(Fig. 5)를 살펴보면 비만도는 암수 모두에서 9월에 가장 높은값인 15.32, 15.14를 각각 나타낸 후 생식소의 성숙과 함께 서서히 감소하여 산란직후인 12월과 1월에 암 13.44, 수 13.24의 년중 최저값에 도달하였다. 이 후 회복시기로 접어들면서 다시 증가하기 시작하였다. 따라서 비만도의 변화는 생식주기와 밀접한 관계를 가지고 변화하는 것으로 나타났다.

5. 성숙 및 미성숙의 판단과 군 성숙도

9월부터 다음해 1월까지 임의 추출된 표준체장 9.5~19.4 cm의 암컷 102개체, 9.2~18.7 cm의

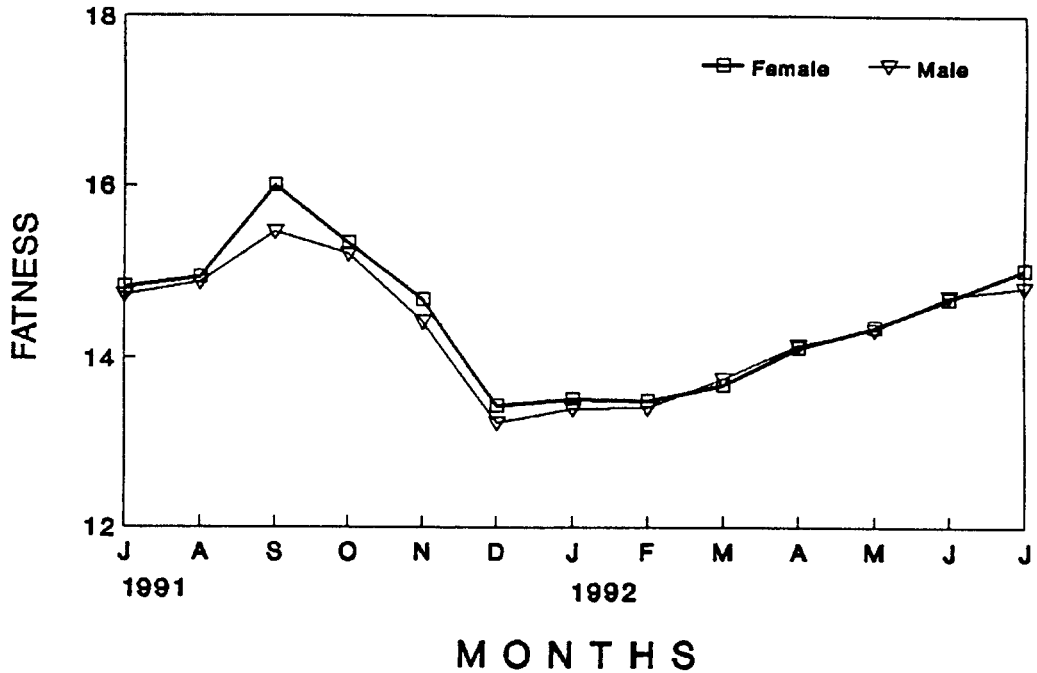


Fig. 5. Monthly changes in fatness from July 1991 to July 1992.

숫컷 95개체의 생식소를 대상으로 체장별 발달상태를 조사하여 방란, 방정에 참여한 개체 여부를 다음과 같이 판단하였다.

암컷

1. 9월 이후 성장기동안 형성된 난황포(Fig. 6A)에 난황물질이 축적되기 시작하며, 성숙기에 난황 물질들이 균질상을 이루는 개체는 산란 가능 개체(Fig. 6B)
2. 완숙기 및 산란기에 완숙난이 나타나는 개체는 산란 가능 개체(Fig. 6C)
3. 방란후 잔존 성숙난들이 퇴화흡수 되어가면서 호산성의 염색성을 나타내는 여포세포들이 발견 되는 개체는 산란 개체(Fig. 6D)
4. 난소소낭상피가 방란후 새로이 재편성 되어가고, 난소강은 여전히 빈채로 느슨한 상태이며 난소 벽은 점차 두꺼워지고 난세포의 세포질 붕괴가 일어나는 개체는 산란 개체(Fig. 6D)
5. 12월에서 1월사이 퇴화중인 미성숙난과 성장중인 난들이 관찰되며, 난소내강이 치밀하여 산란 한 흔적이 없고 난소벽이 아직 두터워지지 않은 개체는 미산란 개체(Fig. 6E)
6. 11월에서 1월사이에 난소내 초기난모세포들이 가득차 있는 상태를 유지하는 저체장어는 미산란 개체(Fig. 6F)

