

碩 士 學 位 論 文

Nicotinamide를 이용한 까막전복  
(*Haliotis discus*)의 박리효과



濟州大學校 産業大學院

海洋生産學科

増殖學 專攻

張 根 水

2 0 0 4

碩 士 學 位 論 文

Nicotinamide를 이용한 까막전복  
(*Haliotis discus*)의 박리효과

指導教授 盧 暹



濟州大學校 産業大學院

海洋生産學科

増殖學專攻

張 根 水

2 0 0 4

Nicotinamide를 이용한 까막전복  
(*Haliotis discus*)의 박리효과

指導教授 盧 暹

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함.

2004年 12月 日



濟州大學校 産業大學院  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY  
海洋生産學科 增殖學專攻

張 根 水

張根水の 理學碩士學位 論文을 認准함.

2004年 12月 日

委員長 이 영 돈 印

委員 여 인 규 印

委員 노 섬 印

Effect of Exfoliation of Juvenile Abalone,  
*Haliotis discus* Using Nicotinamide

Geun-Su Jang

(Supervised by professor Sum-Rho)

DEPARTMENT OF MARINE PRODUCTION  
GRADUATE SCHOOL OF INDUSTRY  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

2 0 0 4

# 목 차

Abstract .....	1
I. 서 론 .....	2
II. 재료 및 방법 .....	4
1. 실험재료 .....	4
2. 실험방법 .....	6
III. 결 과 .....	8
1. 전복의 박리성분 규명 .....	8
2. Nicotinamide의 농도별 박리효과 .....	9
3. 박리 후의 회복율 .....	18
4. 박리 후의 폐사율 .....	27
IV. 고 찰 .....	28
V. 요 약 .....	32
VI. 참고문헌 .....	33

## Abstract

A safe separation of abalone with adhesive life types from adhesive substrates is the most important for assortment and density control in seed its production and rearing process. In this study, we investigated effect of exfoliation by different nicotinamide concentrations(0.5, 1.0, 3.0 and 5.0%). Juvenile abalones were divided into 4 groups of 1, 3, 5 and 9 cm. The exfoliation rate was regarded and calculated by complete separation from substrates.

The exfoliation rate of 1 cm size groups by 1.0% nicotinamide concentration was 96.0%. The exfoliation rate of 3 cm, 5 cm, and 9 cm size groups by 3.0% nicotinamide were 97, 97, and 93.0%, respectively.

This study, however, suggests that an applicable concentration of nicotinamide for practical use in abalone farms would be 0.5% of 1 cm, 1.0% of 3 cm and 5 cm, and 3.0% for 9 cm groups. Abalone were all recovered from the treatments with in 2 minute regardless of several treatment concentrations. The mortality in 1 cm group was 2.0% during a month of rearing after the exfoliation trials with 0.5 and 1.0% nicotinamide. The mortality was not seemed to be due to the effects by the nicotinamide treatment. The findings in this study suggest that the treatment by nicotinamide would be one of the best and safe way to exfoliate juvenile abalone, *Haliotis discus* from habitat substrates.

# I. 서론

전복류는 전 세계적으로 널리 분포하고 있는 패류로서 약 100여 종이 알려져 있다. 이 중 우리나라에 서식하는 전복류에는 가장 대형종인 말전복(*Haliotis gigantea*)과 소형종인 오분자기(*H. diversicolor aquatilis*), 마대오분자기(*H. diversicolor diversicolor*)를 비롯하여 산업적으로 많이 이용되고 있는 참전복(*H. discus hannai*), 까막전복(*H. discus*)과 시볼트전복(*H. sieboldii*) 등 6종이 알려져 있다(内田·山本, 1924).

우리나라에서의 전복양식은 1970년에 국립수산과학원에서 인공종묘 생산에 성공함으로써 그 이후 비약적으로 발전하였다(卞, 1970; 盧 등, 1974, 1975).

2003년 전국 전복생산량은 1,138ton으로 전복양식은 주요 양식 산업으로 어업인들에게 있어 중요한 소득원으로 자리 잡고 있다(해양수산부, 2003).

이상과 같이 전복은 산업적으로 매우 중요한 종이기 때문에 외국은 물론 우리나라에서도 전복 종묘생산 및 양성 등에 관한 많은 연구가 활발히 진행되어 왔다. 전복의 생활사를 보면 습성상 어두운 곳을 좋아하고 부착생활을 하기 때문에 종묘생산과 양성과정에서 선별, 밀도조절, 중간육성, 출하 등을 위해 부착기질로부터 전복을 안전하게 떼어내는 박리작업은 불가피한 과정중의 하나이다(韓, 1998). 그러나 전복을 박리할 때 발생하기 쉬운 물리적인 손상은 2차적으로 세균이 침입하여 경우에 따라서 높은 폐사율로 인한 손실이 발생한 예가 많이 보고되고 있다(相良·二宮, 1969; 河西 등, 1987; 최 등, 1997).

이처럼 전복을 사육할 때에는 안전하고 효율적인 박리 작업이 매우 중요하기 때문에 이에 대한 연구도 많이 이루어졌다. 일본에서는 urethane ( $H_2NCOO_2H_5$ , 相良·二宮, 1969), ethyl-*p*-aminobenzoate ( $C_7H_7NO_2$ , 小畑·高橋, 1981; 河西 등, 1987), 탄산가스(杉山·田中, 1981) 등을 이용한 박리연구가 이루어 졌다.

그리고 우리나라에서도 흔들처리법(노, 1988) 및 요소비료(한 등, 2003) 등을 이용한 전복 박리 효과에 대한 연구가 있었다.

그러나 각종 마취제에 의한 방법은 회복시간이 길고 대량 처리시 혼입되는 해수에 의하여 약제농도의 저하현상과 특수한 장비와 약품이 소요되며, 특히 박리효과의 유무를 떠나 urethane은 발암성이 있다는 보고가 있다. 이외에도 향정신성 약품 등으로 규제대상이 되는 경우가 많아 실용화에 많은 장애요인이 되고 있다(노, 1988; 한 등, 2003).

육상양식장에서 양식산 전복의 상처치료 및 폐사방지를 목적으로 동물용 종합비타민제를 이용하다가 전복이 부착기에서 탈락되는 것이 관찰되어 전복 박리에 활용하고자 연구하게 되었다. 이에 따라 이 연구에서는 종합비타민제의 성분중 전복박리에 효과가 있는 성분을 규명하여 전복박리 효과가 있는 vitamin제인 nicotinamide를 이용하여 제주도 주요 양식 품종인 까막전복(*H. discus*)을 대상으로 크기별로 탈락에 소요되는 시간과 탈락률을 조사하고 박리 효과가 확실한 최소 처리농도를 규명하는 한편, 박리된 개체의 회복에 소요되는 시간과 회복률을 조사하였다. 그리고 박리된 전복의 안정성을 알아보기 위하여 1개월간 사육하면서 나타나는 폐사율을 구하였다.



## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

#### 1) 전복 사육

전복은 국립수산과학원 패류육종연구센터(Fig. 1)에서 종묘생산하여 사육하고 있는 까막전복(*Haliotis discus*) 치패 및 성패를 크기별로 선별하여 사용하였다.

각장 1 cm 그룹( $1 \pm 0.1$  cm), 3 cm 그룹( $3 \pm 0.5$  cm), 5 cm 그룹( $5 \pm 1$  cm), 및 9 cm 그룹( $9 \pm 1$  cm)으로 4개 실험구로 나누고 각장의 측정은 vernier calipers를 사용하였다. 실험에 이용된 전복 수는 각장 1 cm 와 3 cm 그룹은 각 50 마리씩, 각장 5 cm 와 9 cm 그룹은 각 20 마리로 이용하였다. 전복을 크기별로 선별한 후에 실험에 들어가기 1개월 전부터 충분한 양을 각각 다른 수조에 수용하여 관리하였다.

이 기간에 크기 측정 등으로 스트레스를 받아 폐사하거나 육안으로 건강 상태가 나쁘다고 판단되는 개체는 실험 1주일 전에 제외시키고 정상적인 개체를 대상으로 실험하였다. 사육수조는  $2 \times 1 \times 1.5$  m의 FRP수조에 그물로 제작한  $0.8 \times 0.5 \times 0.5$  m 크기의 소형가두리를 사용하여 60일 동안 유수 사육하였다.

