



## 동자개 자·치어의 섭식 습성

韓慶男\*

인하대학교 해양학과

### Feeding Habits of Larva and Juvenile of the Korean Bullhead, *Pseudobagrus fulvidraco* (Richardson)

Kyung-Nam Han\*

Department of Oceanography, Inha University, Incheon 402-751, Korea

The larvae of the Korean bullhead, *Pseudobagrus fulvidraco* were satiated with the food uptake equivalent to 13 % of its body weight and required 2.5, 11 and 15 hrs to digest 50, 90 and 100% of the consumed food. The juveniles were satiated with food equivalent to 0.65% of its body weight and required 9 and 19 hrs to digest 50 and 90% of the consumer. Apparently, daily food intake perceptibly decrease with the larvae grew to juvenile stage. Both larvae (8.3-14.0 mm TL) and juvenile (41.1-65.7 mm TL) tend to feed frequently than to get satiated once a day and appeared to be nocturnal feeders.

**Key words:** Korean bullhead, *Pseudobagrus fulvidraco*, Feeding habitat, Digestion time, Satiation amount, Diurnal feeding rhythms

### 서론

동자개 Korean bullhead, *Pseudobagrus fulvidraco* (Richardson)는 분류학상 메기목(Siluriformes), 동자개과(Bagridae), 동자개屬(*Pseudobagrus*)에 속하는 어류(Kim, 1982; Aria, 1988; Lee and Kim, 1990; Nakabo, 1993; Nelson, 1994; 김, 1997)로서 우리나라 중부 및 남부 하천과 일본 중부이남 및 중국대륙에 분포하고 있다(정, 1977; Cheng and Zheng, 1987; Nakabo, 1993). 본 종은 형태적으로 위·아래로 납작하고 눈은 머리의 등쪽에 편중되어 있으며, 입가에 4쌍의 수염이 있는 것이 동자개 속의 다른 어류와 가장 크게 구분되는 특징이다(정, 1977; Nakabo, 1993). 자연에 있어서 동자개는 유숙이 완만하고 사니질이 많은 곳의 바닥에 서식하며, 낮에는 주로 바위나 수초

등과 같은 은신처에 숨어 있다가 밤에 활동하며, 작은 물고기, 어란, 곤충류 등을 섭식하는 것으로 알려져 있다(최 등, 1990).

현재까지 동자개속(*Pseudobagrus*) 어류에 대한 연구는 일본에 서식하는 *Pseudobagrus aurantiacus* (Temminck and Schlegel)의 난 발생 및 부화 자어의 외부 형태 발달(Takeshida and Kimura, 1994)과 *Pseudobagrus ichikawai*의 혼인 행동과 부화 자어의 발생(Watanabe, 1994)에 관한 연구가 있고, 동자개에 대한 연구는 일반적인 생태에 관한 보고(丙田, 1939; 백, 1987)와 난 발생과 자·치어의 발생에 관한 초기 연구(강과 이, 1996), 생식년주기(임과 한, 1997) 그리고 세포유전학 연구(Park and Chung, 1996) 등의 단편적인 연구가 있을 뿐 자어에서 치어기에 이르는 초기생활사 전반에 관한 생리, 생태학적 기초연구는 전무

\*Corresponding author : knhan@inha.ac.kr

한 실정이다.

최근 하천의 수질오염과 각종 공사, 무차별한 남획 등으로 인해 자연에 서식·분포하는 동자개의 양적 감소가 두드러지게 나타나고 있어 이에 대한 근본적인 대책 수립이 시급하다. 이러한 이유로 현재 각 내수면 연구소(구 등, 1995)를 중심으로 동자개에 대한 양식이 시도되고 있으나, 초기단계의 생태학적 제반 문제나 생리적인 현상을 이해하지 못해 자·치어기에 대량폐사가 빈번히 일어나고 있으며 또한 먹이 종류, 적정 사료 공급량, 사료 공급 시간과 같은 적절한 사육방법이 해결되지 못해 널리 양식이 행해지지 못하고 있다. 따라서 본 연구는 초기단계의 동자개의 생리, 생태적 특성을 파악하기 위해 자·치어기의 일주 섭식습성, 포식량 그리고 소화시간 등을 측정하여 초기사육에 있어서 사망률 및 성장률에 밀접한 관계를 갖는 섭식상태에 대해 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험어

실험은 인공수정에 의해 부화, 사육한 전장 8.3~14.0 mm 범위의 후기 자어와 전장 41.1~65.7 mm 범위의 치어를 사용하였다.

### 실험조건

실험에 사용된 수조는 50 L 원형 FRP 수조이고, 각 실험에 사용된 실험어는 실험개시 2일전에 실험 수조에 옮겨 안정시킨 후 본 실험을 실시하였다. 실험은 자연 조도 조건하에서 실시하였고, 사육 수온은 자어 24.5~26.2°C, 치어 24.6~26.5°C 범위였다. 각 실험별 조건은 다음과 같다.