숫컷

1. 9월에 정소소엽내 변태중인 정세포층의 중앙부에서 소수의 정자가 나타나는 개체는 방정 가능 개체(Fig. 7A)
2. 10월에서 1월까지 정소소엽에 완숙된 정자들이 가득차 있고 정소내강에도 방정중인 정자들이

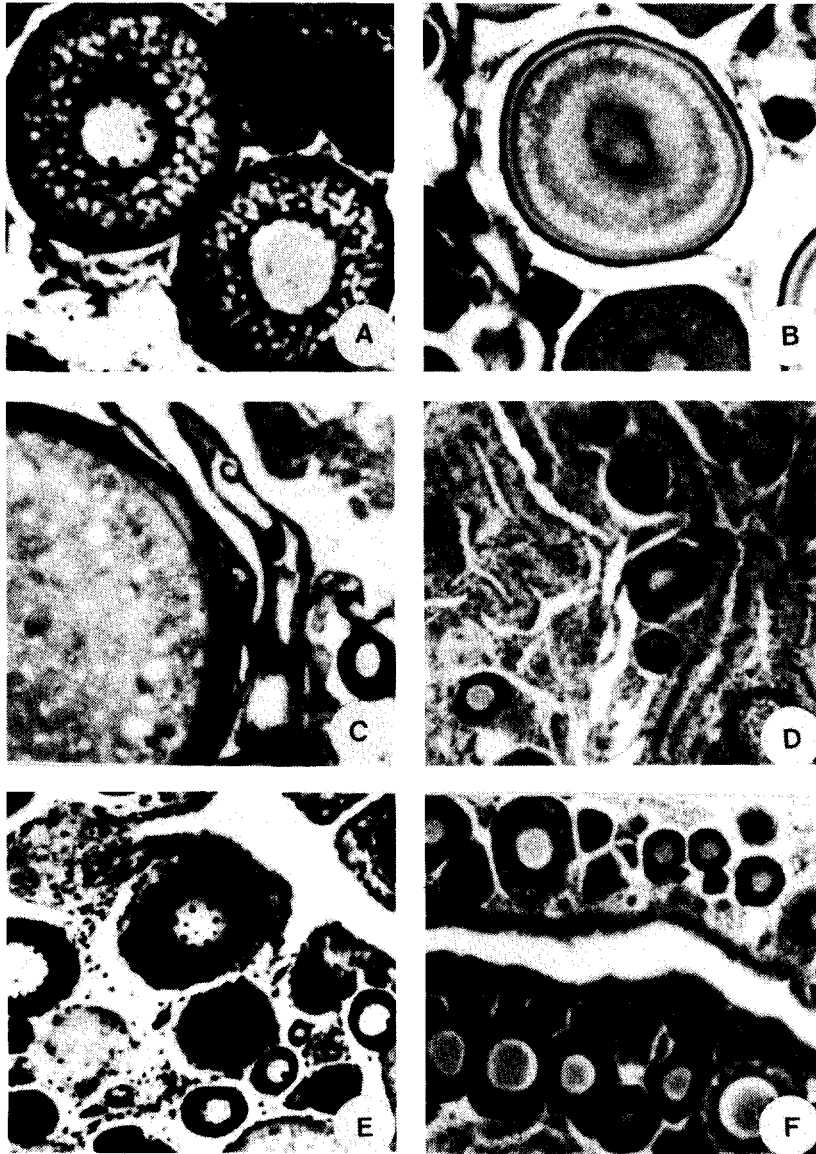


Fig. 6. Light micrographs showing the gonadal development of females, *Hexagrammos agrammus*.
A. Section of the ovary in the growing stage. Note oocytes filled with yolk vesicles in cytoplasm.
B. Section of mature oocytes. Note oocytes filled with yolk globules in the cytoplasm.
C. Section of ripe egg in spent stages. Note numerous yolk materials and oil globules in cytoplasm and well developed zona radiata.
D. Section of spent ovary. Note the presence of a empty follicles cells in ovarian sac.
E. Section ovary in the recovery stage. Note the degenerating oocytes and no scars of spent.
F. Ovary of early growing oocytes along the germinal epithelium. Note small oogonia and immature oocytes.

