

## 전복, *Haliotis discus hannai* 치패의 성장과 생존에 미치는 표지의 영향

김봉석<sup>+</sup> · 이윤호\* · 박두원  
국립수산과학원 생명공학연구단, \*국립수산과학원 증식부

## Effects of the Tagging methods on the Growth and Survival of Abalone Juvenile, *Haliotis discus hannai*

Bong-Seok KIM<sup>+</sup>, Yun Ho LEE\* and Doo-Won PARK  
Biotechnology research center and \*Aquaculture department,  
National Fisheries Research & Development Institute, Busan 619-900, Korea

This study was carried out to investigate the optimum tagging method of the abalone juvenile, *Haliotis discus hannai* in indoor culture system from May 2000 to January 2001. Tagging methods were shell drilling, copper-wire tagging, bolt-nut tagging at the respiratory pore and nut gluing on the shell. The attachment rates of the tag on the shell showed high in the 2- and 3 cm bolt-nut tagged groups, about over 89.5%, whereas shell drilling groups on the shell were about 18.5%. The internal coating rates tagged with bolt-nut in the 2-, 3 cm abalone groups were over 96.6%, while those tagged with copper wire were less than 17.1%. Growths in the all marked and tagged experimental groups comparing with control groups were not significantly different ( $p>0.05$ ). Survivals in all tagging groups except shell drilling and nut gluing groups in the 5 cm abalone were over 95%. Accordingly, all juvenile groups were not affected by the tagging methods in terms of the growth and survival on the abalones. Based on these results, the micro bolt-nut tagging was the most effective method in abalone.

**Key words:** Abalone, Release, Tagging method, Bolt-nut tag, Survival

### 서 론

전복, *Haliotis discus hannai*은 우리나라에서 고부가가치를 창출하는 매우 중요한 양식생물자원으로 자리매김하고 있다. 1976년 인공묘생산이 시작된 이후, 해마다 생산시설과 생산량이 증가되고 있어 1999년 전국 전복양식어업권 및 수면적은 525건, 164,398 m<sup>2</sup>이며, 1973년부터 2000년까지 39,908천 마리 이상의 종묘가 생산, 방류되어왔다 (해양수산부, 2001). 그러나, 전 세계적으로 전복자원은 남획으로 고갈되고 있어, 전복자원 증식을 위해 수산 관련국들이 공동으로 어려움을 겪고 있다 (FAO, 1989).

따라서, 수산자원조성과 재배어업을 통한 안정적인 생산을 위해 전복 치패의 방류는 중요하므로 국립수산과학원에서는 방류사업을 지속적으로 수행하고 있다. 그러나, 최근까지 각장 1 cm 내외의 소형치패가 연안에 방류되어 방류 후 환경에 대한 적응력이나 해적생물 등으로 인한 효과감소가 나타나 현재는 중간육성 후 각장 3 cm 내외의 치패를 방류하고 있다 (유, 2000). 전복은 양식기술이 안정되어 육상수조식 (Chung et al., 1994)과 채룡식 수하양식 (Jee et al., 1988)으로 이루어지고 있으나, 어촌계가 중심이 된 마을공동어장에 방류하여 전복의 생산성을 지속적으로 유지하는 기술개발이 필요하다. 이는 2002년 2월 일본 고베에서 개최된 제2차 재배어업 국제심포지엄의 주제발표 내용인 “생산성 향상과 자원 조성”에서 나타난 미래 연구방향과도 일치하고 있다 (Japan Sea-Farming Association, 2002). 그러나, 방류치패의 크기와 방류 후

생존, 방류효과를 파악할 수 있는 효과적인 표지방법 및 표지 개발에 대한 연구는 여전히 미진한 상태이다.

전복류의 표지 및 방류는 殖田·岡田 (1941)이 시도한 후, 일본에서는 宇野等 (1972)이 방류 전복의 분포와 이동, 井上 (1976)가 방류전복의 각장 크기, 각장별 생존율, 방류수심, 성장 등, 그리고 Zhao et al. (1991)은 아키타현의 남부양식장에서 양식 전복의 적정방류크기에 대해 보고하고 있다. 필리핀에서는 먹이종류 (인공사료, 해조류)에 따라 패각의 색깔이 다른 점에 착안하여 방류전복의 식별 방법을 연구하였다 (Bautista-Teruel et al., 1999; Gallardo et al., 2002). 국내에서는 Chang et al. (1985)이 한국 동해안 참전복의 성장과 재포율, Kang et al. (1996)이 접착체에 의한 각장 1 cm 내외의 표지개체 방류효과에 대해 언급한 바 있으나, 방류효과를 입증할 만한 표지방법에 관한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다.

따라서, 본 연구는 전국 연안어장에서 이루어지고 있는 전복 치패 방류에 따른 경제적 효과를 평가하기 위하여 전복치패에 알맞은 실용 가능한 표지를 개발하고자 다양한 표지를 적용하여 표지방법에 따른 성장과 생존을 변화를 조사하였다.

### 재료 및 방법

#### 재 료

2000년 5월 경남 거제시 가조도의 전복양식장에서 양식된 전복 치패를 국립수산과학원 동해수산연구소로 항공수송하여 전복 각장크기에 따라 선별하여 각장 2 cm 320마리, 3 cm 200마리, 4 cm 160마리 및 5 cm 160마리를 실험에 이용하였다.

