

전라북도 증양식 실태와 발전 방향

- 해산 어패류 양식을 중심으로 -



이정열 · 김병균* · 조영조*

군산대학교 해양과학대학 · *국립수산과학원 서해수산연구소

목 차

서 언

1. 전라북도 연안해역의 해양환경

가. 지리학적 요소

나. 해양학적 특성

2. 전북 수산업 현황

가. 일반현황

나. 전북 수산업발전의 저해 요인

다. 수산연구개발 방향

라. 수산연구개발 추진과제

3. 전북연안의 증양식 대상 품종

가. 황복 양식

나. 꽃게 양식

다. 비단가리비 양식

라. 환경 친화적 복합양식

서 언

전라북도는 삼한시대 마한의 중심지와 후백제의 도읍지이었으며, 고려와 조선시대에는 전라도의 관찰부로서 역사적으로 오랫동안 호남의 중심지로 유서 깊은 문화와 전통을 간직하고 이어온 금지를 가진 곳이다.

전북의 해안은 한반도 서쪽과 중국의 동쪽 해안으로 둘러싸여 있고 대륙붕으로 형성된 연안성 해역의 일부이다. 봄철에는 넓은 간석지와 얕은 수심에서 일사량의 영향으로 수온이 빠르게 상승하며, 환경의 변화에 따른 수산생물의 생리적 성숙이 빠르게 발달한다. 이러한 좋은 조건은 동해나 남해보다 빠른 시기에 먹이생물을 발생할 수 있으며, 수산생물의 중요 발생장으로서 천혜의 해역이 되고 있다. 또한 이 해역은 조석 간만의 차가 심하여 유속이 빠르며, 표층수와 저층수의 교환이 활발하고, 금강과 만경강, 동진강에서 유입되는 하천수의 영향으로 영양염이 어느 지역보다 풍부하며, 염분변화의 분포역이 다양하여 기수성 및 담수 회유성인 송어, 뱀장어, 황복 등 다양한 어족이 서식하고 양적으로도 풍부한 곳이다. 이 풍부한 영양염과 잘 발달한 갯벌을 터전으로 한 각종 미생물과 플랑크톤의 발생이 많아 고군산군도, 위도, 왕등도, 칠산어장 등이 어류로는 참조기, 넙치, 조피볼락, 패류로는 백합, 바지락, 갑각류는 꽃게, 대하의 산란장과 성육장으로 발달되어 왔으며, 부안지역에서 어획되는 주꾸미는 다른 지역보다 좋은 호평을 받고 있다. 이와 같이 전북 지역은 수산물이 풍부한 곳이나 해방 이후 국토개발과정에서 지리적인 여건 등을 이유로 공업화와 산업화가 신속히 이루어지지 못해 소외를 겪으면서 타 지역에 비해 경제적으로나 산업적으로 낙후되어온 실정이다.

최근 지역간·계층간의 불균형 현상을 탈피하려는 정부의 정책의지가 국토전역에 대한 균형개발로 나타나기 시작하였다. 아울러 중국 및 북방교역의 증대로 서해안의 중요성이 인정되면서 군장종합국가공단, 새만금간척사업 등이 이루어지고 있다. 그러나 그것만으로는 전북수산업을 발전시킬 수는 없다. 대하양식이 바이러스에 의해 쓸모없이 버려져 있는 축제식양식장, 새만금간척사업으로 갯벌에서 사라져가는 패류양식장, 환경오염에 의한 내수면양식장 축소 등이 전북수산업을 더욱 위축시키고 있다. 따라서 앞으로 수산행정은 수요자 중심의 행정체제로 전환하고, 새만금지구 종합개발, 기능성 인공어초 개발 및 투하, 대단위 복합 양식장 개발, 자율관리업 공동체 활성화, 서해안에 적합한新品种 양식개발을 부흥시켜야 전북 수산업이 일어설 수 있을 것이며, 전라북도를 중심으로 한 서해안 시대가 전개될 것이다.

1. 전라북도 연안해역의 해양환경

가. 지리학적 요소

전라북도의 연안 해역은 북으로는 연도~어청도 해역과 남으로 위도~하왕등도 해역이 포함될 것이고, 서쪽으로는 연안관리법에 따라 영해선까지 이다(그림1).

전라북도는 고흥군 고리포(북위 35° 26')~군산시 어청도(북위 36° 7')에 이르는 해역이 해안선에 접하고 있으며, 105개(유인도 25개, 무인도 80개)의 도서가 있고, 해안선의 연장길이는 전국의 4.1%인 444.8km(육지부 266.7km, 도서부 178.1km)로 비교적 단조로운 편이다(해양수산부, 1999).

북쪽으로 충청남도과 경계인 금강 하구는 북위 36°로 이곳에 위치한 군산항은 서쪽으로 중국 산둥성 청도와 거의 같은 위도선상에 있다. 그리고 서해안의 해안선 특성을 고려하여 위도 2° 간격으로 3등분 할 경우, 금강하구는 서해안의 중부해역과 남부해역의 경계선이 된다(한, 1989).

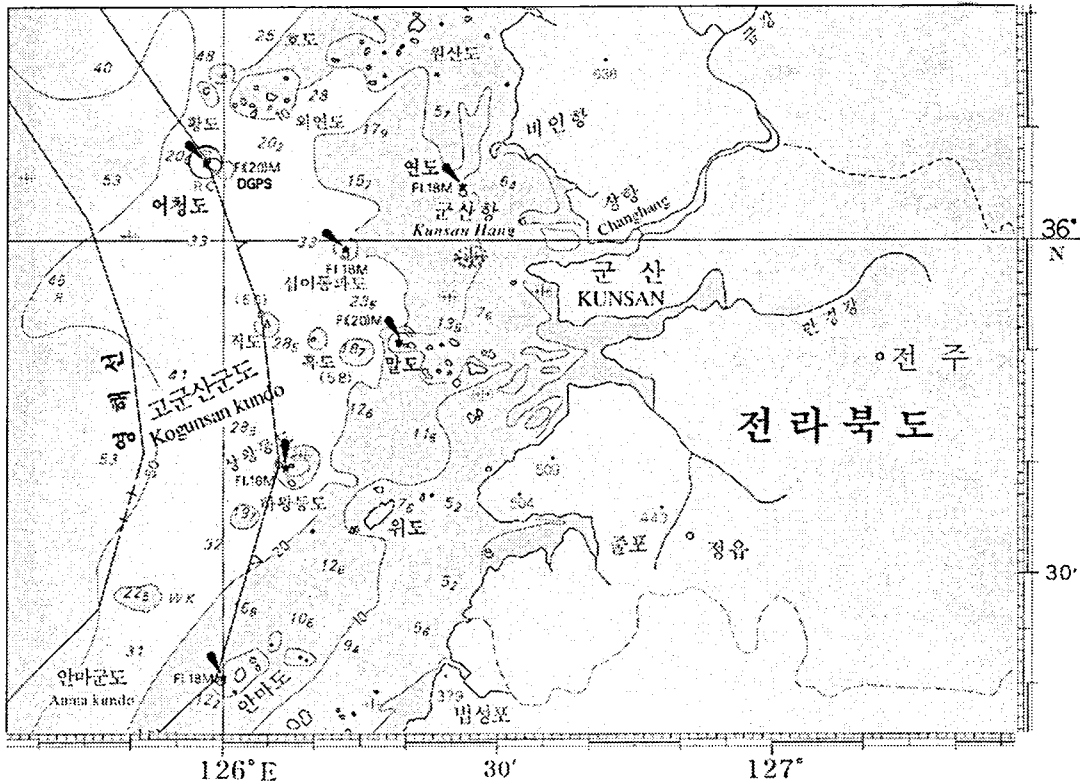


그림 1. 전라북도 연안해역도(국립해양조사원 발행 해도 No. 807).

또 전라북도 연안은 우리나라 3 대강의 하나인 금강을 비롯하여 만경강과 동진강의 담수가 유입되는 해역이다. 그러나 금강하구는 1994년부터 금강하구언이 설치되면서 수문이 폐쇄되어 연안해역으로의 담수유입이 조절되고 있으며, 만경강과

동진강 하구 역시 거의 완공단계에 있는 새만금 방조제에 의해 해수와 담수가 차단 될 날만을 남겨두고 있다.

전라북도의 갯벌면적은 새만금 방조제에 의해 소실되는 내측 갯벌 208km² (전북 갯벌의 64.7%)를 제외하면, 전국의 4.7%인 113.6km² (군산시 22.3km², 부안군 16.9km², 고창군 74.4km²) 가 된다.

해저지형은 완만하여 변산반도 서단으로부터 서쪽으로 약 14km 떨어져 있는 위도와 고군산군도 및 연도를 연결하는 해역은 수심이 10m 내외이며, 십이동파도까지의 해역 수심은 20m 이내이고, 어청도까지 해역의 수심이 50m 내외이다.

연안 표층 퇴적물은 서천-군산 연안에는 주로 모래가 분포하고, 부안 및 고창 연안에는 모래질 실트(silt)가 분포한다. 퇴적물의 입도 조성은 서천-군산 연안에는 모래 68%, 실트 30% 이내이고, 고창에서 무안 연안은 모래 44~52%, 실트 43~51% 함량의 분포이다. 점토(clay)의 경우는 5% 내외로 다른 지역과 유사한 함량 분포이다(국립수산과학원, 2002).

나. 해양학적 특성

(1) 해류

겨울철 강한 북풍은 우리나라 서해안을 따라 남하하는 연안류(서해안연안수)를 일으킨다. 이 남향류는 수온과 염분이 낮은 반면에 탁도가 높다(이, 1992). 한편, 황해의 중앙부에는 역풍류가 형성되어 대마난류의 일부가 북서쪽으로 침투하여 황해난류라고 불리운다.

여름에는 황해 내부에서 강한 일사량에 의해 바다 표면이 가열되면서 수온약층(수심 약 20m)이 생성되어 상층부의 난수(暖水)는 동계에 형성된 균질한 냉수와 뚜렷이 구분된다. 이 저층 냉수를 황해저층냉수라고 한다. 서해 연안역에는 수심이 낮고 조류(潮流)가 강하여 조석혼합이 왕성하기 때문에 해수는 수직적으로 균질화 된다. 따라서 상층수의 수온은 황해중앙부의 수온보다 낮아서 이 부근에 강한 수온전선(水溫前線)이 형성되어 조석전선(潮汐前線)을 이룬다. 반면에 저층수의 수온은 황해중앙부의 수온보다 높아진다(승, 1992).

황해의 해류는 대체로 미약하며, 해류보다 조류(潮流)의 영향이 크다.

(2) 조류

비교적 규칙적인 창·낙조류가 북동~남서 방향 또는 동~서 방향에서 일어나며, 남측해역의 유속이 북측해역에 비해 다소 강한 편이다. 새만금 방 조제 공사가

완료시에는 주변의 조류형태가 바뀔 수 있다.

어청도~고군산군도 해역의 창조류는 북류 또는 북동류하고, 낙조류는 남서류한다. 창(낙)조류는 군산외항의 저조 후 0.3~1.2(고조 후 0.9~1.3)시경에 전류하여 고조 후 0.9~1.3(저조 후 0.3~1.2)시경까지 지속된다. 최강창(낙)조류는 군산외항의 고조 전 1.9~2.4(저조 전 1.8~3.0)시경에 평균대조기 최강유속이 1.1~2.0(1.3~1.9)kn에 이른다.

연도~고군산군도 해역의 창조류는 전반적으로 북동향을 보이나 말도 북측에서는 지형세를 따라 동류하며, 낙조류는 이와 반대로 흐른다. 창(낙)조류는 군산외항의 저조 후 0.4~0.8(고조 후 0.5~1.2)시경에 전류하여 고조 후 0.5~1.2 (저조 후 0.4~0.8)시경까지 지속된다. 평균대조기 최강창(낙)조류는 군산외항의 고조 전 2.0~2.9(저조 전 2.4~3.1)시경에 최강유속이 1.0~1.7(0.8~1.7)kn에 이른다.

