

## 서해안 민어, *Miichthys miiuy*의 산란 특성과 부화에 미치는 염분의 영향

윤 호 섭 · 서 대 철<sup>1</sup> · 최 상 덕\*

여수대학교 수산생명과학부, <sup>1</sup>전남수산시험연구소

## Effect of Salinity on Hatching and Spawning Characteristics of *Miichthys miiuy* in the Western of Korea

Ho Seop Yoon, Dae Chol Seo<sup>1</sup> and Sang Duk Choi\*

Division of Aqua Life Science, Yeosu National University, Yeosu 550-749, Korea  
<sup>1</sup>Jeonnam Fisheries Research Institute, Sinan Jeollanamdo 535-800, Korea

**Abstract** - This study was carried out to obtain the biological studies on aquaculture fundamental data for the resources annexation of *Miichthys miiuy* in terms of the characteristics of the spawning and effect of salinity. The adults spawners in 5 years were TL 72.3~89.6 cm, BW 3,736~8,818 g in female (n=39), TL 47.1~81.2 cm, BW 716.6~6,853 g in male (n=24). The adults size which were suitable for a stable egg collection were 97.9~110.2 cm in total length, 9,657~13,200 g in body weight. Each egg contained 1~5 oil globules. Also, the highest hatching rate was 96.7% at the one having an oil globules.

The highest hatching rate was 87.0% at 30.0 ppt. The fastest time required from fertilization to hatching was 17 hours 24 minutes at 28.0 ppt.

**Key words** : *Miichthys miiuy*, Resources annexation, Spawning, Hatching, Fertilization

### 서 론

민어 (*Miichthys miiuy*)는 농어목 (Perciformes), 민어과 (Sciaenidae), 민어속 (*Miichthys*)에 속하며, 우리나라 서남해, 황해, 발해, 일본의 중부이남 및 동중국해에 분포한다 (Chyung 1977; Lee and Park 1992; Kim *et al.* 1994; 한국동물분류학회 1997).

민어과 어류에 대한 연구로는 일본 토사만에서 채집한 동갈민어 자치어의 형태발달 (Kinoshita and Fujita

1988), 동갈민어의 초기생활사 (Taniguchi *et al.* 1979), *Nibea japonica*의 친어양성과 채란 (Takeshi *et al.* 1988) 및 수조기의 초기생활사 (Takita 1974) 등이 있으며, 우리나라에서 *N. japonica*의 자연산란, 난발생 및 자치어 사육 (이 2000), *Sciaenops ocellatus*의 환경 적응성과 양식 전망 (이 2000)의 연구발표가 있지만, 민어에 관한 연구는 아직까지는 없는 실정이다.

민어는 회유종으로 우리나라에서는 겨울철에 제주도 남방해역에서 월동한 후 봄철에 북서방향으로 회유를 시작하여 여름철에 주로 서해안의 덕적도 및 인천 앞바다에서 산란하는 종으로 알려져 있다 (Kim *et al.* 1994). 서해안은 생태계의 보고인 갯벌의 영향으로 탁도가 높

\* Corresponding author: Sang Duk Choi, Tel. 061-659-3166, Fax. 061-659-3166, E-mail. choisd@yosu.ac.kr

고 여름철 고수온기에는 수온이 최고 30°C까지 상승하며, 겨울철에는 최저 3°C까지 하강하여 대부분의 어류가 계절적인 회유를 하고 있어 봄에서 늦여름까지는 어종이 다양하나 겨울철에는 어획량이 현저히 줄어든다.

이와 같은 환경조건 때문에 서남해안 지역의 가두리와 축제식 양식장은 농어와 송어를 제외하고는 성장 및 월동이 어려워 타 지역에 비하여 경쟁력이 뒤떨어진다. 또한, 조피볼락의 경우 가두리양식은 보편화되어 있으나 수온 여건상 양식기간은 봄철에서 가을까지 성장이 가능하여 남해안에 비하여 2~3개월 정도의 성장기간이 짧다. 이와 같이 서해안에서 양식 가능한 신품종은 성장률이 높고, 광범위한 염분에 적응력이 가능한 어종을 대상으로 선택되어야 한다. 따라서 민어와 같은 지역 특산종의 중요생산 기술개발을 통한 양식 품종 다양화와 자원조성을 위한 방류용 치어 생산은 날로 감소하고 있는 서해안 수산자원증대를 위해 시급히 해결해야 할 당면 과제이다.