<sup>+</sup>Corresponding author: bskim@nfrdi.re.kr

### 실험구

각장 2 cm, 3 cm, 4 cm 및 5 cm 전복 치패의 크기별 실험군을 다시 결각군, 동선부착군, 볼트너트부착군, 그리고 패각에 너트를 접착한 너트접착군으로 나누어 수용하여 2000년 5월부터 2001년 1월까지, 8개월간 실내에서 2반복 실험하였다. 각 실험군은 Table 2에 나타난 초기 중량과 같이 2 cm 실험군은 0.9~1.1 g, 3 cm 실험군은 2.8~3.2 g, 4 cm 실험군은 8.0~8.5 g, 5 cm 실험군은 12.8~14.3 g 이었다. 사육수조는 사각플라스틱 수조 (40×60×35 cm)였으며, 사육수는 자연해수를 유수하였으며, 실험기간동안 먹이는 다시마와 하절기에는 인공사료를 공급하였다. 2 cm 실험군은 40마리씩, 나머지 실험군은 20마리씩 각각 분리수용하여 조사하였다.

### 표지 방법

결각군은 전복 패각의 좌측측면 중앙을 패각과 직각방향으로 천공하였고, 동선부착군은 0.45 mm 굵기의 동선을 치패 가장 앞쪽의 호흡공 2개를 연결하여 외부로 돌출되게 하였다. 볼트너트부착군은 치패의 가장 앞쪽 호흡공에 미세볼트 (직경 1.2 mm, 높이 8 mm, 중량 0.1 g)를 이용하여 볼트를 내면으로 끼워 패각 위에서 너트로 고정하였다. 각장 5 cm 실험군은 호흡공 내경이 너무 커서 본 실험에 사용한 시판 미세볼트를 고정할 수 없어서 볼트너트부착 실험에서는 제외하였다. 너트접착군은 건조시킨 패각에 초강력 접착제 (Alteco, Semadan, Japan)를 이용하여 너트를 접착한 것으로서, 각장 3, 5 cm 전복 치패 실험군에만 접착하였다.

### 표지 식별 및 부착물과 내부 피복물

매일 아침 10시를 기준으로 표지의 식별 및 부착여부를 관찰하여 표지식별 및 부착률을 산정하였다. 동선부착군과 볼트너트부착군의 경우, 방류 후 표지의 고정에 도움을 줄 것으로 판단되는 패각내 표지피복의 진행상황을 성장계측시 패각내부를 관찰하여 수치화하였다.

### 성장 및 생존율

각 실험군은 8개월간의 실험기간 동안 2개월 간격으로 성장 및 생존율을 조사하였다. 각장 (SL)은 Vernier caliper로 0.01 mm까지, 전중 (TW)은 전자저울로 0.1 g까지 측정하였다. 중증률은 다

음과 같이 구하였다.

$$\text{Weight gain (\%)} = \frac{(\text{final wt.} - \text{initial wt.})}{\text{initial wt.}} \times 100$$

그리고, 매일 아침 10시를 기준으로 폐사개체를 확인하여 생존율을 구하였다. 모든 실험적 통계자료는 one-way ANOVA와 tukey test를 실시하여 유의성을 검증하였다.

### 수온분포

실험기간 동안의 사육수조 내 수온 변화는 Fig. 1과 같이 최고수온은 2000년 8월 12일 26.1°C이었고, 최저는 2001년 1월 17일 5.3°C이었으며, 평균 18.8°C의 분포를 보였다. 수온이 상승하는 6월에서 7월 사이에는 수온이 급변하는 현상을 보였다.

## 결 과

### 1. 표지방법에 따른 표지부착 및 패각내부의 피복률

#### 1) 표지 식별 및 부착률

전복, *Haliotis discus hannai* 치패를 크기별로 표지하여 실내수조에서 8개월 동안 사육하면서 전복치패의 표지방법별 표지의 식별 및 부착률의 월별 변화는 Fig. 2와 같다.

각장 2 cm 실험군에서 결각군은 실험개시 후 4개월째에 결각부위가 흐려지면서 62.1%의 식별률을 보였고, 8개월 후에는 18.5%만이 식별가능했다. 동선부착군은 실험 후 6개월에 98.8%의 부착률을 보였으나 8개월째 46.9%로 감소하였다. 볼트너트부착군은 실험 종료시 94.0%의 비교적 높은 부착률을 보였다.

각장 3 cm 실험군에서 결각군은 각장 2 cm 실험군과 마찬가지로 4개월째 60.0%의 식별률이 8개월째 17.5%로 감소하였다. 동선부착군과 볼트너트부착군은 4개월째까지 100%의 부착률을 보였고, 8개월째에도 각각 89.9%와 89.5%의 부착률을 보였다. 너트접착군의 부착률은 실험시작 후 1개월째 77.5%, 2개월째 22.5%로 급격하게 낮아졌으며, 3개월째에는 모두 탈락하여 0%의 부착률을 보였다.

각장 4 cm 실험군에서 결각군은 실험 후 2개월째부터 식별률이 낮아지기 시작하여 실험 4개월째 55.0%, 그리고 8개월째 14.8%로 낮아졌다. 동선부착군은 3개월까지 100%의 부착률을 보인 후,