고군산군도 해역에는 많은 도서가 산재하고 동측에는 새만금방조제 공사가 진행중으로 유향이 복잡한 양상을 보인다. 창(낙)조류는 군산외항의 저조 후 0.4~1.4(고조 후 0.5~1.7)시경에 전류하여 고조 후 0.5~1.7(저조 후 0.4~1.4)시경까지 지속된다. 평균대조기의 최강창(낙)조류는 고조 전 2.5~2.9(저조 전 2.2~4.1)시경에 1.2~2.7 (1.1~3.1)kn에 이르며, 최강유속은 신시도 남측의 새만금방조제 개구부에서 나타난다.

격포리 서측해역에서는 외해로부터 유입된 창조류는 북동류하고 일부는 줄포항 입구로 2.5kn 이상 강하게 유입되며, 낙조류는 이와 반대로 흐른다. 창(낙)조류는 군산외항의 경우 저조 전 0.9~저조 후 0.5(고조시~고조 후 1.7)시경에 전류하여 고조시~고조 후 1.7(저조 전 0.9~저조 후 0.5)시경까지 지속된다. 평균대조기 최강창(낙)조류는 군산외항 조석의 고조 전 2.5~3.1(저조 전 3.5~4.7)시경에 최강유속이 0.8~2.8(0.8~2.7) kn에 이른다.

위도~상왕등도 해역의 창조류는 강하게 북동류하고 낙조류는 남서류하며, 상왕등도와 하왕등도 사이에서 최강유속이 나타난다. 창(낙)조류는 군산외항의 저조 후 0.1~0.5(고조 후 0.4~1.0)시경에 전류하여 고조 후 0.4~1.0(저조 후 0.1~0.5)시경까지 지속된다. 최강창(낙)조류는 주류에서 고조 전 2.3~2.9(저조 전 2.3~3.3)시경에 평균대조기 최강유속이 1.4~3.2 (1.5~2.9)kn에 이른다(국립해양조사원, 2000).

(3) 년평균 표면수온

주요 연안정지 해양관측소에서 장기간 조사한 월평균 표면수온의 최저 및 최고치를 보면(표 1), 군산내항은 1월에 2.30℃, 8월에 27.29℃로 연교차는 25.0℃이다. 고군산군도의 말도등대는 2월에 4.05℃, 8월에 23.75℃로 연교차는 19.7℃이다.

어청도등대는 2월에 4.99℃, 8월에 23.78℃로 연교차는 18.8℃이다.

한편, 1916~1995년까지 서해연안 등대에서 관측한 표면 수온자료를 분석한 결과에 의하면, 100년 동안에 겨울철 수온이 1.3℃ 상승하였고, 여름철 수온이 0.9℃ 하강하여 연교차는 2.2℃ 작아졌다(한, 2001).

표 1. 전북연안 누년평균 표면수온(℃)

관측소	1월	2월	8월	연교차	자료년수	관측년도
군산내항	2.30	-	27.29	25.0	52	1939~2000
말도등대	-	4.05	23.75	19.7	34	1967~2000
어청도등대	-	4.99	23.78	18.8	60	1933~2000

<자료 : 국립수산과학원, 연안정지 해양관측 성적, 2002>

(4) 누년평균 수층별 수온, 염분, 용존산소 및 동물플랑크톤 분포

고군산군도의 말도등대 서쪽(270°)방향의 10개 정선해양관측점 중 전북연안의 서쪽경계인 영해선까지 3개점의 조사개요는 표 2와 같다.

표 2. 전북연안의 장기 정선해양조사 개요

정선	정점	위 치 (말도등대 서쪽)	수심(m)	자료년수	관측년도
309	01	7.4km	29	39년 (동물플랑크톤은 30년 자료)	1961~2000 (동물플랑크톤은 1966~1995)
	02	25.9km	45		
	03	44.4km	54		

<자료 : 국립수산진흥원, 한국근해 30년 평균 동물플랑크톤현존량 및 변동 범위(1966~1995), 1998/한국해양편람 제4판, 2001>

위와 같이 조사한 결과를 겨울철(2월)과 여름철(8월)로 구분하여 항목별로 정리하면 표 3과 같다.

표 3. 전북연안의 동·하계 수층별 수온, 염분, 용존산소 및 동물플랑크톤(mg/m³)

누년 평균치

항목	수층 (m)	2월			8월		
		309/01	309/02	309/03	309/01	309/02	309/03
수온 (°C)	0	4.76	5.15	5.60	25.27	25.36	26.04
	10	4.69	5.10	5.64	24.13	23.76	24.54
	20	4.67	5.15	5.67	22.42	21.10	20.75
	30	-	5.11	5.66	-	18.65	17.59
	50	-	-	5.99	-	-	16.16
염분 (%)	0	32.35	32.45	32.48	31.63	32.05	32.23
	10	32.37	32.45	32.51	31.94	32.18	32.35
	20	32.41	32.47	32.53	32.12	32.47	32.53
	30	-	32.49	32.54	-	32.60	32.79
	50	-	-	32.50	-	-	32.83
용존산소 (mg/L)	0	7.04	7.01	7.13	5.10	5.13	4.93
	10	7.00	7.06	7.03	5.21	5.19	5.06
	20	7.01	6.96	7.01	5.01	5.11	5.28
	30	-	-	6.93	-	5.03	5.16
	50	-	-	6.82	-	-	5.07
동물플랑크톤 (mg/m³)		83.42	-	71.26	159.00	-	125.91

2월에는 수온 4.67~5.99°C, 염분 32.35~32.54%, 용존산소 6.82~7.13mg/L로 겨울철 표면 냉각과 강한 북서계절풍에 의한 수직혼합으로 상·하층이 비슷한 분포를 보이며, 연안측에서 외해측으로 갈수록 약간 높은 분포이다. 동물플랑크톤 현존량은 71.26~83.42mg/m³으로 서해 평균 현존량(56.81mg/m³) 및 남해 평균 현존량(49.54mg/m³) 보다 높다.

8월에는 0~10m층 수온 23.76~26.04°C, 염분 31.63~32.35%, 20m층 수온 23.76~24.54°C, 염분 31.94~32.35%, 20~50m층 수온 16.16~22.42°C, 염분 32.12~32.83%로 20m층을 중심으로 수온과 염분 약층이 형성되고, 외해측으로 갈수록 표층에서는 수온과 염분이 높아지는 반면에 수심 20m 아래층에서는 수온이 낮아지고 염분은 높아지는 경향을 보인다. 용존산소는 4.93~5.28mg/L로 2월보다 낮은 분포이다. 동물플랑크톤 현존량은 2월보다 약 85% 많은 125.91~159.00mg/m³로 연안측이 높은 분포이며, 서해 평균(119.66mg/m³) 보다 높고, 동해 평균(61.18mg/m³) 및 남해 평균(76.75mg/m³)보다는 2배 정도 높다.

(5) 연안 해수와 퇴적물의 COD(화학적산소요구량)

2003년 전북의 군산 연안, 전주포 연안 및 고창 연안 해수의 COD는 2월에 전체 범위는 1.02~4.52mg/L, 연안별 평균값은 1.59~2.44mg/L로 군산항내를 제

외하고는 해역기준 II등급(2mg/L 이하) 이내이다. 그리고, 군산연안에서는 전년에 비해 다소 높았으나, 다른 연안에서는 2~22% 정도 낮았다.

8월에 전체범위는 1.05~2.70mg/L, 연안별 평균값은 1.34~1.83mg/L로 군산연안의 저층에서 최대값을 보였으나, 모든 연안이 해역기준 II등급 수준이었다. 그리고, 고창과 전주포 연안이 표층은 전년대비 7~35% 높은 반면, 이들 두 연안의 저층 및 군산연안의 표·저층은 전년대비 1~28% 낮았다(국립수산과학원, 2004).

그리고 2003년 2월에 군산연안 2개점과 전주포·고창연안 2개점에서 조사한 퇴적물의 COD를 보면, 군산연안은 2.00~3.66mg/g.dw, 전주포·고창연안은 6.78~8.18mg/g.dw로 오염퇴적물기준(일본수산자원보호협회, 1982)인 20mg/g.dw 이내이다(국립수산과학원, 2003).

2. 전북 수산업 현황

가. 일반현황

- 전북의 해안선은 483km로 전국의 5.8%, 연안해역은 5,000km²이며, 갯벌면적은 113.6km²이다.
- 도서는 105(유인도 25, 무인도 80), 어항은 49개(국가 6, 지방 12, 어촌정주 31)이며, 어선수는 4,845척(동력선 4,681 무동력선 164)이다.
- 유통시설은 25개소, 가공시설은 93개소이다.
- 어촌계는 64개소(군산 20, 김제 12, 고창 13, 부안 19)로 전국의 3.5%이며, 어가 및 어업인은 4,430호, 12,814명이다.
- 천해어장개발적지는 15,000ha이며, 개발 7,647ha, 미개발 7,353ha이다.
- 내수면 면적은 댐, 호, 저수지를 포함하여 13,394ha이며, 개발 7,272ha, 미개발 6,122ha으로 전국의 8.2%이다.
- 어업허가는 3,946건으로 근해 290건, 연안 3,656건이다.
- 수산물 생산은 2002년도에 67,131톤(1,253억)으로 전국의 2.7%이다.
- 2002년도 해면 및 내수면 어업권 및 양식 수산물 생산량은 표 4 및 5와 같다.

표 4. 해면 양식 수산물 생산 현황

(단위 : 톤, 백만원)

구 분	어업권		생산량	생산금액
	건수	면적(ha)		
총계	618	7,646.95	20,027.7	31,568.2
어류 소계	76	413.98	517	3,342
패류 소계	335	3,225.74	7,417.4	12,203.5
해조류 소계	86	2,420.06	11,203	10,149
복합양식	11	146	20	28
정치어업	18	128.35	58	540
마을어업	37	1,204	306.6	203.5
육상 종묘	15	3.05	5.5	535
허가 및 신고어업 등	40	105.77	500.2	4,567.2

표 5. 내수면 양식 수산물 생산 현황

(단위 : 톤, 백만원)

품종별	생산량				생산금액
	계	면허	허가	신고	
총 계	10,237.92	523.2	120.02	9,594.7	68,866.2
뱀장어	3,193	199	2	2,992	36,565
미꾸라지	4,955.5	-	4	4,951.5	22,492
잉 어	156.2	2	18	136.2	602.6
붕 어	160.8	4.2	55	101.6	771.8
메 기	922	-	17	905	2,381
가물치	145	3	9	133	1,003
민물돔	62	-	-	62	233.5
송 어	91	-	-	91	724
빙 어	320	315	5	-	960
자 라	63.1	-	-	63.1	2,005
관상어 등	169.32	-	10.02	159.3	1,128.3

나. 전북 수산업발전의 저해 요인

- 전북의 수산세력은 전국의 2.7%, 어가소득은 82.6% 수준이고, 어업인구, 어선 및 양식 어업권 등 어업생산구조는 전국의 2.2~6.4% 수준으로 전반적인 약세에 놓여있다.
- 국내적으로는 수산업은 국민의 동물성단백질 섭취량의 36%를 공급하는 주요 식량산업이나 자원남획으로 인한 자원감소, 매립, 간척에 따른 연안어장 축소, 해양환경오염 등으로 어업경영이 점점 악화되고 있는 실정이다.
- 국외적으로는 WTO, FTA, FAO 협정이 주요 현안으로 대두돼 대외경쟁력에 밀려 더욱 어려움을 가중시키고 있고, 한·중·일간 어업협정에 따른 조업어장 재편 등 새로운 어업질서가 형성되고 있으며, 수산분야의 관세인하, 보조금철폐, 과도어획방지 의무강화 등 지속가능한 어업과 환경보전에 대한 요구가 증대되고 있다.
- 수산업이 노동과 자본 위주에서 지식과 기술을 위주로 전환되고 있으며, 환경친화적인 양식과 수산가공 등 첨단기술에 대한 수요가 증가되고 있고, 젊은 인력들이 3D 직종으로 분류된 수산업에 종사하길 꺼려하고 있어 인력절약형 및 선택적 어획을 위한 어선어구업법의 개발이 절실히 요구되고 있다.
- 무계획적인 연안이용개발로 환경악화 및 자원이 감소되고 있고 새로운 어업질서 형성에 대비한 사전적 대응이 미비한 육지중심의 개발정책이 추진되고 있으며, 양적성장에 비하여 발전기반이 취약하고 생산, 경영, 마케팅 등에 있어 선진국과의 지식기술격차와 고부가가치 창출한계, 수산업 기반위축 등으로 수산업 경쟁력 기반이 매우 취약한 실정이다. 또한 환경오염, 연근해 수산자원 감소에 대한 새로운 어업자율 관리체제 구축미비로 수산자원을 합리적으로 이용·보전하려는 준비가 미흡하며, 수산정책 우선순위의 미확보로 인한 적절한 투자미흡과 수산기술 전문인력 양성 소홀로 수산업이 낙후되고 있다.

