

돌돔 (*Oplegnathus fasciatus*) 부회장의 사육수 수질과 세균수

최혜승[†] · 문태석^{*} · 박영철^{**}

국립수산과학원 양식환경연구소, ^{*}제주수산연구소, ^{**}내수면양식연구소

Water quality and bacterial counts in hatchery of Rockbream, *Oplegnathus fasciatus*

Hye Sung Choi[†], Tae Seok Moon^{*} and Young Chul Park^{**}

Aquaculture and Environment Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Tongyeong, Gyeongnam 650-943, Korea

^{*}Jeju Fisheries Institute, NFRDI, Jeju 690-192, Korea

^{**}Inland Aquaculture Research Institute, NFRDI, Jinhae, Gyeongnam 645-806, Korea

To investigate the cause of the mass mortality during rockbream, *Oplegnathus fasciatus* seed production, the water quality and bacterial counts of sea water in breeding tanks was measured 20days post the hatch. During breeding of rockbream fry, the environmental factors of water quality were detected as pH, ammonia COD, phosphate at the supply of the food organisms and the seawater.

pH was decreased from the 8.21 of the 1 day per hatch (dph) to 7.56 of the on the 7 dph. Ammonia was conversely increased 0.49 ppm of the 1 dph to 0.85 ppm of 10 dph. As the adding of the chlorella and the rotifer tanks, COD was increased the 3.3 times and 1.2 times than those of pre-adding respectively. The phosphate and the ammonia were also increased 1.7 and 2.3 times, with adding the chlorella respectively, which exceeded the second grade for sea water evaluation level, 0.015 ppm and 0.1 ppm respectively. Water quality was not improved by PSB (Photosynthetic Bacteria) treatment, which increased the value of COD in 1.7 times, phosphate in 2.7 times and ammonia in 1.4 times.

The number of the bacteria was also increased along the dph. According to the treatment of chlorella, the number of total bacteria increased in 1.4 times and those of *Vibrio* sp. 1.6 times.

The lethal concentration of ammonia was investigated that over than 10 ppm could killed the fry of rockbream within 28 hrs, but 40% in 2 ppm.

Key words: Rockbream, *Oplegnathus fasciatus*, Hatchery, Water quality, Bacterial counts

우리나라 해산어류의 종묘생산은 넙치, 조피볼락 등 일부 품종에 국한되어 양식 어종의 다변화가 시급히 요구되고 있다. 이에 대한 대책의 일환으로 1990년대 중반부터 양식업계 및 국립수산진흥원 수산종묘배양장에서는 돌돔, 볼락, 농어 등 새로운 품종개발을 위한 노력을 하고 있다 (황 등, 1994, 1995).

돌돔은 충남지역에서 청돔으로 경남에서는 아

홉동가리로 불려지고 있으며 (국립수산진흥원 1994) 횡감으로 인기가 높은 고급어종으로서 남해안 통영, 거제, 남해 및 여수 등지의 가두리 양식장에서 사육되고 있으며 양식용 종묘는 대부분 자연산 종묘에 의존하여 왔다.

그러나 1993년부터 국립수산진흥원 남제주 수산종묘배양장에서 돌돔 종묘를 본격적으로 대량 양산체제로 전환하고 민간양식인에게 기술을 이

[†]Corresponding Author : Hye-Sung Choi, Tel : 055-641-2142, Fax : 055-641-2036, E-mail : hs1080@hanmail.net

전하여 최근에는 민간양식업체에서도 돌돔의 종묘생산을 하고 있다. 그러나 현재까지 확립된 기술로는 종묘생산 초기단계에서 원인불명의 대량 폐사 현상이 발생하여 대량생산 계획에 차질을 가져오는 경우가 자주 일어나고 있다.

본 연구는 돌돔 종묘생산 과정에서 부화 후 20일 전후에 발생하는 대량 폐사 현상에 중점을 두고 그 원인과 관련이 있을 것으로 추정되는 사육수질의 영양염과 일반 세균수를 조사하여 그 결과를 분석하였다.

재료 및 방법

본 조사는 돌돔 종묘생산 시기인 6월 1일부터 6월 30일까지 약 30일간에 걸쳐서 경남 통영시 산양읍 소재 해산 어류 종묘배양장에서 사육 중인 돌돔 자어, 사육 해수 및 자연 해수를 대상으로 하였다.

