

대하 (*Penaeus chinensis*) 수정란의 부화에 미치는 수온과 염분의 영향

허성범 · 김현준*

부산수산대학교 양식학과 · *동우전문대학 수산개발학과

Effects of Temperature and Salinity on Hatching Rate of Fertilized Egg in Fleshy Shrimp, *Penaeus chinensis*

Sung Bum HUR and Hyun Jun KIM*

Department of Aquaculture, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

*Department of Fisheries Development, Dong Woo College, Sokcho 217-070, Korea

The effects of temperature and salinity on hatching rate of fertilized egg were examined to develop the method for the efficient seed production in fleshy shrimp, *Penaeus chinensis*. At the temperature ranging from 20°C to 24°C, the hatching rate increased with temperature and the highest hatching rate (95.5%) occurred at 24°C. But, with the temperature above 26°C, the hatching rate decreased suddenly, and at 30°C, the egg did not hatch at all. The hatching rate increased with salinity within the range of 20‰ to 31‰ and the highest hatching rate (95.5%) occurred at 31‰. However, with the salinity above 31‰, the rate decreased abruptly, and it was only 25.5% at 40‰. The hatching speed of egg was the fastest at 24°C. The hatching rate at 24°C with the salinity of 31‰ was 30.5% within 18hrs of the hatching experiment and it attained to 95.5% within 48hrs of the hatching experiment. At 24°C, the hatching rate with the salinity of 30~31‰ is 1.2 times higher than that of egg with the salinity of 33~35‰.

Key words : *Penaeus chinensis*, fleshy shrimp, hatching ecology

사 론

대하 (*Penaeus chinensis*)는 대표적인 냉수성 새우로서 20~40°N, 120~126°E의 북중국해와 황해에 주로 서식하고 있으며, 남중국해와 대만해역에서도 일부 서식하고 있다. 그러나 대부분의 자원량은 중국 북부 연안에 분포하고 있다 (Kim, 1973; Shojima and Otaki, 1982). 따라서 대하 양식도 중국과 한국을 중심으로 활발히 진행되고 있다.

우리나라에서 대하의 종묘생산에 대한 기초연구는 Kim (1967), Kim (1968), Bang and Ro (1969), Pyun (1970) 등이 있다. 최근에는 Kim and You (1989), Kim (1990)과 Rho (1990) 등의 대하 종묘 대량생산과 양생, Kim and Hur (1993 a, b)의 zoea와 mysis기의 먹이생

물 및 단백질요구량, Park (1992)의 질병에 대한 보고 등이 있으나 충분한 연구결과는 미흡한 실정이다. 한편, 중국의 경우 대하 종묘 생산에 관한 연구로 Wang (1983), Chen (1990), Hu (1990) 등이 있으나, 최근에는 주로 질병과 사료에 관한 연구가 많이 보고되고 있다 (Fulks and Main, 1992; The China Society of Fisheries, 1993).

특히 대하 수정란의 인공 부화시 부화율에 미치는 수온과 염분의 영향에 대하여는 Oka (1967), Kim (1968), Bang and Ro (1969), Pyun (1970), Wang (1983), Chen (1990), Hu (1990), Liao and Chien (1990) 등의 보고가 있긴 하나, 최적 염분과 수온을 밝히기 위한 구체적인 조사가 된바 없다. 또 그 결과가 연구자에 따라 큰 차이를 보이고 있다. 따라서 본 실험에서는

대하의 경제적이고 효율적인 대량종묘생산을 위하여 수온과 염분에 따른 대하수정난의 부화율을 조사보고 한다.

재료 및 방법

실험에 사용한 대하는 충청남도 태안군 안면읍 창기리 앞바다에서 1989~1990년 5월에 자망으로 채집하였다. 모하는 501 비닐용기에 5마리씩을 넣어 산소를 주입하고, 18°C이하로 유지시켜 수송하였다.

