

실험 배합사료, 관행사료 및 미역 공급이 까막전복, 시볼트전복 및 참전복 치패의 성장과 체성분에 미치는 영향

김재우 · 이상민* · 한석중 · 김병학 · 박승렬

국립수산진흥원

*강릉대학교 해양생명공학부

Effects of Experimental Diet, Commercial Diets and Algae (*Undaria*) on Growth and Body Composition Among Juvenile Abalones (*Haliotis discus*, *H. sieboldii* and *H. discus hannai*)

Jae-Woo Kim, Sang-Min Lee*, Seock-Jung Han,
Byoung-Hak Kim and Sung-Real Park

National Fisheries Research and Development Institute, Pusan 619-900, Korea

*Faculty of Marine Bioscience & Technology, Kangnung National University,
Kangnung 210-702, Korea

This study was conducted to investigate the effects of three different formulated diets and macroalgae (*Undaria*) on growth and body composition among juvenile *Haliotis discus*, *H. sieboldii* and *H. discus hannai*. Three replicate groups among the three species abalones average weighing 0.31 g were fed one of one experimental diet, two commercial diets and *Undaria* for 9 weeks. The three formulated diets produced significantly ($P < 0.05$) greater body and shell growth than *Undaria* within same abalone species. Survival rates (97~99%) of *H. discus* and *H. sieboldii* were higher than that (74~77%) of *H. discus hannai*. Whereas different diets had no significantly ($P > 0.05$) distinctive effect on survival within each three different abalone species. Moisture of abalone soft body in final stage reduced compared to those of abalone in initial stage in *H. discus* and *H. discus hannai*. Regardless of diet, abalone soft body revealed significantly ($P < 0.05$) increased protein and decreased ash at the end of feeding trial in all three abalone species. This study indicate that all three different formulated diets used in this experiment could be a practical diet in three abalone species.

Key words : Abalones (*Haliotis discus*, *H. sieboldii* and *H. discus hannai*), Formulated diet, Algae.

서 론

전복류는 세계적으로 100여종 이상이 분포하고 있으며, 우리 나라에서는 한류계인 참전복과 난류

계의 말전복, 까막전복, 시볼트전복 등이 서식하고 있다(유, 1994). 전복류는 옛날부터 식용으로 이용되어지는 등 산업적으로 매우 중요하게 취급되어져 왔고, 앞으로도 고가의 기호식품으로서 전망

본 연구는 농림부 현장애로기술개발사업의 연구비로 수행되었음.

이 밝은 유용 수산물이다. 전복류에 대한 연구는 비교적 오래 전부터 여러 학자에 의해 다루어져 왔다(Kikuchi and Uki, 1974; Mai et al., 1995; Seki and Kanno, 1981a,b; Uki et al., 1985a,b; 김, 1992; 노, 1988; 노·유, 1984; 이 등 1978; 한, 1994).

전복은 부착기 유생을 부착구조 파판에 채묘하여 구조류를 주 먹이로 사육하여 각장 7~8mm까지 성장시킨 후 파판에서 박리하여 중간 육성하여 각장 3cm 정도의 것을 바다에 방류하여 상품 크기의 것을 다시 수확하는 방식으로 이루어지고 있으며 부분적으로 채종 수하식으로 양식되어 왔다. 하지만 최근 전복양식에 대한 관심이 높아짐에 따라 전복을 육상 수조에서 양성하는 곳이 현저히 증가되고 있는 실정이며, 정 등(1994a, b)은 육상 사육 수조에 관한 효과를 비교하였다. 하지만, 전복을 양식하는 양어가들은 육성용 먹이로 생미역, 생파래, 생다시마와 같은 천연 먹이를 주로 사용하다가 여름에는 건조미역이나 건조다시마를 공급하고 있는 실정이어서 체계적인 양식 발전에 제한적인 요인이 되고 있다. 이러한 천연 먹이는 생산량이나 지역에 따라 공급이 불안정할 뿐 아니라 가격의 변동이 심하고, 성장 또한 배합사료로 사육하는 것보다 낮은 것으로 보고되어 있다(Kim et al., 1998; Lee et al., 1998a,b,c; Viana et al., 1993). 하지만 국내에서는 아직까지 외국에서 비싼 가격으로 배합사료를 수입하고 있어 경제적인 면에서 국가적으로도 큰 손실의 요인이 되고 있다. 그래서 국내 실정에 맞는 경제적인 배합사료를 개발하기 위해서 일련의 연구를 수행하여 왔다(Lee et al., 1997; Lee et al., 1998a,b,c; Lee, 1998; Lee and Park, 1998). 또한 제주도 중심적으로 양성되고 있는 남방계 전복 양성장에서는 천연 먹이의 공급, 저장 및 공급가격에서 상대적으로 불리한 여건에 처해 있어 경제성 있는 사료의 개발이 시급히 요구되고 있는 실정이다. 그래서 본 연구에서는 Lee (1998)가 참전복용으로 제시한 경제적인 배합비로 제조한 실험 사료로