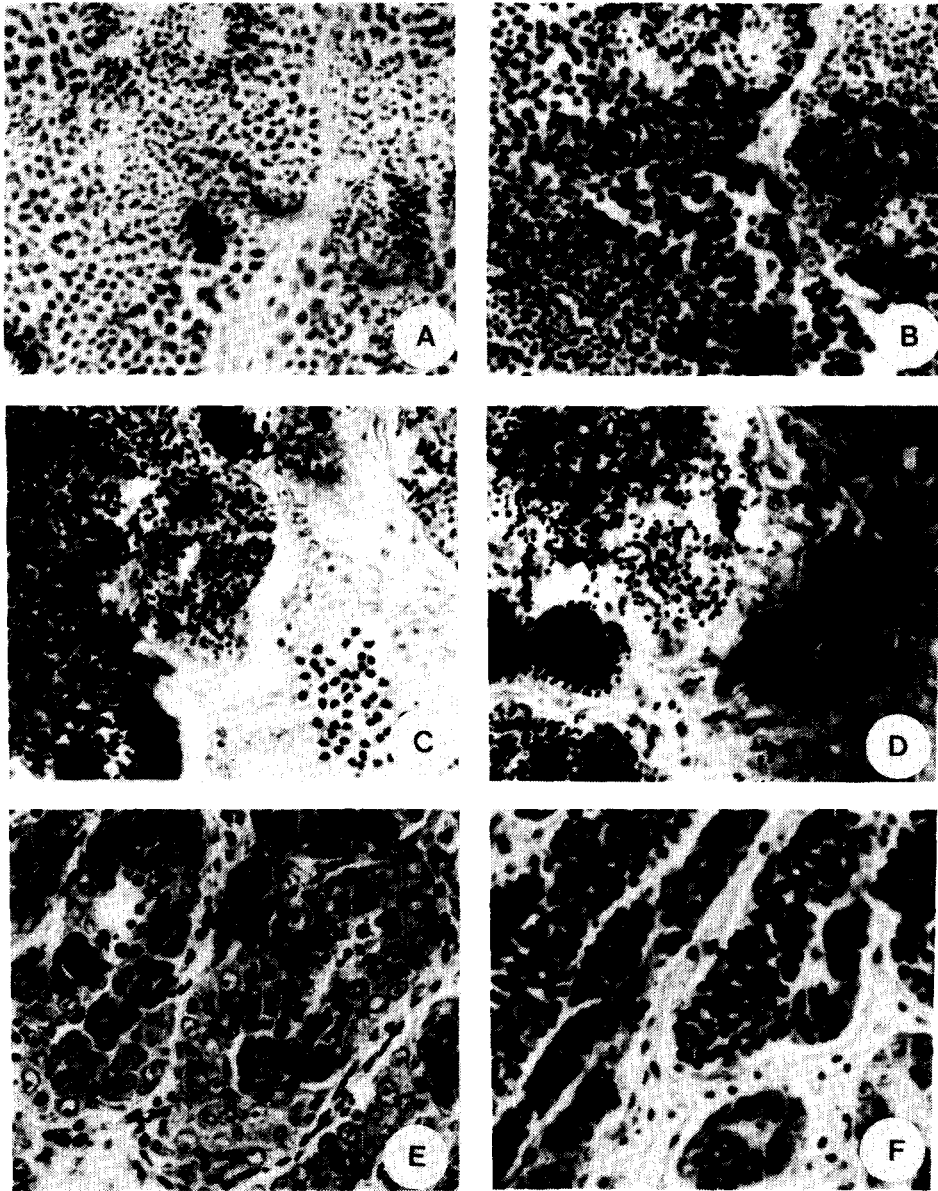


Fig. 7. Light micrographs showing the gonadal development of males, *Hexagrammos agrammus*.
A. Section of testis in the mature stage. Note the cyst composed of spermatids and spermatozoa.
B. Section of ripe testis. A great number of spermatozoa are filled in the enlarged testicular lobules.
C. Spent testis. Note numerous spermatozoa in the testicular lobules.
D. Section of degenerating testis. Note testis becomes withering and remaining undischarged spermatozoa in the lumen of the lobules.
E, F. Section of immature testis. Note a number of the spermatocytes in the testicular lobules.

