



## 농업용 요소비료를 이용한 까막전복, *Haliotis discus* Reeve 마취 및 박리효과

한석중\* · 김봉래 · 원승환 · 김재우  
국립수산과학원 북제주수산종묘시험장

### Effect of Urea on the Exfoliation of Juvenile Abalone, *Haliotis discus* Reeve

Seock-Jung Han\*, Bong-Rae Kim, Seung-Hwan Won and Jae-Woo Kim  
Bukjeju Marine Hatchery, National Fisheries Research and Development Institute, jeju 695-835 Korea

An exfoliation, the detachment of juvenile abalones from a culture substrate, is essential for selection and population density control in abalone culture. Physical instruments and anesthetics are currently available for the exfoliation but the latter is regarded as more effective in reducing physical damage to the animals. In the present study, urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ), a chemical fertilizer, was selected as an anesthetic, and its optimal concentration and sea water temperature for exfoliation of *Haliotis discus* were determined in order to develop an exfoliation technique which is more economical and effective. A 97% cumulated exfoliation rate was observed within 3 min at all temperatures observed when the concentration rate of urea was 9~15%. This range of urea concentration can be ideal for both exfoliation and recovery. Also it was found that the higher concentration of urea and temperature the higher exfoliation rate, however, these conditions reduced the recovery rates of the animals tested. These results could indicate that urea is a good tool for exfoliation of various species of young abalones, and urea could substitute for all techniques and anesthetics methods currently available for abalone exfoliation.

**Keywords:** Abalone, *Haliotis discus*, Exfoliation

### 서 론

생물에게 물리적인 손상이나 스트레스를 입히지 않는 마취제로서의 역할은 매우 중요하다. 특히 전복은 어류와 달리 은신처에 부착생활을 하기 때문에 무게측정, 표지, 크기선별, 밀도조절 등을 위해서는 부착기질로부터 박리시켜야 할 필요가 있다.

물리적 박리에 따른 폐사를 줄이기 위해서는 여러 종류의 마취제를 사용하고 있으며, urethane( $\text{H}_2\text{NCOOC}_2\text{H}_5$ , 相良 · 二宮, 1969), ethyl-*p*-aminobenzoate( $\text{C}_7\text{H}_7\text{NO}_2$ , 小畑 · 高橋, 1981; Kasai et al. 1987), 탄산가스마취(Sugiyama and Tanaka, 1982) 등이 많이 쓰인다. 그러나 이들 박리방법은 사용과정 중 효율성, 안정성, 경제성 등 단점이 있고, 일부 화학약품은 발암성이나 향정신성 약품 등으로 규제 대상이기 때문에 사용에 많은 장애요인이 되고 있다. 그 예로 chloroform( $\text{CHCl}_3$ )은 세포의 원형질을 손상시키고, urethane( $\text{H}_2\text{NCOOC}_2\text{H}_5$ )은 기형 및 발암물질로 알려져 있으며(Ball and Cowen, 1959), 이 밖에도 여러 종류의 마

취제가 향정신성 약품으로 규제대상이 되고 있다. 전술한 마취제 외에도 대부분의 마취제는 생물에 대한 독성을 가지고 있어 연속사용이나 장시간 노출이 불가능한 실정이다(Siwicki, 1984).

최근에는 각종 마취제에 대한 안전성이 중요하게 인식되어 인체에 사용하는 마취제중 비교적 독성이 약한 약품을 어류 등에 사용하고자 시도되고 있고(Kim et al, 1998), 여러 종류의 마취제가 개발되고 있다. 현재 미국에서는 유일한 수산생물용 마취제로 MS-222(Tricane methane sulfonate)만이 FDA에서 공인되어 있다(Schnick and Meyer, 1978).

본 연구에서 마취용으로 사용한 농업용 요소비료는 세계적으로 가장 많이 사용되는 질소질 비료로서, 1916년 Dupont사에 의해 개발되었다. 제조방법은 액체암모니아( $\text{NH}_3$ )와 액화 탄산가스( $\text{CO}_2$ )를 2:1 비율로 혼합하여 120~400 기압과, 150~200°C의 온도로 반응시켜 만들며, 현재 수산분야에서는 무척추동물 중요생산시 먹이로 이용되는 식물성 플랑크톤을 배양하는데 사용하기도 한다.