다. 수산연구개발 방향

- 수산발전의 기본과제는 앞으로 미래세대에 물려 줄 건강하고 풍요로운 바다를 조성하기 위하여 전북의 연안해역을 해양생명의 공간으로 재창조하고 아름다운 휴식처로 유지, 복원하여 수산자원 생산기반 확충과 해양환경 변화에 능동적으로 대처 해양생태계를 보전하여 수산업의 경쟁력확보를 위한 21세기 지식, 정보화 시대에 맞는 전통적 수산산업을 지식기반 산업으로 혁신하여 경영, 생산기술 등 지식, 기술격차, 경쟁력을 해소하여야 하며, 수산자원의 지속 가능한 개발이용을 위하여 새로운 어업지형에 적합한 수산자원관리체제 개편과

- 구조혁신, 수산자원 공급기반 확충, 어촌·어항의 휴양 단지화 개발이 필요하다.
- WTO, FTA, FAO, TAC 와 한·중·일간 어업협정 등 대내외적인 환경변화에 신속적으로 대응할 수 있는 유연한 행정체제 구축을 위한 수요자 중심의 행정체제로 전환하고, 새로운 기술개발을 위한 우수한 전문인력양성, 중앙정부·지방자치단체·민간의 역할을 균형있게 정립하는 것 등이 필요하다고 본다.

라. 수산연구개발 추진과제

- 새만금지구 어장 및 어종개발

새만금사업지구가 완공되면 농경지를 활용한 관광농업, 산업관광, 담수호의 내수면을 이용한 수상형 레크레이션, 해상시설을 포함하는 마리노폴리스, 가두리양식, 대단위 복합 입체식 양식어장의 개발과 연안어장의 권역별·기능별 통합관리, 도서특성을 살린 해양환경도와 수산자원도를 작성하여 도서의 지속가능한 양식개발, 방조제, 바다경관 등이 이루어 내고 있는 복합적인 관광요소를 충분히 활용할 수 있어야 할 것이다.
- 갯벌형 바다목장화사업 개발

새만금사업 등 대규모 매립간척에 따른 생태계변화를 지속적으로 모니터링하고, 왕등도, 위도, 말도, 어청도 등의 해역에 어업자원의 지속가능한 개발을 위하여 기능성 인공어초를 집중 투하하고, 외해에 내파성 중층가두리에 의한 넙치, 조피볼락 등 정착성 어류, 채롱식에 비단가리비, 피조개 등 패류, 수하식으로 굴, 우렁쉥이, 다시마 등 생산성 향상을 위한 양식방법이 개발되어야 하겠다.
- 대단위 복합 양식단지 개발

서해안 축제식 대하 양식업이 1990년대초 수산양식산업에 선도적인 역할을 하여왔으나 1995년도 이후 매년 질병에 의해 축제식 양식업이 붕괴상태에 와 있다. 따라서 먹이연쇄 및 생물특성을 이용한 친환경 혼합복합양식어업을 학계와 연구기관에서 기술을 개발하여 지원하고 양식어업인이 경영을 한다면 지역경제의 활성화에 기여하고 어업인의 균등한 소득이 보장될 수 있으며, 또한 대하 바이러스에 의해 휴면되고 있는 전국의 축제식양식장에 활력을 불어 넣을 수 있을 것이다.
- 자율관리어업 공동체 활성화

지금은 인공종묘방류, 금어기 등 자원관리를 잘해도 어선의 현대화, 어장의 황폐화로 인해 수산자원이 줄어드는 현상에 대해 그 해법이 보이지 않고 있다. 동해안이나 남해안의 어촌계보다 전북지역 어촌계의 공동어업은 미미한 실정이다. 따라서 각 어촌계를 보다 활성화시켜야 한다. 관내어장을 가장 잘 아는

사람은 행정관료나 수산기술자가 아니라 바로 그 지역에서 어업활동을 하고 있는 어업인이다. 그들이 마을 공동사업에도 적극 참여하고, 어업인 스스로 자원 관리를 하여야 만이 내 어장을 제대로 지킬 수 있고 어업인 스스로가 발전할 수 있을 것이다.

○ 현안문제 해결과 실용수산기술연구 중추적·선도적 역할

전북수산발전을 위하여 수시로 유관기관 및 어업인을 초청 또는 방문하여 간담회, 워크숍, 심포지움 및 공동연구 등의 활성화를 통한 지역수산 부흥방안을 공동으로 추진하고 서로간의 공감대를 형성하여야 할 것이다.

3. 전북연안의 증양식 대상 품종

서해안에는 광활한 갯벌과 천해가 잘 발달되어 있고 육상에는 넓은 간척지와 활용되지 않는 폐염전이 산재하여 있어 이를 양식장으로 이용개발하면, 육상수조식 양식에 비해 시설비나 운영비 등 생산경비가 적게 들고, 그 양식장 특성에 맞도록 적절한 품종을 개발하여 생태적 양식을 실시한다면 경쟁에서 우위를 점할 수 있다. 그러나 서해안에서 양식되고 있는 주종이 새우양식에만 치우쳐 있어 축제식 양식환경의 특성을 제대로 응용한 어류양식이나 생태적 복합양식이 이루어지지 않고 있다. 따라서 서해안의 지형적, 해양적 특성에 따라 부합되는 양식 대상종으로 축제식 양식에 꽃게, 황복양식, 축제식 복합 양식에 황복, 대하, 해삼을 수용하여 양식할 수 있을 것이며, 해상양식에는 채롱식 가리비 양식이 개발되어야 할 것이다.

가. 황복 양식

황복은 복어목 참복과(Family Tetraodontiformes)에 속하며, 몸은 복어형으로 두툼고 둥글며, 등지느러미와 뒷지느러미의 위치는 다른 복어류와 같다. 꼬리지느러미 끝은 약간 둥글다. 몸에는 작은 가시가 발생하는데 성체에서는 가슴지느러미의 앞 뒤 부분에도 가시가 나타나므로 가시가 발생하는 부위는 서로 연결된다. 비공(鼻孔)은 짧고 움기되어 있으며, 등과 배에 작은 가시가 많이 있다. 살아있을 때 체색은 전체적으로 황색을 많이 띠는데 등쪽은 검은색으로 가슴지느러미 상후방과 뒷지느러미 기저부에 커다란 검은색 반점이 있고 배쪽은 백색이며, 체측 중앙을 따라서 황색선이 지난다. 모든 지느러미는 검은색을 띠며 가슴지느러미는 다소 밝은 색이다. 황복은 중국에서 1990년 초에 시작하여 현재는 연간 약 5,000톤을 생산하고 있다. 우리나라는 1995년 국립수산과학원 보령수산종묘시험장에서

기술개발을 시작하여 현재는 9개소에서 183만마리의 종묘를 생산하고 있고, 양식은 13개소에서 육상의 순환여과식과 해상가두리 양식에 의해 87톤이 생산되어 미미한 실정이다. 따라서 황복양식은 앞으로 축제식양식 등으로 더욱 개발이 이루어져야 하며, 특히 황복은 염분에 대한 적응력이 매우 강해서 내수면, 기수지역, 해수지역 등에서 모두 양식이 가능하다.

1) 생태학적 특징

황복은 우리나라 서해연안(금강하구, 한강, 임진강, 대동강), 황해, 동지나해에 분포하고 우리나라와 중국의 황해로 유입되는 하천의 중·상류 지역에 서식한다. 서식수온은 15~22℃로서 어린 황복은 바다로 내려가서 성어가 될 때까지 살다가 성장하여 산란기에 민물로 올라온다. 그러나 강에 머무는 기간은 짧다.

황복의 회유는 이른 봄부터 서해 중부 연안 및 중국과의 어로 경계선 부근에서 어획되고 있지만 그 양은 극히 적고, 가을부터 초겨울에 이르는 시기에 강화도와 백령도 부근에서 1~2년생 미성어 등이 일부 어획되는 것으로 알려져 있다. 그 이후 겨울을 보내기 위해 보다 따뜻한 수역인 서해 중부 지역이나 동지나해 등으로 이동한다.

황복의 산란기는 4월 하순~6월 상순(5월 중순)경 봄에 진달래꽃이 필 무렵이며, 산란을 위해 강의 중·상류로 올라온다. 산란장은 바닥에 자갈이 깔린 여울이고, 조수의 영향을 받지 않는 곳이다. 산란 어미의 크기는 전장 30~40cm, 체중은 0.6~1.5kg 정도이다.

어미의 산란습성은 산란기에 성숙한 수컷이 연안으로 접근하고 하천의 중류인 산란장에 먼저 도달하여 암컷을 기다리면 하류에서 완전히 성숙한 암컷이 강의 상류로 이동하여 여울목에 산란하고 수컷이 방정하여 수정한다. 산란을 마친 암컷은 하류 및 바다로 다시 내려가는 반면에 수컷은 여러 번 방정을 위해 산란장에 머문다. 식성은 육식성으로 가까운 바다에서 새우류, 게류 등 작은 동물을 비롯하여 어린 물고기나 물고기 알 등을 먹는다.

2) 황복의 양성

□ 사육수온 및 염분

황복 양식에서 가장 중요한 요소 중의 하나는 수온이며, 수온이 낮으면 성장속도가 느리고, 어체가 쇠약해져 질병에 감염되기 쉽다. 경제적인 측면에서도 장기간의 사육은 문제가 있으며 적정수온을 유지하여 단기간에 상품가치의 크기로 사육하여야 한다.

황복 양식의 적정수온은 23~28℃이며, 26℃ 전후가 최적수온이다. 황복은 10℃ 이하가 되면 섭식을 전혀 하지 않고 5℃ 이하에서는 폐사에 이른다. 따라서 황복을 양식할 때는 최소한 20℃ 이상을 유지시켜 주어야 성장이 양호하다. 그러나 수온이 낮은 동절기에 가온을 하는 것은 많은 경비가 소요되므로 적정수온을 유지하기 위해서 지하해수를 이용하거나 순환여과식 양식방법을 많이 이용하고 있다.

황복은 염분 내성이 매우 강하여 내수면, 기수지역, 해수지역 등 여러 곳에서 양식이 가능하나 성장 및 생존은 염분농도가 10~20‰에서 가장 양호하다. 따라서 일부 내수면의 순환여과식 양식에서는 소금을 주기적으로 첨가하여 염분농도를 2~3‰ 내외로 하여 사육하는 경우도 있다.

□ 사육 밀도

황복은 복어양식에서 나타나는 공식현상과 꼬리지느러미 결손을 방지하기 위하여 다른 어류에 비하여 적정 사육밀도가 매우 중요하다. 황복 치어의 사육에서 체장 10cm 전후에서는 100마리/㎡ 정도가 적당하다. 150마리/㎡ 이상에서는 느리다. 특히 250마리/㎡ 이상에서는 성장이 느릴 뿐만 아니라 고수온기인 8월에 백점충과 활주세균증에 의해 폐사가 발생할 수 있다. 체장 20cm, 체중 200~300g의 황복은 직경 8m, 수심 1m인 50톤 원형수조에서 약 2,000마리 내외로 사육이 가능하며, 이 시기에 사육밀도는 40마리/㎡ 정도가 알맞다.

□ 용존산소

수중의 용존산소(Dissolved oxygen)는 사육 중인 어류의 호흡활동에 중요하며, 어류가 먹이를 섭취하고 배출된 배설물질을 분해하는 미생물의 활동을 위해서도 매우 중요하다. 수온이 높아 호흡활동이 증가하는 주 성장 시기에는 인위적으로 공기를 강하게 넣어주어야 하며, 어느 때라도 용존산소량을 5mg/L 이상으로 유지해주어야 한다.