까막전복, 시볼트전복 및 참전복에 대해 그 효능을 국내에서 제조된 배합사료, 수입 시판사료 및 천연 먹이인 미역과 비교하였다.

재료 및 방법

1. 실험사료

전복 치패의 성장 효과 및 체성분 조사를 위해 사용된 사료로 실험 배합사료(ED), 국내에서 제조된 배합사료 시제품(CD1), 외국산 시판사료(CD2)와 천연 먹이로 제주도 자연산 생미역(NF)을 구입하여 이용하였다(Table 1). 이 중 실험 배합사료는 이미 참전복용으로 제시된 경제적인 배합비(Lee, 1998)의 처방대로 각 원료를 잘 혼합하여 이화유지(주)에서 길이 1cm, 두께 0.15cm 정도의 사각형이 되도록 제조되었다. 제조된 배합사료는 진공 건조 후 냉동 보관(-25°C)하면서 사료 공급시마다 사용하였다. 구입한 생미역은 유수식 수조에 넣어 두고 절단하여 공급하였다.

2. 실험전복 및 사육관리

실험 치패는 1996년 10월 11일 국립수산진흥원 북제주수산종묘배양장에서 채묘한 각장 10~17mm 정도의 까막전복(HD), 시볼트전복(HS) 및 참전복(HDH)이며, 1주일간 사료에 적응시킨 건강한 치패를 각 실험수조(34×28.5×23cm; 유효수량 17ℓ)에 100마리씩 각 사료별 3반복으로 완전임의 배치하였다. 실험기간은 1997년 5월 27일부터 7월 26일까지의 9주간이었으며, 사료공급은 매일 오전 11시경 잔여사료 및 배설물을 청소한 후, 배합사료는 약 5~10 g 정도를 성장함에 따라 차차 그 공급량을 늘였으며, 먹고 남은 정도로 충분히 공급하였고, 생미역은 전복 치패 shelter를 1겹으로 덮을 정도의 양으로 절단하여 공급하였다. 주수량은 약 1ℓ/min/tank로 조정하였으며, 약하게 산소를 공급하였다. 사육기간중의 수온은 17.2~26.2°C고, 염분농도는 30.01~35.53%이었다. 조도는 15~750lx, pH는 8.01~8.26, DO는 7.2~9.1ml/ℓ이었다. 분석용 치패는 실험시작시

실험 배합사료, 관행사료 및 미역 공급이 까막전복, 시볼트전복 및 참전복 치패의 성장과 체성분에 미치는 영향

Table 1. Composition (%) of the diets

Ingredients	Experimental diet (ED)	Commercial diets		Natural food (NF)
		CD1	CD2	
White fish meal	20.0	- Closed -		<i>Undaria</i>
Soybean meal	23.0			
<i>Undaria</i> powder	5.0			
Wheat flour	22.3			
<i>Spirulina</i>	0.5			
Wheat germ meal	5.0			
α -potato starch	7.0			
Yeast	2.0			
Squid liver oil	3.0			
Lecithin	0.5			
Vitamin premix ¹	2.5			
Mineral premix ²	4.0			
Sodium alginate	5.0			
Enzyme mix ³	0.2			
Nutrient contents (%) in dry matter				
Crude protein	33.8	32.8	34.5	20.0
Crude lipid	5.8	3.9	2.2	1.3

^{1,2,3}Same as Lee (1998).

300마리, 실험종료시 각 수조에 생존한 모든 개체를 수거하여 각장, 각폭, 각고, 전중량, 가식부 중량, 패각중량을 조사한 후, 가식부를 분리하여 일반성분 분석용으로 냉동보관(-60°C)하였다.