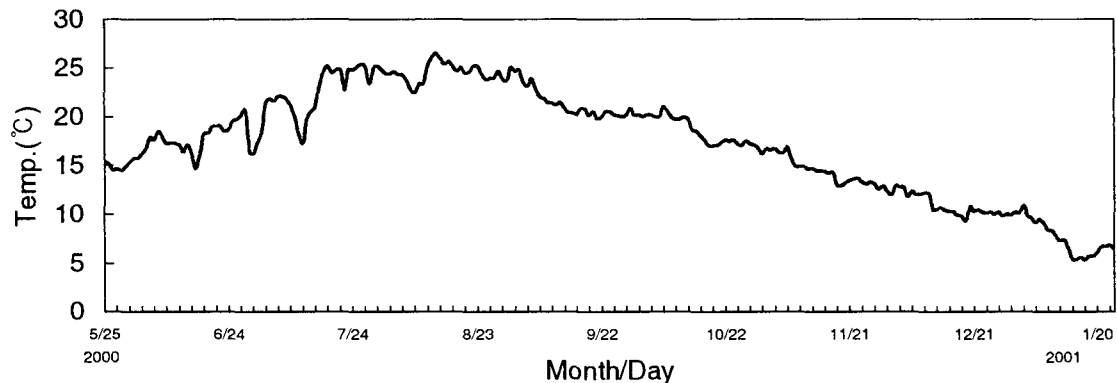


Fig. 1. Daily variations of water temperature during the experimental period.

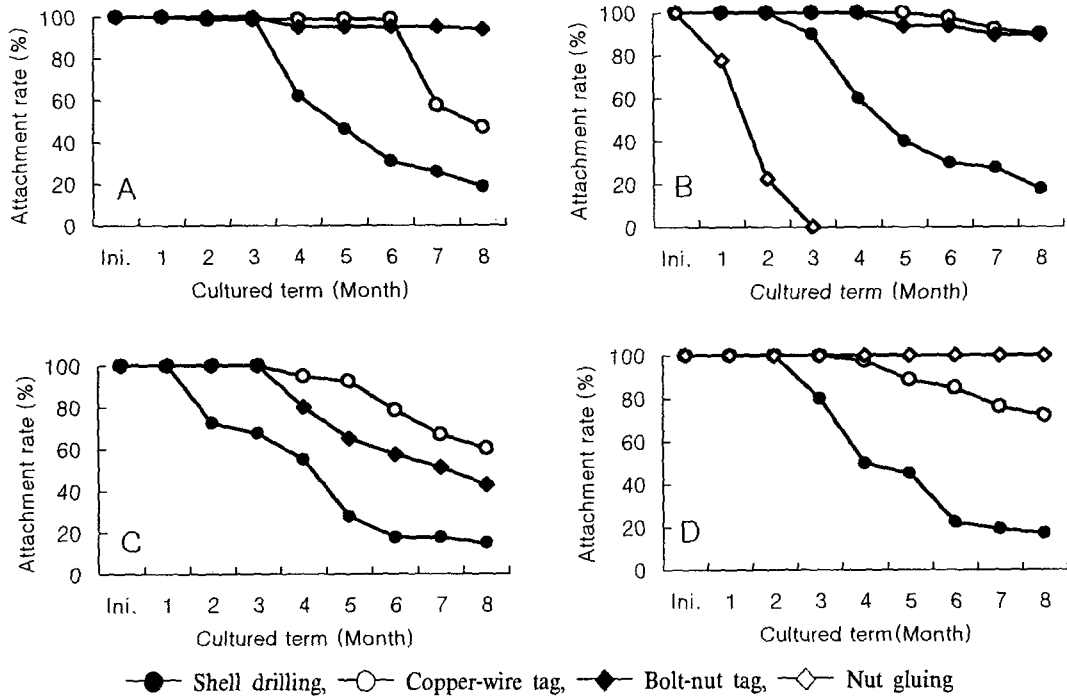


Fig. 2. Attachment rates of the marked and tagged groups in the abalone juveniles, *Haliotis discus hannai*. A: 2 cm-, B: 3 cm-, C: 4 cm-, D: 5 cm group.

6개월부터 탈락이 많아지면서 8개월째 60.0%의 부착률을 보였다. 볼트너트부착군은 표지 3개월까지는 100%의 부착률을 보였으나, 점진적으로 감소하여 실험 8개월째는 42.5%의 부착률을 보여 각 장 2 cm, 3 cm 실험군에 비해 낮은 부착률을 보였다.

각장 5 cm 실험군에서 결각군은 실험 4개월째 50.0%에서 6개월째 22.2%, 8개월째 17.0%로 낮은 식별률을 보였다. 동선부착군은 실험 3개월까지 100.0%의 부착률을 보였고, 8개월째는 72.0%의 부착률을 보였다. 너트접착군은 실험기간동안 100%의 높은 부착률을 보여 각장 3 cm 너트접착군의 결과와 대조를 보였다.

2) 패각내부의 표지피복률

호흡공을 이용하여 표지를 부착한 두 실험군의 크기별 패각내부의 표지피복율은 Table 1과 같으며, 피복진행과정은 Fig. 3과 같다.

Table 1. Comparative internal coating rates of the shell of the juvenile abalone, *H. discus hannai* tagged copper wire and bolt-nut tag reared for 8 months at indoor tanks

Tagged group	Size group (cm)	Bimonthly internal coating rate of the shell (%)				
		0	2	4	6	8
Copper wire tagged groups	2	0	0	1/39(2.6)	1/39(2.6)	1/39(2.6)
	3	0	0	3/20(15.0)	3/20(15.0)	2/17.5(17.1)
	4	0	0	0	0	0/11(0)
	5	0	0	0	0	0/12.5(0)
Bolt-nut tagged groups	2	0	0	65/77(84.0)	35/37.5(97.6)	37.5/37.5(100)
	3	0	0	15/20(75.0)	13.5/15(90)	14/15(93.3)
	4	0	0	5/40(12.0)	1/7.5(13.3)	1/7.5(13.3)

