

어류 종묘 생산시 발생하는 질병과 대책

수산동물방역센터

I. 서론

우리 나라 해산 어류의 종묘 생산은 넙치, 조피볼락 등 일부 품종에 국한되어 양식산업의 경쟁력을 약화시키는 원인의 하나로 지적되어 있어 양식 품종의 다양화가 요구되고 있으나, 신품종의 개발은 자어의 적정 먹이생물 개발 등 제약 조건이 많아 노력과 시간이 장기간 요구된다고 볼 수 있다. 최근 어류 종묘 생산장에서는 품종별로 많은 종묘를 생산하고 있으나 원인 불명으로 대량 폐사가 빈번히 발생하여 종묘수급의 차질로 인하여 종묘의 값 상승에도 지대한 영향을 가져와 안정적인 종묘생산이 절실히 요구되는 실정이다.

본 연구는 어류 종묘 생산 시 초기 1주일에서 약 70 일경에 원인 불명의 대량 폐사가 빈번히 발생하고 있어, 종묘 생산기의 질병 원인으로 추정되는 먹이생물, 원 해수 및 사육수의 생균수와 수질변화, 해수의 자외선 및 오존처리 효과와 먹이생물의 약육처리 효과를 조사하였다. 또한 어병 예방 및 생산성 향상을 위해 비타민과 분말 황토 첨가 효과에 대하여 검토하였다. 한편, 본 연구에 사용된 일부 약품 및 화학물질들은 승인된 수산용 의약품은 아니지만, 종묘생산 시 발생하는 질병을 치료하기 위한 연구를 주된 목적으로 사용되었다.

II. 재료 및 방법

1. 육상 종묘 배양장 질병조사

넙치, 조피볼락 등의 종묘를 생산을 하고 있는 통영, 거제 지역의 민간 종묘 배양장에서 매월 1~2회 사육상황을 조사하고 어병 발생 개체와 건강

한 개체의 외부기생충 및 세균검사를 실시하였다. 또한 질병이 발생한 사육 수조와 건강한 사육수조의 사육수에 대하여 생균수를 조사하였다. 생균수 조사를 위한 시료는 250ml 멸균 유리병에 채수하였고 Muroga(1987)의 방법으로 병어, 사육수 및 먹이생물에 대해 총균수와 비브리오 균수를 조사하였다.

2. 생균수 변화 조사

가. 원해수 및 사육수

종묘 생산 현장에서 사용하고 있는 원해수 및 사육수에서의 생균수와 여기에 크로르칼키 및 자외선 처리 시 그리고 모래여과 자외선+모래여과, 자외선+폭기시, 폭기시 대하여 각 시수 1ml당 생균수를 조사하였다.

나. 먹이생물

종묘생산에 사용하는 로티퍼, 알테미아를 배양 증식하여 바로 사용하는 경우와 항생제 약육 농도와 시간별로 먹이생물 배양액 1 ml당 세균수를 조사하였다. 약육제는 항생제인 옥시테트라사이클린, 니트로후란토인, 리팜핀과 포르말린 및 담수처리로 먹이생물 배양액의 생균수 변화를 조사하였다.

다. 먹이생물 약품 처리 효과 조사

종묘생산에 사용하는 로티퍼, 알테미아를 배양 증식하여 바로 사용하는 경우와 항생제 약육 농도와 시간별로 먹이생물 배양액 1 ml당 세균수를 조사하였다. 약육제는 항생제인 옥시테트라사이클린, 니트로후란토인, 리팜핀과 포르말린 및 담수처리로 먹이생물 배양액의 세균수 변화를 조사하였다.

3. 수질 환경 조사

어류 종묘생산 현장에서 사용하고 있는 원해수, 사육수 및 먹이생물 배양수의 수질을 분석하였다. 이때 먹이생물 클로렐라와 로티퍼는 여과하여 남은 배양액을 사용하였다. 또한 사육어의 건강상태, 먹이생물 첨가전후의 수

질변화 등을 조사하였으며 수질조사방법은 국립수산진흥원 해양오염 및 적조조사지침(1985)에 의거하여 실시하였다.

4. 수질 개선 처리 효과 조사

수질개선 실태효과조사는 육상종묘배양장 현장에서 실시하는 방법으로 세균과 수질의 영양염으로 수질개선효과를 판단하였다. 원해수는 각배양장에 따라 모래 여과한 해수를 이산화염소(ClO_2) 20 ppm 처리하거나 자외선을 통과하고 강한 폭기를 1, 2차 처리 후 3, 4차 폭기 시 과산화수소(H_2O_2)를 첨가하는 방법으로 수질을 개선하였다.

5. 질병 예방제 처리 효과조사

가. 투여시험

넙치(전장 10cm)를 시험구당 50 마리씩 2 반복구로 하여 분 말황토(상업용), 비타민 C 및 유자정액을 첨가제로 선정하여 EP사료에 0.01~0.1% 흡착하여 1일 어체중의 2~3%를 35일간 투여하였다. 이때 수온은 16.0~20.0℃, 환수량은 1일 2~4 회전이였다.