3. 성분분석 및 통계처리

단백질원, 실험사료 및 어체의 일반성분은 AOAC 방법(1990)에 따라 분석하였는데, 조단백질(N×6.25)은 Automatic analyzer (Vapodest 5/6, Gerhardt)를 사용하여 분석하였고, 조지방은 ether를 사용하여 추출하였으며, 수분은 105°C의 dry oven에서 4시간 동안 건조 후 측정하였다. 또한, 조섬유는 Automatic analyzer (Fibertec, Tecator)를 이용하였고, 조회분은 550°C의 회화로에서 4시간 동안 태운 후 정량하였다.

실험결과는 SPSS for Window (SPSS Inc., 1993) program으로 ANOVA-test를 실시하여 Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)로 처리 평균간의 유의성을 유의수준 5%에서 검정하였고, two-way ANOVA-test로 사료와 전

복 종류에 대한 상관요인을 분석하였다.

결과 및 고찰

전복 치패를 9주간 사육한 후의 체중 성장 및 생존율에 대한 결과는 Table 2에 표시하였다. 실험 시작시의 전복 종류별 개체 평균 체중은 0.28~0.35g으로 처리 평균간 그 차이는 인정되지 않았으며(P>0.05), 배합사료 공급구들의 최종 평균 체중은 시볼트전복이 1.25~1.34g, 까막전복이 0.88~0.93g, 참전복이 0.61~0.70g 순으로 성장이 좋았으며(P<0.05), 동일종내의 배합사료 공급구에서는 성장 차이가 없었다(P>0.05). 또한, 동일 전복종에서는 배합사료 공급구들이 미역 공급구보다 성장이 좋았고, 전체 실험구중에서 참전복에 미역을 공급한 실험구가 0.41g으로 가장 성장이 저조하였다(P<0.05). 생존율은 시볼트전복과 까막전복이 97.3~99.3%로 참전복의 74.0~77.0%에 비해 높았으며(P<0.05), 동일 전복종내에서의 사료 종류별로는 그 유의차가 인정되지 않는다(P>0.05). 증체율은 시볼트전복에 배합사료

Table 2. Weight growth performance of the juvenile *Haliotis sieboldii* (HS), *Haliotis discus* (HD) and *Haliotis discus hannai* (HDH) fed experimental diet (ED), commercial diets (CD1 & CD2) and natural food (NF) for 9 weeks¹

Diets	Initial av. wt.(g)	Final av. wt.(g)	Survival rate(%)	Weight gain (%) ²	Soft body wt.(g)	Soft body wt.(g)/total wt.(g)
HS-ED	0.35±0.025 ^a	1.25±0.176 ^f	99.3±1.15 ^b	262.9±26.95 ^{de}	0.70±0.092 ^c	0.62±0.012 ^{efg}
HS-CD1	0.32±0.025 ^a	1.25±0.150 ^f	97.3±0.58 ^b	287.7±40.22 ^{de}	0.67±0.102 ^c	0.60±0.015 ^{cde}
HS-CD2	0.33±0.015 ^a	1.34±0.096 ^f	97.3±0.58 ^b	310.4±28.85 ^e	0.74±0.051 ^c	0.63±0.006 ^{fgh}
HS-NF	0.34±0.006 ^a	0.76±0.000 ^{ede}	97.7±0.58 ^b	124.4± 3.17 ^{ab}	0.39±0.012 ^c	0.57±0.000 ^b
HDH-ED	0.32±0.025 ^a	0.70±0.234 ^{cd}	77.7±3.79 ^a	123.7±72.99 ^{ab}	0.32±0.031 ^{bc}	0.59±0.012 ^{cd}
HDH-CD1	0.30±0.036 ^a	0.61±0.095 ^{abc}	74.7±4.16 ^a	105.3± 7.28 ^{ab}	0.34±0.045 ^{bc}	0.59±0.006 ^{bc}
HDH-CD2	0.31±0.020 ^a	0.62±0.072 ^{bc}	74.0±2.00 ^a	101.9±10.66 ^{ab}	0.34±0.044 ^{bc}	0.59±0.010 ^{bcd}
HDH-NF	0.28±0.025 ^a	0.41±0.015 ^a	76.0±2.65 ^a	55.2±13.68 ^a	0.21±0.015 ^a	0.55±0.010 ^a
HD-ED	0.33±0.006 ^a	0.88±0.055 ^{de}	98.7±1.15 ^b	167.9±17.54 ^{bc}	0.52±0.021 ^d	0.63±0.006 ^{ghi}
HD-CD1	0.30±0.087 ^a	0.93±0.120 ^e	98.3±0.58 ^b	224.7±74.23 ^{cd}	0.56±0.086 ^d	0.64±0.006 ^{hi}
HD-CD2	0.30±0.032 ^a	0.90±0.026 ^{de}	98.7±1.15 ^b	219.6±47.96 ^{cd}	0.56±0.053 ^d	0.65±0.026 ⁱ
HD-NF	0.28±0.050 ^a	0.47±0.064 ^{ab}	98.3±1.15 ^b	68.6± 8.87 ^a	0.27±0.038 ^{ab}	0.61±0.000 ^{def}

