

점망둑, *Chasmichthys dolichognathus*의 성成熟과 産卵

白惠子 · 金炯培 · 李澤烈 · 李秉敏

釜山水産大學 資源生物學科
(1985년 6월 25일 수리)

On the Maturity and Spawning of the Longchin Goby *Chasmichthys dolichognathus*(HILGENDORF)

Hea Ja BAEK, Hyung Bae KIM, Taek Yuil LEE and Byung Don LEE

Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan
Nam-gu, Pusan 608, Korea
(Received June 25, 1985)

This paper describes seasonal changes of total length, hepatosomatic index (HSI), fatness, egg-diameter composition, and fecundity of the longchin goby *Chasmichthys dolichognathus* (HILGENDORF).

The specimens used were captured in the tide pool of Tongbaekseom, Pusan, Korea from February 1983 to January 1984. The age of longchin goby, tested by size frequency, was believed to be usually one year which grows to 8.0 cm in total length.

The annual variations of HSI reached the maximum in the early spring when the gonad was actively growing and decreased during the spawning season from April to July. The coefficients of fatness were represented low values for the spawning periods.

Frequency distribution of the egg diameter of mature ovary has three modes: one is the evident mode of the ripe eggs group, and the other two are modes of maturing and immature eggs groups. And an individual is considered as spawns one in the spawning season.

Relationships between the fish size in total length (TL cm) and the number of ovarian eggs(F), the fish weight (BW g) and the number of ovarian eggs are indicated by the exponential equation respectively: $F = 42.585 TL^{1.603}$, $F = 524.589 BW^{0.475}$.

緒 論

점망둑, *Chasmichthys dolichognathus* 은 망둑어과에 屬하는 小形魚類로 韓國南部 및 北海道以南의 日本沿岸 조간대의 암초사이나 tide pool에서 흔히 볼 수 있는 沿岸定着性 魚種이다.

망둑어類의 性成熟에 關한 研究로는 *Gobius minutus*의 生殖巢發達과 抱卵數에 對한 調査(Healey, 1971)를 비롯하여 *Gobius melanostomus*의 精巢와 貯精囊의 組織學的 特徵에 對한 報告, *Gobius batrachocephalus*와 *G. melanostomus* 精巢의 特徵比較(Moiseyeva and Ponomareva, 1973; 1975), 그리고 *Chaenogobius isaza*의 生長과 性成熟의 季節推移에 對한 研究報告(高橋, 1974) 등을 찾아 볼 수 있다.

本 研究의 實驗對象種인 점망둑에 關해서는 産卵期, 産卵生態, 卵의 形態 等에 對한 報告(佐々木·服部, 1969)가 있으며 最近에는 金子等(1984)에 의한 生殖年周期, 白·李(1985)의 生殖機構解明을 위한 實驗적 연구가 調査 報告된 바 있다.

沿岸 조간대에서의 점망둑의 多樣的 分布는 이들이 生態적으로 主要한 위치를 차지하고 있음을 示唆하고 있어 이들의 再生産機構解明을 위한 基礎資料로서 自然産 産卵期 調査와 함께 이들 生殖巢活性化와 退化에 미치는 環境要因 調査(白·李, 1985)에 이어 性成熟과 産卵에 연관되는 諸般形質 즉, 年間體長組成分布, 成熟年齡, 肝熱度指數와 肥滿度의 月別變化, 卵巢內 卵徑組成과 抱卵數 等を 調査했다.

材料 및 方法

實驗에 使用된 材料는 1983年 2月부터 1984年 1月 까지 부산 해운대 동백섬 조간대에서 小形 대낙시와 뜰망을 이용하여 每月 1~2회씩 採集한 總 630個體의 집망목이다.

材料는 採集 즉시 實驗室로 옮겨 全長, 體長, 體重, 生殖巢重量 및 肝重量을 측정한 후, 生殖巢와 肝은 Bouin 용액에 固定하여 組織檢鏡材料로 利用하였다.

肝熟度指數(Hepatosomatic index=HSI)는 肝重量×

100/體重으로 산출하였으며, 肥滿度 계산은 Fulton's condition factor 즉, $f=W \times 10^3/L^3$ 을 使用하였다.