#### 가. 하루중 섭식주기 조사

본 실험에 사용된 동자개는 전장 10.8±0.049 mm의 후기 자어와 전장 53.2±2.62 mm의 치어였다. 먹이는 자어에는 알테미아 유생을 3 개체/ml, 치어에는 건조용 배합사료를 30분~1시간 간격으로 골고루 섭식할 때까지 공급하였고, 표본은 2시간 간격으로 자어와 치어를 각각 5마리씩 취하여 분석에 사용하였다.

환수는 자어의 경우 1일 3회전, 치어의 경우 1일 5회전이 되도록 하였다. 또한, 조도는 일조량에 따른 실험실내

자연 조도를 유지하였다.

#### 나. 포식량 조사

본 실험에 사용된 동자개는 전장 12.3±0.39 mm의 후기 자어와 전장 58.4±2.54 mm의 치어였다. '포식'은 주어진 조건하에서 먹이를 공급한 후 소화관내에 먹이가 최대가 된 상태를 기준으로 하였다. 실험어는 실험개시 전 하루 동안에 절식시켜 소화관이 비어 있는 것을 확인한 후, 실험 개시와 동시에 자어에는 알테미아 유생을 3 개체/ml가 유지되도록 계속 공급하였고, 치어에는 배합사료가 부족하지 않도록 미량씩 계속 공급하였다. 또한, 실험은 먹이의 손실을 막기 위해 지수(止水) 조건하에서 실시하였고, 표본은 5~10분 간격으로 1시간동안 자어와 치어를 매회 5-10마리를 취하여 분석에 사용하였다.

#### 다. 소화시간 조사

본 실험에 사용된 동자개는 전장 12.7±0.48 mm의 후기 자어와 전장 58.5±2.49 mm의 치어였다. '소화'는 주어진 조건에서 먹이 공급 후 절식에 의해 소화관이 비어 가는 상태(Oda and Murata, 1982)를 기준으로 하였다.

실험어는 실험 개시 전 하루동안 절식시켜 소화관이 비어있는 것을 확인한 후, 자어에는 알테미아 유생을 3 개체/ml, 치어에는 배합사료를 더 이상 섭식하지 않을 때까지 공급하였다. 이 후 30분이 경과한 후 공급을 중단하고 30분~2시간 간격으로 24시간 동안 자어와 치어를 취하여 분석에 사용하였다.

### 측정 및 분석

하루중 섭식주기, 포식량 그리고 소화시간을 조사하기 위해 자어 및 치어는 실험조건에 따라 정해진 시간에 표본을 취하여 MS222 200 ppm에 마취한 후 5~10% 포름알데하이드 용액에 고정하였으며, 어체중과 전장을 측정하고 복부를 절개하여 소화관내 먹이량을 계수 및 계량하였다. 자어는 위장내의 알테미아 유생의 수를 그리고 치어는 사료의 중량을 측정하여 위장내 먹이중량, 실험어의 중량을 각각 Gut content (G), W (Body weight)라 할 때 위포만도 (Stomach fullness, F)를 다음과 같이 계산하였다.

$$F = \frac{G}{W} \times 100$$

이때, 알테미아 유생의 마리당 중량은 0.016 mg (Oda and Murata, 1982)으로 환산하였다.

## 결과 및 고찰

### 하루중 섭식주기

실험에 사용된 자어와 치어의 전장과 어체중에 따른 위포만도 실험 결과를 Table 1과 2에, 그리고 일주변화에 따른 위포만도와 조도와의 관계 그리고 소화단계의 변화 추이를 Fig. 1과 2에 각각 나타내었다. Fig. 1에서 보면 자어는 실험이 개시된 오전 6시부터 10시 사이의 1,000 lux이하의 조도에서는 시간경과에 따라 위포만도가 7.3~8.9%로 증가하다가 실험실내 조도가 1,000 lux이상이 되면 점차 감소하여 1,200 lux에 달하는 오후 2시경에는 5.0%로 하루 중 가장 낮은 값을 보였다. 그러나 2시간 후인 오

후 4시에는 조도가 700 lux로 떨어지면서 하루 중에 가장 높은 13.9%의 위포만도를 나타내었다. 이 후 조도는 500 lux 이하로 떨어졌으나 위포만도는 소폭의 증감을 반복하면서 비교적 일정한 수준을 나타냈다.

한편, 먹이 섭취 후 시간경과에 따른 소화관내 먹이 상태를 조사하기 위하여 자어내 알테미아 유생의 소화 정도를 관찰하여 소화되지 않은 것 (Undigested, 원형 그대로 남아 있는 것), 소화 중인 것 (Digesting, 원형이 없어지고 있는 것), 그리고 소화된 것 (Digested, 원형은 없고 껍데기만 남아있는 것)의 3단계로 구분하여 그 비율을 Fig. 1에 나타내었다. 아침 6시에는 소화되지 않은 먹이의 비율이 전체의 49.0%를 점하고 있었는데, 이 비율은 시간의

Table 1. Total length, body weight and stomach fullness on diurnal feeding rhythm in the Korean bullhead larva

