한국환경과학회지 제13권(제6호), 581~589, 2004
J. of the Environmental Sciences

소음·진동에 따른 참전복(*Haliotis discus hannai*)의 전중량 및 먹이섭식량 변화

정 형 택·김 영 식*·최 상 덕
여수대학교 양식학과·*군산대학교 해양생명과학부

(*2003*년 *11*월 *19*일 접수; *2004*년 *5*월 *10*일 채택)

The Change of Total Weight and Food Consumption of Abalone, *Haliotis discus hannai* under a Vibration and Noise

Hyung Taek Jung, Young Sik Kim* and Sang Duk Choi
Department of Aquaculture, Yosu National University, Yeosu 550-749, Korea
**Faculty of Marine Life Science, Kunsan National University, Gunsan 573-701, Korea*
(Manuscript received 19 November, 2003; accepted 10 May, 2004)

This paper describes the amount of food consumption and the change of total weight of abalone under a vibration with noise that can be occurred due to piling work. This experiment was conducted in the aquarium in Yosu National University. In normal situation the juvenile stage shell's(total length is 1~1.5cm) amount of food consumption was 0.81g, the middle stage shell(total length is 3~3.5cm) was 13.61g, and the adult stage shell (Total length is 7~7.5cm) was 43.19g per 5 organisms in 24 hours, while the experimental group was observed low numerical value compared normal groups.

The abalones' food consumption and total weight in both groups, the intermittent and continuance impact with noise and vibration, was reduced during this experiment. The abalones' food consumption and total weight in the experimental groups without vibration were recorded slightly high numerical value than the experimental groups with noise and vibration.

Based on this experimental data we could conjecture the noise and vibration are harmful factors to bring up a physiological stress to abalones. Especially, the vibration impact by piling works could produce a considerably unfavorable effect to the abalones than noise impact.

Key Words : *Haliotis discus hannai*, Vibration, Noise, Food consumption, Physiological stress

1. 서 론

소음이라함은 일반적으로 원하지 않은 "음" 혹은 "바람직하지 않는 음"을 말하며, 진동이라함은 물체의 위치나 전류의 세기 등 어떤 물리적 양이 어떤 값을 중심으로 주기적으로 변화하는 일을 말하며, 진동과 소음은 오래전부터 인간의 환경을 파괴하는 공해요인으로 여겨져 왔다. 육상에서 특정 시설문을 설치하기 위하여 공사를 할 때 공사장을 출입하는 차량에 의한 교통소음, 파일이나 발파 등의 작업에 기인한 소음 및 진동이 작업장 주변의 양식어장에 서식하는 생물의 행동에 영향을 주어 성장률을 저하시키고, 소음이나 진동이 심한경우에는 양식생물을 다량 치사케하는 것으로 알려져 있다[1].

본 실험의 대상종인 전복류는 세계적으로 100여종이 알려져 있고, 이중 어획 대상이 되는 대형종은 20여종으로서 주로 온대수역에서 많이 생산되고 있으며, 우리나라에 서식하는 전복류는 소형종인 오분자기(*Haliotis diversiclor supertexta*)를 비롯하여 난류계의 대형종인 말전복(*H. giganta*), 까막전복(*H. discus*), 시볼트 전복(*H. sieboldii*), 그리고 한류계인 참전복(*H. discus hannai*)의 5종이 알려져 있다.

특히 전복류는 산업적으로 중요한 종이기 때문에

Corresponding Author : Sang Duk Choi, Department of Aquaculture, Yosu National University, Yeosu 550-749, Korea
Phone : +82-61-659-3166
E-mail : choisd@yosu.ac.kr

오래전부터 많은 연구가 이루어져 왔다. 전복양식은 해조를 공급하여 식물성 단백질로 바꾸는 것이 가능하고 먹이인 해조류의 대량양식을 기대할 수 있다는 이점이 있으며, 시장가치가 아주 높고 많은 수요가 있으면서 생산량은 극히 적다. 최근에는 전복 성패를 중국, 일본 등으로 수출하는 경우가 많아지고 있어서 경쟁력과 잠재력이 있는 품종으로 여겨지고 있으며 전복 종묘생산 및 성장에 따른 적절한 사육방법 및 사료의 연구 진행에 있어서도 상당한 성과를 이루어 놓은 실정이다[2]. 인공종묘생산에 관하여는 眞岡 · 兒玉[3], 西川 등[4], Tanaka[5], Kikuchi and Uki 등[6~13]의 연구가 있으며, 전복의 생리 · 생태적변화에 관한 연구로는 참전복 유생발생 및 채묘에 미치는 아연독성[14], 참전복의 패각괴사증[15], 남해안 참전복(*H. discus hannai*) 치패의 근육위축증후군[16], 참전복(*H. discus hannai*) 치패의 근육위축증 원인인 스쿠티가섬모충에 대한 Chitosan의 구충효과[17], 참전복(*H. discus hannai*) 치패의 박리 및 마취회복에 관한 연구[18,19]등, 주로 종묘생산 및 물리적 요인에 따른 생리 · 생태학적 연구가 이루어지고 있는 실정이다. 또한 먹이의 제한, 공식, 먹이 구성성분 및 불쾌한 환경 요인들은 전복의 보상성장 및 성성숙에 많은 영향을 초래한다고 보고 된 적이 있다[20,21].

