

## 동해참게(*Eriocheir japonica*)의 메갈로파유생기르기에서 동종포식에 미치는 몇가지 요인의 영향

김룡길, 최호영, 류철성

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《양어와 양식을 대대적으로 하여야 하겠습니다.》

우리 나라 서해참게의 동종포식(Cannibalism)에 대하여서는 많이 연구[1-4]되었지만 동해의 북부연안에서 서식하고있는 동해참게(*Eriocheir japonica*)의 메갈로파유생(M기유생)의 동종포식[1, 2]은 적게 연구되었다.

우리는 동해참게 M기유생의 생존률을 낮추는 동종포식에 미치는 기르기밀도, 먹이종류와 량, 부착기면적 등의 영향을 조사하였다.

### 재료와 방법

재료 동해참게의 M기유생은 함경북도 어랑군 장연호와 동연호에서 잡은 엄지게를 인공번식하여 자래운것들이다.

먹이로는 배양한 룬충(*Brachionus plicatilis*), 소금새우(소금새우알을 깨워 기른것.), 이면수와 멸치의 살, 자게의 살과 콩, 강냉이, 수수를 비롯한 난알류 등을 리용하였다.

부착기재질로는 코크기가 1~2mm인 폴리에틸렌그물망을 리용하였다.

방법 유생은 크기가 1m<sup>3</sup>인 물탱크에서 길렀는데 매 탱크별로 기르기밀도를 0.1, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 5.0, 10.0(×만마리/m<sup>3</sup>)로 각이하게 하고 생존률과 동종포식정도를 조사하였다. 조사기간은 2017년-2019년으로 하였다. 여러가지 먹이들을 각이한 량으로 하루에 여러번 나누어먹이면서 M기유생의 동종포식정도와 생존률변화를 조사하였다. 먹이를 남게 주는 경우를 《충분》으로 하고 모자라게 주는 경우를 《부족》으로 기재하였다. 먹이의 종류와 그 비율은 선행연구[3, 4]에 준하여 정하고 주었다.

부착기는 폴리에틸렌그물망형태로 만들어 리용하였는데 그물을 길이 25cm, 너비 25cm로 잘라 10~12장을 5cm간격으로 고정하고 맨 윗면에 띄움기재를 달아 물속에서 뜰수 있게 하였다. 이때 부착기의 면적은 1.25~1.5m<sup>2</sup>이다. 이러한 부착기를 기르기탱크속에 물 1m<sup>3</sup>당 4, 6, 8, 10개로 각이하게 설치하고 M기유생을 1만, 5만, 10만, 15만마리/m<sup>3</sup>밀도로 7일 동안 기르면서 동종포식정도와 생존률변화를 조사하였다.

M기유생의 동종포식률이 10%이하이면 《적다》, 10~30%이면 《보통이다》, 30~50%이면 《심하다》, 50~90%이면 《매우 심하다》로 평가하였다.

### 결과 및 논의

#### 1) 기르기밀도의 영향

M기유생은 헤엄살이형으로서 운동성이 강하고 먹이를 쫓아가서 잡아먹을뿐아니라 큰 개체가 작은 개체를, 강한 개체가 약한 개체를 서로 잡아먹는 특성이 강하므로 기르기밀

도를 옮겨 설정하는것은 M기유생의 생존률을 높일수 있는 중요한 문제로 된다.

M기유생들의 동종포식정도를 확정하기 위하여 충분한 먹이조건과 부족한 먹이조건을 지어주고 각이한 기르기밀도에서 M기유생들을 기르면서 조사하였다.(표 1)

표 1. M기유생의 동종포식정도에 미치는 기르기밀도의 영향

먹이조건	기르기밀도/(×만마리·m <sup>-3</sup> )						
	0.1	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	10.0
충분	+	+	++	++	+++	+++	+++
부족	++	++	+++	+++	+++	+++	+++

+ 보통, ++ 심함, +++ 매우 심함, n=5, 시험기간 3d, 먹이종류 소금새우새끼, 삶은 물고기살; 부착기 없음.

표 1에서 보는바와 같이 M기유생의 기르기밀도를 10만마리/m<sup>3</sup>로부터 1 000마리/m<sup>3</sup>까지 낮추고 먹이를 충분히 주어도 동종포식정도는 약간 작아졌을뿐 없어지지 않았으며 먹이가 부족할 때에는 1 000마리/m<sup>2</sup>밀도에서도 동종포식이 심하게 나타났다.

이와 같은 결과는 M기유생을 기를 때 먹이를 충분하게 주고 기르기밀도를 최대한으로 낮추어도 동종포식현상이 없어지지 않는다는것을 보여준다.

