

韓國產 미꾸리에 關한 育種 繁殖學的 研究

III. 初期 卵發生

李宗映·尹鍾萬·李在賢·申載久·朴弘陽
建國大學校 畜產學科 動物遺傳育種學 研究室

Breeding and Reproductive Studies on Korean Native Loach

III. Early Embryonic Development

Lee, J.Y., J.M. Yoon, J.H. Lee, J.K. Shin and H.Y. Park
Animal Science, Kon-Kuk University

SUMMARY

This study was carried out to investigate the appearance time of the second polar body for producing Gynogenesis or Triploid which could be obtained by arresting the second polar body by cold shock, and then blastoderm was used to measure fertility that revealed the nature of oogenesis, the effects of water temperature on fertility, hatchability, abnormality, viability and growth rate, and the water temperature and the breeding methods to prevent early death of larvae in Korean loach (*Misgurnus anguillicaudatus*): the results obtained in this study were summarized as follows.

The second polar body was observed on the surface of plasma disc close to micropyle within 10~40 min after fertilization at 29°C. Artificial insemination had to be done immediately after the egg spawning because the spermatozoa of loach lose their mobility within 2 minutes when they were exposed to water. The amount of time needed to reach at blastoderm stage was 12 hours if fertilized eggs were incubated at 16°C, 8 hours at 19°C, 6 hours at 21°C, 5 hours at 23°C, 4 hours at 26°C and 3 hours 30 min at 29°C showing the shorter time for development of eggs at higher temperature.

Fertilization rates in water temperatures of 19°C, 21°C, 23°C, and 26°C were higher than those of water temperatures, 16°C and 29°C. Water temperatures at 19°C, 21°C, and 23°C showed higher hatching rates than those of 16°C, 26°C, and 29°C, while abnormal rates in 16°C, 19°C, 21°C and 23°C were lower than that of 26°C and 29°C. Water temperatures at 16°C, 19°C, 21°C, 23°C and 26°C respectively, were more efficient than 29°C in survival rates.

The embryos were hatched at 72 hours after fertilization in 16°C water temperature, 48 hours in 19°C, 40 hours in 21°C, 32 hours in 23°C, 25 hours in 26°C, and 16 hours in 29°C. Within three days after hatched out, the larvae grew 3mm in total length, the yolk granules were entirely consumed and the head and the trunk became thicker. Within 45 days after hatched out, the larva grew 25mm at 29°C, 21mm at 26°C, 16mm at 23°C, 15mm at 21°C, 12mm at 16°C in a 30 litre glass aquarium.

I. 緒 論

미꾸리(*Misgurnus anguillicaudatus*)는 우리나라 뿐만 아니라 일본, 중국, 대만, 소련, 인도네시아, 인도 등 아시아 지역에 특이적으로 분포되어 있는 어종으로서, 그 특성을 보면, 수심이 얇은 논이나 河川, 湖水 등을 서식처로 삼고 있으며 추위와 가뭄에 강하고, 낮은 용존산소량의 수질에도 잘 견디는 雜食性 淡水魚類로서, 담수어의 경우 사료계수가 1.5로서 육상가축에 비하여 飼料 效率가 높아 경제성과 경쟁력을 두루 갖춘 어종으로 알려져 있다.

미꾸리는 육질면에서 脂肪含量(2%)이 낮고 蛋白質含量이 높아 고급단백질 공급원으로서 우리나라와 일본 등지에서 그 수요가 증가하고 있는 추세이다.

미꾸리에 관한 연구는 Suzuki와 Yamaguchi(1975, 1977)가 hCG(human chorionic gonadotropin)를 암컷 미꾸리에 주입한 후 수온이 산란과 성숙에 미치는 영향에 관한 연구를 하였으며, Suzuki(1983)는 미꾸리의 年中 產卵에 관한 연구와 저온충격에 의한 3배체 미꾸리의 생산 등의 미꾸리 사양과 생산을 증대를 위한 연구를 실시하였다.

그리고 현재까지 보고된 일반어류의 생리, 번식 등에 관한 연구로서는 문치가자미(Hirose 등, 1978), 미국산 메기(Espinach, 1984), 호주산 대구(Rowland, 1988)등에서, 계절별 수온의 변화에 따른 成長率에 관한 연구가 금붕어(Ouchi, 1969)에서, 그리고 치어의 受精率, 孵化率, 成長率, 生存率, 畸形率에 관한 연구는 님치(Kitajima, 1988), *Diplodus vulgaris*(Jug-Dujakovic와 Glamuzina, 1988), 미국산 메기(Espinach, 1984), *Tkifugu chrysoops*(Fujita, 1986), Sorpaenid Fish(Kimura, 1989), *Pseudobolenius cottoides*(Kimura, 1988) 등에 까지 시행되었다.

그러나, 인공수정에 의해 생산된 많은 치어들은 일정 기간 사육되면서 斃死量이 증가하는 단점이 나타나는 데, 이것의 원인으로는 첫째, 水質 및 水溫의 不適合, 둘째, 集中飼育시 사료에 의한 水質汚染과 飼料攝取 후 消化不良에 의한 大量斃死, 셋째, 환경의 변화에 대한 適應性的 약화 등을 들 수 있다.

어류는 부화시 수온에 따라서 發生段階 및 수정율, 부화율, 기형율, 생존율 등에 커다란 차이를 보이고 있어서, 성공적인 人工孵化를 위해서는 제 성적이 높은 부화온도역을 찾아내는 것이 그 관건이며, 또한 초기 치어의 飼育水溫과 먹이에 관한 문제를 해결함으로써 초기 단계에서의 大量斃死를 방지하고 生産性을 높일 수 있다고 사료된다.

따라서 자성생식성 2배체, 응성생식 및 3배체의 개체를 생산하기 위하여 수정후 제 2극체의 출현시기를 밝혀내고, 그 이외에 수온이 受精率, 孵化率, 畸形率 및 生存率에 미치는 영향을 연구하기 위해서 본 연구가 실시되었다.

II. 材料 및 方法

1. 材 料

1) 供試動物 및 飼養管理

1990년 2월부터 1991년 5월까지 建國大學校 畜産大學 附設 養魚場에서 水溫이 각각 16°C, 19°C, 21°C, 23°C, 26°C 및 29°C이고, 溶存酸素量이 6.2 ± 0.5 ppm, pH 7.2인 正常的인 光週期를 받는 타원형 plastic 통 6개(용량 150L)의 水族館에서 N.R.C. 飼養標準에 準한 펠렛 配合飼料를 給與하여 1개월간 馴致, 適應시킨 후 飼育중인 體重 15~30g 인 미꾸리 암컷 50마리와 수컷 150마리를 供試驗魚로 利用하였다. 본 실험에서 이용된 產卵 및 採精 직전의 성숙숙된 미꾸리의 腦下垂體, 卵子 및 精子는 Plate I 1, 2, 3, 4에 나타난 바와 같다.