채집 당일에 부산 해운대 소재 부산수산대학교 해양과학공동연구소로 옮긴 모하는 1톤 FRP 원형수조에 2마리씩 수용하고, 지수식으로 자연수온보다 3°C 높은 21°C를 유지시키며 산란유발시켰다. 실험해수는 자연해수를 직경 5 μm 의 cartridge 여과기로 여과시킨 후, 자외선 조사기를 통과시켜 사용하였다. 실험 1 (1989년)에서 사용한 모하는 15마리였고, 평균크기는 전장 22.2 ± 0.9 cm, 두흉갑장 5.0 ± 0.4 cm, 체중 60.2 ± 4.4 g이었다. 실험 2 (1990년)에서는 10마리의 모하를 사용하였고, 평균크기는 전장 23.6 ± 0.3 cm, 두흉갑장 5.5 ± 0.7 cm, 체중 66.3 ± 2.8 g이었다. 실험 1, 2의 모하 1마리당 평균산란량은 약 150,000립 내외였다.

부화율실험은 산란된 후 FRP 1톤 원형수조 밑바닥에 침하된 수정난을 사이폰으로 수거하여 실험에 이용하였다.

수온과 염분이 수정난의 부화율에 미치는 영향을 파악하기 위해 실험 1에서는 수온 20, 24°C, 염분 20, 25, 30, 35, 40‰로 구분하였고, 실험 2에서는 수온 22, 24, 26, 28, 30°C, 염분 20, 25, 27, 29, 30, 31, 33, 35, 40‰로 구분하여 실험하였다. 수온은 자동 온도 조절장치가 부착된 전기 히터로, 염분은 증류수와 천일염을 이용하여 조절하였다.

수정난의 부화율 실험은 250 ml 삼각 flask에 염분이 조절된 여과해수 200 ml를 넣고, 수정난 100개씩을 넣어 약하게 포기시키면서 부화되어 나오는 nauplius를 시간별로 계수하여 구하였다. 실험 1에서는 산란후 12, 18, 24, 36, 48, 72시간, 실험 2에서는 산란후 매 6시간마다 72 시간까지 부화된 nauplius의 수를 확인하였다.

수온별 부화 속도는 30‰과 31‰을 기준으로 20, 22, 24, 26°C에서 부화시간에 따른 부화율의 직선식의 기울기를 구하여 비교하였다.

모든 실험은 2회 반복으로 실시하여 평균을 구하여 염분과 수온에 따른 부화율의 변화를 조사하였다.

결 과

1. 실험 1

3일간 수온 20, 24°C, 염분 20, 25, 30, 35, 40‰에서 수정난의 부화율 실험의 결과는 Table 1과 같다. 실험중 최고의 부화율은 96%로 24°C, 30‰에서 나타났다. 20°C, 20‰에서는 1.5%로 가장 저조한 부화율을 보였다.

수온 20°C의 경우, 72시간까지의 부화율은 염분 20‰에서 1.5%로 가장 낮았고, 30‰에서 59.5%로 가장 높았다. 그리고, 30‰ 이상에서는 부화율이 감소하여 40‰에서는 19.5%로 급격히 낮아졌다. 최초로 부화가 가장 많이 일어나는 시기는 부화 실험후 36시간으로 염분 35‰에서 37.5%, 30‰에서 35.5%가 부화하였다.

수온 24°C에서의 경우, 72시간까지 수정난의 부화율은 염분 20‰에서 2.5%로 가장 낮았으며, 30‰에서 96.0%로 가장 높았다. 전체적으로 볼 때, 20°C보다 높은 부화율을 나타내었다. 최초의 부화는 18시간만에 염분 25, 30, 35‰에서 관찰되었다. 24°C에서는 20‰에서 72시간후의 부화율이 2.5%로, 20°C의 1.5%와 큰 차이가 없었다. 또, 염분 25‰과 40‰에서는 72시간 후 부화율이 각각 36.0%와 28.5%로서, 20°C의 29.5%와 19.5%에 비하면 다소 증가하였으나, 부화율은 여전히 낮았다. 그러나 30‰의 경우, 48시간때의 부화율은 96.0%로, 20°C, 30‰의 최종 부화율 59.5%보다 1.6배 이상 많이 부화되었다. 염분 35‰의 경우도 72시간만의 부화율이 75.0%로, 20°C의 53.5%의 부화율보다 1.4배나 높았다. 이와같은 현상은 다른 염분구에서도 동일한 경향이였다. 염분에 따른 부화율은 30‰을 기준으로 이보다 높거나 낮을수록 부화율이 낮아지는 경향을 보였다.

