

## 배합사료 및 2 종류의 해조류 공급에 따른 북방전복 (*Haliotis discus hannai*) 의 성장비교

김성연, 박철지, 남원식, 김재목, 이정호, 노재구, 김현철, 박종원, 황인준

국립수산과학원 육종연구센터

### Comparison of formulated feed and two seaweed-based diets on growth of Pacific abalone (*Haliotis discus hannai*)

Sung Yeon Kim, Choul-Ji Park, Won Sick Nam, Jae Mok Kim, Jeong-Ho Lee, Jae Koo  
Noh, Hyun Chul Kim, Jong won Park and In Jun Hwang

Genetics and Breeding Research Center, NFRDI, Gyeongsangnam-do Geoje, 656-842, Korea

#### ABSTRACT

The effect of three different diets (formulated diet, FD; *Undaria pinnatifida*, UP; *Laminaria japonica*, LJ) on growth in the *Haliotis discus hannai* for 90 days was investigated. The shell length of UP ( $80.62 \pm 1.92$  mm) and LJ ( $81.14 \pm 1.16$  mm) were significantly faster than those of FD ( $79.38 \pm 1.69$  mm) ( $P < 0.05$ ). However, shell breadth and total weight were no significant difference among three diets. On the other hand, the weight gain of FD (16.65% for 0-45day and 25.71% for 45-90day) tend to have higher than those of UP (14.57% and 23.30%) and LJ (12.65% and 24.51%). This results shows that seaweed diets (UP and LJ) help the shell growth of abalone and formulated diet (FD) help the weight gain of abalone. Therefore, the growth of shell and muscle will depend on different diets.

**Keywords:** Abalone growth, Formulated diet, *Undaria pinnatifida*, *Laminaria japonica*

#### 서 론

우리나라 전복 양식생산량은 2000년을 기점으로 생산량이 급격히 증가하여 2012년에는 6,584 톤을 생산하였으며, 생산 금액은 2,500억 규모로 우리나라 총 패류 생산금액의 약 50%를 차지하고 있다 (KNSO, 2013). 이러한 전복 양식생산량의 향상은 내파성 해상가두리 양식방법 및 전복 양식 기저재의 개발로 인하여 생산비 절감 및 대량생산 체제가 구축되었기 때문이다.

세계적으로 가장 많이 생산되는 북방전복 (*Haliotis discus hannai*) 은 한류계 전복으로 성장속도가 느려 한 개체가 100

g 내외의 상품크기에 도달하기까지 평균 3-4년의 양성기간을 필요로 한다. 따라서 북방전복을 주로 생산하는 중국, 일본 및 한국에서는 전복성장의 증진을 위한 성장 단계별 먹이연구가 많이 진행되어져 오고 있다 (Uki *et al.*, 1986a, 1986b; Mai *et al.*, 1995a, 1995b; Lee *et al.*, 1997; Kim *et al.*, 1998; Kim *et al.*, 2003; Cho *et al.*, 2008; Cho and Cho, 2009).

우리나라의 전복양식 산업은 크게 종묘생산과 양성 단계로 구분 할 수 있다. 종묘생산 시기에는 파판에 붙은 부착성 규조류 및 시판되고 있는 배합사료 등을 주로 공급하여 관리하고 있으며, 이러한 전복이 각장 3 cm 전후로 성장하게 되면 해상가두리로 이동하여 계절에 따라 다시마 (*Laminaria japonica*) 및 미역 (*Undaria pinnatifida*) 과 같은 천연먹이를 공급하여 관리하고 있다. 하지만, 최근 해상가두리로 이동하여 관리중인 전복이 급변하는 수온 및 염분 등의 해양 환경 변화에 적응하지 못하고 폐사로 이어지는 경우가 많이 발생하고 있으며, 이러한 문제를 해결하기 위하여 생산현장에서는 각장 3 cm 전후의 치패를 육상수조에서 사육 관리하는 중간양성 단계를 도입하려 하고 있다. 따라서 육상수조를 이용한 효율적인 전복 중간양성 방법을 개발하기 위해서는 우선 중간 크기전복의 성장증진에 필요한 먹이종류의 선정이 중요하며 또한 경

Received: September 13, 2013; Accepted: September 27, 2013

Corresponding author : Choul Ji Park

Tel: +82 (55) 639-5812 e-mail: choulji@korea.kr  
1225-3480/24491

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License with permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproducibility in any medium, provided the original work is properly cited.