2. 方 法

1) 精子의 活力度

Ringer's solution으로 만든 희석정액을 slide glass에 소량 점적한 후 담수를 첨가하여 담수에 노출된 후 정자의 활력지속시간을 현미경하($\times 400$)에서 관찰하였다.

2) 人工受精 및 孵化

인공 산란 유기는 Suzuki와 Yamaguchi(1976)의 방법을 변형하여 hCG(Serno Co., Swiss) 10 IU/g을 미꾸리 복강에 주사한지 10시간후 인위적으로 산란을 유기시켰고, 이 때의 수온은 25°C로 유지시켰다.

산란된 알의 수정방법은, 수컷을 절개하여 정소조직을 핀셋으로 적출하는 방법으로써 3마리의 정소조직당 Ringer's solution 20ml의 비율로 混濁液을 만들고, 이 混濁液을 암컷의 복강에서 卵이 사출될 때 스포이드로 떨어뜨려 卵이 부화망에 흘러내리는 과정에서 수정되도록 유도하였다.

부화관으로는 산소의 공급을 원활히 하고 卵이 서로 겹치는 것을 방지하기 위하여 사각형의 plastic 판에 卵의 크기보다 약간 작은 공극이 있는 망(0.5~0.7mm)을 이용하여, 수온이 16°C, 19°C, 21°C, 23°C, 26°C 및 29°C인 부화조에서 부화를 유지하였다.

3) 受精卵의 觀察方法 및 比較

실체 현미경(Micromanipulator Microscope Co. Model MSS-100, USA, Video Camera(Bausch & Lomb Co., USA)과 광학현미경(Hertel & Reuss Co., W-Germany)에 각각 설치한 후 현미경 하에서 수정을 유지하여, 수정란과 미수정란의 차이점을 관찰하였고, 수정 및 수정란의 발달과정을 CCTV를 통하여 관찰하면서 촬영하였고, 같은 방법으로 양어장에 설치된 여러가지 수온의 부화조에 있는 受精卵을 수정 직후부터 6시간 까지는 2시간 간격으로, 그 이후는 6시간 간격으로 실험실에 가져와 각 수온의 발생단계를 비교 관찰하였다.

4) 受精率, 孵化率, 生存率 및 畸形率의 算出

受精率은 3.5~12시간이 경과한 후 육안으로 卵의 수정 여부를 관찰하였고, 孵化率과 畸形率은 각 溫度群에서 부화된 稚魚의 數를 확인하여 계산하였고, 生存率은 부화 3일후 생존한 稚魚의 수를 계산하여 구하였다.

5) 水溫別 成長率

인공수정에 의해 부화된 치어를 5개의 수조(30×70×40cm)에 20L의 물을 넣은 뒤 16°C, 20°C, 23°C, 26°C 및 29°C로 온도를 맞추고 45일간 사육한 뒤 각 온도에서의 생존율과 성장율을 비교하였다.

6) 電子 顯微鏡的 方法(TEM)

각 組織片을 pH 7.3인 0.1M phosphate buffer가 포함된 3% glutaraldehyde 溶液에 固定시키고, 2時間동안 1% osmium 溶液으로 後固定시키며, 1時間동안 여러가지 濃度의 ethanol 溶液으로 계속해서 脫水시킨다. Epon 812로 包埋 封埋(embedding)시키고, 超薄切器(ultramicrotome)로 50nm의 크기로 超薄切시

킨 후 일부는 toluidine blue로 염색시켰고, 나머지 일부는 uranyl acetate와 lead citrate로 染色시킨 다음, 電子顯微鏡으로 70kV의 電壓하에서 檢鏡한다.

7) 統計 處理

모든 結果의 處理는 컴퓨터 프로그램인 SAS package를 利用하여 mean±S.D.로 나타내었고, Pearson 相關係數法을 利用하여 相關係數를 分析하였고, Quattro Pro 프로그램을 利用하여 각각의 그래프를 圖式하였다.

III. 結果 및 考察

Plate I-1, 2, 3은 본 실험에서 이용된 產卵 및 採精직전의 성숙숙된 미꾸리의 腦下垂體, 卵子 및 精子의 電子顯微鏡의 사진이고, Plate I-4는 超薄切(ultramicrotome)시킨 精素의 광학현미경 사진이다.

1. 受精適期

인공수정시 정자가 담수에 노출되었을 때 精子의 活力 지속시간을 알아보기 위하여 稀釋된 精液에 여러 水溫조건을 주어 精子의 活力度를 검사하였다. 그 결과 Table 1에서 보는 바와 같이 水溫이 精子의 活力度에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타났으며, 높은 水溫에서 精子의 生存時間이 낮은 온도에 비하여 길게 나타났다.

그러나 정자의 운동성은 담수에 노출된 후 2분내에 운동성을 상실하기 때문에 성숙된 未受精卵이 미꾸리의 체외로 방출되는 즉시 精子와의 수정이 이루어지도록 해야할 것으로 사료된다.

2. 水溫과 受精卵의 發達段階

孵化水溫 29°C에서 미꾸리 受精卵의 發生段階를 관찰한 결과, 수정후 5분이 경과한 卵에서는 표면에 직경이 약 10~40μm 정도의 表層胞(cortical alveolus)가 밀집되어 있는 것이 관찰되었으며, 외측은 제 1차 卵膜(egg membrane) 또는 chorion이라 칭하여 이것은 卵 그 자체에서 분비된 물질에 의해 구성된 것이고, 어류중에는 2차막이나 3차막을 갖고 있는 것이 있는데, 메기의 卵에서 볼 수 있는 제 2차 卵膜은 卵이 난소중에 있을 때 난포세포에서 분비된 막이고, 3차막은 수란관을 통하는 과정에서 부가된 물질이나 반드시 막상을