한편, 24°C의 부화속도는 20°C보다 훨씬 빨랐다. 부화율이 가장 높았던 30‰의 경우를 볼 때, 20°C에서

Table 1. Effects of different temperatures and salinities on hatching rate of fertilized eggs of *Penaeus chinensis* for the first experiment

(Unit : %)

Temp. (°C)	Elapsed time (hr.)	Salinities (‰)				
		20	25	30	35	40
20	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	36	0.0	9.0	35.5	37.5	8.5
	48	0.0	20.5	45.0	45.0	19.5
	72	1.5	29.5	59.5	53.5	19.5
24	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	18	0.0	2.5	36.5	11.5	0.0
	24	0.0	19.0	58.0	27.0	0.0
	36	0.0	23.5	73.0	54.0	11.5
	48	0.0	26.0	96.0	68.5	20.0
	72	2.5	36.0	96.0	75.0	28.5

는 36시간에 처음으로 35.5%가 부화하였으나, 24°C에서는 36시간에 이미 73.0%가 부화되었다. 30‰에서 수온 20°C와 24°C의 부화시간 (X)에 따른 부화율 (Y)을 비교하면, 수온 20°C의 경우는 $Y=1.139X-16.5$ ($r=0.95$)였고, 24°C의 경우, $Y=2.409X-13.8$ ($r=0.95$)였다. 따라서, 두 직선식의 기울기를 비교하면, 24°C에서 부화속도는 20°C에서 부화속도에 비하여 약 2.1배 빨랐다. 수온 24°C의 경우 18시간만에 부화를 개시하여 48시간만에 96%를 보여 대부분이 부화한 반면에 수온 20°C의 경우는 36시간만에 부화를 시작하여 72시간만에 약 60%가 부화함으로써 두 수온간에 부화속도는 뚜렷한 차이를 나타내었다.

2. 실험 2

수온 22°C에서부터 30°C까지 2°C간격으로 구분하고, 염분은 30‰을 중심으로, 20, 25, 27, 29, 30, 31, 33, 35, 40‰로 설정하여 수온과 염분에 따른 수정란의 부화율 조사결과는 Table 2와 같다. 최고의 부화율은 수온 24°C, 염분 31‰에서 95.5%이었으며, 28°C의 20‰, 40‰과 30°C의 전 염분구에서는 0%로 최저의 부화율을 나타내었다. 전체적으로 볼 때 부화율은 수온 22°C, 24°C, 염분 30, 31‰에서 높았다.

각 수온별로 염분에 따른 부화율을 검토해 보면,

22°C의 경우 66시간후 부화율은 31‰에서 최종 부화율이 89% 이었고, 30‰에서는 54시간만에 83%가 부화하여 타 염분구에 비하여 월등히 높았다. 그리고 20‰과 40‰의 72시간후의 부화율은 각각 6, 11%로서 실험 1에서와 같이 가장 낮았다. 최초의 부화는 염분 30, 31, 33‰에서 산란 후 24시간제 관찰되었다. 부화율은 20‰에서 31‰까지는 염분이 높아질수록 증가한 반면, 31‰ 이상부터는 부화율이 급격히 낮아졌다. 염분 30‰의 경우, 최종 부화율은 83.0%로 실험 1의 수온 20°C와 24°C의 실험 결과와 비교하면 부화율과 부화속도 모두 20°C보다는 높고, 24°C보다는 낮은 결과를 보였다.

또, 염분 30‰과 31‰에서의 부화율은 그다지 큰 차이가 없으나, 31‰이 30‰에 비하여 최종 부화율은 약 6% 높고 부화속도도 다소 빠른 것으로 나타났다. 40‰에서는 11%만이 부화되어 실험 1에서와 같이 부화율이 급격히 낮아지는 현상을 나타내었다.