## 2) 먹이의 영향

먼저 M기유생의 생존률과 동종포식에 미치는 먹이종류별영향을 조사하였다.(표 2)

표 2. M기유생의 동종포식과 생존률에 미치는 먹이종류의 영향

조사지표	류충	먹이종류							
		소금새우 새끼	소금새우 성체	탕친 물고기살	삶은 물고기살	삶아 탕 친 계살	닭알노란 자위가루	찐 난알가루	각종 납새류
생존률/%	1.6 ±0.1	7.58 ±0.28	9.08 ±0.27	5.26 ±0.36	5.19 ±0.34	6.47 ±0.28	1.28 ±0.18	1.0 ±0.12	0
동종포식 정도	+++	++	+	++	++	++	++	+++	+++

+ 보통, ++ 심함, +++ 매우 심함, n=10, p<0.05, 시험기간 2d, 기르기밀도 1만마리/m<sup>3</sup>, 부착기 없음.

표 2에서 보는바와 같이 여러가지 각이한 종류의 먹이를 개별적으로 먹였을 때 M기유생의 생존률에서는 일정한 차이가 나타났는데 소금새우성체를 먹이로 한 시험구에서 가장 높았고 삶아 탕친 계살, 탕친 물고기살, 삶은 물고기살, 류충, 닭알노란자위, 찐 난알가루도 생존률에 일정한 영향을 주었으며 각종 납새류는 아무런 영향도 주지 못하였다.

소금새우성체를 먹이로 리용할 때 M기유생의 생존률이 높아지고 동종포식이 적어진다는것을 밝힌 조건에서 먹이조성과 량에 따르는 유생의 생존률과 동종포식정도를 구체적으로 조사하였다.(표 3)

표 3에서 보는바와 같이 소금새우를 기본먹이로 하는 경우 소금새우밀도를 800마리/L 이상으로 하였을 때 생존률이 (9.08±0.27)%로서 가장 높았지만 동종포식현상은 여전히 나타났다으며 먹이밀도가 이보다 낮은데서는 생존률이 급격히 떨어지면서도 동종포식현상이 심하게 나타났다. 그리고 류충을 보조먹이로 더 첨가한 경우 류충밀도가 4마리/L이상일 때 생존률이 (9.3±0.26)%로 높아졌으나 동종포식정도는 여전히 나타났다. 여기에 삶은 계살과 삶은 물고기살을 보충먹이로 주면 생존률이 (9.8±0.24)%로 높아졌으나 동종포식정도에서는 큰 차이가 없었다.

표 3. M기유생의 동종포식과 생존률에 미치는 먹이조성과 양의 영향

조사지표	기본먹이					보조먹이			보충먹이		
	소금새우밀도/( $\times 100$ 마리 $\cdot$ L $^{-1}$ )					륜충밀도/(마리 $\cdot$ mL $^{-1}$ )			가공생물먹이/몸질량%		
	2	4	6	8	10	2	4	6	0.5	1.0	2.0
생존률/%	1.46 $\pm 0.32$	6.15 $\pm 0.29$	8.04 $\pm 0.28$	9.08 $\pm 0.27$	9.08 $\pm 0.27$	9.08 $\pm 0.27$	9.30 $\pm 0.26$	9.30 $\pm 0.26$	9.30 $\pm 0.26$	9.80 $\pm 0.24$	9.80 $\pm 0.24$
동종포식 정도	++	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+

+ 보통, ++ 심함, 시험개체 2d나이,  $n=5$ ,  $p<0.05$ , 기본먹이 소금새우새끼 80%+소금새우성체 20%, 보조먹이 륜충, 보충먹이 삶은 계살과 물고기살, 시험기간 2d, 기르기밀도 1만마리/m $^3$ , 부착기 없음.

이로부터 한가지 먹이보다도 여러가지 먹이를 혼합하여 먹이는것이 더 효과적이지만 먹이종류를 바꾸거나 늘인다고 하여도 동종포식에 의한 생존률감소는 극복할수 없다는것을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 참계에서 동종포식현상이 M기유생단계에서 심하게 나타난다는 선행자료[1, 3, 4]와 잘 일치한다.

### 3) 부착기면적의 영향

1개 부착기의 면적은 10장 묶었을 때 1.25m $^2$ 이고 12장을 묶었을 때에는 1.5m $^2$ 이다.