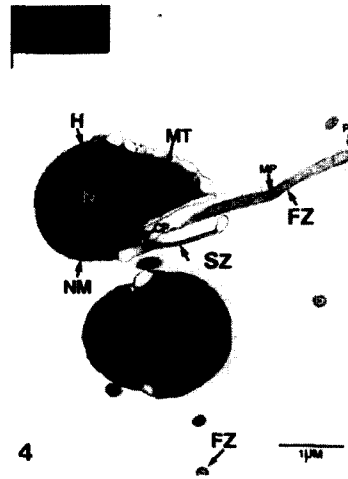
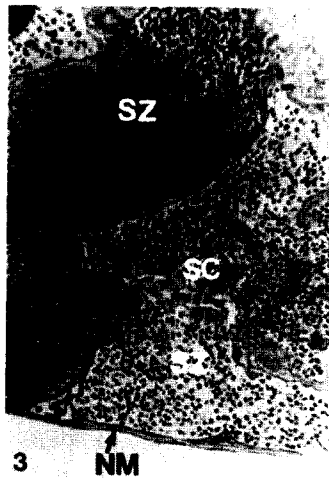
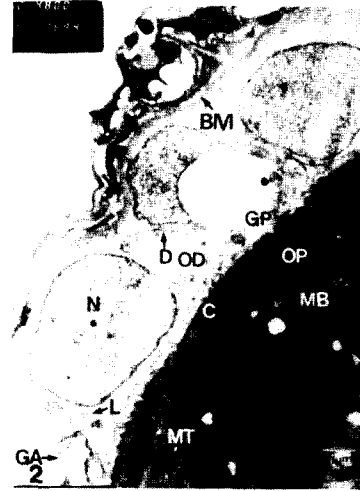
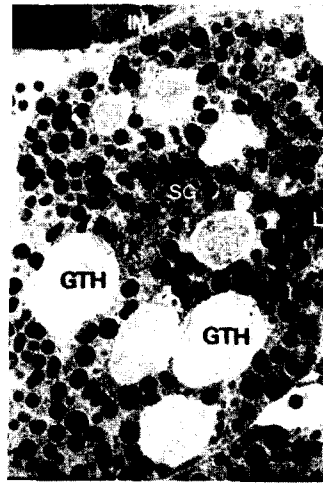


Plate I . Explanation of figures, light-microscoph and ultramicroscophs of pituitary, oocyte and test is of Korean loach(*Misgurnus anguillicaudatus*).

1. Details of gonadotropic cells(GTH) of rainbow trout caught in May, showing a few of secretory vesicles(SV), a large quantity of secretory granules(SG), and globules(GL), cisternae of the granular endopalsmic reticulum(GER) and nucleus. $\times 34,500$.
2. Preovulatory follicles(about $5.7\mu\text{m}$ in diameter). A Special granulosa cells as progesterone-producing cells contain charateristic mitochondria with tubular cristae and dense matrix. BM : Basement membrane, C : Chorion, D : Desmosome, GP : Projection from granulosa cell, L : Lysosome-like body, MB : Mutibody, MT : Mitochondria, N : Nucleus, OD : Oil droplets, GP : Projection from ooplasam. $\times 11,000$.
3. Testis showing spermatozoa in May. SC : Spermatocytes, SZ : Spermatozoa. $\times 400$.
4. Spermatozoa. Metamorphosis of spermatids to form spermatozoa occurs within the lobule lumen. Their round-shaped heads have a mean width of $2\mu\text{m}$. The sperm often retain their organization into parachute-shaped clumps due to adhesion of the sperm tails and reduced spermatogenetic activity in the lobule walls. CP : Connecting piece, FZ : Flazellum, H : Head, MT : Mitochondria, MP : middle piece, N : Nucleus, NM : Nuclear membrane, PP : Principal piece. $\times 23,000$

Table 1. Sperm motility according to various water temperature

Time	1 min	1.5 min	2 min	3 min	4 min	8 min	10 min
16°C	+++	++	+	±	-	-	-
20°C	+++	++	+	±	-	-	-
24°C	+++	++	+	±	-	-	-
29°C	+++	++	+	±	±	±	-

+++ : Very high progressive movement

++ : High progressive movement

+ : Progressive movement

± : Shaking or circle movement

- : No movement

하고 있지는 않다(Plate II-5)고 보고하고 있다(降島과 羽生, 1989).

수정후 10분이 경과하면, 정자의 침입으로 표층포의 붕괴가 일어나며, 세포막과 난막 사이에 위란강(perivitelline space)이 형성되는 것을 관찰할 수 있었다(Plate II-6).

수정 20분 후에는 胚盤(blastodisc)이 형성되기 시작하여, 30분경이 되면 胚盤이 완전히 형성되며, 세포질은 동물극(animal pole)쪽으로 모이는 것이 관찰되었다(Plate II-7).

수정 35분 후에는 배반의 중간 끝부분에 하나의 홈이 생겨 2개로 분할하면서 제 1 분열이 끝나게 되며(Plate II-8), 제 2극체는 수정후 약 10분경부터 40분경까지 용이하게 관찰되었다.

수정 45분후에는 제 1 분열면에 직각으로 제 2 분열이 일어나 4세포로 되었다(Plate II-9). 이것은 다른 연구보고와 대체로 일치하는 경향을 보인다. 즉, Suzuki는 미꾸리에서 수정후 8분에서 35분경까지 제 2극체를 관찰하였다고 보고하였으며(Suzuki 等, 1985), 독가시치(*Siganus fuscescens*)는 부화수온 23.5~26°C에서 1시간후 4세포로 분할했다고 한 것과 시간이 유사하게 나타났다(Fujita, 1986).

수정후 1시간 20분이 경과하면, 상실배기(morula stage)가 되고(Plate II-10), 수정후 3시간 30분 경과하게 되면 포배기가 되었다. 이 포배기는 세포에 고유의 성질이 부여되고 형태형성이나 세포분화의 기초로 되는 중요한 단계이기 때문에 이 시기까지를 수정율의 척도로 이용하였다(Plate II-11).

수정후 5시간이 지나면 낭배기(gastrula)로서 포배

의 후기가 되며 난황을 씌운 것처럼 넓어지며 평평하게 되고(Plate II-12), 배환(germring)을 형성하게 된다(Plate II-13).

수정후 8시간 후에는 배환의 함입이 일어나고, 이 시기를 신경배 형성(neuralation), 즉 신경배라 하고(Plate II-14), 9시간 후의 형태로 안포와 체절이 나타난 것을 확인할 수 있었으며(Plate II-15), 10시간 후에는 체절이 더욱 발달되었고, 이 시기부터 움직임이 나타났다(Plate II-16, 17).

수정 12시간후 난황과 미부가 분리되기 시작하여 부화전기(Plate II-18), 부화중기(Plate II-19), 부화후기(Plate II-20) 단계로 발달하였다.

난막을 뚫고 나온 부화 직후 치어의 복부에 난황이 다량 존재하는 것이 관찰되었고(Plate II-21, 22), 부화후 1~2일이 경과하면 치어의 난황이 흡수되고 체표면이 melanin 색소의 형성으로 인해 검은 색으로 변화되는 것이 관찰되었다(Plate II-23, 24).

따라서 치어의 난황은 체내로 흡수되어 영양물질로 이용되는 것으로 생각되기 때문에 부화 3일부터 치어에 먹이를 공급해야 할 것으로 사료된다.

