

돌기해삼(*Apostichopus japonicus*)의 보관 후 회복 가능성 파악을 위한 외상 및 형태학적 변화의 관찰

김태익 · 손맹현* · 조재권** · 진영국†

(†국립수산과학원 남해수산연구소 · *국립수산과학원 수산방역과 · **국립수산과학원 양식관리과)

Observation of External Injury and Morphological Movement for Analysis of Recovery Possibility after Storage of the Juvenile Sea Cucumber, *Apostichopus japonicus*

Tae-Ik KIM · Maeng-Hyun SON* · Jae-Kwon CHO** · Young-Guk JIN†

(†South Sea Fisheries Research Institute, NIFS · *Fish Disease Control Division, NIFS · **Aquaculture Management Division, NIFS)

Abstract

The observed external injury, movement and survival rate according to storage and recovery of the juvenile sea cucumber, *Apostichopus japonicus* (wet weight 1.0±0.2 g). The investigated application possibility of external injury (grade I~IV) and movement variation (buccal tentacle, motion, obversion, movement) for estimate of survival rate. The survival rate was observed through the recovery after storage of the sea cucumber in various water temperature (10, 15, 20, 25°C) and hours (3, 6, 12, 24 hour). Grade of external injury lower in the 24 hour experiment group of 20°C water temperature and 12 hour experiment group of 25°C water temperature. Buccal tentacle and movement strong related survival rate and external injury. In the case of 20°C water temperature, survival rate was observed decrease 24 hours experiment. 25°C water temperature was high to 6 hours but 12 hours experiment group observed decrease of the survival rate. The lethal time (LT10) of the juvenile sea cucumber was 15.73 hours (20°C) and 5.57 hours (25°C). The results of this study provided various measurement method of survival rate according to transportation of the juvenile sea cucumber for release.

Key words : *Apostichopus japonicus*, Storage, External injury, Movement, Survival

I. 서론

해삼은 세계적으로 1,500종 이상이 분포하고 있으며 (FAO), 해저면의 빨 등에서 유기물을 섭취함으로써 퇴적물을 정화해주는 잔사식 (detritivore) 생물이다. 그 중 국내에는 경제적 가치가 높은

돌기해삼 (*Apostichopus japonicus*) 이 주로 분포하고 있으며, 해삼의 생산은 별도의 양식 없이 자연 발생된 개체나 인공종묘의 방류 후 채 포획에 주로 의존하고 있다. 국내 해삼의 생산은 2004년부터 본격적으로 방류사업을 시작하여 2007년에 2,936톤까지 증가하였다. 하지만 2011년에 2,351

† Corresponding author : 061-690-8976, jyg4jj@korea.kr

※ 이 연구는 국립수산과학원 남해수산연구소 “전북 가두리 양식 생산성 향상 및 표준화 연구” (R2016006) 과제 의 일환으로 추진되었습니다.

톤, 2015년에 2,211까지 생산량이 감소하였다 (Fisheries Information Service, MOF). 이는 종묘 방류를 위한 운송 중 스트레스에 의한 저항력 약화, 방류해역의 환경학적 차이, 어린 개체들의 무분별한 남획 등 여러 가지 요인들이 원인일 수 있다.

해산 동물의 방류는 종묘의 생산지와 방류해역이 다르기 때문에 운송이 불가피하며, 운송 시 나타나는 다양한 스트레스는 여러 해양 무척추동물들에게 있어 생존율 감소의 주요 요인이 될 수 있다(Shepherd et al., 2000 ; Heasman et al., 2003). 더욱이 방류 후에는 생존율의 관찰이 매우 어렵기 때문에 다양한 생물 종에 따른 적정 운송조건을 밝히는 것은 방류 종묘의 초기 생존율 향상과 매우 밀접한 관련이 있다.

해삼 종묘의 운송이 생존에 미치는 영향에 대한 연구는 국외의 경우 *Holothuria scabra*(Purcell et al., 2006) 등 일부에 지나지 않는다. 국내의 경우도 상업적 가치가 높은 돌기해삼이 주로 분포하고 있음에도 불구하고 유생의 성장(Lee and Park, 1999), 생식(Park et al., 2007), 성장(Seo et al., 2009) 등이 단편적으로 보고되고 있을 뿐 운송조건이나 운송에 따른 영향 등에 관련된 보고들은 찾아보기가 쉽지 않다.

