

급격한 염분변화에 따른 수온별 참전복(*Haliotis discus hannai*) 치패의 생존율 및 체성분 변화

정민환 · 김성희¹ · 박미선 · 김강웅² · 장영진³ · 명정인*

국립수산과학원 양식관리과, ¹해양수산부 기획조정실, ²국립수산과학원 사료연구센터, ³부경대학교 해양바이오신소재학과

Survival Rate and Body Composition Changes in Juvenile Abalone *Haliotis discus hannai* by Temperature/Salinity Change

Min Hwan Jeong, Seong-Hee Kim¹, Mi Seon Park, Kang Woong Kim²,
Young Jin Chang³ and Jeong-In Myeong*

Aquaculture Management Division, National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-902, Korea

¹Planning Department, Ministry of Oceans & Fisheries, Sejong 339-710, Korea

²Aquafeed research Center, National Fisheries Research & Development Institute, Pohang 791-923, Korea

³Development of Marine Bio-Materials and Aquaculture, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

Physiological studies on the salinity tolerance with respect to survival rate and body composition changes of the abalone *Haliotis discus hannai* were conducted by rapidly changing the salinity in an indoor rearing system. The survival rate of the control (35 psu), 30 and 25 psu groups at 15 °C was 100%. The survival rate of the 20 psu group was 35±5.0%. Survival rate of the 15 psu group was 0%. At 15 °C and 35, 30, 25, 20, 15 psu, the moisture contents of abalone muscle were 82.1±0.7, 82.5±0.7, 84.9±0.5, 86.9±0.3 and 86.6±0.4%, respectively. Crude lipid contents were 0.47±0.03, 0.47±0.03, 0.47±0.09, 0.77±0.09 and 0.63±0.03%, respectively and crude ash contents were 1.30±0.12, 1.33±0.15, 1.13±0.23, 1.87±0.15 and 1.40±0.31%, respectively. At salinity below 20 psu, these values increased compared with the control. The general components of abalone muscles significantly increased below 20 psu, while amino acid composition showed no significant difference with salinity and water temperature.

Key words: *Haliotis discus hannai*, Salinity change, Survival rate, Body composition, Water temperature

서 론

최근 전복 양식생산량의 급격한 증가는 안정적인 종묘생산기술 확립과 대량생산에 필요한 시설 자동화 그리고 해상가두리 양식장의 효율적인 관리시스템이 구축되었기 때문이다. 그러나 해상가두리 양식방법은 해양환경 변화에 그대로 노출되는 단점이 있다. 이러한 환경변화는 양식생물에게 스트레스로 작용하여 성장, 번식, 대사 및 삼투압조절 등 생리적 변화를 일으킬 수 있으며, 결국에는 질병 및 폐사 등의 문제점을 유발할 수 있다(Wedemyer and Mcleay, 1981). 특히 한국의 전복양식 대부분은 해양환경의 영향을 직접 받는 연안에서 이루어지고 있기 때문에 전복의 경우 여름철 저염분에 노출될 가능성이 매우 높다. 지난 1996년에는 제주해역에 유입된 중국의 대륙성 저염분 해수의 영향으로 연안의 염분이 20 psu 이하로 낮아져 양식

중인 전복이 대량으로 폐사하였으며, 2006년과 2011년에도 집중폭우로 육지의 담수가 유입되어 거제와 여수해역에서 양식 중인 전복이 대량으로 폐사하는 등 저염분 영향에 따른 피해가 반복되고 있다(Pang and Hyun, 1998; Hyun and Pang, 1998; Moon and Pang, 2003).

전복은 생존 가능한 염분 범위가 좁은 협염성 동물로, 장마철 폭우나 강 상류지역의 홍수에 의한 연안의 염분변화에 많은 영향을 받는다. 일반적으로 전복류는 어류와 다른 생리적 특성을 보이므로, 염분과 같은 환경변화에 의한 생리적 반응도 다를 것으로 생각된다. 전복은 성장기가 길고, 이 기간 동안 성장에 대한 변수가 많은 특성을 가지고 있으므로(Day and Fleming, 1992), 안정적인 생산을 위해서는 성장과 생존에 영향을 주는 요인들을 이해하는 것이 필요하다(Huchette et al., 2003). 국내에서는 둥근전복(*Haliotis discus discus*) 및 시블트전복

Article history:

Received 26 June 2013; Revised 6 September 2013; Accepted 23 September 2013

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 720. 2410 Fax: +82. 51. 720. 2439

E-mail address: cosmo@korea.kr

Kor J Fish Aquat Sci 46(5) 565-570, October 2013

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0565>

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

© The Korean Society of Fisheries and Aquatic Science. All rights reserved

(*Haliotis sieboldi*)을 이용하여 환경 스트레스로 발생하는 생리적 변화 등을 연구 바 있으며(Jwa et al., 2009; Kim et al., 2006), 참전복(*Haliotis discus hannai*)의 경우, 수온 스트레스에 의한 생리적 변화를 조사한 연구가 있다(Kim et al., 2005).