나. 약욕시험

스쿠치카충에 감염된 넙치(15~17cm)를 포르말린 100 ppm 농도에 2회 처리 후 분말 황토를 1 g/L농도로 약욕한 후 해수를 전량 교환하는 방법을 4일간 반복하였다. 또한 스쿠치카충에 감염된 넙치(20~22cm)를 포르말린 100 ppm농도에 1시간 약욕하여 환수 후 황토 1, 2, 및 3 g/L의 농도로 매일 24 시간 처리하여 넙치의 체표에 부착된 스쿠치카충을 관찰하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 육상 종묘 배양장 질병 현황

종묘생산하는 어종은 넙치, 조피볼락, 참돔, 감성돔 및 돌돔 등으로 분류

의 종묘 생산량이 증가하는 실정이었으며 동류 종묘생산 시 감모 원인 규명을 세균, 수질 측면에서 조사하였다.

1997년도 종묘 생산기의 어종별 질병 발생상황을 표 1에 나타내었다. 넙치 치어의 세균성 질병은 활주세균, 연쇄구균, 비브리오균, 기생충성 질병은 전(1985)이 해산어류 종묘 생산 시 피해가 크다고 한 해산 원충류 *Brooklynella* sp.와 *Epistylis* 및 *Scuticocilliate* 발생으로 넙치에 피해를 주었다. 이러한 해산 섬모충류는 원해수 양수 시 수조 내로 들어와 사료 찌꺼기나 어류 배설물 등의 유기물에 의해 급격히 증식하여 피해를 주는 것으로 추정되므로 이러한 유기물을 최소화하여 섬모충류에 의한 피해를 줄여야 할 것으로 사료되었다.

조피볼락 치어는 전장 4~5cm 크기에서 비브리오균, 활주세균 및 포도상구균증이 발생, 돌돔 자어의 폐사는 부화직후 클로렐라 첨가 후 활력 불량으로 대량 감모가 발생하였다. 이것은 클로렐라 배양액 첨가로 인한 인산염과 암모니아량의 급격한 증가로 수질을 악화시켜 어류를 폐사시키는 것으로 추정되어 2차 년도에 시비 경과 일수별 사육시험을 실시하였다.

표 1. 육상 종묘 배양장 어종별 질병현황(1997년)

월별	어 종	전 장 cm (중 량 g)	증 세	분리세균 및 기생충
1	넙 치	11.0~11.4 (14~17)	체색흑화, 아가미두경 발적, 꼬리지느 러미부식	<i>Flexibacter maritimus</i>
3	넙 치	6.5~8.5 (2.5~6.1)	체색흑화, 복부충혈	<i>Vibrio</i> sp.
4	돌 돔	부화직후	클로렐라 첨가 후 활력불량 대량감모 발생	-
	넙 치	9.0~13.5 (7~25)	체표 및 꼬리부식, 복부팽만, 너비대	Scuticocilliate
		11.5~15.0 (13~35)	체표백탁 및 궤양형성, 등·배지느러 미가장자리 백탁, 간출혈, 간탄력상실	<i>Vibrio</i> sp.
5	조피볼락	3.5~4.0 (2~2.5)	밀식, 등·가슴지느러미 발적·부종, 꼬리자루·뇌 발적, 두부 충·출혈, 아가미두경발적	<i>Vibrio</i> sp. <i>Flexibacter maritimus</i>
6	조피볼락	4.0~5.0 (3~4)	뇌 발적·비대, 꼬리·가슴·등 지느 러미발적 및 부종	<i>Staphylococcus</i> sp.
10	넙 치	1.0~1.5 (0.03~0.04)	선회증세	해산점모충류 (<i>Brooklynella</i> , <i>Epistylis</i>)
11	넙 치	1.0~2.0	복수, 뇌발적	<i>Vibrio</i> sp.(spread)
		5.0~5.5	복수, 뇌·안구주변 발적	<i>Streptococcus</i> sp. <i>Vibrio</i> sp. Scuticocilliate

2. 생균수 변화

가. 원해수 및 사육수의 생균수

원 해수와 사육수 생균수 조사결과는 표 2과 같이 원 해수는 총균수가 $1.2 \times 10^3 \sim 2.8 \times 10^4$ CFU/ml, 크로르칼키 처리 시 6.0×10 CFU/ml, 자외선 처리 시 $8.0 \times 10 \sim 1.8 \times 10^2$ CFU/ml, 모래여과 시 $2.4 \sim 4.6 \times 10^2$ CFU/ml, 자외선+모래여과 시 2.0×10^2 CFU/ml, 자외선+폭기 시 4.6×10^2 CFU/ml, 폭기처리 시 5.4×10^3 CFU/ml으로 크로르칼키 처리 시 세균감소효과가 가장 양호하였으며 자외선처리, 자외선+모래여과, 모래여과, 자외선+폭기처리의 순으로 효과가 양호하였으며 폭기처리만으로 세균감소 효과는 없었다.