난 발달 과정에서 중지란 및 기형란을 나타낸 것으로서 배반이 형성되었으나 그 이상의 단계로는 발달이 진행되지 않고 중지된 것으로(Plate II-25), 형성된 배반이 분할을 계속하지 않고 난황과 분리되는 기형란(Plate II-26)과, 상실기로 발달 도중 난황이 진행되지 않은 중지란(Plate II-27)이며, 포배기로 발달 도중에 난의 발달이 중지된 중지란(Plate II-28)이다. 그리고 세포질이 난막밖으로 빠져나온 중지란(Plate II-29) 및 세포질이 난막안에 퍼져있는 중지란 등을 관

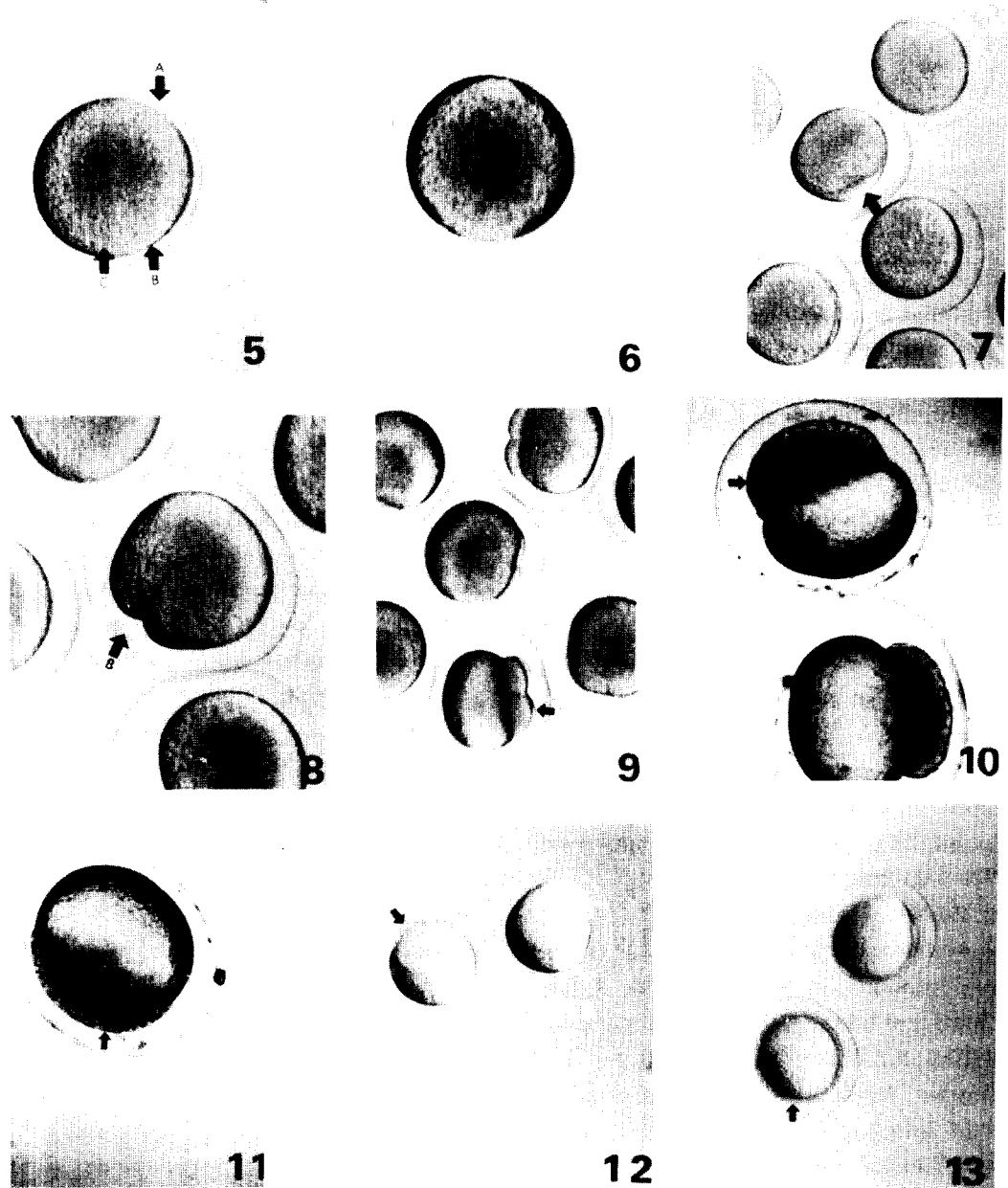
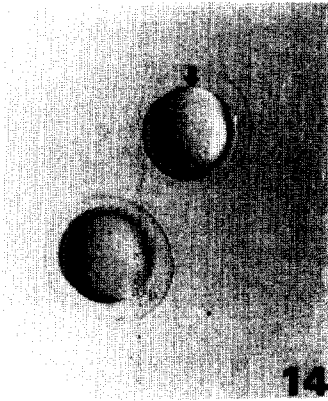
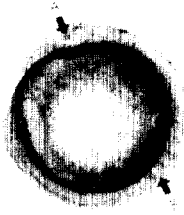


Plate II. Early embryonic development in Korean loach (*Misgurnus anguillicaudatus*).

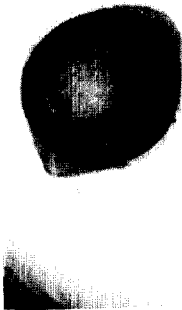
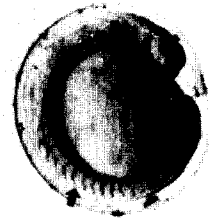
- 5. About 5 min after insemination. A : egg membrane, B : plasma membrane, C : cortical alveoli
- 6. About 10 min.
- 7. About 20 min : showing blastodisc.
- 8. 35 min : 2 cell stage
- 9, 10 : about 45 min. 4 cell stage. about 1 hr 20 min. morular stage.
- 11, 12 : 3 hrs 30 min : blastular stage. 5 hrs : gastrula stage.