¹Values (mean±s.d. of three replications) in the same column not sharing a common superscript are significantly different (P<0.05).

²(Final weight - initial weight) × 100 / initial weight.

공급구들이 262.9~310.4%로 가장 높은 경향이 있었으며(P<0.05), 시볼트전복과 까막전복은 배합 사료 공급구들이 미역 공급구보다 유의적으로 높았다(P<0.05). 참전복은 배합사료와 미역 공급구 사이에 유의차가 인정되지 않았으나(P>0.05) 수치상으로는 미역 공급구가 55.2%로 배합사료 공급구의 110% 전후 보다 매우 낮았다. 체중에 대한 가식부의 비는 동일 전복종내에서는 배합사료구들과 미역 공급구간에는 유의차가 인정되어, 배합 사료 공급구들이 미역 공급구에 비해 가식부 비율이 높았다(P<0.05).

각각 성장효과는 Table 3에 표시하였으며, 각 장, 각폭 및 각고는 각 전복 종류 내에서는 배합 사료구들간에 유의차가 없었고(P>0.05), 미역 공급구가 유의적으로 낮은 값을 보였다(P<0.05). 또한 전복 종류별로도 이러한 값들이 차이를 보였는데, 체중 성장과 비슷한 경향으로 시볼트전복, 까막전복, 참전복 순으로 양호하였다(P<0.05). 전중량/각장 비도 성장효과와 유사한 경향을 보였다.

각폭/각장 비(Table 3)는 시볼트전복에 배합

사료를 공급한 구들에서 0.72로, 까막전복 및 참전복에 배합사료를 공급한 구들의 0.69~0.70에 비해 높아 패각의 형태가 상대적으로 둥근 형태임을 나타내었다(P<0.05). 각고/각폭 비는 전복 3종간에 사료 종류에 관계없이 뚜렷한 차이를 보였는데(P<0.05), 참전복, 까막전복, 시볼트전복 순으로 각고 쪽이 높은 형태를 보여, 종의 형태적 분류 key로 활용이 가능할 것으로 생각된다. 특히 인공 종묘의 외부 형태상 그 구분이 매우 어려운 참전복과 까막전복을 구분하는데에는 각정부위가 상대적으로 두드러져 올라와 있는 참전복의 각고/각폭 비가 높은 점을 감안하여 구분하는 상대적 기준이 될 것이다.

실험 시작시 및 종료시의 사료별로 전복 연체부의 일반성분(Table 4)을 분석한 결과, 수분은 참전복과 까막전복에서 실험 시작시에 비해 종료시 모두 감소하였고, 단백질은 전복 3종류 모두에서 사료 종류에 관계없이 모두 증가하였으며, 회분은 전복 3종류 모두에서 사료 종류에 관계없이 모두 감소하였다. 실험 종료시 수분 함량은 시볼트전복과 까막전복에 비해 참전복이 높았으며, 사

Table 3. Shell growth performance of the juvenile *Haliotis sieboldii* (HS), *Haliotis discus* (HD) and *Haliotis discus hannai* (HDH) fed experimental diet (ED), commercial diets (CD1, CD2) and natural food (NF) for 9 weeks¹