따라서 본 연구에서는 농업용 요소비료를 이용하여 수온과 용해농도에 따른 까막전복(*Haliotis discus*) 치폐의 마취 및 박리실험과 회복실험을 실시하였으며, 박리작용, 적정 마취농도와

\*Corresponding author: jeju57@hanmail.net

마취시간에 대해서 조사하였다.

**재료 및 방법**

까막전복 치폐는 국립수산과학원 복제주수산종묘시험장에서 생산된 각장 9.3~17.2 mm(평균 각장 12.6 mm)의 것을 박리 및 회복실험에 사용하였다. 또한 본 실험에서 마취제로 사용한 요소비료는 농업용 비료(질소질 46%)로서 남해화학에서 제조된 제품을 사용하였다. 본 실험에서 박리에 미치는 환경요인은 수온과 pH의 영향을 보았는데 수온과 pH의 측정은 시간경과에 따라 pH측정기(ORION 250A)로 측정하였으며, 치폐의 크기는 버니어캘리퍼스를 사용하였다.

박리실험은 요소비료 용해 후 흡열작용으로 인해 수온이 하강된 상태에서의 실험(Exp. I)과 동 조건에서 수온을 상승시킨 후의 실험(Exp. II) 결과를 비교하였으며, 수온별(14, 20, 25°C), 용해농도별(6, 9, 12, 15%)로 3번 반복하여 실험을 실시하였다. 마취후에 박리 될 때까지의 기준은 부착기질에서 곧바로 탈락하는 시점을 박리시간으로 설정하였다.

회복실험은 수온별(14, 20, 25°C), 용해농도별(6, 9, 12, 15%), 침지시간별로 3반복으로 조사하였다. 회복률은 실험구별로 박리가 완료된 시간을 기준으로 박리 완료시간의 50, 75, 100, 125%의 시간만큼 전복을 마취시켜 회복률을 조사하였다. 폐각을 저면으로 향하게 하여 물이 흐르는 수조에 수용한 후 180° 회전하여 원래의 부착상태로 되기까지의 상태를 회복으로 보았다.

적정마취 농도는 편의적으로 박리와 회복실험시 각각 5분과 10분 경과후에 90%이상의 박리율과 회복률을 보이는 최저농도를 적정 마취농도로 추정하였다(Table 1).

**결 과**

**수질변화**

비료용해 후 수온과 pH를 조사한 결과 용해농도에 따라 큰 차이를 보였다. 먼저 수온변화는 비료가 용해되면서 일어나는 흡열작용 때문에 수온이 낮아졌으며, 그 정도는 용해농도에 비례하였다. 즉, 15%농도에서는 1분 이내에 7.5±0.5°C나 급격하게 떨어졌으나, 용해농도가 가장 낮은 6%의 용액에서는 3.0±0.2°C 정도였다(Fig. 1).

그리고 pH는 수온과는 달리 비료용해 1분 이내에 상승하였으며, 그 정도는 용해농도에 비례하였다. 용해농도 15%의 경우는 용해후 1분안에 9.2±0.1°C로 되었고, 6%의 경우는 8.7±0.1°C이었다(Fig. 1).

**박리실험**

박리실험은 요소비료를 용해시켜 하강된 수온과 다시 원래 상태의 수온으로 회복시켰을 때의 박리 결과를 수온별로 비교하였다(Fig. 2).

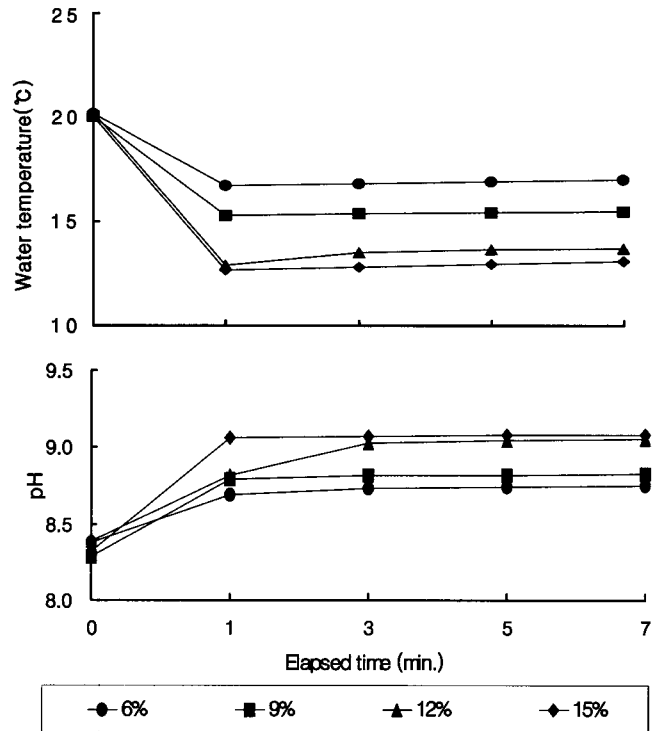


Fig. 1. Changes in water temperature and pH after dissolution of urea.

