

볼락, *Sebastes inermis*의 초기 미립자사료 공급시기 규명



박대원 연구사
경남수산자원연구소
TEL)055-649-5504
E-mail)parkdaewon@yahoo.co.kr

1. 서 언

우리나라 해산어류양식업이 위기에 처해있다는 것은 누구도 이견을 가지지 않을 것이다. 외적성장에도 불구하고 양식비용의 증가, 소비부진과 수입활어로 인한 수급 불균형 그리고 환경규제 등에 의해 양식산업의 설 자리를 잃어가고 있다.

어류양식업의 새로운 활로는 두가지로 보인다. 첫째, 양식비용의 절감이다. 친환경 고효율 배합 사료의 개발, 예방백신 면역증강제의 개발, 친환경적인 침단시설의 개발, 선발육종을 통한 우량 품종의 개발과 대량양산체제의 확립으로 노르웨이 연어나 일본의 참돔처럼 국민이 쉽게 접할 수 있는 대중적인 품종의 생산이 필요하다. 생산 원가가 kg당 4,000원선 이하를 유지하여야만 수입활어와 경쟁력이 있을 것이다.

둘째, 고급어종의 생산이다. 한 예로 올해 중국에서 생산된 서대류의 인공종묘 경우 마리당 30위안(약 4,500원)에 거래되고 있고 터봇이나 할리벗의 양식도 중국에서는 활발하게 진행중이다. 이러한 종을 우리가 양식한다면 수출도 가능 할

것이다. 그 외에도 능성어, 범가자미등의 고급어종과 한국산 민어와 같이 우리나라 고유어종의 경우 충분한 양식 경쟁력을 가지고 있다. 이러한 맥락에서 본 연구소가 2000년 산업화를 이룬 볼락에 대하여 기술하고자 한다.

볼락류는 우리나라 연안에서 가장 흔하게 볼 수 있는 어류중의 하나이며 볼락, 개볼락, 조피볼락, 황볼락, 썸뱅이 등 19종 정도가 알려져 있다. 이들은 주로 바위틈이나 돌 사이에 살고 모두 새끼를 낳는 태생 어류로 2년생중 성숙개체가 보이나, 3년 이상이 되어야 성숙하며 2년생은 5,000~9,000개, 3년생은 30,000개, 고령어는 80,000~90,000개 정도의 알을 포란하는 것으로 알려져 있다. 수컷의 정자는 11월경에 완숙되어 미숙상태의 암컷과 교미를 하게 된다. 정자는 암컷의 몸속에서 알이 성숙될 때까지 한달 가량 기다렸다가 12~1월경 수정이 되고, 모체내에서 부화한 자어는 1~2월에 6mm내외의 크기로 산출된다. 출산된 자어는 부유생활을 하고 소형 동물성 플랑크톤을 먹다가 조금 성장을 하여 10mm 가까이 되면 내만의 해조류가 무성한 곳으로 들어와

작은 새우등을 먹고 자란다. 3cm쯤 성장을 하면 표층에 떠다니는 유조아래에 숨어서 살고, 6cm쯤 자라면 얕은 바다의 바위틈에서 지내게 되는데 이때가 6월경이다.

블락은 경상남도 도어로 지정될 정도로 경상남도 해역에 많이 서식하였으나, 최근 각종 오염 및 무분별한 남획에 의해 자원량이 감소되었다. 특히 10cm 전후의 블락이 젓갈용으로 사용되어 자원량 감소를 부추기고 있다. 남해안에서는 최고의 구이감으로 높은 가격을 유지하여 양식업자들이 불법 채포한 치어로 양성을 시도하고 있으나 사료불입등의 문제로 실패하는 경우가 많은 실정이다.

인공종묘생산으로 자원조성의 필요성이 대두되면서 지난 2000년 본 연구소에서 처음으로 대량종묘생산에 성공하여 산업화의 발판을 마련하였다.

그러나 블락의 경우 다른 어종과 달리 소화관의 발달이 늦어서 산출후 20일령 이내에 미립자사료를 공급하면 사료를 잘 먹기는 하지만 소화장애로 이어져 대량폐사가 일어남으로 먹이생물의 공급기간이 장기화되어 생산원가의 상승이 발생한다. 일본에서도 산출 90일까지 알테미아와 코페포다의 공급이 필요하다는 보고가 있어, 적절한 초기 미립자사료의 공급시기를 규명하고자 연구를 시행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 수정란 및 먹이생물 배양

사용된 친어는 2000년 1월 11일 통영 소재의 한국해양연구원 가두리에서 4~6년간 사육한 것을 사용하였다. 평균, 300~600g정도로 마리당 산

출수가 5만마리 정도였다.