抱卵數 및 卵徑測定은 摘出된 卵巢內 卵덩어리를 Modified Gilson液(Love and Westphal, 1981)에 넣어 60°C 前後의 溫度로 유지하면서 1週日間 每時間마다 흔들어 주면서 分離시켰고, 以後에도 分離안된 卵들은 해부침으로 分離한 다음 다시 保存하여 完全 分離시켰다.

抱卵數 계산은 Bagenal and Braum(1978)의 습중량법을 使用하였다.

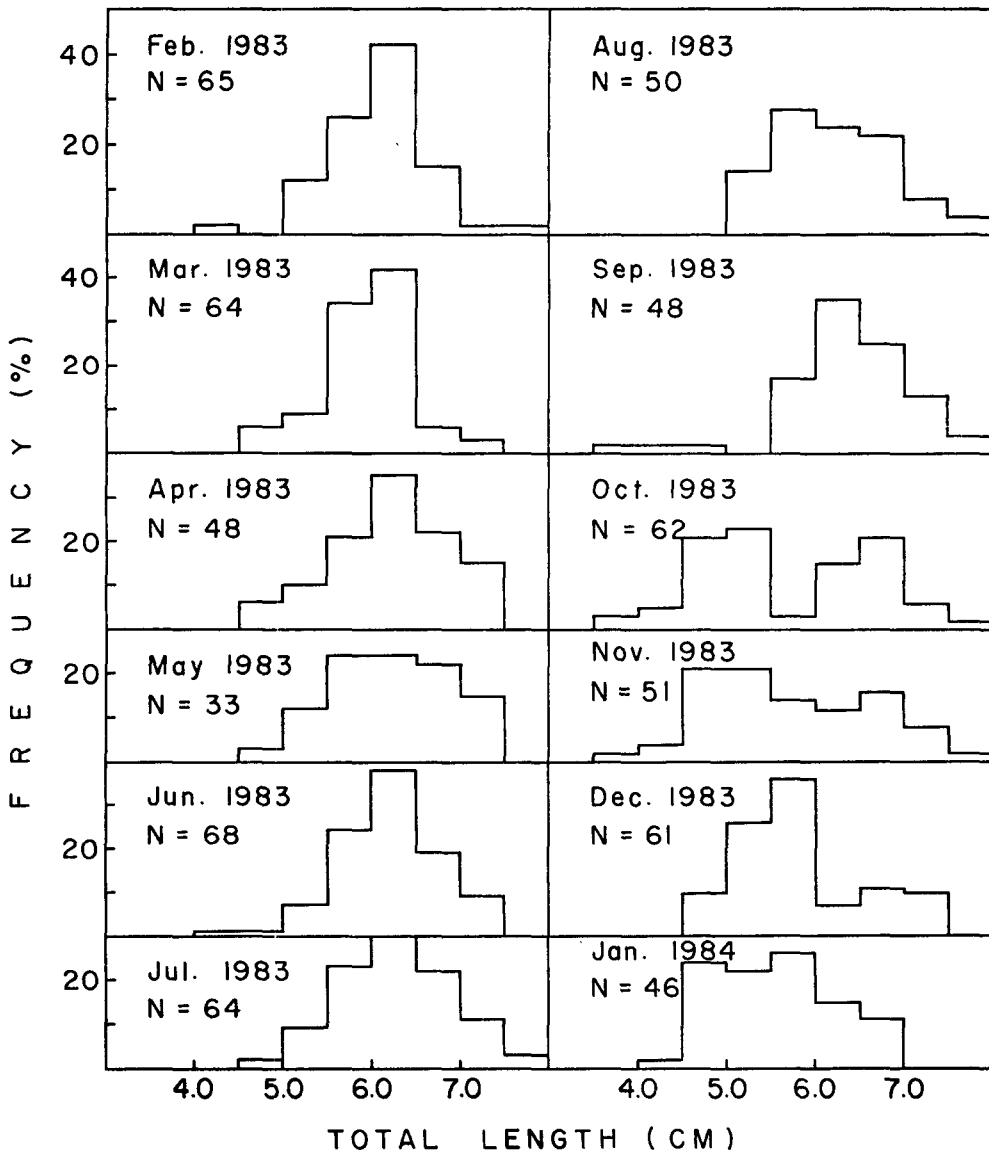


Fig. 1. Seasonal variations in frequency distribution of total length of *Chasmichthys dolichognathus*.