Life stage	Time (hrs)	Ind.	Total length (mm)		Body weight (mg)		Stomach fullness (%)	
			Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean
Larvae	6:00	5	9.99~11.61	11.09	5.9~14.7	11.5	7.01~7.51	7.26
	8:00	5	10.48~12.07	11.25	11.2~17.6	14.5	7.61~8.28	7.95
	10:00	6	10.52~11.77	10.88	11.5~18.2	13.3	8.50~9.33	8.91
	12:00	5	11.53~12.87	12.03	14.7~17.1	15.8	6.34~7.34	6.84
	14:00	5	8.27~10.89	9.49	6.9~11.3	7.9	4.42~5.59	5.00
	16:00	5	9.34~11.27	10.67	7.6~13.2	10.5	13.20~14.54	13.87
	18:00	5	9.55~10.51	10.12	7.7~12.0	9.4	9.88~11.38	10.63
	20:00	6	10.56~11.60	10.95	10.4~15.5	12.5	9.75~11.41	10.58
	22:00	5	10.31~11.51	10.81	10.1~15.0	12.0	7.60~9.44	8.52
	00:00	5	10.19~11.67	11.15	9.9~14.3	12.8	7.41~9.41	8.41
	2:00	5	9.84~11.51	10.55	9.1~15.4	11.6	9.19~11.35	10.27
	4:00	5	10.28~11.49	10.89	10.0~17.0	13.2	6.22~8.55	7.39
	6:00	5	10.87~11.79	11.50	13.4~16.1	14.5	8.27~8.77	8.52

Table 2. Total length, body weight and stomach fullness on the experiment of diurnal feeding rhythm in the juvenile

Life stage	Time (hrs)	Ind.	Total length (mm)		Body weight (g)		Stomach fullness (%)	
			Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean
Juvenile	6:00	5	45.2~55.0	50.8	1.12~1.93	1.49	0.76~0.57	0.67
	8:00	5	56.0~58.7	56.7	1.60~2.03	1.86	0.56~0.59	0.58
	10:00	5	45.6~57.8	50.7	1.37~2.25	1.68	0.53~0.65	0.60
	12:00	5	50.9~59.2	54.5	1.39~2.19	1.71	0.52~0.66	0.59
	14:00	5	46.2~55.7	51.8	1.11~1.93	1.50	0.39~0.76	0.58
	16:00	5	48.2~57.4	52.3	1.39~2.10	1.64	0.57~0.61	0.59
	18:00	5	50.0~57.0	53.9	1.44~2.28	1.76	0.47~0.83	0.65
	20:00	5	53.7~61.3	55.0	1.35~2.13	1.74	0.61~0.78	0.69
	22:00	5	43.2~64.1	52.9	1.04~2.60	1.73	0.61~0.80	0.70
	00:00	5	56.3~58.7	57.1	1.77~2.08	1.93	0.62~0.70	0.66
	2:00	5	51.4~54.4	53.2	1.56~1.75	1.68	0.63~0.72	0.67
	4:00	5	41.1~61.2	52.6	1.03~2.30	1.73	0.59~0.72	0.65
	6:00	5	48.7~58.2	54.6	1.52~2.16	1.75	0.56~0.73	0.67

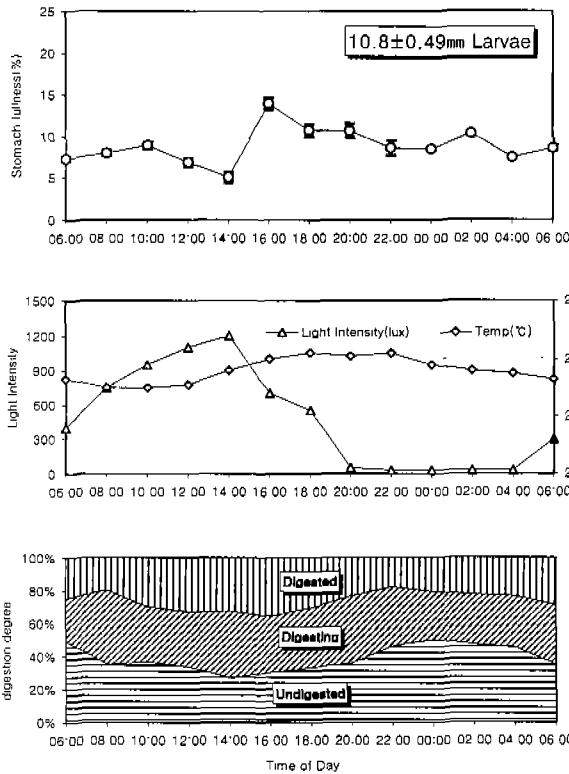


Fig. 1. Comparison of stomach fullness, light intensity and digestion rate on the diurnal feeding rhythm in larva of the Korean bullhead, *P. fulvidraco* (mean  $\pm$  SD).