제적이고 효율적인 공급방법등도 고려되어야 할 것이다.

전복 먹이종류에 따른 성장 효율성 연구로는 미역 (*U. pinnatifida*) 과 배합사료 (Lee et al., 1999), 다시마 (*L. japonica*) 와 배합사료 (Kim et al., 2003) 간의 성장 비교연구가 보고된 바 있다. 그러나 이러한 연구는 서로 상반된 결과를 나타내고 있는데, 이는 먹이 종류별 기호성의 차이, 사육온도에 따른 대사 활성화 차이 및 실험에 사용한 전복 개체간의 성장에 관한 유전적 능력차이 등의 이유 때문이라 생각된다.

따라서 본 연구에서는 전복 먹이종류에 따른 정확한 성장 효율성 검토를 위하여 이러한 문제요소를 최소화하는 방법으로 동일한 사육환경 내에서 천연먹이인 미역 (*U. pinnatifida*), 다시마 (*L. japonica*) 및 시판용 전복 배합사료를 동시에 실험에 이용하였다. 더욱이 성장에 관한 유전적 개체능력 차이를 최소화하기 위하여 같은 날 같은 어미에서 생산된 같은 크기의 개체를 선별하여 실험에 사용하였다. 이 연구는 전복 중간양성 방법개발에 있어 성장증진에 효율적인 먹이종류의 선정에 필요한 기초적인 자료를 제공하고자 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

실험에 사용한 전복은 북방전복 (*H. discus hannai*) 으로 개체간의 성장에 대한 유전능력의 차이를 최소화하기 위하여 2011년 6월 암수 1:1 수정방식으로 암컷 1마리와 수컷 1마리를 이용하여 1개의 Family를 생산하였으며 동일한 환경에서 22개월간 사육관리 한 전복이다. 본 실험에 사용한 전복의 크기는 평균 각장 74.6 ± 0.9 mm, 평균 각폭 49.6 ± 1.3 mm, 평균 중량 51.4 ± 3.3 g 이며 총 132마리를 선별하여 실험에 사용하였고 실험결과 신뢰성을 높이기 위하여 2반복 실험으로 실시하였다.

### 2. 사육 환경 및 먹이공급

각 실험구의 사육은 하나의 사각 콘크리트 사육수조 (6.3 × 1.2 × 0.7 m) 에 그물망 가두리 (0.8 × 0.8 × 0.5 m) 6개 설치하고, 가두리 안에는 전복의 은신처로 사용되는 쉘터 (0.6 × 0.5 m) 를 각각 깔아 주었다. 수조 저면에는 직경 16 mm의 PVC 파이프를 30 cm 간격으로 1.0 mm의 구멍을 뚫어 aeration을 하여 수질을 균질화 하였다. 실험기간은 2013년 3월 26일부터 90일간으로 하였으며, 실험기간 동안의 먹이공급은 배합사료의 경우, Table 1의 비율로 만들어진 직경 5.0 mm의 시판용 전복 배합사료 (Formulated diet: FD) 를 사용하였으며 2일 간격으로 30 g을 공급하였다. 미역 (*U. pinnatifida*; UP) 및 다시마 (*L. japonica*; LJ) 는 통영시 한산도의 양식산을 공급 받아 2일 간격으로 2 Kg을 각각 공급하였다. 공급량은 예상 섭이량의 약 2배를 공급하여 실험기간 동

Table 1. Composition of formulated diets

Proximate composition	
Crude Protein	33.0%
Crude Lipid	3.5%
Crude Fiber	6.0%
Crude Ash	20.0%
Ca	3.0%
P	2.0%

안의 먹이는 충분히 공급하였으며 2일 간격으로 청소한 후에 신선한 먹이로 교환 해주었다. 실험기간 동안의 수온은 13.0-20.1°C 범위로 평균 15.3°C 정도였으며, 염분은 31.5-35.4 psu, 용존산소량은 7mg/L 이상을 항상 유지하였으며, 광주기는 Dark를 13시간으로 하고 Light를 11시간으로 하여 전복의 서식환경 범위를 벗어나지 않은 조건에서 실시되었다.