Diets	Shell length (mm)	Shell width (mm)	Shell height (mm)	Body wt.(g)/shell length(cm)
HS-ED	21.8±1.15 ^d	15.6±0.94 ^d	3.95±0.171 ^{bc}	0.52±0.047 ^d
HS-CD1	21.6±1.00 ^d	15.6±0.83 ^d	4.12±0.183 ^c	0.51±0.055 ^d
HS-CD2	21.9±0.44 ^d	15.8±0.30 ^d	3.95±0.044 ^{bc}	0.54±0.033 ^d
HS-NF	18.8±0.15 ^c	13.3±0.10 ^c	3.76±0.025 ^b	0.36±0.026 ^b
HDH-ED	16.1±0.50 ^b	11.2±0.28 ^b	3.77±0.124 ^b	0.33±0.019 ^b
HDH-CD1	16.4±0.68 ^b	11.4±0.49 ^b	3.82±0.170 ^b	0.35±0.032 ^b
HDH-CD2	16.3±0.74 ^b	11.4±0.57 ^b	3.78±0.136 ^b	0.35±0.030 ^b
HDH-NF	14.8±0.19 ^a	10.3±0.14 ^a	3.50±0.046 ^a	0.25±0.012 ^a
HD-ED	18.8±0.30 ^c	13.2±0.24 ^c	3.95±0.052 ^{bc}	0.44±0.013 ^c
HD-CD1	19.2±0.85 ^c	13.4±0.62 ^c	4.00±0.212 ^{bc}	0.45±0.041 ^c
HD-CD2	18.8±0.44 ^c	13.1±0.10 ^c	3.86±0.035 ^b	0.46±0.018 ^c
HD-NF	16.1±1.09 ^b	10.9±0.52 ^{ab}	3.37±0.174 ^a	0.28±0.028 ^a

Table 3. Continued

Diets	Shell width(mm)/shell length(mm)	Shell height(mm)/shell length(mm)	Shell height(mm)/shell width(mm)
HS-ED	0.72±0.005 ^{cd}	0.18±0.005 ^a	0.25±0.007 ^{ab}
HS-CD1	0.72±0.006 ^d	0.19±0.001 ^b	0.26±0.002 ^b
HS-CD2	0.72±0.002 ^d	0.18±0.005 ^a	0.25±0.002 ^a
HS-NF	0.71±0.002 ^{bcd}	0.20±0.001 ^c	0.28±0.002 ^c
HDH-ED	0.70±0.006 ^{ab}	0.23±0.001 ^d	0.34±0.004 ^f
HDH-CD1	0.70±0.002 ^{ab}	0.23±0.001 ^d	0.33±0.002 ^f
HDH-CD2	0.70±0.004 ^{ab}	0.23±0.003 ^d	0.33±0.006 ^f
HDH-NF	0.70±0.002 ^{ab}	0.24±0.001 ^d	0.34±0.006 ^f
HD-ED	0.70±0.002 ^{bc}	0.21±0.005 ^c	0.30±0.002 ^{de}
HD-CD1	0.69±0.002 ^{ab}	0.21±0.004 ^c	0.30±0.006 ^{de}
HD-CD2	0.70±0.015 ^{ab}	0.21±0.007 ^c	0.30±0.004 ^d
HD-NF	0.68±0.026 ^a	0.21±0.009 ^c	0.31±0.003 ^c

¹Values (mean±s.d. of three replications) in the same column not sharing a common superscript are significantly different (P<0.05).

료의 종류에는 뚜렷한 차는 인정되지 않는다(P>0.05). 실험종료시 단백질 함량은 전복 종류에 관계없이 국산사료 공급구(CD1)에서 높은 수치를 보이고, 미역 공급구들에서 비교적 낮은 수치를 나타냈다. 지방 함량은 시볼트전복 및 까막전복의 실험사료와 국산 사료에서 높았고, 참전복에서 낮은 경향이다(P<0.05). 회분 함량은 배합사료의 종류에 관계없이 전복 3종류 모두에서 미역 공급구보다 낮았으며, 특히 시볼트전복의 미역 공급구(HS-NF)에서 가장 높았다(P<0.05).