볼트너트부착군은 각장 2, 3, 4 cm 실험군 모두 실험 2~3개월 까지 패각내부에 피복이 없었으나 (Fig. 3B), 실험 4개월째는 각각 84.0%, 75.0%, 12.0%의 표지피복률을 보였다 (Fig. 3C). 실험 8개월째가 되면 표지피복률이 100.0%, 93.3% 및 13.3%로 나타나, 각 장 2 cm와 3 cm 실험군은 높은 표지피복률을 보여 앞서 언급한 표지의 부착률을 높이는 데 기여하는 것으로 보였다. 그러나, 각장 4 cm의 경우 실험개시시에 호흡공의 크기가 커서 미세볼트의 결합상태가 느슨한 관계로 피복이 더딘 것으로 나타났다. 이에 비해 2개의 호흡공을 이용하여 부착시킨 동선부착군의 경우, 표지피복률이 각장 2 cm 실험군에서 2.6%, 3 cm 실험군에서 17.1%로 피복률이 저조했다.

2. 성장과 생존율

1) 성장

치패 크기에 따른, 표지방법별 실험군의 8개월간 성장은 Table 2와 같다.

각장 2 cm 실험군에서 실험시작시 0.90~1.10 g 사이의 전중을 보인 대조군, 결각군, 동선부착군 및 볼트너트부착군은 실험종료시 각각 3.57, 3.09, 3.62 및 3.36 g으로 성장하여 229~247%의 증중률을 보였다. 각장 3 cm 실험군에서 실험시작시 2.80~3.15 g 사이의 전중을 보인 대조군, 결각군, 동선부착군 및 볼트너트부착군은 실험종료시 각각 7.79, 7.25, 7.27 및 7.58 g을 보여 131~159%의 증중률을 보였다. 7월에 실험이 종료된 너트접착군은 2개월간 0.9 g의 성장을 보였으나 표지의 탈락으로 실험이 중단되었다. 각장 4 cm 실험군에서는 실험시작시 7.95~8.50 g 사이의 전중을 보인 대조군, 결

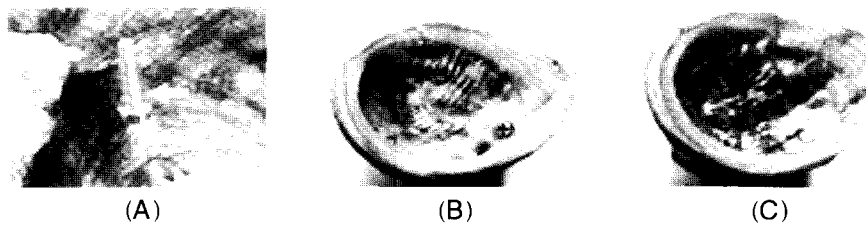


Fig. 3. Photographs showing the internal coating process of the abalone juveniles *H. discus hannai* tagged with bolt-nut tag. A: just after tagging, B: not coated in 2~3 months after tagging, C: almost completely coated in 4~8 months after tagging.

Table 2. Initial and final total weight, and weight gain of the marked and tagged groups of the 2, 3, 4, 5 cm juvenile abalone *H. discus hannai* in shell length and reared for 8 months at indoor tank

Groups	Initial weight (g) (mean $\pm$ SD)	Final weight (g) (mean $\pm$ SD)	Weight gain <sup>1</sup> (mean $\pm$ SD, %)	
2 cm	Control	1.05 $\pm$ 0.26	3.57 $\pm$ 1.11	240 $\pm$ 4.37 <sup>a</sup>
	Shell drilling	0.90 $\pm$ 0.22	3.09 $\pm$ 1.04	247 $\pm$ 3.64 <sup>a</sup>
	Copper wire	1.10 $\pm$ 0.32	3.62 $\pm$ 1.37	229 $\pm$ 4.00 <sup>a</sup>
	Bolt-nut	1.00 $\pm$ 0.28	3.36 $\pm$ 0.87	237 $\pm$ 15.1 <sup>a</sup>
3 cm	Control	3.05 $\pm$ 0.56	7.79 $\pm$ 1.96	155 $\pm$ 16.5 <sup>a</sup>
	Shell drilling	2.80 $\pm$ 0.70	7.25 $\pm$ 1.70	159 $\pm$ 2.80 <sup>a</sup>
	Copper wire	3.15 $\pm$ 0.58	7.27 $\pm$ 1.97	131 $\pm$ 9.60 <sup>a</sup>
	Bolt-nut	3.10 $\pm$ 0.54	7.58 $\pm$ 2.37	145 $\pm$ 38.8 <sup>a</sup>
	Nut gluing	3.00 $\pm$ 0.53	-	-
4 cm	Control	8.05 $\pm$ 1.40	12.19 $\pm$ 2.46	51 $\pm$ 2.94 <sup>a</sup>
	Shell drilling	7.95 $\pm$ 1.20	13.01 $\pm$ 1.76	64 $\pm$ 3.50 <sup>a</sup>
	Copper wire	8.40 $\pm$ 1.38	14.79 $\pm$ 4.10	76 $\pm$ 20.9 <sup>a</sup>
	Bolt-nut	8.50 $\pm$ 1.38	13.94 $\pm$ 2.76	64 $\pm$ 6.17 <sup>a</sup>
5 cm	Control	14.25 $\pm$ 2.45	28.47 $\pm$ 5.27	100 $\pm$ 10.8 <sup>a</sup>
	Shell drilling	13.65 $\pm$ 2.71	28.74 $\pm$ 5.48	112 $\pm$ 26.5 <sup>a</sup>
	Copper wire	15.35 $\pm$ 2.56	30.21 $\pm$ 5.19	97 $\pm$ 0.66 <sup>a</sup>
	Nut gluing	12.75 $\pm$ 1.90	30.49 $\pm$ 4.01	135 $\pm$ 0.91 <sup>b</sup>

<sup>a</sup>Means of two replicate groups with the same superscript in each column are not significantly different ( $p > 0.05$ )

<sup>1</sup>Weight gain = ((final wt. - initial wt.) / initial wt.)  $\times$  100.