### 3. 성장형질 측정

각 실험구의 성장도를 조사하기 위해 실험 시작시점, 45일째 및 90일째 전 개체의 각장 (Shell length; SL), 각폭 (Shell breadth; SB) 및 중량 (Total weight; TW) 을 측정하였다. 길이 측정은 0.01 mm까지 잴 수 있는 Digital Vernier calipers로, 무게는 0.01 g까지 잴 수 있는 전자저울을 사용하여 측정하였다. 전복의 성장도는 0-45일째 및 45-90일째의 각장 성장률 및 중량의 증체율로 나타내었으며, 각 형질의 성장도는 [(최종 형질측정값 - 최초 형질측정값)/최초 형질측정값] × 100 으로 계산하였다. 또한 0-45일째와 45-90일째에 대한 일간성장률은 [(최종 형질측정값 - 최초 형질측정값)/사육일수] 으로 계산하였다.

### 4. 통계처리

각 실험구의 성장 형질 측정값들의 통계처리는 SAS program (version 9.1) 으로 one-way ANOVA test를 실시하여 Duncan's multiple range test (Duncan, 1955) 로 처리하였으며 평균값 간의 유의성을 유의수준 5%에서 검정하였다. 또한, 사육기간 및 먹이종류에 따른 성장형질의 평균값 간의 유의성 검정은 two-way ANOVA test로 분석하였다.

## 결 과

### 1. 수온변화 및 생존율

실험기간 동안의 수온변화를 보면, 실험 시작시점부터 45일째까지의 평균수온은 13.4°C이며 수온범위는 최하 13.0°C에서 최고 14.8°C로 1.8°C의 수온변화를 나타내었다. 반면, 45일째부터 90일째까지의 평균수온은 17.0°C이며 수온변화 범위는 최

**Table 2.** The growth traits of abalone fed different three diets for 90 days

Date	Growth Traits	SL (mm)	SB (mm)	TW (g)
Initial day	FD	74.63 ± 0.88	49.57 ± 1.25	51.38 ± 3.34
	UP	74.63 ± 0.88	49.57 ± 1.25	51.38 ± 3.34
	LJ	74.63 ± 0.88	49.57 ± 1.25	51.38 ± 3.34
45th day	FD	76.51 <sup>B</sup> ± 1.27	51.05 ± 1.03	56.96 ± 5.45
	UP	77.40 <sup>A</sup> ± 1.16	51.27 ± 1.29	57.84 ± 4.48
	LJ	77.16 <sup>A</sup> ± 1.16	51.38 ± 1.30	57.89 ± 4.56
90th day	FD	79.38 <sup>b</sup> ± 1.69	53.40 ± 1.56	63.51 ± 7.29
	UP	80.62 <sup>a</sup> ± 1.92	53.92 ± 1.67	63.24 ± 5.86
	LJ	81.14 <sup>a</sup> ± 1.66	53.92 ± 1.62	64.05 ± 6.07

Value : mean ± SE of duplication.

SL : shell length, SB : shell breadth, TW : total weight, FD : Formulated diet, UP : *Undaria pinnatifida*, LJ : *Laminaria japonica*

Superscripts with different alphabets (45th day : upper case, 90th day : lower case) in columns are significant difference at the  $p < 0.05$ .

하 14.4℃에서 최고 20.1℃로 5.7℃의 큰 변화를 나타내었다. 전복의 생존율은 실험 종료시점 까지 모든 실험구에서 100%의 생존율을 나타내었다.