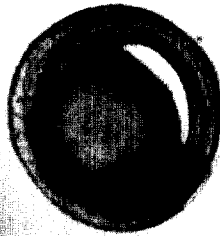
14



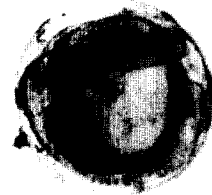
15



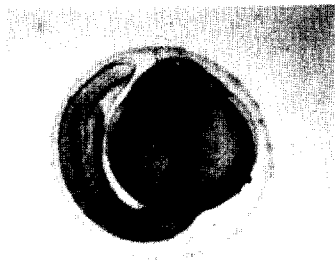
17



18



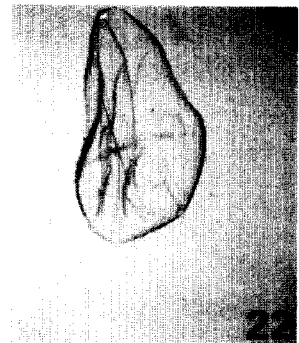
19



20

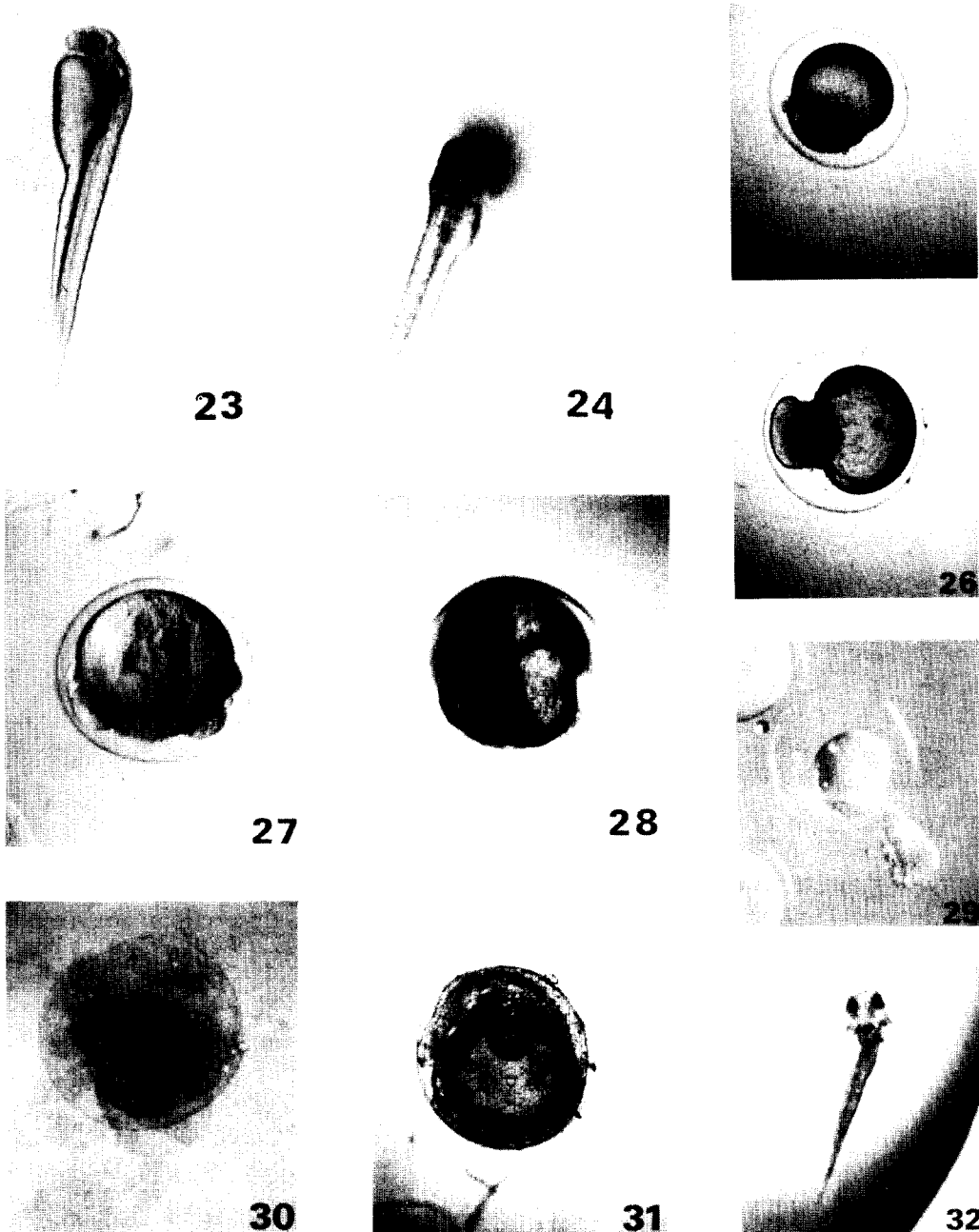


21



22

- 13, 14 : 6 hrs : germ ring formation. 7 hrs : subsidence of germ ring.
 15, 16 : 9 hrs : somite formation. 10 hrs : thicker somite.
 17, 18 : the other shape of figure 16. 12 hrs : the former stage before hatching
 19, 20 : 14 hrs : the middle stage. 16 hrs : the last stage.
 21, 22 : 19 hrs : newly hatched larva. egg membrane after hatching :



23, 24 : 1 days after hatching. 2 days after hatching.
 25, 26 : 1, 2 hrs : suspended egg at blastodisc formation stage
 27, 28 : 2 hrs : suspended egg at morula stage.
 29, 30 : plasma run from egg membrane. plasma spread egg membrane.
 31, 32 : abnormal development. abnormal larva.

찰할 수 있었으며(Plate II-30), 비정상적인 발달을 하고 있는(Plate II-31) 수정란에서 부화된 기형치어를 관찰할 수 있었다(Plate II-32).

부화수온 16~29°C에서 수정란의 발달단계별 소요시간을 비교한 결과를 Fig. 1에 나타냈다. 포배기까지의 소요시간이 수정후 16°C에서 12시간, 19°C에서 8시간, 21°C에서 6시간, 23°C에서 5시간, 26°C에서 4시간, 29°C에서 3시간 30분이었고, Sharpnose puffer(Arai 와 Fujita, 1988)의 경우는 수온 22.8~25.0°C에서 6시간, Bitterling(Suzuki 등, 1989)는 22°C에서 10시간, 밀멸(*Atherion elymus*)(Kimura and Tsukamoto, 1990)의 경우 수온 20.5~21.4°C에서 20시간 후이었다.

따라서 특정한 어종에 있어, 수정율의 판단시기는 부화수온에 따라 차이가 있는 것으로 사료된다.

3. 부화온도가 受精率, 孵化率, 畸形率 및 生存率에

미치는 영향

受精率, 孵化率은 19°C, 21°C, 23°C 및 26°C의 수온보다 16°C와 29°C의 저온과 고온의 수온이 낮았고, 기형율은 26°C, 29°C의 높은 수온이 16°C, 19°C, 21°C 및 23°C보다 높았으며, 생존율은 16°C, 19°C, 21°C, 23°C 및 26°C가 29°C보다 좋은 경향을 보였다.(Fig. 2)

따라서 온수어종인 미꾸리의 受精率, 孵化率은 저온과 고온에서 낮았고, 畸形稚魚는 낮은 온도보다는 높은 온도에서 출현율이 높았으며, 생존율은 높은 온도에서 다소 낮게 나타난 결과로 부화시 지하수 등을 可溫하여 수온을 26~29°C로 높게 유지할 필요성이 없다고 思料된다.