경과에 따라 계속 감소하다가 실험실 조도가 50 lux 이하로 떨어지는 오후 8시 이후에 다시 상승하여 자정에는 50.1%로 하루 중 가장 높은 비율을 보였다. 치어의 위포만도는 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 오전 6시에 0.67%에서 실험실내 조도가 증가함에 따라서 8시부터 오후 4시까지 0.58~0.59%사이의 비교적 낮은 값을 보였다. 이러한 변화는 오후에 조도가 낮아짐에 따라서 서서히 높아져서 조도가 100 lux 이하로 유지되는 오후 10시에는 하루 중 가장 높은 0.70%의 위포만도를 나타냈다. 한편, 치어의 먹이 섭취 후 시간경과에 따른 소화관내 먹이 상태를 조사하기 위하여 먹이로 공급한 입상의 배합사료(formula diets)가 소화되지 않은 것(Undigested, 원형 그대로 남아 있는 것), 소화된 것(Digested, 원형이 없어지고 있거나 없어진 것)의 2단계로 소화단계를 구분하여 그 비율을 Fig. 2에 나타냈다. 아침 6시에는 소화되지 않은 먹이의 비율이 33.8%를 점하고 있었는데, 이는 시간 경과에 따라서 계속 감소하는 경향을 보이다가 일몰 후에 다시 상승하여 자정에는 하루 중 가장 높은 35.8%의 비율을 보였고 다음날 아침에 일출과 함께 다시 증가하는 경향을 보였다.

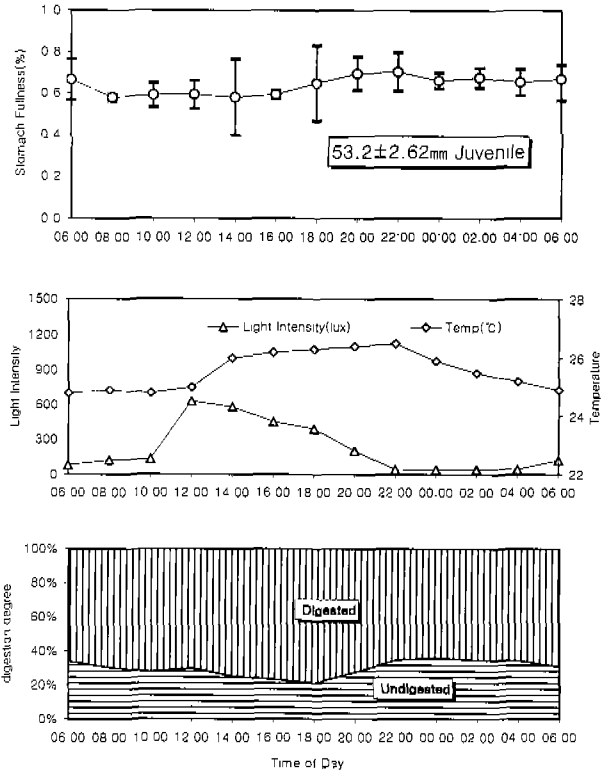


Fig. 2. Comparison of stomach fullness, light intensity and digestion rate on the diurnal feeding rhythm in juvenile of the Korean bullhead (mean  $\pm$  SD).

이상의 결과에서 자어는 조도가 낮아지는 시점인 16시, 그리고 치어는 조도가 100 lux 이하로 유지되는 오후 10시에 최고의 위포만도를 나타내는 것으로 조사되었다. 어류는 아침과 저녁에 한번씩 포식에 이르는 섭식주기가 일반적인 것으로 알려져 있는데(Oda and Murata, 1982), 동자개의 경우에는 이러한 일반적인 어류의 특성을 따르지 않고 어두워지면 먹고, 밝으면 은폐하여 행동을 최소화하는 것으로 생각된다. 또한, 소화되지 않은 먹이의 비율이 시간 경과에 따라 큰 차이를 보이지 않았는데, 이는 새로운 먹이를 섭식하는데 있어서, 먼저 먹은 먹이가 완전히 소화되기 전에 섭식하는 경향 때문인 것으로 생각된다. 이와 같은 동자개의 섭식주기는 쥐노래미, *Hexagrammos otakii*가 새벽녘에 포식에 이를 때까지 섭식하고, 소화가 진행되어 소화관이 비면 해질녘인 오후에 다시 섭식하는 것과는 차이를 보인다. 이러한 차이는 동절기에 자·치어기를 보내는 쥐노래미가 하루 중 섭식 가능한 시간이 짧다는 것, 먹을 수 있는 먹이의 양과 종류에 제한이 있다는 등의 생태적 특성과는 달리 하절기에 성육하는 동자개는 먹이를 먹는 시간이 보다 많다는 것, 먹을 수 있는 먹이의

양과 종류가 많다는 이유 때문에 수시로 섭식하고, 완전히 소화되기 전에 새로운 먹이를 섭식하는 것으로 생각된다. 이러한 사실은 동자개 자·치어 및 치어의 성장이 하절기에 빠르고 동절기에는 느리다는 생태적 특성 과도 연관된 것이라고 생각된다.

**포식량**

실험에 사용한 자어 및 치어의 전장과 어체에 따른 소화관내 먹이량을 Table 3에, 그리고 위포만도의 시간경과에 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 자어의 경우 먹이공급 직후 섭식이 시작되어 5분 후에 위포만도는 10.5%를 나타냈으며, 시간 경과에 따라서 소폭의 증감을 반복하다가 50분 후에 12.0%로 최대의 포식에 달했다. 또한, 표본 채취시 최초로 장에서 알테미아 유생이 발견된 것은 먹이공급 후 약 20분 경이었으며, 직장에서 소화된 알테미아 유생의 흔적이 발견된 것은 약 1시간이 지난 후였다.