## 2. 45일째 성장형질

45일째 성장형질을 측정된 결과를 Table 2.에 나타내었다. FD 실험구의 경우 각장 76.51 ± 1.27 mm, 각폭 51.05 ± 1.03 mm 및 중량 56.96 ± 5.45 g으로 나타났으며 실험시작 일로부터 45일간 각장 1.88 mm, 각폭 1.48 mm 및 중량 5.58 g이 성장한 것으로 나타났다. 한편, 천연먹이인 UP 실험구의 경우는 각장 77.40 ± 1.16 mm, 각폭 51.27 ± 1.29 mm 및 중량 57.84 ± 4.48 g으로 같은 기간 동안 각장 2.77 mm, 각폭 1.70 mm 및 중량 6.46 g이 성장하였으며, LJ 실험구에 있어서도 같은 기간 동안 각장 2.53 mm, 각폭 1.81 mm 및 중량 6.51 g이 성장한 것으로 나타났다. 즉, 45일간의 성장에 있어 UP 실험구가 각장의 형질에서 가장 빠른 성장을 나타내었으며 각폭 및 중량에 있어서는 LJ 실험구가 가장 빠른 성장을 나타내었다. 이러한 각 실험구 간에 있어 45일째의 평균성장 값의 차이에 대한 유의성 검정을 실시한 결과, 각장형질에 있어 천연먹이인 UP 및 LJ 실험구가 FD 실험구보다 성장이 유의적으로 빠른 것으로 나타났다. 반면, 각폭 및 중량의 형질에 있어서는 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

## 3. 90일째 성장형질

90일째 성장형질을 측정된 결과를 Table 2.에 나타내었다. FD 실험구의 경우 각장 79.38 ± 1.69 mm, 각폭 53.40 ± 1.56 mm 및 중량 63.51 ± 7.29 g으로 나타났으며 실험시작일

로부터 90일간에 걸쳐 각장 4.75 mm, 각폭 3.83 mm 및 중량 12.13 g이 성장한 것으로 나타났다. 한편, 천연먹이인 UP 실험구의 경우는 각장 80.62 ± 1.92 mm, 각폭 53.92 ± 1.67 mm 및 중량 63.24 ± 5.86 g으로 90일 동안 각장 5.99 mm, 각폭 4.35 mm 및 중량 11.86 g이 성장하였으며, LJ 실험구에 있어서도 같은 기간 동안 각장 6.51 mm, 각폭 4.35 mm 및 중량 12.67 g이 성장한 것으로 나타났다. 즉, 90일간의 성장에 있어 각장 및 중량은 LJ 실험구가 6.51 mm 및 12.67 g으로 가장 빠른 성장을 나타내었으며, 각폭의 경우는 UP 및 LJ 실험구가 같이 4.35 mm으로 FD 실험구 보다 빠른 성장을 나타내었다. 이러한 각 실험구 간에 있어 90일째의 평균성장 값의 차이에 대한 유의성 검정을 실시한 결과, 각장형질에 있어 천연먹이인 UP 및 LJ 실험구가 FD 실험구보다 유의적으로 빠른 것으로 나타났다. 반면, 각폭 및 중량의 형질에 있어서는 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

## 4. 성장도 조사

0-45일째 및 45-90일째의 각각의 각장 성장률 및 중량 증체율을 Table 3에 나타내었다. 0-45일째의 각장 성장률은 FD 실험구에서 3.01%로 나타났으며 이는 천연먹이인 UP 실험구 3.65% 및 LJ 실험구 3.62% 보다 낮았다. 반면, 중량의 증체율은 FD 실험구에서 16.65%로 천연먹이인 UP 및 LJ 실험구의 14.57% 및 12.65% 보다 높게 나타났다. 그러나 이러한 각 실험구 간의 성장률 및 증체율에 있어 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

45-90일째의 각장 성장률은 LJ 실험구에 있어 9.18%로 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었으며 다음으로 UP 실험구

**Table 3.** Shell length gain and Weight gain of abalone fed different three diets at 45th days and 90th days

Days	Dite	Shell length gain (%)	Weight gain (%)
0-45	FD	3.01 <sup>d</sup> ± 0.33	16.65 <sup>b</sup> ± 1.76
	UP	3.65 <sup>d</sup> ± 0.31	14.57 <sup>b</sup> ± 1.64
	LJ	3.62 <sup>d</sup> ± 0.30	12.65 <sup>b</sup> ± 1.60
45-90	FD	6.47 <sup>c</sup> ± 0.29	25.71 <sup>a</sup> ± 1.54
	UP	7.78 <sup>b</sup> ± 0.29	23.30 <sup>a</sup> ± 1.52
	LJ	9.18 <sup>a</sup> ± 0.30	24.51 <sup>a</sup> ± 1.56

FD : Formulated diet, UP : *Undaria pinnatifida*, LJ : *Laminaria japonica*  
Superscripts with different alphabets in columns are significant difference at the p < 0.05.