실험기간중 먹이는 염장다시마를 20 cm 정도로 잘라 3일 간격으로 체중의 2~3배를 공급하였다.

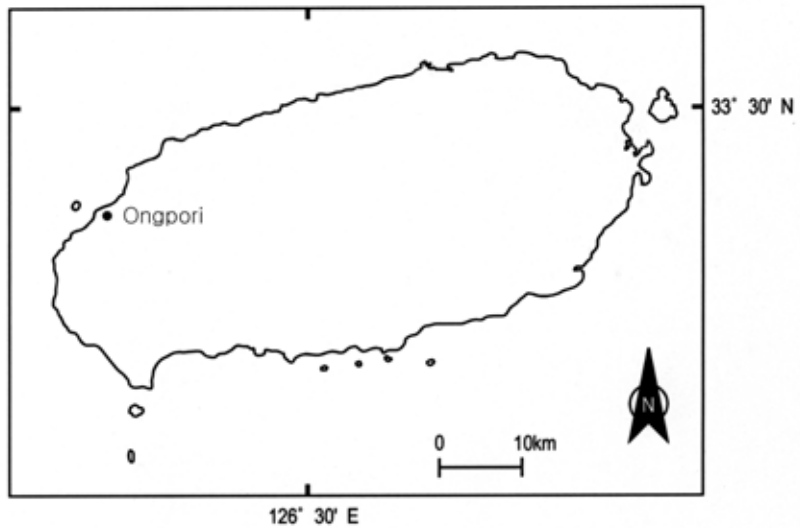


Fig. 1. Experimental place.

2) 박리 물질



전복의 박리성분 규명 및 처리농도별 박리효과 실험에 사용한 vitamin B<sub>1</sub>, vitamin B<sub>2</sub>, nicotinamide, vitamin B<sub>6</sub>, vitamin C 및 DL-methionine는 순도 98% 이상의 U.S, Sigma사 제품을 이용하였다.

## 2. 실험방법

### 1) 전복 박리성분 규명

동물용 종합비타민제를 이용하여 육상양식장에서 양식산 전복 약육시 전복이 부착기에서 탈락하는 것을 관찰할 수 있었다. 종합비타민제는 동물용 영양제로 판매되는 D사 제품으로 박리효과가 있는 성분을 규명하기 위하여 성분별 박리효과 실험을 실시하였다. 박리방법은 종합비타민제의 성분별로 해수에 희석하여 Shelter에 부착한 전복에 분사한 후 박리여부를 관찰하였다. 사용한 약제 처리 농도는 종합 비타민제에 함유된 성분별 농도를 기준으로 하였는데, 자연해수에 vitamin B<sub>1</sub>은 0.5%, vitamin B<sub>2</sub>은 0.02%, nicotinamide는 1.0%, vitamin B<sub>6</sub>은 0.02%, vitamin C는 0.5% 및 DL-methionine은 2.0% 농도로 각각 희석하여 이용하였다. 박리 실험시 전복은 각장 3 cm 크기의 까막전복을 사용하였다.

### 2) Nicotinamide의 처리농도별 박리실험

전복의 박리성분으로 규명된 nicotinamide를 이용한 까막전복의 박리는 수온 20°C(±1°C)에서 전복이 부착된 Shelter를 물 밖으로 노출시킨 후 분사기(플라스틱, 250 mL)를 이용하여 nicotinamide 희석액을 전복에 직접 분사하여 박리시켰다.

실험은 해수 100 mL에 nicotinamide를 0.5%, 1.0%, 3.0% 및 5.0% 농도로 희석하여 분사한 후 각 크기 그룹별(1 cm, 3 cm, 5 cm 및 9 cm)로 3분 이내에 박리되는 개체수를 조사하였다. 박리는 부착 기질에서 완전히 떨어지는 것을 기준으로 하였으며, 모든 실험구는 3회 반복으로 실험하였다.

그리고 적정 박리 처리농도는 河西 등(1987) 및 최 등(1997)의 방법에 준하여 처리한 개체의 90%가 박리되는 농도를 기준으로 하였다.

### 3) 박리 후의 회복율

Nicotinamide 자극을 받아 박리된 까막전복을 곧바로 해수(수온  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ )에 수용하고, 자력으로 몸을 180도 회전하여 원래의 부착 상태를 유지하는 전복의 개체수와 시간을 측정하였다. 그리고 적정 회복시간은 河西 등(1987) 및 최 등(1997)의 방법에 준하여 90%의 회복되는 시간을 적정 회복시간으로 설정하였다.

### 4) 박리 후의 폐사율

박리 실험이 끝난 직후 전복은 소형가두리에 수용하여 유수상태(0.4L/min)에서 30일 동안 사육하였다. 박리 후 경과 시간에 따라 폐사되는 개체수를 매일 아침, 저녁 2회 조사하여 일간 폐사율로 하였다. 최종 폐사율은 1개월간 사육한 후 폐사된 개체의 합으로 나타내었다. 사육기간 중의 수온은  $19.8 \sim 21.1^\circ\text{C}$ (평균  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ )이었다.

### Ⅲ. 결 과

#### 1. 전복 박리성분 규명

종합 vitamin제의 성분별로 해수에 희석하여 Shelter에 부착된 전복에 분사하여 박리실험을 하였다. 그 결과 nicotinamide 용액에서만 뚜렷한 반응을 보였고, 나머지 물질에서는 전혀 반응을 보이지 않았다(Table 1).

Table 1. Effect of exfoliation of juvenile abalone, *Haliotis discus* (3 cm) with ingredient of D product

Ingredients	Concentration (%)	Effect
Vitamin B <sub>1</sub>	0.5	No effect
Vitamin B <sub>2</sub>	0.02	No effect
Nicotinamide	1.0	Sensitive
Vitamin B <sub>6</sub>	0.02	No effect
Vitamin C	0.5	No effect
DL-methionine	2.0	No effect

## 2. Nicotinamide의 처리농도별 박리효과

종합비타민제중 박리물질을 찾아내고, 박리효과가 입증된 nicotinamide에 대하여 전복 크기별, 농도별로 박리실험을 실시한 결과 박리효과가 매우 우수하였다(Fig. 2).



Fig. 2. Exfoliation of juvenile abalone, *Haliotis discus*. A: Spray of experimental solution, B: Abalones with separation from substrate.

1) 각장 1 cm 그룹

각장 1 cm 그룹에서 박리효과는 nicotinamide의 처리농도(0.5%, 1.0%, 3.0% 및 5.0%)에 관계없이 60초 이내에 많은 개체가 박리되었다(Table 2).

Nicotinamide 처리농도에 따른 전복박리 개체수를 보면, 50 마리 중 3분 동안 0.5% 처리구에서는 44 마리, 1.0% 처리구에서는 48 마리, 3.0%와 5.0% 처리구에서는 50 마리가 전량 박리되었다.

Nicotinamide의 처리농도별 박리율은 0.5% 처리구에서 60초내 80.0%, 3분내 87.3% 박리가 이루어 졌으며 미박리는 12.7%였다. 1.0% 처리구에서는 60초내 87.3%, 3분내 96.0% 박리가 이루어 졌으며, 미박리된 개체는 4.0%에 불과하였다. 3.0%와 5.0% 처리구에서는 60초내에 100% 박리되었다(Fig. 3).