어류의 경우 사육수의 염분변화가 심한 경우 1차적으로 스트레스를 받고 장기간 노출되는 경우 체조성이나 맛에도 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Lim et al., 2012). 이것은 수온과 염분 등 외부환경 요인이 어류 근육의 물리·화학적 특성변화에 영향을 주었기 때문이다(Krogdahl et al., 2004; Xu et al., 2010). 그러나 이러한 연구는 어류에 집중되어 있을 뿐 전복에 대한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 수온별 급격한 염분변화가 참전복 치패의 염분내성 및 체성분 조성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 참전복 치패의 생존율 및 가식부에 대하여 수분, 조지방, 조단백질, 조회분 함량과 단백질의 구성아미노산 조성 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

실험에 사용한 전복 치패는 전라남도 완도의 육상양식장에서 양성중인 1년생 치패를 부산 기장군 소재 국립수산물과학원 양식관리과 사육실로 운반하여 1.2톤 유수식 원형 수조에 수용하였다. 수송해 온 전복은 사육환경 변화에 의한 스트레스를 최소화하기 위하여 2주 동안 다시마와 미역을 충분히 공급하면서 안정시킨 후 실험에 사용하였다.

급격한 염분변화에 따른 전복의 생존율을 알아보기 위하여, 수온 15, 20 및 25°C, 염분 35 psu에서 각각 사육중인 전복을 동일한 수온 조건의 저염분 해수(30, 25, 20 및 15 psu)가 들어있는 수조에 각각 40 개체씩(평균 각장 27.9±0.2 mm, 평균 전중 2.4±0.1 g) 바로 수용하여 14일간 생존율을 조사하였다. 생존율은 전복이 은신처(shelter)와 수조 벽면에 부착하지 못하고, 발과 촉수를 자극하여도 반응이 없는 개체를 폐사한 것으로 판정하였다. 실험기간 동안은 다시마와 미역을 충분히 공급하였고, 모든 실험은 2반복으로 실시하였다.

수온 및 염분별 체성분 변화는 수온 15, 20 및 25°C, 염분 35, 30, 25, 20 및 15 psu의 저염분 해수에 전복을 각각 20개체씩(평균 각장 26.6±0.9 mm, 평균전중 2.1±0.2 g) 수용하여 24시간 후에 채집하였다. 각각의 수온과 염분조건에서 전복을 24시간 수용 후 채집한 이유는 생존율 실험 결과, 15 psu의 저염분 해수에 수용한 전복 치패가 24시간 이내에 모두 폐사하였기 때문에 동일한 실험조건을 맞추기 위해서였다. 채집한 전복은 가식부를 절취한 후, 분석 전까지 -80°C 초저온 냉동고에 보관하였다. 전복 가식부의 수분은 105°C에서 2시간 건조 후 측정하였으며, 조단백질(N×6.25)은 Auto Kjeldahl System (Gerhardt VA-P500T/TT125, KG, Germany)을 사용하여 분석하였다. 조지방은 조지방 추출기(Velp SER 148, Usmate, Italy)를 사용하여 ether로 추출한 후 측정하였으며, 조회분은 550°C에서 6시간 동안 회화 후 측정하였다. 구성아미노산 조성은 6 N-HCl 용액

로 생육을 분해한 후 구연산원충용액으로 정량하여 아미노산자동분석기(Biochrom-30, Netherland)를 사용하여 분석하였다.

모든 측정값은 평균±표준오차로 나타냈으며, 유의차는 SPSS-통계패키지(version 12.0)를 이용하여 수온 및 염분별 전복 가식부 일반성분 및 아미노산 각각의 변화는 one-way ANOVA-test로 검정하였으며, 집단간의 다중비교는 Duncan's multiple range test에 의해 검정하였다. 또한 수온 및 염분에 따른 전복 가식부 일반성분 변화의 상관관계를 알아보려고 two-way ANOVA-test를 실시하였다.