소음 · 진동에 대한 연구로는 소음 · 진동 공해 방지대책[22], 양식 가물치의 행동에 미치는 파일작업 소음의 영향에 관한 연구[1], 주변소음 혹은 생물 소음을 측정한 보고[23] 등의 연구가 주로 육상에 국한되어 이루어졌을 뿐, 육상과 해상의 명확한 매질의 차이에도 불구하고 소음 · 진동에 대한 규제는 육상과 동일하게 적용되어 있는 실정이며, 해상과 육상에서 일어날 수 있는 소음 · 진동이 양식생물에 미치는 영향에 관한 연구는 거의 없는 실정이며, 특히 무척추동물에 대한 조사는 전무한 실정이다.

우리나라에서 참전복양식은 육상수조식, 해상가두리 및 채롱식, 바닥투석식 등으로 양성하고 있으나, 대부분이 육상수조식으로 양성하고 있다. 따라서, 본 연구에서는 전복양식장 주위의 육상과 해상에서 특정 시설물 공사시에 일어날 수 있는 소음원은 여러 가지 있으나, 주로 파일작업에 따른 소음 · 진동이 시험대상의 전복크기별 먹이섭식량, 전중량 변화에 미치는 영향에 대하여 조사하였다.

2. 재료 및 방법

본 실험에서 사용한 참전복은 완도군 노화읍에서 채집한 전복(각장 1, 3, 6㎝)을 실험실로 옮겨 1주일간 순치시키고 난 후 2001년 3월 21일부터 2001년 4월 12일까지 외부 소음 · 진동에 따른 전복크기별 먹이섭식량의 변화를 측정하였다.

본 실험에 사용된 가상 모델과 실험수조 내 먹이 및 각 개체별 전복 투입위치는 다음과 같다(Fig. 1, 2). 실험수조(0.2톤, 수심 0.5m)에 치패(15mm전후), 중간패(30mm전후), 성패(75mm전후) 5개체씩 15개체를 수용하고 차광을 시킨 후 실험구별로 각각 다른 소음과 진동을 주고 난 후 대조구와 비교 관찰하였다. 실험기간 동안 산소는 지속적으로 공급하여 7~8㎎/L를 유지하였고, 바닥의 노폐물은 3일에 한 번씩 사이폰을 하였으며, 3일에 한 차례씩 유실된 수량만큼 여과해수를 보충하였고, 조도는 84.8Lux를 유지하였다. 실험환경은 Table 3과 같이 전복이 서식하는데 큰 지장이 없을 정도의 범위를 설정하여 실험이 이루어졌다.

실험에 사용된 전복의 각장, 각고, 각폭, 전중량은 Table 1, 2와 같다. 수조내의 전복은 실험개시전 24시간동안 절식하였으며, 진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB, 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 두 구간을 지속적,

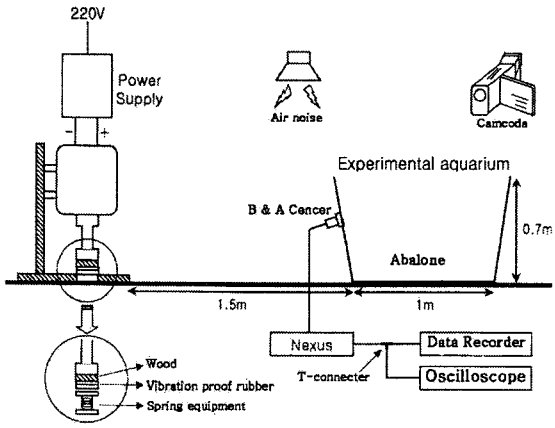

Fig. 1. The simulation model of vibration and noise.

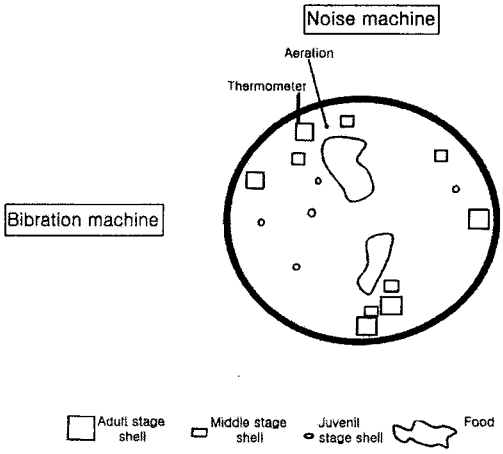

Fig. 2. The picture of food and abalone arrangement in laboratory.