실험어는 2000년 1월 13일 밤부터 14일 새벽까지 산출된 자어로 5.0m×5.0m×1.1m 사육수조에 10만마리 정도를 수용하여 실험 전, 산출 15일간은 로티퍼만을, 산출 15일부터는 알테미아만을 공급하면서 사육하였다. 실험어 수용은 산출 30일까지는 새벽(06시)에 조명기구를 사용하여, 집어 후 사육수와 함께 채집하여 실험수조에 수용하였고, 그 후에는 쪽대를 사용하여 수용하였다.

실험구는 먹이생물과 미립자사료를 함께 공급하는 실험구A와 미립자사료를 단독으로 공급하는 실험구B로 나누었고, 미립자사료는 상품사료를 사용하고 자치어의 입 크기에 맞추어서 충분히 공급하였다. 미립자사료를 먹고 소화를 시키지 못하여 죽은 개체수를 파악하여 첫 배합사료 공급시기(먹이생물과 함께 공급되는)와 배합사료만 단독 공급할수 있는 시기를 파악하였다.

사육수조는 500ℓ 크기의 사각 FRP수조를 사용하였고, 각 실험마다 실험구의 사육밀도는 2반복으로 1마리/ℓ로 하였다. 각 실험당 2,000마리의 블락을 수용하여 시기별로 총 9번 실험을 실시하였다. 수조 중앙에 에어스톤 1개를 설치하였고, 환수율은 10ℓ/min이었다.

용존산소는 7~9ppm, 사육수온은 15℃로 유지하였다. 각 실험구마다 5일씩 실험기간을 정하여 미립자사료 공급을 하였고, 사료공급은 07시부터 17시까지 5회 실시하였다. 사료를 먹고 소화를 시키지 못하여 폐사한 개체수 확인은 마지막 사료 공급 후 18시를 기준으로 싸이폰을 실시하여 파악하였다. 실험구 A는 산출일로부터 산출 15일령까지 로티퍼를, 산출 16일령부터 65일령까지 알테미아를 공급하였다.

기획특집

2. 각 실험구별 먹이공급량 (사료공급량은 실험구A와 실험구B 수조 4개 하루공급량의 합산량, 먹이생물 공급량은 실험구A의 수조 2개 하루공급량의 합산량)

실험1 (전장 7.0mm)	실험시기	먹이생물 공급	사료공급량	사료공급횟수	비 고
	10~14일령	실험구A만 로티퍼 50만 하루 1회(07시)	250 μ m사료 하루 50g 공급	07시에서 17시 까지 일일 5회	

실험2 (전장 7.5mm)	실험시기	먹이생물 공급	사료공급량	사료공급횟수	비 고
	15~19일령	실험구A만 알테미아 15만 하루 1회(07시)	250 μ m사료 하루 70g 공급	07시에서 17시 까지 일일 5회	

실험3 (전장 7.8mm)	실험시기	먹이생물 공급	사료공급량	사료공급횟수	비 고
	20~24일령	실험구A만 알테미아 20만 하루 1회(07시)	250 μ m사료 하루 100g 공급	07시에서 17시 까지 일일 5회	

실험4 (전장 8.4mm)	실험시기	먹이생물 공급	사료공급량	사료공급횟수	비 고
	25~29일령	실험구A만 알테미아 20만 하루 1회(07시)	250 μ m사료 하루 120g 공급	07시에서 17시 까지 일일 5회	

실험5 (전장 9.8mm)	실험시기	먹이생물 공급	사료공급량	사료공급횟수	비 고
	30~34일령	실험구A만 알테미아 20만 하루 1회(07시)	250 μ m사료 하루 140g 공급	07시에서 17시 까지 일일 5회	

실험6 (전장 12.5mm)	실험시기	먹이생물 공급	사료공급량	사료공급횟수	비 고
	37~41일령	실험구A만 알테미아 20만 하루 1회(07시)	250 μ m사료 하루 150g 공급	07시에서 17시 까지 일일 5회	

실험7 (전장 15.6mm)	실험시기	먹이생물 공급	사료공급량	사료공급횟수	비 고
	44~48일령	실험구A만 알테미아 25만 하루 1회(07시)	350 μ m와 500 μ m사료 하루 150g 공급	07시에서 17시 까지 일일 5회	

실험8 (전장 16.9mm)	실험시기	먹이생물 공급	사료공급량	사료공급횟수	비 고
	52~56일령	실험구A만 알테미아 25만 하루 1회(07시)	500 μ m사료 하루 150g 공급	07시에서 17시 까지 일일 5회	