□ 성장

육상 양식시 적정 수온조건(23~28℃)에서 성장은 부화 후 2개월에 체장 3.5cm(체중 1.2g), 6개월에 체장 14cm(체중 50g), 12개월에 체장 16cm(체중 150g)로 성장하며 부화 후 19개월에 체장 19cm(체중 310g), 36개월이면 체장 24cm(체중 500g)로 성장한다.

□ 질병

황복양식 과정에서 구체적으로 밝혀진 질병은 없으나 지금까지 사육과정에서 발견된 질병으로는 월동 후 봄철 수온 상승기부터 여름철 고수온기에는 백점충이 많이 발병하며, 세균성 질병인 활주세균증 및 바이러스성 질병인 구백증이 나타나므로 평소 적정밀도를 유지하고 질병이 발생하면 병든 황복을 빨리 제거해 사전에 질병의 확산을 막아야 한다.

3) 황복의 양성 방법

황복의 양성에는 가두리 양식, 축제식 양식, 순환여과 양식이 있으며, 가두리 양식과 축제식 양식은 겨울철에 수온이 낮아 이용할 수 없다는 단점이 있다.

□ 가두리(그물) 양식

수질이 깨끗하고 태풍 등 파도의 영향을 피할 수 있는 곳으로 육상으로부터 오염원 유입이 없는 곳을 선택한다. 투명도는 3m 이상으로 바람을 피할 수 있는 내항(內港)을 선택한다. 수심은 그물높이의 2배 이상 되어야 하고, 원형이나 사각형의 대형그물을 사용하여야 하며 놓아기르는 밀도는 2~3kg/m² 되도록 한다.

□ 축제식(제방) 양식

기존의 새우양식장이나 폐염전 등을 개조하여 양식한다. 면적은 1,000~2,000평이 가장 좋고 깊이(수심)는 대체로 2~3m 정도로 한다.

물의 입수와 배수 계통 및 도망 방지조치가 잘 되어 있어야 하며, 놓아기르는 밀도는 50~100g의 치어로 200평당 500~1,000마리가 적당하다.

□ 순환여과 양식

실내 순환여과에 의한 양식의 밀도는 비교적 높으며, 무게가 100~200g인 황복의 밀도를 m²당 20~30마리로 하면 다 자란 황복은 m²당 10~15kg 이다. 그러나 순환여과 양식은 초기 시설비와 가온 등 유지비가 많이 들기 때문에 일반적으로 발전소의 잔여 열수(熱水) 또는 온천수를 이용하여 겨울을 넘기면 생산 단가를 낮출 수 있다.

4) 황복 시험양식

우리나라 황복양식은 아직 미미한 실정이라 순환여과양식, 축제식 양식에 대한 연구결과가 거의 없는 실정이다. 따라서 여기서는 국립수산과학원 서해수산

연구소에서 순환여과 및 축제식 양식 시험을 실시하여 매우 양호한 성과를 얻음으로써 양식전망이 한층 밝아져 그 결과를 소개한다.

□ 순환여과 양식

1년생 어린 황복은 체장 2.7~3.3cm, 체중 1.47g 크기를 2003년 6월 18일에 입식하여 10월 29일까지 양성한 결과 어체 체중 50g 내외까지는 사육수 1톤당 300~400마리가 성장이 좋았고 수질관리를 잘하면 생존율을 80% 이상을 유지할 수 있다. 이를 일반양식장에서 같은 기간동안 사육하면 1년생 종묘의 성장이 20g 전후인 것과 비교하면 순환여과양식이 높은 성장을 보였다. 특히, 황복 양식에서 문제가 되는 꼬리지느러미 결손은 300~400마리의 저밀도로 양식할 경우 전혀 문제가 없으며, 500~600마리에서도 드물게 나타났다.

2년생인 중간종묘의 순환여과 양식시험은 50톤 원형수조에 평균체장 10.4cm, 평균체중 117.4g의 크기로 7,000마리(사육밀도: 140마리/㎡)이었으며, 사육기간은 2003. 5. 22~10. 29(161일간) 이었다. 먹이공급은 황복 치어용 배합사료(침강)를 1일 2~3회 급여하였으며, 양식 수질환경은 수온 20.3~27℃, 염분 1.8~3.2‰, pH 3.1~6.0, 용존산소 5.6~7.3mg/L 으로 사육한 결과 평균 117.4g에서 175.9g으로 성장하여 56.9g이 증가하였고, 담수순환여과 양식시 100g급 이상에서는 성장속도가 매우 느린 것과 비교된다. 생존율은 사육기간동안 98%로 높게 나타났다.

□ 축제식 양식

1년생 어린 황복은 350평(1,150㎡) 축제식 양식장에 평균체중 1.20g 크기의 14,000마리(평당 40마리)이었으며, 사육기간은 2003년 6월 18일 부터 10월 29일 까지(134일) 이었다.

먹이 공급은 순환여과식과 동일급여를 실시하였다. 양식 수질환경 수온 11.9~28.9℃, 염분 4.6~9.9‰, pH 8.1~11.4, 용존산소 7.0~9.0mg/L 으로 사육한 결과 평균체중 1.20g에서 평균체중 59.4g 으로 성장하였으며, 축제식으로 양성시험결과 같은 크기의 종묘 및 동일 사육기간에 순환여과식 양성보다 10~20g 빠르게 성장하였다(그림 2).

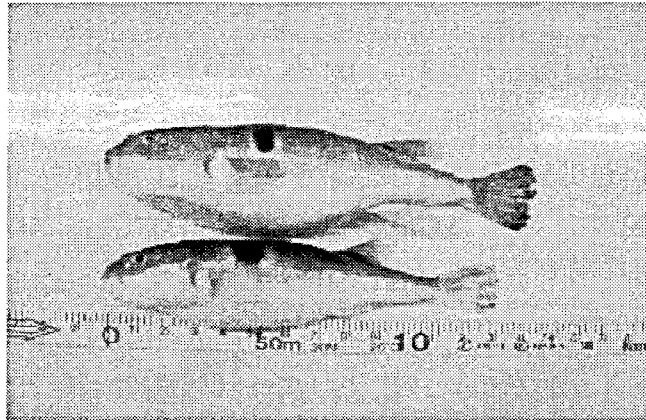


그림 2. 순환여과(하), 축제식(상) 성장 비교

생존율은 56.4%로 순환여과식 74.8~80.7% 보다 낮았다. 그러나 입식당시 꼬리지느러미 결손율이 90% 이상으로 높았으나 방양 1개월 후에는 거의 완전하게 재생되었다.

2년생 종묘의 축제식 양식은 350평(1,150㎡) 축제식 양식장에 평균체중 150g 크기의 7,000마리(평당 20마리)이었으며, 사육기간은 2003년 4월 20일부터 9월 23일 까지(156일) 이었다. 먹이 공급은 넙치 부상사료를 1일 2회로 어체 체중의 0.9~1.7%를 공급하였다. 양식 수질환경 수온 12.0~27.1℃, 염분 12.3~31.0‰, pH 6.97~8.60, 용존산소 5.9~9.4mg/L 으로 사육한 결과 평균체중 150g에서 평균체중 330g으로 180g 이 증가되어 순환여과식에 비해 1년 정도 양성기간을 단축하였으며, 특히 자연산에 가까운 우량 상품이 생산되었다. 입식시 꼬리지느러미 결손율이 60% 이상이었으나 축제식 양식장에 입식 2개월 후 거의 완전히 회복되었으며, 생존율은 순환여과 양식과 비슷하게 나타났다.

나. 꽃게 양식

전라북도는 지역특성상 양식 가능한 품종이 극히 제한되어 있으며, 육상양식은 폐염전 및 축제식을 활용한 대하양식이 대부분을 차지하고 있다. 그러나 1993년부터 바이러스성 질병 등에 의해 매년 대량 폐사가 발생하고 있으며, 이로 인한 어업인의 손실이 해마다 크게 증가하고 있다. 따라서 새우양식의 폐사로 휴면 중인 축제식 양식장과 미이용 폐염전을 꽃게 양식장으로 재활용 개발할 경우 침체 상태에 있는 전라북도의 새로운 대체 양식품종으로 상업생산이 가능할 뿐만 아니라 새로운 양식기술 보급을 통한 어업인의 소득증대에 크게 기여 할 것으로 기대된다.

1) 생태

꽃게는 갑각강, 십각목, 꽃게과에 속하며 꽃게류는 26종으로 알려져 있으나, 우리나라에는 10여 종이 살고 있으며 식용으로 가장 많이 쓰인다. 꽃게는 수심 2~30m 깊이의 모래질 또는 진흙질 바닥으로 된 지역에서 주로 서식한다. 황해 연안에서는 밀물 때 헤엄쳐 들어오고 썰물 때 헤엄쳐 나가는 습성을 이용하여 돌로 독을 만들고 발을 쳐서 잡기도 한다.

꽃게의 번식은 가을인 9~11월에 갑폭 13~16cm로 성장하면 교미하며, 10~11월에 절정에 이른다. 수심 10m 정도의 모래 바닥에서 암수 모두 탈피 후 껍질이 연할 때에 교미한다. 겨울 (12월~3월)은 수심 20m 정도의 모래 바닥에 들어가 월동하고 암컷은 정자를 저정낭에 보관한 채로 겨울을 보낸다. 초여름인 5~6월에는 수심 5m 정도의 모래바닥으로 이동하여 첫 산란을 하며, 7~8월에는 두 번째로 적은 양을 산란한다. 포란은 2~3주간 계속하며 첫 번째 부화된 어린 게는 9~10월에 갑폭 13~16cm 까지 성장한다. 두 번째 부화된 게는 1년 후에 어미가 된다. 수명은 만 2년으로 추정되나 가끔은 3년 이상 생존하는 것도 있다. 꽃게의 크기는 수컷의 갑장은 8.5cm, 갑폭(가시포함)은 17.5cm 정도 되며 암컷은 갑장 10.2cm, 갑폭 22.1cm 정도이다.

2) 인공종묘생산

가) 어미확보 및 관리

부화유도용 어미 확보시기는 해역에 따라 다소간의 차이가 있다. 서해남부해역(전라남도 신안)은 5월, 서해중부해역(전라북도 부안)은 6월, 서해북부해역(충청남도 태안·이북)은 7월에 확보하는 것이 적당하며, 개체에 따라 2~3차 외포란하는 개체도 있어 시기가 다소 연장될 수도 있다. 외포란량은 어미의 크기에 따라 다른데, 두흉갑폭 15cm가 90만개, 20cm가 200만개, 25cm가 350만개정도이다.

어미는 외포란 상태의 개체를 확보하여 부화를 유도하는데 외포란한 알의 색깔은 초기에는 황색에서 부화시기가 가까워질수록 갈색, 흑갈색, 흑회색으로 변화하는데 그 발생속도는 수온의 영향을 많이 받는다. 외포란후 부화까지의 소요일수는 그림 3에 나타내었다.