Table 1. The abalone of used for continuance impact test

Number of individuals	Shell length(㎜)	Shell hight(㎜)	Shell width(㎜)	Total weight(g)
1	15.66	4.81	10.97	0.61
2	14.39	4.02	10.49	0.58
3	16.01	4.91	11.84	0.85
4	14.27	4.25	10.73	0.59
5	13.38	4.11	10.67	0.47
6	29.74	7.92	19.01	3.45
7	29.05	8.03	19.47	3.54
8	30.01	7.90	20.04	3.32
9	31.43	8.13	21.01	4.87
10	31.07	8.11	20.84	4.31
11	71.43	20.94	49.95	39.52
12	73.44	20.72	52.41	49.52
13	69.77	18.15	47.73	37.20
14	70.03	21.51	49.13	43.23
15	69.01	18.89	50.02	35.54

Table 2. The abalone of used for intermittent impact test

Number of individuals	Shell length(㎜)	Shell hight(㎜)	Shell width(㎜)	Total weight(g)
1	14.46	4.71	10.77	0.56
2	15.19	4.82	10.89	0.59
3	16.11	5.01	12.07	0.88
4	14.57	4.25	11.08	0.61
5	14.88	4.21	10.87	0.57
6	30.24	8.02	19.45	3.85
7	31.21	8.14	19.87	3.94
8	30.71	7.89	20.54	3.52
9	31.03	8.29	20.61	4.87
10	31.17	8.27	21.84	5.11
11	76.53	21.34	53.66	42.02
12	73.94	20.91	50.09	50.16
13	75.07	21.55	52.12	45.29
14	75.13	22.15	52.31	48.51
15	76.11	21.27	52.59	45.29

간헐적인 충격으로 나누어 수조내의 전복에 충격을 주는 동시에 먹이를 공급한 후 먹이섭식량 변화를 관찰하였다(Fig. 3). 실험에 사용된 먹이는 다시마를 공급하였고, 먹이를 공급한 후 첫 먹이를 섭식하는데 걸리는 시간과 24시간 후 먹이섭식량의 변화, 크기별(치패, 중간패, 성패 ; 5마리) 먹이 섭식량, 혼합실험구 크기별(치패, 중간패, 성패 ; 5마리) 먹이 섭식량을 대조구와 비교·분석하였다. 또한 전복의 전중량 변화(중간패, 성패) 관찰을 위하여, 지속적, 간헐적 충격구간에 사용된 전복을 일주일 간격으로 전자저울을 사용하여 전중량의 변화를 조사하였다.

진동 및 소음은 발파현장과 같은 충격모델을 설정하여 실험에 사용하였고, 모든 실험은 3회 반복 실시하였으며, 모든 값은 3회 실험의 평균값을 사용하였다.

3. 결 과

3.1. 첫 먹이를 섭식하는데 걸리는 시간

3.1.1. 진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 지속적 충격

본 실험에서 가장 먼저 먹이를 섭식한 것은 중간패로 나타났으며, 치패의 경우 섭식보다는 은신처를 찾기 위해 움직이는 경향을 보였으며, 실험이 진행되는 동안 수조 내에서 움직임의 변화를 전혀 보이지 않은 개체도 있었다. 전복을 24시간 절식시킨 후 대조구와 실험구에 같은 양의 먹이를 투입하였을 때 대조구에서와 실험구에서의 첫 먹이를 섭식하는

Table 3. The change of temperature, salinity, pH, and DO during the experiment

Month Date	Temp(℃)	Salinity(‰)	pH	Dissolved oxygen(㎎/L)
Mar. 21	15.8	30	8.26	7.6
Mar. 22	14.8	29	8.05	7.6
Mar. 23	14.5	29	8.21	7.3
Mar. 24	14.8	28	8.22	7.2
Mar. 25	15.7	28	8.16	7.7
Mar. 26	14.7	28	8.29	7.2
Mar. 27	14.1	30	8.24	7.1
Mar. 28	14.4	29	8.23	7.2
Mar. 29	13.3	30	8.15	7.4
Mar. 30	13.1	30	8.13	7.5
Mar. 31	12.9	30	8.22	7.3
Apr. 1	12.9	31	8.18	7.4
Apr. 2	13.2	31	8.21	7.4
Apr. 3	14.1	30	8.25	7.3
Apr. 4	14.1	31	8.24	7.4
Apr. 5	14.3	31	8.21	7.2
Apr. 6	14.3	30	8.16	7.4
Apr. 7	14.6	30	8.17	7.3
Apr. 8	14.9	31	8.11	7.3
Apr. 9	15.3	31	8.23	7.3
Apr. 10	15.9	30	8.11	7.3
Apr. 11	16.2	30	8.23	7.3
Apr. 12	16.0	30	8.16	7.4
Average	14.5℃	29.8‰	8.19	7.4mg/L
Range	12.9~16.2℃	28~31‰	8.05~8.29	7.1~7.6mg/L

데 걸리는 시간은 치패를 제외한 다른 개체들에서는 큰 차이를 보이지 않았으나, 중간패가 35분, 성패가 36분, 치패가 1시간 30분만에 먹이에 접근하여 먹이를 섭식함으로써 개체들간의 차이는 다소 있었다(Fig. 3).