사육수질 조사

사육수질의 측정은 국립수산진흥원 해양오염 및 적조조사 지침 (1985)의 방법에 따라 실시하였다. 돌돔 사육수의 수온은 현장에서 수온봉상 온도계로 측정하였으며, 염분은 현장에서 채취한 해수를 염분계 (minisal 2000, CANADA)로 측정하고 ‰로 표시하였으며 pH는 Dms-digital pH/ion meter (Model Dp-135)를 사용하여 측정하였고 암모니아태질소 ($\text{NH}_4\text{-N}$)는 Indophenol 법에 의해 비색 정량하였다.

세균조사

세균수의 조사는 Muroga 등 (1987)의 방법에 따라 평판배지도말법에 의해 조사하였다. 즉, 300 ml 멸균 유리병에 사육수를 채수하여 실험실에서 10배 단계 희석법을 사용하여 총균수는 Marine agar 2216e (DIFCO, USA) 평판배지에, 비브리오팀균수는 TCBS (DIFCO, USA) 평판배지에 접종한 다음 25°C에서 48시간 배양한 후 세균수를 구하였다.

사육방법

일반적으로 돌돔 초기 사육 방법은 Table 1과 같이 자어의 크기가 매우 작아 부화후 10~14일간은 환수를 하지 않으며 이후부터는 유수량을 증가시켜주는 사육 방법을 실시하고 있어 이러한 사육 방법이 폐사와 관련이 있을 것이라는 가정하에 사육 수질과 사육수의 세균 수를 조사하였다.

암모니아 농도별 돌돔 폐사 시험

사육수의 암모니아농도가 돌돔자어 대량 폐사에 미치는 기초 조사를 위해 상법에 따라 염화암모늄 (NH_4Cl)으로 해수의 암모니아 농도를 단계별 조절하여 부화 후 5일령 돌돔의 폐사율을 조사하였다.

결과 및 고찰

돌돔 사육수의 수질 변화

돌돔 부화 경과 일수별 수질 변화는 Fig. 1과

Table 1. Process of rockbream, *Oplegnathus fasciatus* fry production in pilot scale hatchery

Days after hatching (day)	Water supply in rearing tank
0~10	No
11~23	0.5 cycle/day
24~29	0.7 cycle/day
After 30	1.0 cycle/day

같이 pH는 3일령 8.21, 9일령 7.56으로 감소하였으며 암모니아는 3일령 0.49 ppm, 12일령 0.85 ppm으로 증가하였다가 이후 감소하였다. 이것은 돌돔 종묘 생산시 일반적으로 11일 전후에 환수를 시작하므로 해수 교환이 수질에 영향을 미친 것으로 판단된다.

Table 2에서와 같이 돌돔 자어 사육수는 수조내 클로렐라를 첨가 하기 전의 COD가 0.69 mg/l에서 첨가후 2.26 mg/l으로 3.3배 증가하였다. 그

리고 로티퍼 첨가 후에는 약 1.2배 증가하여 클로렐라 첨가가 로티퍼 첨가보다 사육수의 COD 변화에 영향을 준 것으로 나타났다. 인산염과 암모니아는 클로렐라 첨가 전에 각각 0.06, 0.22 ppm이던 것이 첨가 후 각각 0.10, 0.51 ppm으로 1.7배, 2.3배 증가하였다. 그러나 로티퍼 첨가 후에는 뚜렷한 변화가 없어 클로렐라 첨가가 사육수질의 변화가 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다. 또한 사육수의 영양염은 국립수산진흥원