최근 연안 자원조성을 위해 범국가적으로 시행되고 있는 중요방류 사업은 방류 대상해역내 생물상의 새밀한 검토없이 단지 자원증식만을 위해 인공적인 배양이 가능한 중, 중요확보가 유리한 종을 대상으로 방류한 경우가 대부분이었다(해양수산부 2002). 따라서 해역특성을 고려한 방류어종의 선택과 방류가 필수적이며, 서해안의 경우 지역 특산종인 민어가 자연자원 증식에 있어 중요한 어류자원중 하나이다.

이에 본 연구에서는 서해안의 특산종이며, 양식 대체 품종으로서 개발가치가 높은 민어를 대상으로 자원조성을 위한 양식생물학적 기초 연구의 일환으로 산란 특성과 부화에 미치는 염분의 영향에 대하여 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 산란 특성

민어 친어는 1999년 8월, 2000년 8월, 2001년 8월, 2002년 9월 및 2003년 9월까지 5년동안 전라남도 신안군 입자도 연안(Fig. 1)에서 2각망과 유자망어선에서 어획된 어미 중 생식공이 확장되고 붉어진 것을 사용하였다. 5년동안 인공채란에 사용된 민어 친어는 암수별 마리수, 평균전장 및 평균체중을 각각 조사하였으며, 복부 압박법으로 난과 정액을 채취한 후 건도법으로 인공수정하여 수정란을 확보하였다. 또한 동일 친어에 대한 채란량, 수정율 및 부화율을 조사하였고, 성숙이 확인된 친어의 포란량에 대한 산출량을 조사하기 위하여 동일 친

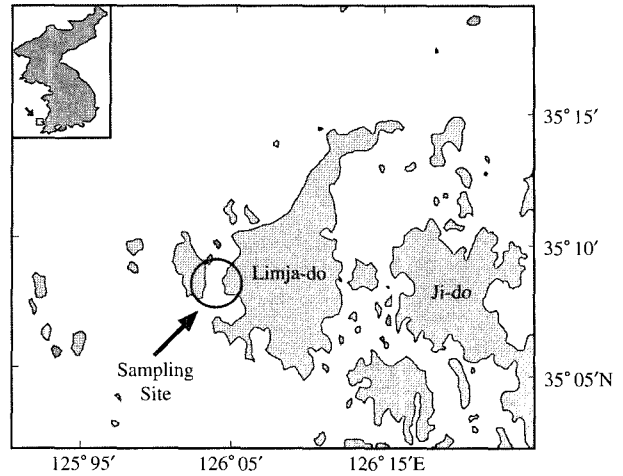


Fig. 1. Map of the sampling site in the coastal of Limjado, western Korea.

어에서 체중별로 암컷 11마리를 선택하여 복부압박법에 의해 산출된 난의 중량을 측정하였다. 채취되지 않은 난은 복부를 절개한 후 생식소의 중량을 측정하였다. 또한, 안정적인 중요생산을 위하여 민어 친어 채포해역의 환경요인중 인공채란이 가능했던 시기의 평균수온과 염분농도를 조사하였다.

인공수정 후 부상란은 수집망을 통하여 수거하였으며, 수정된 난은 nylon mesh(망목 150 $\mu$ m)를 사용하여 5 $\mu$ m 여과해수로 10분간 3회 세란하였다. 세란 후에는 해수와 함께 2L 메스실린더에 넣어 혼합한 후에 무작위로 100개를 검경하여 상실기에서 포배기에 이른 난을 수정란으로 계수하였다. 부화율은 5L 아크릴 원형용기에 5 $\mu$ m 하우징 필터로 여과된 여과해수를 4.5L 채우고 수정란 100개씩을 수용하여 부화된 자어를 계수하여 조사하였다.

### 2. 유구수별 부화율

건강한 수정란은 각기 유구를 가지고 있으며, 유구수는 1~5개까지 다양하다. 유구수별 부화율 조사는 2001년 8월 13일 어획된 민어 어미 2마리(암컷 58.4 cm, 수컷 42.5 cm)에서 채란하여 건도법으로 수정시킨 수정란을 사용하였다. 수정란의 유구수 비율은 무작위로 100개의 수정란을 수거하여 입체해부현미경(Olympus, SZ40)을 이용해 상실기에서 포배기에 이른 수정란 중에서 유구수별 비율을 조사하였다.

또한, 유구수별 부화율 조사는 1~5개의 유구를 가지고 있는 수정란을 분리하여 각 실험구당 3개씩의 1,000 mL 유리 비이커에 수정란 30개씩을 수용하였고, 부화개체를 계수하여 부화율을 구하였다. 실험기간동안의 수온

은  $28.6 \pm 1^\circ\text{C}$ , 염분은 31.4 ppt였다.