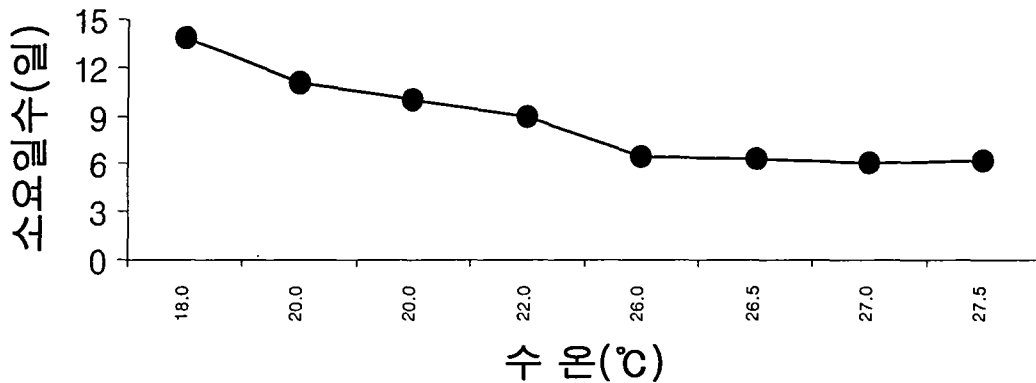


그림 3. 꽃게외란의 수온별 부화소요일수

18°C에서 14일, 20°C에서 11일, 22°C에서 9일, 25°C에서 7일, 28°C에서 6일이 각각 소요되어 수온이 높을수록 짧아졌다. 외포란한 어미는 난과의 손상이 없고 활력이 좋은 것으로서 집게외의 부속지 탈락이 없는 개체를 선별하여 구입하여야 하며, 작업의 편리성과 개체간의 공격으로부터 보호를 위해 집게 중 신경이 없는 쪽을 절단하는 것이 좋다. 어미를 단거리(1시간이내) 운반시에는 활어통을 이용하여 산소공급 없이 운반이 가능하지만 장거리 운반시에는 산소를 최소량으로 공급하여야 외포란한 난과의 손상과 부속지의 탈락을 막을 수 있고, 수용 밀도는 10~15마리/㎡가 적당하다. 확보된 어미는 부화시까지 관리하는 것이 중요한데 외부로부터 안정되고 직사광선이 차단된 곳으로서 맑고 깨끗한 여과해수와 공기를 공급하고 먹이는 신선한 생선을 대체로 1일 1회 소량 공급하면 되지만 부화에 임박한 어미에게는 먹이를 공급하지 않아도 된다. 수용밀도는 2~3마리/㎡가 적당하다.

나) 부화유도

부화유도 방법은 유생 사육조에 부화에 임박한 어미를 직접 수용하여 부화를 유도하는 직접 부화법과 1~3톤 규모의 FRP수조에 부화용 어미를 넣어 부화시킨 후 부화유생만 유생 사육조로 옮겨 사육하는 간접 부화법으로 나눌 수 있는데 경우에 따라서는 두 방법을 병행하는 병행 부화법, 즉 직접 부화법과 간접 부화법으로 함께 부화유도를 하여 직접 부화법으로 유도한 유생 사육조의 유생밀도가 부족할 경우 간접 부화법으로 부화된 유생을 보충해 줌으로서 적정 밀도를 유지할 수 있다.

부화유생의 밀도가 적을 경우에는 2일까지 부화된 유생을 함께 사육하는 것은 가능하지만 그 이상의 함께 사육하면 처음 부화유생과 나중 부화유생 발달단계의 차이가 발생하게 되어 동족 섭식현상이 나타나기 시작하는 메갈로파기에 생존율 저하

의 요인이 된다. 부화는 하루중 00~04사이에 가장 많이 이루어진다(표 6).

표 6. 외포란 어미의 일중 부화시간

시 각	00~02	02~04	04~06	06~08	08~22	22~00
부화어미수 (%)	8 (30.8)	7 (26.9)	2 (7.7)	1 (3.8)	4 (15.4)	4 (15.4)

□ 직접 부화법

유생사육 수조에 부화에 임박한 어미를 직접 수용하여 부화를 유도하는 방법으로 먼저 유생 사육조에 모래여과 해수를 40~50cm정도 채운 후 해가 질 무렵 외란이 짙은 흑갈색의 어미를 선별 수용하는데 수용밀도는 2~3마리/㎡가 적당하다. 이때 사육수와 먹이는 공급하지 않으며, 공기를 약하게 공급하면 된다. 다음날 아침에 부화유생의 밀도를 파악하고 적정 밀도로 판단되면 모든 어미를 제거하고 부화유생의 밀도가 낮을 경우에는 부화가 이루어진 어미만 제거하고 부화가 이루어지지 않은 어미는 그대로 두어 하루 더 부화를 유도하여야 한다. 특히 부화유도 후 사산된 알(사란), 찌꺼기, 탈락된 부속지 등은 반드시 제거하여 이들의 부패에 의한 수질악화와 질병발생을 방지하는 것이 좋다.

□ 간접 부화법

1~3톤 정도 되는 수조를 유생사육조 가까이에 배치하고 부화에 임박한 어미를 수용하여 부화가 이루어진 다음 건강한 유생만 사육조로 옮겨 사육하는 방법으로서 먼저 유생 부화조에 모래여과 해수를 0.8~2.8톤 정도 채운 후 일몰 무렵 외란이 짙은 흑갈색의 어미를 선별 수용하는데 수용밀도는 2~3마리/톤가 적당하다. 이때 사육수와 먹이는 공급하지 않으며, 공기는 약하게 공급하면 된다. 다음날 아침에 어미는 모두 제거하고 부화유생만 유생 사육조로 사이폰(siphon)식으로 옮겨 사육하면 된다.

다) 유생사육

□ 사육 수조

유생사육수조는 50~120톤 정도 되는 원형 또는 사각의 콘크리트 수조를 많이 이용하며 사육수의 교환이나 배수를 위해 배수망의 설치, 제거가 용이하여야 한다. 수조상부에 차광막 설치하여 필요시에는 직사광선을 차단하여 조도를 조절할 수 있어야 한다.

□ 사육수 주수 및 환수

유생사육을 위한 사육수는 이물질, 소형 수생동물의 유입을 방지하기 위해 항상 모래여과기, 50~100 μ m 카트리지 필터, 100 μ m 주머니 필터를 이용하여 여과한 여과 해수를 사용하여야 한다. 어미의 부화 유도시에는 유생사육조의 수위를 40~50cm에서 부화 후 부터는 매일 15~20cm씩 증수하여 메갈로파(Megalopa)기에 만수위가 되도록 주수하고 그 이후부터는 매일 20~30% 환수시켜 주어야 한다. 환수는 조에아(Zoea) 1기부터 메갈로파기에는 200 μ m 정도의 배수망을 이용하여 매일 한번 씩 배수 파이프내의 해수를 배수하여 해수정체에 의한 부패와 가스발생을 억제하여야 한다. 메갈로파기 이후부터는 적은양이지만 유수식으로 사육하게 되므로 배수망을 모기망으로 교체하여 사용하면 된다.

□ 사육 환경

① 수 온

사육수온은 유생의 발달속도에 큰 영향을 주는데 22~27 $^{\circ}$ C가 적정하며, 수온에 높을수록 각 발달단계의 기간이 단축되는 반면 단기간에 다음 단계로의 변태가 이루어져 많은 에너지가 소모로 인하여 건강도가 떨어지거나 폐사 발생으로 생존율이 낮아질 수가 있다. 수온에 따른 유생발달 단계별 소요일수는 표 7과 같다.

표 7. 수온에 따른 유생발달 단계별 소요일수

수온($^{\circ}$ C)	조에아 2	조에아 3	조에아 4	메갈로파	어린게
18.0	6.9	12.7	19.6	27.9	36.7
19.0	5.9	10.8	16.7	23.8	31.8
20.0	5.1	9.3	14.4	20.5	27.8
21.0	4.4	8.0	12.4	17.8	24.4
22.0	3.8	7.0	10.8	15.6	21.5
23.0	3.3	6.1	9.5	13.7	19.1
24.0	2.9	5.4	8.3	12.1	17.1
25.0	2.6	4.7	7.4	10.8	15.3
26.0	2.3	4.2	6.6	9.6	13.8
27.0	2.1	3.8	5.9	8.6	12.5

외란의 수온별 발생속도는 수온 25 $^{\circ}$ C에서 조에아 2기로 변태하는데 2.6일, 조에아

3기로는 4.7일, 조에아 4기로는 7.4일, 메갈로파기로는 10.8일, 어린 꽃게로는 15.3일로 각 단계로 변태하는데 평균 3일정도 소요된다.

② 염 분

꽃게 유생은 광염성으로 염분변화에 대단히 강하여 적정염분은 15~34.5 psu이다. 또한 집중호우에 의한 급격한 염분저하와 장기간 호우에 의한 저염분기의 장기간 지속은 유생의 발달 및 생존에 악영향을 미치고 대풍내습으로 혼탁한 사육수가 공급되면 유생이 일시에 대량 폐사하는 경우가 발생하므로 이러한 시기에는 사육수 공급을 일시 중지하는 것이 좋다.

③ 조 도

조도는 유생사육조의 복합규조류 배양에 의한 물 만들기에 중요한 환경요소이며 유생의 군집형성과 발달에 영향을 준다. 적절한 조도범위는 100~1,000 룩스로서 100 룩스 이하의 조도에서는 메갈로파의 변태가 되지 않는 것으로 보고되어 있다. 특히 적당한 조도조절은 유생사육수의 물 만들기는 물론 수중의 직사광선을 차단하는 중요한 역할을 한다.

④ 수소이온농도(pH)

수소이온농도(pH)는 유생 탈피시기와 탈피기간에 영향을 미치는데, 적절한 pH 범위는 8.2~8.6으로 안정된 물 만들기와 배설물, 사료찌꺼기의 축적에 의한 부패가 없고 신선한 여과해수만 잘 공급된다면 안정된 pH를 유지할 수 있다. 특히 강한 조도와 지나친 영양염의 공급으로 인하여 플랑크톤이 급격히 번식할 경우 pH의 급격한 상승이 우려되므로 주의하여야 한다.

⑤ 용존산소(DO)

용존산소는 유생의 생존에 직접적 영향을 주는 환경요소로서 적절한 용존산소는 8.0 ml/l내외이며, 안정된 공기공급만 이루어지면 큰 문제가 될 사안은 아니지만 플랑크톤의 급격한 번식시에는 산소포화도가 급격히 증가할 우려가 있으므로 주의하여야 한다. 특히 용존산소 8.3 ml/l이상, pH 8.6 이상에서 가스병이 발생할 가능성이 대단히 높다.

⑥ 수색 및 물 만들기

수색은 물 만들기 할 때의 번식한 식물플랑크톤 종류에 따라 결정된다. 대체로 초기에는 연한 갈색에서 점차 식물플랑크톤의 번식밀도가 높아지면서 수색이 짙게 변하는

데, 암황갈색 또는 암갈색으로 유지하는 것이 좋으며, 식물플랑크톤의 우점종인 스킨레토네마(*Skeletonema*)가 좋다. 만일 흐린 날씨가 계속되거나 강우로 인하여 규조가 정상적으로 번식하지 않을 경우에는 배양한 클로렐라를 첨가하여 줌으로써 수질안정과 공급한 로티퍼의 먹이는 물론 직사광선 차단에도 효과적으로 활용할 수 있다. 이처럼 물 만들기는 식물플랑크톤을 배양시켜 수질안정과 직사광선 차단 효과뿐 만 아니라 어린유생의 먹이로서도 중요한 역할을 한다. 식물플랑크톤을 인위적으로 배양시키기 위해서는 유생 사육조에 영양염을 공급하는데, 질산나트륨(KNO_3) $1\text{g}/\text{m}^3$, 인산나트륨(Na_2HPO_4) $0.1\text{g}/\text{m}^3$, 규산나트륨(Na_2SiO_3) $0.05\text{g}/\text{m}^3$ 을 매일 지속적으로 공급하고 충분한 광선을 받도록 해주는 것이 좋다. 만일 규조번식이 저조할 경우에는 규산나트륨을 2배로 늘려 번식을 촉진시킬 수 있다.

⑦ 투명도

투명도는 물 만들기에 의해 번식한 식물플랑크톤의 번식밀도에 따라 결정되어지는데 $\text{Ø}5\text{cm}$ 크기의 흰색원판으로 유생 사육조에 수직으로 침하시켜 30~40cm 정도를 유지하는 것이 적당하다. 투명도가 너무 낮으면 식물플랑크톤의 번식량이 적기 때문인데 이때에는 영양염류 중 규산염의 공급량을 2배 증가시켜주고 차광막을 제거하여 광량을 많게 해줌으로서 식물플랑크톤의 번식이 많이 이루어질 수 있다.

⑧ 유생 수용 밀도

유생의 수용밀도는 생존율에 직접적인 영향을 미치게 됨으로 사육초기의 적정밀도 유지가 대단히 중요하다. 부화 유생은 2~3만마리/톤가 적정하지만 고밀도로 사육시 5~10만마리/톤의 밀도도 가능하다. 하지만 고밀도 사육시에는 먹이부족이나 환경악화 등에 의한 일시에 대량 폐사의 위험성이 있다. 이때에는 일정 단계마다 분조(分槽)를 해주는 방법도 있으나 분조시 액각(額角) 손상에 의한 폐사 우려가 있다.