표 2. 원해수 세균조사

월 별	배양장	처리내용	수 온(°C)	총균수(CFU/ml)
1	U	-	11.0	1.2×10^3
4	U	-	13.5	1.4×10^4
9	K	-	21.0	3.6×10^3
		자외선	21.5	1.8×10^2
		폭 기	21.5	5.4×10^3
	J	모래여과	21.0	2.4×10^2
10	K	모래여과	17.0	4.6×10^2
		폭기+자외선	17.7	4.6×10^2
	S	-	16.3	2.8×10^4
		클로르칼키	16.3	6.0×10
		자외선	16.3	8.0×10
11	H	-	16.0	4.4×10^3
		모래여과+자외선	19.0	2.0×10^2

사육수 중 세균 수 조사 결과는 표 3-1과 같이 넙치 사육수의 총균 수는 $6.1 \times 10^4 \sim 7.2 \times 10^6$ CFU/ml였으며 11월 H 배양장에서 수온 19.0°C에서 배합 사료 투여 전 5.2×10^6 CFU/ml에서 투여 후 6.4×10^6 CFU/ml으로 약 1.2배 증가하였고, S 배양장에서는 수온 16.5°C에서 사료투여 전 5.3×10^5 CFU/ml에서 투여 후 각각 9.8×10^5 CFU/ml(청소 전), 3.4×10^6 CFU/ml(청소 후)로 투여 후 6.4배 증가, 청소 후 3.5배 증가하여 충분한 환수가 필요하리라 생각되었다. 알테미아 투여 전에 1.6×10^4 CFU/ml였던 것이 투여 30분 후 1.7×10^4 CFU/ml, 1시간 30분 후 3.2×10^4 CFU/ml으로 약 2배 증가되었으며 이후 감소되었다. 따라서, 수질 안정을 위해서 알테미아 투여 후 소독 해수로 1~2시간 환수를 실시하여야 할 것으로 사료된다.

표 3-1. 넙치사육수의 생균수

월 별	배양장	구 분	수온(℃)	총균수(CFU/ml)
1	U	—	16.8	5.8×10^6
4	U	—	13.5	1.2×10^6
9	U	—	21.7	6.1×10^4
	J	넙치 상태불량	21.0	6.0×10^6
10	K	—	17.7	4.0×10^6
	S	—	17.5	7.2×10^6
11	H	사료 투여 전	19.0	5.2×10^6
		사료 투여 후	19.0	6.4×10^6
	S	사료 투여 전	16.5	5.3×10^5
		사료투여후(바닥 청소 전)	16.5	9.8×10^5
		사료투여후(바닥 청소 후)	16.5	3.4×10^6
	U	artemia 투여 전	19.0	1.6×10^4
		artemia 투여 후(30m)	19.0	1.7×10^4
		artemia 투여 후(1h 30m)	19.0	3.2×10^4
		artemia 투여 후(3h 30m)	19.0	2.3×10^4
		artemia 투여 후(4h 30m)	19.0	2.6×10^4

표 3-2. 돌돔, 조피볼락 사육수의 생균수

어 종	월별	배양장	구 분	수온(°C)	총균수(CFU/ml)
돌 돔	3	U	-	23.0	9.0×10^4
	4	U	-	23.2	1.0×10^5
		S	양 호	21.4	6.5×10^5
			불 량	22.5	6.0×10^5
	5	U	부 화	23.5	8.7×10^2
			클로렐라첨가	23.5	1.2×10^3
			로티퍼 첨가	23.5	2.3×10^3
조피볼락	3	U	-	15.0	3.6×10^5
	4	U	-	15.6	1.6×10^5
		K	-	15.5	1.9×10^5
	5	H	밀 식	16.5	6.0×10^6

돌돔, 조피볼락의 사육수 중 생균수 조사결과는 표 3-2와 같이 돌돔 자어 사육수의 총균수는 $8.7 \times 10^2 \sim 6.5 \times 10^5$ CFU/ml로 돌돔의 사육 상태 양호 시험구와 불량 시험구와의 차이는 거의 없었으며, 부화직후의 사육수에 비해 클로렐라 첨가한 사육수에서 1.4배, 로티퍼 첨가후 사육수에서 총균수가 2.6배로 증가한 것으로 보아, 먹이생물의 첨가가 세균증식에 영향을 미친 것으로 판단되었다. 조피볼락 사육수는 $1.6 \times 10^5 \sim 6.0 \times 10^6$ CFU/ml로 밀식한 경우에 6.0×10^6 CFU/ml, 보통이 경우에 $1.6 \sim 3.6 \times 10^5$ CFU/ml로 17~38배 증가하여 밀식하는 경우 질병에 노출될 가능성이 높은 것을 나타낸다.

나. 먹이생물의 생균수

먹이생물 생균수 조사결과는 표 4-1, 4-2 및 4-3과 같다. 클로렐라의 배양수온은 $2.0 \sim 23.7^\circ\text{C}$ 였으며 총균수는 $1.9 \times 10^3 \sim 1.2 \times 10^6$ CFU/ml로 배양장별로 차이를 나타내었다. 로티퍼의 배양수온은 가온으로 $25.5 \sim 29.5^\circ\text{C}$ 이었으며 총균수는 $1.0 \times 10^5 \sim 3.0 \times 10^6$ CFU/ml로 클로렐라에 비해 약간 높은 값을

나타내었다.