3. 부화에 미치는 염분의 영향

해역 특성상 서해안은 염분의 일별, 계절별 변화가 심하여 다양한 염분에서의 부화실험을 통하여 적정 염분 농도를 구명하였다. 염분농도별 부화율 및 부화시간 조사는 2002년 9월 8일 채집된 암컷(15,500g) 1마리와 수컷(6,300g) 1마리를 건도법으로 수정 후 520,000개의 수정란을 확보하여 실험에 사용하였다. 수정란 수송은 20L 비닐 봉지에 10L의 해수와 함께 스티로폴 상자에 담아 운반하였으며 5µm 여과해수에 3회 세란 후 실험에 사용하였다. 염분농도 실험구는 5L의 폴리에틸렌 수조에 28.0, 30.0, 32.0, 34.0, 36.0 ppt의 5개 실험구를 설정하였고, 각 실험구는 염분농도별 3반복으로 설치하였으며, 염분농도 조절은 천일염과 증류수를 사용하였다. 각각의 실험구에는 해부현미경을 이용하여 상실기에서 포배기에 이른 수정란을 100개씩 수송하였고, 부화율 조사는 전 개체가 부화된 후 자어를 전수 계수하였으며, 부화시간 조사는 각 실험구에서 전 개체가 부화된 시점을 조사하였다. 부화기간 중의 수온은  $27.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ , 용존산소는  $5.8 \pm 0.6$  ppm이었다.

4. 통계분석

실험결과는 SPSS for window program으로 one-way ANOVA test를 실시하여 평균간의 유의성 ( $P < 0.05$ )을 검정하였다.

결 과

1. 산란 특성

1999년 8월부터 2003년 9월까지 민어의 인공수정시

채포해역의 염분농도와 수온의 변화를 살펴보면, 염분농도의 경우 2001년  $26.9 \pm 1.3$  ppt로 가장 낮았으며, 2003년  $31.8 \pm 0.8$  ppt로 가장 높았다. 또한 수온의 경우 2001년  $26.3 \pm 0.1^\circ\text{C}$ 로 가장 낮았으며, 1999년  $28.3 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 로 가장 높았다(Fig. 2). 조사기간중 민어의 전장 범위는 54.1~110.2 cm이었고, 체중은 1,110~13,200 g이었다. 전장이 증가함에 따라 체중도 증가하였고, 체중이 증가함에 따라 총 생식소 중량도 증가하였다. 민어친어의 체중에 대한 총 생식소 중량은 10.7~63.5%로 다양하였으며, 생식소 중량에 대한 채란량의 비율이 47.4, 47.5%일 때 수정률이 90.4, 93.5%로 가장 높게 나타났고, 54.7%에서 수정률이 87.3%로 비교적 높게 나타났다. 또한 생식소 중량에 대한 채란량의 비율이 10.7%인 경우 8.0%의 수정률을 나타내어 가장 낮게 나타났으며, 60% 이상의 채란량을 보인 민어 친어의 경우 대부분이 75% 미만의 비교적 낮은 수정률을 나타내어 인공채란에 적합한 친어는 생식소 중량에 대한 채란량의 비율이 40~70% 범위인 것으로 나타났다(Table 1).

1999년부터 2003년까지 최근 5년간 민어친어로 사용된 총 마리수와, 평균전장과 중량을 살펴보면, 암컷에 있

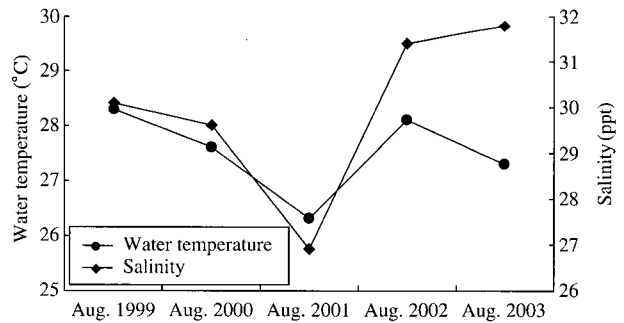


Fig. 2. Change of water temperature and salinity at spawning area of *Miichthys miiuy* for 5 years.