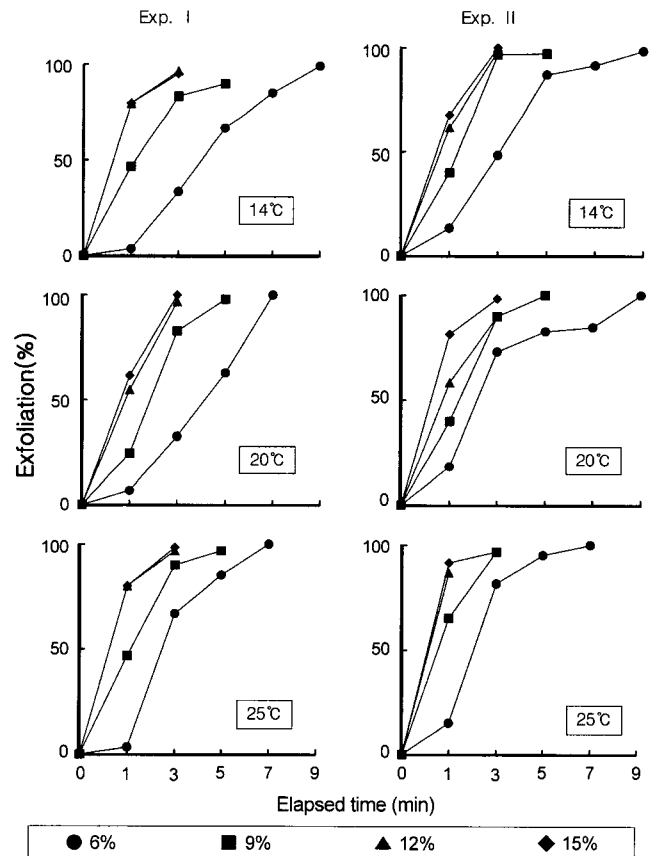


Fig. 2. Exfoliation rate of juvenile abalones, *Haliotis discus* treated with urea at various water temperature.

수온을 14°C로 설정한 경우 누적박리율이 100%가 되는데는 12% 이상의 용액에서는 약 4분 이내로 짧았으며, 9% 용액에서는 5분이 걸렸으나, 6% 용액에서는 9분 후에도 95% 가량만이 박리하였다. 이것으로 요소의 용해농도와 박리시간은 반비례하는 것을 알 수 있었다.

한편, 수온을 원래상태로 회복시킨 후의 실험에서는 더욱 좋은 결과를 나타냈는데, 12%이상의 용해농도에서는 3분 이내에 100%에 가까운 박리율을 보였고, 용해농도가 낮은 9%에서도 100%의 박리율을 보이는 데는 3분 정도밖에 소요되지 않았다. 한편, 가장 낮은 6%의 용액에서도 침지후 3분만에 67% 정도의 박리가 일어났으며, 7분 이내에 90%의 박리율을 보였다. 이 결과는 수온이 낮은 겨울철에도 요소비료를 사용하면 효율적인 박리가 이루어질 수 있음을 보여준다. 설정 수온 20°C의 경우도 14°C와 비슷한 결과를 보인다. 수온이 하강된 박리실험에서 누적박리율 100%까지 소요되는 시간은 12% 이상의 용액에서는 4분 이내였고, 9%의 용액에서는 5분 이내였으며, 6%의 용액에서는 7분 정도가 소요되었다.

반면 회복된 수온에서는 15%의 용액에서는 약 3분, 9%와 12%의 용액에서는 5분 정도가 소요되었으며, 6%의 경우에는 9분 정도였다. 특히 15%의 높은 용해농도에서는 1분 이내에 90% 이상이 박리 되었고, 9%와 12%의 실험구에서도 3분 이내에 90% 이상이 박리결과를 보였다.