⑨ 먹이공급

유생의 발달단계에 따른 적정한 먹이의 종류 및 공급량은 유생의 생존과 성장(탈피)에 영향을 주는 중요한 요인으로 이것에 따라 종묘생산의 성패가 좌우된다. 꽃게 유생은 알속에서 어미로부터 받은 영양(난황)을 대부분 소모한 상태에서 조에아기로 부화하는데 부화직후부터 먹이를 공급하여야 한다. 꽃게 유생의 발달 단계별 먹이공급 계열은 표 8과 같다.

표 8. 꽃게유생 단계별 먹이공급 계열

구분	로티퍼	알테미아	배합사료	조개살
조에아 1기	↓			
조에아 2기	↓	↓		
조에아 3기		↓	↓	
조에아 4기		↓	↓	
메갈로파기		↓	↓	
어린게 1기			↓	↓
어린게 2기				↓

● 로티퍼(rotifer)

로티퍼(rotifer)는 해산어류 중요생산시 초기 먹이로 많이 이용되고 있으며, 초기 먹이로서 대단히 중요하다. 대량배양기술은 이미 대중화되어 있어 금번 보고에서는 생략하고자 한다. 로티퍼의 공급시기는 부화직후의 유생인 조에아 1기부터 조에아 3기까지 공급하는데, 로티퍼 배양량이 충분하지 못할 경우에는 조에아 2기까지만 공급하여도 된다. 이때 로티퍼 배양은 식물플랑크톤인 배양한 클로렐라(chlorella)나 시판하는 농축클로렐라를 사용하여도 되지만 가능한 전자를 사용하는 것이 좋다. 공급량은 1일 2회(오전, 오후)로 공급시 사육수에 20~30개체/ml 되도록 충분히 공급한다. 유생사육 초기에는 물 만들기가 되지 않아 사육수가 투명하여 수질이 불안정하고 로티퍼의 먹이가 없어 꽃게 유생이 기아상태의 로티퍼를 섭취할 가능성이 있으므로 처음 2~3일 정도는 배양한 클로렐라를 첨가해주는 것이 좋다.

● 알테미아(artemia)

알테미아는 시판하는 내구란을 부화시켜 부화된 노우플리우스(nauplius) 유생을 공급하는데, 이 또한 해산어류 중요생산시 오래 전부터 많이 이용되어 온 먹이생물로서 부화방법과 난각 분리 등에 대해서는 언급을 생략하고자 한다. 알테미아는 보통 조에아 3기부터 공급하나 조에아 2기부터도 충분히 섭취가 가능하므로 배양한 로티퍼양이 충분하지 못할 경우에는 조에아 2기부터 공급한다. 조에아 2기부터는 유생의 먹이 섭취량이 많아지기 때문에 적은 양이라도 공급을 시작하는 것이 좋고 공급횟수와 양은 조에아 2기에 1회/일(오후) 3~5개체/ml, 조에아 3기에는 2회/일(오전, 오후) 5~10개체/ml, 조에아 3~4기에는 3회/일(오전, 정오, 오후) 10~20개

체/ml, 메갈로파기에는 1~2회/일 3~5개체/ml 공급하면 된다. 난각 분리는 어류 부화 자어에 공급할 때처럼 세밀하게 하지 않아도 되지만, 난각이 유생 사육조에 많이 유입하게 되면 부패에 의한 수질 악화나 배수망을 막는 부작용을 초래하는 경우가 발생한다.

● 배합사료

배합사료는 주로 새우(대하) 종묘생산에 사용하는 사료를 많이 사용하는데, 조에아 3기부터 공급하므로 입자가 150~250 μ m 크기의 사료를 4시간 간격으로 로티퍼나 알테미아의 공급시간을 피해 유생 사육조의 수면에 조금씩 뿌려주면 된다. 조에아 4기에는 입자 150~250 μ m 크기와 250~450 μ m 크기의 사료를 3:1비율로 혼합하여 공급한다. 메갈로파기에는 250~450 μ m 크기의 사료를 공급하면 된다. 배합사료는 영양이 잘 갖추어진 균형사료로 유생이 모두 섭취하면 다른 문제가 발생하지 않지만 만일 과다공급으로 인하여 섭취되지 않은 것이 수조바닥에 쌓이게 되면 부패함으로써 수질악화와 질병발생 등의 2차적인 악영향의 원인이 된다.

● 조갯살

조갯살은 바지락, 동죽 등 종묘생산시기에 저렴한 가격으로 구입 가능한 것을 선택하면 된다. 공급시기는 동죽섭식 현상이 나타나기 시작하는 메갈로파기부터 공급을 시작하여 분양, 방류시 까지 공급한다. 메갈로파기에는 알테미아, 배합사료를 함께 공급하지만 이 시기 부터는 유생 단계 중 강한 공격성이 나타나 알테미아나 배합사료보다는 동료개체, 유영개체, 크기가 작은개체를 섭취하는 육식성 현상이 두드러지게 나타난다. 따라서 공기는 강하게 폭기시켜 서로간에 만나는 것을 피하게 하여주고, 조갯살은 유생의 양에 따라 조절하여 믹서기(mixer)로 세절하여 3~4시간 간격으로 자주 공급한다. 어린계 시기에는 먹이를 조갯살에 전적으로 의존하는 시기로 개체의 탈피시 도피력, 방어력이 없어 다른 개체로부터 쉽게 포식되므로 충분한 먹이공급이 중요하다.

⑩ 대량 감모

꽃게 유생사육시 주의하지 않으면 대량감모 현상이 나타나는데 1차 감모는 부화 후 5~7일에 발생하며, 주된 원인은 로티퍼 부족으로 인해 충분한 영양상태를 갖추지 못하는데서 발생하는 감모로서 로티퍼만 충분히 공급하면 조에아 2기에서 80%이상의 생존율을 기대할 수 있다. 따라서 충분한 로티퍼 공급은 초기 생존에 필수적인 사안이다. 그외 급격한 수질변화(물 만들기의 불안정)로 인하여 발생하는 경우도 있으므로 이때에는 규조류배양에 의한 물 만들거나 클로렐라를 첨가해주는

조치가 요구된다.

2차 감모는 조에아 4기에서 메갈로파기로 변태하는 시기에 발생하는데, 폐사율은 20~40% 정도로 주된 원인은 조에아 4기에 충분한 영양을 갖추지 못한 상태에서 메갈로파기로 변태하지 못하거나 변태하면서 에너지 소모가 많은데서 발생하는 감모이다. 따라서 조에아 4기에 영양강화된 알테미아와 배합사료의 공급이 요구된다.

3차 감모는 메갈로파에서 치계기에 발생하는 경우로 계류의 유생시기에 특징적으로 나타나는 동족 섭식에 의한 감모로서 먹이 부족, 개체 탈피시 방어력, 도피 능력이 약화된 개체 섭식에서 발생하는 감모이다. 충분한 에어 및 사료공급이 중요하며, 메갈로파기 이후부터 차광막이나 그물망(망목 5~7mm)를 30cm간격으로 조밀하게 설치하여 개체간의 격리와 도피처로 활용할 수 있다.

물 만들기 실패로 인한 수색급변(수색 투명화), 배합사료 과잉 공급에 의한 저질 부패와 사육수 오염 그리고 수소이온농도(pH), 용존산소(D.O) 상승에 의한 가스병 발생 등 사육환경의 변화와 악화로 폐사가 발생하는데 안정적인 물 만들기와 적절한 사료 공급으로 발생을 예방할 수 있다.

3) 꽃게 축제식 양식

가) 양식어장 조성

꽃게 축제식 양식시험은 서해수산연구소에서 서해안에 휴면중인 새우양식장을 이용한 축제식양식장은 1,200평(80×50m, 4,000㎡)으로 조성하였으며, 어장조성은 꽃게 개체간 서로 견제하고 싸움이 심하므로 이를 방지하기 위해 양식장 바닥 가장 자리에 폭 1.5m로 모래를 깔고 그 위에 페타이어를 넣어 서로 간에 접촉하는 일이 적도록 하였다. 사육기간은 2003년 7월 21일 부터 2003년 10월 23일(96일간) 이었으며, 주배수는 1일 10%를 환수기준으로 하여 24시간 주수하였다(그림 4. 5).

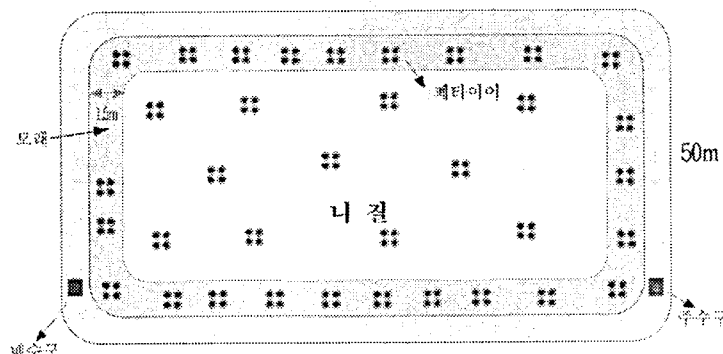


그림 4. 사육지 평면도

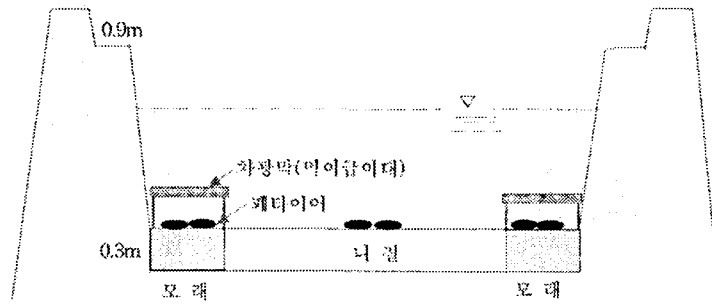


그림 5. 사육지 단면도

나) 종묘입식

꽃게종묘 입식량은 40,000마리, 크기는 두흉갑폭 0.9mm(평균체중 0.05g)이었고, 방양밀도는 33마리/평 이었다.

다) 먹이공급

먹이공급 초기에는 바지락 육질을 잘게 갈아 15일간 1일 3회 어장에 뿌려 주었고, 그다음에는 냉동 곤쟁이를 잘게 썰어 15일간, 냉동 베도라치를 16일간 공급하였으며, 그 후에는 냉동 곤쟁이와 냉동 베도라치를 섞어 수확시(50일간) 까지 1일 3회 어장에 뿌려주었다. 먹이량은 먹이 섭식활동 및 잔이량에 따라 조절하였다. 이때의 양식 수질환경은 수온 12.0~26.7℃, 염분 12.3~26.5 psu, pH 6.0~8.6, 용존 산소 5.1~8.6mg/L 이었다.

라) 수확

2003년 7월 21일부터 2003년 10월 23일까지 3개월간 사육결과 평균 중량 0.05g의 것이 101.6g 으로 성장하였으며, 생존율은 20%로 평당 8마리가 생존하였다(그림 6. 7). 따라서 서해안의 축제식 양식장의 특성상 양성기간이 3개월로 매우 짧아 연내에 상품생산 출하를 위해서는 조기산 종묘에 의한 양식이 필요하다.

따라서 연내에 상품으로 생산 출하를 위해서 최소한 6월 초순경에 어린 꽃게를 입식하면 10월 하순까지는 200g 이상으로 성장이 가능하기 때문에 수익성을 충분히 유지할 수 있을 것이다.