이에 본 연구에서는 돌기해삼을 다양한 온도에서 보관 후 이들의 회복 가능성을 판별하는데 있어 외상 및 각 부위의 움직임 변화를 적용할 수 있는지 파악하였고, 방류종묘의 초기 생존율 향상에 기초자료를 제공하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

실험에 사용된 돌기해삼은 2011년 10월 10일에 전라남도 완도군의 종묘생산업체에서 구입하여 700 L(200×90×55 cm) FRP수조에서 수온 18±0.5℃, 염분 32±0.3 psu에서 유수식으로 4주간 순치

하였다. 먹이는 수입 분말사료를 1일 1회 해삼 체중의 3%를 공급하였고, 실험 시작 24시간 전부터는 먹이를 공급하지 않았다. 순치된 해삼은 뜰채를 이용하여 실온에서 1분 동안 해수를 자연배출 시킨 후 습중량을 측정하였으며, 그 중 습중량 1.0±0.2 g, 480개체를 선별하여 실험에 사용하였다.

2. 실험방법

가. 보관

보관온도는 Multi-room incubator(JSResearch Inc., JSMI-04, Korea)를 이용하여 10, 15, 20, 25℃로 설정하였다. 직접적인 열전달 방지를 위해 incubator 안에 5 L 원형 아크릴 수조를 넣었으며, 수조에 2 L의 증류수를 채운 후 그 안에 HOBO tidbit V2 Temp Logger(UTBI-001) 연속수온측정기를 넣어 7일간 수온이 일정하게 유지되는지 확인하였다. 예비실험 결과 수온은 각 온도 설정 구간에서 ±0.2℃ 이하의 항온조건을 유지하였다.

실험에 사용된 돌기해삼은 지퍼백(18×20 cm, Cleanwrap, Korea)에 해수 없이 실험구별로 10개 채씩 넣은 다음 incubator안의 원형 아크릴 수조에 수용하였다. 보관시간은 3, 6, 12, 24 시간이었고, 3반복 실험을 하였다. 보관시간이 끝나면 수온 18℃, 염분 32 psu인 해수가 담긴 bat에 수용하였다.

나. 보관 온도별 외상의 조사

보관 후 해수가 담긴 bat에 수용하였고, 사망 및 외상이 있는 개체들을 관찰하기 위해 <Table 1> 과 같이 정상(grade I), 피부손상(grade II), 내장배출(grade III) 및 사망(grade IV)으로 등급을 정한 후 상수값을 대입하였으며, 그 평균값을 기재하였다. 정상은 외부손상이 없이 체표가 온전한 상태, 피부손상은 체표가 벗겨져 내부 근육조직이 보이는 상태, 내장배출은 체표의 이상 없이 향문으로 내장이 배출된 상태 그리고 사망은 개체의 움직임이 1시간 이상 없거나 체표가 녹아

그 형태를 유지할 수 없는 상태를 기준으로 하였다.

다. 부위별 움직임

외상의 확인이 끝난 후 생존개체들(grade I-III)을 해수가 담긴 bat 안에서 뒤집어 놓은 다음 부위별 움직임을 1시간 동안 관찰하였다. 부위별 움직임은 촉수 움직임, 촉수를 제외한 몸의 움직임, 뒤집기 및 이동을 관찰하였고, 처음 반응하기 시작한 시간을 디지털 타이머를 이용하여 기록한 후, <Table 2> 와 같이 10분 간격으로 6에서 1까지 상수를 역으로 대입하였다.

라. 생존율

보관 후 외상과 부위별 움직임의 관찰이 끝난 개체들은 수온 18℃, 염분 32 psu 해수가 담긴 3 L 유리비커에 수용하였으며, 5일 동안 생존여부를 관찰하였다. 사망개체의 판별은 외상의 관찰에서 적용한 기준을 따랐다. 해수는 매일 1회 전량 환수하였으며, 먹이공급과 포기는 하지 않았다. 생존율은 사망개체를 매일 관찰하여 누적사망률을 구한 후 이를 생존율로 환산하였다.