Table 1. First sexual maturity of Hexagrammos agrammus

Standard length (cm)	Female		Male	
	Number	Mature(%)	Number	Mature(%)
9.0~ 9.9	8	38	8	38
10.0~10.9	16	44	14	71
11.0~11.9	22	77	19	84
12.0~12.9	23	87	15	93
13.0~13.9	10	100	17	100
14.0~14.9	7	100	9	100
15.0~15.9	8	100	5	100
16.0~16.9	5	100	5	100
17.0~17.9	1	100	2	100
18.0~18.9	1	100	1	100
19.0~19.9	1	100	-	-
Total	102		95	

가득차 있는 개체는 방정 개체(Fig. 7B, C)

- 12월에서 1월사이 잔존정자들이 정소소엽에 나타나며, 정소소엽 자체가 비후되는 개체는 방정 개체(Fig. 7D)
- 11월에서 1월까지 정소소엽에 정자들이 나타나지 않고 정모세포들로 가득차 있는 저체장어는 미방정 개체(Fig. 7E, F)

위와같은 판별법에 의해 군성숙도를 나타낸 결과(Table 1) 암컷의 경우 표준체장 9.9 cm 이하는 38 %, 10.0~10.9 cm는 44 %만이 산란에 참여하고 있으며 11.0~11.9 cm 이상이 되어야 비로소 군성숙도 50 % 를 넘어 79 %를 나타내었다. 수컷의 경우 표준체장이 10.0~10.9 cm 이상에서 83 %가 방정에 참여하고 있어 암컷보다 일찍 성성숙에 도달하고 있으며, 전 개체가 산란에 참여하는 것은 암수 모두 표준체장 13.0~13.9 cm 이상으로 나타났다.

6. 암수성비

1991년 7월부터 1992년 7월까지 채집한 개체의 월별 성비의 변화를 보면(Fig. 8) 2월과 4~6월은 수컷이 많이 출현한 반면 나머지 달은 암컷이 많이 출현하였다. 암컷이 가장 많이 출현한 달은 3월로서 65.85 %로 나타났다. 전 조사 기간에 걸친 성비는 암 : 수에서 54.18 : 45.82로 암컷이 다소 높게 나타났다.

7. 포란수

노래미의 번식력을 알기 위하여 조직표본상으로 산란 경험이 없다고 판단되는 31개체를 대상으로 포란수를 조사한 결과 총포란수(F)와 표준체장(BL)과의 관계는 $F=3.2119 L^{2.9306}$, 성숙난수(F')와 표준체장(BL)간의 관계는 $F'=4.4276 L^{2.4458}$ 의 관계식으로 나타났다(Fig. 9). 그리고 총포란수(F)와 체중(W)간의 관계는 $F=1784.0533 W^{0.3659}$, 성숙난수(F')와 체중(W)간의 관계는 $F'=106.3102 W^{0.7997}$ 의 관계식으로 나타났다(Fig. 10). 채집된 개체중 최소 성숙개체인 표준체장이 8.0~11.5 cm 범위의 개체군들은 평균 3,690개의 난을 가지며, 이중 성숙난수는 평균 1,939개였다. 이에 비

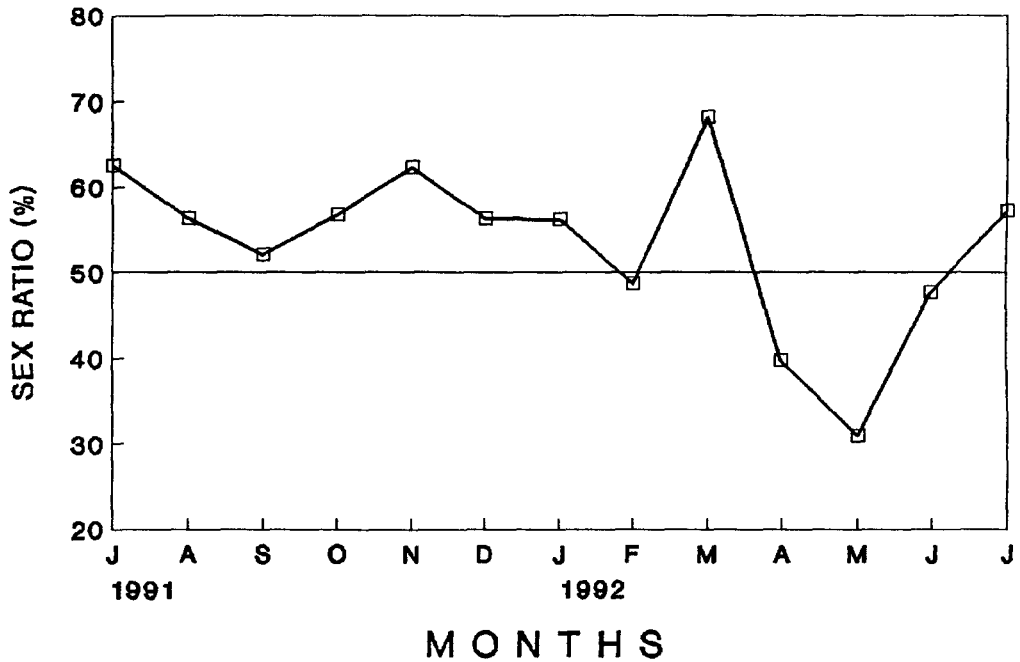


Fig. 8. Monthly changes in the sex ratio from July 1991 to July 1992.