표 4-1. 클로렐라의 생균수

월별	배양장	수온(℃)	총균수(CFU/ml)
1	U	2.0	6.2×10^3
4	U	16.2	1.9×10^3
	S	14.7	1.2×10^6
	K	18.5	1.0×10^6
9	U	23.7	1.8×10^4
	K	20.8	1.8×10^4
10	K	13.0	3.2×10^3
11	H	14.0	2.7×10^3
범위		2.0 ~ 23.7	$1.9 \times 10^3 \sim 1.2 \times 10^6$

표 4-2. 로티퍼 생균수

월별	배양장	수온(℃)	총균수(CFU/ml)	비고
4	U	29.0	3.0×10^6	
	S	26.0	1.4×10^6	
		29.0	9.0×10^5	yeast배양
	K	27.4	1.2×10^6	
9	U	25.5	1.6×10^5	
	K	29.5	3.0×10^5	
	S	28.0	1.0×10^5	yeast배양
10	S	27.5	6.6×10^5	yeast배양
범위		25.5 ~ 29.5	$1.0 \times 10^5 \sim 3.0 \times 10^6$	

표 4-3. 알테미아의 생균수

월 별	배양장	수온(℃)	총균수(CFU/ml)
4	K	28.0	3.2×10^7
10	K	19.5	7.6×10^6
	S	20.0	4.9×10^7
범 위		19.5 ~ 28.0	$7.6 \times 10^6 \sim 4.9 \times 10^7$

알테미아는 총균수가 $7.6 \times 10^6 \sim 4.9 \times 10^7$ CFU/ml로 로티퍼에 비해 14~76배 높은 값을 나타내어 자·치어에 투여하는 먹이 단계별로 총균수가 증가하는 경향을 보였다. 이러한 세균이 많이 포함된 먹이생물을 자·치어가 섭취함에 따라 질병발생과 관련되는 것으로 추정되었다. 따라서 질병예방을 위해서는 먹이생물 첨가후 환수량 증가, 수조 청소 등 수질 관리에 주의하여야 할 것으로 생각된다.

다. 먹이생물 약품처리 효과

1) 알테미아

林孝一郎(1975)는 로티퍼, 알테미아 유생이 세균에 오염되어 이러한 먹이생물이 병원균의 운반자로 되어 어류 자어에 악영향을 미친다고 보고하고 있다. 표 5-1은 알테미아에 클로람페니콜을 30ppm 농도로 30분간 처리한 것보다 1시간 처리한 것이 총 균수 1/34, 비브리오균 0, 에드워드 1/2로 세균감소 효과가 양호하였다.

표 5-1. 클로람페니콜(Chloramphenicol) 처리 시간에 따른 알테미아 배양액의 세균수

처리방법	처리시간	총균수 (CFU/ml)	비브리오균수 (CFU/ml)	에드워드균 (CFU/ml)
대조(영양강화)	-	3.4×10^7	3.0×10^5	8.0×10^3
클로람페니콜	30분	4.0×10^6	6.4×10^4	2.0×10^4
클로람페니콜	1시간	1.0×10^6	0	4.0×10^3

표 5-2는 옥시테트라싸이클린을 30, 50 및 100ppm 처리하여 1시간과 5시간 후의 세균 수를 조사한 결과이다. 1시간 후 50ppm에서 총 균수 1/2, 비브리오균 1/1.5배로 감소효과가 양호하였고, 5시간 후에는 처리 효과 떨어져 1시간 처리한 것이 가장 양호한 효과를 나타내었다.

표 5-2. 옥시테트라싸이클린(oxytetracycline) 시간별 처리에 따른 알테미아 배양액의 생균수

처리농도 (ppm)	시간	총균수 (CFU/ml)	비브리오균수 (CFU/ml)
대조구	1	2.0×10^6	2.9×10^3
	5	1.4×10^6	5.4×10^3
30	1	1.4×10^6	3.4×10^7
	5	3.0×10^6	6.8×10^7
50	1	1.0×10^6	2.0×10^3
	5	1.0×10^6	1.4×10^3
100	1	1.6×10^6	6.0×10^2
	5	2.2×10^6	2.0×10^3

표 5-3은 종묘 생산 현장에서 사용하고 있는 항생제인 리팜핀을 60ppm 농도에서 30분간 처리에 따른 알테미아의 생균수 변화는 대조구에 비하여 총균수 1/400, 비브리오균 1/8 감소하여 양호한 효과를 나타내었다.

표 5-3. 리팜핀(Rifampin) 처리에 따른 알테미아 배양액 세균수 변화

처리농도 (ppm)	총균수 (CFU/ml)	비브리오 (CFU/ml)
대조구(영양강화)	3.5×10^7	1.2×10^4
리팜핀*	8.0×10^4	1.4×10^3

*60ppm

표 5-4는 포르말린 1000 ppm 처리한 알테미아의 세균수는 대조구에 비해 총균수 1/23, 비브리오 1/80 감소하여 양호한 효과를 나타내었다.

표 5-4. 포르말린 처리에 따른 알테미아 배양액의 세균수 변화

처리방법	처리시간	총균수 (CFU/ml)	비브리오균수 (CFU/ml)
대조(영양강화)	-	3.2×10^7	1.6×10^5
포르말린*	30분	1.4×10^6	2.0×10^3

*1000ppm

2) 로티퍼

표 6은 로티퍼를 담수 처리한 구에서는 총균수 1/4배 감소하였으며 비브리오균수의 감소는 없었으나 엘바쥬 처리구에서 총균수 약 1/2배감소, 비브리오균 예방효과는 100%였다.