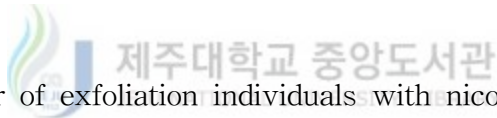
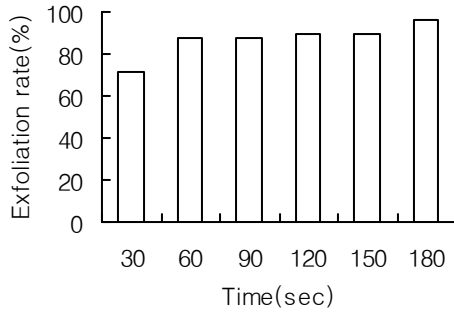


Table 2. Number of exfoliation individuals with nicotinamide concentrations on 1 cm size groups

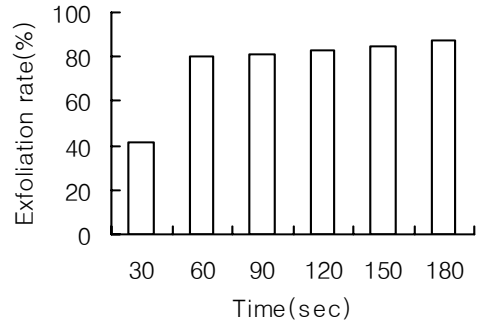
(Unit : individuals)

Concentration (%)	Sec						Number of exfoliation
	30	60	90	120	150	180	
0.5	20.7±2.5	19.3±2.1	0.7±0.6	0.7±0.6	1±1	1.3±0.6	6.3±0.6
1.0	35.7±1.5	8±1	0	1	0	3.3±0.6	2±1
3.0	41.3±3.5	8.7±3.5	0	0	0	0	0
5.0	49.7±0.6	0.3±0.6	0	0	0	0	0

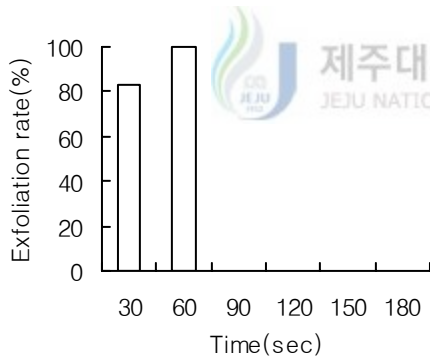
Ⓐ 0.5% treatment group



Ⓑ 1.0% treatment group



Ⓒ 3.0% treatment group



Ⓓ 5.0% treatment group

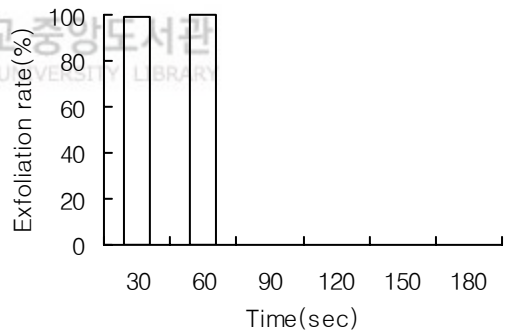


Fig. 3. Exfoliation rate with nicotinamide concentrations on 1 cm size groups.



2) 각장 3 cm 그룹

Nicotinamide 처리농도에 따른 전복 박리 개체수를 보면 50 마리 중 3분 동안 0.5% 처리구에서 36 마리, 1.0% 처리구에서 43 마리, 3.0% 처리구에서 49 마리, 5.0% 처리구에서는 50 마리 전량이 박리되었다(Table 3).

각장 3 cm 그룹에서도 nicotinamide 처리농도 0.5% 실험구를 제외하고는 1 cm 그룹과 마찬가지로 60초 이내에 많은 개체가 박리되었는데, 1.0%와 3.0%, 5.0% 처리구에서 각각 72.7%, 94.0% 및 100% 박리되었다. 0.5% 처리구에서는 60초 이내에 54.0%가 박리되었고 3분 이내에 박리되지 않은 개체도 28.6%가 되었다.

3분내 박리율은 nicotinamide 0.5% 처리구에서 71.4%였고, 1.0% 처리구에서는 85.4%였다. 3.0% 처리구에서는 97.3%의 박리율을 보였고 5.0% 처리구에서는 3분 내에 100% 박리되었다(Fig. 4).

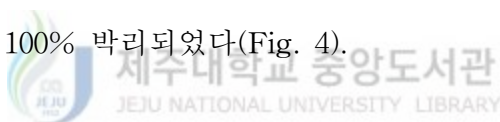
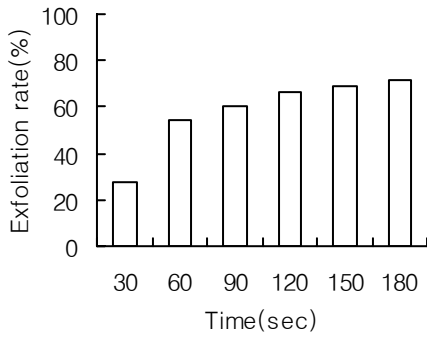


Table 3. Number of exfoliation individuals with nicotinamide concentrations on 3 cm size groups

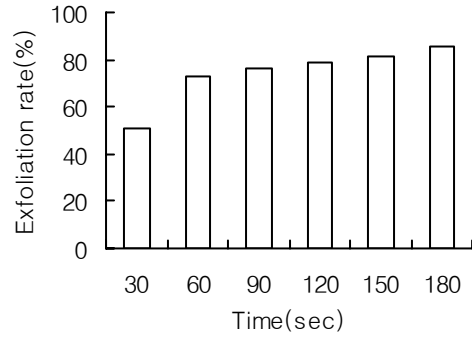
(Unit : individuals)

Concentration (%)	Sec						Number of exfoliation
	30	60	90	120	150	180	
0.5	14±1	13±2	3.3±1.5	2.7±0.6	1.3±0.6	1.3±0.6	14.3±2.1
1.0	25.3±2.5	11±2	1.7±0.6	1.3±0.6	1.3±0.6	2±1	7.3±1.5
3.0	35±2.7	12±1	0.7±1.2	0.7±1.2	0.3±0.6	0	1.3±0.6
5.0	46.3±1.5	3.7±1.5	0	0	0	0	0

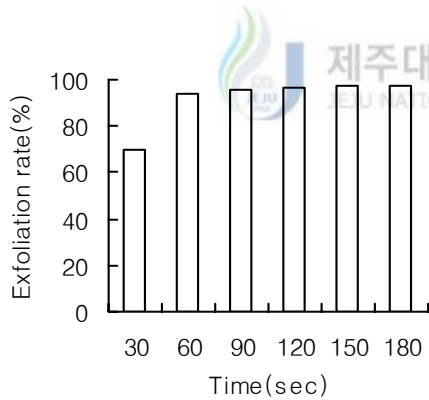
Ⓐ 0.5% treatment group



Ⓑ 1.0% treatment group



Ⓒ 3.0% treatment group



Ⓓ 5.0% treatment group

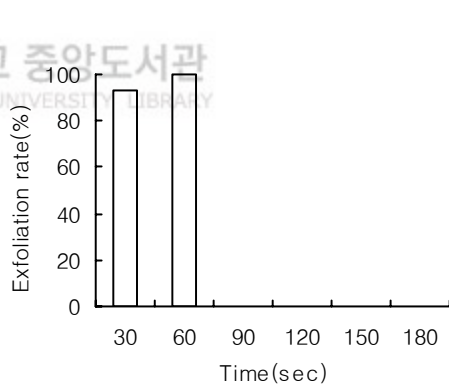


Fig. 4. Exfoliation rate with nicotinamide concentrations on 3 cm size groups.

3) 각장 5 cm 그룹

Nicotinamide 처리농도에 따른 박리 개체수를 보면 20 마리 중 3분 동안 0.5% 처리구에서 14 마리, 1.0% 처리구에서 16 마리, 3.0% 처리구에서 19 마리, 5.0%에서는 20 마리가 전량 박리되었다(Table 4).

각장 5 cm 그룹에서는 60초 이내의 박리율이 nicotinamide 처리농도 0.5%에서 46.7%, 1.0%에서 56.7%였고 3.0%와 5.0% 처리구에서 각각 88.3%와 98.3%였다.

또한 90초 이내의 박리율은 nicotinamide 처리농도 0.5%, 1.0%, 3.0% 및 5.0%에서 각각 56.7%, 66.7%, 95.0% 및 100%의 박리율을 보였다. 3분내 박리율은 nicotinamide 0.5% 처리구에서 68.4%였고 1.0% 처리구에서는 81.7%였다.

그리고 3.0% 처리구에서는 96.7%의 박리율을 보였고, 5.0% 처리구에서는 100% 전량 박리되었다(Fig. 5).