각군, 동선부착군 및 볼트너트부착군은 실험 종료시 각각 12.19, 13.01, 14.79 및 13.94 g으로 성장하여 대조군을 포함한 모든 실험군이 51~76%의 낮은 증중률을 보였다. 각장 5 cm 실험군에서는 실험시작시 14.25, 13.65, 15.35, 12.75 g의 전중을 보인 대조군, 결각군, 동선부착군 및 너트접착군은 실험종료시 너트접착군이 135%의 증중률을 보여 치패크기가 다른 세 실험군과 유의한 차를 보였다 ( $p < 0.05$ ). 그러나, 반복구간 성장의 차이가 커서 4개의 실험군간 유의한 차를 보이지 않았다. 따라서, 모든 실험군이 대조군에 비해 유의한 성장차를 보이지 않았으므로 ( $p > 0.05$ ), 본 연구에 이용된 표지가 전복치패의 성장에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

## 2) 생존율

치패의 각장크기별, 표지방법별 실험군의 생존율 변화는 Fig. 4와 같다. 각장 2 cm 실험군에서 실험개시 후 8개월째 생존율은 대

조군 93.0%, 결각군 96.0%, 동선부착군 93.5%, 그리고 볼트너트부착군 98.5%로 나타났다. 각장 3 cm 실험군에서 대조군과 결각군은 100%이었고, 동선부착군과 볼트너트부착군은 98.5%이었다. 너트접착군은 실험시작 후 3개월째 표지탈락이 100%로 실험이 종료되었으며 그 당시까지 생존율은 100%이었다. 각장 4 cm 실험군에서 대조군 97.5%, 결각군 100%, 동선부착군 93.8% 및 볼트너트부착군 98.5%로 나타났다. 각장 5 cm 실험군은 대조군 97.5%, 결각군 90.0%, 동선부착군 85.0%, 너트접착군은 87.5%로 나타났다. 이상의 결과에서 각장 2, 3, 4 cm의 모든 실험군은 93.5% 이상의 높은 생존율을 보였고, 치패각장 크기별 실험군간 생존율은 대조군에 대하여 유의적인 차이를 보이지않아 표지방법이 치패의 생존에 영향을 미치지 않았다. 각장 5 cm 실험군에서는 대조군에 비해 유의한 차이를 보였으며, 실험종료시 동선부착군의 최저 생존율이 85.0%로서 동선부착군과 너트부착군은 비교적 높은 생존율을 보였다.

## 고 찰

전복양식은 어촌계가 중심이 된 마을공동어장에 방류하여 생산하는 방류개포방법이 가장 성행하고 있다. 이는 2002년 1월 일본 고베에서 개최된 제2차 재배어업 국제심포지엄의 주제로 다루었던 생산성 향상과 자원증강을 위한 자원조성 및 바다목장화의 세계적 흐름과도 일치하고 있다 (Japan Sea-Farming Association, 2002). 그러나, 이러한 지속적인 방류와 그에 따른 자원관리가 효과적으로 이루어지고 있는지에 대하여 판단할 수 있는 자료들이 부족한데, 표지방법에 의해 그 결과를 얻어낼 수 있다. 현재 전 세계적으로 방류효과를 파악하기 위한 수산생물의 표지종류 및 방법으로는 marking법과 tagging법으로 나눌 수 있는데 (能勢等, 1988), 최근에는 유전적 marker를 이용하는 방법이 행해지고 있으나, 아직까지 표지에 의해 뚜렷한 효과를 얻기 어렵다고 21개국 전문가들이 지적하였다 (Japan Sea-Farming Association, 2002). 현재 세계적으로 행해지고 있는 표지법으로는 연어, 송어류에서 coded-wire tag가 상용화되어 있으며, 경우에 따라 대구의 체내에 Elastoma 주입도 이루어지고 있으며, 넙치에서는 유전적 marker에 의한 집단구분이 시도되고 있고, 새우류에 있어서는 고전적인 방법인 지느러기 절단 등이 통용되고 있다. 본 실험에 이용된 표지방법은 전복의 특성에 맞는 재료와 방법 선택에 주력하였으며, 특히