3.1.2. 진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 간헐적 충격

진동과 소음이 주어지자 진원지에서 멀리 떨어진 부분의 먹이를 끌어당기려는 움직임이 관찰되었으며, 먹이 위를 탐색하면서 이동하는 개체도 보였다. 지속적 충격에 따른 전복크기별 반응실험에서와 같이 치패의 경우 섭이보다는 은신처를 찾기 위한 움직임이 나타났다. 간헐적 충격에 따른 전복크기별 먹이섭식량을 대조구를 비교하였을 때 첫 먹이를 섭식하는데 걸리는 시간은 그다지 큰 차이를 보이지는 않은 반면에, 본 실험구간에서도 지속적 충격 환경하에서와 같이 먹이에 접근하여 먹이를 섭식하는 시간이 치패가 1시간 20분, 중간패가 40분, 성패가 35분의 시간차이를 보였다(Fig. 3).

3.1.3. 진동0.9㎝/sec와 소음 60dB의 지속적 충격

진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB 지속적 · 간헐적 실험과 비교해보면, 본 실험에서는 진동과 소음의 강도가 높아짐에 따라 전복의 먹이 섭식량에 큰 변화를 보였다. 첫 먹이를 먹는데 까지 걸리는 시간이 지연되었으며, 먹이를 찾기 위한 이동도 그다지 활발하지 않았다. 치패와 중간패, 성패 모두 실험종료시 먹이에 대한 특별한 움직임의 변화는 보이지 않았다.

전복이 먹이를 섭식하는데 가장 안정된 수온인 16℃의 환경에서 실험이 이루어졌음에도 불구하고,

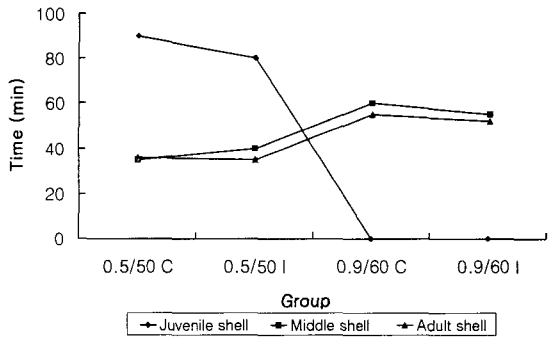

Fig. 3. Approach time to eat first food of abalone.

먹이에 대한 반응은 치패는 전혀 반응을 보이지 않았으며, 중간패는 1시간, 성패는 55분의 시간이 소요되었다. 진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 지속적 충격과 비교하여 볼 때 먹이섭식에 대한 활발한 움직임은 모든 개체들에서 나타나지 않았다(Fig. 3).

3.1.4. 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 간헐적 충격

진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 지속적·간헐적 충격실험과 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 지속적 충격실험을 본 실험구와 비교하면, 진동과 소음의 강도가 높아짐에 따라 전복의 먹이섭식량에 큰 변화를 보였다. 특히, 진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 간헐적 충격실험과는 달리 먹이를 섭식하는 움직임은 보이지 않았으나, 대부분의 개체들은 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 지속적 충격실험과 같이 먹이를 감지하는 정도에 그치고 먹이를 섭식하는 개체는 실험 종료시 까지 소수였다. 첫 먹이를 섭식하는데 걸리는 시간은 충격의 크기가 높아짐에 따라서 첫 먹이를 먹는 시간의 경우 치패는 전혀 반응을 보이지 않았으며, 중간패는 55분, 성패는 52분으로 충격이 약했을 때보다도 먹이 섭식시간이 많이 소요되었다(Fig. 3).

3.2. 전복 크기별 1마리당 먹이 섭식량

진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 지속적 충격에서는 실험수조내 전복들의 경우 개체간에 큰 차이를 보였으며, 실험수조와 대조구의 각 개체당 먹이 섭식량은 모든 개체들이 급격히 저하되는 현상를 보였다(Fig. 4). 진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 간헐적 충격에서는 전복 크기별 마리당 먹이 섭식량 대조구와 지속적·간헐적 충격에서의 각 개체당 먹이 섭식량의 차이는 크게 나타나지 않았으며, 24시간 후 1마리당 먹이섭식량 변화는 차이를 보였다(Fig. 4).

진동0.9㎝/sec와 소음 60dB의 지속적 충격에서는 각 마리당 먹이 섭식량의 경우 실험수조내의 전체적인 먹이 섭식량에서는 큰 변화는 없었으며, 먹이에 대한 움직임은 활발하지 않았고, 대조구와 진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 지속적·간헐적 충격과 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 지속적 충격 실험수조의 각 개체당 먹이 섭식량은 차이를 보였다(Fig. 4). 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 간헐적 충격에서는 각 개체당 먹이섭식량 대조구와 진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 지속적·간헐적 충격과 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 지속적·간헐적 충격실험수조의 각 개체당 먹이 섭식량은 차이를 보였다(Fig. 4).