Table 4. Number of exfoliation individuals with nicotinamide concentrations on 5 cm size groups

(Unit : individuals)

Concentration (%)	Sec						Number of exfoliation
	30	60	90	120	150	180	
0.5	5.3±1.5	4±1.7	2	1±1	1	0.3±0.6	6.3±1.2
1.0	6±1	5.3±1.5	2±1	1±1	1.3±0.6	0.7±0.6	3.7±0.6
3.0	8±1	9.7±1.2	1.3±0.6	0.3±0.6	0	0	0.7±0.6
5.0	12±1	7.7±1.2	0.3±0.6	0	0	0	0

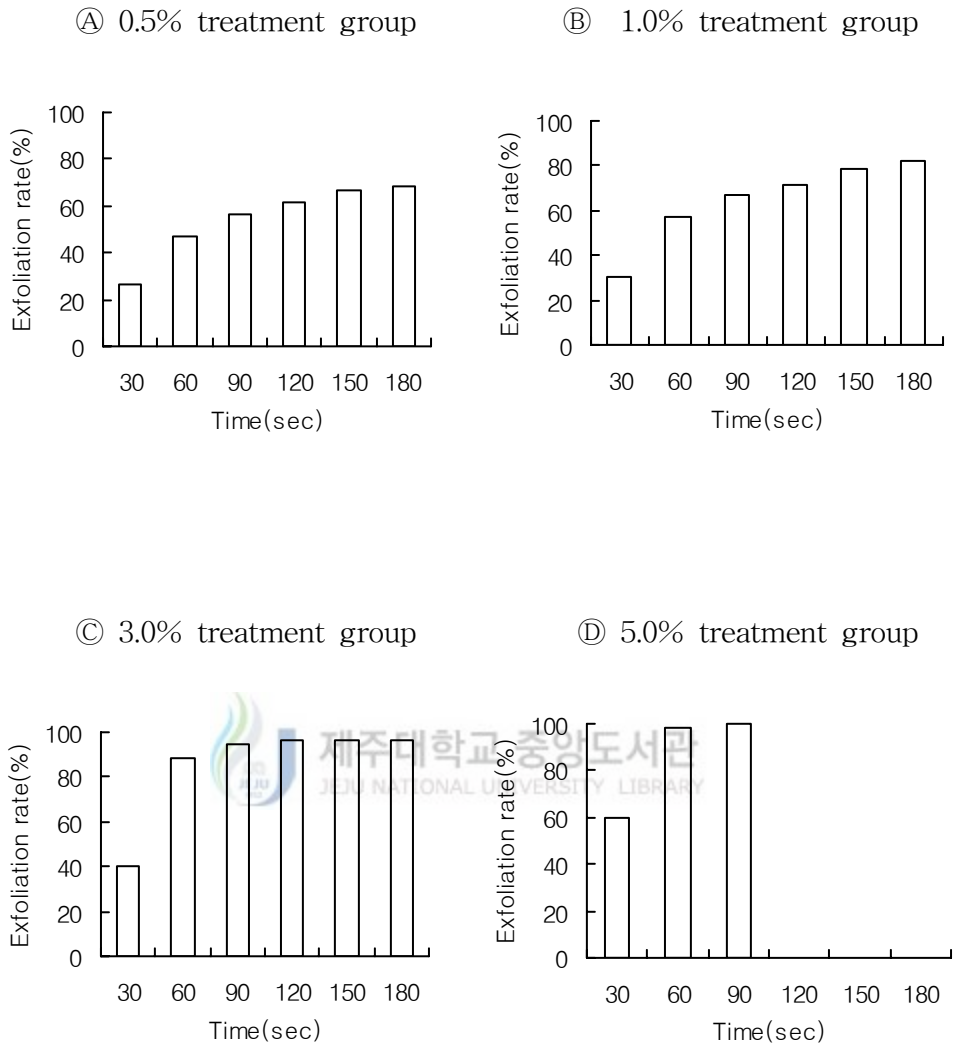


Fig. 5. Exfoliation rate with nicotinamide concentrations on 5 cm size groups.

4) 각장 9 cm 그룹

Nicotinamide 처리농도에 따른 박리 개체수를 보면 20 마리 중 3분 동안 0.5% 처리구에서는 13마리, 1.0% 처리구에서는 16마리, 3.0%와 5.0% 처리구에서는 19 마리가 박리되었다(Table 5).

각장 9 cm 그룹에서는 60초 이내의 박리율이 nicotinamide 처리농도 0.5%에서 43.3%, 1.0%에서 53.3%였고 3.0%와 5.0% 처리구에서 각각 78.3%와 81.7%였다. 또한 90초 이내의 박리율은 nicotinamide 처리농도 0.5%, 1.0%, 3.0% 및 5.0%에서 각각 50.0%, 65.0%, 88.3% 및 90.0%의 박리율을 보였다. 3분내 박리율은 nicotinamide 0.5% 처리구에서 65.0%, 1% 처리구에서는 78.4%였다. 그리고 3.0% 처리구에서는 93.3%의 박리율을 보였고 5.0% 처리구에서는 95.0% 박리되었다(Fig. 6).



Table 5. Number of exfoliation individuals with nicotinamide concentrations on 9 cm size groups

(Unit : individuals)

Concentration (%)	Sec						Number of exfoliation
	30	60	90	120	150	180	
0.5	3.7±2.1	5±1	1.3±1.2	1.3±0.6	1	0.7±0.6	7±1
1.0	4.7±0.6	6±1	2.3±0.6	1.3±0.6	1	0.3±0.6	4.3±0.6
3.0	5±1	10.7±0.6	2±1	0.7±0.6	0.3±0.6	0	1.3±0.6
5.0	5.3±0.6	11±1	1.7±0.6	1±1	0	0	1±1

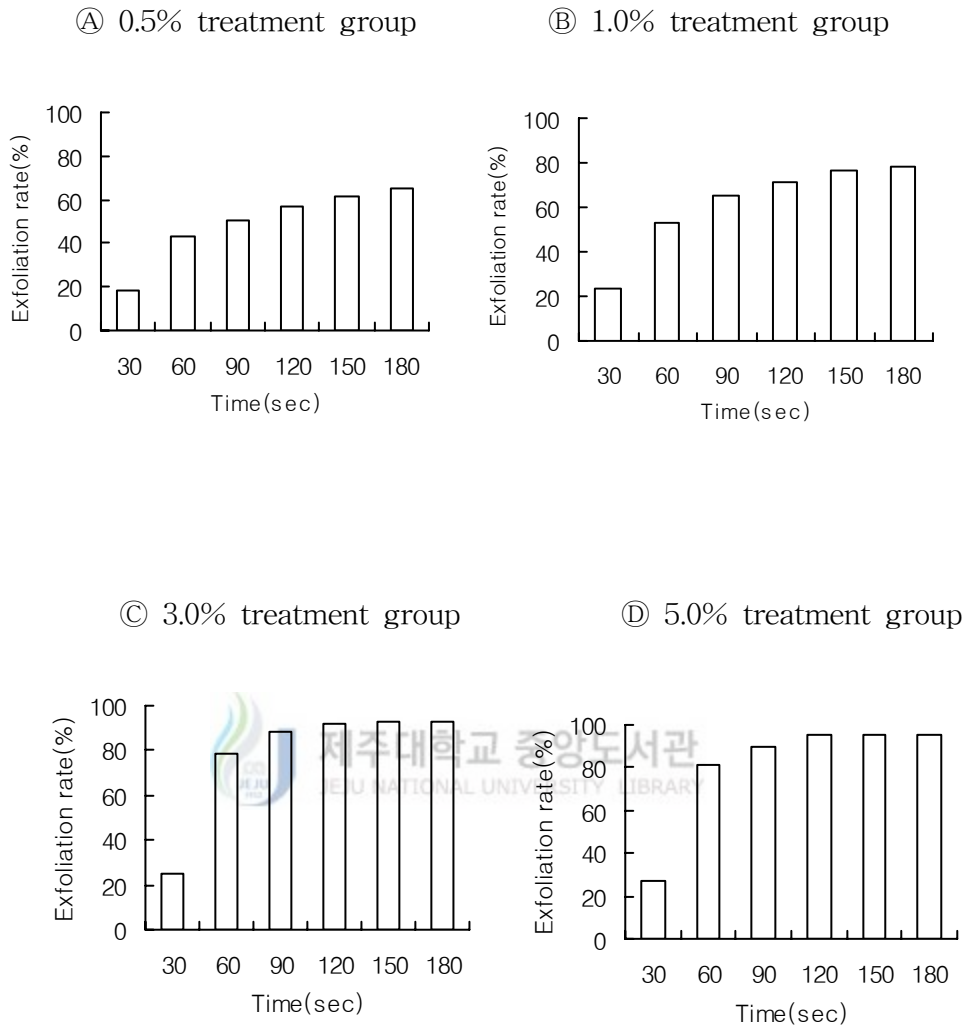


Fig. 6. Exfoliation rate with nicotinamide concentrations on 9 cm size groups.