Table 2. Composition of absolute and relative fecundities in females by standard length.

Standard length(cm)	Absolute fecundity		Relative fecundity (per cm)	
	Total eggs	Mature eggs	Total eggs	Mature eggs
8.0~11.5	3,349~4,361	1,081~3,026	292~396	109~275
	3,690	1,939	342	178
11.6~14.5	5,297~8,454	1,875~3,883	421~648	130~294
	6,402.9	2,339.4	478	175
14.6~16.5	5,733~18,618	1,873~5,800	370~1,225	122~325
	11,655.3	3,761.6	742	238
16.6~	10,830~15,612	4,175~9,434	589~858	241~502
	12,645.5	6,170.3	712	342

해 군성숙도 100% 이상 체장으로 조사된 14.6~16.5 cm 범위의 개체군들은 평균 11,655개의 포란수를 보였으며 이중 3,761개가 성숙난이었다. 이들의 체장에 따른 상대 포란수를 비교해 보면 8.0~11.5 cm의 개체들이 총포란수 342개/cm, 성숙란수 178개/cm이나 14.6~16.5 cm 범위의 개체들은 총포란수 742개/cm, 성숙란수 238개/cm로 체장이 증가할수록 포란수도 증가하는 것으로 나타났다(Table 2). 그러나 체중에 따른 상대포란수는 체중이 증가함에 따라 점차 감소하는 경향을 나타내었다(Table 3).

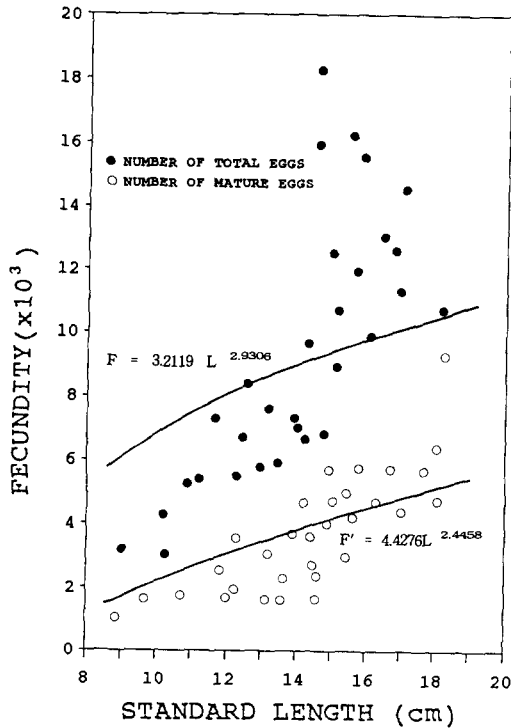


Fig. 9. Relationship between standard length (cm) and fecundity.

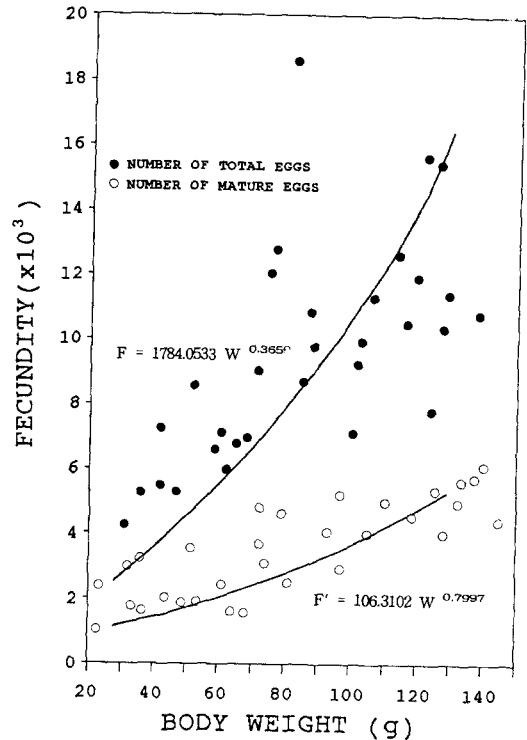


Fig. 10. Relationship between body weight (g) and fecundity.