결과

급격한 염분변화에 따른 생존율

급격한 염분변화에 따른 참전복 치패의 염분내성을 알아보기 위하여 수온 및 염분별 해수에 전복을 수용하여 14일 동안 생존율을 조사한 결과, Fig. 1에서 보는 바와 같다. 수온 15°C, 염분 35, 30 및 25 psu의 해수에 바로 수용한 전복은 실험기간 동안 100%의 생존율을 보였으나, 20 psu에 수용한 전복은 노출 1일

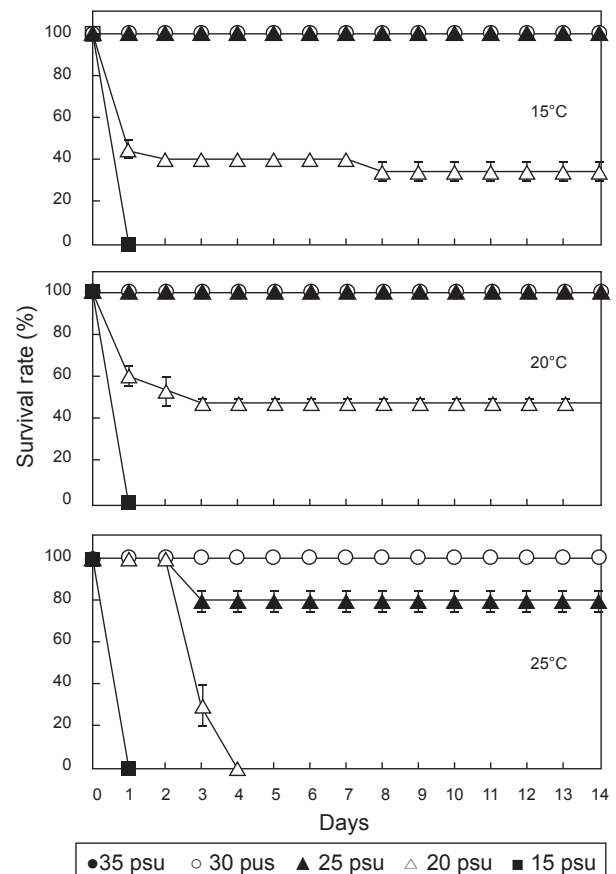


Fig. 1. Survival rate of abalone *Haliotis discus hannai* by rapid salinity change.

Table 1. P-values form two-way ANOVAs of body composition changes of abalone *Haliotis discus hannai* by salinity and water temperature

Parameter	Salinity	Water temperature	Salinity × Water temperature
Moisture	< 0.001	< 0.001	0.125
Crude protein	0.005	0.003	0.720
Crude fat	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Crude ash	< 0.001	< 0.001	0.001

째에 생존율이 $45.0 \pm 5.0\%$ 로 급격히 감소하였으며, 실험종료 때 생존율은 $35.0 \pm 5.0\%$ 였다. 35 psu에서 15 psu 저염분 해수로 바로 노출시킨 전복은 15 psu에서 1일째에 모두 폐사하였다. 수온 20℃, 염분 35, 30 및 25 psu의 해수에 바로 수용한 전복은 실험기간 동안 100%의 생존율을 보였으나, 20 psu에 수용한 전복은 노출 1일째에 생존율이 $60.0 \pm 5.0\%$, 실험종료 시 생존율은 $47.5 \pm 2.5\%$ 로 감소하였다. 15 psu 해수에 바로 수용한 전복은 1일째에 모두 폐사하였다. 수온 25℃, 염분 35, 30 psu 해수에 바로 수용한 전복은 100%의 생존율을 보였으나, 25 psu의 해수에 바로 수용한 전복은 3일째에 생존율이 $80.0 \pm 5.0\%$ 로 실험종료 때까지 유지되었다. 20 psu의 해수에 바로 수용한 전복은 3일째에 생존율이 $30.0 \pm 10.0\%$ 로 급격히 감소, 4일째에 모두 폐사하였다. 15 psu에 바로 수용한 전복은 1일째에 모두 폐사하였다.

급격한 염분변화에 따른 가식부의 일반성분 변화

급격한 염분변화에 따른 참전복 치패의 가식부 일반성분 변화는 Fig. 2에서 보는 바와 같다. 전복 가식부의 수분 함량은 수온 15℃, 염분 35, 30, 25, 20 및 15 psu에서 각각 82.1 ± 0.7 , 82.5 ± 0.7 , 84.9 ± 0.5 , 86.9 ± 0.3 및 $86.6 \pm 0.4\%$ 로 35, 30 psu는 유의한 차이가 없었으나($P > 0.05$), 25 psu 이하에서는 대조구인 35 psu 보다 유의하게 높았다($P < 0.05$). 20℃에서 35 psu부터 15 psu까지의 수분 함량은 각각 80.5 ± 0.8 , 80.9 ± 0.4 , 81.2 ± 0.7 , 82.3 ± 0.3 및 $84.7 \pm 0.4\%$ 로, 35, 30 및 25 psu는 유의한 차이가 없었으나($P > 0.05$), 20 psu 이하에서는 35 psu 보다 유의하게 높았다($P < 0.05$). 25℃에서 35 psu부터 15 psu까지의 수분 함량은 각각 80.2 ± 0.9 , 80.9 ± 0.4 , 81.2 ± 0.7 , 82.3 ± 0.3 및 $84.7 \pm 0.4\%$ 로, 35, 30 및 25 psu는 유의한 차이가 없었으나($P > 0.05$), 20 psu 이하에서는 35 psu 보다 유의하게 높았다($P < 0.05$).