4. 수온과 孵化開始 시간과 孵化完了 시간

孵化開始 시간은 16°C에서 72시간, 23°C에서 32시간, 29°C에서 16시간 후이며, 孵化完了 시간은 16°C에서 100시간, 23°C에서 37시간, 29°C에서 25시간이 걸

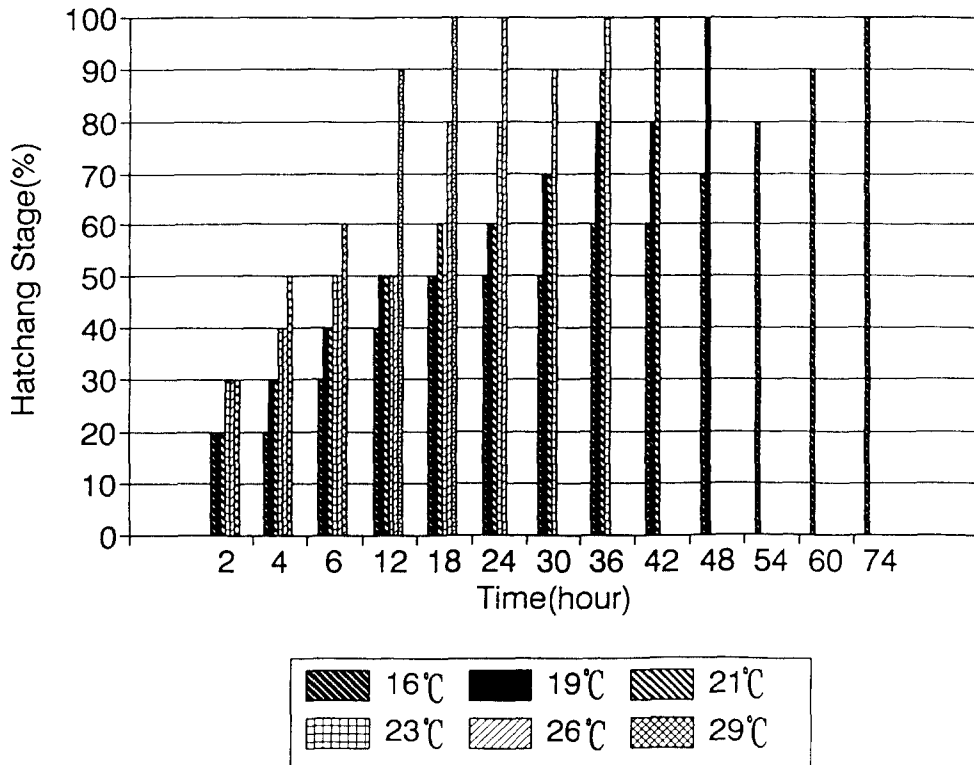


Fig. 1. Developmental stages of the loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) at different temperatures.

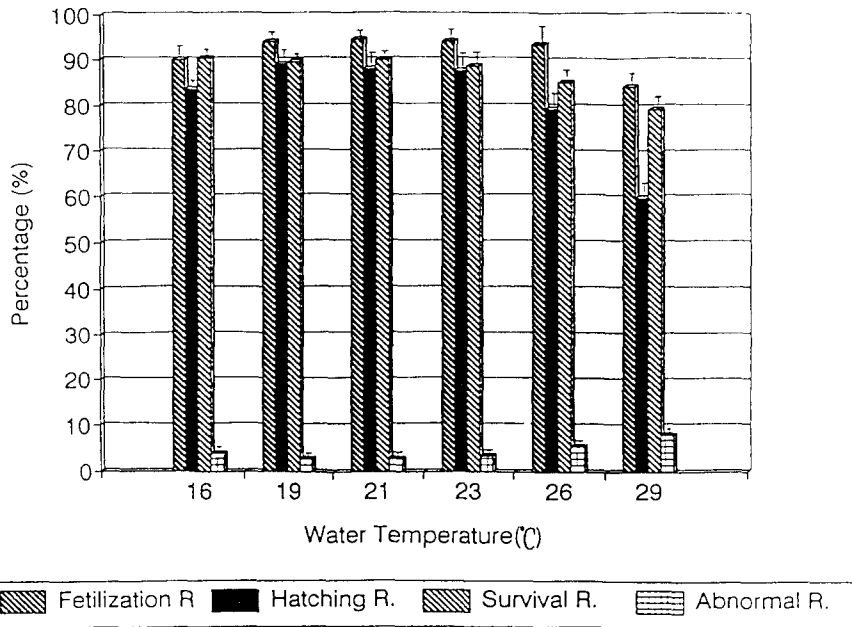


Fig. 2. Fertilization, hatching, abnormal and survival rates of the loach at different water temperatures .
Vertical bars represent the mean \pm S.D.

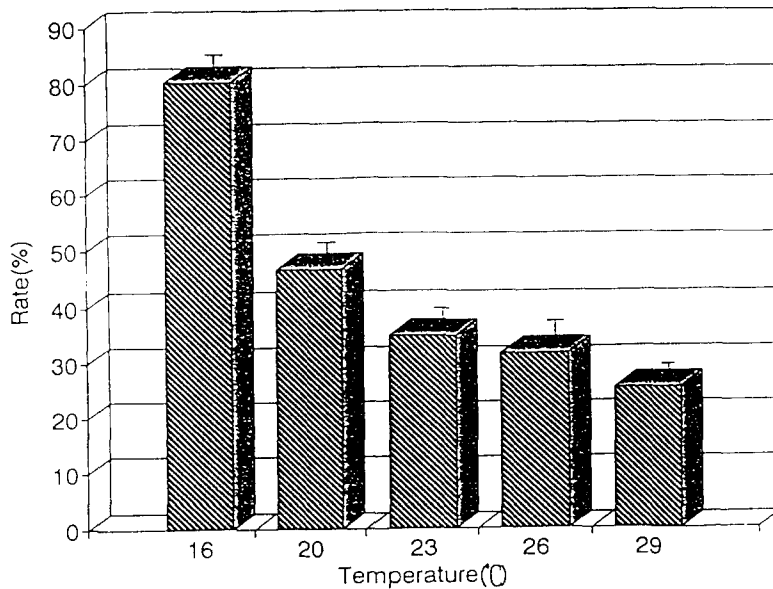


Fig. 3. Mortalities of the fry loach at different water temperatures .
Vertical bars represent the mean \pm S.D.