### 3. 박리 후의 회복률

Nicotinamide에 의해 박리된 전복은 박리 즉시 자연해수에 옮겨 회복시간을 조사한 결과 매우 빠른 시간내 회복이 되었다(Fig. 7).



Fig. 7. Recovery of juvenile abalone, *Haliotis discus*.

1) 각장 1 cm 그룹

Nicotinamide 처리농도에 따른 전복 회복 개체수는 0.5% 처리구에서는 44 마리 중 30초 이내에 전 개체가 회복되었고, 1.0% 처리구에서는 48 마리 중 30초 이내에 46 마리, 60초 이내에 전 개체가 회복되었다(Table 6). 또한 3.0% 처리구와 5.0% 처리구에서는 50 마리 중 30초 이내에 각각 44 마리와 42 마리, 60초 이내에는 각각 50 마리와 47 마리가 회복되었다. 5.0% 처리구에서는 90초 이내에 전 개체가 회복되었다.

각장 1 cm 그룹에서 회복률은 nicotinamide 처리농도 0.5%, 1.0%, 3.0% 및 5.0% 실험구 모두 2분 내에 100% 회복되었다(Fig. 8). 각장 1 cm 그룹에서는 nicotinamide 처리농도 0.5%, 1.0% 및 3.0%에서 60초 이내에 100% 회복되었으며, 처리농도 5.0%에서는 90초 이내에 100% 회복되었다.

각장 1 cm 크기에서 nicotinamide 처리농도 0.5~5.0%는 전복의 회복에 큰 지장을 주지 않았다.

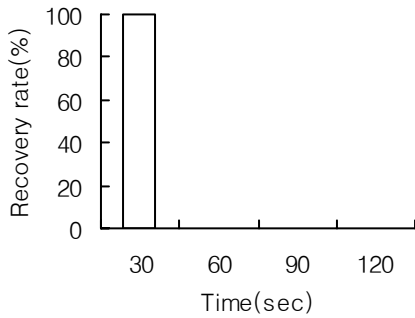
Table 6. Recovery rate with individuals with nicotinamide concentrations on 1 cm size groups

(Unit : individuals)

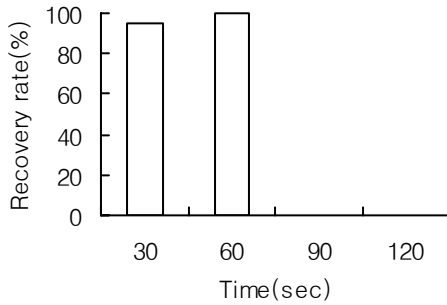
Concentration (%)	Sec				Number of recovery
	30	60	90	120	
0.5	43.7±0.6	0	0	0	0
1.0	45.7±1.2	2.3±0.6	0	0	0
3.0	43.7±1.5	6.3±1.5	0	0	0
5.0	42±1	4.7±0.6	3.3±0.6	0	0



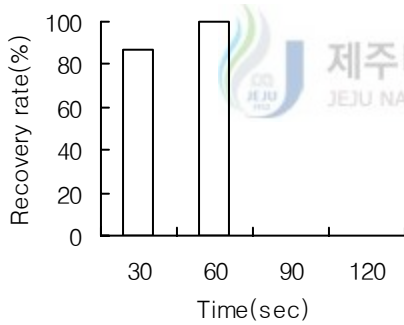
Ⓐ 0.5% treatment group



Ⓑ 1.0% treatment group



Ⓒ 3.0% treatment group



Ⓓ 5.0% treatment group

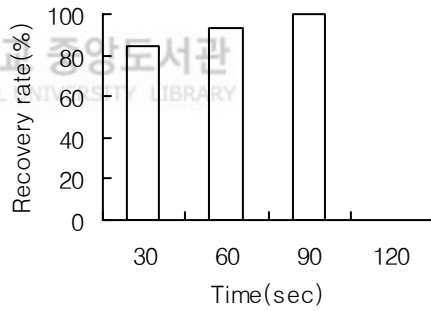


Fig. 8. Recovery rate with nicotinamide concentrations on 1 cm size groups.

2) 각장 3 cm 그룹

Nicotinamide 처리농도에 따른 회복 개체수를 보면 0.5% 처리구에서는 36 마리 전체가 30초 이내에 회복되었다(Table 7). 그리고 1.0% 처리구에서는 43 마리 중 30초 이내에 39 마리, 60초 이내에 전 개체가 회복되었다. 또한 3.0% 처리구와 5.0% 처리구에서는 50 마리 중 30초 이내에 각각 40 마리와 37 마리, 60초 이내에는 각각 48 마리와 46 마리가 회복되었고 90초 이내에는 전 개체가 회복 되었다. 각장 3 cm 그룹에서의 회복률은 nicotinamide 처리농도 0.5%, 1.0%, 3.0% 및 5.0% 실험구 모두 각장 1 cm 그룹과 마찬가지로 2분 내에 100% 회복되었다(Fig. 9).

각장 3 cm 그룹에서는 nicotinamide 처리농도 0.5%, 1.0%에서는 60초 이내에 100% 회복되었고, 처리농도 3.0%와 5.0%에서 90초 이내에 100% 회복 되었다.

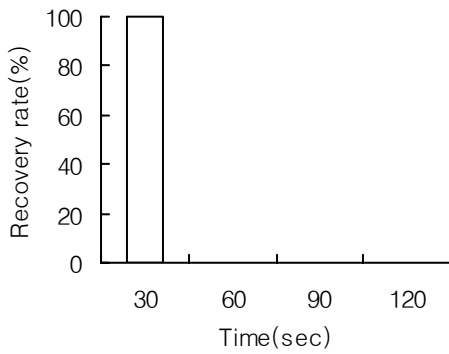
각장 3 cm 그룹에서도 nicotinamide 농도에 따라 회복시간이 약간 차이가 있으나 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

Table 7. Recovery rate with individuals with nicotinamide concentrations on 3 cm size groups

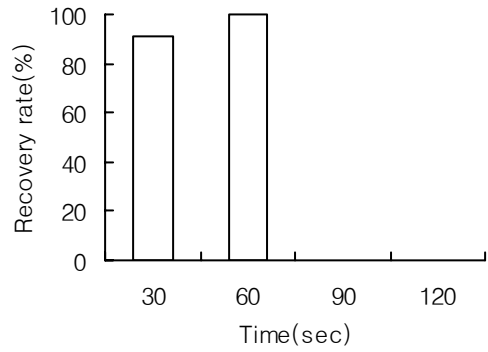
(Unit : individuals)

Concentration (%)	Sec				Number of recovery
	30	60	90	120	
0.5	35.7±2.1	0	0	0	0
1.0	39±1	3.7±0.6	0	0	0
3.0	39.7±1.2	8±1	1	0	0
5.0	37.3±2.5	8.7±1.5	4±1	0	0

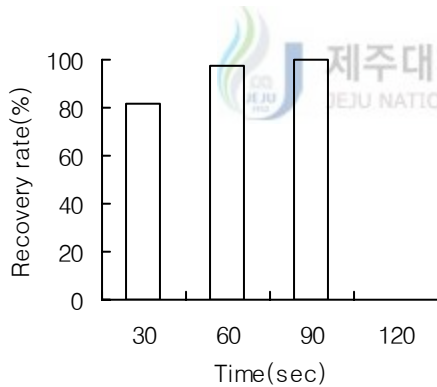
Ⓐ 0.5% treatment group



Ⓑ 1.0% treatment group



Ⓒ 3.0% treatment group



Ⓓ 5.0% treatment group

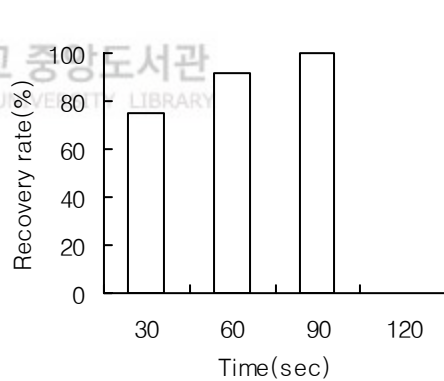


Fig. 9. Recovery rate with nicotinamide concentrations on 3 cm size groups.