설정수온이 가장 높은 25°C에서도 박리효과는 매우 좋게 나타났다. 즉 12%이상의 용액에서는 실험구에 관계없이 4분 이내에 100%가 박리하였는데 이런 결과는 수온이 높은 여름철에는 물론 계절에 관계없이 적용이 가능함을 알 수 있었다. 한편, 고수온인 경우 용해농도가 6%의 낮은 용액에서도 4분 이내에 95% 이상의 박리율을 보여, 비교적 낮은 용해농도에서 박리효과가 높게 나타난 것이 특징이었다.

수온 14°C에서 누적박리율 90% 이상이 필요한 시간은 9% 이상의 용해농도에서는 모두가 적용시킬 수 있었으며, 수온 20°C

경우에도 14°C 실험구와 동일한 결과를 보였다. 그러나 수온이 높은 25°C 실험구에서는 용해농도에 관계없이 모든 실험구에서 적정마취농도의 조건에 부합되지 못하는 결과를 보였다.

**회복실험**

수온 14°C일때 요소비료의 용해농도가 6%(이하 T14/6로 표기)인 실험구에서는 3분과 5분간의 침지후 100% 회복까지는 각각 5분과 9분이 소요되었으며, 침지시간이 12분인 경우에도 13분 후에는 100% 회복하였다. 이것으로 수온과 용해농도가 낮으면 침지시간이 길어도 비교적 빠르게 회복되는 것을 알 수 있다.

T14/9의 실험구에서는 2분 정도의 짧은 침지시간에도 7분 경과 후에 95%가 회복되었으며, 6분간 침지하면 95% 이상 회복하기까지에는 약 19분이 소요되었다.

용해농도가 높은 T14/12와 T14/15 실험구에서는 침지시간이 길어짐에 따라 회복시간도 더욱 길어졌으나, 20분안에는 거의 회복되었고, 용해농도와 회복까지의 소요시간은 비례하는 경향을 보였다(Fig. 3). 전복 사육적수온인 20°C에서의 회복률도 매우 좋은 결과를 보이고 있다. 즉 T20/6의 실험구에서는 9분 정도로 비교적 오래 침지 시켰어도 13분 이내에 100% 회복되었으며, T20/9 경우에는 3분간 침지시간에는 6분 이내에 90% 가까운 회복률을 보였다.

T20/12의 실험구에서는 3분간 정도의 침지시간에는 8분 이내에 95% 이상이 회복되었고, 5분간 침지시간에서 95% 이상의 회복률을 보이기 위해서는 15분 이상이 필요했다. 이것으로 침지시간이 길어지면 회복까지의 소요시간도 길어진다는 것을 알 수 있다(Fig. 4).

수온과 용해농도가 가장 높은 T25/15의 실험구에서는 1분간 침지시간에도 13분이 지나도 70%정도가 회복되는데 지나지 않는 결과를 보여, 수온과 용해농도가 높은 경우에는 침지 시간을 짧게 처리하는 것이 유효한 것으로 나타났다(Fig. 5).

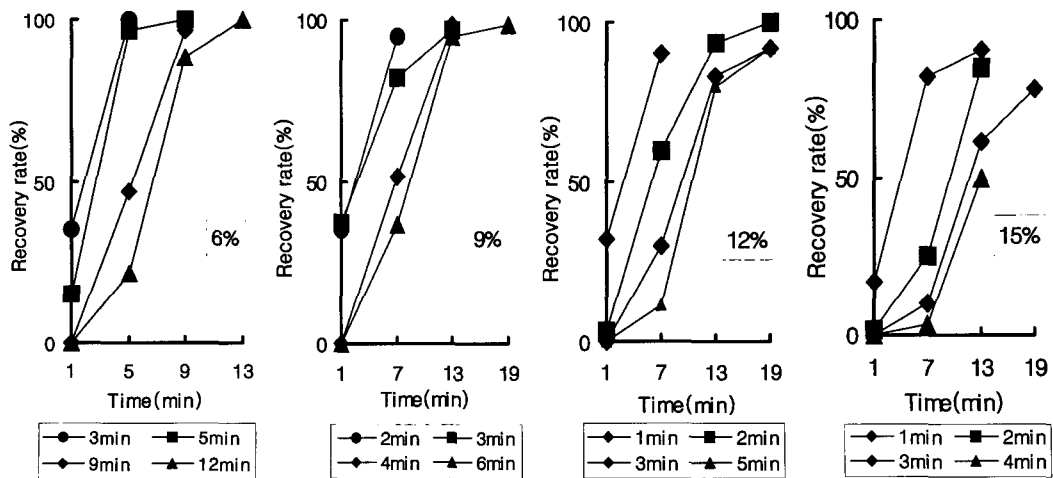


Fig. 3. Recovery rates according to the different concentrations of urea at 14°C.