마. 통계분석

보관 온도 및 시간에 따른 차이는 SPSS 10.0(SPSS, Inc., Chicago, IL) 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 외상 및 움직임의 차이는 일원배치 분산분석 후 사후검정(Tukey)을 하였으며, 생존에 따른 치사시간(lethal time; LT)은 probit model을 이용하여 LT10을 구하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 보관 온도별 외상

각 온도별 보관 후 나타난 돌기해삼의 외상 상수값은 <Table 3> 과 같이 보관 6시간까지는 모든 실험구에서 사망, 내장 배출 및 피부손상을 보인 개체들이 발견되지 않았다(grade I; 3.0±0.0). 그 후 10℃에 보관중인 돌기해삼은 12시간째

2.9±0.3, 24시간째 2.8±0.4로 낮아졌으며, 15℃에 보관중인 돌기해삼은 24시간째 2.7±0.5로 낮아졌다. 10℃와 15℃에서 관찰된 돌기해삼의 외부 상처는 주로 표피가 일부 벗겨진 증상을 보였다. 20℃에 보관중인 돌기해삼은 보관 12시간째까지는 아무런 상처가 없었지만, 보관 24시간째 내장이 배출되거나 표피가 벗겨지는 증상을 주로 보이고 있었으며(grade II-III), 이때의 상수값은 2.2±0.8을 나타냈다(P <0.05). 25℃에 보관중인 돌기해삼은 보관 12시간째 grade II-III의 증상이 주로 관찰되었으며(2.6±0.7), 24시간 보관한 돌기해삼은 전부 사망하였다(grade IV).

2. 각 부위별 움직임

10, 15, 20 및 25℃에 보관 후 1시간 동안 관찰된 돌기해삼의 촉수 움직임은 [Fig. 1]과 같이 보관 전과 비교해 10℃와 15℃ 모든 보관시간, 20℃에서 3, 6, 12시간 그리고 25℃의 3, 6시간의 경우 5.2 이상을 나타냈다. 하지만 20℃에서 24시간은 1.0, 25℃의 12시간은 3.7로 유의적 차이를 보였다(P <0.05). 촉수를 제외한 몸의 움직임 및 뒤집기는 20℃ 24시간째 각각 3.0, 0.7로 다른 실험구들(각각 5.4, 4.1 이상)과 차이를 보였다(P <0.05)[Figs. 2 and 3]. 이동의 경우 [Fig. 4]와 같이 10℃의 경우 4.7 이상, 15℃의 경우 5.1 이상을 보였으며, 20℃의 경우 12시간까지는 4.3 이상을 보이다가 24시간째 0.2로 급격히 낮아졌다(P <0.05). 25℃의 경우는 6시간까지는 4.2 이상을 보이다가 12시간째 3.8로 낮아져 다른 실험구들과 차이를 보였다(P <0.05).

3. 생존율

10℃와 15℃에 보관된 돌기해삼은 24시간 동안 보관 중에도 생존율에 변화가 없었으며, 보관 후 5일 동안 회복하는 과정에서도 사망개체가 관찰되지 않았다[Fig. 5]. 20℃의 경우 [Fig. 6]에서 보는 바와 같이 12시간까지 보관된 돌기해삼은 보

돌기해삼(*Apostichopus japonicus*)의 보관 후 회복 가능성 파악을 위한 외상 및 형태학적 변화의 관찰

관 중이나 보관 후 회복과정을 거치는 동안 사망 개체가 나타나지 않았다. 하지만 24시간 동안 보관된 돌기해삼은 보관 중에는 사망개체가 관찰되지 않았으나, 회복 2일째부터 생존율의 감소를 보였으며, 회복 4일째에 전 개체가 사망하였다. 25°C의 경우 [Fig. 7]과 같이 3시간 동안 보관된 돌기해삼은 생존율에 변화를 보이지 않다가 회복 5일째에 일부 사망개체가 나타났으며, 6시간 동안 보관된 돌기해삼은 보관 및 회복과정 모두 사망개체가 관찰되지 않았다. 12시간 동안 보관된 돌기해삼은 보관 및 회복 2일까지는 별다른 변화

를 보이지 않다가 회복 3일째 생존율이 80%로 감소하기 시작하였으며, 회복 5일째에 40%의 낮은 값을 보였다. 24시간 동안 보관된 돌기해삼은 보관 중 전 개체가 사망하였다.