結 果

1. 體長組成

1年間 採集한 630個體의 점망둑을 對象으로 그들의 月別 體長分布를 보면 Fig.1에서 보는 바와 같이 2月부터 8月 사이에는 全長 4~8 cm 範圍에서 한 群을 形成하고 있으나, 9月부터 當歲魚라고 생각되는 小形群이 出現하여 10月에는 뚜렷한 2개의 mode로 나타났다. 以後 11月에 大形群은 사라지기 始作하여 12, 1月에는 대부분 當年에 成長한 小形群들이 體長組成의 主 mode를 이루고 있다.

2. 肝熟度指數(Hepatosomatic index)의 年間變化

生殖巢發達에 影響을 미치는 肝熟度指數의 月別 平均變化를 보면 Fig.2에서 알 수 있는 바와 같이 雌

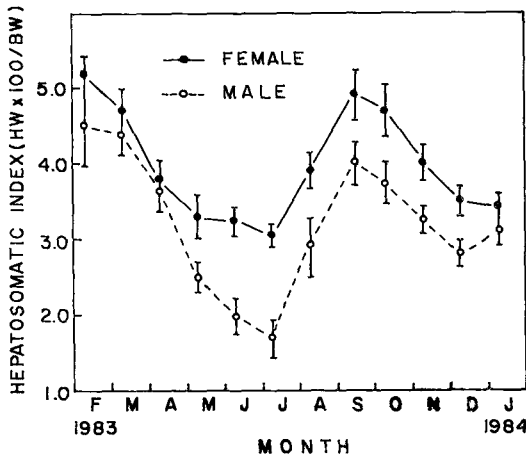


Fig. 2. Seasonal variations of the hepatosomatic index in *Chasmichthys dolichognathus*. The range of standard error is indicated by vertical bars.

雄이 모두 生殖巢活性化가 일어나는 2월에 HSI 값이 각각 5.20, 4.50으로 높은 값을 보이다가 生殖巢가 최고 活性化되어 GSI 값이 年中 最大인 4月(白·李, 1985)을 기점으로 7월까지 낮은 값을 유지하였다. 이후, 生殖巢의 退化·萎縮과 함께 HSI 값이 다시 上昇하여 生殖巢가 完全 退化한 9월에 암수 각각 4.90, 4.55를 나타내다가 10월부터 다시 減少하여 이듬해 生殖巢가 活性化될 때까지 낮은 값을 보였다.

産卵을 前後로 한 암컷의 生殖巢發達狀態를 肝組織像으로 觀察해 보면, 生殖巢活性化가 시작되는 1月以前에는 대부분의 肝細胞質이 脂肪이라고 생각되는 수많은 空胞로 가득 차여있고 H-E 染色 結果, 호염성은 극히 약하다(Photo. 1).

卵黃蓄積이 시작되는 2월부터 肝細胞質이 增加하기 시작하고 細胞質의 호염성이 높아지는 동시에 空胞는 점차 減少한다(Photo. 2). 以後 生殖巢가 最大로 發達하여 GSI 값이 比較的 높은 4에서 7월까지의 肝組織狀態를 보면, 小葉 사이의 結合組織과 여러 개의 肝細胞가 密集된 肝細胞索의 配列이 緻密하여 그 경계가 뚜렷하지 못하며, haematoxylin에 강한 염색친화력을 나타내고 있다.

8월에는 生殖巢退化·萎縮과 함께 약간의 肝細胞退化를 일으키면서 細胞質의 호염성이 低下되며 空胞는 增加한다.

3. 肥滿度の 年間變化

産卵에 의한 점망둑의 體力變化 調査를 위해 月別 平均肥滿度を 調査한 바 Fig.3과 같았다.