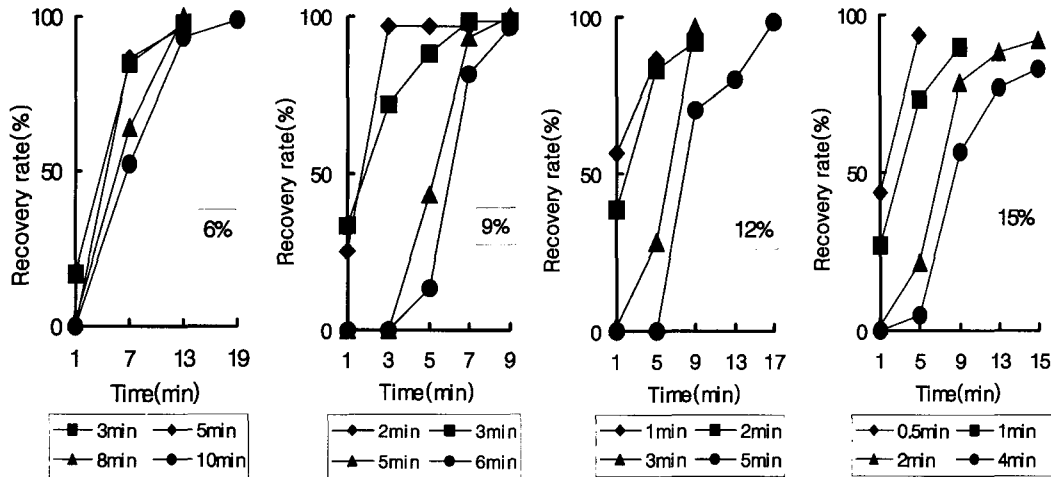


Fig. 4. Recovery rates according to the different concentrations of urea at 20°C.

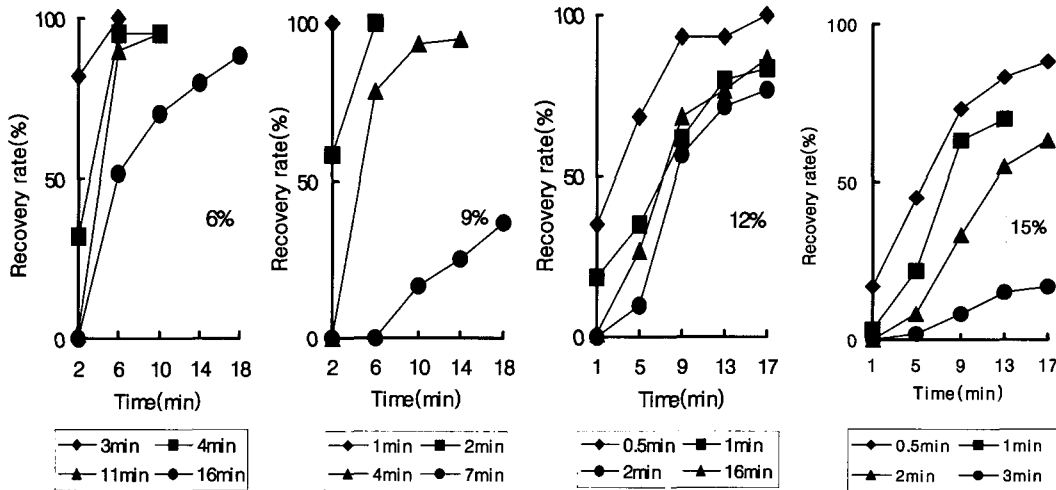


Fig. 5. Recovery rates according to the different concentrations of urea at 25°C.

적정한 수준에서의 회복에 필요한 마취농도는 90% 이상 박리시점을 기준한 침지시간에서의 회복시간과 적정농도를 추정하였는데, 수온이 높은 25°C 실험구를 제외하고는 모든 조건이 부합되었다.