치어의 포식 실험은 자어와 마찬가지로 먹이를 공급한 직후부터 섭식을 시작하여 5분 후 위포만도는 0.65%로 최대의 포식에 달했다. 이후 1시간이 경과할 때까지 소폭의 증감을 반복하다가 1시간 후에는 위포만도가 0.53%로 가장 낮은 값을 보였다. 그리고 최초로 장에서 섭식한 먹이가 분의 형태로 발견된 것은 약 40분이 경과한 후였다.

한편, 자어와 치어는 최대의 포식에 이를 때, 위포만도

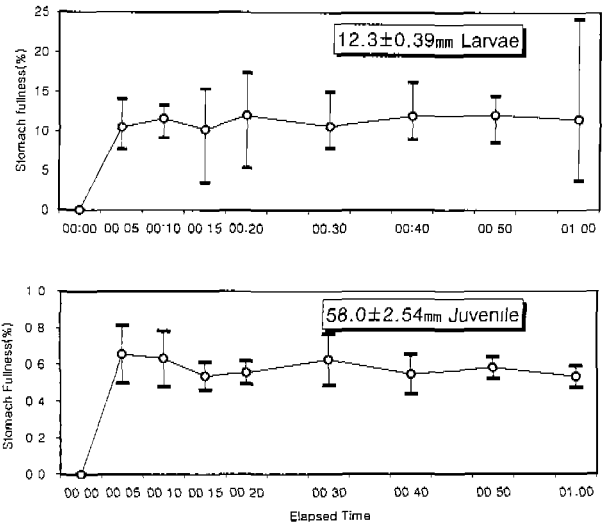


Fig. 3. Comparison of stomach fullness on the experimental satiation amount in larva and juvenile (mean ± SD).

가 각각 12.0%, 0.65%로 현저한 차이를 보이는 것으로 나타났는데, 이러한 경향은 어류가 성장함에 따라서 어체중에 대한 섭식량이 감소함을 의미하는 것으로서 발생 초기 단계인 자어기에 빠른 성장에 필요한 많은 에너지가 필요로 하기 때문에 상대적으로 먹이 요구량이 많아진 것으로 생각된다.

Table 3. Total length, body weight and stomach fullness on the experiment of satiation amount in the larvae and juvenile

Experimental fish	Time elapsed (hrs)	Ind.	Total length (mm)		Body weight (mg, g)		Stomach fullness (%)	
			Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean
Larvae	5	8	11.25~11.79	11.56	12.2~16.7	16.3	7.68~14.02	10.46
	10	7	11.23~12.69	12.19	18.1~22.3	19.3	9.15~13.27	11.59
	15	7	10.53~12.85	12.02	8.8~24.5	17.8	3.45~15.34	10.14
	20	10	11.31~12.96	12.08	12.9~24.5	18.1	5.33~17.36	11.98
	30	9	11.73~12.69	12.24	15.5~22.2	19.4	7.83~14.98	10.60
	40	10	11.41~13.23	12.50	14.1~24.5	20.4	8.99~16.27	11.93
	50	10	11.87~12.87	12.25	15.0~21.5	18.3	8.63~14.50	12.04
Juvenile	5	5	48.3~58.7	54.6	1.28~2.08	1.65	0.50~0.81	0.65
	10	5	51.0~60.8	56.4	1.49~3.04	2.00	0.48~0.78	0.63
	15	5	56.9~64.0	59.1	1.94~2.50	2.08	0.46~0.61	0.54
	20	5	53.7~63.6	57.8	1.68~2.48	1.91	0.49~0.61	0.56
	30	5	54.3~61.8	58.1	1.88~2.53	2.15	0.49~0.76	0.63
	40	5	55.9~65.7	60.5	1.65~2.76	2.13	0.44~0.65	0.55
	50	5	57.3~60.7	59.7	2.07~2.30	2.16	0.53~0.64	0.58
60	5	55.0~61.5	57.9	1.81~2.28	2.00	0.48~0.59	0.53	

자어가 포식에 달할 때까지의 시간은 돌돔, *Oplegnathus fasciatus* (福所, 1976), 은어, *Plecoglossus altivelis* (高見 등, 1968), 참돔, *Pagrus major* (九州·山口ブロック水産試験場マダイ種苗生産研究会, 1977), 그리고 쥐노래미, *Hexagrammos otakii* (Oda and Murata, 1982) 등에서 각각 10~35분, 5분, 40분, 45~55분 등으로 보고되어 있다. 해산어와 담수어가 가지는 생태적인 차이, 그리고 자어의 크기와 실험방법이 다르기 때문에 절대적으로 비교하기는 어렵지만 전장  $12.3 \pm 0.39$  mm인 동자개 자어가 포식에 이르는 시간은 약 50분으로 쥐노래미의 경우와 비슷한 것으로 나타났다. 치어의 경우에는 약 5분 후에 최대의 포식에 달하는 것으로 나타나 자어에 비해 짧은 시간이 소요되었는데, 이것은 배합사료를 먹기 때문에 자어에 비해 먹이를 먹기가 용이하여 포식에 이르는 시간이 짧은 것으로 생각된다. 한편, 위포만도는 자어 5.0~13.9%, 치어 0.58~0.70%으로 나타나, Oda and Murata (1982) 등이 보고한 부화 9~21일째 쥐노래미 자어에 나타난 위포만도 23%에 비해 현저히 낮은 것으로 나타났다. 이러한 경향은 동자개의 먹이습성이 한번에 많은 양을 먹지 않고 소화가 진행되면서 조금씩 보충하여 먹는 습성이 있기 때문인 것으로 생각된다.