Table 1. Spawmed eggs and fertilization rate of *Miichthys miiuy* on each size

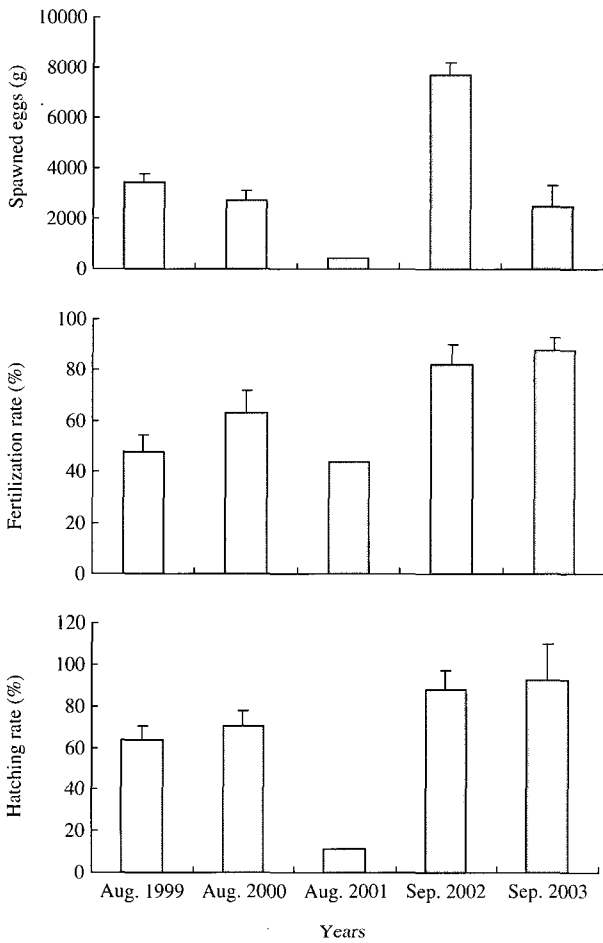
No.	Total length (cm)	Body weight (g)	Remained gonad weight (g)	Spawmed egg (g)	Total gonad weight	A/B (%)	Fertilization rate (%)
1	54.1	1,110	190.9	145.6	336.5	43.3	70.8
2	58.4	1,312	238.6	154.3	392.9	39.3	45.5
3	62.9	1,710	112.9	267.9	380.8	70.4	40.4
4	60.5	1,798	212.5	369.5	582.0	63.5	19.6
5	61.9	1,850	182.7	289.4	472.1	61.3	70.5
6	68.2	2,716	475.3	436.9	912.2	47.9	61.3
7	72.6	3,768	508.7	508.6	1017.3	50.0	23.6
8	84.4	5,432	589.0	712.5	1301.5	54.7	87.3
9	78.2	5,581	730.2	87.3	817.5	10.7	8.0
10	97.9	9,657	1210.6	1,092.1	2302.7	47.4	90.4
11	110.2	13,200	1645.2	1,489.9	3135.1	47.5	93.5

A: Spawmed egg, B: Total gonad weight

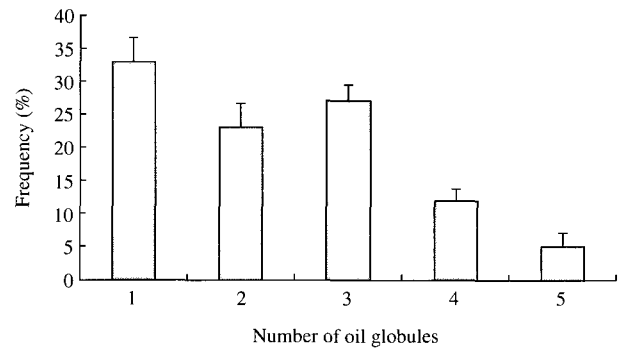
**Table 2.** The parent fish of *Miichthys miiuy* for egg collection from 1999 to 2003 in Limjado

	Sex	Years				
		1999. 8	2000. 8	2001. 8	2002. 9	2003. 9
No. of individuals	F	7	4	1	16	11
	M	5	3	1	10	5
TL(cm) (Mean ± SD)	F	74.3 ± 0.83	72.3 ± 1.49	76.3	77.6 ± 2.93	89.6 ± 1.51
	M	47.1 ± 0.35	56.1 ± 2.29	57.3	67.3 ± 1.59	81.2 ± 2.98
BW(g) (Mean ± SD)	F	4,325 ± 34	3,736 ± 84	5,570	5,813 ± 49	8,818 ± 62
	M	716.6 ± 51.2	1,094 ± 56	1,282	2,691 ± 93	6,853 ± 81