M기유생의 생존률과 동종포식에 대한 부착기면적의 영향을 검토하기 위하여 단위체적당 부착면적을 각이하게 하고 갯난계의 생존률과 동종포식정도를 조사하였다.(표 4)

표 4. 갯난계의 생존률과 동종포식에 미치는 부착기면적의 영향

갯난계밀도 ( $\times 10$ 만마리·m $^{-3}$ )	1m $^3$ 당 부착기 설치개수 : 부착기면적(m $^2$ /m $^3$ )							
	4:5.0		6:7.5		8:10.0		10:12.5	
	생존률 /%	동종포식 정도	생존률 /%	동종포식 정도	생존률 /%	동종포식 정도	생존률 /%	동종포식 정도
1	90.7 $\pm$ 2.5	-	92.8 $\pm$ 2.5	-	95.6 $\pm$ 2.4	-	95.6 $\pm$ 2.4	-
5	71.5 $\pm$ 2.6	+	82.4 $\pm$ 2.6	-	87.4 $\pm$ 2.6	-	89.8 $\pm$ 2.6	-
10	56.3 $\pm$ 2.7	++	64.8 $\pm$ 2.7	+	70.5 $\pm$ 2.6	+	80.7 $\pm$ 2.6	-
15	47.8 $\pm$ 2.8	++	51.7 $\pm$ 2.8	++	58.8 $\pm$ 2.8	++	60.2 $\pm$ 2.7	+

- 적음, + 보통, ++ 심함,  $n=5$ ,  $p<0.05$ , 시험기간 7d

표 4에서 알수 있는바와 같이 기르기밀도를 1만마리/m $^3$ 로 하였을 때 부착기면적 5m $^2$ /m $^3$  이상에서 생존률이 (90.7 $\pm$ 2.5)%이상이었고 기르기밀도를 5만마리/m $^3$ 로 하였을 때 부착기면적 10m $^2$ /m $^3$ 이상에서 생존률이 (87.4 $\pm$ 2.6)%이상이었으며 기르기밀도를 10만마리/m $^3$ 로 하였을 때에는 부착기면적 12.5m $^2$ /m $^3$ 일 때 생존률이 (80.7 $\pm$ 2.6)%로서 높았고 동종포식정도가 모두 낮았다.

이러한 연구결과로부터 시험에 리용한 폴리에틸렌그물망형태의 부착기가 공간배치성이 좋고 단위체적당 면적을 최대로 늘일수 있어 M기유생들의 동종포식정도를 낮추고 생존률을 높인다는것을 알수 있다. 그리고 여러 선행연구[5-10]들에서 리용한 부착기들에 비하여 M기유생들의 동종포식정도를 낮추고 생존률을 높이는데서 효과적이라는것을 알수 있다. 또한 동해참계양식에서 M기유생의 동종포식현상을 줄이고 생존률을 높이기 위해서는 M기유생의 초기기르기밀도를 부착기 1m $^2$ 당 8 000마리/m $^3$ 이하로 되게 하여야 한다는것을 알 수 있다.

## 맺 는 말

동해참게양식에서 M기 유생의 동종포식현상을 줄이고 생존률을 높이기 위해서는(80% 이상) 반드시 유생의 기르기밀도를 부착기 1m<sup>2</sup>당 8 000마리/m<sup>3</sup>이하로 하며 이때 먹이는 소금새우량을 800마리/L이상, 튼충 4마리/mL 그리고 삶은 계살과 물고기살을 몸질량의 1% 이상 주는것이 좋다.

## 참 고 문 헌

- [1] Z. Zhang et al.; Hydrobiology, 807, 1, 367, 2018.
- [2] Z. Zhang et al.; Journal of Crustacean Biology, 37, 5, 571, 2017.
- [3] Z. Zhang et al.; Crustacean Research, 45, 49, 2016.
- [4] L. Y. Sui et al.; Aquaculture, 315, 16, 2011.
- [5] 辽宁省科学技术协会; 河蟹养殖新技术, 辽宁科学技术出版社, 78~111, 2007.
- [6] 周刚; 河蟹健康养殖百问百答, 中国农业出版社, 56~107, 2010.
- [7] 姜靖宇; 水产科学, 4, 55, 2000.
- [8] 沈象庆; 河北渔业, 4, 23, 1992.
- [9] 唐兴本; 渔业现代, 2, 37, 2006.
- [10] 李举鹏; 水产科学, 2, 48, 1993.

주체110(2021)년 1월 5일 원고접수

## Effect of Some Factors on Cannibalism in Culture of Megalopa of Japanese Mitten Crab(*Eriocheir japonica*)

Kim Ryong Gil, Choe Ho Yong and Ryu Chol Song

We observed the effect of rearing consistency, food and sticking area on cannibalism of megalopa of Japanese mitten crab(*Eriocheir japonica*). When the rearing consistency of megalopa is less than 8 000 individuals/m<sup>3</sup> per 1m<sup>2</sup> sticking and the number of individuals of Artemia is over 800 per 1L and the number of individuals of Rotifera is over 4 per 1mL and the amount of supplementary food(boiled crab and fish flesh) is over 1% of body mass, then the survival rate is more than 80%.

Keywords: *Eriocheir japonica*, Japanese mitten crab, megalopa