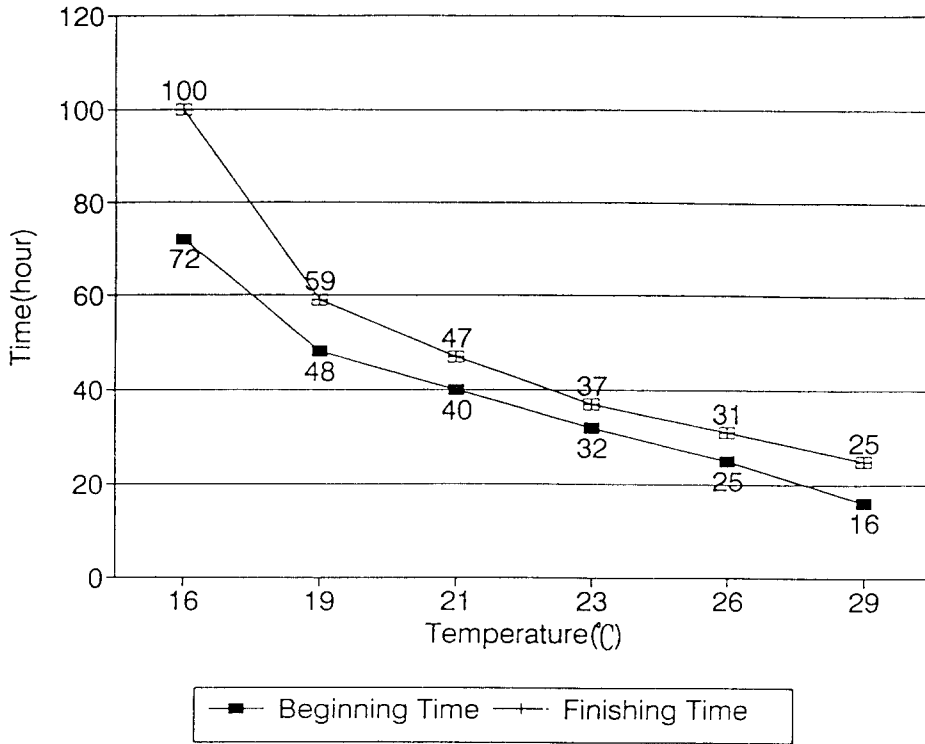


Fig. 4. Duration of hatching eggs of the loach at different water temperatures.

러서 수온이 높을수록 孵化開始 시간과 完了時間이 단축되는 경향을 보였다. (Fig. 4)

Seriola dumerili 는 수온 23.1~23.7°C에서 수정 38시간후 부화하였고 (Masuma, 1990), 주굴감펍 (*Scorpaena miostoma*)는 수온 22~24°C에서 수정 34시간 20분후 부화하였으며 (Seishi Kimura, 1989), *Atherion elymus* 의 경우 부화개시 시간이 수온 21~22°C에서 수정 297시간후 부화하였다고 보고하였다 (Takita and Nakamura, 1986).

따라서 부화개시 시간은 어종 및 수온에 따라 커다란 차이가 있음이 관찰되었고 여러가지 수온에서 孵化開始 시간과 完了時間을 산정함으로써 부화시간이 길게 나타난 어종이나 수온에서는 부화시간이 짧은 것보다 환경적인 주의가 요구된다고 사료된다.

5. 水溫과 成長率

부화직후의 먹이로는 윤충, 물벼룩, brine shrimp 등을 사용하고 있으나 인공수정에 의해 대량의 치어를

생산할 경우 이러한 먹이생물들을 공급하는데는 여러 제약조건이 따르게 된다.

따라서 본 실험에서는 이러한 문제를 극복하기 위해서 인공배합사료인 TP-1과 TP-3(부화초기 사료, Yeaster Co., JAPAN)를 이용하여 1일 2회 소량급여한 결과 16°C에서 12mm, 20°C에서 15mm, 23°C에서 16mm, 26°C에서 21mm, 29°C에서는 25mm 까지 성장하여 75%의 生存率을 얻었고 (Fig. 5), 水溫別 成長率에 있어 부화시 수온과는 달리 온도가 높을수록 成長率이 좋게 나타났으나, 앞으로 밀도와 먹이의 섭취량 등을 고려하여 사료효율 및 성장률 등을 측정하는 사양실험을 통하여 불필요하게 쓰이는 가온비를 절약함으로써 효율적인 미꾸리 養殖이 가능할 것으로 思料된다.

IV. 摘要

본 연구에서는 미꾸리 (*Misgurnus anguillica-*

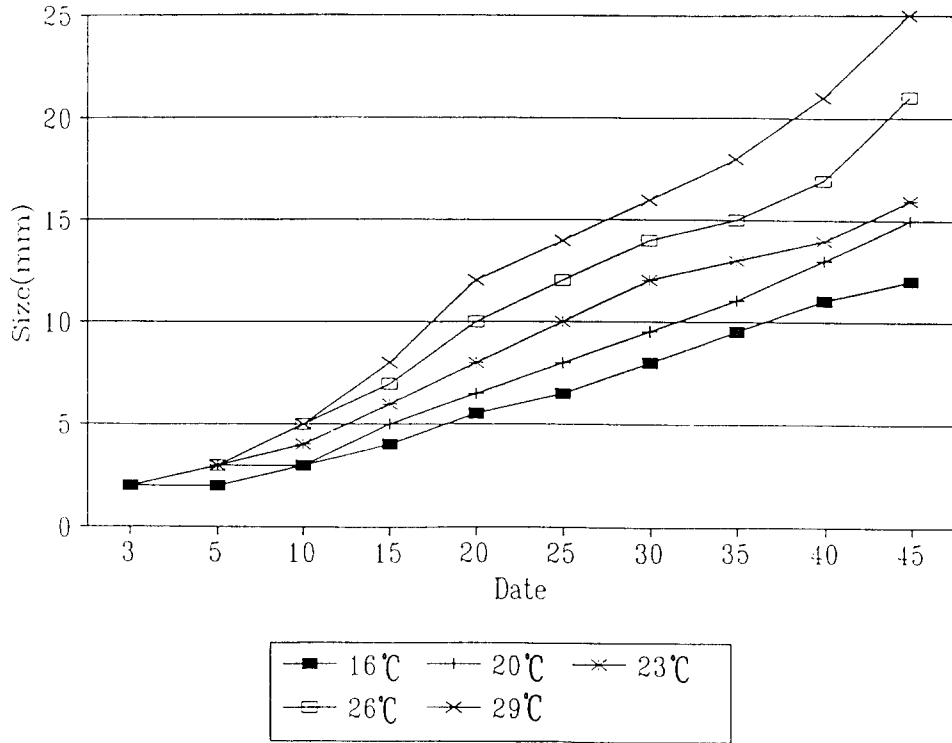


Fig. 5. Growth rates of the fry loach at different water temperatures .