그러나 수온 25°C의 실험구에서는 12%와 15%농도에서는 2분 이내의 짧은 침지시간에도 회복이 아주 느리게 진행되었으며, 적정 마취농도에 부합되지 않은 결과를 보였다.

결론적으로 박리는 용해농도 9%이상에서, 그리고 회복을 수온 20°C에서 적정 마취농도에 부합되는 결과를 보였다.

### 고찰

전복을 마취시켜 박리하는 일은 전복양식 과정 중 필수 불가결한 과정이다. 특히 부착기질을 이용하여 생활하는 전복류에 있어서는 물리적인 손상에 의한 피해와 이로 인한 폐사를 줄여야 하며, 이를 위한 경제적이고 안정성이 높은 약품개발 특히,

새로운 마취제의 개발과 함께 박리작용 및 유효농도 등에 대해서도 면밀히 검토되어야 한다.

Sugiyama and Tanaka(1982)는 75%포화의 CO<sub>2</sub>와 O<sub>2</sub>의 혼합가스를 충분히 공급하면 파판에 부착했던 치패의 약 90% 이상이 5분 이내에 박리된다고 보고하였다.

마취박리가 이루어지는 작용에 대해 본 연구에서는 요소비료 용해 후 일어나는 여러 가지 상황중 수온하강 작용, pH의 상승작용과 CO<sub>2</sub>와 약리작용으로 추정하는 가설을 설정하고, 그 검증 시험을 실시하였다. 수온 하강작용에 대한 박리검증은 흡열작용에 의해 하강된 수온에서의 박리실험(Exp. I)과 하강된 수온을 회복시켜 박리실험(Exp. II)을 실시한 결과 오히려 후자의 경우가 박리효과가 좋게 나타나 수온하강에 의한 박리는 아니라고 판단되었다(Fig. 2).

pH 상승에 의한 박리작용은 묽은 염산을 사용해서 pH가 치패에 미치는 영향을 조사한 결과, 사육수를 pH 4.8까지 유지시켜도 60분 이내에 박리되는 개체가 없었고, 치패의 행동변화도

보여지지 않아 치패의 박리는 pH의 영향이 아니고, CO<sub>2</sub>에 의한 것으로 보고되고 있다(Sugiyama and Tanaka, 1982).

본 연구에서도 기타 약리작용에 대한 조사 결과 요소비료 제조시 사용되는 CO<sub>2</sub>의 작용으로 판단되었다. 즉 요소비료(CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>)를 생산할 때 액체 암모니아(NH<sub>3</sub>)와 CO<sub>2</sub>를 2:1 비율로 혼합하여 기압 120~400, 150~200°C의 온도로 반응시켜 생산하는데, 이때 사용되는 CO<sub>2</sub>의 작용으로 신경말단부의 마취작용에 의해 접막 및 표피 박리부분의 감각을 마취시켜 부착기질로부터 박리가 이루어지는 것으로 추정된다.

전복 마취작용에 의한 박리와 회복시간은 박리약품의 저농도에서 빠를 수록 좋고, 박리율과 회복률도 단시간 내에 이루어지는 것이 필요하다. urethane은 0.5%와 1% 해수 용액에서 효과가 인정되었는데 1% 용액에서는 1.5분 이후부터 박리가 시작되어 6분 경과 후에 완전히 박리가 이루어졌고, 박리후 5분 경과 후에 해수에 넣은후 14분 후에 완전히 회복하였다(相良·二宮, 1969).

또한, 황산마그네슘(MgSO<sub>4</sub>)은 마취효과가 저조하고, Chloral hydrate는 박리시간이 짧지만, 회복시간이 느릴 뿐만 아니라 1% 용액에서 10분 침지시간에는 5분 이내에 정상해수로 유수시켜야 하는 단점이 있다(相良·二宮, 1969). 그리고 이들 약품은 현재 발암물질 및 항정신성 약품으로 규제가 되고 있다.

파라아미노안식향산에 대한 적정 마취농도를 조사한 결과 오분자기는 75 ppm, 까막전복은 50 ppm이었지만, 시볼트전복은 확실하지 않은 것으로 보고하였다(小畑·高橋, 1981). 이렇게 여러종류의 마취제가 개발 또는 사용되고 있으나 효율성 경제성 및 안정성에 있어서 모든 마취제가 이러한 조건을 충족시키는 어렵다.