암·수 모두 産卵이 시작되는 4월부터 값이 떨어지기 시작하여 産卵이 거의 끝난 7, 8월까지 암컷은 9.50, 수컷은 8.00 전후로 減少되다가 이후 9월부터 回復되어 이듬해 4월까지 암·수 모두 10.00 전후의

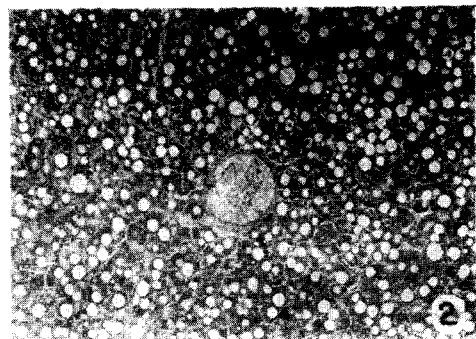
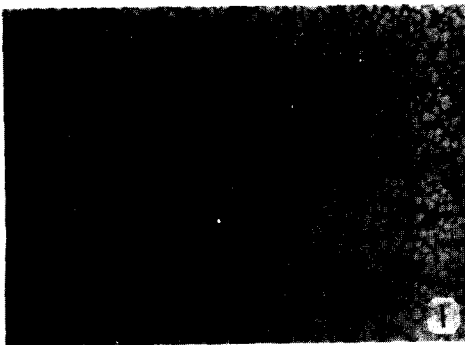


Photo. 1. Section of female liver at immature stage. x100
Photo. 2. Section of female liver at mature stage. x100

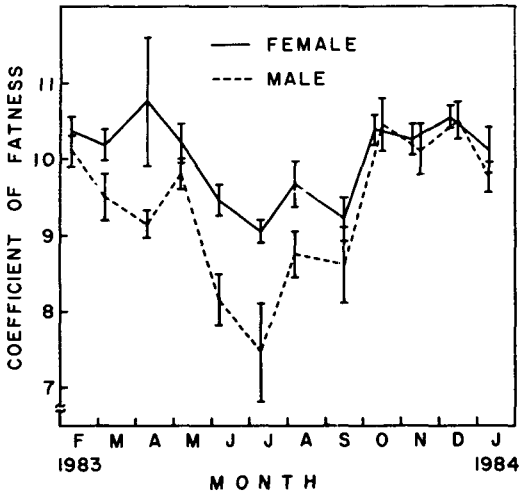


Fig. 3. Monthly changes of coefficient of fatness ($BW/TL^3 \times 10^3$) of each sample by sexes. The range of standard error is indicated by vertical bars.

비교적 높은 값을 유지하였다.

4. 産卵期 卵巢內 卵徑組成

점망둑의 産卵期 동안에 일어나는 放卵回數를 알기 위하여 卵巢內 成熟卵이 나타나기 시작하는 1월부터 産卵이 끝난 8월까지의 個體를 對象으로 그들이 抱卵하고 있는 卵의 크기별 組成 變化를 調査한 바 Fig. 4와 같았다.

1, 2월에는 卵徑 0.4 mm 以下の 未成熟卵들이 主 mode 를 이루고 成長하고 있으며, 이들 成長中인 어린 卵母細胞들은 年中 내내 卵巢 속에 存在하고 있다. 3월에 이르면 成熟卵과 未成熟卵의 두 mode 로 뚜렷이 區別되며, 分離된 큰 mode 는 계속 成熟하여 最大卵徑 1.1 mm 에까지 이르고 있다. 이러한 개체들은 産卵이 한창 진행중인 4, 5, 6월에 많이 出現한다.

7월이후 부터는 卵巢內에 있던 成熟卵들은 完全히 放卵되어 찾아볼 수 없고 未成熟卵들만이 卵巢內에 殘存하며, 8월에 접어들면 이들 殘存卵의 一部도 退化·吸收되어 0.1 mm 以下の 어린 卵母細胞만이 卵巢內에 殘存해 있다.