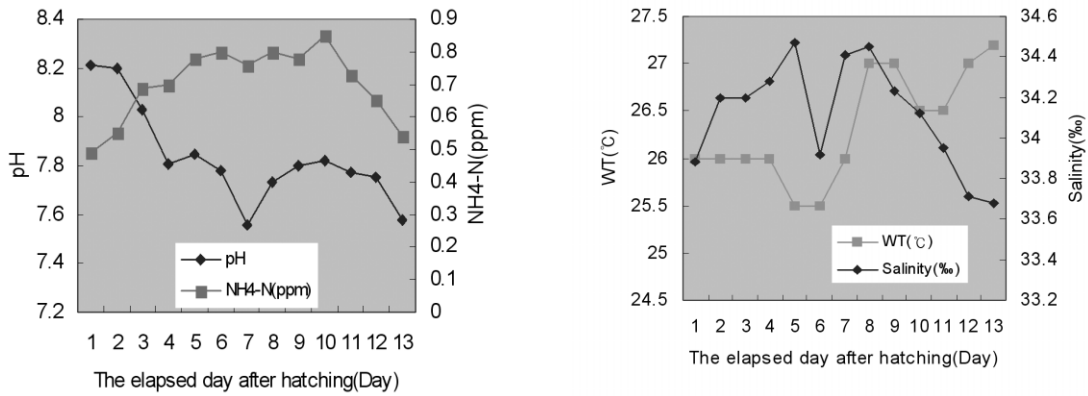


Fig. 1. Variation of water quality on the days after hatching.

Table 2. The effect of the food organisms supply in the breeding tanks seawater quality of rockbream, *Oplegnathus fasciatus*

Division		W.T(°C)	Salinity (%)	pH	COD (mg/l)	PO ₄ -P (ppm)	NH ₄ -N (ppm)
Chlorella	Before	23.5	33.81	8.13	0.69	0.06	0.22
	After	23.5	33.87	8.22	2.26	0.10	0.51
Rotifer	After	23.5	33.88	8.21	2.59	0.08	0.49

Table 3. The effect of the change cycle per day on the breeding seawater quality of rockbream, *Oplegnathus fasciatus*

Change the quality of seawater (Cycle/day)	W.T (°C)	Salinity (%)	pH	COD (mg/l)	PO-P (ppm)	NH-N (ppm)
0	23.5	32.50	8.14	3.85	0.45	2.43
0.5	24.0	33.27	8.08	3.00	0.22	2.15
1.5	23.5	33.80	8.03	1.12	0.06	0.25

(1985) 해양오염 및 적조조사 지침의 수질 해역 II등급 기준인 인산염 0.48 $\mu\text{g}/\ell$ (0.015 ppm), 용존성무기질소 0.1 ppm을 훨씬 초과하는 값이었으며 이러한 영양염값이 기준 이상으로 증가한 것이 돌돔 폐사에 영향을 주는 중요한 요인 중의 하나로 추정되었다.

Table 3에서와 같이 돌돔은 환수를 하지 않는 지수 사육시 수질의 COD는 3.85 mg/ ℓ 에서 유수량을 1일 0.5회전으로 증가하였을 때 3.00 mg/ ℓ 이었다 그리고 1.5회전으로 늘려주었을 때 1.12 mg/ ℓ 으로 약 1/3배나 낮아져 수질이 개선되는 경향을 보였으며 인산염, 암모니아는 지수 사육에 비해 유수량이 증가할수록 개선되는 경향이 나타났으나 국립수산진흥원 (1985)의 해양오염 및 적조조사 지침의 수질 해역 II등급을 훨씬 초과하는 수준이었다.

Table 4는 사육수의 유기 오염물질 분해를 목적으로 수질 정화를 위해 사용하는 PSB (광합성 세균)의 효과를 알기 위하여 돌돔 사육수에 사용하기 전과 사용 후 1시간의 수질의 pH, COD,

영양염을 조사한 결과 사용 전에 비해 사용 후 pH 0.18 증가, COD 1.7배 증가, 인산염 2.7배 증가, 암모니아 1.4배의 증가를 보여 수질개선효과는 없었으나 앞으로 처리후 시간경과별 조사가 필요하리라 생각된다.

돌돔 사육수의 세균조사

Table 5는 돌돔 사육수조 내에 클로렐라를 첨가하기 전과 첨가후의 사육수조 내의 세균수를 조사한 결과이다. 클로렐라 첨가 전에 돌돔 지어 사육수의 총균수 8.7×10^2 cfu/ml, 비브리오균수 2.7×10^2 cfu/ml에서 클로렐라 첨가후 총균수 1.4배, 비브리오균수 1.6배 증가 그리고 로티퍼 첨가 후 총균수 1.9배, 비브리오 1.1배 증가하여 부화 경과 일수에 따라 세균 수가 증가하여 수질의 영양염 조사 결과와 같이 증가하는 경향을 나타내었다.