3) 각장 5 cm 그룹

Nicotinamide 처리농도에 따른 회복 개체수를 보면 0.5% 처리구에서는 14 마리 전체가 30초 이내에 회복되었다(Table 8). 그리고 1.0% 농도에서는 16 마리 중 30초 이내에 15 마리, 60초 이내에 전 개체가 회복되었다. 또한 3.0% 처리구에서는 19 마리 중 30초 이내에 14 마리, 60초 이내에 17 마리, 90초 이내에 전 개체가 회복되었다. 5.0% 처리구에서는 20 마리 중 30초 이내에 13 마리, 60초 이내에 17 마리가 회복되었고 90초 이내에 전 개체가 회복되었다.

각장 5 cm 그룹에서의 회복률은 nicotinamide 처리농도 0.5%, 1.0%, 3.0% 및 5.0% 실험구 모두 2분 내에 100% 회복되었다(Fig. 10). 각장 5 cm 그룹에서는 각장 3 cm 그룹과 동일하게 nicotinamide 처리농도 0.5%, 1.0%에서는 60초 이내에 100% 회복되었고, 처리농도 3.0%와 5.0%에서는 90초 이내에 100% 회복되었다.

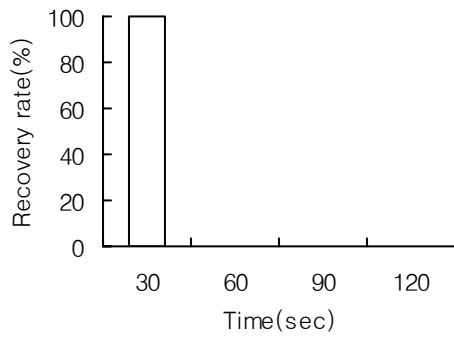
각장 5 cm 그룹에서도 박리 처리농도가 높을수록 회복시간이 조금씩 길어지는 결과를 보였으나, 대부분의 개체가 60초 이내에 회복되고 있어 nicotinamide 처리농도의 영향은 크지 않은 것으로 나타났다.

Table 8. Recovery rate with individuals with nicotinamide concentrations on 5 cm size groups

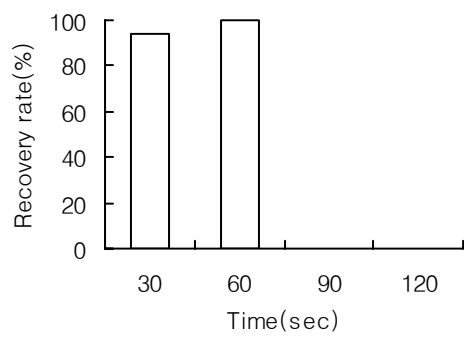
(Unit : individuals)

Concentration (%)	Sec				Number of recovery
	30	60	90	120	
0.5	13.7±1.2	0	0	0	0
1.0	15.3±1.5	1±1	0	0	0
3.0	14.3±0.6	2.7±0.6	2.3±0.6	0	0
5.0	12.7±0.6	4±1	3.3±0.6	0	0

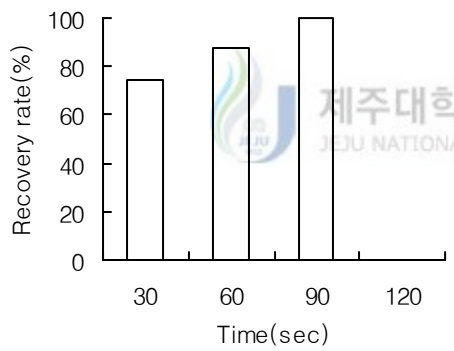
Ⓐ 0.5% treatment group



Ⓑ 1.0% treatment group



Ⓒ 3.0% treatment group



Ⓓ 5.0% treatment group

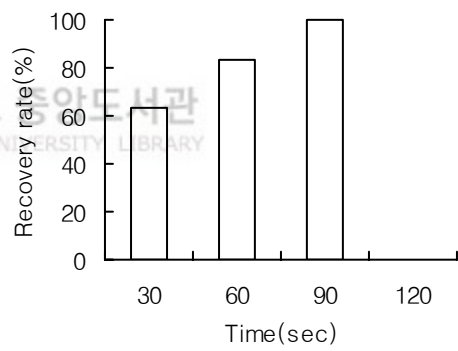


Fig. 10. Recovery rate with nicotinamide concentrations on 5 cm size groups.

4) 각장 9 cm 그룹

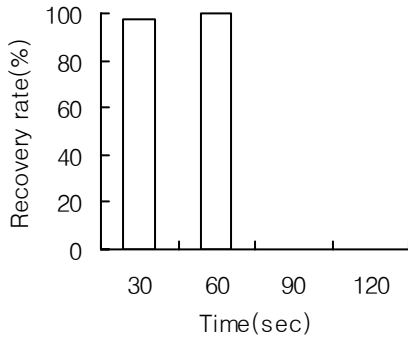
Nicotinamide 처리농도에 따른 회복 개체수를 보면 0.5% 처리구에서는 13 마리 전체가 30초 이내에 회복되었다(Table 9). 그리고 1.0% 처리구에서는 15 마리 중 30초 이내에 13 마리, 60초 이내에 전 개체가 회복되었다. 또한 3.0% 처리구에서는 19 마리 중 30초 이내에 13 마리, 60초 이내에 15 마리, 90초 이내에 17 마리, 120초 이내에 전 개체가 회복되었다. 5.0% 처리구에서는 19 마리 중 30초 이내에 11마리, 60초 이내에 14마리가 회복되었고 90초 이내에 17 마리, 120초 이내에 전 개체가 회복되었다. 각장 9 cm 그룹에서의 회복률도 다른 그룹과 마찬가지로 nicotinamide 처리농도 0.5%, 1.0%, 3.0% 및 5.0% 실험구 모두 2분 내에 100% 회복되었다(Fig. 11). 농도별 회복시간은 0.5%, 1.0% 처리농도에서는 60초 이내에 100% 회복되었고, 3.0%와 5.0% 처리구에서는 120초 이내에 100% 회복되었다. 반리 처리농도가 높거나, 전복 크기가 클수록 회복시간이 조금씩 길어지는 경향을 보였으나 nicotinamide 처리농도 0.5%~5.0%내에서 각장 9 cm 에서는 모두 2분 내에 회복되어 큰 영향은 없었다.

Table 9. Recovery rate with individuals with nicotinamide concentrations on 9 cm size groups

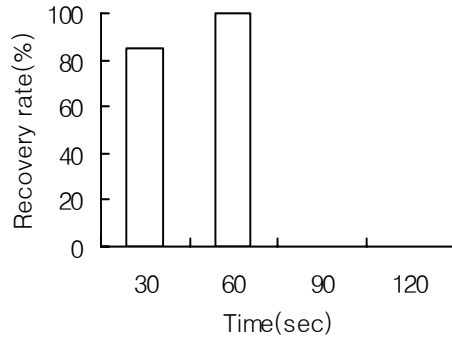
(Unit : individuals)

Concentration (%)	Sec				Number of recovery
	30	60	90	120	
0.5	12.7±1.2	0.3±0.6	0	0	0
1.0	13.3±0.6	2.3±0.6	0	0	0
3.0	12.7±2.5	2.3±1.5	2±1	1.7±0.6	0
5.0	10.7±2.1	3.3±1.2	2.7±1.2	2.3±1.2	0

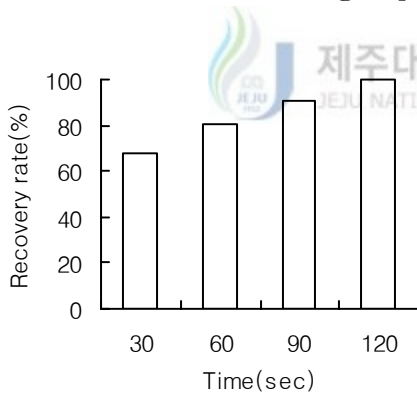
Ⓐ 0.5% treatment group



Ⓑ 1.0% treatment group



Ⓒ 3.0% treatment group



Ⓓ 5.0% treatment group

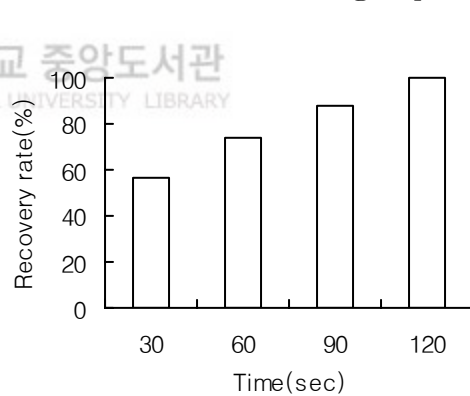


Fig. 11. Recovery rate with nicotinamide concentrations on 9 cm size groups.