5. 抱卵數

個體群의 繁殖力을 알아 보기 위해 GSI 값과 組織 檢鏡으로 産卵經驗이 없다고 判定된 總 57個體를 대상으로 抱卵數를 調査한 바, 總抱卵數(F)와 全長

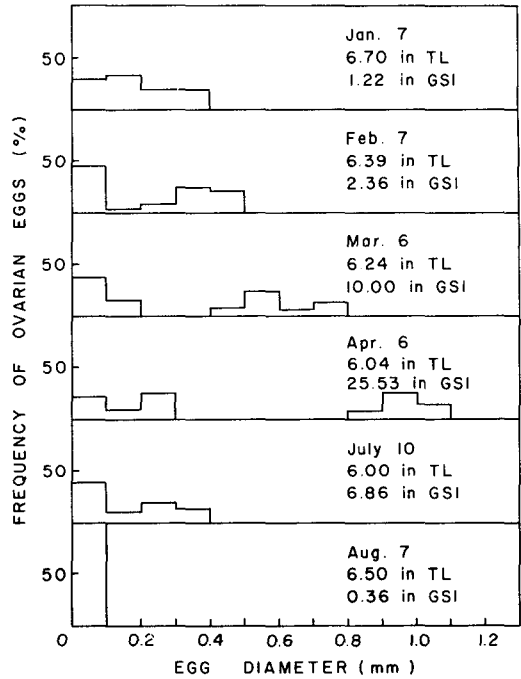


Fig. 4. Frequency histograms of egg diameter measured from each ovary classified to six stages.

(TL)과의 관계는 $F = 42.585 TL^{1.608}$ 으로 나타났고, 總抱卵數(F)와 體重(BW) 간의 관계는 $F = 524.589 BW^{0.475}$ 이었다(Fig. 5, 6).

다음 점망둑의 相對抱卵數 즉, 全長 1 cm 당 卵의 수를 보면, 全長 5.0~5.5 cm 魚體에서는 平均 122

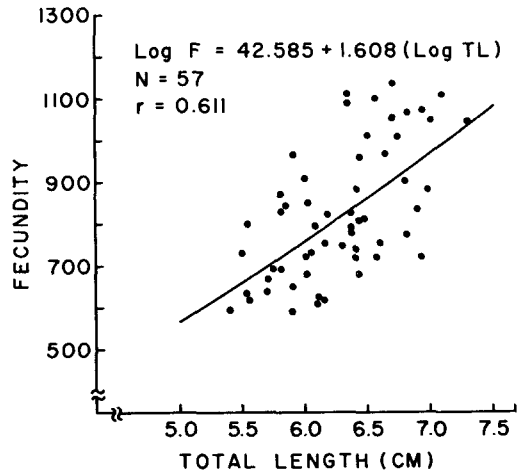


Fig. 5. Relationship of fecundity and length and the predictive logarithmic (base 10) regression for *Chasmichthys dolichogyrus*.

점망둑, *Chasmichthys dolichognathus*의 성적成熟과 産卵

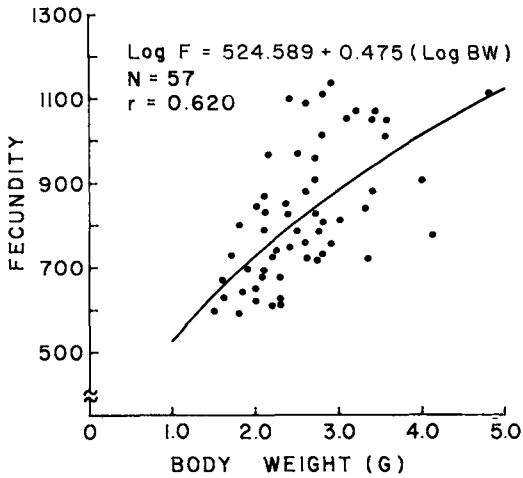


Fig. 6. Relationship of fecundity and weight and the predictive logarithmic (base 10) regression for *Chasmichthys dolichognathus*.

개, 5.5~6.0 cm 에서는 127개, 6.0~6.5 cm 에서는 128개, 6.5~7.0 cm 魚體 에서는 138, 7.0~7.5 cm 에서는 151개로 體長增加에 따라 그 수도 증가하고 있다(Table 1).