**Table 4.** Average daily growth rate in terms of shell length (DG<sub>SL</sub>), shell breadth (DG<sub>SB</sub>) and total weight (DG<sub>TW</sub>) of abalone fed different three diets

Days	Dite	DG <sub>SL</sub> (μm/day)	DG <sub>SB</sub> (μm/day)	DG <sub>TW</sub> (mg/day)
0-45	FD	49.8 <sup>d</sup> ± 0.36	33.6 <sup>c</sup> ± 0.33	187.9 <sup>a</sup> ± 1.34
	UP	60.6 <sup>bc</sup> ± 0.34	47.4 <sup>ab</sup> ± 0.31	166.1 <sup>ab</sup> ± 1.25
	LJ	60.0 <sup>bc</sup> ± 0.33	49.3 <sup>a</sup> ± 0.30	146.3 <sup>b</sup> ± 1.22
45-90	FD	53.6 <sup>cd</sup> ± 0.32	40.7 <sup>bc</sup> ± 0.29	145.1 <sup>b</sup> ± 1.18
	UP	64.6 <sup>b</sup> ± 0.31	48.8 <sup>a</sup> ± 0.29	132.8 <sup>b</sup> ± 1.16
	LJ	76.0 <sup>a</sup> ± 0.32	51.7 <sup>a</sup> ± 0.30	141.7 <sup>b</sup> ± 1.19

FD : Formulated diet, UP : *Undaria pinnatifida*, LJ : *Laminaria japonica*  
Superscripts with different alphabets in columns are significant difference at the p<0.05.

가 7.78%로 높은 값을 나타내었다. FD 실험구는 6.47%로 가장 낮은 값을 나타내었다. 이러한 각 실험구 간의 성장률은 유의적으로 차이를 나타내었다. 반면, 중량의 증체율은 FD 실험구에서 25.71%로 가장 높은 값을 나타내었으며, 다음으로 LJ 실험구가 24.51%로 높은 값을 나타내었고, UP 실험구에서 23.30%로 가장 낮은 증체율을 나타내었다. 그러나 각 실험구 간의 증체율에 있어 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

0-45일째 및 45-90일째의 각장형질의 성장률을 비교하여 보면, 0-45일째보다 45-90일째가 2배 이상의 유의적으로 높은 성장도를 나타내었다. 또한 중량의 증체율에 있어서도 45-90일째에 유의적으로 높은 증체율을 나타내었다.

### 5. 일간성장율

0-45일째 및 45-90일째의 각장, 각폭 및 중량의 일간성장율을 Table 4에 나타내었다. 각장의 일간성장률 (DG<sub>SL</sub>) 은 0-45일째 FD 실험구에서 49.8 μm/day로 가장 낮은 값을 나타내었으며 45-90일째 LJ 실험구가 76.0 μm/day로 가장 높은 값을 나타내었다. 또한 각폭의 일간성장률 (DG<sub>SB</sub>) 에 있어서도 0-45일째 FD 실험구가 33.6 μm/day로 가장 낮은 값을 나타내었으며, 45-90일째 LJ 실험구가 51.7 μm/day로 가장

높은 값을 나타내었다. 따라서 0-45일째 및 45-90일째의 각장 및 각폭에 대한 성장형질에 있어서 LJ 실험구가 가장 높은 일간성장율을 나타내었으며 FD 실험구가 가장 낮은 일간성장율을 나타내었다. 반면, 일간증체율 (DG<sub>TW</sub>) 은 0-45일째 FD 실험구가 189.7 mg/day로 가장 높은 일간증체율을 나타내었으며, 45-90일째의 일간증체율에 있어서도 FD 실험구가 145.1 mg/day로 가장 높은 일간증체율을 나타내었다.

## 고 찰

### 1. 수온변화에 따른 성장차이

전복류의 성장은 사육수온과 밀접한 관계를 가지고 있다. 사육수온은 생물의 성장에 직접적으로 관련된 중요한 요소이며, 대상 생물에 따라 최적성장에 요구되는 수온범위가 다양하다 (Britz *et al.*, 1997). 한류계의 북방전복의 경우 성장 최적수온은 20℃ 전후로 보고되어 있다 (Sakai, 1962).