3.3. 크기별 각각 5마리당 먹이 섭식량

진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 지속적 충격에서는 각 개체당 먹이섭식량조사에서와 같이 크기별 5개체씩의 혼합수조에서도 먹이섭식량의 차이는 크게 나타났다. 한 개체가 먼저 먹이를 탐지하고 섭식를 시작하자 일부 개체들도 먹이로 이동하여 섭식을 시작하였으나, 그 지속시간과 섭식량은 아주 미비하였다. 또한 일부 개체들은 먹이에 대하여 전혀 반응을 보이지 않았다. 실험수조와 대조구의 먹이섭식량 차이가 나타났다(Fig. 5). 진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 간헐적 충격에서는 지속적 충격과 비교하여 충격과 충격사이에는 비교적 먹이에 대한 강한 움직임을 보였으나, 섭식량의 차이는 그다지 나타나지 않았다. 대조구와 지속적·간헐적 충격의 5개체당 먹이섭식량의 차이를 보였다(Fig. 5). 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 지속적 충격에서는 진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 지속적·간헐적 충격과는 달리 먹이에 대해 전혀 반응을 보이지 않은 개체가 비교적 많았으며, 섭식량의 차이에 있어서는 큰 변화를 보이지는 않았다. 대조구와 진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 지속적·간헐적 충격, 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 지속적 실험수조에서 5개체당 먹이 섭식량의 차이가 나타났다(Fig. 5). 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 간헐적 충격에서는 대조구와 진동 0.5㎝/sec와 소음 60dB의 지속적·간헐적 충격과 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 지속적·간헐적 충격실험

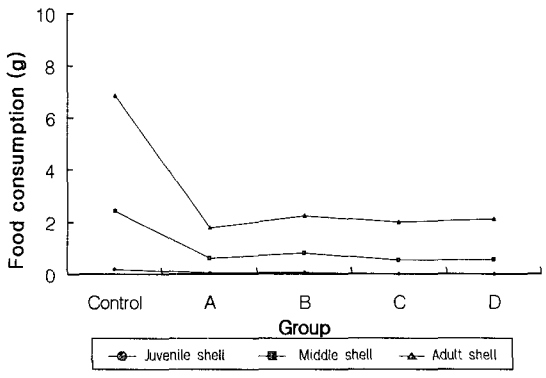

Fig. 4. Food consumption of the organism after 24h.

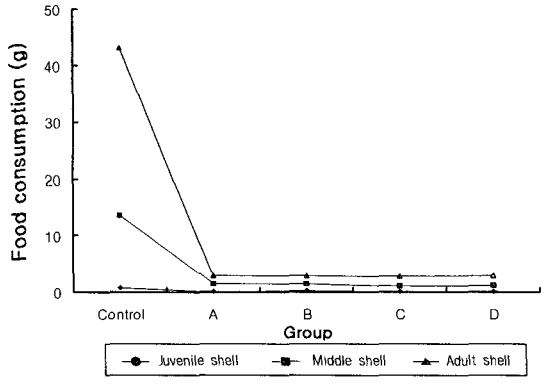

Fig. 5. Food consumption of the 5-organisms after 24h.

수조에서의 5개체당 먹이 섭식량은 차이를 보였다 (Fig. 5).

3.4. 혼합실험구 먹이섭식량 변화

진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 지속적 충격에서는 24시간 후 혼합수조의 먹이섭식량 변화은 진동과 충격을 주고 난 후 가장 먼저 먹이에 대한 반응을 보인 개체는 성패가 35분, 중간패는 40분, 치패가 1시간 20분이 지난 후 먹이에 대한 반응이 나타났으며, 24시간 후 혼합수조의 먹이섭식량 변화 또한, 지속적 충격과 비교하여 먹이섭식량 변화는 큰 변화가 없었다. 24시간 후 크기별 5개체씩의 혼합수조의 먹이섭식량 변화와 대조구의 먹이섭식량 변화를 보였다(Fig. 6). 진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 간헐적 충격에서는 24시간 후 혼합수조의 먹이섭식량 변화는 소음과 진동을 주고 난 후 가장 먼저 먹이에 대한 반응을 보인 개체는 중간패로서 35분, 성패는 36분 지난 후 먹이에 대한 반응이 나타났다. 그러나 치패는 실험이 끝나가는 1시간 40분에 먹이에 대한 반응이 있었지만, 잠깐 먹이를 섭식하고는 그 후 별다른 반응을 보이지는 않았다. 24시간 후 크기별 5개체씩의 혼합수조의 먹이섭식량 변화와 대조구의 먹이섭식량 변화는 큰 차이를 보였다(Fig. 6). 진동0.9㎝/sec와 소음 60dB의 지속적 충격에서는 24시간 후 혼합수조의 먹이섭식량 변화는 가장 먼저 먹이에 대한 반응을 보인 개체는 성패가 55분, 중간패가 1시간, 치패는 충격을가한 2시간동안 전혀 반응을 보이지 않았다. 24시간 후 진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 지속적 · 간헐적 충격과 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 지속적 충격 실험수조의 먹이섭식량 변화와 대조구의 먹이섭식량 변화를 보였다(Fig. 6). 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 간헐적 충격에서는 충격을 준 2시간 이내에는 먹이 섭식량에는 큰 변화를 보이지는 않았으나 24시간 후 A, B, C, D 실험수조의 먹이 섭식량 변화와 대조구의 먹이 섭식량 변화량보다 크게 나타났다(Fig. 6).