udatus)에 있어 난의 저온처리를 통하여 제 2극체 방출을 억제함으로써 Glycinogenesis 및 Triploid 개체를 생산하는 과정중 제 2극체의 방출시기를 밝혔고, 난의 발달단계를 통하여 세포에 고유의 성질이 부여되는 포배기를 수정율의 척도로 이용하였으며 또한 수온이 受精率, 孵化率, 畸形率 및 生存率에 미치는 영향을 조사하였고, 인공부화 및 자연부화시 초기의 많은 폐사를 방지하기 위하여 적합한 수온 및 초기 치어의 사육방법에 관한 연구를 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

제 2극체의 출현 및 관찰은 수정 후 10~40분경 까지 용이하게 관찰되었다. 미꾸리 정자는 불에 노출된 후 2분 정도면 운동성을 상실하므로 인공수정시 난이 암컷의 복부에서 나오는 즉시 수정을 시켜야 한다. 여러가지 수온에서 포배기 도달시간이 16°C에서 12시간, 19°C에서 8시간, 21°C에서 6시간, 23°C에서 5시간, 26°C에서 4시간, 29°C에서는 3시간 30분이 소요되었다. 따라서 수정율의 판단시간은 부화 수온에 따라 차이가 있음이 사료된다.

여러가지 부화수온중 수정율은 19°C, 21°C, 23°C, 26°C가 16°C, 29°C보다 높게 나타났으며, 부화율은 19°C, 21°C, 23°C가 16°C, 26°C, 29°C보다 높게 나타났고, 기형율은 16°C, 19°C, 21°C, 23°C가 16°C, 26°C나 29°C 보다 낮게 나타났고, 생존율은 16°C, 19°C, 21°C, 23°C, 26°C가 높고, 29°C가 가장 낮게 나타났다. 미꾸리 수정란의 부화까지 시간은 16°C에서 72시간, 19°C에서 48시간, 21°C에서 40시간, 23°C에서 32시간, 26°C에서 25시간, 29°C에서 16시간이 소요되었다.

치어에게 45일간 TP-1과 TP-3만을 공급하였을 경우 성장치는 16°C에서 12mm, 21°C에서 15mm, 23°C에서 16mm, 26°C에서 21mm, 29°C에서 25mm의 크기로 성장하였다. 이 성장율은 언뚫 등에서 자연사육된 치어의 성장율보다는 다소 떨어지지만 생존율이 75%로 치어의 대량사육시 폐사율을 낮출 수 있어서 대량사육을 가능케 하고, 사육온도가 높을수록 성장율이 높게 나타났다.

V. 引用文献

1. Arai, H. and S. Fujita. 1988. Spawning behavior and early history of the Sharpnose Puffer, *Canthigaster rivulata*, in the aquarium. Japanese J. of Ichthyology., Vol. 35: 194-202.
2. Espinach Ros, A., A.G. Amutio, J.P. Mestre Arceredillo, G. Orti and A. Nani. 1984. Induced breeding of the South American catfish, *Rhamdia sapo* (C. & V.). Aquaculture, 37: 141-146.
3. Fujita, S. and M. Shinohara. 1986. Development of eggs, larvae and juveniles of the Puffer, *Tkifugu chrysops*, reared in the laboratory. Japanese J. of Ichthyology., Vol. 33: 186-194.
4. Hirose, K., Y. Machida and E.M. Donaldson. 1978. Induced ovulation of Japanese flounder (*Limanda yokohamae*) with human chorionic gonadotropin and salmon gonadotropin, with special reference to changes in quality of eggs retained in the ovarian cavity after ovulation. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 45(1): 31-36.
5. Jug Dujakovic, J. and B. Glamuzina. 1988. Preliminary studies of reproduction and early life history of *Diplodus vulgaris* (E. Geoffroy Saint-Hilaire 1817) in Captivity. Aquaculture, 69: 367-377.
6. Kimura, S. and Y. Tsukamoto. 1990. Development of larvae and juveniles of the Atherinid Fish, *Atherion elymus*, reared in the laboratory. Japanese J. of Ichthyology., Vol. 37: 29-38.
7. Kimura, S., K. Tsumoto, and K. Mori. 1988. Development of the Cottid Fish, *Pseudoblennius cottoides*, reared in the laboratory, Japanese J. of Ichthyology., Vol. 35: 346-350.
8. Kimura, S., Y. Tsukamoto, and K. Mori. 1989. Early development stages of the Scorpaenid Fish, *Scorpaena miostoma*, reared in the laboratory. Japanese J. of Ichthyology., Vol. 35: 434-439.
9. Masuma, S., M. Kanematu, and K. Teruya. 1990. Embryonic and morphological development of larvae and juveniles of the Amberjack, *Seriola dumerili*. Japanese J. of Ichthyology., Vol. 37: 164-169.
10. Rowland, S. J. 1988. Hormonal Induced Spawning of the Australian Freshwater Fish Murray Cod, *Maccullochella peelii* (Mitchell) (Percichthyidae). Aquaculture, 70: 371-389.
11. Suzuki, N., K. Umezawa, T. Yabe and H. Murai. 1989. Development of the Bitterling, *Paracheilognathus himantegus* (Cyprinidae), with a Note on Minute Tubercles on the Skin Surface. Japanese J. of Ichthyology., Vol. 36: 318-326.
12. Suzuki, R. and M. Yamaguchi. 1975. Influence of water temperature on inducing spawning by hormone injection in the loach, cyprinid fish. Aquaculture, 22: 135-139.
13. Suzuki, R. and M. Yamaguchi. 1977. Effect of temperature on maturation of a cyprinid loach. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 43(4): 367-373.
14. Suzuki, R. 1983. Multiple spawning of the cyprinid loach, *Misgurnus Anguillicaudatus*. Aquaculture, 31: 233-243.
15. Suzuki, R. 1976b. Duration of developmental capacity of eggs in ovarian cavity after ovulation of a cyprinid loach, *Misgurnus anguillicaudatus*. Agriculture, 23: 93-99.

16. Takita, T. and K. Nakamura. 1986.
Embryonic development and prolarva of the
Atherinid Fish. *Atherion elymus*. Japanese
J. of Ichthyology., Vol. 33: 200-203.
17. 隆島史夫, 羽生. 1989. 水族繁殖學. 水族繁殖學講
座 第 4卷. pp.167-169.