수온 24°C에서는 31‰에서 48시간만에 95.5%로 가장 높은 부화율을 보였으며, 30‰에서도 48시간만에 93%, 29‰에서는 54시간만에 90%의 높은 부화율을 나타내었다. 그러나, 40‰에서는 72시간만에 25.5%만이 부화하였다. 수온 24°C에서의 부화속도는 실험 1에서와 마찬가지로 다른 수온구에서 보다는 가장 빨

Table 2. Effects of different temperatures and salinities on hatching rate of fertilized fleshy shrimp eggs of *Penaeus chinensis* for the second experiment

(Unit : %)

Temp. (°C)	Elapsed time (hr.)	Salinities (‰)								
		20	25	27	29	30	31	33	35	40
22	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	24	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0	25.0	11.0	0.0	0.0
	30	0.0	0.0	0.0	16.0	30.0	39.5	21.0	11.0	0.0
	36	0.0	4.0	4.5	37.5	54.0	62.0	39.5	22.0	0.0
	42	0.0	9.0	11.0	51.0	67.5	72.0	48.0	25.0	7.5
	48	0.0	18.5	27.0	62.0	79.0	80.0	56.0	42.0	11.0
	54	0.0	23.5	35.5	67.0	83.0	86.0	65.0	50.5	11.0
	60	6.0	23.5	35.5	73.0	83.0	88.5	65.0	51.0	11.0
	66	6.0	23.5	37.0	73.0	83.0	89.0	65.0	51.0	11.0
	72	6.0	23.5	37.0	73.0	83.0	89.0	65.0	53.5	11.0
24	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	18	0.0	2.0	11.5	16.0	24.0	30.5	13.0	9.5	0.0
	24	0.0	3.5	19.0	31.5	40.5	45.5	25.0	19.5	0.0
	30	0.0	8.0	30.0	49.0	57.0	64.5	37.0	27.0	0.0
	36	0.0	11.5	36.0	68.0	70.0	73.0	51.0	45.0	6.0
	42	0.0	16.0	45.0	76.5	81.0	89.5	62.0	58.0	10.5
	48	0.0	20.0	47.5	84.0	93.0	95.5	67.0	61.0	13.0
	54	0.0	29.0	50.0	90.0	93.0	95.5	83.0	70.5	16.0
	60	1.0	35.0	55.5	90.0	93.0	95.5	83.0	74.0	17.0
	66	2.5	35.5	55.5	90.0	93.0	95.5	83.0	74.0	20.0
	72	2.5	35.5	55.5	90.0	93.0	95.5	83.0	74.0	25.5
26	42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	48	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	17.0	13.0	0.0	0.0
	54	0.0	2.5	9.0	13.0	27.5	26.0	19.0	7.5	0.0
	60	3.0	4.0	17.5	22.0	40.0	46.0	34.0	7.5	0.0
	66	3.0	7.0	19.0	27.5	45.0	51.5	36.0	7.5	0.0
	72	3.0	12.5	19.0	30.0	45.0	51.5	39.5	7.5	0.0
28	54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	60	0.0	3.5	5.0	5.5	11.0	10.0	7.5	0.0	0.0
	66	0.0	6.0	9.0	11.0	13.0	11.0	9.0	3.0	0.0
	72	0.0	6.0	10.0	11.0	13.0	11.0	9.0	7.5	0.0
30	72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

랐으며 특히, 염분 31‰의 실험구에서는 18시간만에 30.5%가 부화되었다.

한편, 수온을 2°C 더 올린 26°C의 실험 결과를 보면 부화율과 부화속도는 수온 24°C와 비교할 때 급격히

낮아졌다. 최고의 부화율 (51.5%)은 여전히 염분 31‰에서였고, 40‰에서는 0%, 20‰에서는 3%만이 부화하여 24℃이하의 실험구에 비하여 부화율이 급격히 저하되었다. 또, 다른 염분구에서도 같은 경향이었다. 수온 26℃ 때의 부화율은 염분구에 따라 다소 차이는 있으나, 24℃에 비하여 약 62%이상이 감소하는 것으로 나타났다.

수온 28℃에서 부화율과 부화속도는 더욱 낮아져 30‰에서 13%, 29‰과 31‰에서는 각각 11%만이 부화되었다. 또 20‰과 40‰에서는 전혀 부화되지 않았고, 다른 염분구에서도 10%이하의 매우 낮은 부화율을 보였다.