Table 3. Composition of absolute and relative fecundities in females by body weight.

Body weight (g)	Absolute fecundity		Relative fecundity (per g)	
	Total eggs	Mature eggs	Total eggs	Mature eggs
20~40	3,349~5,297	1,081~3,026	98~167	49~98
	4,091.8	1,936.3	189	63
41~60	5,436~8,854	1,994~3,383	114~1,744	42~76
	6,622.8	2,528.3	133	57
61~80	5,733~16,472	1,843~5,121	77~226	28~70
	10,009.1	3,004.4	141	43
81~	6,987~18,618	2,540~5,587	77~226	30~46
	12,741.6	4,670.2	114	37

고 찰

생식소의 성숙정도를 간접적으로 표현할수 있는 생식소숙도지수(GSI)는 9월부터 증가하기 시작하여 암수 모두에서 완숙기인 11월에 년중 최고값을 나타내고 있는 데 이러한 결과는 노래미, *Hexa-*

grammos agrmmus 생식년주기의 보고(Chung and Lee, 1985)와도 일치하였다.

생식소 발달 즉 생식세포의 발달과 밀접하게 연관되어 변화를 보이는 간속도지수(HSI)의 변화는 본 연구의 결과에서 생식소속도지수와 동일하게 변화하는 것으로 나타났는데 이러한 변화는 연어류, *Oncorhynchus nerka*(Imura and Saito, 1969)와 고등어, *Scomber japonicus*(Noguchi and Bito, 1953)등에서는 동일하게 변화하는 것으로 보고되고 있다. 그러나 은어, *Plecoglossus altivelis*(Ishida, 1979), 그물코퀴치, *Rudarius ercodes*(Lee and Hanyu, 1984), 문치가자미, *Limanda yokohama*(Kang et al., 1985) 그리고 뱀장어, *Anguilla japonica*(Sugimoto et al., 1976) 등에서는 간속도지수가 생식소속도지수와 역상관으로 변화하고 있는 것으로 보고되었다. 이렇게 상이한 변화양상을 나타내는 것은 어류의 생식소 발달 즉 난의 성숙 및 정자의 생산에 필요한 에너지 소모가 어종에 따라 다르기 때문이라고 생각되며, 또한 어종에 따라 이러한 선구물질의 합성 및 저장 그리고 이용에 따른 시기 및 간세포 실질의 변화가 서로 다른 것등에서도 기인하는 결과로 사료된다.

군성숙도 조사 결과 수컷이 다소 일찍 성숙에 달하고 있으나 암수 다같이 표준체장 13.0~13.9 cm에서 전 개체가 100 % 성숙에 참여하고 있음을 알수 있었다. 이들을 동일 지역에서 조사된 개체의 연령 판별 결과(Kang and Lee, 1982)와 비교해 볼때 만 1세어에 속하는 개체들로 나타나, 노래미는 1세에 달하면서 성숙도 100 %에 달하여 생식에 참여함을 알수 있다.

번식력을 측정하는 포란수 조사에서 체장 15.2 cm인 개체에서 18,600여 개로 최대로 나타났고 체장이 커질수록 포란수도 급격히 많아지고 체중에도 비례하여 증가하였다. 단위 체장당 포란수는 체장의 증가와 함께 증가하나, 단위 체중당 포란수와 성숙난수는 체중의 증가에 따라 감소하는 것으로 나타났다. 이와같은 현상은 전어, *Konosirus punctatus*(Kim and Lee, 1984)에서도 동일하게 보고되고 있다.

완숙난의 난경은 성장기인 9월에는 300 μ m 전후로 균일한 분포를 보이나, 성숙시기인 10월에 접어들면서 최대 1,400 μ m 까지 성장하면서 여러개의 모드로 분산되기 시작하는데 이는 노래미가 한 산란기동안 수회 산란하는 어종임을 나타내는 것으로 이러한 현상은 쥐노래미과에 속하는 임연수어(Ivankov, 1976)에서도 보고되고 있다. 그러나 한 산란기 동안 1회 산란하는 어종인 야생금붕어, *Carassius auratus gibelio*의 난경조성 변화에서는 성숙난이 여러 모드로 분리 발달되는 현상은 관찰되지 않는 것으로 보고 되고 있다(Ivankov, 1976).