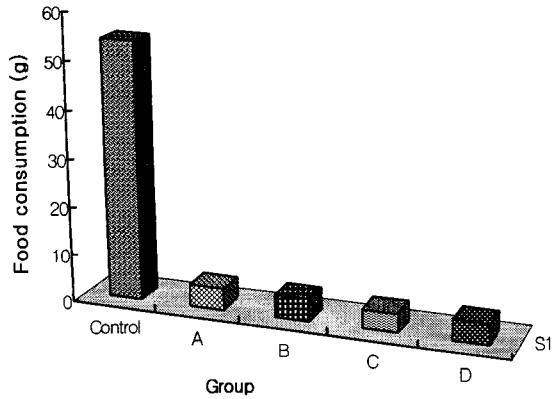

Fig. 6. Amount of food consumption after 24h.

3.5. 전중량 변화

먹이 소비량의 저하로 인하여 중간패와 성패의 전중량의 변화는 크게 나타났다. 우선 중간패에서는 실험종료 후 무려 0.907g(지속적 구간), 0.711g(간헐적 구간)의 전중량 변화를 나타내었다. 성패의 경우 실험종료 후 2.987g(지속적 구간), 1.815g(간헐적 구간)의 전중량 변화를 나타내었다. 성패와 중간패 모두 비슷한 양상의 중량 감소 모습을 보이며, 간헐적 충격 구간 보다 지속적 충격 구간에서 다소 큰 전중량 변화 폭을 보였다(Fig 7, 8).

4. 고 찰

전복이 첫 먹이섭식 하는데 걸리는 시간은 진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 지속적 충격 실험에서는 치패는 섭식보다는 은신처를 찾기위한 모습이 관찰되었으며, 중간패는 30분, 성패는 36분만에 먹이를 섭식하였다. 반면에, 진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 간헐적 충격실험에서는 치패가 1시간 20분, 중간패는 40분, 성패는 35분만에 먹이를 섭식하였으며, 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 지속적 충격실험에서 첫 섭식하는데 치패는 별다른 반응을 보이지 않았고, 중간패는 1시간, 성패는 55분만에 섭식하기 시작하였다. 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 간헐적 충

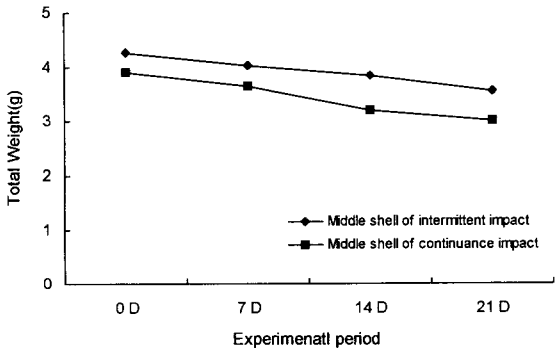

Fig. 7. Total weight changes of middle shells.

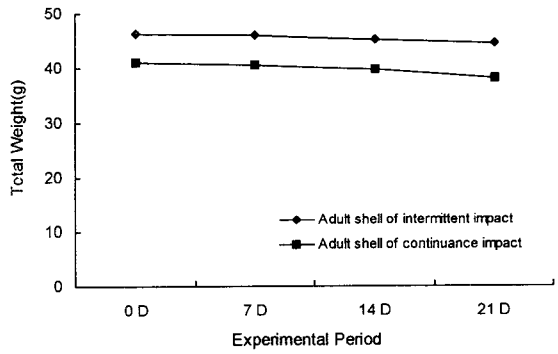

Fig. 8. Total weight changes of adult shells.

격실험에서는 치패는 전혀 반응을 보이지 않았고, 중간패는 55분, 성패는 52분만에 먹이섭식을 시작하는 것으로 보아 전복의 먹이섭식에 있어서 소음보다는 진동이 더 큰 제한 요소로 여겨진다.

진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB 지속적·간헐적 충격보다는 진동과 소음이 높게 설정된 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 지속적·간헐적 충격에서 먹이섭식하는데 걸리는 시간의 차이가 명확하게 구분되어 나타났다. 또한, 전복의 각 개체당 먹이섭식량변화는 진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 지속적 충격 환경하에서는 24시간후에 2.45g 보였으며, 진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 간헐적 충격 환경하에서는 3.11g 보였고, 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 지속적 충격하에서는 2.56g을 보였으며, 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 간헐적 충격하에서는 2.71g의 변화를 보였다. 본 결과는 소음·진동이 전복의 섭식 및 전중량 변화에 큰 요인으로 작용된 것으로 사료된다.

또한 전복의 전중량 변화는 중간패, 성패 모두 비슷한 양상으로 감소하였으며, 온도·염분의 변화에 따른 전복의 전체중 감소와 비교하여도 전중량 감소를 볼 수 있었다[24]. 본 실험 조건에서는 온도와 염분의 변화가 없는 상황에서도 중량의 감소를 보였다는 것은 소음·진동이 전복의 생리적 스트레스 요인으로 작용하였음을 보여주고 있다. 실제 전복의 장시간 섭이 중지로 인한 생리적 스트레스로 인한 폐사에 관하여 보고 된 적이 있다[25]. 하지만 본 실험에서는 시간적 제약으로 인하여 실험기간중 폐사개체는 나타나지 않았으나, 전중량 및 먹이섭식량 변화에는 확연한 차이를 보여 주었다.