Table 1. Relative fecundity in relation to total length

Total length (cm)	Relative fecundity, eggs per 1 cm of total length		n
	Range	Mean	
5.0-5.5	110-133	122	2
5.5-6.0	99-164	127	15
6.0-6.5	99-176	128	23
6.5-7.0	104-170	138	15
7.0-7.5	144-157	151	2

體重에 따른 相對抱卵數의 結果를 보면, 1.5~2.0 g 範圍에 屬하는 個體들은 平均 379개, 2.0~2.5 g 에서는 347개, 2.5~3.0 g 에서는 323개, 3.0~3.5 g

Table 2. Relative fecundity in relation to body weight

Body weight (g)	Relative fecundity, eggs per 1 g of body weight		n
	Range	Mean	
1.5-2.0	311-452	379	11
2.0-2.5	266-458	347	18
2.5-3.0	260-421	323	15
3.0-3.5	215-341	285	8
3.5-4.0	284-293	289	2
4.0-4.5	187-224	206	2
4.5-5.0	231	-	1

범위에서는 285개, 3.5~4.0 g 에서는 289개, 4.0~4.5 g 에 해당하는 個體는 206개로 단위 체중당 抱卵數는 體重增加에 따라 減少하는 傾向을 나타내고 있다(Table 2).

考 察

1983年 2月부터 1984年 1月까지 採集한 점망둑을 대상으로 體長分布(Fig. 1)를 追跡해 본 결과, 봄에 産卵하여 가을에 當歲魚로 加入한 뒤 다음해 成熟하여 産卵을 마친 후 거의 사망하는 것으로 보아 1年 生 魚類임을 알 수 있다.

문질망둑, *Acanthogobius flavimanus*(宮崎, 1940)의 경우는 發育이 좋아 生後 1年만에 産卵하고 폐사하는 群과 發育이 늦어 다음 해 産卵하지 않고 그 다음 해부터 産卵하는 群으로 나눌 수 있다고 했으며 스코틀랜드 Ythan 만 부근에 棲息하는 *Gobius minutus*(Healey, 1971)는 최고 약 22個月 정도 生存하며 가장 오래 사는 個體들은 2번의 産卵을 맞이한다고 했다. 千田·和田(1970)이 報告한 바에 의하면, *Glossogobius olivaceus*은 産卵後 一部 암컷은 사망하거나 生殘하여 다음 해 다시 産卵하는데 이때 고령어가 사망하는 率이 크다고 推測했다. 佐々木·服部(1969)은 봄에 孵化한 日本産 점망둑의 仔·稚魚가 水溫이 上昇하는 여름에 급속히 成長하여 10월에 큰 것은 成體와 비슷하고, 만 1년에 4~6 cm 크기로 되지만 만 1年 以上 生殘하는 個體中에는 최대 7.5 cm 에 達하는 것도 있다고 報告했다. 또한 별망둑의 경우는 1年 以上 生存하는 個體가 점망둑보다 많으며 成長速度가 빨라 봄에 孵化한 仔魚는 5月末에 4~5 cm, 10월에는 5~7 cm 에 達하여 만 1年만에 늦어도 7~8 cm 로 成長하고 최대는 13 cm 정도라고 했다.

위의 報告들을 綜合하여 본 실험 대상종과 비교해 본 결과, 最大體長이 10 cm 以下에 屬하는 小形망둑어科 魚種들은 産卵에 막대한 體力에너지를 消耗하므로 産卵後 대부분 사망하고 生存하는 率이 극히 드물며, 最大體長 10 cm 以上인 망둑어科 魚類에서는 수명이 2~3년까지로 그 사이 2, 3번의 産卵을 行하는 것으로 생각된다.

卵黃蓄積이 始作되는 2月부터 産卵이 거의 끝나는 7月까지의 암컷 肝細胞質에는 好鹽基性이 점차 增加하고 아울러 脂肪滴으로 생각되는 空胞는 減少하는 것을 觀察할 수 있었는데, 이는 estrogen의 作用으로 肝속에서 合成된 卵黃蛋白質의 前驅物質이 成熟 중인 卵巢로 옮겨지는 것에 依한 變化로 여겨진다.