F: Female, M: Male

**Fig. 3.** Change of spawned egg, fertilization rate and hatching rate of *Miichthys miiuy* for 5 years.

어 5년간 총 39마리를 사용하였으며, 평균 전장 72.3~89.6 cm, 평균 체중의 경우 3,736~8,818 g이었다. 수컷의 경우 총 24마리를 사용하였으며, 평균 전장과 체중은 각각 47.1~81.2 cm, 716.6~6,853 g으로 암컷이 수컷에 비하여 체중이 높게 조사되었고, 암수 성비 또한 암컷의 비율이 높게 나타났다(Table 2). 5년간의 평균 채란량,

**Fig. 4.** Frequency distribution on number of oil globules in *Miichthys miiuy*.

부화율을 살펴보면 염분농도가 26.9 ppt로 가장 낮았던 2001년에 430 cc로 가장 낮은 채란량과 11.3%의 낮은 부화율을 나타낸 반면, 31.0 ppt 이상의 염분농도를 보인 2002년과 2003년의 경우에는 각각 7,700, 2,500 cc의 높은 채란량과 함께 부화율 또한 87% 이상으로 비교적 높게 나타났다(Fig. 3).

## 2. 유구수별 부화율

민어의 수정란은 크고 작은 유구가 1~5개(0.06~0.34 mm) 존재하였으며, 20~21개의 근절을 가진 수정 후 16시간 이후부터 유구의 융합이 시작되어 부화 후에는 1개의 유구를 가지고 있다. 유구가 1개인 수정란은 33%로 가장 높은 비율을 보였으며, 2, 3, 4, 5개인 수정란에서는 23, 27, 12, 5%로 나타났다(Fig. 4). 유구수에 따른 부화율은 유구가 4, 5개인 수정란에서는 부화개체가 없었으며, 유구를 1개 가지고 있는 수정란은 96.7%, 2개는 47.8%, 3개는 44.4%로 유구가 1개인 수정란이 가장 높은 부화율을 나타내었다(Fig. 5).

## 3. 부화에 미치는 염분의 영향

염분농도별 부화율은 Fig. 6에 나타내었다. 염분농도

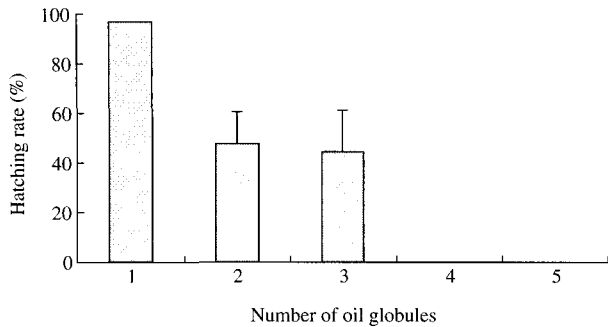


Fig. 5. Hatching rate on each number of oil globules in *Miichthys miiuy*.

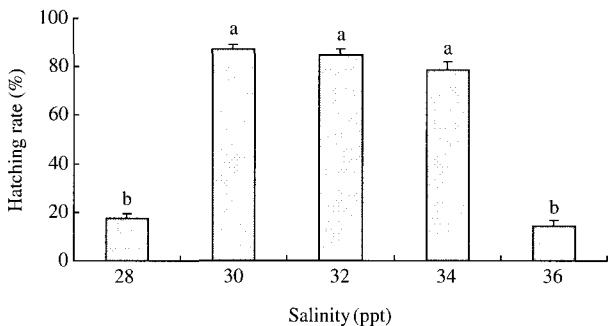


Fig. 6. Hatching rate of *Miichthys miiuy* at different salinity.

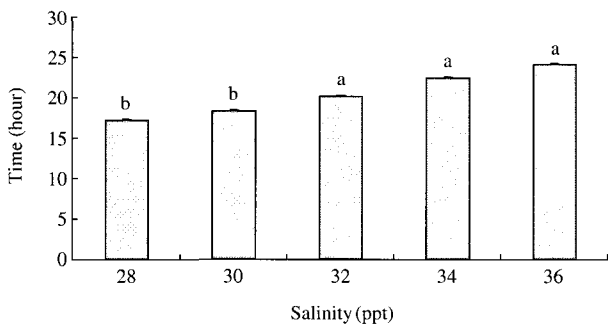


Fig. 7. Hatching time of *Miichthys miiuy* at different salinity.