전복 종류와 사료 종류간에 미치는 영향(Table 5)을 two-way ANOVA로 분석한 결과, 증체율, 최종 평균 체중, 각장, 각폭, 각고, 각고/각장, 체중/각장, 수분, 단백질, 지질은 각각 전복 종류 및 사료 종류에 유의하게 영향을 받았으나 전복 종류와 사료 종류간 상호작용은 인정되지 않았다. 그러나, 생존율은 사료 종류간 및 전복 종류와 사료 종류간 상호작용은 인정되지 않았으나 전복 종류간에는 유의하게 영향을 받았다. 또한 연체부의 회분 함량은 전복 종류간에는 영향을 받지

Table 4. Chemical composition (%) of the soft whole body from the juvenile *Haliotis sieboldii* (HS), *Haliotis discus* (HD) and *Haliotis discus hannai* (HDH) fed experimental diet (ED), commercial diets (CD1, CD2) and natural food (NF) for 9 weeks¹

Diets	Moisture	Protein	Lipid	Ash
Initial :				
HS	75.47	14.69	1.86	4.27
HDH	79.59	12.67	1.05	3.29
HD	78.57	13.23	1.15	4.02
Final :				
HS-ED	76.5±0.26 ^{abc}	16.1±0.41 ^{ab}	2.17±0.512 ^{ef}	2.20±0.061 ^a
HS-CD1	75.2±0.80 ^a	16.4±0.85 ^b	2.41±0.079 ^f	2.20±0.222 ^a
HS-CD2	75.5±1.00 ^a	15.5±0.67 ^{ab}	1.58±0.175 ^{cd}	2.27±0.045 ^a
HS-NF	75.7±0.81 ^a	15.2±0.95 ^{ab}	1.90±0.196 ^{de}	3.43±0.206 ^c
HDH-ED	77.9±0.99 ^c	15.0±0.88 ^a	1.10±0.045 ^{ab}	2.51±0.266 ^a
HDH-CD1	77.3±1.30 ^{bc}	15.6±1.02 ^{ab}	1.46±0.207 ^{bc}	2.49±0.165 ^a
HDH-CD2	77.3±0.41 ^{bc}	15.5±0.17 ^{ab}	1.03±0.104 ^a	2.39±0.089 ^a
HDH-NF	77.8±0.59 ^c	14.8±0.12 ^a	1.11±0.006 ^{ab}	2.95±0.301 ^b
HD-ED	75.5±0.56 ^a	15.8±0.60 ^{ab}	2.24±0.445 ^{ef}	2.33±0.092 ^a
HD-CD1	75.5±1.26 ^a	16.5±0.68 ^b	2.16±0.117 ^{ef}	2.20±0.090 ^a
HD-CD2	75.6±0.80 ^a	16.0±0.66 ^{ab}	1.46±0.060 ^{bc}	2.37±0.162 ^a
HD-NF	76.0±0.53 ^{ab}	15.2±0.22 ^{ab}	1.54±0.178 ^{cd}	3.11±0.031 ^b

¹Values (mean±s.d. of three replications) in the same column not sharing a common superscript are significantly different (P<0.05).

Table 5. Two-way ANOVA analysis for growth performance and body composition among the juvenile *Haliotis sieboldii*, *Haliotis discus* and *Haliotis discus hannai* fed experimental diet, commercial diets and natural food for 9 weeks

	Species	Diets	Interaction
Weight gain	P<0.001	P<0.001	NS
Survival rate	P<0.001	NS ²	NS
Final average weight	P<0.001	P<0.001	NS
Shell length	P<0.001	P<0.001	NS
Soft body weight	P<0.001	P<0.001	P<0.05
Shell width	P<0.001	P<0.001	NS
Shell height	P<0.001	P<0.001	NS
Total weight/shell length	P<0.001	P<0.001	NS
Shell height/shell length	P<0.001	P<0.001	NS
Moisture content of SB ¹	P<0.001	P<0.001	NS
Protein content of SB	P<0.05	P<0.05	NS
Lipid content of SB	P<0.001	P<0.001	NS
Ash content of SB	NS	P<0.001	P<0.01

¹SB : soft body.

²NS : not significant(P<0.05).

않았으나 사료 종류간 및 전복 종류와 사료 종류간 상호작용은 유의하게 영향을 받았다.