또한 本種의 肝熟度指數는 生殖巢가 活性化되는 2월에 最大值를 나타내고 계속 減少하다가 産卵後 生殖巢가 完全退化한 9월에 또 한번의 상승세를 이룬다. 이 結果, 前者는 産卵을 위한 肝內 營養物質蓄積으로 起因되며, 後者는 産卵後 回復으로 간주된다. 9월 以後 HSI 값이 점차 減少되는 것은 本種은 1回 産卵後 秋冬季에 거의 사망하고 있어 대사기능의 衰退에 의한 結果로 推定된다. 本種에서처럼 生殖細胞成長과 肝熟度指數間에 相應關係를 나타내는 魚種이 있는가 하면 연어, *Oncorhynchus nerka*(石井, 1971)는 HSI가 生殖巢成熟에 따라 增加하는 경향을 보이는데, 이것은 肝細胞에 축적되는 脂肪量과 그 蓄積時期, 肝內 난황단백질 合成과 供給時期가 魚種에 따라 차이가 있음을 보여준다.

年間肥滿度變化는 4월~7월 사이의 産卵期를 제외하고는 比較的 높은 값을 유지하였는데, 産卵期 동안의 저조한 값은 生殖活動에 의한 體力에너지 損失로 推測된다. 金·李(1984)의 報告에 의하면 진어의 肥滿度變化는 産卵期에 따른 增減幅보다는 季節別 環境變化에 크게 좌우된다고 했으며, 이는 産卵으로 인한 體力消耗보다는 먹이섭취량과 더 큰 관련성을 가진다고 간주하였다.

점망둑은 4월부터 7월까지 긴 産卵期를 지나 成長期에서 産卵期에 이르는 個體들의 卵巢內 卵徑組成을 보면, 卵母細胞群이 한 mode로 分離되어 점차 發達해 가는 것으로 보아 한 産卵期 동안 1回 産卵하는 種임을 알 수 있었다.

망둑어科 魚類인 toad goby *Gobius batrachocephalus*(Moiseyeva and Ponomareva, 1975)는 짧은기간 동안 한꺼번에 産卵을 행하나, round goby *Gobius melanostomus* (Moiseyeva and Ponomareva, 1973)는 오랜기간 동안 간헐적으로 産卵을 행한다고 했다. 이는 각기 다른 産卵形態를 가지고 있는 망둑어科 어류의 특징적인 配偶子形成過程 특히, 精子形成에 상당한 관심을 불러 일으킨다고 하겠다.

本種의 繁殖力 측정을 위해 産卵하지 않은 것으로 判定된 個體를 對象으로 抱卵數를 調査한 結果, 全長 5 cm 개체에서는 平均抱卵數 560여개, 6 cm에서는 750여개, 7 cm 以上에서는 1000개 前後로 體長上昇에 따라 總抱卵數도 增加했다($r=0.611$).

體重과 總抱卵數와의 상관을 보면, 體重 2 g에서 平均 700개 前後, 3 g에서 900개 정도로 역시 體重增加에 따라 卵抱數도 增加했다($r=0.620$).

總抱卵數와 體長, 總抱卵數와 體重간의 낮은 상관관계는 어류의 크기나 重量보다도 어떤 다른 要因이

抱卵數變化에 영향을 미치는 것 같다.

Sand goby *Gobius minutus*(Healey, 1971)에서도 마찬가지로 結果를 나타냈다.

점망둑의 상대포란수를 측정해 보면, 일반 경골어류에서 흔히 나타나는 것처럼 단위 체적당 卵數는 體長增加에 따라 그 數가 증가하나, 단위 체중당 抱卵數는 體重增加에 따라 減少하는 것으로 나타났다. 노래미, *Agrammus agrammus*에서도 이와 같은 현상이 觀察되었는데, 이는 알을 적게 抱卵하고 있는 魚種의 環境에 대한 특이한 적응현상으로 간주된다.