28.0 ppt 미만에서는 부화되는 개체가 없었다 ( $P < 0.05$ ). 염분농도 36.0 ppt에서는 14.3%의 부화율을 나타내었으며, 28.0 ppt에서 평균 18개체가 부화하여 17.3%의 부화율을 나타내었다 ( $P < 0.05$ ). 염분농도 30.0, 32.0, 34.0 ppt에서 각각 87.0, 85.0, 78.7%의 부화율을 나타내었으며 ( $P > 0.05$ ), 30.0 ppt에서 가장 높은 부화율을 나타내었다. 염분농도별 부화시간은 염분농도 28.0 ppt에서 17시간 24분으로 가장 짧았으며, 30.0 ppt에서 18시간 34분, 32.0 ppt에서 20시간 23분, 34.0 ppt에서 22시간 50분, 36.0 ppt에서 24시간 16분이 소요되어 염분농도가 높을수록 부

화시간은 길게 나타났다 (Fig. 7).

## 고 찰

민어의 산란기는 7~9월이며 주산란장은 경기도의 덕적도와 전라도의 태이도이다. 전장이 90 cm 이상, 체중 10 kg 이상 성장하는 대형종으로, 큰민어와는 외관상 비슷하나 둥근지느러미와 등지느러미 연조부의 기저에서 1/3 되는 곳에는 작은 비늘이 밀생하는 점이 다르다 (Chyung 1977).

안정적인 자원관리 및 종묘생산을 위하여 민어 친어 채포해역의 환경요인 중 인공채란이 가능했던 시기의 평균수온과 염분농도를 조사해 본 결과, 2001년 수온  $26.3 \pm 0.1^\circ\text{C}$ , 염분  $26.9 \pm 1.3$  ppt로 조사기간 중 가장 낮은 범위를 보였으며, 채란량과 부화율 또한 430 cc, 11.3%로 낮은 값을 나타내었다. 반면 87% 이상의 높은 채란량과 부화율을 보인 2002년과 2003년의 경우 각각 수온  $28.1 \pm 0.2^\circ\text{C}$ ,  $27.3 \pm 0.1^\circ\text{C}$ , 염분  $31.4 \pm 0.7$  ppt,  $31.8 \pm 0.8$  ppt의 범위로서 민어의 적정 인공채란 범위는 수온  $27.3 \sim 28.1^\circ\text{C}$ , 염분 31.0 ppt 이상인 것으로 추정된다. 또한 채란한 어미의 체중이 클수록 채란량도 늘어남을 알 수 있었는데, 이러한 결과는 쥐노래미 (이 1999)와 비슷한 경향을 보였으며, 개체별 다소 차이는 있겠으나 안정적인 채란을 위한 민어 친어의 적정크기는 전장 97.9~110.2 cm, 체중 9,657~13,200 g인 것으로 판단된다.

생식소 중량에 대한 채란량의 비율이 50% 전후일 때 수정률이 90% 이상으로 높게 나타났는데, 이는 인공채란시 성숙이 가장 양호한 상태의 난이 전체 생식소내 50%를 차지하는 것으로 추정되며, 본 연구결과만으로는 직접적인 고찰을 하기에는 대단히 어렵다. 따라서 민어의 연중 생식주기 파악 및 군성숙도 등의 생식생리학적 연구가 반드시 필요할 것으로 사료된다.

본 연구에서는 유구수에 따른 부화율은 1개의 유구를 가진 수정란이 96.7%로 가장 높게 나타났으며 2개의 유구를 가진 수정란의 부화율은 47.8%, 3개의 유구를 가진 수정란은 44.4%의 부화율을 나타내었다. 그러나 유구를 4개와 5개 가진 수정란에서는 전혀 부화되지 않음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 동갈돔돔 (강 등 2004)에 있어 부상란 중 수정란은 95% 이상이 유구가 1개였으며, 2~4개의 유구를 가진 수정란은 상실기 이후 침강하여 폐사하였으며, 유구수가 5개 이상인 것은 전혀 수정이 되지 않은 보고와 유사한 경향을 보였다. 부화 직후의 자어는 전 개체가 유구를 1개 가지고 있어 유구를 2개와 3개를 가진 수정란은 부화 직전에는 대부분이

1개로 융합되어지는 것으로 사료된다.