돌기해삼 종묘의 보관 온도와 시간에 따른 치사시간(LT10)은 25°C에 보관된 개체의 경우 5.57시간으로 나타났으며, 이는 20°C의 15.73시간 보다 약 2.8배 짧았다. 하지만 20°C와 25°C에서 21시간이 경과하면 거의 모든 개체가 사망하는 것으로 나타났다.

<Table 1> Grade and scoring criteria of external injury of the juvenile sea cucumber, *Apostichopus japonicus* according to storage

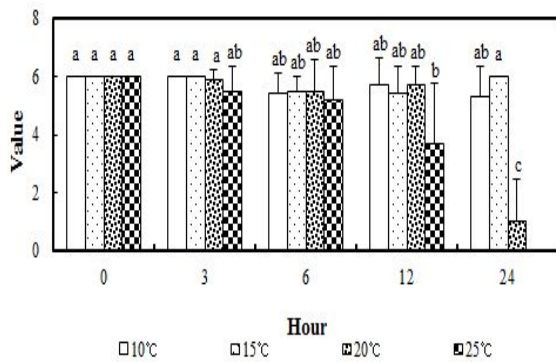
External injury	Normal	Skin exfoliation	Release of internal organs	Death
Grade	I	II	III	IV
Scoring	3	2	1	0

<Table 2> Scoring criteria(minute) to activity after storage of the juvenile sea cucumber, *Apostichopus japonicus*

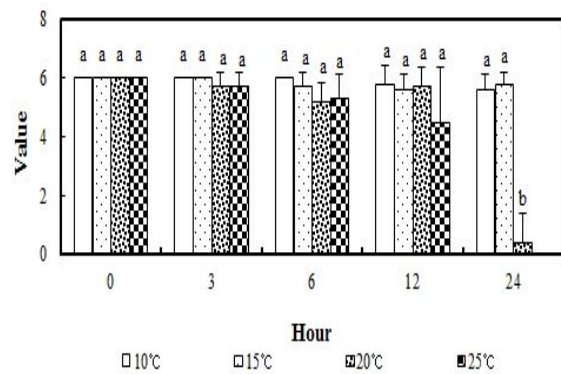
Minute	Activity			
	Buccal tentacle	Obversion	Motion	Movement
0-10	6	6	6	6
11-20	5	5	5	5
21-30	4	4	4	4
31-40	3	3	3	3
41-50	2	2	2	2
51-60	1	1	1	1

<Table 3> Value according to external injury of the juvenile sea cucumber, *Apostichopus japonicus*

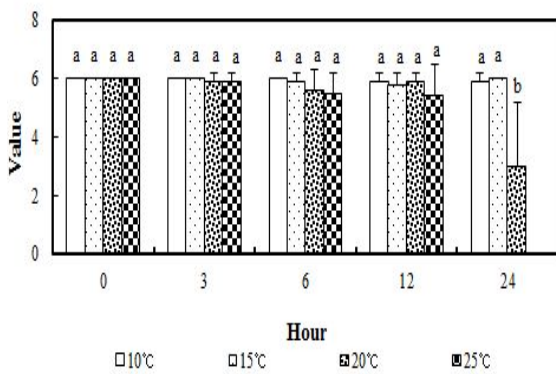
Storage time (hour) \ Temperature	0	3	6	12	24
10°C	3.0±0.0 ^a	3.0±0.0 ^a	3.0±0.0 ^a	2.9±0.3 ^{ab}	2.8±0.4 ^{ab}
15°C	3.0±0.0 ^a	3.0±0.0 ^a	3.0±0.0 ^a	3.0±0.0 ^a	2.7±0.5 ^{ab}
20°C	3.0±0.0 ^a	3.0±0.0 ^a	3.0±0.0 ^a	3.0±0.0 ^a	2.2±0.8 ^b
25°C	3.0±0.0 ^a	3.0±0.0 ^a	3.0±0.0 ^a	2.6±0.7 ^{ab}	0.0±0.0 ^c



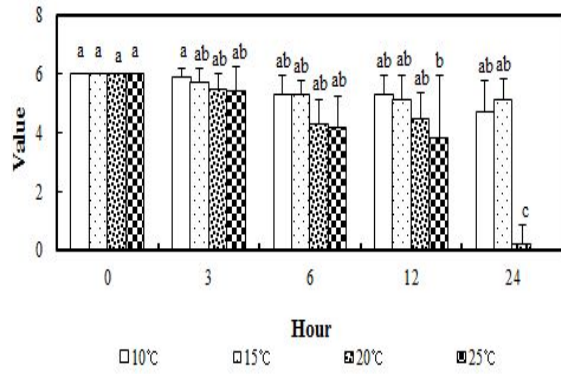
[Fig. 1] Movement of buccal tentacle according to storage water temperature and hour of the juvenile sea cucumber, *Apostichopus japonicus*.