표 6. 로티퍼의 처리방법에 따른 배양액의 세균수 변화

시 험 구	총균수 (CFU/ml)	비브리오균수 (CFU/ml)
대 조 구	6.8×10^5	2.4×10^3
담수처리	1.8×10^5	6.8×10^3
엘바쥬*	3.8×10^5	0

*10ppm

3) 클로렐라

최 등(1997)은 복합비료 시비를 하는 클로렐라 배양액의 영양염이 급격히 증가하여 어류 자어 사육수의 수질이 영향을 받는 예비조사 되었다. 따라서 시비경과 일수에 따른 배양액의 인산염과 암모니아를 조사한 결과는 그림 5와 같다. 인산염은 시비 직후에 비해 2~4일에 급격히 감소하여 10일까지 약 1/2로 유지하였으나 암모니아는 소량 감소한 후 다시 증가하였다.

3. 수질환경 조사

가. 원 해수 및 사육수 수질조사

원해수의 사육수질은 표 8과 같이 수온 11.0~21.0℃, 염분 33.14~34.29‰, pH 7.66~8.18, COD(화학적산소요구량) 0.03~1.29 mg/L, PO₄-P(인산염) 0.01~0.04 ppm, NO₂-N(아질산염) 0.00~0.01 ppm, NO₃-N(질산염) 0.01~0.04 ppm, NH₄-N(암모니아) 0.01~0.35 ppm였다. 반면 3월에 U배양장의 넙치 사육수를 원해수와 비교하면 pH 0.26 감소, COD 1.5배 증가, 인산염 1.3배 증가, 암모니아 2.4배 증가하였으며 질산과 아질산 값의 변화는 없었다. 돌돔 사육수는 원해수에 비해 pH 0.25감소, COD 2.4배, 인산 31배, 암모니아 29배, 아질산 19배, 질산 1.8배 등 증가하여 넙치 사육수에 비해 돌돔사육수의 수질의 오염이 심한 것으로 나타났다.

표 7. 원 해수 및 사육수 수질조사

구 분	월별	배양 장	수온 (℃)	염분 (‰)	pH	COD (mg/L)	PO ₄ -P (ppm)	NO ₂ -N (ppm)	NO ₃ -N (ppm)	NH ₄ -N (ppm)
원해수	1	U	11.0	33.84	8.18	0.03	0.02	0.01	0.04	0.01
	3	U	13.5	34.29	8.09	1.29	0.03	0.01	0.05	0.08
		S	13.5	34.28	8.10	1.05	0.04	0.00	0.05	0.06
	4	K	15.0	33.14	8.13	0.86	0.01	0.00	0.01	0.02
	5	U	20.0	33.69	8.16	0.77	0.04	0.00	0.02	0.02
		M	16.5	33.91	8.16	0.66	0.01	0.00	0.10	0.01
	9	K	21.0	-	7.78	0.89	0.03	0.01	0.14	0.35
	11	H	16.0	33.69	7.66	0.05	0.04	0.01	0.10	0.01
사육수 (넙치)	3	U	13.5	34.26	7.83	2.00	0.04	0.01	0.05	0.19
	10	S	17.5	33.56	7.31	0.37	0.06	0.01	0.10	0.17
사육수 (돌돔)	3	U	23.2	35.19	7.84	3.05	0.94	0.19	0.09	2.34

나. 먹이생물 배양수 수질조사

표 8과 같이 먹이생물 클로렐라는 pH 8.03~9.59, COD 0.56~1.25 mg/L, 인산염 0~0.38 ppm, 암모니아 0.09~0.91 ppm이었으며 시비 후 3일에 비해 7일에 영양염의 값이 낮아 먹이로 사용하기 적합하였으며 로티퍼는 COD가 2.02~3.23 mg/L로 수질기준치인 2.0 mg/L 이상이었으며 인산염 0.07~0.44ppm, 암모니아 0.09~0.36ppm으로 인산염은 클로렐라에 비해 높았으나 암모니아는 낮았다. 알테미아는 pH가 6.82로 낮았으며 인산염, 암모니아 값은 각각 0.36, 0.27ppm으로 높은 값이었다. 로티퍼나 알테미아는 배양 후 먹이를 걸러주기 때문에 배양액이 큰영향을 미치지 못하나 클로렐라의 경우는 그대로 넣어주기 때문에 자치어 사육에 큰 영향을 줄 것으로 추정되며 시비 후 최대농도에 달하는 시점에서 사용하는 것이 바람직 할 것으로 생각된다.

표 8. 먹이생물 배양수 수질조사

구 분	수온 (℃)	염분 (‰)	pH	COD (mg/ L)	PO-P (ppm)	NO ₂ -N (ppm)	NO ₃ -N (ppm)	NH ₄ -N (ppm)	비고
클로렐라	21.0	33.22	9.59	1.25	0.20	0.01	0.13	0.91	
	23.7	-	8.44	1.25	0.38	0.19	0.22	0.02	
	20.8	-	8.15	1.36	0.33	0.01	0.87	0.41	시비후 3일
	13.0	33.46	8.03	0.56	0.00	0.00	0.20	0.09	시비후 7일
로티퍼	25.5	-	7.89	3.23	0.44	0.01	0.27	0.09	
	29.5	-	7.72	2.25	0.30	0.00	0.31	0.23	
	27.5	33.77	7.36	2.02	0.07	0.01	0.12	0.36	
알테미아	19.5	33.63	6.82	2.90	0.36	0.07	0.08	0.27	yeast배양

다. 사육어 상태에 따른 수질변화

조피볼락 사육 시 수질변화결과는 표 9와 같이 산출직후보다 10일령에서 불량하였으며, 산출 후 1~8일에 유수사육한 것이 지수사육보다 수질이 양호한 경향이였다. 또한 돌돔은 사육어의 상태가 불량구가 양호구에 비해 수질의 COD 1.2배, NH₄-N 1.6배 높은 것으로 나타나 조피볼락이나 돌돔 자치어를 건강하게 사육하기 위해서 유수량을 증가시키며 유수시점을 앞당겨주

는 것이 좋을 것으로 사료되었다.