실험9 (전장 20.8mm)	실험시기 60~65일령	먹이생물 공급 실험구A만 알테미아 30만 하루 1회(07시)	사료공급량 700 μ m사료 하루 150g 공급	사료공급횟수 07시에서 17시 까지 일일 5회	비 고
-----------------------	-----------------	---	--------------------------------------	---------------------------------	-----

III. 결과 및 고찰

실험 1의 폐사수 (산출 10 - 14일령)

실험구	1일	2일	3일	4일	5일	계	
A	A1	160	142	99	60	20	481
	A2	170	138	52	42	39	461
B	B1	290	110	80	5	3	488
	B2	288	143	50	4	1	486

산출 15일령 밖에 되지 않아 최초 수용시 물과 함께 옮겨어도 스트레스로 인해 어느 정도의 폐사가 발생(수조당 10 ~ 15마리 정도)하였다. 실험구 A에서 첫날 폐사수가 상대적으로 적은 것

은 로티퍼가 수중에 있어 사료를 먹지 않은 개체가 있기 때문으로 생각되어진다. 폐사어는 소화 불량으로 인한 항문에 점질 성분의 긴 끈 모양이 관찰되었다.

실험 2의 폐사수 (산출 15 - 19일령)

실험구	1일	2일	3일	4일	5일	계	
A	A1	345	100	40	2	0	487
	A2	310	140	37	0	1	488
B	B1	385	98	2	0	3	488
	B2	367	110	5	6	1	489

실험 2에서 실험 1보다 더 빠른 속도로 폐사한 것은 대부분의 볼락이 실험 1보다는 사료를 잘 받아먹었으나 소화를 시키지 못했기 때문에 생

각되며, 로티퍼를 사료와 함께 공급한 실험구A와 사료단독 공급구인 실험구B간에 별 차이없이 폐사하였다.

실험 3의 폐사수 (산출 20 - 24일령)

실험구	1일	2일	3일	4일	5일	계	
A	A1	290	80	48	10	5	433
	A2	270	115	55	21	10	471
B	B1	355	88	32	13	2	490
	B2	340	83	22	22	3	470

기획특집

실험 3에서 5일간 누계된 폐사어의 수는 실험 구 간에 큰 차이가 없으나, 실험 첫날에는 먹이생

물을 사료와 함께 공급한 실험구A의 폐사어수가 적었다.

실험 4의 폐사수 (산출 25 - 29일령)

실험구		1일	2일	3일	4일	5일	계
A구	A1	90	39	28	35	22	214
	A2	78	60	55	33	5	231
B구	B1	150	110	58	33	49	400
	B2	184	99	54	32	30	399

실험 4에서 5일간 누계된 폐사어가 먹이생물을 사료와 함께 공급한 실험구A에서 유의하게 적었

다. 실험구A에서 사료를 먹고 활력을 유지하는 개체가 보이기 시작했다.

실험 5의 폐사수 (산출 30 - 34일령)

실험구		1일	2일	3일	4일	5일	계
A구	A1	29	20	19	9	10	87
	A2	37	19	7	16	4	83
B구	B1	77	88	33	39	22	259
	B2	100	59	27	15	19	220

실험구 A의 경우 폐사어가 100마리 이하로 줄어든 것은 불량인 사료와 알테미아를 같이 먹게 되면서 생물먹이인 알테미아 내에 함유하고 있는 소화효소가 소화제의 역할을 하여 사료의 소화를 도운 것으로 생각된다. 따라서, 양식현장에서는 알테미아가 생산단가에 차지하는 비율이 높기 때

문에 초기 미립자사료를 산출 30일령에 함께 공급하는 것이 바람직하리라 생각된다. 실험구 B의 경우도 폐사수가 많이 줄었으나 사료만 단독 공급하여 활력이 많이 떨어졌고, 수조벽에 기대어 힘없이 유평하는 개체들이 많이 보였다.

실험 6의 폐사수 (산출 37 - 41일령)

실험구		1일	2일	3일	4일	5일	계
A구	A1	38	9	11	6	11	75
	A2	21	11	23	5	5	65
B구	B1	69	21	30	22	13	155
	B2	71	55	21	31	19	197

실험 6의 경우, 사료 단독 공급구인 실험구B에

서도 누적 폐사수가 현저히 줄어들기 시작하였

다. 어느 정도 사료 소화 능력이 생기기 시작한 식현장에서는 사료의 단독공급보다는 알테미아 것으로 보이니, 여전히 폐사수가 많았으므로 양을 함께 공급해야 할 것으로 보인다.