전복 가식부의 조단백질 함량은 수온 15℃, 염분 35, 30, 25, 20 및 15 psu에서 각각 11.1 ± 0.7 , 11.5 ± 1.0 , 10.9 ± 0.8 , 13.7 ± 0.7 및 $12.3 \pm 1.4\%$ 로 유의한 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$). 20℃에서 35 psu부터 15 psu까지 가식부의 조단백질 함량은 각각 12.1 ± 0.5 , 12.2 ± 0.8 , 12.8 ± 0.5 , 14.6 ± 1.1 및 $14.5 \pm 0.4\%$ 로, 35, 30 및 25 psu는 큰 차이를 보이지 않았으나, 20, 15 psu에서는 35 psu 보다 유의하게 높았다($P < 0.05$).

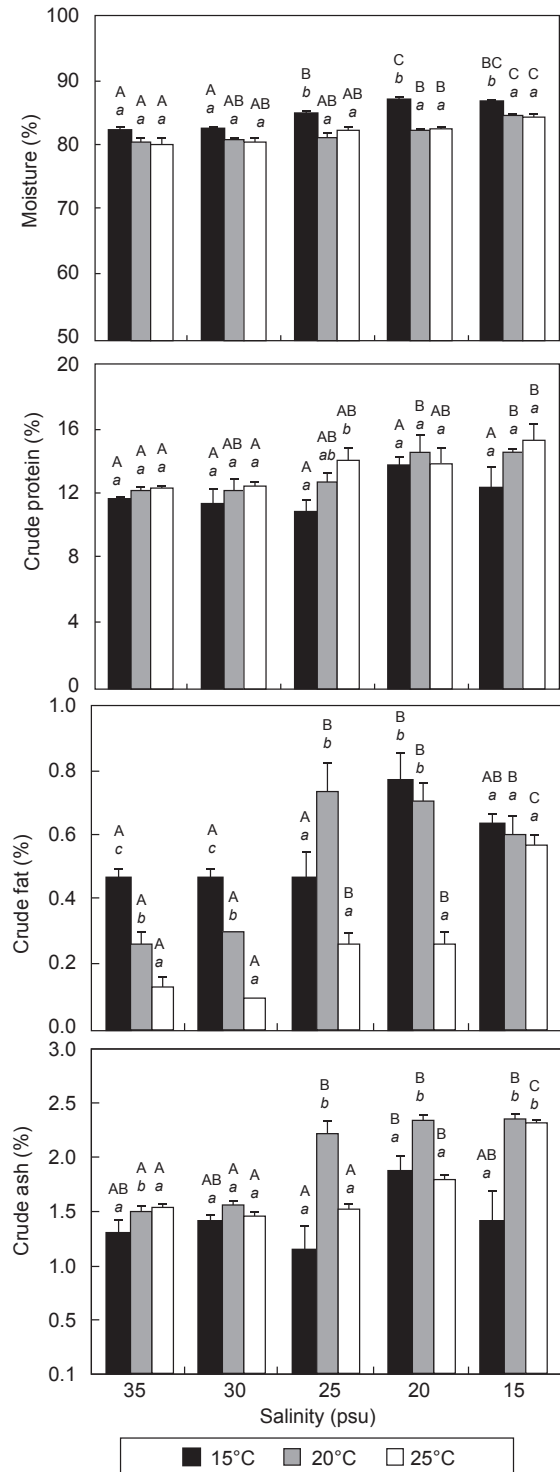


Fig. 2. Moisture, Crude protein, Crude fat, Crude ash of muscle in abalone *Haliotis discus hannai* by different salinity and water temperature. Different small letters indicate significant differences between water temperature at each salinity ($P < 0.05$). Different large letters indicate significant differences between salinity at each water temperature ($P < 0.05$).