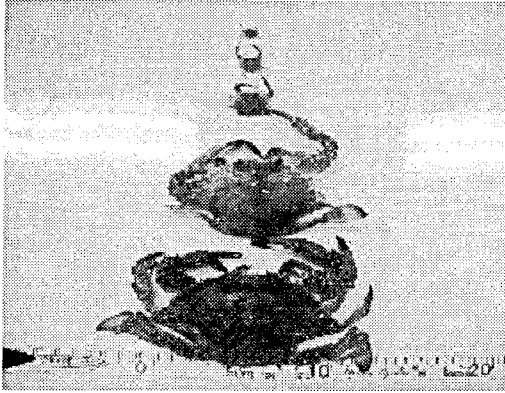


그림 6. 양성일수별 크기

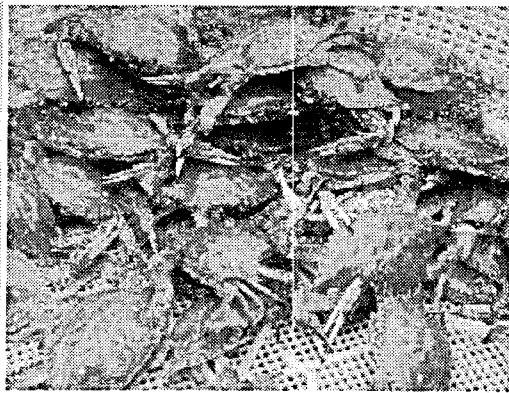


그림 7. 수확시 크기

다. 비단가리비 양식

비단가리비는 서해 연안에서 생산되는 특산종으로 생존력이 강할 뿐만 아니라 자연채묘와 인공채묘에 의해 중요생산이 가능하기 때문에 새만금간척사업 이후 백합 및 바지락 등 패류생산량의 감소에 대비하여 고군산군도, 어청도, 위도 등 수심 10m 이상의 천해양식장 개발을 통한 양식품종으로 육성하여야 할 것이다.

1) 형태 및 성숙

비단가리비는 연체동물문, 조개강, 가리비과, 비단가리비에 속하며, 형태는 부채 모양으로 크기는 각고 10cm 내외, 좌각(左殼)이 우각(右殼)보다 더 볼록하다. 껍질의 색깔은 갈색, 분홍빛의 적색, 자색 등으로 지역에 따라 개체변이가 심하다. 굽은 방사능(放射肋)줄은 10~13줄 내외로 비늘모양의 돌기가 있다. 우각의 방사능은 좌각보다 수가 많고, 가늘다.

가리비의 산란 수온은 14~15℃이고, 서해안의 산란기는 6월 중순~8월 상순이다. 가리비의 생식소는 암컷은 선홍색, 수컷은 백색 또는 유백색이며 자웅이체이다. 가리비 모패의 성숙기간은 약 12개월이다.

2) 서식환경

가리비는 수온 3~27℃에서 성장하며, 15~22℃에서 가장 잘 자란다. 수온 -2℃ 이하와 30℃ 이상에서는 살지 못하고 폐사한다. 염분은 28~34psu (적정염분 30~34psu)이다.

3) 비단가리비 양성

가) 양식장 시설방법

해상에서의 시설형태는 연승수하식으로 바다에 밧줄을 띄우고 밧줄에 수직으로 채요기 또는 채롱을 매달아 양식하는 방법을 사용한다(그림 8).

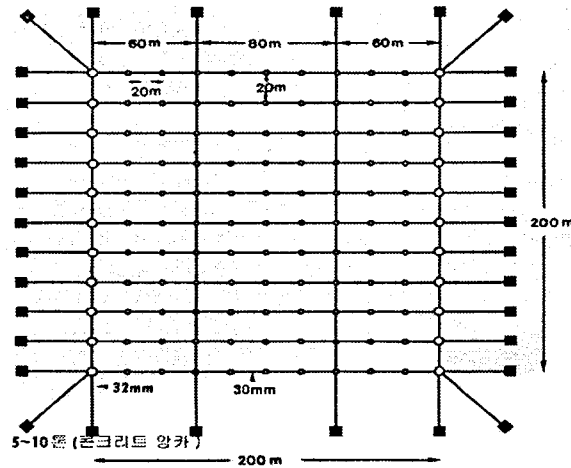


그림 8. 양식장 시설그림

나) 비단가리비 자연채요

비단가리비는 주로 자연채요를 이용하고 있으며, 자연채요의 장점은 일시에 대량의 종묘생산이 가능하다는 점이다. 자연에서의 산란기 추정은 6~8월 사이의 성숙기에 생식소 중량지수(GSI) 값이 16~18에 도달한 다음 산란에 의해 속도지수가 2~3으로 급히 하강하는 시기를 산란기로 추정하며 이때부터 약 10일 이후에 채요기를 투입하여 채요한다(그림 9). 서해안에서 자연채요 적기는 7~8월이다.

자연채요의 적지로는 첫째 서해안에서는 최간조시 수심 10~30m 되는 곳으로 외해수가 유입되는 곳. 둘째 육지로부터 돌출된 안쪽 또는 와류가 형성되어 유생이 밀집되는 곳. 셋째 저질이 평탄하고 모래 또는 자갈로 된 곳. 넷째 여름철 수온이 25℃이하, 염분농도 30 psu 이상인 곳. 다섯째 자연산 비단가리비 모패가 서식하거나 부근에 가리비 수하양식장이 있는 곳을 선정하여 자연채요를 실시한다.

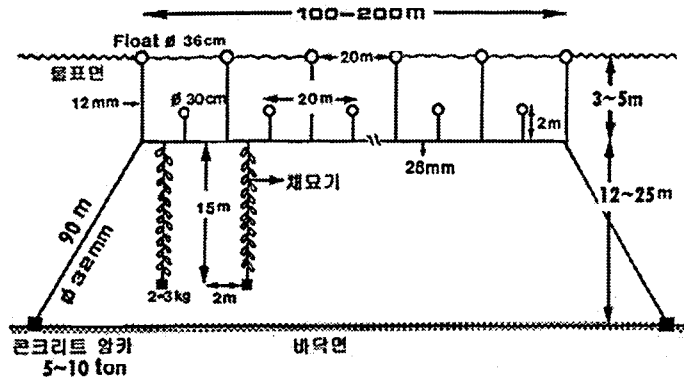


그림 9. 비단가리비의 채요시설도

다) 중간육성

비단가리비 치패는 채요기 안에서 10월 중순에서 11월 상순까지는 각고 10mm 내외로 성장한다. 중간육성의 목적은 성장이 빠른 치패기에 낮은 밀도로 분산 관리하여 짧은 기간 내에 각고 2~4cm 크기의 건강한 종묘로 육성하는데 있다.

중간육성의 적지조건은 첫째 간조시 수심 10~30m 내외로 저질이 모래 또는 자갈로 된 곳이며, 물의 흐름이 세지 않는 곳이 좋다. 둘째 투명도가 2m 이상으로 반드시 외해수가 자유롭게 유입되는 곳. 셋째 파도의 영향과 적조의 영향을 덜 받는 곳을 선정한다.

중간육성 방법으로 치패의 채취는 10월 중순~11월 중순 실시하며, 치패 성장이 낮은 경우 채요기를 그대로 두고 이듬해 3~4월 경 채취하여 바로 본 양성을 실시한다. 중간 육성기에 치패의 수용밀도는 각고 1cm 크기일 때 그물채롱(35×35cm) 1칸에 80~100마리 수용한다. 중간육성의 적정 채롱설치 수심은 5~10m가 좋다.

라) 수하식 본양성

수하식 양성은 채롱 양성기에 가리비를 넣고 가리비의 먹이인 식물플랑크톤이 많은 수층에 채롱을 띄워 매달아 양성하는 방법이다(그림 10).

수하식 본양성의 적지조건은 첫째 간조시 수심 10~30m 내외로 저질이 모래 또는 자갈로 된 곳이며, 물의 흐름이 세지 않는 곳이 좋다. 남해안의 경우 내만은 반드시 피해야 한다. 둘째 투명도가 2m 이상으로 반드시 외해수가 자유롭게 유입되는 곳. 셋째 파도의 영향과 적조의 영향을 덜 받는 곳이 좋다.

표 9. 양식 방법에 따른 적정 수용밀도

시 기	육성방법	채롱형태	수용밀도	각고크기 (cm)	중량(g)	망목크기 (mm)
10월중순~11월 중순(1회분산)	중간육성	사각채롱 (35×35cm)	80~100 (200*)	0.5~1.0	-	2mm 양 파 주머니, 5mm 사각
		플라스틱채롱 (50×50cm)	10~0200 (300*)	0.5~1.0	-	채롱, 플라스틱채롱
이듬해4월~5월 (2회 분산)	본 양성 및 씨뿌림 양성	원형채롱 (Ø50×18cm)	25~30	3~4	3~6	15
		플라스틱 채롱	30~35	3~4	3~6	10~15
		씨뿌림 양성	15 마리/m ²	3	-	-

* 씨뿌림 양성용

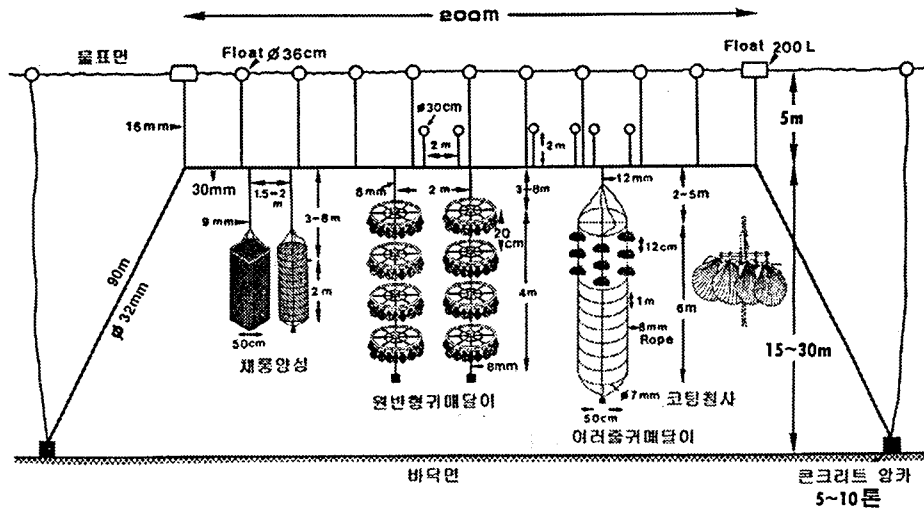


그림 10. 가리비 수하양식시설

수하식 양성의 양성용기는 $\varnothing 40 \times 180\text{cm}$ (10~13단) 또는 $\varnothing 50\text{cm} \times 200\text{cm}$ 크기의 원형그물채롱, $\varnothing 50\text{cm} \times 50\text{cm}$ 크기의 플라스틱 사각채롱(망목: 1.5~2cm 내외, 각 층의 높이 15~20cm로 10~13단)을 사용하며, 종패 수용량은 각고 3~4cm 급의 경우 1단 당 25~35마리씩 250~455 마리 수용 가능하다(그림 11, 12).



그림 11. 채롱식 양성

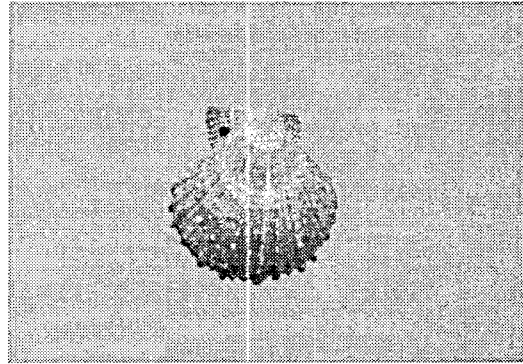


그림 12. 귀매달이 양성

수하양성시 수심은 표층으로부터 5~20m 층, 최적성장은 7~10m 층이나 여름철 등 고수온기 또는 폐사가 발생할 때에는 수심과 장소에 따라 10m 이하 층까지 채롱을 내려 관리한다.

본 양성 이식 시기는 봄과 가을에 이식이 가능하며, 봄 이식(4~5월)에는 각고 3~4cm가 이듬해 7월까지 각고 8cm 이상으로 성장하고 가을 이식(10월)에는 각고 5~6cm가 이듬해 8월까지 각고 8cm 이상으로 성장한다.

가리비의 성장은 5~10월에 주로 성장하고, 한겨울인 12~2월에 최소로 성장한다. 수확은 채묘 후 24개월에 각고 8cm 이상으로 성장하면 상품으로 출하가 가능하다.

마) 바닥 씨뿌림식 양성

바닥 씨뿌림(살포식) 양성은 해저에 각고 3cm 내외 크기의 중간 육성된 종패를 방류하였다가 2~3년 후 각고 8cm 이상으로 성장시킨 다음 채취하는 방법이다.