본 연구에 있어 0-45일째까지의 사육수온 범위는 13.0-14.8℃로 평균수온은 13.4℃이며, 45-90일째까지의 사육수온 범위는 14.4-20.1℃로 평균수온은 17.0℃이다. 0-45일째 및 45-90일째의 실험기간에 따른 성장도를 비교하여 보면, 0-45일째의 각장 성장률은 3.01-3.65%로 나타난 반면, 45-90일째

의 가장 성장률은 6.47-9.18%로 2배 이상으로 유의적으로 높게 나타났다. 또한, 증체율에 있어서도 45-90일째가 0-45일째보다 유의적으로 높게 나타났다. 이러한 결과를 나타낸 가장 주된 요인은 사육수온이다. Kim *et al.* (2003) 는 북방전복 (*H. discus hannai*) 을 이용하여 4개의 수온 실험구 (10°C 이하, 13°C, 16°C 및 19°C) 에 따른 성장비교 실험결과 높은 수온실험구가 유의적으로 증체율이 높게 나타났다고 보고하고 있으며, Cho and Cho (2009) 의 2개의 수온영역(23°C 및 26°C) 에 따른 성장비교 실험에 있어서도 높은 수온실험구가 유의적으로 증체율이 높게 나타났다.

이러한 연구결과는 전복의 성장 개선을 위하여 수온이 매우 중요한 요소임을 재확인하였다. 그러나, 북방전복의 성장 증진을 위한 적정사육 수온을 규명하기 위해서는 실험개체의 유전적 능력차이 및 사육환경 등의 보다 정확한 실험 및 자료가 필요하다고 사료된다.

## 2. 먹이종류에 따른 성장차이

전복이 필요로 하는 먹이는 자연산 해조류이며 주요 먹이로는 미역 (*U. pinnatifida*) 과 다시마 (*L. japonica*) 이다. Kim *et al.* (2003) 는 북방전복을 대상으로 다시마 및 배합사료를 공급하여 성장을 비교한 결과, 다시마를 공급한 실험구가 배합사료 실험구보다 폐각의 각장성장이 빠르다고 보고하고 있다. 또한 호주의 교잡전복 (*H. rubra* and *H. laevigata*) 의 양식에 있어서도 해조류를 공급한 실험구는 배합사료를 공급한 실험구보다 빠른 성장을 보여 해조류를 섭취한 전복의 성장이 우수한 것으로 보고하고 있다 (Mulvanet *et al.*, 2013). 본 연구의 결과에 있어서도 천연먹이인 미역 및 다시마를 공급한 실험구가 폐각의 각장형질에 있어 배합사료를 공급한 실험구보다 유의적으로 빠른 것으로 나타났다. 반면, 성장도 조사에 있어 증체율은 0-45일째 및 45-90일째에 있어 배합사료를 급이한 실험구가 각각 16.65% 및 25.71%로 가장 높게 나타났다 (Table 3). 또한 일간증체율에 있어서도 0-45일째 및 45-90일째의 배합사료를 급이한 실험구가 각각 187.9 mg/day 및 145.1 mg/day로 해조류 공급 실험구 보다 높게 나타났다 (Table. 4).

이러한 연구결과는 전복 먹이의 종류에 따라 폐각의 성장과 근육부위의 성장이 각각 다르게 나타날 수 있다는 것을 시사하고 있다. 전복은 계절에 따라 폐각이 성장하는 시기와 근육부위가 성장하는 시기로 구분 할 수 있다. 전복의 성숙 시기에 는 폐각의 성장을 멈추고 생식소의 성숙 및 근육부위의 증량을 증진시키는데 에너지를 소모한다. 따라서 전복의 성장증진을 위해서는 성장 단계 및 계절에 따라 영양학적으로 적합한 먹이 공급이 필요하다고 생각 되며, 이러한 성장에 필요한 영양분의 균형이 잘 갖추어진 배합사료의 개발도 필요할 것으로 보인다.