Table 2. Combined amino acid contents of abalone *Haliotis discus hannai* at different salinity in 15°C

Amino acids	Salinity (psu)				
	35	30	25	20	15
Aspartic acid	10.27±0.55	10.38±0.65	10.47±0.61	10.57±0.73	10.31±0.53
Threonine	4.38±0.29	4.52±0.21	4.54±0.24	4.62±0.14	4.61±0.29
Serine	5.16±0.28	5.03±0.31	5.05±0.30	5.15±0.29	5.07±0.21
Glutamic acid	15.36±0.79	15.46±0.81	15.34±0.86	15.47±0.94	15.61±0.80
Glycine	9.29±0.50	9.45±0.73	9.07±0.45	8.83±0.56	8.93±0.51
Alanine	6.29±0.31	6.33±0.38	6.03±0.37	6.26±0.38	6.10±0.30
Valine	4.11±0.16	4.10±0.16	4.13±0.23	4.12±0.33	4.05±0.19
Methionine	2.35±0.13	2.35±0.19	2.25±0.13	2.25±0.05	2.24±0.08
Isoleucine	3.87±0.19	3.97±0.25	4.01±0.25	4.04±0.25	3.98±0.21
Leucine	7.34±0.35	7.18±0.40	7.22±0.42	7.37±0.46	7.17±0.36
Tyrosine	3.31±0.22	3.33±0.21	3.33±0.21	3.11±0.18	3.09±0.12
Phenylalanine	3.64±0.19	3.70±0.23	3.69±0.23	3.63±0.22	3.40±0.14
Histidine	2.03±0.13	1.99±0.12	2.01±0.13	2.06±0.11	1.95±0.08
Lysine	6.28±0.39	6.36±0.39	6.88±0.39	6.55±0.29	6.55±0.22
Arginine	10.35±0.36	10.35±0.46	10.05±0.52	10.14±0.61	10.59±0.53

(% in protein)

25°C에서 35 psu부터 15 psu까지의 조단백질 함량은 각각 12.3 ± 0.4 , 12.5 ± 0.3 , 14.1 ± 0.9 , 13.9 ± 1.0 및 $15.3 \pm 1.0\%$ 로, 25 psu 이하에서는 대조구인 35 psu 보다 유의하게 높게 나타났다($P < 0.05$).

전복 가식부의 조지방 함량은 수온 15°C, 염분 35, 30, 25, 20 및 15 psu에서 각각 0.47 ± 0.03 , 0.47 ± 0.03 , 0.47 ± 0.09 , 0.77 ± 0.09 및 $0.63 \pm 0.03\%$ 로, 35, 30 및 25 psu에서는 유의한 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$). 그러나 20, 15 psu에서는 35 psu 보다 유의하게 높았다($P < 0.05$). 20°C에서 35 psu부터 15 psu까지는 각각 0.27 ± 0.03 , 0.30 ± 0.00 , 0.73 ± 0.09 , 0.70 ± 0.06 및 $0.60 \pm 0.06\%$ 로, 25 psu 이하에서는 35 psu 보다 유의하게 높았다($P < 0.05$). 25°C에서 35 psu부터 15 psu까

지는 각각 0.13 ± 0.03 , 0.10 ± 0.00 , 0.27 ± 0.03 , 0.27 ± 0.03 및 $0.57 \pm 0.031\%$ 로, 25, 20 psu는 35 psu 보다 유의하게 높았다. 또한 15 psu에서는 다른 염분 보다 조지방 함량이 유의하게 높았다($P < 0.05$).

전복 가식부의 조회분 함량은 수온 15°C, 염분 35, 30, 25, 20 및 15 psu에서 각각 1.30 ± 0.12 , 1.33 ± 0.15 , 1.13 ± 0.23 , 1.87 ± 0.15 및 $1.40 \pm 0.31\%$, 20°C에서는 각각 1.50 ± 0.06 , 1.57 ± 0.03 , 2.23 ± 0.12 , 2.33 ± 0.07 및 $2.37 \pm 0.03\%$, 25°C에서는 각각 1.53 ± 0.03 , 1.47 ± 0.03 , 1.53 ± 0.03 , 1.80 ± 0.06 및 $2.33 \pm 0.03\%$ 로, 모든 수온조건에서 35, 30 및 25 psu는 유의한 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$). 그러나 20 psu 이하에서 염분이 낮을수록 유의하게 증가하였다($P < 0.05$).