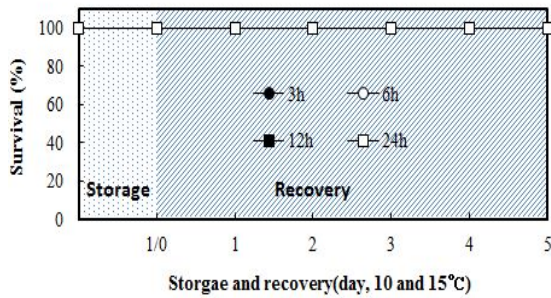
[Fig. 3] Obversion according to storage water temperature and hour of the juvenile sea cucumber, *Apostichopus japonicus*.



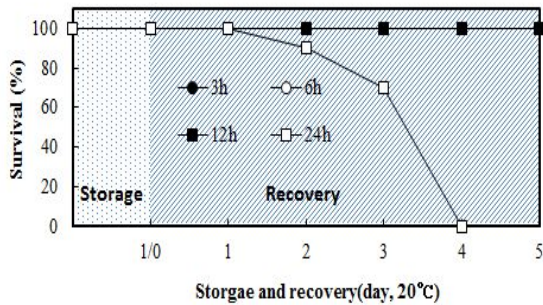
[Fig. 2] Motion of body according to storage water temperature and hour of the juvenile sea cucumber, *Apostichopus japonicus*.



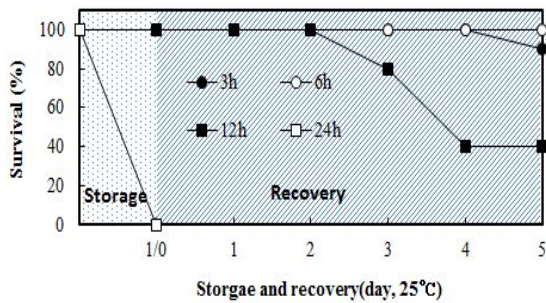
[Fig. 4] Movement of body according to storage water temperature and hour of the juvenile sea cucumber, *Apostichopus japonicus*.



[Fig. 5] Survival rate according to recovery time after storage of the juvenile sea cucumber, *Apostichopus japonicus* (10°C and 15°C water temperature).



[Fig. 6] Survival rate according to recovery time after storage of the juvenile sea cucumber, *Apostichopus japonicus* (20°C water temperature).



[Fig. 7] Survival rate according to recovery time after storage of the juvenile sea cucumber, *Apostichopus japonicus* (25°C water temperature).

IV. 고찰

해양무척추동물의 운송은 주로 온도조절을 기본으로 한 상태에서 해수를 포함한 운송, 축축한 스펀지를 이용한 운송, 개체 단독 운송 등 다양한 방법이 있다(Heasman et al., 2003 ; Purcell et al., 2006). 또한 그 필요에 따라 다양한 거리를 이동하게 되며, 이는 곧 종의 크기 및 상태, 운송 방법, 이동 거리, 방류지의 환경 등 여러 가지 조건에 따라 생존율에 영향을 미친다. 특히 높은 수온은 운송과정 중 해수의 화학적 변화를 일으킴과 동시에 체내 암모니아 배출을 높이는 등 생물에게 치사 및 아치사 영향을 주기 때문에, 일부 해양무척추동물에게 있어서는 차가운 스펀지 등의 매개물을 이용하여 운송하는 방법이 이용되고 있다(Dobson, 2001 ; Heasman et al., 2003). 이는 해수의 화학적 변화로 인해 생물이 받는 스트레스를 감소시킬 수 있지만 비정상적 행동의 한 원인으로 작용하기도 하며(Van der Meeren, 1991), 운송과정 중 흔들림으로 인해 스트레스가 증가하는 요인이 되기도 한다(Estudillo and Duray, 2003).