수온 30℃에서는 전 염분구에서 72시간까지 전혀 부화되지 못하였다.

부화율이 가장 높은 31‰을 기준으로 22, 24, 26℃에서의 부화율 (Y)과 부화시간 (X)과의 관계는 수온 26℃에서 $Y=0.976X-24.024$ ($r=0.868$)로, 수온 24℃ ($Y=2.571X-20.214$ ($r=0.980$))에서의 부화속도 (기울기)의 약 38%에 불과한 정도였다. 수온 22℃에서는 $Y=1.876X-18.955$ ($r=0.958$)로 24℃ 때의 부화속도의 약 73%에 불과하였고, 26℃에서의 부화속도보다는 약 1.9배 빨랐다.

고 찰

Kim (1968)은 1963년부터 대하양식을 목적으로 부화실험을 실시하였는데, 수온 22~25℃에서 부화율이 1966년에는 1.4~14.9% (평균 6%), 1967년에는 10~35% (평균 20%)였다고 보고하였다. 그러나, 1년후 Bang and Ro (1969)의 실험결과에서는 수온 18~21℃에서 65%의 부화율을 보고한바 있다. 또, Kim and You (1989)는 20.5~22.2℃의 수온에서 87.6%의 부화율을 보고한바 있어 국내에서의 대하 부화기술은 점차 향상되었다. Rho (1990)는 한국대하양식현황의 보고에서 20~22℃에서 36시간만에, 18~19℃에서는 48시간만에 부화가 이루어지며, 평균 부화율은 80~90%로 보고한바 있다. 이와같이 국내에서 최근까지 발표된 대하부화에 대한 실험은 비록 부화율 결과는 향상되었으나, 부화 환경요인에 따른 구체적인 실험분석은 실행되지 못하였다.

한편, 중국, 일본 등지에서의 연구 결과를 보면, 대하수정란의 부화수온은 19~20℃에서 부화시간은 34.5시간으로 보고한바 있다 (Oka, 1967). Wang (1983)도 대하의 부화 최적 수온이 18~20℃로 보고한바 있다. 한편 Liao and Chien (1990)은 자연상태에서의 대하의 최저산란온도는 13℃로 보고한바 있고, Main and Fulks (1990)는 수온 18~25℃에서 80~95%의 부화율이 가능하며 11~12.5℃에서도 75%의 부화율이 가능하나 이 경우는 부화시간이 2배정도 연장된다고 보고한바 있다. 이와같은 지금까지의 대하의 부화수온에 대한 실험결과는 연구자에 따라 다소 차이가 있으나 일반적으로 부화 수온 범위가 넓은 것으로 알려져왔다. 특히, 수온 20℃ 내외가 부화에 적합한 것으로만 보고되어 있을뿐 수온과 염분의 관계에 따라, 대하수정란의 부화율과 부화속도에 대한 구체적인 비교 결과는 보고된바 없다.

본 조사의 실험 2의 염분 31‰을 기준으로 할 때, 부화율(Y)과 수온(X)과의 이론적인 함수관계는 $Y=-1.752X^2+79.489X-820.048$ ($r=0.93$)로 나타났고, 곡선식의 수학적 계산만으로는 22.7℃에서 최고의 부화율을 얻는 것으로 나타났다. Wang (1983)의 결과인 부화적정수온 18~20℃를 본 곡선식에 대입할 경우 부화율은 43~69% 정도에 불과하며 Main and Fulks (1990)가 제시한 18~25℃의 부화온도구간은 최적 부화율을 파악하기에는 너무 광범위한 수온 범위로 생각된다.

이미 발표된 대하수정란의 부화율에 대한 결과는 수온 및 염분 변화에 따른 구체적인 실험분석이 아니었기 때문에 본 조사에서의 결과를 다른 보고 결과와 정확히 비교할 수는 없었다. 그러나, 본 연구에서 밝혀진 대하수정란의 최적 부화수온 24℃는 일반적으로 알려진 20℃ 내외보다 다소 높았다. 또, 부화 적정수온이 광온성이라기 보다는 비교적 협온성이라고 볼 수 있었다.