Table 6은 부화 경과 일수별 돌돔 사육수의 세균 변화를 조사한 결과이다. 해수 교환은 부화 후 10일에 0.1 회전부터 시작하여 시간의 경과에

Table 4. The effect of the PSB (Photosynthetic bacteria) supply on the breeding seawater quality of rockbream, *Oplegnathus fasciatus*

Division	W.T (°C)	Salinity (%)	pH	COD (mg/ ℓ)	PO ₄ -P (ppm)	NH ₄ -N (ppm)	Remark
Before treatment	23.5	33.55	8.01	2.19	0.20	1.69	24 dph
1hr after treatment	23.5	33.64	8.19	3.71	0.54	2.44	

Table 5. Bacterial counts of the seawater in the breeding tanks of rockbream, *Oplegnathus fasciatus* according to the food organism addition

Condition	Bacterial counts (cfu/ml)	
	Total	<i>Vibrio</i> spp.
No food organism	8.7×10^2	2.7×10^2
chlorella	1.2×10^3	4.4×10^2
rotifer	2.3×10^3	5.0×10^2

따라 14일에는 0.5회전, 23일에는 0.7회전, 29일에는 1.0회전으로 환수량을 늘려주었다. 총균수는 부화후 2일에 1.5×10^3 cfu/ml에서 10일에 2.3×10^5 cfu/ml, 23일에 2.0×10^4 cfu/ml, 29일에 1.4×10^3 cfu/ml으로 총균수의 증가는 없었으며 비브리오팀도 10^2 cfu/ml 수준을 유지하였다. 이것은 환수량 증가에 따라 해수 교환이 세균수에 영향을 미친 것으로 추정된다.

암모니아 농도별 돌돔 자어 폐사실험

Table 7은 암모니아 농도별 돌돔 자어의 폐사율 조사를 위한 해수로서 NH₄Cl로 해수의 암모니아 농도를 조절한 후 수질을 조사한 결과이며 이 때의 수온 20.7~22.8℃, 염분 33.84~34.56‰, pH 7.80~8.03, DO 4.65~6.65 mg/l, NO₂-N

0.01~0.02 ppm, NO₃-N 0.01~0.08 ppm으로 암모니아 농도가 높을수록 pH는 감소하였고, 질산염은 증가하였다.

Table 8은 암모니아 농도별로 돌돔 자어 (5일령)를 수용하여 폐사율을 조사한 결과이다. 대조구에서 5%의 자연폐사가 있었으며, 100 ppm에서 18시간, 50 ppm에서 20시간, 10 ppm에서 28시간에 100% 폐사하였다. 그리고 2 ppm에서 28시간에 40%, 1 ppm에서 28시간에 10%가 폐사하였다. 이러한 결과로 보아 기존의 돌돔 종묘 생산 방법으로 사육 수질을 관리할때 영양염 수준이 높아 돌돔이 초기 대량폐사에 이를 것이 예상되므로 여과나 소독 등으로 관리된 사육수의 환수가 필요할 것으로 판단된다.

Table 6. Bacterial counts of rockbream, *Oplegnathus fasciatus* breeding seawater by after hatching

Days after hatching	Bacterial counts (cfu/ml)		Change seawater (cycle/day)
	Total	<i>Vibrio</i> sp.	
2	1.5×10^3	4.0×10^2	
7	1.5×10^6	3.4×10^2	
8	4.0×10^4	4.2×10^2	
10	2.3×10^5	5.0×10^2	0.1
12	5.1×10^3	8.0×10^2	
14	1.6×10^3	1.0×10^2	0.5
16	1.1×10^6	2.0×10^2	
23	2.0×10^4	2.7×10^3	0.7
29	1.4×10^3	3.8×10^2	1.0

Table 7. The effect of ammonia concentration on the tank water quality of rockbream, *Oplegnathus fasciatus* hatchery