要 約

부산 해운대 동백섬 沿岸에서 1983년 2월부터 1984년 1월까지 採集한 점망둑, *Chasmichthys dolichognathus*을 對象으로 그들의 性成熟과 産卵에 관여하는 形質特性을 調査한 結果는 다음과 같다.

1. 月別體長組成 調査 結果, 점망둑은 만 1년만에 成熟하여 産卵을 마치고 사망하는 1年生 魚類로 判定되었다.

2. 肝熟度指數는 암·수 모두 生殖巢 活性化가 일어나는 2월에 peak를 이루고 産卵期인 4~7월 사이에는 낮은 값을 보이는데, 이는 肝에서 生成된 物質이 生殖細胞成熟과 직접 관련되고 있는 것으로 간주된다.

3. 肥滿度變化는 암·수 모두 産卵期 때 저조한 값을 나타내는데, 이는 生殖活動에 의한 體力에너지 損失로 여겨진다.

4. 成熟卵이 나타내기 시작하는 1월부터 産卵이 끝난 8월까지의 개체를 대상으로 그들이 抱卵하고 있는 卵徑組成의 變化를 調査한 결과, 한 産卵期 동안 1回 産卵하는 것으로 밝혀졌다.

5. 成熟個體의 抱卵數를 調査한 결과, 절대포란수는 體長, 體重增加에 비례하나 상대포란수는 體長增加에는 비례하는 반면 體重增加에 따라서는 오히려 감소현상을 나타냈다.

文 獻

- 白惠子·李澤烈, 1985. 점망둑, *Chasmichthys dolichognathus*의 生殖機構에 관한 實驗的 研究. 韓水誌 18(3), 243-252.
- Bagenal, T. B. and E. Braum, 1978. Eggs and early Life history. In T. B. Bagenal (editor), Methods for assessment of fish production in

접망독, *Chasmichthys dolichognathus*의 性成熟과 産卵

- fresh waters. P. 165—201. IBP(Int. Biol. Programme) Handb. 3.
- Healey, M. C., 1971. Gonad Development and Fecundity of the Sand Goby, *Gobius minutus* Pallas. Trans. Amer. Fish. Soc., No. 3, 520—526.
- 石井清士. 1971. 性成熟に伴うヒメマス(*Oncorhynchus nerka*)の肝臓の形態變化. 北大水産彙報 XXII, 3, 215—220.
- 金子豊二・羽生 功・廣瀬慶二, 1984. アゴハゼ *Chasmichthys dolichognathus*の生殖年周期. 日水誌 50 (9), 1535—1540.
- 金炯培・李澤烈, 1984. 전어, *Konosirus punctatus*의 生殖生物學的 研究. 韓水誌 17(3), 206—218.
- Love, M. S. and W. V. Westphal, 1981. Growth, reproduction and food habits of olive rockfish, *Sebastes serranoides*, off Central California. Fish. Bull. 79, 533—543.
- 宮崎一老, 1940. マハゼに就て. 日水誌 9(4), 159—180.
- Moiseyeva Ye. B. and V. P. Ponomareva, 1973. Histophysiological characteristics of the testis and seminal vesicle of the “Round Goby” [*Gobius melanostomus* (Pallas)] in different stages of the sexual cycle. J. Ichtyol. (translated from the Russian), 13(3), 368—381.
- Moiseyeva Ye. B. and V. P. Ponomareva, 1975. Comparative characteristics of the testis of the Gobies *Gobius batrachocephalus* and *G. melanostomus* in different stages of the sexual cycle. J. Ichtyol. (translated from the Russian), 15 (2), 264—273.
- 佐々木 喬・服部 仁, 1969. ハゼ科の2近縁種 (アゴハゼとドロメ)の潮溜りにおける共存關係. 魚類學雜誌 15(4), 143—155.
- 千田 哲資・和田 功, 1970. 水槽内におけるウロハゼの産卵. 魚類學雜誌 17(1), 7—13.
- 高橋さち子, 1974. イサザ(ハゼ科)の性成熟について—I, 生長と性成熟の季節推移. 日水誌 40(9), 847—857.