대하는 보리새우나 red-tailed prawn (*Penaeus penicillatus*)보다도 일반적으로 광염성으로 알려져 있다. Chen (1990)은 대하가 염분 3~35‰에서 성장할 정도로 광염성이라고 보고한바 있다. Wang (1983)도 대하 서식의 적염분 구간은 24~35‰로 보리새우 30~35‰보다 더 광염성이라고 보고한바 있다. Main and Fulks (1990)는 대하수정란의 부화시 염분내성 범위

는 20.35~39.13%로 보고한바 있고, 23.82~36.97%은 부화에 적합하나 최적염분은 24.54~35.08%로 보고한바 있다.

대하수정난의 부화에 미치는 염분의 영향에 대한 국내 연구 결과로서 Kim (1968)은 30.0%에서 난을 부화시킨바 있고, Bang and Ro (1969)는 비중 1.022~1.025 (29.8~33.7%)에서 부화시킨 결과 부화에 지장이 없었다고 하였다. 또, Pyun (1970)도 남해안의 여과해수 (33.6%)를 사용하여 대하 난을 부화시켰다고 보고한바 있다. 이와같이 대하수정난의 부화율에 미치는 염분의 영향은 일반적으로 광염성으로 보고되었을뿐 염분에 따른 부화율의 차이를 구체적으로 보고한바는 없었다. 본 연구의 실험 2에서 수온 24°C를 기준으로 할때 염분 (X)에 따른 부화율 (Y)의 이론적 곡선식은 $Y = -0.726X^2 + 45.449X - 626.701$ ($r=0.94$)로 나타났다. 따라서 이 이론식에 기준할 경우 대하수정난의 부화시 염분내성 범위는 20.5~42.1%로 계산될수 있어 Main and Fulks (1990)의 결과와 비슷하였다.

본 연구에서의 실제의 실험결과를 분석하여보면 염분에 따라 대하수정난의 부화율 및 부화속도는 매우 민감한 반응을 보이고 있었다. 적수온의 범위로 밝혀진 24°C의 경우 부화시간 48시간때를 기준으로 보면 염분 31%에서는 95.5%의 가장 높은 부화율을 보여 과거의 조사 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 또, 30%에서는 부화율이 93.0%로 31%과 큰 차이가 없었고, 29%에서도 84.0%로 비교적 높은 부화율이 유지되었다. 그러나 이 외의 염분구에서는 67% 이하의 부화율을 나타낸 것으로 볼 때, 최적 수온하에서도 염분에 따른 대하수정난의 부화율은 크게 영향을 받는 것을 알 수 있었다. 특히, 자연해수의 염분구 (33, 35%)보다는 다소 낮은 30, 31%에서 약 20% 정도 더 높은 부화율을 유도할 수 있었던 점은 매우 중요한 결과로 생각된다.

또, 수온이 26°C였을 때 35, 40%에서 부화 72시간 후의 부화율이 7.5%와 0%로서 22°C때 같은 염분에서의 부화율 53.5%와 11.0%에 비하여 크게 감소된 결과를 보면 높은 수온에서의 고염분은 부화에 큰 제한요인이 되는 것을 알 수 있었다. 이와같은 결과들을 볼 때, 우리나라 서해안으로 회유하는 대하의 종묘생산시 수정난의 최적부화환경요인은 수온 24°C, 염분

31%이며 염분과 수온이 난 발생에 미치는 영향은 민감하므로 정확한 환경조절로 경제적인 부화관리가 되어야할 것이다.

한편, 부화에 미치는 수온과 염분 이외의 환경요인으로서, 수은, 구리, 아연 등의 중금속과 살충제 등은 해수중에 그 농도가 비록 낮다하여도 부화에 영향을 주는 것으로 보고된바 있다 (Chen, 1990). 따라서, 앞으로는 대하수정난 부화의 향상을 위하여 이러한 중금속 및 유기 오염물질의 분석도 신중히 검토되어야 할 것이다.