### 소화시간

실험에 사용된 동자개 자어와 치어의 전장과 체중 그리고 소화관내 먹이량은 Table 4와 5에, 시간 경과에 따른 위포만도의 변화 및 포식 직후의 소화율을 0으로 하여 24시간 동안의 변화는 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 동자개 자어의 소화율은 절식 1시간 후에 23.1%, 2시간~4시간 사이에 50% 전후가 되고, 시간이 경과함에 따라서 계속 증가하여 12시간 후에 92.9%, 18시간이 지난 후 100% 소화 완료되었다. 치어의 소화율은 1시간 후에 17.2%, 4시간 후에 20% 전후로 서서히 증가하다가 6시간~12시간 사이에 50% 전후로 큰 변화 없으며 12시간이 지나면서 소화가 급격하게 진행되어 21시간이 지난 후에는 96.2%의 소화율을 보였다. 그러나 치어는 자어와 달리 24시간 경과 후에도 100% 소화되지 않았다.

어류가 알테미아 유생을 100% 소화하는데 소요되는 시간을 보고한 예로, 부화 후 37~54일째 은어(岡山水産試験場, 1975)가 2~3시간, 부화 후 12일째의 청어, *Clupea pallasii* (創田, 1959)가 7~8시간, 부화 후 20일째의 넙치, *Paralichthys olivaceus* (安永, 1971)가 3~5시간 등이 있다.

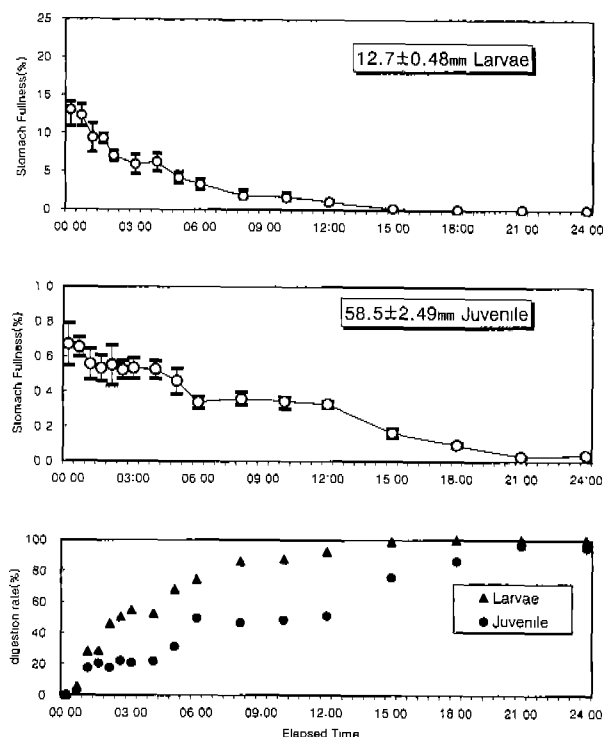


Fig. 4. Variations of stomach fullness and digestion rate with reference to time elapsed.

일반적으로, 육식성 어류는 초식성 어류나 잡식성 어류에 비해 소화시간이 짧은 것으로 알려져 있는데 (백, 1987; 김, 1989; 구 등, 1995), 본 실험에서는 전장 12.7 mm의 자어가 50% 소화하는데 약 2시간 30분, 90% 소화하는데 약 11시간 그리고 100% 소화하는데 19시간이 소요되어 비교된 어류 중에서는 소화시간이 가장 긴 것으로 나타났다. 한편, 배합사료를 공급하여 실험한 전장 58.5 mm의 치어는 50% 소화하는데 약 6~12시간, 90% 소화하는데는 약 20시간이 소요되고, 24시간이 경과한 후에도 100%소화가 이루어지지 않았다. 이러한 경향은 포식량 실험 결과에서 나타난 바와 같이, 한번에 적은 양씩 먹고 소화를 진행하는 상태에서 재섭식을 하는 섭식생태를 가진 동자개가 먹이의 재공급이 이루어지지 않는 상태에서 생기는 공복(空腹)현상을 천천히 소화함으로써 최소화하는 것으로 생각된다. 또한, 자어와 치어는 포식에 이르는 시간과 소화에 소요되는 시간이 차이를 보인다. 즉, 치어는 자어에 비해 포식에 이르는 시간이 짧고 소화시간이 긴 것으로 나타났다. 이러한 경향은 자어의 먹이는 운동능력이 활발한 생물 먹이로서 치어의 먹이로 공급한 배합사료 보다 먹이 섭취가 힘들 뿐만 아니라, 자어는 섭식한 먹이를 외부 형