위와 같이 사육기간이 동일함에도 불구하고 전

복 종에 따라 성장이나 체 성분이 차이가 나는 것은 종의 유전적인 특성이나 그 종이 선호하는 환경에 의한 차이로 생각되며, 차후 그러한 특성과

함께 사료영양 연구가 이어져야할 것이다. 본 실험에서 사용된 동일 종에서 실험 배합사료를 공급한 실험구는 천연 먹이인 자연산 미역 공급구보다 성장 효과가 높았으며, 국산 시제품 및 외국산 배합사료와 그 성능이 동등한 것으로 나타났다. Viana et al.(1993)은 casein이나 어분 위주의 배합사료가 macroalgae (*Macrocystis pyrifera*)보다 전복(*H. fulgens*)의 성장에 더 높은 효과가 있다고 하였으며, Nie et al.(1986)도 역시 배합사료가 다시마보다 참전복의 성장에 월등히 좋은 결과를 보인다고 보고하였다. 정 등(1994b)은 배합사료, 건조미역 및 배추를 0.7 g의 참전복에 공급한 결과, 배합사료와 건조미역이 배추보다 높은 성장 효과가 있다고 보고하였다. 이와 같이 천연 먹이의 저조한 성장효과는 Lee et al.(1998c)도 지적한 바 있듯이 해조류의 영양성분 중 단백질이나 지질 등의 함량이 배합사료보다 현저히 낮기 때문으로 해석된다. 반면에 정 등(1994b)은 배합사료와 건조 미역 공급구간에 서로 차이가 없었다고 보고하였는데, 본 실험에서 배합사료구는 미역구보다 성장효과들이 유의하게 높았고($P < 0.05$), 이러한 경향은 이미 보고된 바 있다(Lee et al., 1998a,b,c).

이상의 결과로부터 이(1998)가 참전복용으로 제시한 경제적인 배합사료 조성비는 3종류의 전복 모두에서 외국 상품사료에 비해 손색이 없는 효능을 갖는 것으로 나타났다. 또한 국내에서 제조된 시제품도 실용적인 전복 사료가 될 것으로 기대된다. 본 실험에서 사용된 실험 배합사료는 그 단가가 kg당 1,000원대로 기존의 상품사료에 비해 매우 경제적이며, 뿐만 아니라 본 실험의 실험 배합사료로 까막전복이나 시볼트전복을 사용하여도 양호한 결과가 나타나 앞으로 이들 종에 대한 양식 발전을 도모할 수 있을 것으로 전망된다.

요 약

이미 연구된 참전복용 경제적인 실험 배합사료로 까막전복과 시볼트전복에 대한 효과를 평가하

기 위해 기존의 상품사료 및 미역과 비교하였다. 3 종류의 전복 모두 평균 체중 0.31g인 치패를 각 사료마다 3반복으로 9주간 사육한 결과, 체중 및 패각성장은 동일 전복종류내에서는 배합사료를 공급한 실험구들이 미역 공급구보다 성장이 좋았고($P < 0.05$), 동일 사료내에서는 시볼트전복, 까막전복, 참전복 순으로 성장이 좋았다($P < 0.05$). 생존율은 시볼트전복과 까막전복이 97~99%로 참전복의 74~77%에 비해 높았으며($P < 0.05$), 각 전복 종내에서의 사료 종류별로는 그 유의차가 인정되지 않는다($P > 0.05$). 전복 가식부의 일반 성분은 전복종류 및 사료종류에 따라 차이를 보였다. 이상의 결과로부터 본 실험에서 사용된 배합사료들은 3종류 전복 모두에 실용적인 사료가 될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia. 1298pp.
- Duncan, D. B., 1955. Multiple-range and multiple F tests. *Biometrics*, 11 : 1-42.
- Kikuchi, S. and N. Uki, 1974. Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis*, I. Relation between water temperature and several maturity of *Haliotis discus hannai* Ino. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, 33 : 69-78.
- Kim, B. H., S. M. Lee, C. S. Go, J. W. Kim and J. I. Myeong, 1998. Optimum stocking density of juvenile abalone (*Haliotis discus hannai*) fed the formulated diet or macroalgae (*Undaria*). *J. Korean Fish. Soc.*, 31 : in press.
- Lee, S. M., G. A. Lee, I. G. Jeon and S. K. Yoo, 1997. Effects of experimental formulated diets, commercial diet and natural diet on growth and body composition of abalone (*Haliotis discus hannai*). *J. Aquacul.*, 10 : 417-424.
- Lee, S. M., S. Y. Yun and S. B. Hur, 1998a. Evaluation of dietary protein sources for abalone (*Haliotis discus hannai*). *J. Aquacul.*