일반적으로 해삼은 전중 1 g 또는 전장 2 cm 정도 되었을 때 자연적으로 저면에서 활동하기 시작하기 때문에(Mercier et al., 2000), 방류종묘의 크기는 사육 경비 등의 경제적 부담을 고려하여 전중 1 g 전후에서 정해지는 경우가 많다. 운송 역시 다른 해양무척추동물들의 운송과 비슷하게 해수를 포함하거나 아니면 개체들만 따로 포장하여 운송하는 방법이 주로 이용되며, 운송 중 발생하는 여러 가지 요인으로 인해 해삼의 종묘는 보통 24시간 이내에 운송되어야 한다(Uthicke and Purcell, 2004).

Purcell et al. (2006)은 열대해역에 서식하는 *Holothuria scabra*를 이용한 운송실험에서 해삼 종묘의 운송은 차가운 해수가 포함된 실험구에서 스트레스가 가장 적으며, 생존율 역시 양호하게

나타나는 것으로 보고하였다. 본 연구에서 나타난 해삼 종묘의 생존율은 Purcell et al. (2006)처럼 해수를 포함하고 있지 않고, 서식해역의 차이가 존재하지만, 다른 해양무척추동물들과 마찬가지로 낮은 수온에서 높게 나타났으며, 수온이 높고 시간이 경과할수록 감소하는 것으로 나타났다. 본 실험에서 각 온도별로 도출된 치사시간(LT)은 방류종묘의 운송에 있어 생존율을 높이는 기초자료로서 현장에서 적용이 가능할 것이다.

본 실험에서 관찰된 돌기해삼의 외상정도는 저수온에서는 주로 표피가 벗겨지는 현상이 관찰되었으나, 이는 생존율에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 하지만 20℃ 이상의 수온에서는 시간이 경과할수록 다양한 증상이 나타났으며, 저수온과는 다르게 표피의 벗겨짐 현상도 생존율에 영향을 주는 것으로 관찰되었다. 이와 같은 현상은 해수 없이 운송했을 시 개체들과의 부딪힘 등으로 인해 고수온에서 발생한 외상이 회복되지 못하여 나타나는 것으로 생각되나 추후 다양한 운송실험을 적용한 비교를 한다면 보다 정확한 결론을 내릴 수 있을 것이다.

척추동물 뿐 만 아니라 해삼을 포함한 무척추동물 역시 어린 시기에는 저항력이 낮아 다른 포식동물에 의해 포식될 확률이 높으며, 이는 방류종묘에서 더 높게 나타난다(Schiel and Welden, 1987 ; Dance et al., 2003). 따라서 운송 중 약해진 종묘의 저항력을 회복과정을 거쳐 방류한다면 생존율을 높일 수 있지만(Mercier et al., 1999), 여러 가지 여건으로 볼 때 쉽지는 않다. 본 연구에서 관찰한 돌기해삼의 부위별 움직임 변화는 촉수를 제외한 몸의 움직임과 뒤집기의 경우 생존율과 비교해 보았을 때 극히 일부분을 제외하고 이용가치가 적었다. 하지만 촉수의 움직임과 이동은 외상 정도 및 생존율의 저하와 관련성을 보여 이들 지표를 통해 방류 종묘의 생존과 회복 여부를 간접적으로 빠르게 판단할 수 있을 것으로 생각된다. 이와 더불어 생리, 병리, 방류지의 생태학적 특성 등 다양한 분야와의 융합 연구가

이루어진다면 지표의 정확도 뿐 만 아니라 방류종묘의 초기 생존율을 높이는데 매우 중요한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

V. 요약

돌기해삼 종묘의 보관에 따른 외상, 부위별 움직임 및 생존율을 관찰하였다. 10, 15, 20 및 25℃에 종묘를 3, 6, 12, 24시간 보관 후 회복과정을 통해 생존율을 관찰하였고, 이를 위해 외상 정도와 네 가지 부위별 움직임 변화(촉수 움직임, 촉수를 제외한 몸의 움직임, 뒤집기, 이동)를 적용할 수 있는지 검증하였다. 외상정도는 20℃에서 24시간 실험구와 25℃의 12시간 실험구에서 각각 2.2 ± 0.8 , 2.6 ± 0.7 로 낮게 나타났다. 부위별 움직임 변화는 촉수의 움직임과 이동 여부 항목에서 생존율 및 외상 정도와 관련성을 보였다. 생존율은 보관 온도 10℃와 15℃ 실험구에서는 24시간까지, 20℃는 12시간까지 그리고 25℃에서 6시간까지는 변화가 없었다. 돌기해삼 종묘의 보관 온도에 따른 치사시간(LT10)은 20℃의 경우 15.73시간 이었으며, 25℃의 경우 5.57시간 이었다. 본 연구결과는 방류종묘의 운송에 따른 생존율을 간접적으로 파악할 수 있는 지표로서 적용 가능할 것이다.