대하는 4~7회 산란을 하며 매회 산란간격도 5~20일정도 (평균 15일)로 알려져 있고, 사육수조에 수용한 모하의 평균 산란율도 약 30~50%로 비교적 낮은 것으로 알려져 있다 (Chen, 1990). 또, 대하의 산란시 모하의 높은 밀도는 낮은 산란율과 기형적인 부화개체를 유도하는 것으로 알려져 있고 (Wang and Ma, 1990), 사육탱크에 수용한 모하용 대하는 교미율이 낮아 최근에는 인위적인 정자 삼입 수정기술이 시도된바 있다 (Yang et al., 1989). 중국의 경우 모하용 대하를 월동사육후 성숙시켜 자연산 모하와 산란 및 부화율을 비교하는 연구가 시도되고 있지만 아직 산란량이나 부화율에서 저조한 실정이다 (Hu, 1990). 이와 같이 대하의 까다로운 산란습성때문에 아직까지는 종묘생산용 모하는 100% 자연산에 의존하는 실정이다. 이와같은 관점에서 볼때 우리나라 서해연안에서 자연산 모하를 충분히 확보하기 위하여 치하방류에 의한 적극적인 자원조성사업은 물론, 수산업법상 산란기의 모하어획에 대한 전면적인 금지조치가 필히 제정되어야 할것이다.

요 약

본 실험은 대하의 효율적인 종묘생산을 위하여 수온과 염분에 따른 수정난의 부화율에 관한 실험으로서 다음과 같은 결과를 얻었다.

대하수정난의 부화에 미치는 수온의 영향을 조사한 결과, 24°C에서 95.5%의 가장 높은 부화율을 보였다. 20°C에서 24°C까지는 수온이 올라갈수록 부화율은 높게 나타났으며, 26°C이상부터는 수온이 올라갈수록 부화율은 급격히 낮아져, 30°C에서는 전혀 부화가 되지

않았다.

염분의 영향을 조사한 결과, 31‰에서 95.5%의 가장 높은 부화율을 보였다. 20‰부터 31‰까지는 염분이 상승할수록 부화율은 증가하였고, 33‰부터는 염분이 상승할수록 부화율은 낮아져 40‰에서는 25.5%로 급격히 감소하였다.

수온 24℃에서의 부화속도는 다른 수온구에서보다 가장 빨랐고 특히 염분 31‰의 실험구에서는 18시간만에 30.5%, 48시간만에 95.5%가 부화되어 가장 빠른 부화속도를 보였다. 대하수정란의 부화를 위한 최적 수온은 비교적 협온성이라고 할수있다. 또 최적수온인 24℃에서도 자연해수의 염분구(33~35‰)보다 다소 낮은 30~31‰에서는 약 20%정도 더 높은 부화율이 유도되었다. 이러한 결과를 볼때 대하수정란 부화를 위한 최적염분 역시 협염성이며 특히 수온이 높을때 염분이 부화에 미치는 영향은 매우 민감하였다.