씨뿌림의 적지조건은 첫째 수심 10~30m 부근으로 연중 수온 5~24℃ 내외인 곳. 둘째 파도나 조류에 의한 저질변동이 없는 외해에 면한 곳. 셋째 저질이 자갈, 암반 또는 왕모래($\varnothing 2\text{mm}$ 이상), 패각질인 곳. 넷째 물 흐름속도가 5~30cm/sec 내외인 곳. 다섯째 자연산 가리비가 서식하는 곳으로 불가사리 등 해적생물이 적은 곳을 선정한다.

씨뿌림의 이식시기 및 크기는 4~5월에 중간육성을 거친 각고 3cm 이상(채묘 후 10개월)의 종패를 선정한다. 씨뿌림의 밀도는 1ha당 150,000마리(1㎡당 15마리)내외로 한다. 봄 이식으로 1년생 종패를 4~5월에 씨뿌림을 한 경우 2년 후 각고 9~10cm, 전중량 80~120g 내외로 성장한다.

종패의 채취와 수송은 종패수송과 폐사율은 각고 3cm 내외 크기에서 습도를 충분히 유지해 줄 경우 10~15℃ 에서 20시간 경과 후 10%, 6~8℃ 에서는 50시간 후 30%가 폐사한다. 따라서 중간 육성기 인양 후 기온 15℃ 이하에서 가급적 6시간 이내에 씨뿌림 방류가 이루어지도록 하거나 산소가 공급되는 활어차의 해수 온도를 10℃ 내외로 낮춰 수송하는 것이 바람직하다.

비단가리비 수확은 씨뿌림 양식의 경우 수하식 양식에 비해 약 6~12개월 정도 성장이 늦기 때문에 3년생 이상을 수확하는 것이 좋다.

바) 비단가리비의 출하관리

비단가리비는 연중 출하가 가능하며, 주 출하시기는 성장과 중량 증가율이 높은 4~6월, 10~12월에 집중 출하하는 것이 경제적이며, 1~2월과 8~9월은 출하량을 줄이는 것이 좋다. 그러나 소비자에게 연중 공급이 가능하도록 하기 위해서는 매월 출하가 끊어지지 않도록 월별로 생산량을 분산하여 공급하여야 한다. 서식환경이 악화되어 초기 폐사가 발생할 경우 환경 변화를 지속적으로 관찰하여 상품 가능한 각고 7cm 이상 크기는 시기에 관계없이 출하량을 늘린다. 우리나라 시장에서 비단가리비의 상품성은 각고 8~10cm, 전중량 70~110g으로 1kg 당 9~14마리가 소비자의 기호도를 충족시키는 것으로 나타났다. 좋은 품질의 상품을 만들고 조기 출하를 위해서 중간육성과 본 양성시 적정량의 밀도로 분산 수용하고, 수시로 해적생물을 제거하여 기형패가 없는 상품생산에 주력하여야 한다.

표 10. 비단가리비의 크기별 전중량, 연체부, 패주 무게의 변화

각고(cm)	전중량(g)	연체부 중량(g)	패주 중량(g)
5	16.9	7.1	2.8
6	29.2	14.5	5.1
7	44.9	20.2	7.9
8	70.8	34.1	11.2
9	89.2	42.3	13.8
10	112.1	51.6	20.4

마) 비단가리비의 양식장 관리

비단가리비의 양식에 있어서 가장 중요한 것은 양식장의 관리이다. 합리적인 양식장의 관리를 위해서는 시설물 설치시 간승줄이 항상 일정한 수심을 유지하도록 한다. 채묘기에서 치패 채취는 조기에 우량 종패만을 선별하여 중간육성과 본 양성을 한다. 또한 성장함에 따라 적정시기에 채종을 교환해 주고 해적생물을 수시로 제거해 준다. 좋은 품질의 상품을 만들고 조기 출하를 위해서는 중간육성과 본 양성시 적정량의 밀도로 분산 수용하고, 수시로 해적생물을 제거하여 기형패가 없는 상품생산에 주력한다.

가리비 양식은 서식환경에 매우 민감하기 때문에 관리를 소홀히 할 경우에는 폐사 현상이 나타날 수 있다. 특히, 육상의 재배생물과는 달리 1~2년 정도의 긴 양식기간 중 태풍, 고수온 등 여러 가지 재해에 노출될 가능성이 매우 높기 때문에 자연환경의 변화를 지속적으로 관찰하고 이에 순응하여 양식관리를 끊임없이 해 나가는 것이 매우 중요하다.

라. 환경 친화적 복합 양식

1) 필요성

서해안 양식장은 축제식 양식이 대부분으로 남해안의 가두리양식에 비하여 열세이며, 겨울철 수온, 조석간만의차 또한 양식에 제어요인으로 작용하고 있다. 이러한 제한요인을 극복하고 상호 보완적인 생태를 이용한 복합양식으로 환경친화적 양식방법을 개발하여야 하며, 서해안 축제식양식장의 입체적 활용에 의한 생산성을 도모하여야 한다. 또한 중국, 일본 등 양식 선진국에서 산업화되고 있는 복합양식의 기술을 도입하여 새로운 소득원을 개발하여야 한다.

2) 입체적 복합양식이란 ?

복합양식은 서로 다른 2종 이상의 양식 대상종을 복합적으로 양식하는 것으로 다종양식이라고도 한다. 복합양식의 기본원리는 자연생태계의 구성원인 생산자와 소비자를 함께 연결시켜 주는 것으로 자연의 원리를 이용한 환경 친화적인 양식방법이다. 따라서 서해안 축제식 양식장에서 상층에는 유영하는 황복, 송어 등 어류를, 중하층에는 갑각류인 꽃게, 대하, 저서성생물인 해삼, 가리비 등을 수용한 전수면을 입체적으로 활용하여 상층과 저층의 양식생물로부터 생성되는 배설물이나 사료찌꺼기 등 유기오염물질을 공생 이용하여 자연정화 분해 처리함으로써 사육지의 오염방지 및 적절한 수질환경 유지가 가능하여 사육생물의 건강성 유지에 의한 성장효과를 개선시킬 수 있고, 또한 사육지내의 미약한 양식생물이나 폐사체를 상호 섭식처

리 등에 의해 질병감염 및 확산을 방지하여 자연생태계와 같은 자정작용을 극대화할 수 있다.

3) 복합양식 사례

중국에서는 1990년대부터 축제식 양식장에서 새우와 어류, 새우와 패류, 새우와 어류 및 패류 등 다양한 복합양식이 개발되고 있으며, 복합양식에 이용되는 어류로는 감성돔, 농어, 복어, 틸라피아 등이 있고, 패류로는 바지락, 가리맛조개, 해만가리비 등이 있다. 이들 중 새우와 틸라피아, 새우와 해만가리비의 복합양식은 환경개선에 의한 새우 바이러스질병 예방에 크게 효과가 있는 것으로 보고되어 있다.

우리나라에서는 2003년도에 전북 고창, 경기 화성 등 일부지역 축제식 새우양식장에서 황복과 대하를 친환경 복합양식방법으로 실험 사육하였다.

4) 황복 및 대하 복합양식의 경제성 분석

전북 고창의 축제식 새우양식장에서 황복과 대하를 친환경 복합양식방법으로 사육하여 좋은 성과를 이루었으며(표 11), 앞으로 새우 바이러스 질병 예방과 피해감소를 위하여 복합양식 품종으로 황복 외에 송어, 꽃게, 해삼, 농어, 참조기 등을 대상으로 보다 체계적이고 친환경적인 복합양식기술을 확립해 나간다면 축제식 양식장에 새로운 발전이 이루어 질수 있을 것으로 기대된다.

표 11. 새우 축제식 양식장에서의 복합양식 결과

품종	면적(ha)	양성기간(일)	방양		수확		생존율(%)
			크기	마리수	크기	총중량(kg)	
황복	5	192	120g	150,000	298g	34,270	76.7
대하		174	1cm	450,000	25g	5,000	44.4

2003년 5월 4일~11월 12일(192일간 사육)에 황복, 2003년 4월 28일~10월 18일(174일간 사육)에 대하를 사육하여 수확한 후 경제성을 분석한 내용을 보면 다음과 같다 (표 12. 13).

표 12. 황복 복합양식의 경제성 분석

항 목		금액(천원)	산출 내역	
조수입	황복 판매 소득	856,750	34,270kg×25,000원	
생 산 비	경 영 비	종묘구입	150,000	150천마리×1,000원
		사료비	360,000	400,000kg×900원
		전기요금	7,700	7개월×1,100,000원
		주·부식비	5,600	7개월×800,000원
		조세공과금	560	7개월×80,000원
		기타 지출	12,000	기타 잡비
		감가상각비	10,000	
		인건비	32,240	110만원×4명×7개월=3,080만원 일용직 11명=144만원
		소계	578,100	
	자가노력비	7,000	7개월×100만원	
	자본용역비	10,000	총 시설비의 10%	
	소계	17,000		
	총계	595,100		
	총소득(조수입-경영비)		278,650	856,750-578,100
소득율(총소득÷조수입)×100		32.5%		
순소득(조수입-생산비)		261,650	856,750-595,100	
이익률(순소득÷조수입)×100		30.5%		

표 13. 대하 복합양식의 경제성 분석

항 목		금액(천원)	산출 내역	
조수익	대하 판매 소득	100,000	5,000kg×20,000원	
생산비	경영비	종묘구입	22,500	450,000마리×5원
		사료비	14,000	10,000kg×1,400원
		전기요금	-	복합양식이므로 추가 경비 없음
		주·부식비	-	"
		조세공과금	-	"
		기타 지출	-	"
		감가상각비	-	"
		인건비	-	"
		계	36,500	"
	자가노력비	-	"	
	자본용역비	-	"	
총계		36,500		
총소득(조수입-경영비)		63,500	100,000-36,500	
소득율(총소득÷조수입)×100		63.5%		
순소득(조수입-생산비)		63,500	100,000-36,500	
이익률(순소득÷조수입)×100		63.5%		

가) 경영 소득 : 조수입 - 경영비

$$(856,750,000\text{원}+100,000,000\text{원})-(578,100,000\text{원}+36,500,000\text{원})=342,150,000\text{원}$$

나) 경영순이익 : 조수입 - 생산비

$$(856,750,000\text{원}+100,000,000\text{원})-(595,100,000\text{원}+36,500,000\text{원})=325,150,000\text{원}$$

다) 황복과 대하의 복합양식 경영순이익은 325,150천원, 경영수익률은 34.0%이었다.

위와 같이 황복과 대하의 복합양식으로 대하의 바이러스에 의한 폐사를 없애고, 모든 경비를 반으로 줄이는 효과를 얻을 수 있었다. 그러나 황복의 경우 중간종묘(2년생)를 구입 사육하여야 하며, 어린종묘(1년생)를 구입 사육시에는 그 해에 판매할 수 없으므로 월동 사육시설이 있어야 한다.

참 고 문 헌

- 국립수산과학원, 2002. 연안어장 환경평가보고서. 401pp.
- 국립수산과학원, 2003. 2003년도 수산시험연구사업 평가자료(해양환경분과).447pp.
- 국립수산과학원, 2004. 한국해양환경조사연보(2003) 제8권. 236pp.
- 국립해양조사원, 2000. 조류도(군산항 부근). 44pp.
- 서해수산연구소, 2003. 경기도 연안어장 실태조사, 231~248.
- 승영호, 1992. 한반도 주변의 수괴와 해수순환. 한국해양학회지 27(4), 324~331.
- 우리양식, 2004. 동·서·남해 올 유망 양식 품종(2440년 1월호), 103~111.
- 이석우, 1992. 한국근해해상지, 집문당. 334pp.
- 전라북도, 2003. 전라북도 수산업현황, 1~36.
- 한상복, 1989. 황해냉수괴의 정체. 현대해양 통권 233호(1989년 9월호),118~122.
- 한상복, 2001. 한수당 해양학 광장. 야후! 지구과학 게시판.
- 해양수산부, 1998. 우리나라의 갯벌. 28pp.
- 해양수산부, 1999. 해양수산행정자료집. 210pp.
- 해양영어조합법인, 2004. 서해안 대단위 복합 입체 양식 단지조성 사업계획서, 20~26.