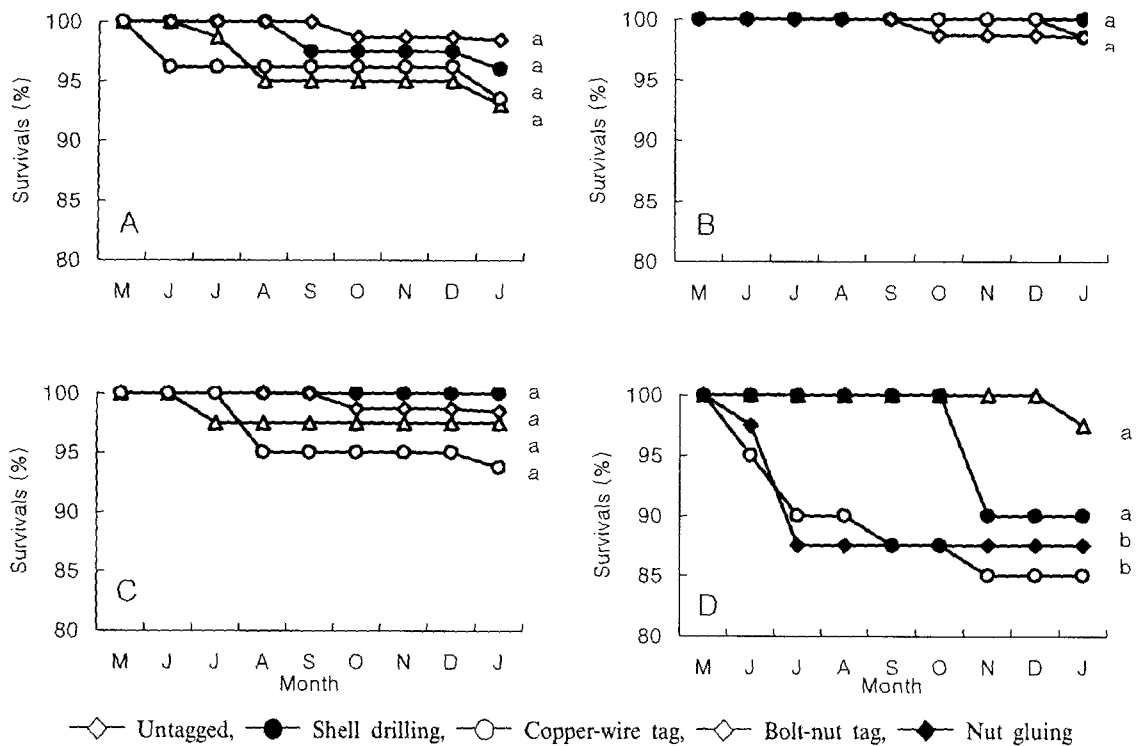


Fig. 4. Monthly survivals of the marked and tagged groups in the abalone juveniles, *H. discus hannai*. A: 2 cm-, B: 3 cm-, C: 4 cm-, D: 5 cm group.

식별이 용이하고 생물에 무해하며, 장시간 해수에 노출되어서 부식되지 않을 뿐 아니라, 탈부착이 용이한 특성이 있다고 할 수 있다.

패각의 내·외부를 천공하여 표지한 결각군은 실험 8개월 동안 모든 각장별 실험군에서 19.5~14.8%의 식별률을 보여 성적이 좋지 않았다. 실험 후 3~4개월 후부터 식별률이 떨어졌으며, 이는 패각천공(결각) 후 시간이 지나면서 재생이 가속화되기 때문으로 보인다. 따라서, 방류 후 자연상태에서 장기간 서식할 경우, 패각의 재생 및 다른 동식물의 피복으로 정확한 재포율 산출이 어려울 것으로 생각되었다. 동선부착군은 실험 8개월간의 표지부착률이 각장 2 cm 46.9%, 3 cm 89.9%, 4 cm 60%, 5 cm 72%로 나타났으며 비교적 각장 3 cm 실험군에서 성적이 좋았다. 그러나, 부착률이 떨어지는 것은 동선의 부식이 가속화되었기 때문으로 보인다. 각장 3 cm와 5 cm 실험군에서 시도한 구조물접착군은 너트를 이용하였다. 각장 3 cm의 너트접착군은 실험 4개월 후 100%의 탈락률을 보인 반면, 각장 5 cm 너트접착군은 100%의 부착률을 보였다. Kang et al. (1996)은 각장 1 cm 내외의 치패를 대상으로 실리콘, 수중접착제, 그리고 Alteco 강력접착제 등 3종류의 접착제를 이용하여 100일간 수행한 실내 부착실험에서 Alteco 접착방법이 우수하다고 보고한 바 있다. 본 연구에서도 예비실험과 본 실험에서 접착제로서는 Alteco 접착제가 우수하였으나, 초기 접착과정에서 전복 치패 패각의 건조상태에 따라 결과가 달라 대량접착시 많은 시간이 소요되며, 자연상태에서 패각에 다른 동식물이 부착하여 피복하는 경우 표지의 식별이 어려운 점 등이 예상되었다. 볼트너트부착군은 전복 치패의 가장 앞쪽의 호흡공 하나에 볼트너트나

사를 이용, 부착하는 것으로서 각장 2 cm 94.0%, 3 cm 89.5%의 높은 부착률을 보여 식별이 용이하였다. 그러나, 각장 4 cm 실험군은 부착 후 3개월까지는 100%의 부착률을 보였으나, 실험 8개월 후에는 42.5%의 부착률을 보였다. 각장 5 cm 실험군에는 실험에 이용한 시판 미세볼트의 크기가 적합하지 않아 결과를 얻을 수 없었다.

전복류의 표지 및 방류실험에 관한 보고(殖田·岡田, 1941; 菊地等, 1967; 宇野等, 1972; 井上, 1976; 小河·内場, 1978; 内場等, 1979; Chang et al., 1985; Kang et al., 1996)에서도 식별이 용이하고 내구성을 가진 표지방법과 그 효과는 찾아보기 어렵다. 아열대성 기후의 필리핀에서는 지역적 특성을 고려하여 열대성 필리핀전복, *H. asinina* 치패를 초기사육시 인공사료 공급에 의해 밝은 녹색을 만들고 이후 자연조류를 공급하여 갈색을 유도한 패각의 색택차이로 방류전복을 식별하는 연구가 이용되고 있었다(Hahn, 1989; Nish, 1991; Gallardo et al., 2002). 그러나, 14개월만에 상품크기로 수확하는 아열대성 전복과는 달리 국내에서는 재포에 소요되는 기간이 2~3년으로 장기간이므로 그 사이에 부착생물들이 전복패각을 피복할 경우 색택을 이용한 표지식별은 현실적으로 불가능하다.