Table 4. Total length, body weight of the larvae subjected to experiment on digestion rate in the larvae

Life stage	Time elapsed (hr)	Ind.	Total length (mm)		Body weight (mg)		Stomach fullness (%)	
			Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean
Larvae	0:00	10	9.75~12.48	11.76	7.9~21.1	18.1	10.90~14.10	13.04
	0:30	8	10.07~12.96	12.31	9.0~23.7	17.7	10.89~13.75	12.32
	1:00	9	11.95~13.05	12.62	17.0~23.4	21.6	7.47~11.29	9.38
	1:30	10	10.61~13.55	11.94	13.8~25.3	17.8	8.65~9.97	9.31
	2:00	9	12.12~12.84	12.40	17.1~22.3	19.2	6.40~7.69	7.05
	2:30	8	11.15~12.89	12.20	14.0~23.6	19.7	5.06~7.45	6.48
	3:00	7	11.89~12.51	12.20	14.1~20.5	18.1	4.61~7.20	5.91
	4:00	7	11.16~12.95	12.35	14.1~23.5	20.2	4.99~7.40	6.20
	5:00	7	10.83~13.19	12.34	13.8~24.1	21.1	3.99~4.91	4.15
	6:00	7	11.77~12.36	12.08	15.5~18.1	16.9	2.62~3.99	3.31
	8:00	7	12.40~13.56	12.96	17.8~24.6	22.1	1.51~2.57	1.79
	10:00	7	12.64~13.95	13.09	17.0~26.0	20.6	1.31~2.27	1.60
	12:00	7	12.43~13.63	13.02	17.8~25.8	21.5	0.79~1.23	1.01
	15:00	7	11.68~13.67	12.80	13.4~24.6	20.0	0.10~0.20	0.15
	18:00	8	11.47~13.96	12.83	14.5~27.5	21.2	0	0
	21:00	8	13.07~13.72	13.35	19.9~25.0	22.6	0	0
	24:00	9	12.43~13.57	13.00	18.7~21.8	20.5	0	0

Table 5. Total length, body weight of the juveniles subjected to experiment and stomach fullness on the experiment on digestion rate

Experimental fish	Time elapsed (hrs)	Ind.	Total length (mm)		Body weight (g)		Stomach fullness (%)	
			Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean
Juvenile	0:00	5	53.7~65.2	58.4	1.48~2.69	1.99	0.55~0.79	0.70
	0:30	5	52.0~61.5	56.3	1.38~2.15	1.81	0.60~0.71	0.65
	1:00	5	54.7~61.5	57.9	1.81~2.28	2.00	0.47~0.64	0.55
	1:30	5	51.1~65.2	59.2	1.90~2.77	2.26	0.46~0.60	0.53
	2:00	5	54.5~63.1	58.4	1.91~2.41	2.17	0.44~0.67	0.55
	2:30	5	52.6~61.3	56.0	1.43~2.21	1.74	0.47~0.57	0.52
	3:00	5	61.3~63.8	62.3	2.18~2.51	2.33	0.47~0.59	0.53
	4:00	5	53.3~57.2	55.5	1.66~2.10	1.82	0.48~0.57	0.53
	5:00	5	54.8~62.2	58.2	1.72~2.67	2.15	0.39~0.53	0.46
	6:00	5	53.5~62.6	59.7	1.43~2.39	2.05	0.30~0.37	0.34
	8:00	5	50.5~59.0	53.7	1.44~2.08	1.68	0.33~0.40	0.36
	10:00	5	59.1~64.7	61.2	1.94~2.55	2.18	0.32~0.37	0.35
	12:00	5	57.7~63.0	59.9	1.83~2.43	2.21	0.31~0.35	0.33
	15:00	5	54.2~58.4	55.9	1.62~1.84	1.79	0.14~0.19	0.16
	18:00	5	53.0~58.7	56.5	1.52~1.90	1.64	0.09~0.10	0.09
	21:00	5	59.8~65.2	63.2	1.98~2.56	2.34	0.02~0.03	0.03
	24:00	5	56.1~61.7	58.9	1.55~2.20	1.98	0.03~0.04	0.04

태 발달 및 운동에너지로 변환하는 능력이 크기 때문에 소화가 빨리 진행되는 것이고 (Kamler, 1992), 이와는 반대로 치어는 보다 쉽게 먹이를 얻지만 생물먹이에 비해 소화관내에서 분해되는 것이 느리기 때문에 소화시간이 긴 것으로 생각이 된다.