본 연구에서는 수온과 요소비료 용해농도별로 박리효과를 조사하였고, 침지시간에 따른 회복률도 조사하였다. 요소비료가 용해되는 과정에서는 흡열작용으로 인해 수온이 급격히 변하는데 원래의 상태로 회복시킨 후 마취를 시키는 방법이 박리효과가 우수하고 대상 생물에게 스트레스를 덜 주는 박리 방법이라고 판단된다.

설정 수온 14°C의 경우 수온을 정상상태로 회복시킨 후의 실험에서는 12% 이상의 용해농도에서는 3분 이내에 100%에 가까운 박리율을 보였고, 특히 용해농도가 비교적 낮은 9%의 용해농도에서도 100%의 박리율을 보이는데는 3분 정도밖에 소요되지 않아 수온이 낮은 겨울철에도 효율적인 박리가 이루어질 것으로 기대되었다.

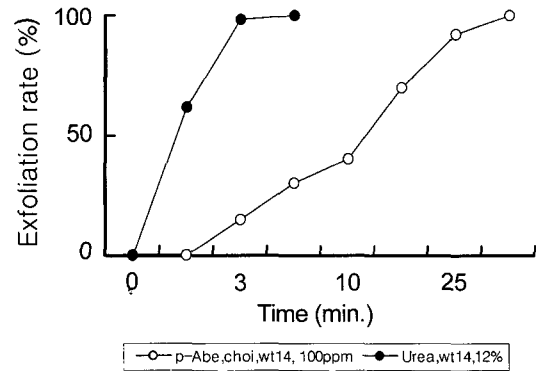


Fig. 6. Exfoliation rate of juvenile abalones, *Haliotis discus* 25°C.

설정수온이 가장 높은 25°C에서도 박리효과는 매우 좋게 나타났다으며, 12% 이상의 용액에서는 실험구에 관계없이 4분 이내에 100%의 박리율을 보여, 수온이 높은 여름철에도 박리가 효율적으로 이루어질 수 있음을 알 수 있었다(Fig. 2). 이러한 결과는 Choi et al.(1997)이 보고한 파라아미노안식향산 에틸을 이용한 실험에서 80% 박리까지 소요되는 시간이 150 ppm, 100 ppm농도에서 각각 16분과 35분이 소요되는 것과는 큰 차이가 있다(Fig. 6).

그러나 Sugiyama and Tanaka(1982)가 실험한 내용중 혼합가스 중 CO<sub>2</sub> 농도를 75%로 한 박리 결과에서 수온 10°C 조건에서 5분 경과 후의 박리율 92%의 결과와 수온 20°C 조건에서 1분 경과후의 박리율 94%의 결과와는 유의한 결과를 보였으며, CO<sub>2</sub>에 의한 박리효과가 우수함을 뒷받침해주고 있다. 그러나 CO<sub>2</sub>에 의한 마취방법은 CO<sub>2</sub>와 O<sub>2</sub>의 공급량을 측정할 수 있는 장치가 필요하지만 본 연구에서 실시한 방법은 사용해수에 요소비료를 단순히 용해시켜 사용할 수 있기 때문에 아주 편리한 방법이다.

Kasai et al.(1987)는 90%의 박리 및 회복되는 시간을 적정 박리시간 및 적정 회복시간이라고 보고하였으며, 박리 및 회복시간이 각각 10분과 30분 걸리는 최저농도를 편의적으로 적정 마취농도라고 하였다. 본 연구에서는 이러한 결과와 부합되는 조건이라면 90% 이상 박리되는 시간을 기준으로 한 침지시간에서는 전 실험구에 관계없이 이 조건에 부합되었다. 그러나 본 연구에서는 적정마취 농도에 대한 기준을 편의적으로 박리와 회복시간을 각각 5분과 10분 경과 후에 90% 이상의 박리율과 회복률을 보이는 최저농도를 적정 마취농도로 추정하였다.