볼트너트부착군은 볼트의 굵기가 호흡공 직경과 알맞았던 각장 2, 3 cm 실험군에서 부착률이 높았다. 이는 시간이 지나면서 호흡공 내부에 알맞게 밀착된 표지의 표면을 패각성분이 피복되면서 높은 부착결과를 보이는 것으로 추정된다.

표지부착 실험군에서 패각의 내부에서 패각을 구성하는 칼슘성

분의 내부코팅이 이루어지는 것이 관찰되었다. 볼트너트부착군의 각장 2, 3 cm 전복치패는 실험 6개월 후 90% 이상이 패각내부에 피복이 이루어졌으며, 8개월에는 각각 100.0%, 93.3%의 패각내부 피복이 이루어졌다. 각장 4 cm의 전복치패는 호흡공의 직경에 비해 미세볼트의 직경이 알맞지 않아 13.3%의 저조한 피복률을 보인 6개월 이후 변화가 없었다. 따라서, 직경이 알맞은 볼트를 이용하여 표지부착 후 2개월에서 4개월 사이에 좋은 초기관리는 좋은 부착률을 보여줄 것으로 생각된다.

본 실험에서 대조군의 성장은 宇野 等 (1972)이 보고한 전복치패의 성장과 유사하였다. 각장 2 cm 실험군의 대조군은 실험기간 동안 2.52 g 증가하였고, 동선부착군 2.57 g, 볼트너트부착군 2.36 g 증가하였으며, 결각군은 2.19 g으로 유의차는 없었다. 각장 3 cm의 대조군은 4.74 g, 실험군은 8개월간 4.12~4.48 g 증가를 보였으며 실험기간 성장의 유의한 차이는 없었다. 각장 4 cm 실험군은 대조군의 4.14 g 증가에 비해 실험군 모두 5.06~6.19 g의 높은 증중량을 보였으나, 네 실험기간 유의한 차이는 없었다. 각장 5 cm 실험군 역시 대조군의 14.22 g에 비해 14.86~17.74 g의 증중량을 보였으나, 실험기간 유의한 차이는 없었다. 따라서, 표지부착이 각 각장크기별 실험군의 성장에 미치는 영향이 적을 것으로 추정해 볼 때, 표지 부착이 전복치패의 성장에 스트레스요인으로 작용하지 않는 것으로 생각할 수 있다. Kang et al. (1996)은 전복패각 위에 접착제로 접착하여 표지한 결과 실험군의 성장이 대조군과 차이가 없다고 보고하였는데, 본 연구는 호흡공을 이용하거나 천공하였음에도 불구하고 성장에 차이가 없었음이 특이할 만하였다. 계절별로 볼 때, 菊地 等 (1967)과 유 (2000)가 제시하고 있는 참전복의 성장 적정수온인 15~20°C 범위를 보인 추계에 모든 실험군에서 가장 빠른 성장을 보였고, 성장이 거의 정지하는 10°C로 접어들 때까지 1월에는 미약한 성장을 보였다.

생존율은 각장 2 cm 실험군에서 93.5~98.5%, 3 cm 실험군에서는 98.5~100.0%, 4 cm 실험군은 93.7~100.0%, 그리고 5 cm 실험군은 85.0~100.0%로서 표지방법에 따라 큰 차이가 없게 나타났다. 각장 3 cm 실험군은 다른 각장크기의 실험군에 비해 모두 우수하고 고른 생존율을 보였다. 또, 치패 크기에 관계없이 볼트너트부착군이 고른 생존율을 보였다. 모든 실험군에서 표지부착 당시의 초기폐사가 없었으므로 치패라 할지라도 주의깊게 다루면 초기 폐사를 줄일 수 있음을 보여주었다. 井上 (1976)은 표지방류 실험에서 방류 1년 후의 각장별 생존율을 얻은 결과, 각장 2.0 cm에서는 10% 이하였고, 각장 2.5 cm에서 25~30%, 3.0 cm에서 30~60%, 4.0 cm 이상에서 70~80% 전후로 나타나 각장 3 cm 이상의 종묘를 방류하는 것이 바람직하나, 각장 4 cm 이상에서는 생존율이 거의 일정하므로 각장 4 cm 이상의 치패를 생산 방류할 필요는 없다고 보고하고 있다. Zhao et al. (1991)은 양식전복의 방류에서 생존율은 크기에 의존하며 크기가 클수록 생존율은 높다고 보고하고 있다. 그러나, 대형 개체들의 방류는 양식에 드는 비용, 수확 후 소득 등과 관련해서 판단해야 하며, 각장 2.0 cm의 방류가 생존율과 수확 효과에서 효율적이라고 보고하고 있다. 본 연구 결과에서는 전복 치패의 크기에 따른 성장, 생존율을 볼 때에 표지에 의한 영향이 적으며, 표지부착률이 높은 각장 2 cm와 3 cm 전복

치패에 표지를 부착하는 것이 가능한 것으로 판단된다. 그러나, 최근 각장 3 cm의 전복이 연안어장에 방류되고 있으므로 볼트너트표지의 손쉬운 부착과 방류 후 성장과 생존의 안정성을 높이기 위해 각장 3 cm 전복 치패를 방류하는 것이 효과적이라 판단이 되지만 체포기간과 경제적 효과와의 관계를 고려할 경우 치패의 크기별 방류효과는 현장적용연구에 의한 검토가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

따라서, 연안자원증강과 증양식생산 증대를 위해 국가적으로 전 생산물량이 연안어촌계를 중심으로 방류되고 있는 전복의 효과적인 방류효과 조사를 위해서는 본 실험에서 우수한 결과를 보인 미세볼트너트 표지방법이 효율적이라 판단된다.