참 고 문 헌

- Bang, K. S. and Y. K. Ro. 1969. Studies on the artificial hatching of the Korean shrimp, *Penaeus orientalis* Kishinouye. Bull. Nat'l Fish. Res. Dev. Agency, 4, 93~102.
- Chen, J. 1990. Shrimp culture industry in the People's Republic of China. The culture of cold-tolerant shrimp: Proceedings of an Asian-U.S. workshop on shrimp culture, K. L. Main and W. Fulks, ed. The Oceanic Institute, Hawaii, pp. 70~76.
- Fulks, W. and K. L. Main. 1992. Diseases of cultured penaeid shrimp: Proceeding of a workshop. The Oceanic Institute, Hawaii, 392pp.
- Hu, Q. 1990. On the culture of *Penaeus penicillatus* and *P. chinensis* in southern China. The culture of cold-tolerant shrimp: Proceedings of an Asian-U.S. workshop on shrimp culture, K. L. Main and W. Fulks, ed. The Oceanic Institute, Hawaii, pp. 77~91.
- Kim, B. A. 1973. Studies on the distribution and migration of Korean shrimp, *Penaeus orientalis* Kishinouye, in Yellow Sea. Bull. Nat'l Fish. Res. Dev. Agency, 7~23 (in Korean).
- Kim, B. K. and K. H. You. 1989. Studies on the seed production and cultivation of fleshy prawn, *Penaeus chinensis* (Osbeck, 1765). Bull. Nat'l Fish. Res. Dev. Agency, 43, 119~125 (in Korean).
- Kim, H. J. and S. B. Hur. 1993a. Effects of environmental factors and live food on growth and survival rate of zoea and mysis larvae of fleshy shrimp, *Penaeus chinensis*. J. Aquacult., 6(3), 159~171 (in Korean).
- Kim, H. J. and S. B. Hur. 1993b. Optimum level of protein and the possibility of replacement of fish meal by soybean meal in feeds for fleshy shrimp, *Penaeus chinensis*. J. Aquacult., 6(3), 173~186 (in Korean).
- Kim, J. H. 1990. The culture of *Penaeus chinensis* and *P. japonicus* in Korea. The culture of cold-tolerant shrimp: Proceedings of an Asian-U.S. workshop on shrimp culture, K. L. Main and W. Fulks, ed. The Oceanic Institute, Hawaii, pp. 64~69.
- Kim, K. D. 1967. Studies on the artificial culture of *Penaeus orientalis*. Indo-Pacific Fish. Council, 12 (2), 253~257.
- Kim, K. D. 1968. Studies on the propagation of a prawn, *Penaeus orientalis*. Bull. Korea Fish. Soc., 1(1), 9~13 (in Korean).
- Liao, C. and Y. H. Chien. 1990. Evaluation and comparison of culture practices for *Penaeus japonicus*, *P. penicillatus* and *P. chinensis* in Taiwan. The culture of cold-tolerant shrimp: Proceedings of an Asian-U.S. workshop on shrimp culture, K. L. Main and W. Fulks, ed. The Oceanic Institute, Hawaii, pp. 49~63.
- Main, K. L. and W. Fulks. 1990. The culture of cold-tolerant shrimp: Proceedings of an Asian-U.S. workshop on shrimp culture. The Oceanic Institute, Hawaii, 215 pp.
- Oka, M. 1967. Studies on *Penaeus orientalis* Kishinouye. V. Fertilization and development. Bull.

- Fac. Fish. Nagasaki Univ., 23, 71~87 (in Japanese).
- Park, M. A. 1992. The status of culture and diseases of penaeid shrimp in Korea. Diseases of cultured penaeid shrimp in Asia and the United States: Proceedings of a workshop, W. Fulks and K. L. Main, ed. The Oceanic Institute, Hawaii, pp. 161~168.
- Pyun, C. K. 1970. Studies on the seedlings production of Korean shrimp, *Penaeus orientalis* Kishinouye. Bull. Nat'l Fish. Res. Dev. Agency, 4, 103~108 (in Korea).
- Rho, Y. G. 1990. Present status of fleshy prawn (*Penaeus chinensis*) and kuruma prawn (*P. japonicus*) seed in Korea. The culture of cold-tolerant shrimp: Proceedings of an Asian-U.S. workshop on shrimp culture, K. L. Main and W. Fulks, ed. The Oceanic Institute, Hawaii, pp. 29~41.
- Shojima, E. and H. Otaki. 1982. Stock assessment of the korai prawn *Penaeus orientalis*. Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., 58, 23~51 (in Japanese).
- The China Society of Fisheries. 1993. Proceedings on international symposium on shrimp culture in Asia-Pacific region. The China Society of Fisheries, Beijing, 186 pp.
- Wang, K. 1983. Penaeid culture. China Aquaculture Company, China, 240 pp. (in Chinese).
- Wang, K. and S. Ma. 1990. Advances in larval rearing techniques for *Penaeus chinensis* in China. The culture of cold-tolerant shrimp: Proceedings of an Asian-U.S. workshop on shrimp culture, K. L. Main and W. Fulks, ed. The Oceanic Institute, Hawaii, pp. 42~48.
- Yang, C., C. Ma, P. Liu and Y. Zhou. 1989. Artificial insemination in *P. chinensis*. J. Chinese Acad. Fish. Soc., 2, 41~46 (in Chinese).
-
- 1995년 8월 31일 접수
1996년 1월 6일 수리