이러한 내용을 토대로 하여 요소비료의 적정마취 농도를 추

Table 1. Time for 90% exfoliation and recovery to young abalone treated with different urea concentrations

Concentration	Time for exfoliation (min.)			Time for recovery (min.)		
	14°C	20°C	25°C	14°C	20°C	25°C
6%	7	9	4	8	9	5
9%	2	3	2	9	6	5
12%	2	3	2	12	8	-
15%	1	1	1	13	9	-

정하면, 박리를 위한 적정 마취농도는 수온 14°C와 20°C에서의 6% 농도 실험구를 제외하고는 모든 조건에서 부합되는 결과를 보였다. 한편 회복 적정 마취농도는 수온과 용해농도에 따라서 달라지지만, 9%의 용해농도에서는 모든 수온조건에서 적정 마취농도 적용이 가능하였다. 한편 6%의 용해농도에서는 수온 20°C와 25°C에서, 그리고 12%와 15%의 농도에서는 수온 14°C와 25°C 조건의 실험구에서는 적용되지 않았다. 그러나 수온 20°C와 6%의 용해농도에서는 어느 조건이든 적정 회복농도와 부합되는 결과를 보였다(Fig. 3, 4, 5).

종합적으로 요소비료의 적정 마취농도는 Table 1에서 보는 바와 같이 용해농도 9% 조건에서 박리 및 회복에 필요한 최저 농도의 조건에 부합되는 결과를 나타냈다.

## 요 약

전복 치패를 부착기질로부터 분리시키는 박리는 전복양식에 있어서 치패의 선별과 밀도 조절을 위해 필수적인 작업이다. 현재 물리적인 방법과 마취제를 이용한 방법이 개발되어 있으나 치패의 손상이 없는 마취제에 의한 박리가 보다 효과적인 것으로 판단되고 있다. 따라서 본 연구는 요소비료( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ )를 마취제로 이용하여 요소비료의 농도와 수온 등 물리적 요인이 까막전복 *Haliotis discus*의 박리율과 회복률에 미치는 영향을 조사함으로써 경제적이며 효과적인 박리 기술을 개발하고자 하였다.

실험 결과 9~15%의 요소비료를 해수에 용해시키고 이를 자연 해수와 동일한 수온으로 상승시킨 후 박리를 실시하였더니 3분 이내에 97% 이상이 박리되었으며 치패의 회복률도 역시 높았다. 또한 요소비료 농도와 수온은 높을수록 박리율도 높았으나 치패의 회복률은 낮았다.

결론적으로 본 연구를 통하여 농업용 요소비료를 전복의 박리에 사용할 수 있음을 확인하였으며, 다른 종류의 전복에서도 본 기술의 적용이 가능할 것으로 생각되며, 본 기술은 현재 사용되고 있는 모든 전복 박리방법이나 전복 마취제로 쓰이는 화

학약품을 대체할 수 있는 방법으로 판단된다.

## 참고문헌

- Ball, J. N. and P. N. Cowen, 1959. Urethane as a carcinogen and as an anaesthetic for fishes. *Nature*, **184**: 370.
- Ball, J. N. and W. J. Mendel, 1970. Effects of lidocaine on the electrophysiological properties of ventricular muscle and Purkinje fibers. *J. Clin. Invest.*, **49**: 63-67.
- Choi, S. D., S. C. Cheong, H. J. Kim, Y. G. Gong, J. M. Paek and K. J. Choi, 1997. Study on exfoliation and recovery of anesthetized young abalones, *Haliotis discus hannai* treated with ethyl-*p*-aminobenzoate and freshwater in different temperatures of sea water. *J. of Aquaculture*, **10**(3): 281-288.
- Kasai K., T. Arima and M. Saitho, 1987. Effect of ethyl-*p*-aminobenzoate on exfoliation for young abalones. *Suisanzoshoku*, **35**(1): 43-46.
- Kim, D. S., I. C. Bang, S. H. Chun and Y. H. Kim, 1988. Effects of the anaesthetic lidocaine on some fishes. *Bull. Kor. Soc. Fish Pathol.*, **1**(1): 59-64.
- Schnick, R. A. and F. P. Meyer, 1978. Registration of thirtythree fishery chemicals: status of research and estimated costs of required contract. *Inverst. Fish Control*, **17**: 140 pp.
- Siwicki, A., 1984. New anaesthetic for fish. *Aquaculture*, **38**: 171-176.
- Sugiyama, M. and Y. Tanaka, 1982. Application of  $\text{CO}_2$  anesthetic method for the exfoliation of young abalone from collector. *Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture*, **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附着面からはく薄離について. *水産増殖*, **17**(2): 89-95.
- 小畑千賀志·高橋 寛, 1981. 파라아미노安息香酸에틸에 의한 아와비類稚貝痲酔薄離. *水産増殖*, **35**(1): 43-46.

원고접수 : 2003년 1월 7일

수정본 수리 : 2003년 8월 1일

책임편집위원 : 전중균