- cult., 11 : 19-29.
- Lee, S. M, S. J. Yun, K. S. Min and S. K. Yoo. 1998b. Evaluation of dietary carbohydrate sources for juvenile abalone (*Haliotis discus hannai*). J. Aquacult., 11 : 133-140.
- Lee, S. M., Y. S. Lim, Y. B. Moon, S. K. Yoo and S. Rho. 1998c. Effect of supplemental macroalgae and *spirulina* in the diets on growth performance in juvenile abalone (*Haliotis discus hannai*). J. Aquacult., 11 : 31-38.
- Lee, S. M. 1998. Evaluation of economical feed formulations for abalone (*Haliotis discus hannai*). J. Aquaculture, 11(2), 159-166.
- Lee, S. M. and H. G. Park. 1998. Evaluation of dietary lipid sources for juvenile abalone (*Haliotis discus hannai*). J. Aquaculture, 11 (3) : 381-390.
- Mai, K., J. P. Mercer and J. Donlon. 1995. Comparative studies on the nutrition of two species of abalone, *Haliotis tuberculata* L and *Haliotis discus hannai* Ino. IV. Optimum dietary protein level for growth. Aquaculture, 136 : 165-180.
- Nie, Z. Q., Z. Q. Wang and J. P. Yan, 1986. Experiments on preparing of formulated feed and feeding efficiency of yong abalone, *Haliotis discus hannai* Ino. Mar. Fish. Res., 7 : 53-64.
- Seki, T. and H. Kanno, 1981a. Observation of the settlement and metamorphosis of the veliger of the Japanese abalone, *Haliotis discus hannai* Ino, Haliotidae, Gastropoda. Bull. Tohoku Reg. fish. Res. Lab., 42 : 31-39.
- Seki, T. and H. Kanno, 1981b. Induced the settlement of the Japanese abalone, *Haliotis discus hannai*, veliger by the mucous trail of the juvenile and adult abalone. Bull. Tohoku Reg. fish. Res. Lab., 43 : 29-36.
- SPSS for Window, 1993. Base System User's Guide, Release 6.0, SPSS Inc., 444N. Michigan Avenue, Chicago, IL, 60611.
- Uki, N., A. Kemuyama and T. Watanabe, 1985 a. Development of semipurified test diets for abalone. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 51 : 1825-1833.
- Uki, N., A. Kemuyama and T. Watanabe, 1985 b. Nutrient evaluation of several sources in diets for abalone, *Haliotis discus hannai*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 51 : 1835-1839.
- Viana, M. T., L. M. Lopez and A. Salas, 1993. Diet development for juvenile abalone *Haliotis fulgens*. Evaluation of two artificial diets and macroalgae. Aquaculture, 117 : 149-156.
- 김용구, 1992. 참전복(*Haliotis discus hannai* Ino) 종묘생산을 위한 부착성 규조류의 배양 및 먹이 생물 효과. 부산수산대학 석사학위논문, 70 pp.
1988. 참전복, *Haliotis discus hannai* Ino의 종묘생산에 관한 연구. 부산수산대학 박사학위 논문, 139 pp.
- 노섬 · 유성규, 1984. 전복의 증식에 관한 연구. (III). 전복먹이로서 육상식물의 이용에 관한 연구. 수진연보, 33 : 173-183.
- 이택렬 · 변충규 · 진평 · 홍성윤, 1978. 전복의 종묘 생산기술설립과 인공사육에 관한 연구. 부산수 대해연보, 11 : 47-61.
- 유성규, 1994. 천해양식. 신흥출판사. 부산. 285pp.
- 정성채 · 지영주 · 손팔원, 1994a. 참전복 *Haliotis discus hannai* Ino의 육상사육수조에 관한연구. I. 치패 성장에 미치는 수조형태 및 사육밀도의 영향. 한국양식학회지, 7 : 9-20.
- 정성채 · 지영주 · 손팔원, 1994b. 참전복 *Haliotis discus hannai* Ino의 육상사육수조에 관한연구. II. 먹이별 사육효과. 한국양식학회지, 7 : 77-87.
- 한형균, 1994. 참전복 치패의 성장과 생존율 재고를 위한 부착성 규조류의 먹이 효율. 부산수산대학 석사학위논문, 61 pp.