### 요 약

동자개 자, 치어의 섭식습성에 대한 기초자료를 얻기 위하여 포식량, 소화시간 그리고 하루중 섭식주기 등에 대해 조사하였다. 실험에 사용한 자어는 전장 8.3~14.0 mm

이고 치어는 전장 41.1~65.7 mm이며, 실험은 수온 24.5~26.5°C에서 실시하였다. 자어의 포식량은 체중의 약 13%를 섭식하였으며, 그 후 2시간 30분 후에 포식량의 50%, 11시간 후에는 90%를 소화하였다. 치어의 최대 포식량은 체중의 약 0.65%이고, 최대의 포식에 이룬 9시간 후에는 50%, 19시간후에는 90%를 소화하였으며 24시간 후에도 완전히 소화되지는 않았다. 또한 낮 보다는 밤에 완전한 섭식활동을 보였다. 이러한 사실에서 동자개 자·치어는 성장에 따라서 어체중에 대한 상대적 포식량이 감소하고, 한번에 조금씩 섭식한 후에 소화가 진행됨에 따라서 그 만큼을 재섭식하는 특징을 보였으며, 이러한 경향은 주위가 밝을 때보다 어두울 때 두드러지게 나타났다.

### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지정 인하대학교 서해연안환경연구소센터의 지원으로 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

- Aria, R., 1988. Systematics and evolution. pp. 4-33. (ed.) Ueno and Okiyama. Tokyo, Japan.
- Cheng, Q. and B. Zheng, 1987. Systematic synopsis of chinese fishes. Science press, Beijing, China, 1458 pp. (in Chinese).
- Kamler, E., 1992. Early life history of fish, An energetics approach (1st ed.). Chapman & Hall, London. 267 pp.
- Kim, I. S., 1982. A taxonomic study of the Acheilognathine fishes (Cyprinidae) in Korea. Ann. Rep. Biol. Res., Chonbuk Nat. Univ., 3:1-18.
- Lee, C. L. and I. S. Kim, 1990. A taxonomic revision of the family Bagridae (Pisces, Siluriformes) from Korea. Korean J. Ichthyol., 2(2):117-137.
- Nakabo, T., 1993. Fishes of Japan with pictorial keys to the species. Tokai Univ. Press, Tokyo, 1474 pp.
- Nelson, J. S., 1994. Fishes of the world (3rd ed.). John Wiley, INC., New York, U.S.A., 600 pp.
- Oda, T. and M. Murata, 1982. Studies on the feeding habits of fat greenling *Hexagrammos otakii* larvae-I, On the satiation amount, digestion time and diurnal feeding rhythms. Bull. Fish Exp. Stn. Okayama Prefect., 104-111. (in Japanese).
- Park, I. S. and L. L. Chung, 1996. Cytogenetic analysis of bagrid catfish, *Pseudobagrus fulvidraco* (Teleostomi : Siluriformes). Korean J. Ichthyol., 8(2):10-15.
- Takeshida, N. and S. Kimura, 1994. Eggs, larvae and juvenile of the bagrid fish, *Pseudobagrus auranticus*, from the Chikugo river in Kyushu Island, Japan. Japan J. Ichthyol., 40(4):504-508.
- Watanabe, K., 1994. Mating behavior and larval development of *Pseudobagrus ichikawai* (Siluriformes: Bagridae). Japan J. Ichthyol., 41(3):243-251.
- 강연중·이철호, 1996. 동자개 *Pseudobagrus fulvidraco* (Pisces, Bagridae)의 초기생활사. 한어지, 8(1):83-89.
- 김익수, 1997. 한국동식물도감 Vol. 37, 동물편(담수어류). 교육부, 한국, 629 pp.
- 김익수·강연중, 1993. 원색 한국어류도감. 아카데미서적, 서울, 477 pp.
- 김용익, 1989. 어류학총론. 테화출판사, 270 pp.
- 구자현·강연중·이철호, 1995. 동자개 양식시험. 내수면연구소사업보고서 (국립수산진흥원), 56-61.
- 백윤걸, 1987. 나의 담수어연구(5), 동자개의 생활사에 대하여. 양식개발, 5:66-71.
- 임상구·한창희, 1997. 동자개, *Pseudobagrus fulvidraco* (Richardson)의 생식년주기. 한수지, 30(5):823-833.
- 정문기, 1977. 한국어도보. 일지사, 서울, 727 pp.
- 최기철·전상린·김익수·손영목, 1990. 원색 한국 담수어도감. 향문사, 서울, 276 pp.
- 福所邦彦, 1976. イシダイ仔魚の飽食時間. 水産増殖, 23:139-144.
- 倉田 博, 1959. ニシン稚魚の飼育について. 北水研報, 20:117-138.
- 安永義帳, 1971. ヒラメ稚仔の攝餌生態と成長. 東海水研報告, 68:31-43.
- 九州·山口ブロック水産試験場マダイ種苗生産研究會, 1977. マダイ種苗生産技術の現状と問題点. 日本水産資源保護協會, 東京, 179 pp.
- 岡山水産試験場, 1975. 昭和47~49年度指定調査総合助成事業アユ初期飼料開發研究, 62 pp.
- 高見東洋·宇都宮正·前川兼佑, 1968. アユ, *Plecoglossus altivelis* (Temminck and Schlegel) の種苗生産に関する研究-I, 初期幼生の攝餌について. 山口内海水試調査研究業績, 17(1):2-16.
- 内田恵太郎, 1939. 朝鮮魚類誌. 朝鮮總督府水産試験場報告, 6. 458 pp.

(접수: 2001년 2월 5일, 수리: 2001년 3월 19일)