#### 4. 박리 후의 폐사율

박리후의 전복은 박리 후 즉시 자연해수로 옮겨 회복시키고 실험수조에서 1개월 동안 사육하면서 폐사율을 조사하였다. 1개월 동안 사육결과 각장 3 cm, 5 cm 및 9 cm 그룹에서는 폐사가 발생하지 않았으나, 각장 1 cm 그룹에서는 nicotinamide 0.5%와 1.0% 처리구에서 각각 1 마리씩, 2%가 폐사하였다.





## IV. 고 찰

전복은 육상수조식 양식장에서 각장 1 cm 정도의 치패일 때는 대부분 채묘 파판에 부착하여 규조류 등을 먹이로 이용하여 생활하고 그 이후에는 수조의 바닥이나 shelter에 부착하여 해조류나 배합사료를 먹으면서 생활한다. 이처럼 전복은 부착기질에 붙어서 생활하는 습성이 있기 때문에 선별이나 밀도조절, 판매 등의 목적으로 부착기질에서부터 떼어 낼 때 상처를 입지 않도록 안전하게 박리하는 것이 무엇보다 중요하다. 이러한 이유로 경제성이 있고 편리하며 안전성이 높은 박리제의 개발은 전복 양식에 있어서 치패에 미치는 스트레스의 감소, 외상의 방지 등에 따른 생존율의 향상과 함께 작업 능률화 면에서 매우 필요하다고 할 수 있다.

相良·二官(1969)은 urethane, magnesium sulfate, chloral hydrate, barbital sodium 등 4종의 화학약품을 이용하여 실험한 결과 urethane이 0.5% 처리농도에서 박리시간 8분, 회복시간 15분으로 마취효과가 있었고, magnesium sulfate는 20.0% 처리농도에서 박리율이 40.0%였고 박리시간은 15분, 회복시간은 25분이 소요되어 효과가 저조하였으며, chloral hydrate는 0.5% 처리농도에서 박리율이 90.0%로 높게 나타났으나, 이 마취제는 약해가 있는 것으로 알려져 있으며 5분 이내에 정상 해수에 옮겨 주어야 한다는 단점이 있었다. 그리고 barbital sodium은 2.0% 처리농도에서 박리율이 100% 이었으나 박리시간이 30분, 회복시간이 90분으로 매우 길다는 단점을 지적한 바 있다.

CO<sub>2</sub> 처리를 이용한 연구에서도 수온 20℃, 75.0% 처리구에서 1분 동안에 84.0%가 박리되었고 22분 안에 100% 회복되어 박리효과가 뛰어난 점은 있으나 특수한 장비시설을 갖추어야 가능하다(河西, 1987).

파라아미노안식향산에틸(*p*-H<sub>2</sub>NCOOH)을 이용한 박리실험에서 마취농도 50~75 ppm 범위에서 마취시간은 10분 이내, 회복시간은 30분 이내였고 박리

및 회복률은 90.0% 정도였으며, 오분자기와 까막전복의 적정 마취농도는 각각 75 ppm, 50 ppm으로 조사되었지만 시볼트전복은 확실치 않았다(小畑·高橋, 1981).

알코올류를 이용한 박리실험에서 박리율은 90.0% 정도로 우수하게 나타났으나, 회복시간이 2시간 이상 소요되는 단점이 있었다(紫田·永島, 1988).

최근 우리나라에서 농업용 요소비료를 이용한 까막전복의 마취 및 박리 효과는 9.0~15.0%의 요소비료를 해수에 용해시키고 자연해수와 동일한 수온에서 박리한 결과 3분 이내에 97.0% 이상이 박리되고 치패의 회복률도 높게 나타났다(한 등, 2003).

河西 등(1987)은 90%의 박리 및 회복되는 시간을 적정 박리시간 및 적정 회복시간이라 설정하였고, 박리 및 회복 시간이 각각 10분과 30분 이내 걸리는 최저 농도를 적정 마취농도라고 하였다.

이러한 점을 고려하여 이 연구에서는 3분 이내에 박리율이 90% 이상 되고 2분 이내에 회복률이 90% 이상 되는 처리농도를 적정 박리농도로 정하였다.

이 연구에서 nicotinamide를 이용한 까막전복의 크기별 박리 및 회복률과 폐사율을 조사한 결과를 보면, 3분 이내에 90% 이상이 박리되는 최저 처리농도는 1 cm 그룹에서는 nicotinamide 1%였고, 각장 3 cm 그룹과 5 cm 그룹 그리고 9 cm 그룹에서는 nicotinamide 3.0% 처리구에서 각각 97.3%, 96.7% 및 93.3%가 박리되어 모두 90%이상 박리되는 높은 박리율을 보였다.

박리된 전복의 회복률은 크기(1 cm, 3 cm, 5 cm 및 9 cm)와 nicotinamide 처리농도(0.5%, 1.0%, 3.0% 및 5.0%)에 관계없이 모든 실험구에서 2분 내에 전량 회복되어 회복률에서도 지금까지의 연구결과들에 비교하여 월등한 결과를 나타내었다. 박리 후 1개월 동안의 사육 기간 중 폐사율은 각장 1 cm 그룹에서 nicotinamide 0.5%와 1.0% 처리농도일 때 각각 2.0%로 나타났다.

하지만 각장 1 cm 그룹에서 폐사한 개체는 크기와 nicotinamide 처리농도로 볼 때 약해로 인한 폐사는 아닌 것으로 판단된다. 이상의 결과를 종합 분석한

결과 nicotinamide를 이용한 까막전복의 크기별 적정 박리 처리농도는 수온 20°C(±1°C)에서 각장 1 cm 그룹은 1.0%, 3 cm 그룹과 5 cm 그리고 9 cm 그룹은 3.0%가 적당한 것으로 사료된다.

이 연구에서 박리시간은 nicotinamide를 처리농도별로 분사한 직후부터 부착 기질에서 완전히 탈락하는 시점까지로 하였는데, 이 기준에 따라 박리되지 않은 전복이라도 nicotinamide의 영향으로 약간의 충격만 가하면 탈락할 정도로 자극을 받은 탈락 직전 개체수도 상당수 있었다. 따라서 현장에서 이용할 경우는 각장 1 cm 크기는 nicotinamide 처리농도 0.5%, 각장 3 cm~5 cm 크기에서는 처리농도 1.0%, 각장 9 cm 그룹에서는 3.0%의 처리농도에서도 실용성이 있을 것으로 판단된다.

Nicotinamide를 당뇨병 쥐를 대상으로 실험한 결과 당뇨병 고지혈증 예방에 응용할 수 있는 가능성을 제시하고 있으며 (최 등, 1991; 손 등, 1992), 현재는 진성 당뇨병 및 관절염 치료에 이용된다. 어류인 경우 niacin 합성능력이 없는 것으로 보고되고 있으며(Poston and Dilorenzo, 1973), 송어와 연어에 niacin이 결핍된 사료를 먹일 경우 식욕감퇴, 낮은 성장, 피부손상 등이 발생하였다(Aoe *et al.*, 1967; Poston and Wolfe, 1985).

Nicotinamide는 niacin (vitamin B<sub>3</sub>)이라는 수용성 비타민의 활성형으로서 niacin의 결핍상태를 예방 및 치료하는 목적으로 사용되며, 또한 대사성 질환의 보조 요법으로도 임상적인 측면에서 널리 응용되고 있다.

Niacin (vitamin B<sub>3</sub>)은 nicotinic acid와 nicotinamide로 구성되어 있으며, nicotinic acid는 체내에 흡수되어 nicotinamide로 변화되어야만 유효작용을 하므로 niacin (vitamin B<sub>3</sub>)과 nicotinamide는 사실상 같은 효능을 지니고 있다.

Niacin(vitamin B<sub>3</sub>)은 달걀, 생선, 땅콩, 육류, 간, 현미, 푸른 채소 등에 많이 함유되어 있으며, 피하 모세혈관 및 근육 속에 있는 혈관을 확장시키고 혈액 순환을 돕는다. 그리고 비타민 B복합제와 작용하여 신경 계통이 건강하게 유지 되도록 해 주고 신체 내 각 세포의 산소흡수를 촉진시키는 것으로 알려져 있는

매우 안전한 성분이라 여겨진다.