사육수의 염분농도는 어란과 자·치어의 삼투압조절 능력과 관계하여 발생·성장·발달에 영향을 미치고 더 나아가서 생사를 좌우하게 된다(降島·羽生 1989). 체외로 산란된 난은 그 난의 비중이 주위의 물 또는 해수의 비중보다 높고 낮음에 따라 침성란과 부성란으로 나누어진다. 종묘생산 과정 중 어종의 생태적 종 특이성과 관련된 적정 환경 및 인위적 사육 기술이 요구되며 특히, 어류의 난 및 자치어의 성장과 생존율이 미치는 수온과 염분의 영향이 중요시 되는데 이에 대한 연구로는 넙치와 가자미류, *Limanda* sp. (Yasunaga 1975a, b; Laurence and Howell 1981), 감성돔, *Mylio macrocephalus* (이와 노 1987)등 국내외적으로 다수의 연구보고가 있다.

Holliday and Jones (1965)는 대서양산 청어란의 염분농도에 따른 부화율의 조사에서 20.0~35.0 ppt 범위에서는 높은 부화율을 나타냈고, 12.0 ppt 이하에서는 거의 부화가 이루어지지 않았으며, 해산어란의 적염분농도의 해수는 34.0 ppt 전후이며, 17.0 ppt 이하의 저염분농도에서는 치명적인 영향을 준다고 보고하였다. 落合 (1981)는 넙치의 수정란은 일반해수에서 부성(浮性)을 띠지만 염분농도 18.0 ppt에서는 침하하고 19.0 ppt 이상에서 부성을 나타낸다고 하였으며, 安永 (1975)는 넙치 수정란의 부화 가능한 염분농도를 23.4~50.7 ppt로 보고한 바 있어 28.0~34.0 ppt의 범위에서 부화 가능한 민어의 경우 다른 어종에 비하여 비교적 협소한 범위의 염분농도에서 부화가 가능한 것으로 판단되었다.

한편 Yasunaga (1975b)는 해산 어류 수정란의 부화 적정 염분농도는 34.0 ppt 내외이며, 17.0 ppt 이하의 저염분에서는 생존에 치명적인 영향을 준다고 보고한 바 있다. 민어의 경우 28.0 ppt에서는 17.3%만이 부화하였다. 그리고 30.0~32.0 ppt에서는 75% 이상의 양호한 부화율을 보였다. 이중 자연해수 염분농도와 가장 가까운 30.0, 32.0 ppt에서 각각 87.0, 85.0%로 가장 양호하였다. 또한 민어의 염분농도별 부화시간은 염분농도가 높을수록 부화시간이 길게 나타났다. 이러한 결과는 *S. guttatus* (Yong and Duenas 1993), 청어, *Clupea harengus* (Holliday and Blaxter 1960), 대구 (Forrester and Alderdice 1986) 난의 염분농도별 부화시간 결과와는 상반되는 결과였다. 이는 서식해역의 특성과 각 종간 종 특이성에 기인한 것으로 판단되며, 향후 다양한 염분농도에 대하여 보다 세밀한 연구가 요구되어진다.

최근 범국가적으로 실시되고 있는 자원조성 사업의 목적은 유용 생물자원의 증대이며, 이를 위해서는 자원 관리, 서식지 환경 개선, 방류와 같은 작업들이 필요하

다. 특히 자원조성 사업의 가장 중요한 목적중 하나인 어류 방류 사업에 있어 방류한 어종이 대상해역에서 조성된 생태계에서 잘 적응하여 성장하고, 산란하여 자연적인 자원증강량을 증대시키는 것이 최종 목표라 할 수 있다. 그러나 우리나라에서의 종묘 방류사업은 해역별 생물자원의 특성을 전혀 고려하지 않은 상태로 진행되어져 왔다(해양수산부 2002). 따라서 효과적인 자원조성을 위해서는 대상해역에 적합한 어종, 즉 민어(*Müchthys müüy*)와 같이 그 지역에 있어 중요한 어족 자원중 하나이며, 지역 특산종으로 각광받고 있는 어종의 전략적 생산, 방류가 조화롭게 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## 적 요

본 연구는 민어의 자원조성을 위한 양식생물학적 기초자료를 얻고자 산란 특성과 부화에 미치는 염분의 영향을 조사하였다. 실험에 사용된 어미는 5년동안 자연산 암컷 39마리, 수컷 24마리로서, 암컷의 크기는 평균 전장 72.3~89.6 cm, 평균 체중의 경우 3,736~8,818 g이었으며, 수컷의 크기는 평균 전장 47.1~81.2 cm, 평균 체중은 716.6~6,853 g이었다.