난 발달의 조직학적 변화와 난경변화등에서 볼 때 난황이 축적된 난들은 곧 산란에 참여하게 되는데, 첫번째 성숙에 이른 난들은 곧 2개 이상의 다른 성숙난의 무리로 분리되어 산란에 참여하게 된다. 그러나 포란수 조사에서 볼때 전체 포란수에 비해 난황이 형성된 성숙난의 수는 극히 일부분인 것으로 나타났으나, 난경 조성에서 2차, 3차의 성숙난 무리에 속하는 난들의 수는 크게 차이를 보이지 않아서 처음 산란한 수와 이후 2, 3 회째 산란에서의 산란수 사이에는 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 본 연구에서 노래미의 산란기는 11월을 성기로 12월까지 지속되고 있으며 산란기 개체의 난경조성으로 보아 한 산란기동안 한 개체가 적어도 3회 이상산란을 행하는 것으로 나타났다. 그리고 성숙시기 각 개체의 포란수에서 나타난 성숙난의 수를 난경변화에서 나타난 곧 산란할 무리에 속하는 성숙난들의 수로 나눈 결과에서도 3회 이상의 산란이 가능한 것으로 나타났다.

비만도의 연간 조사에서, 비만도는 산란기를 맞으면서 급격히 하강하고 이후 산란 종료와 함께 비만도가 점진적으로 회복 증가되고 있어, 본 종은 산란으로 인한 체력소모가 큰 어종인 것으로 나타났다.

인용문헌

- Bagenal, T. B. and E. Braum. 1987. Eggs and early life history. In W. E. Ricker(editor), methods for assesment of fish production in fresh water. p. 165-201. IBP(Int. Biol. programme) Hand b. 3.
- Chung, E. Y. and T. Y. Lee. 1985. Studies on the reproductive cycle of Greenling, *Agrammus agrammus*. Bull. Nat. Fish. Univ. Pusan 25(1):26-42.(in Korean)
- Chung, E. Y., H. B. Kim and T. Y. Lee. 1986. Changes of the activity of the liver cells accompanied with the reproductive cycle of Greening, *Agrammus agrammus*. Bull. Korean Fish. Soc., 19(1) : 83-91.(in Korean)
- Chyung, M. K. 1974. The fishes of Korea. ILJISA, Seoul. P. 522.(in Korea)
- Imura, K. and T. Saito. 1969. Seasonal variations in the metabolic activities of tissue constituents of some fishes. I. Changes in nucleic acid contents of some tissues of kokanee salmon, *Oncorhynchus nerka*(F. Keneyi). Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 20 : 202-210.(in Japanese).
- Ishida, R. 1979. Changes of hepatosomatic index of the ayu, *Plecoglossus altivelis*, during a spawning season. Bull. Tokai Reg. Res. Lab., 100 : 169-171.
- Ivankov, V. N. 1976. The formation of ultimate fecundity in inter-mittently spawning fish with reference to the Southern One finned Greening, *Pleurogrammus azonus*, and the wild glod fish *Carassius auratus gibelio*. J. Ichthyol. 16(1) : 56-62.
- Jordan D. S. and E. C. Starks. 1903. A review of the fishes of Japan belonging to the family of Hexagrammidae. Proc. U. S. Nat. Mus., 26(1348) : 1003-1013.
- Kanamoto, Z. 1976. On the ecology of Hexagrammid fish I. Habitats and behaviors of *Agrammus agrammus* (Temminck et Schlegel) and *Hexagrammos ottakii*(Jordan et starks). Jap. J. Ecol., 26 : 1-12.(in Japanese)
- Kanamoto, Z. 1977. On the ecology of Hexagrammid fish III. Niches of some reef fish. Jap. J. Ecol., 27 : 215-216.(in Japanese)
- Kanamoto, Z. 1979a. On the ecology of hexagrammid fish. IV. Mode of the distribution of *Agrammus agrammus* and *Hexagrammos otakii* and composition abundance and food items of reef fish around several reefs. Jap. J. Ecol., 29 : 171-183.(in Japanese)
- Kanamoto, Z. 1979b. On the ecology of hexagrammid fish. V. Food items of *Agrammus agrammus* and *Hexagrammos otakii* sampled from different habitats around a some reef. Jap. Ecol., 29 : 265-271.(in Japanese)
- Kang, Y. J. and T. Y. Lee. 1982. Population dynamics of the rock trout, *Agrammus agrammus*. Publ. Inst. Mar. Sci. Nat. Fish. Univ. Pusan, 14:23-26.(in Korean)
- Kang, Y. J. and C. K. Kim. 1983. Studies on the structure and production processes of Biotic communities in costal shallow waters of korea. 2. Using the vertebratae for age determination of spottybelly greening, *Agrammus agrammus*. Bull. Korean Fish. Soc., 16(2) : 75-81. (in Korea)
- Kang, Y. J., T. Y. Lee and B. D. Lee. 1985. Reproduction and population dynamics of Marbled Sole *Limanda yokohamae*. 2. Population Dynamics. Bull. Korean Fish. Soc., 18(3) : 261-265. (in Korean)
- Kim, Y. U. and J. G. Myoung. 1983. Eggs development and larvae of rock-trout, *Agrammus agrammus*(Temminck et Schlegel). Bull. Korean Fish. Soc., 16(4) : 395-400.(in Korean)