Table 3. Combined amino acid contents of abalone *Haliotis discus hannai* at different salinity in 20°C

Amino acids	Salinity (psu)				
	35	30	25	20	15
Aspartic acid	10.27±0.55	10.27±0.52	10.56±0.56	10.60±0.70	10.45±0.52
Threonine	4.39±0.15	4.40±0.17	4.55±0.27	4.67±0.27	4.65±0.28
Serine	4.89±0.12	4.95±0.15	4.95±0.15	5.23±0.25	5.26±0.32
Glutamic acid	15.03±0.71	14.95±0.57	15.39±0.76	15.34±0.81	15.58±0.92
Glycine	8.69±0.26	8.78±0.40	8.57±0.48	8.58±0.47	8.91±0.40
Alanine	6.32±0.18	6.30±0.22	6.14±0.31	6.17±0.33	6.31±0.39
Valine	4.68±0.10	4.59±0.15	4.28±0.22	4.25±0.25	4.11±0.19
Methionine	2.19±0.13	2.27±0.09	2.36±0.09	2.33±0.13	2.36±0.13
Isoleucine	2.19±0.14	3.90±0.14	4.01±0.22	4.04±0.23	3.97±0.18
Leucine	3.93±0.18	7.30±0.23	7.16±0.29	7.16±0.45	7.37±0.39
Tyrosine	7.29±0.19	3.38±0.16	3.34±0.16	3.36±0.16	3.25±0.17
Phenylalanine	3.92±0.16	3.90±0.16	3.71±0.18	3.75±0.19	3.44±0.16
Histidine	2.08±0.08	2.07±0.09	2.13±0.13	2.12±0.12	2.01±0.09
Lysine	6.57±0.26	6.56±0.30	6.45±0.31	6.43±0.30	6.60±0.26
Arginine	10.40±0.49	10.38±0.44	10.34±0.53	9.99±0.40	9.85±0.53

(% in protein)

Table 4. Combined amino acid contents of abalone *Haliotis discus hannai* at different salinity in 25°C

Amino acids	Salinity (psu)				
	35	30	25	20	15
Aspartic acid	10.33±0.51	10.31±0.52	10.36±0.71	10.34±0.55	10.60±0.57
Threonine	4.46±0.15	4.45±0.23	4.42±0.23	4.45±0.25	4.39±0.21
Serine	5.16±0.31	5.09±0.21	5.06±0.22	5.13±0.25	5.00±0.19
Glutamic acid	15.53±0.95	15.40±0.56	15.58±0.79	15.75±0.87	15.76±0.85
Glycine	9.52±0.39	9.67±0.47	9.01±0.33	9.00±0.35	9.31±0.37
Alanine	6.53±0.26	6.55±0.40	6.34±0.40	6.43±0.36	6.48±0.40
Valine	4.29±0.22	4.37±0.23	4.14±0.26	4.21±0.24	4.00±0.31
Methionine	2.20±0.14	2.22±0.11	2.33±0.16	2.37±0.17	2.33±0.14
Isoleucine	3.96±0.19	3.94±0.22	4.18±0.31	3.98±0.21	4.16±0.29
Leucine	7.19±0.28	7.22±0.36	7.35±0.45	7.29±0.42	7.47±0.30
Tyrosine	3.11±0.19	3.15±0.19	3.22±0.21	3.23±0.21	3.19±0.16
Phenylalanine	3.62±0.16	3.55±0.20	3.54±0.21	3.50±0.23	3.59±0.21
Histidine	2.13±0.12	2.15±0.09	2.09±0.13	2.01±0.12	2.04±0.13
Lysine	6.22±0.35	6.11±0.32	6.21±0.29	6.30±0.38	6.17±0.35
Arginine	10.22±0.54	10.09±0.54	10.36±0.59	10.29±0.65	9.89±0.40

수온 및 염분별 전복 가식부의 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분 함량 변화의 상관관계를 알아보기 위하여 two-way ANOVA test를 실시한 결과, Table 1에서 보는 바와 같이 수온 및 염분에 따른 전복 가식부의 수분과 조단백질 함량 변화는 서로 상관관계가 없었으며, 조지방과 조회분은 수온과 염분의 상관관계가 있었다($P < 0.05$).

급격한 염분변화에 따른 가식부의 구성 아미노산 변화

급격한 염분변화에 따른 참전복 치패의 가식부 구성 아미노산 변화는 Table 2-4에서 보는 바와 같다. 수온 15°C, 염분 35, 30, 25, 20 및 15 psu에서 aspartic acid는 각각 10.27 ± 0.55 , 10.38 ± 0.65 , 10.47 ± 0.61 , 10.57 ± 0.73 및 $10.31 \pm 0.53\%$ 로 나타나, 유의한 차이가 없었다($P > 0.05$). 이 외에 threonine, serine, glutamic acid, glycine, alanine, valine, methionine, isoleucine, leucine, tyrosine, phenylalanine, histidine, lysine 및 arginine 등 다른 구성아미노산 역시 각각의 염분에서 유의한 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$) (Table 2). 이와 같은 경향은 20, 25°C에서도 관찰되었으며(Table 3, 4), 각각의 염분에서 수온별 구성아미노산 역시 유의한 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$).