안정적인 채란을 위한 민어친어의 적정크기는 전장 97.9~110.2 cm, 체중 9,657~13,200 g였다. 유구는 1~5개가 존재하며, 유구수가 1개일때 가장 높은 부화율(96.7%)을 나타내었다. 염분농도별 부화율은 30.0 ppt일 때 87.0%로 가장 높았으며, 부화시간의 경우 28.0 ppt일 때 17시간 24분으로 가장 짧았다.

## 참 고 문 헌

- 강희웅, 김종화, 이권혁, 김종식. 2004. 동갈돛돔, *Hapalogenys nitens*의 자연산란과 난발생 특성. 한국양식학회지. 17:180-186.
- 이종관. 1999. 쥐노래미, *Hexagrammos otakii*의 종묘생산을 위한 생물학적 연구. 동의대학교 대학원 박사학위논문. 123pp.
- 이정의. 2000. *Nibea japonica*의 자연산란, 난발생 및 자치어 사육. 제주해양수산자원연구소. 162-179.
- 이정재, 노섬. 1987. 감성돔, *Mylio macrocephalus* (Basilewsky)의 종묘생산에 관한 연구. 제주해양수산자원연구소. 11:1-20.
- 이해영. 2000. *Sciaenops ocellatus*의 환경적응성과 양식전망. 국립수산진흥원. 199-220.
- 한국동물분류학회. 1997. 한국동물명집 (곤충제외). 아카데미서적. 489pp.

- 해양수산부. 2002. 자원조성 사업의 발전방향 토론회. 197pp.
- 隆島史夫, 羽生 功. 1989. 水族繁殖學. 水産養殖學講座. 4:268-269.
- 安永義陽. 1975. 海産漁類の卵稚仔漁の環響, 主に 水溫, 鹽分, 溶存散素. 水素イオン濃度について. 東海區水研報. 81:171-183.
- 落合明. 1981. ヒラメ生態, 形態, 習生から食生まで. 養殖. 3:48-51.
- Chyung MK. 1977. The fishes of Korea. Ilji-sa. pp.347-355.
- Forrester CR and DF Alderdice. 1986. Effects of salinity and temperature on embryonic development of the Pacific cod (*Gadus macrocephalus*). J. Fish. Res. Bd. Canada. 23:319-340.
- Holiday FGT and JHS Blaxter. 1960. The effects of salinity on the developing eggs and larvae of the herring (*Clupea harengus*). J. Mar. Biol. Ass. UK. 39:591-603.
- Holliday FGT and MP Jones. 1965. Osmotic regulation in the embryo of the herring, *Clupea harengus*. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 45:305-311.
- Kim YU, YM Kim and YS Kim. 1994. Commercial fish of the coastal and offshore water in Korea. Nat'l. Fish. Res. Dev. Agency, Korea. 299pp.
- Kinoshita I and S Fujita. 1988. Larvae and juveniles of blue drum *Nibea mitsukurii*, occurring in the surf zone of Tosa Bay, Japan. Japanese J. Ichthyol. 35:25-30.
- Laurence GC and WH Howell. 1981. Embryogy and influence of temperature and salinity on early development and survival of yellowtail flounder *Limanda ferrugines*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 6:11-18.
- Lee CL and MH Park. 1992. Taxonomic revision of the family Sciaenidae (Pisces, Perciformes) from Korea. Korean J. Ichthyol. 4:29-53.
- Takeshi T, T Nasu and O Ishibashi. 1988. Studies on the seedling production of Japanese croaker *Nibea japonica*-I breeding of spawner and egg collection. J. Fish. Biol. 35:265-270.
- Takita T. 1974. Studies on the early life history of *Nibea albiglora* (Richardson) in ariake sound. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ. 38:1-55.
- Taniguchi N, T Kuga, Y Okada and S Umeda. 1979. Studies of the rearing of artificially-fertilized and early developmental stage of the nibe-croaker, *Nibea mitsukurii*. Rep. Usa. Mar. Biol. Inst. 1:51-58.
- Yasunaga Y. 1975a. Effects of water temperature and salinity of the embryonic development of egg and the survival of *Paralichthys olivaceus*. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 81:151-169.
- Yasunaga Y. 1975b. Environmental factor of marine fish egg and larvae, with respect to water temperature, salinity, dissolved oxygen and hydrogen-ion concentration. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 81:171-183.
- Yong PS and CE Duenas. 1993. Salinity tolerance of fertilized eggs and yolk-sac larvae of the rabbitfish *Siganus guttatus* (Bloch). Aquaculture 112:363-377.

Manuscript Received: August 24, 2005

Revision Accepted: November 3, 2005

Responsible Editorial Member: Ju-Chan Kang  
(Pukyong Univ.)