References

- Dance, S. K. · Lane, I. and Bell, J. D.(2003). Variation in short-term survival of cultured sandfish, *Holothuria scabra* released in mangrove-seagrass and coral reef flat habitats in Solomon Islands. *Aquaculture*, 220, 495~505.
- Dobson, G.(2001). An improved method of packing to minimise mortality in juvenile trochus during transport. *SPC. Tro. Infor. bull.*, 8, 22~23.
- Estudillo, C. B. and Duray, M. N.(2003). Transport of hatchery-reared and wild grouper larvae, *Epinephelus* sp. *Aquaculture*, 219, 279~290.

- FAO, 2012. Commercially important sea cucumbers of the world. FAO species catalogue for fishery purposes No. 6.
- Fisheries information service. Ministry of oceans and fisheries. <http://www.fips.go.kr>.
- Heasman, M. · Chick, P. · Savva, N. · Worthington, D. · Brand, C. · Gibson, P. and Diemar, J.(2003). Enhancement of populations of abalone in NSW using hatchery-produced seed. NSW. Fish Cronulla. Australia, 262pp.
- Lee, C. S. and Park, Y. J.(1999). Influence of food and density on the growth and survival of sea cucumber, *Stichopus japonicus*. J. Aquaculture, 12, 39~45. (in Korean)
- Mercier, A. · Battaglione, S. C. and Hamel, J. F.(1999). Daily burrowing cycle and feeding activity of juvenile sea cucumbers, *Holothuria scabra* in response to environmental factors. J. Exper. Mar. Biol. Ecol., 239, 125~156.
- Mercier, A. · Battaglione, S. C. and Hamel, J. F.(2000). Settlement preferences and early migration of the tropical sea cucumber, *Holothuria scabra*. J. Exper. Mar. Biol. Ecol., 249, 89~110.
- Park, K. J. · Park, Y. J. · Kim, S. K. · Choi, S. D. · Kim, Y. G. and Choi, N. H.(2007). Histological study on the reproductive cycle of *Stichopus japonicus* in the West coast of Korea. J. Aquaculture, 20, 26~30. (in Korean)
- Purcell Steven, W. · Blockmans Bernard, F. and Agudo Natacha, N. S.(2006). Transportation methods for restocking of juvenile sea cucumber, *Holothuria scabra*. Aquaculture, 251, 238~244.
- Schiel, D. R. and Welden, B. C.(1987). Responses to predators of cultured and wild red abalone, *Haliotis rufescens* in laboratory experiments. Aquaculture, 60, 173~188.
- Seo, J. Y. · Kim, D. G. · Kim, G. U. · Cho, S. S. · Park, H. G. and Lee, S. M.(2009). Effect of different substrates in the rearing tank on growth and body composition of juvenile sea cucumber, *Apostichopus japonicus*. J. Aquaculture, 22, 118~121. (in Korean)
- Shepherd, S. A. · Preece, P. A. and White, R. W. G.(2000). Tired nature's sweet restorer? Ecology of abalone, *Haliotis* spp. stock enhancement in Australia. In: Campbell, A. (ed), Workshop on rebuilding abalone stocks in British Columbia. Can. Spec. Pub. Fish. Aqua. Sci., 130, 84~97.
- Uthicke, S. and Purcell, S.(2004). Preservation of genetic diversity in restocking of the sea cucumber, *Holothuria scabra* planned through allozyme electrophoresis. Can. J. Fish. Aqua. Sci., 61, 519~528.
- Van der Meeren, G. I.(1991). Out-of-water transportation effects on behaviour in newly released juvenile atlantic lobsters, *Homarus gammarus*. Aqua. Eng., 10, 55~64.
-
- Received : 11 May, 2016
 - Revised : 20 June, 2016
 - Accepted : 30 June, 2016