본 실험에서는 먹이선택율이 가장 좋은 염장 다시마를 사용하였는데도 불구하고 결과적으로 소음과 진동의 크기가 높게 설정되었을 경우에 전복의 전중량, 먹이 섭식량 및 먹이 섭식시간의 변화가 나타났다(Fig. 6). 전복을 포함하여 완만한 성장을 보이는 자연에 서식하는 동물들은 해류에 의해 이동되는 유영 해조군락에 의해 성장차이가 날수는 있다고 한다[26]. 이런 경우 먹이 군락의 유영에 따라 간헐적인 공식이 발생할 수 있다[27]. 하지만 본 실험 조건의 경우는 실내 수조에서 임의로 공급된 먹이에 의한 실험이었기 때문에 유영해조군락에 의한 간헐적 공식은 배재 하여도 무방하다. 또한 먹이 섭식의 불균형, 해조의 섭취량 및 생리적 스트레스가 성성숙에 미치는 영향은 이미 보고된 적이 있다[28,29]. 하지만, 일반적으로 양식 동물의 사육에 있어 가장 중요한 요인은 대상종에 적합한 환경 조건과 먹이의 품질, 즉, 양식 대상종에 적합한 환경 조건(수온, 용존산소, pH, 등)을 갖춘 장소를 선정하여 그들이 최대로 성장할 수 있도록 그 조건을 조절하여 양식되어지고 있다.

전복의 양식에 있어서 성장은 환경조건(수온, 암질, 조류, 먹이 해조 및 수질 등)에 따라 달라지므로 본 실험과 같이 현재 주로 육상수조식양성법에서 양식되어지는 전복의 경우 양식장 주위의 공사현장에서 일어날 수 있는 발파에 의한 소음과 진동에 의한 생리적 스트레스로 기인한 전중량 및 먹이 섭식량이 급격히 저하되고, 충격의 강도가 커질수록 섭식량도 저하되는 것으로 보아 스트레스성으로 인한 식욕감퇴로 사료되어진다[30]. 실험기간 중 소음 50dB에서도 대조구의 개체들은 완만한 먹이섭식을 보인 반면, 소음·진동 충격 실험수조에서는 먹이섭식량이 저하되는 것은 아마도 소음보다는 진동이 전복의 생리적 변화를 일으켜 먹이섭식량을 크게 좌우하는 것으로 판단된다

소음과 진동레벨이 어느 정도일 때 전복의 생리적변화에 얼마만큼 영향을 미치는지 정량적으로 구하기 위해서는 신호대잡음비 및 진동변위와 전복의 생리적변화에 미치는 영향을 정량화 하고 체계화하는 것이 선행되어야 할 것이다. 또한 소음이 생물체에 미치는 영향을 정량화하기 위해서는 외부자극에 따른 생물의 심전도 변화, 사료의 식이상태 등을 측정하는 것도 유익한 수단이 될 것으로 사료된다.

5. 결 론

산업적으로 중요한 종인 참전복(*Haliotis discus hannai*)을 실험대상으로 2001년 3월 21일부터 2001년 4월 12일까지 전복 크기별 먹이섭식량 실험에서 참전복의 소음·진동의 크기에 따른 전복의 먹이섭식량 결과는 다음과 같다.

진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 지속적 충격인 경우 대조구에서 전복의 먹이 섭식량은 56.45g인 반면, 실험구에서는 4.68g이었다. 진동 0.5㎝/sec와 소음 50dB의 간헐적 충격인 경우 대조구에서 전복의 먹이 섭식량은 56.45g인 반면, 실험구에서는 4.62g이었다. 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 지속적 충격인 경우 대조구에서 전복의 먹이 섭식량은 56.45g인 반면, 실험구에서는 3.96g이었다. 진동 0.9㎝/sec와 소음 60dB의 간헐적 충격인 경우 대조구에서 전복의 먹이 섭식량은 56.45g인 반면, 실험구에서는 4.3g이었다.

이러한 실험결과로 보아서 참전복의 먹이섭식시 소음·진동이 가하질 경우에 전중량 및 먹이섭식량 변화는 대조구보다 현저한 차이를 보임으로서, 전복 육상수조식양성법에 있어서 전복양식장 주위의 육상과 해상에서 특정 시설물을 설치하기 위하여 일어날 수 있는 소음·진동은 전복의 전중량변화 및 먹이섭식의 큰 생리적 스트레스 요인으로 판단된다.