고 찰

염분은 해양 및 연안생물의 생리적 과정에 영향을 미치며, 낮은 염분에서 패류의 반응은 섭식률, 성장률 감소 및 패각 폐쇄 등의 현상을 보인다(Widdows, 1985; Shumway, 1977). 본 연구에서 수온별 급격한 염분변화에 따른 참전복 치패의 생존율을 조사한 결과, 수온 15, 20°C, 염분 30, 25 psu에서는 실험기간 동안 100%의 생존율을 보였으나, 20 psu 이하부터 생존율은 50% 이하로 급격하게 감소하였다. 수온 25°C, 20 psu에서는

실험 4일째 모두 폐사하고, 15 psu에서는 실험 1일째 모두 폐사하여 염분변화 폭이 클수록, 수온이 높을수록 생존율도 낮은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 Choi (2006)의 사육수의 염분별 실험에서 30-25 psu에서는 폐사가 발생하지 않았고, 20, 15 psu에서 각각 70, 50%의 생존율을 보였으며, 시간이 지남에 따라 폐사율이 증가하는 결과와 일치하였다. 또한 25, 20 psu의 동일한 염분조건에서는 수온이 높을수록 생존율이 감소하였으며, 15 psu의 저염분에서는 수온에 상관없이 모두 폐사하였다. 이것은 급격한 염분충격 및 저염분 환경에 참전복 치패가 적응하지 못하고, 체내 삼투압을 조절할 수 있는 생리적 보상 한계에 다달아 생존능력에 치명적인 영향을 미치는 것으로 판단된다.

양식중인 전복의 대부분이 식용으로 사용된다는 점을 고려할 때 염분이나 수온과 같은 외부환경 변화는 스트레스 요인으로 작용할 뿐만 아니라, 전복 근육의 물리·화학적 특성 변화에 영향을 미칠 것이다. 그러나 환경변화에 의한 스트레스 반응에 대한 연구와는 달리 체성분 변화에 대한 연구 결과는 미비한 실정이다. 패류나 복족류에 있어서 스트레스나 외부환경 조건의 악화가 가장 빠르게 영향을 미치는 곳은 지질 또는 글리코겐의 저장 조직으로 알려져 있다(Hayashi, 1983; Ram and Young, 1992). 또한 일반적으로 복족류에서는 기아상태에서 저장 에너지인 글리코겐이 분해되지만(Young, 1990), 다른 몇몇 종에 있어서는 지질 또한 중요한 에너지원으로 소비된다고 알려져 있다(Emerson and Duerr, 1967). 본 연구에서 급격한 염분변화 후 참전복 치패 가식부의 조단백질, 조지방 및 조회분 함량은 대조구에(35 psu, 15°C) 비해 저염분, 고수온 조건에서 높은 경향을 보였다. 이는 전복이 활발히 활동할 수 있는 환경조건에서는 단백질 및 지질 등 에너지를 정상적으로 소비하지만, 저염분, 고수온 조건에서는 전복이 정상적인 활동을 하지 않기 때문에 에너지원이 소비되지 않고 각 기관에 축적되어 나타난 결과라

판단된다. 그러나 많은 연구자들은 전복의 체성분 조성비 차이는 사육환경의 영향보다 먹이의 종류 및 조성에 따라 달라진다고 하였다(Sato, 1975; Jeong et al., 1993; Dunstan et al., 1996). 하지만 본 연구에서 참전복 가식부의 체성분 조성 변화는 단기간 급격한 환경변화에 의한 결과로, 먹이의 종류 및 조성의 영향보다는 수온 및 염분과 같은 환경변화에 의해 체성분 조성이 달라졌다고 판단하는 것이 옳다고 생각된다.

본 연구에서 수온 및 염분별 참전복 치패에 대한 가식부의 구성아미노산 변화를 조사한 결과, 유의적인 차이는 없었다. 이와 같은 결과는 수온 및 염분에 노출시킨 시간이 짧아 아미노산의 변화를 유도하기에는 어려웠을 것으로 판단된다. 따라서 수온 및 염분변화에 따른 아미노산의 변화를 조사하기 위해서는 장기간 사육실험에 의한 결과가 필요하며, 염분에 따른 참전복 근육의 질을 평가하기 위해서는 맛과 밀접한 연관이 있는 유리아미노산에 대한 연구가 더 필요하겠다.