## 요 약

전복 방류효과조사를 위한 효과적인 표지 개발을 위하여 치패에 알맞은 표지 탐색과 표지에 따른 성장과 생존율에 관하여 2000년 5월 25일부터 2001년 1월 27일까지 8개월간 조사하였다.

실험군 (결각군, 동선부착군, 볼트너트구조물부착군 그리고 너트접착군)별 표지부착률은 각장 2, 3 cm 볼트너트부착군에서 89.9, 89.5%로 가장 높았고, 결각군이 18.5% 이하로 가장 낮게 식별되었다. 패각 내부에서 표지를 피복하여 표지의 안정성을 높이는 표지피복률은 각장 2, 3 cm 볼트너트부착군은 각각 100.0%, 96.6%로 나타난 반면, 동선부착군에서는 17.1% 이하로 나타났다. 각장 2, 3, 4와 5 cm의 치패 크기에 따른 표지 실험군별 성장은 대조군과 유의한 차이를 보이지 않아 표지가 전복치패의 성장에 영향을 미치지 않았다. 생존율 역시 각장 2, 3, 4 cm의 모든 실험군에서 93.8% 이상을 보였고, 대조군에 비해 유의한 차이를 보이지 않아 표지가 전복의 폐사에 미치는 영향은 없었다. 각장 5 cm 실험군의 생존율은 대조군에 비해 각 실험군은 유의한 차이를 보였다. 이상의 결과에서 표지부착 및 피복률, 성장과 생존 등에서 우수한 결과를 보인 미세볼트너트표지를 부착한 각장 3 cm 실험군이 본 연구에서 가장 우수한 효과를 보였다.

## 참 고 문 헌

- Bautista-Teruel, M.N., N.B.-T. Myrna and O.M. Millamenna. 1999. Diet development and evaluation for juvenile abalone, *Haliotis asinina*: protein/energy level. *Aquaculture*, 178, 117~126.
- Chang, J.W., K.K. Baik and Y.I. Rho. 1985. Studies on the released effects of abalone in the Eastern waters of Korea (I) Growth and recatching rate of the released seed abalones *Haliotis discus hannai* Ino, *Bull. Fish. Res. Dev. Agency*, 36, 61~68 (in Korean).
- Chung, C.C., Y.J. Jee and P.W. Son. 1994. Indoor tank culture of the abalone, *Haliotis discus hannai* - I. Effects of tank shape and stocking density on the growth of young abalone. *J. Aquacult. of Korea*, 7, 9~20 (in Korean).
- FAO. 1989. FAO year book. Fisheries Statistics, Catches and Landings, 68. FAO, Rome.

- Gallardo, W.G., M.N. Bautista-Teruel, A.C. Fermin and C.L. Marte. 2002. Shell marking by artificial feeding of the tropical abalone, *Haliotis asinia juveniles*. Japan Sea-Farming Association, p. 147 (in Abstract).
- Hahn, K.O. 1989. Handbook of culture of abalone and other marine gastropods. CRC Press, pp. 135~156.
- Japan Sea-Farming Association, 2002. Second international symposium on stock enhancement and sea ranching. Preceeding, 172pp.
- Jee, Y.J., S.K. Yoo, S. Rho and S.H. Kim. 1988. The stocking density and growth of young abalone, *Haliotis discus hannai* Ino cultured in the hanging net cage. Bull. Nat. Fish. Res. Dev. Agency, 42, 59~699 (in Korean).
- Kang, K.H., C.H. Wi and K.S. Kim. 1996. Effects of stocking and laboratory rearing in abalone, *Haliotis discus hannai* by tagging. J. Aquacult. of Korea, 9, 109~115 (in Korean).
- Nish, C.E. 1991. Production of aquatic animals: crustaceans, molluscs, amphibians and reptiles. Elsevier, pp. 173~181.
- Zhao, B., J. Yamada, N. Hirayama and S. Yamada. 1991. The optimum size of release reared-abalone in southern fishing ground of Akida prefecture. J. Tokyo univ. Fish Tokyo suisandai Kempo, 78, 217~226 (In Japanese).
- 유성규. 2000. 친해양식, 제7장 포복성동물의 양식. 구덕출판사, pp. 287~349.
- 해양수산부. 2001. 수산종묘생산편람. 영인정보시스템, 56pp.
- 殖田三郎·岡田喜一. 1941. 券貝類の天然飼料に関する研究II. 日水誌, 10, 139~142.
- 宇野 寛·小池康之·門間春博. 1972. アワビ類の増殖に関する生態學的研究-1. 放流メガイの分布と移動, うみ, 10, 43~49.
- 井上正昭. 1976. 種苗の放流効果. アワビの種苗放流とその効果. 水産學シリーズ 12, 日本水産學編, 恒星社厚生閣, 9~25.
- 能勢辛雄·石井丈夫·清水 誠. 1988. 水産資源學. 東京大學出版會, 217 pp.
- 菊地省吾·櫻井保雄·佐佐木實·伊勒富夫, 1967. 海藻20種のアワビ稚貝に對する飼料效果. 東北水研報, 27, 93~100.
- 小河淳一·内場登夫. 1978. アワビ種苗の海上符による中間育成について. 福岡縣水試験研業報, 160~181.
- 内場登夫·二島賢二·豊福猪走. 1979. アワビの中間種苗について. 福岡縣水試験研業報, 111~120.

---

2002년 2월 27일 접수

2002년 5월 13일 수리