표 9. 사육어 상태에 따른 수질변화

어 종 구분	상 태	수온 (°C)	염분 (‰)	pH	COD (mg/ L)	PO-P (ppm)	NO ₂ -N (ppm)	NO ₃ -N (ppm)	NH ₄ -N (ppm)
조피볼락	일령 산출직후	13.5	34.22	7.95	1.09	0.04	0.00	0.02	0.26
	산출10일	15.6	33.64	7.72	3.94	0.46	0.05	0.05	1.84
	지수 산출 1일	15.5	33.18	7.90	2.14	0.02	0.01	0.01	0.04
	산출3일	15.5	32.95	7.70	1.86	0.07	0.00	0.03	0.3
	유수 산출5일	15.5	33.18	7.81	1.63	0.03	0.00	0.02	0.0
	산출8일	15.5	33.10	8.07	1.45	0.02	0.00	0.01	0.06
돌돔	상태 양호	21.4	34.49	8.04	2.93	0.28	0.01	0.07	1.48
	불량	22.5	35.05	7.80	3.56	0.26	0.01	0.05	2.34

라. 먹이생물 첨가전후 사육수 수질변화

먹이생물과 배합사료 투여전후의 사육수 수질변화는 표 10과 같다. 로티 퍼 투여 전에 비해 투여후 사육수의 아질산 0.04ppm, 암모니아 0.01ppm 증가하였고, 알테미아 투여 전에 비해 투여 후 시간경과에 따라 COD가 각각 0.54 mg/ L에서 0.69 mg/ L로 증가하였으며 인산염은 0.02ppm증가, 질산염의 변화는 없었고 아질산은 0.01ppm, 암모니아는 0.07ppm로 증가하였다. 사육수온 19.0°C에서 배합사료 투여 전에 비해 투여 후 COD, NO₃-N, NH₄-N의 증가가 있었으며 수온 16.5°C에서는 투여전과 투여 후 변화는 없었으며 청소 전에 비해 청소 후에 수질이 다소 안정되는 경향이였다.

표 10. 먹이생물 및 배합사료 투여전후 사육수 수질변화

종 류	구 분	수온 (℃)	염분 (‰)	pH	COD (mg/L)	PO-P (ppm)	NO ₂ -N (ppm)	NO ₃ -N (ppm)	NH ₄ -N (ppm)
로티퍼	투여전	21.7	—	7.78	1.11	0.04	0.01	0.04	0.06
	투여후	21.7	—	7.77	1.06	0.05	0.05	0.04	0.07
알테미아	투여전	19.0	33.98	7.47	0.54	0.45	0.02	0.11	0.36
	투여후(30min)	19.0	33.86	7.43	0.21	0.46	0.02	0.11	0.41
	"								
	(1h 30min)	19.0	33.83	7.48	0.22	0.47	0.02	0.15	0.37
	"								
	(3h 30min)	19.0	33.83	7.48	0.29	0.48	0.02	0.15	0.32
배합사료	"								
	(4h 30min)	19.0	33.97	7.47	0.69	0.47	0.02	0.12	0.43
	투여전	19.0	33.71	7.42	0.61	0.07	0.01	0.01	0.08
	투여후	19.0	33.71	7.32	0.82	0.07	0.01	0.21	0.10
	투여전	16.5	33.80	7.37	1.34	0.10	0.01	0.10	0.16
	투여후(청소전)	16.5	33.76	7.36	0.70	0.08	0.01	0.10	0.12
	" (청소후)	16.5	33.72	7.45	0.50	0.06	0.00	0.07	0.10

4. 수질개선제 처리효과

수질개선제 처리에 의한 원 해수와 사육수의 총균수 변화는 표 11-1과 같다. 모래여과+ClO₂ 20ppm처리후 원 해수의 총균수는 $9.6 \times 10^3 \sim 1.4 \times 10^4$ cfu/ml에서 2.2×10^4 cfu/ml로 다소 증가하였으나 모래여과+자외선 처리 시 총균수는 2.0×10^4 cfu/ml로 감소하여 양호한 효과를 나타냈다. 또한 원해수 9.3×10^4 cfu/ml였던 것을 모래여과+폭기를 강하게 1, 2차 처리 시 $1.2 \sim 1.6 \times 10^3$ cfu/ml로 감소하여 다소 양호하였고, 3, 4차 처리 시 H₂O₂를 4ppm 처리한 시험구는 $2.4 \times 10^2 \sim 1.4 \times 10^3$ cfu/ml으로 감소하여 양호한 효과를 나타냈다. 처리 전에 총균수가 2.6×10^4 cfu/ml이던 사육수에 대하여 유수량을 0.5 회전/일로 하였을 때 총균수의 변화는 없었으나, 1.5 회전/일로 증가시켰을 때 1.1×10^4 cfu/ml로 감소하였다. 또한 PSB는 처리효과가 없는 것으로 나타났다.