사 사

본 연구는 국립수산과학원 수산시험연구과제인 어항을 활용한 어촌관광형 다영양입체양식(IMTA) 기술 개발(RP-2013-AQ-149)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- Choi YJ. 2006. Mortality of abalone *Haliotis discus hannai* at different salinity levels and susceptibility to vibrios. M. Sc. Thesis, Yeosu Nat Univ, Yosue, Korea, 26.
- Day RW and Fleming AE. 1992. The determinants and measurement of abalone growth. In: Abalone of the world: biology, fisheries and culture, Shepherd SA, Tegner MJ, Guzman SA and Del Proo SA Eds., Fishing news Books, Blackwell, Oxford, U.K., 141-168.
- Dunstan GA, Baillie HJ, Barrett SM and Volkman JK. 1996. Effect of diet on the lipid composition of wild and cultured abalone. *Aquaculture* 140, 115-127.
- Emerson DN and Duerr FG. 1967. Some physiological effects of starvation in the intertidal prosobranch *Littorina planaxis* (Philippi, 1847). *Comp Biochem Physiol* 20, 45-53.
- Hayashi I. 1983. Seasonal changes in condition factors and in the C:N ratio of the foot of the oyster, *Haliotis tuberculata*. *J Mar Biol Assoc UK* 63, 85-95.
- Huchette MHS, Koh CS and Day RW. 2003. Growth of juvenile blacklip abalone (*Haliotis rubra*) in aquaculture tank: effects of density and ammonia. *Aquaculture* 219, 457-470.
- Hyun KH and Pang IC. 1998. Abnormally low salinity water around Cheju island in summer. *Bull Mar Res Inst, Cheju Nat Univ* 22, 69-78.
- Jeong BY, Cho DM, Moon SK and Pyeon JH. 1993. Quality factors and functional components in the edible seaweeds I. Distribution of n-3 fatty acids in 10 species of seaweeds by their habitats. *J Korean Soc Food Nutr* 22, 621-628.
- Jwa MS, Kang KP, Choe MK and Yeo IK. 2009. Effects of low salinity stresses on the physiology of disc abalone, *Haliotis discus discus*. *J Fish Pathol* 22, 293-303.
- Kim TH, Kim KJ, Yang MH, Choe MK and Yeu IK. 2006. Physiological changes of juvenile abalone, *Haliotis sieboldi* exposed to acute water-temperature stress. *Korean J Aquacult* 19, 77-83.
- Kim TH, Yang MH, Choe MK, Han SJ and Yeu IK. 2005. Physiological studies on acute water-temperature stress of juvenile abalone, *Haliotis discus hannai*. *Korean J Aquacult* 18, 7-12.
- Krogdahl Å, Sundby A and Olli JJ. 2004. Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) digest and metabolize nutrients differently. Effects of water salinity and dietary starch level. *Aquaculture* 229, 335-360. [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00396-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00396-X).
- Lim HK, Kim YS, Son MH, Kim KD, Jeong MH and Chang YJ. 2012. Quality characteristics of starry flounder *Platichthys stellatus* meat reared in different salinity. *J Fish Mar Sci Edu* 24, 324-332.
- Moon JH and Pang IC. 2003. Inflowing of Yangtze coastal water in summer and its cause. *Bull Mar Res Inst Cheju Nat Univ* 27, 29-47.
- Pang IC and Hyun KH. 1998. Seasonal variation of water mass distributions in the eastern Yellow sea and the Yellow sea warm current. *J Kor Soc Oceanogr* 33, 41-52.
- Ram JL and Young ES. 1992. Shock induces a long-lasting elevation of blood glucose in *Aplysia*. *Experientia* 48, 14-48.
- Sato S. 1975. Fatty acid composition of lipids in some species of marine algae. *Bull Jpn Soc Sci Fish* 41, 1177-1183.
- Shumway S. 1977. The effects of fluctuating salinity on the tissue water content of eight species of bivalve mollusks. *J Comp Physiol* 116, 269-285.
- Wedemeyer GA and McLeay DJ. 1981. Methods for determining the tolerance of fishes to environmental stressors. In stress and fish (Ed. by A.D. Pickering), Academic Press, London, U.K., 247-276.
- Widdows J. 1985. The effects of fluctuating and abrupt changes in salinity on the performance of *Mytilus edulis*. In: Gray JS, Christiansen ME (Eds), Marine biology of polar regions and effects of stress on marine organism. Wiley-Interscience, 555-566.
- Xu J, Yan B, Teng Y, Lou G. and Lu Z. 2010. Analysis of nutrient composition and fatty acid profiles of Japanese sea bass *Lateolabrax japonicus* (Cuvier) reared in seawater and freshwater. *J Food Comp Ana* 23, 401-405. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2010.01.010>.
- Young ES. 1990. Effects of nutritional status and shock on *Aplysia* blood glucose and tissue glycogen levels. M.Sc. Thesis, Wayne State University, Michigan, U.S.A., 97.