현재까지 전복 박리용으로 이용된 일부 마취제가 발암물질이나 향정신성 약품으로 규제가 되는 시점에 박리효과가 뛰어나고 안전한 박리제의 개발은 절실히 필요한 실정이다. 그런 의미에서 nicotinamide를 이용한 박리 방법은 박리율이나 회복률, 안전성에 있어서 매우 뛰어난 것으로 증명되었다. 이 연구에서는 수온 20℃(±1℃)의 사육조건에서만 실험하였기 때문에 nicotinamide의 최적 전복 박리 처리농도를 구하기 위해서는 수온별, 전복 종류별 실험이 수행되어야 할 것이다. 그리고 nicotinamide는 일반 마취제와 달리 전복을 마취시켜 박리되는 것이 아닌 것으로 판단되기 때문에 nicotinamide가 전복의 박리에 미치는 메카니즘에 대하여 더 깊은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.



## V. 요약

전복은 부착생활을 하기 때문에 종묘생산과 양성과정에서 선별, 밀도조절, 그 밖의 사육관리 등을 위해 부착기질로부터 전복을 안전하게 떼어내는 것이 무엇보다도 중요하다. 이 연구에서는 까막전복(*Haliotis discus*)을 각장의 크기 별로 4그룹(1, 3, 5 및 9 cm)으로 나눈 후, 4단계의 nicotinamide 처리농도 0.5, 1.0, 3.0 및 5.0%에서 박리 실험을 실시하였다.

박리는 전복이 부착기질에서 완전히 탈락하는 것을 박리되는 것으로 하여 조사하였다.

1. 전복 크기별 박리효과는 각장 1 cm 그룹은 nicotinamide 1.0% 처리농도에서 96.0%였으며, 각장 3 cm 그룹과 5 cm 그룹, 각장 9 cm 그룹에서는 nicotinamide 3.0% 처리농도에서 각각 97.3%, 96.7% 및 93.3%의 박리율을 보였다.
2. 박리된 까막전복의 회복은 각장의 크기(1, 3, 5 및 9 cm)와 nicotinamide 처리농도(0.5, 1.0, 3.0 및 5.0%)에 관계없이 2분 이내에 전량 회복되었다.
3. 박리 후 1개월 동안의 사육기간 중 폐사율은 각장 1 cm 그룹에서 nicotinamide 0.5%와 1.0% 처리구에서 각각 2.0%로 나타났으나 폐사한 개체의 크기와 nicotinamide의 처리농도로 볼 때 약해로 인한 폐사는 아닌 것으로 판단되었다.
4. Nicotinamide를 이용한 까막전복의 박리, 회복 및 박리후의 전복 생존율 등에서 매우 우수한 박리물질로 이용이 가능하였다.

## VI. 참고 문헌

- Aoe, H., I. Masuda, and T. Takada. 1967. Water-soluble vitamin requirements of carp. 3. Requirements for niacin. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 33, 681~685.
- Poston, H, A., and R. N. Dilorenzo. 1973. Tryptophan conversion to niacine in the brook trout (*Salvelinus fontinalis*). Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 144, 110~112.
- Poston, H, A., and M. J. Wolfe. 1985. Niacin requirement for optimum growth, feed conversion and protection of rainbow trout, *salmo gairdneri* Richardson, from ultraviolet-B-irradiation. J. Fish. Dis., 8, 451~460.
- 内田惠太郎・山本孝治. 1924. 朝鮮近海におけるアワビの分布. Venus, 11(4).
- 杉山元彦・田中彌太郎. 1981. 炭酸가스麻醉によるアワビ稚貝の剝離について. 殖研報, 3, 37~44.
- 相良順一郎・二宮直尙. 1969. 痲酔劑によるアワビ稚貝の付着面からのけく. 水産増殖, 17(2), 89~95.
- 小畑千賀志・高橋寛爾. 1981. ぴらアミ安息香酸エチルによるアワビ類稚貝の痲酔剝離. 栽培技研, 10(1), 29~34.
- 紫田利治・永島孝之. 1988. アワビ種苗生産について. 福岡縣栽培漁業公社 事業報告書, 26~29.
- 河西一彦・有馬孝和・齊藤實. 1987. ぴらアミ安息香酸エチルによるアワビ類3種の剝離 效果, 水産増殖, 35(1), 43~46.

- 노 섬. 1988. 참전복, *Haliotis discus hannai* Ino의 種苗生産에 關한 研究. 부경대학교 대학원. 박사학위 논문, 87~101.
- 노 섬·박춘규·변충규. 1974. 전복의 증식에 관한 연구(I), 여수근해산 참전복 *Haliotis discus hannai* Ino의 淸계채란에 관하여. 수진연보, 13, 79~92.
- 노 섬·박춘규. 1975. 전복의 증식에 관한 연구(II), 여수근해산 참전복 *Haliotis discus hannai* Ino의 산란기. 한수지, 8(4), 234~241.
- 卞忠圭. 1970. 전복의 증식에 관한 연구. 한수지, 3(3), 177~186.
- 손기호·김석환·최종원. 1992. 고혈당 쥐의 효소활성에 미치는 Nicotinamide의 영향. 한국영양식량학회지, 21(2), 117~123.
- 최상덕·정성채·김호진·공용근·백재민·최규정. 1997. 온도구간별 파라아미노산식향산에틸과 담수에 의한 양식산 참전복(*Haliotis discus hannai*) 치패의 박리 및 마취효과에 관한 연구. 한국양식학회지, 10(3), 281~288.
- 최종원·손기호·김석환. 1991. Nicotinamide가 Streptozotocin 당뇨성 쥐의 혈중 지질성분에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 20(4), 306~311.
- 한석중·김봉래·원승환·김재우. 2003. 농업용 요소비료를 이용한 까막전복, *Haliotis discus* Reeve 마취 및 박리효과. 한국양식학회지, 16(4), 223~228.
- 한석중. 1998. 전복양식, pp.17~22.
- 해양수산부. 2003. 어업생산통계, pp.85~107.

## 감사의 글

먼저 이 논문이 완성되기까지 부족한 저를 지도해 주시고 어려움을 이겨낼 수 있도록 격려해 주신 노 섬 교수님께 감사를 드립니다. 아울러 미흡한 논문을 완성이 될 수 있도록 지도와 심사를 해 주신 이영돈 교수님, 여인규 교수님, 이경준 교수님께 감사를 드립니다. 그리고 늘 관심을 가지고 격려를 해주신 노홍길 교수님, 정상철 교수님, 이기완 교수님, 최광식 교수님께 감사를 드립니다.

이 논문이 완성되기까지 많은 배려와 도움을 주신 제주지방해양수산청 부원찬 청장님을 비롯한 수산관리과 김대환 과장님, 진창남, 송윤경, 정성필, 최영진, 이법권 계장님과 오상필, 고경호, 김종수, 김원평, 오순진, 김미선 후배님께 감사를 드립니다. 그리고 제주에서 같이 근무하며 아름다운 추억을 간직하고 계신 부안해양수산사무소 정태준 소장님과 고흥해양수산사무소 이정호 후배에게 감사를 드립니다. 이 연구를 수행하는 데 도움을 주신 국립수산과학원 패류육종연구센터 한석중 장장님을 비롯한 직원 여러분과 국립수산물품질검사원 강병상 제주지원장님, 고대희 계장을 비롯한 직원 여러분께 감사를 드립니다.

또한 제주수산연구소 이정의 소장님, 장대수 연구관 및 직원 여러분께 감사를 드립니다. 그리고 실험에 많은 도움을 주신 명진영어조합법인 문태언 사장님, 평대수산 김경필 사장님과 환경수산종묘배양장 고응순 사장님께 감사를 드립니다. 바쁜 가운데에서도 많은 도움을 준 강도형 조교, 최영웅, 윤영석 후배에게 감사를 드립니다.

끝으로 한결같은 믿음으로 저를 있게 해 주신 어머니와 장인, 장모님께도 감사를 드리며, 어려울 때마다 항상 내 편이 되어 준 사랑스런 아내 성순과 믿음직한 아들 인혁, 예쁜 딸 선아와 이 기쁨을 함께하고자 합니다.