수질 환경면에서 원 해수와 사육수의 수질개선 효과는 표 11-2와 같다.

원해수는 모래여과+ClO₂ 20ppm처리, 모래여과+폭기(3차, 4차)+H₂O₂ 4ppm, 모래여과, 클로르칼키, 자외선 처리 시 양호하였으며 모래여과+자외선, 모래여과+폭기 시에는 효과가 없었다. 사육수는 지수에 비해 유수시 수질개선효과가 나타났으나 PSB, 아다폰(시판 수질정화제)은 처리효과가 없었다. 표 11-1, 11-2에서와 같이 원해수는 클로르칼키, 자외선, 모래여과+자외선 처리 시 효과가 양호하였으며 사육수는 유수량이 많을수록 수질개선에 효과적이었다.

표 11-1. 원 해수 및 사육수 수질개선 처리 효과(세균)

구 분	수온(℃)	처리전 총균수 (cfu/ml)	처 리 내 용	처리후 총균수 (cfu/ml)	처리효과
원해수	13.5	$9.6 \times 10^3 \sim 1.4 \times 10^4$	모래여과+ClO ₂ 20ppm	2.2×10^4	불 량
			모래여과 + 자외선	2.0×10^4	양 호
	16.0	9.3×10^4	모래여과 + 폭기(1차)	1.6×10^3	다소양호
			” (2차)	1.2×10^3	”
			” (3차) + H ₂ O ₂ 4ppm	1.4×10^3	”
			” (4차) + H ₂ O ₂ 4ppm	2.4×10^2	양 호
사육수	23.5	2.6×10^4	유수 (0.5회전/일)	2.6×10^4	불 량
			” (1.5회전/일)	1.1×10^4	다소양호
		4.8×10^3	PSB 30ppm	4.0×10^5	불 량

표 11-2. 원해수 및 사육수 수질개선 처리효과조사(수질)

구분	처리내용	수온 (℃)	염분 (‰)	pH	COD (mg/L)	PO-P (ppm)	NO-N (ppm)	NO-N (ppm)	NH-N (ppm)	효과
원해수	—	13.5	34.28	8.10	1.05	0.04	0.00	0.05	0.06	—
	①*	14.0	34.48	8.16	1.08	0.02	0.01	0.01	0.01	양호
	②	13.0	34.44	8.13	0.95	0.03	0.00	0.05	0.06	불량
	—	15.0	33.14	8.13	0.86	0.01	0.00	0.01	0.02	—
	③	16.0	33.58	8.10	0.62	0.01	0.00	0.01	0.02	불량
	④	16.0	33.57	8.09	1.29	0.02	0.00	0.01	0.02	불량
	⑤	16.0	33.56	8.10	1.97	0.02	0.00	0.01	0.01	양호
	⑥	16.0	33.55	7.89	1.79	0.02	0.00	0.01	0.01	양호
	—	21.0	—	7.78	0.89	0.03	0.01	0.14	0.35	—
	⑩	21.5	—	7.75	0.49	0.04	0.01	0.10	0.35	불량
	⑪	16.3	33.66	7.65	0.06	0.02	0.00	0.18	0.05	양호
	⑫	16.3	33.66	7.29	0.08	0.02	0.00	0.11	0.00	양호
사육수	⑬	16.3	33.65	7.64	0.19	0.03	0.01	0.14	0.01	양호
	지수	23.5	32.50	8.14	3.85	0.45	0.03	0.12	2.43	—
	⑦	24.0	33.27	8.08	3.00	0.22	1.19	0.11	2.15	양호
	⑧	23.5	33.80	8.03	1.12	0.06	0.00	0.03	0.25	양호
	PSB미처리	23.5	33.55	8.00	2.19	0.20	0.17	0.08	1.69	—
	⑨	23.5	33.64	8.19	3.71	0.54	0.04	0.11	2.44	불량
	아다폰미처리	19.0	32.82	7.45	0.50	0.10	0.00	0.36	0.03	—
	아다폰처리	19.0	32.51	7.27	0.37	0.13	0.00	0.42	0.05	불량

*①모래여과+ClO₂20ppm ②모래여과+자외선 ③모래여과+폭기(1차) ④모래여과+폭기(2차) ⑤모래여과+폭기(3차)+H₂O₂ 4ppm ⑥모래여과+폭기(4차)+H₂O₂ 4ppm ⑦유수(0.5회전/일)⑧유수(1.5회전/일) ⑨PSB 30ppm ⑩모래여과+폭기 ⑪모래여과 ⑫클로르칼키 ⑬자외선

5. 어병예방 첨가제 처리효과

가. 어병예방 첨가제 투여

1999년 5. 6~6. 9일(35일간) 분말황토, 시판비타민 및 유자정액을 사료에 첨가하여 넙치(10cm)에 투여한 결과 표 12과 같이 대조구는 생존율이 48%, 분말황토구에서는 79%, 유자정액구에서 59%, 시판 비타민 C구는 65%로 분말황토구에서 생존율이 양호하게 나타나 어류생산성 향상을 위한 첨가제로서의 시험효과가 있었다.