Concentration of ammonia	WT (°C)	Salinity (‰)	pH	DO (mg/l)	NO ₂ -N (ppm)	NO ₃ -N (ppm)
100	21.6	34.56	7.80	5.53	0.01	0.08
50	21.8	34.31	7.87	5.81	0.01	0.08
10	22.2	34.11	7.98	5.74	0.01	0.06
2	22.8	33.96	8.02	6.12	0.01	0.02
1	28.9	34.27	8.03	4.65	0.01	0.01
control	20.7	33.84	8.01	6.65	0.02	-

Table 8. Mortality according to concentration ammonia of rockbream, *Oplegnathus fasciatus* juvenile at 5 dph

Concentration of ammonia (ppm)	Time to death (hr)	Mortality (%)
100 (91.62)	18	100
50 (52.67)	20	100
10 (10.65)	28	100
2 (2.79)	28	40
1 (1.08)	28	10
control (0.19)	-	5

요 약

돌돔 치어 종묘 생산장에서 부화 후 약 20일 전후 대량 폐사 현상의 원인 조사를 위해 사육 수질의 영양염 및 일반 세균수와 사육 해수의 영양염 농도별 지어의 폐사율을 조사한 결과는 다음과 같다.

돌돔 부화 경과 일수별 사육수의 pH는 1일령 8.21, 7일령 7.56으로 일령이 증가할수록 pH는 감소하였으며 암모니아는 1일령 0.49 ppm, 10일령 0.85 ppm으로 증가하였다.

먹이생물이 사육수에 미치는 영향을 조사한 결과, 클로렐라 첨가하기 전보다 첨가 후 사육수의 COD는 3.3배 증가, 사육 해수에 로티퍼 첨가 후 COD는 약 1.2배 증가하였으며 인산염과 암모니아는 클로렐라 첨가 후 각각 1.7배, 2.3배 증가하여 해역Ⅱ등급 기준인 0.015 ppm, 0.1 ppm을 훨씬 초과하는 값이었다.

돌돔 사육수 수질은 지수 사육시 COD는 3.85 mg/l였으며 유수량 증가시 다소 양호해지는 경향이었고 지수 사육에 비해 유수 사육시 인산염, 암모니아 모두 양호한 경향이었으나 수질 해역Ⅱ등급을 훨씬 초과하는 값이었다.

사육 수질의 정화를 위해 사용하는 PSB (광합성세균)의 1시간 처리 전·후의 사육수 수질 변화는 사용 전에 비해 사용 후 COD 1.7배 증가, 인산염 2.7배 증가, 암모니아 1.4배의 증가를 보

여 수질 개선효과는 없었다.

사육수의 세균 조사 결과, 클로렐라 첨가 전 사육수의 총균수는 8.7×10^2 cfu/ml, 비브리오균 수 2.7×10^2 cfu/ml, 클로렐라 첨가후 총균수 1.4배, 비브리오균 수 1.6배 증가하였으며 부화경과 일수에 따라 사육수의 세균 수는 증가하였다.

사육 해수의 암모니아 농도별 돌돔치어 (5일령)의 폐사율은 100 ppm에서 18시간, 50 ppm에서 20시간, 10 ppm에서 28시간에 100%의 폐사를 나타내었으며 2 ppm에서 28시간에 40%, 1 ppm에서 28시간에 10%의 폐사를 가져왔다.

감사의 글

본 연구는 국립수산과학원 (양식생물질병 특성연구, RP-2007-AQ-0007)의 지원에 의해 운영되었습니다.

참고 문헌

Muroga, K., Higashi, M. and Keitoku, H.: The isolation of intestinal microflora of farmed red seabream (*Pagrus major*) and black seabream (*Acanthopagrus schlegeli*) larval and juvenile stages. *Aquaculture*, 65: 79~88, 1987.

국립수산진흥원: 한국연근해 유용어류도감, p

106, 1994.
황형규 · 이종하 · 이종문: 돌돔종묘생산시험. 남
수연사업보고 P 381 ~383, 1994.
황형규 · 강용진 · 이종하 · 양상근: (Ⅲ)돌돔종묘
생산시험. 남수연사업보고 p 406 ~409,
1995.

국립수산진흥원 해양오염 및 적조조사지침, pp
67 ~88, 1985.

Manuscript Received : October 19, 2006
Revision Accepted : March 5, 2007
Responsible Editorial Member : Myung-Joo Oh
(Chonnam Univ.)