- Kim, H. B. and T. Y. Lee. 1984. Reproductive biology of a Shad, *konosirus Punctatus*. Bull. Korean. Fish. Soc., 17(3) : 206 - 218(in Korea)
- 小川良徳. 1951. アイナメ 科 幼魚の生態觀察. 採集 飼育. 13 : 238 -240.
- 小川良徳. 1963. クチメの 幼魚 について. 日水研報. 11 : 85 - 90.
- Lee, T. Y. and I. Hanyu. 1984. Reproductive cycle of small filefish, *Rudarius ercodes*. Bull. Korean Fish. Soc., 17(5) : 423 - 435.(in Korean)
- Love, M. S. and W. V. Westphal. 1981. Growth, reproduction and food ha-bits of olive rockfish, *sebastes serranoides*, of central california. Fish. Bull., 79 : 533 - 543.
- Noguchi, E. and M. Bito. 1953. On the seasonal variations of the liver weights and oil content of the meckerel. Bull. Jap. Soc. Fish., 19(4) : 525 - 529.(in Japanese)
- 大鳥泰雄, 中村中六. 1944. アイナメ(*Haxagrammos otakii* Jordan and Starks) 生活史に就いて. 水産學會報., 9 : 81 - 89.
- Sugimoto, Y., Y. Takeuchi, K. Yamauchi and H. Takahashi. 1976. Induced maturation of female Japanese eels, *Anguilla japonica* by administration of salmon pituitaries, with notes on changes of oil droplets in eggs of matured eels. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 27 : 107 - 120.
- Yamamoto, G. and C. Nishioka. 1948. Breeding habits and developmental processes of greening, *Hexagrammos otakii* (Jordan and Starks).(With English resume p. 170). Seibutu. 3(5) : 167 - 170.(in Japanese)

**On the Maturity and Spawning of the Greenling,
Hexagrammos agrammus(Temminck et Schlegel)**

Ee-Yung Chung and Sung-Yeon Kim*

Department of Marine Development, Kunsan National University
Kunsan 573-360, Korea

*South Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research
and Development Agency Yeosu 550-120, Korea

Sexual maturation and spawning of the spottybelly greenling, *Hexagrammos agrammus* were histologically studied under photomicroscopy by considering changes in gonadosomatic index, hepatosomatic index and fatness, egg diameter composition, first sexual maturity and fecundity.

The fish samples were collected monthly at the coastal area of Tongbaeksom, Pusan, Korea from July 1991 to July 1992.

The gonadosomatic index(GSI) increased in September and reached the maximum value(female 4.31, male 1.61) in November when the gonad was mature and ripe. The values were decreased suddenly during the spawning season from December, and declined from January to August.

The annual variations of hepatosomatic index(HSI) appeared to be correlated with those of GSI in female but were not significantly correlated in male. HSI in female began to increase in autumn with the increase of GSI, and reached the maximum in winter when the ovary was mature.

Percentages of first sexual maturity in female and male fish were 50 % in 11.0~11.9 cm and 100 % in 13.0~13.9 cm groups. Both sexes participated in reproduction from one year old.

H. agrammus was considered as a polycyclic species and spawns 3 times or more in the spawning season. Number of total and mature eggs in the absolute fecundity were proportional to standard length and body weight, respectively. Number of total and mature eggs in relative fecundity were also proportional to standard length, but rather decrease with increasing of body weight.

Fatness coefficients reached the maximum value(female 15.32, male 15.14) in September(growing stage), and the values were sharply decreased after spawning. Thereafter, fatness values were gradually increased, therefore, the monthly changes in fatness coefficient closely correlated with the reproductive cycle.

Sex ratios of female and male sexes of this species are showed 54.18 %, 45.82 %, respectively.