참 고 문 헌

1) 신현옥, 1995, 양식 가물치(*Channa argus*)의 행동에 미치는 파일작업 소음의 영향에 관한 연구, 한국수산학회지, 28(4), 492-502.
2) 최상덕, 김 정, 라성주, 김호진, 김영종, 차용백, 추영동, 한동남, 2000, 전복 질병발생원인과 예방대책에 관한 연구, 전라남도, 94pp.
3) 眞岡東雄, 兒玉正碩, 1971, 茨城縣におけるアワビの早期採卵(春季採卵)について, 茨縣城水試, 水産增殖, 19(1), 20-30.
4) 西川信良, 小原昭雄, 尹藤義三, 1974, エゾアワビの周年採卵方法について, 北水試月報, 31(5), 21-27.
5) Tanaka, Y., 1978, Spawning induction of the abalone, Nordotis gigantea by chemical control with hydrogen peroxide, Bull. Tokai. Fish. Res. Lab., 96, 93-101.
6) Kikuchi, S. and N. Uki, 1974a, Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* - I. Relation between water temperature and advancing sexual maturity of *Haliotis discus hannai* Ino., Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 33, 69-78.
7) Kikuchi, S. and N. Uki, 1974b, Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* - II. Effect of irradiated sea water with ultraviolet rays on inducing to spwan, Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 33, 79-86.
8) Kikuchi, S. and N. Uki, 1974c, Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* - III. Reasonable sperm density for fertilization, Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 34, 67-71.
9) Kikuchi, S. and N. Uki, 1974d, Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* - IV. Duration of fertility related to temperature, Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 34, 73-75.
10) Kikuchi, S. and N. Uki, 1974e, Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* - V. Relation between water temperature and advancing sexual maturity of *Haliotis discus* Reeve, Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 34, 77-85.
11) Kikuchi, S. and N. Uki, 1975, Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* - VI. Relation between water temperature and advancing sexual maturity of *Haliotis gigantea* Gmelin under artificial condition, Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 35, 85-90.
12) Kikuchi, S. and N. Uki, 1981, Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* - VII. Comparative examinations of rearing apparatus for conditioning adult of ablone, Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 43, 47-51.
13) Kikuchi, S. and N. Uki, 1982, Technical study on artificial spawning of abalone, Genus *Haliotis* - VIII. Characteristics of spawning behavior of *Haliotis discus hannai* induced by ultraviolet irradiation stimulus, Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 33, 68-78.
14) 서대철, 최상덕, 라성주, 양한춘, 서해립, 1999, 참전복, *Haliotis discus hannai* 유생발생 및 채묘에 미치는 아연독성, 한국양식학회지, 12(3), 229-236.
15) 최상덕, 윤장택, 조용철, 1998, 남조류, *Mastigocoleus* sp.에 의한 한국산 참전복의 패각 괴사증, 한국양식학회지, 11(4), 365-474.
16) 최상덕, 김 정, 1999, 남해안 참전복(*Haliotis discus hannai*) 치패의 근육위축 증후군, 여수대학교 기초과학연구소논문집, 1(1), 45-55.
17) 최상덕, 이원교, 1998, 참전복(*Haliotis discus hannai*) 치패의 근육위축증 원인인 스쿠티가섬모충에 대한 Chitosan의 구충효과, 여수대학교 논문집, 13(2), 997-1008.
18) 최상덕, 정성채, 김호진, 공용근, 백재민, 최규정, 1997, 온도구간별 파라아미노안식향산에틸과 담수에 의한 참전복(*Haliotis discus hannai*) 치패의 박리 및 마취회복에 관한 연구, 한국양식학회지, 10(3), 281-228.
19) 최상덕, 김호진, 서해립, 서호영, 양문호, 황성일, 1998, 양식산 참전복(*Haliotis discus hannai*) 에 대한 리도카인 및 MS-222의 박리효과, 한국어병학회지, 11(1), 35-41.
20) Quinton, J. C. and W. Blake, 1990, The effects of feed cycling and ration level on the compensatory growth response in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, J. Fish. Bio., 37, 34-41.
21) Jobling, M. and J. Koskela, 1996, Interindividual variations in feeding and growth in rainbow trout during restricted feeding and in a subsequent period of compensatory growth, J. Fish Bio., 49, 658-667.
22) 천경필, 1991, 소음 · 진동 공해 방지 대책, 한국소음진동공학회지, 1(1), 24-28.
23) Ha, K. Y. and G. D. Yoon, 1983, The underwater ambient noise at Young-il Bay, Bull.

Korean Fish. Tech. Soc., 16(3), 197-201.
24) Drew, B., D. Miller, T. Toop and P. Hanna, 2001, Identification of expressed HSP's in black abalone (*Haliotis rubra leach*) during heat and salinity stresses, J. Shellfish. Research, 20(2), 695-703.
25) Takami, H., H. Yamakawa and H. Nakano, 1995, Survival and physiological stress of juvenile disk abalone *Haliotis discus discus* during long-term starvation, Fisheries Sci., 61(1), 111-115.
26) Wells, F. E and J. K. Keesing, 1989, Reproduction and feeding in the abalone, *Haliotis roei* Gray, Australian J. Marine and Freshwater. Research, 40, 187-197.
27) Fermin, A. C., 2002, Effects of alternate starvation and refeeding cycles on food consumption and compensatory growth of abalone, *Haliotis asinina* (Linnaeus), Aqua. Research, 33, 197-202.
28) Uki, N. and S. Kikuchi, 1982, Influence of food levels on maturation and spawning of the abalone, *Haliotis discus hannai* related to effective accumulative temperature, Bull. Tohoku Reg. Fish. Res., 45, 45-53.
29) Capinpin, E. C., V. C. Encena and N. C. Bayona, 1998, Studies on the reproductive biology of the Donkey's ear abalone, *Haliotis asinina* Linne, Aquaculture, 166, 141-150.
30) 김재수, 1997, 건설소음·진동의 기초이론과 영향, 한국소음진동공학회지, 7(4), 545-551.