## 요 약

본 연구는 전복 먹이종류에 따른 성장 효율성 검토를 위하여 같은 어미에서 생산된 같은 크기의 개체를 사용하여, 동일한 사육환경 내에서 천연먹이인 미역 (UP), 다시마 (LJ) 및 시판용 전복 배합사료 (FD) 를 공급하였다. 그 결과, 각장형질의 성장은 미역 (UP) 및 다시마 (LJ) 를 공급한 실험구가 배합사료 (FD) 실험구 보다 유의적으로 빠른 것으로 나타났다. 반면, 증체율은 해조류를 공급한 실험구 (UP 및 LJ) 보다 배합사료 (FD) 실험구가 높게 나타났다. 이러한 결과는 먹이의 종류에 따라 폐각의 성장과 근육부위의 성장이 각각 다르게 나타날 수 있다고 생각된다.

## 사 사

본 연구는 국립수산물과학원 (RP-2013-AQ-172) 의 지원에 의해 연구 되었습니다.

## REFERENCE

- Britz, P.J., Thomas, H. and Stewart, M. (1997) Effect of temperature on growth, feed consumption and nutritional indices of *Haliotis midae* fed a formulated diet. *Aquaculture*, **152**: 191-203.
- Cho, S.H., Park, J., Kim, C. and Yoo, J.H. (2008) Effect of casein substitution with fishmeal, soybean meal and crustacean meal in the diet of the abalone. *Haliotis discus hannai* Ino. *Aquaculture Nutrition*, **14**: 61-66.
- Cho, S.H. and Cho, Y.J. (2009) Effect of temperature condition on growth of juvenile abalone, *Haliotis discus hannai* with the different feeds. *Korean journal of Malacol*, **25**(2): 121-126. [in Korean]
- Duncan, D.B. (1995) Multiple-range and multiple F tests. *Biometrics*, **11**: 1-42.
- Kim, B.H., Lee, S.M., Go, C.S., Kim, J.W. and Myeong, J.I. (1998) Optimum stocking density of juvenile abalone (*Haliotis discus hannai*) fed the formulated diet or macroalgae (Undaria). *Journal of the Korean Fisheries Society*, **31**(6): 869-874. [in Korean]
- Kim, C.W., Lim, S.G., Kim, K.S., Beak, J.M. and Park, C.S. (2003) Influence of water temperature on growth and body composition of juvenile abalone (*Haliotis discus hannai*) fed an artificial formulated diet and maroalgae (*Laminaria japonica*). *Journal of the Korean Fisheries Society*, **36**(6): 586-590. [in Korean]
- KNSO (2013) Korea National Statistical Office. KOSIS Statistical DB, Daejeon, Korea.
- Lee, S.M., Lee, G.A., Jeon, I.G. and Yoo, S.K. (1997) Effects of experimental formulated diets, commercial diet and natural diet on growth and body composition of abalone (*Haliotis discus hannai*).

- Journal of Aquaculture*, **10**(4): 417-424. [in Korean]
- Lee, S.M., Lim, Y.S., Lee, J.K., Park, S.R., Myeong, J.I. and Park, Y.J. (1999) Effects of supplemental squid meal, attractant, herb or lecithin in the formulated diets on growth performance in juvenile abalone (*Haliotis discus hannai*). *Journal of the Korean Fisheries Society*, **32**(3): 290-294. [in Korean]
- Mai, K., Mercer, J.P. and Donlon, J. (1995a) Comparative studies on the nutrition of two species of abalone, *Haliotis tuberculata* L. and *Haliotis discus hannai* Ino. III. Responses of abalone to various levels of dietary lipid. *Aquaculture*, **134**: 65-80.
- Mai, K., Mercer, J.P. and Donlon, J. (1995b) 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.
- Mulvaney, W.J., Winberg, P.C. and Adams, L. (2013) Comparison of macroalgal (*Ulva* and *Grateloupia* spp.) and formulated terrestrial feed on the growth and condition of juvenile abalone. *Journal of Applied Phycology*, **25**: 815-824.
- Sakai, S. (1962) Ecological studies on the abalone, *Haliotis discus hannai* Ino. IV. Studies on the growth. *Bulletin of the Japanese Society of Fisheries Oceanography*, **28**: 899-904
- Uki, N., Kemuyama, A. and Watanabe, T. (1986a) Optimum protein level in diets for abalone. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, **52**: 1005-1012. [in Japanese]
- Uki, N., Sugiura M. and Watanabe, T. (1986b) Requirement of essential fatty acids in the abalone *Haliotis discus hannai*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, **52**: 1013-1023. [in Japanese]