표 12. 어병예방 첨가제 투여후 생존율

시험구	첨가량(%)	생존율(%)
대조구	0	48.0
분말황토	0.1	79.0
유자정액	0.1	59.0
비타민 C	0.01	65.0

나. 약육시험

1) 포르말린과 분말황토에 의한 넙치의 스쿠치카충 구제시험

1999년 1. 27~2. 1일(6일간) 스쿠치카충에 감염된 넙치를 포르말린 100 ppm 처리 후 전량환수하는 방법을 2회 반복하고 분말황토(NATURA-F)를 1 g/L 로 처리 후 해수를 전량 교환하는 방법을 4일간 반복하였다. 결과는 표 13과 같이 상처부위의 점액에 부착되어 있는 스쿠치카충이 분말 황토와 흡착하여 탈락된 후 해수 교환에 의해 배출되므로 스쿠치카충이 구제되었다.

표 13. 포르말린과 분말 황토 처리에 의한 넙치 스쿠치카충 구제시험 결과

구분	처리회수	스쿠치카충구제여부	비고
포르말린	1	LE*	수온 15 ℃
	2	LE	
분말황토	1	LE	
	2	LE	
	3	LE	
	4	ND**	

*LE : 생존개체수 , **ND : 미검출

2) 분말 황토에 의한 넙치 스쿠치카충 구제

1999년 8. 25~9. 3일(10일간) 스쿠치카충에 감염되어 체표케양이 심한 넙치(20~22cm)를 포르말린 100 ppm에 1시간 약육하여 전량 환수한 후, 분

말 황토 1, 2 및 3 g/L를 매일 처리 후 다음날 전량 환수하는 방법을 반복하였다. 대조구는 분말 황토만을 3 g/L농도로 매일 처리 후 다음날 환수하는 방법을 반복하였다. 표 14와 같이 포르말린 1회 처리 후 분말 황토 6회 처리구와 대조구 모두 스쿠치카충이 검출되지 않아 분말 황토만으로 스쿠치카충을 구제할 수 있을 것으로 사료된다.

표 14. 분말 황토 농도별 넙치의 스쿠치카충 구제시험결과

시험구		경과일수							비고
포르말린 (ppm)	분말황토 (g/L)	1	2	3	4	5	6	7일	
100	1	LE*	LE	LE	LE	LE	LE	ND**	수온 24.5℃
	2	LE	LE	LE	LE	LE	LE	ND	
	3	LE	LE	LE	LE	LE	LE	ND	
0	3	LE	LE	LE	LE	LE	LE	ND	

*LE : 생존 개체 존재, **ND : 미 검출

IV. 참고문헌

- 김종현, 1998. 한방사료 첨가제인 어보산이 전 암컷 넙치의 성장, 체성분, 혈액성분 및 육질에 미치는 영향. 부경대학교 박사학위논문.
- 권문경, 1998. 구기자 투여 및 백신처리가 나일 틸라피아, *Oreochromis niloticus* 의 면역반응에 미치는 효과. 부경대학교 석사학위논문.
- 최혜승·문태석, 1997. 육상종묘배양장 어병예방을 위한 환경개선연구. 남해수산연구소사업보고서 253~268
- 최혜승·문태석·손팔원·정춘구, 1998. 육상종묘배양장 어병예방을 위한 환경개선에 관한 연구. 남해수산연구소사업보고서 275~288.
- 白杵考志·吉村研治·吉松陸夫, 1998. 海産小型ワムシ高密度培養過程における細菌數の變化とその制御. 水産増殖, 46(2) 193~201.
- 山野井英夫·惣明睦枝·實贇賀清邦, 1998. ワムシのニフルスチレン酸ナトリ

- ウム浴の効果持続時間と栄養強化剤の影響. 水産増殖, 46(1) 141~144.
- 三ツ村 元・長瀬俊哉・片山泰人・長光貴子・難波憲二, 1998. オゾン処理海水の *Paralichthys olivaceus* 卵に対する影響. 水産増殖, 46(1) 101~110.
- 實貫賀清邦, 1995. 海産魚介類の仔稚におけるウイルス性および細菌性疾病. 魚病研究, 30(1) 71~85.
- 安部信秀樹・實貫賀清邦・丸山敬悟, 1988. マダイ仔魚の腸管膨満症に関する細菌學的検討. 水産増殖, 36(1) 11~20.
- 岩畠田一夫・矢野原良民・石橋 制, 1978. マタイの種苗生産におけるへい死要因に関する研究. 魚病研究 13(2) 97~102.
- 岩畠田一夫・那 須司・田原 建, 1988. アユ種苗生産過程に発生したビブリオ病に対するニフルスチレン酸ナトリウムの薬治効果. 魚病研究 23(1) 67-68.
- 林孝一郎・木村俊夫・菅原 庸, 1975. アユの人工種苗生産における微生物學的研究-Ⅲ. シオミズツボウムシ及びタマミジンコの細菌汚染. 三重大學水産研報, 2, 81-91.
- 増村和彦・安部信秀樹・岡田直子・實貫賀清邦, 1989. ヒラメ仔魚の腸管白濁症原因菌として *Vibrio* sp. の分離. 魚病研究, 24(3) 135~141.