실험 7의 폐사수 (산출 44 - 48일령)

실험구		1일	2일	3일	4일	5일	계
A구	A1	20	14	7	8	9	58
	A2	17	9	7	1	7	41
B구	B1	42	20	18	9	11	100
	B2	55	51	9	11	4	130

실험 7의 경우, 두 실험구 모두에서 실험 6보다 이 좋았다. 폐사수가 줄어들었으며, 여전히 실험구A의 활력

실험 8의 폐사수 (산출 52 - 56일령)

실험구		1일	2일	3일	4일	5일	계
A구	A1	11	14	8	6	8	47
	A2	23	4	15	8	7	57
B구	B1	27	24	17	18	25	111
	B2	30	19	19	11	9	88

산출 50일령이 넘어가면서 사료 단독 공급구인 실험구B에서도 누적폐사어수가 100마리 미만으로 나타났다. 그러나 활력은 알테미아를 같이 공급하는 것이 좋았으며, 미립자사료만 공급한 블락은 수면 위로 힘없이 떠다니는 개체가 많았다. 60일령이 넘어야 블락은 어느 정도 사료를 소화시킬 수 있는 소화효소 체계를 가지는 것으로 보이며 양식현장에서는 생존율을 높이기 위하여 소

량이나마 산출 70 ~ 80일령까지 알테미아를 미립자사료와 함께 공급하는 것이 효과적인 것으로 생각된다.

양식현장에서 15°C 사육수온에서 사육 때에는 산출 70일령에 간격 2.5mm 선별망으로 선별하여 빠지는 작은 것은 알테미아를 더 먹이고 걸리는 큰 개체는 사료만 공급하는 것이 효과적일 것이다.

실험 9의 폐사수 (산출 60 - 64일)

실험구		1일	2일	3일	4일	5일	계
A구	A1	14	8	7	11	1	41
	A2	11	9	5	9	3	37
B구	B1	24	12	12	17	3	68
	B2	11	16	19	7	8	61

실험 9의 경우, 두 실험구 모두에서 활력이나 폐사수가 큰 차이를 보이지 않았다. 더 이상의 알테미아의 공급은 필요치 않은 것으로 생각된다.

이상의 결과를 보면, 알테미아와 함께 미립자사료를 공급한다면, 산출 30일령부터 시작하는 것이 바람직해 보인다. 그리고 사료단독공급은 산출 60일령이 넘어야 할 것으로 보인다. 미립자사료만 단독으로 공급하여 폐사하는 폐사어는 소화 불량으로 인해 항문에 긴 끈 모양의 점질물 성분이 관찰되었다. 또 산출 60일령 이전에 미립자사료만을 공급한 경우 빠르게 폐사가 일어나지 않아도 활력이 떨어져, 힘없이 유평하는 개체가 많이 보였다.

불락의 종묘생산은 가온이 필수적이다. 그러나 산출 30일령 전에 수온을 17°C 이상으로 유지시키면 과식을 하게 됨에 따라 미립자사료를 공급했을때와 비슷한 증상으로 폐사하는 경우를 보였기에 실제 양식현장에서는 참고해야 할 것으로 사료된다.

IV. 맺음말

새로운 양식대상종의 개발은 친어의 확보와 관리, 우수한 수정란과 자어의 확보, 인공종묘의 생산, 경제성 있는 양식까지가 이루어져야 한다. 연구기관에서도 생산비용의 계산없이 적은수의 종묘생산 후 기술개발이 완성되었다고 한다면 어민들에게 호응을 받지 못하고 사장되는 연구가 될 것이다. 종묘생산의 과정들이 보고서를 통하여 발표된다면 어민들이 그 과정을 따라만 하여도 생산이 가능하도록 하여야 실질적 기술의 보급이 이루어 질 것이다. 본 연구소에서 2000년 처음 불락의 인공종묘를 5만마리 대량생산하였고, 올해는 90만마리의 종묘를 5월중 분양 및 방류할 계획이다. 또 주위 몇 곳의 양식현장에도 종묘생산기술을 보급하여 올해 관내에 3곳에서 대량생산에 성공했다. 작년 분양한 불락의 인공종묘는 양식업자에게 호응을 얻어 양식대상종의 다변화에 일조하였고, 충분히 산업화를 이루었다. 지금도 불락 종묘생산원가를 낮추기 위한 방안이 연구중이다.

현재 불락 외에 몇몇종의 대량종묘생산연구가 진행중이며 그중 한 두 종은 빠른 시일내에 산업화 될 것으로 기대한다.