

홍합 *Mytilus coruscus*과 지중해담치 *Mytilus edulis*의 부착 비교

위중환, 김형신¹, 김종현², 장영진³, 정민민^{4*}

경상북도수산자원개발연구소, ¹제주대학교 기초과학연구소,
²국립수산과학원 남해수산연구소 어류육종연구센터, ³부경대학교 양식학과, ⁴국립수산과학원 제주수산연구소

Attachment of Hard Shelled Mussel, *Mytilus coruscus* and Blue Mussel, *Mytilus edulis*

Chong-hwan Wi, Hyeung-sin Kim¹, Jong-hyun Kim², Young-jin Chang³ and Min-min Jung^{4*}

Gyeongsangbukdo Fishery Resources Development Institute, Gyeongsangbukdo 766-850, Korea

¹Research Institute for Basic Science, Cheju National University, Jeju-do 690-756, Korea

²Fish genetics and Breeding Research Center, South Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, 656-842, Korea

³Department of Aquaculture, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

⁴Jeju Fisheries Research Institute, NFRDI, Jeju-do 699-800, Korea

In this study, the reattachment processes of small and medium size of spot of *Mytilus coruscus* and *M. edulis* were observed. The small spats (Shell length, SH, 3~7 mm) of hard shelled mussel, *M. coruscus* showed 100% reattachment rate within 7 minutes after the detachment of byssus thread and 100% survival rate. While large spats (SH, 25 mm) showed 85% reattachment rate within 5 hours and 100% survival rate for 24 hours. The reattachment rate of *M. edulis* (SH, 30 mm) was higher than that of *M. coruscus* (SH, 28 mm). The thread consisted of three identifiable structures; adhesive disc, adhesive thread and adhesive root. The adhesive disc and adhesive thread of *M. coruscus* were larger and thicker than those of *M. edulis*, whereas the thickness of adhesive root was the other way round. Further studies are required to identify the relationship between the structure of byssus thread and attachment ability. This study suggests that the sizes of spats could be an important factor in determining the timing of removing and reattaching mussel seedling for aquaculture or releasing to the sea.

Keywords: Attachment, Mussel, *Mytilus coruscus*, *Mytilus edulis*, Thread

서론

부착성 조개류인 담치류가 발(부족, foot)에서 족사를 분비하여 각종 기질에 부착하는 것은 널리 알려진 사실이며 이때 발이 발달하기 시작하는 유생의 크기는 각장 195~210 μm 로 부유생활을 하던 담치류의 유생이 기질에 부착하는 시기이다 (Carriker, 1961). 한편 발의 기부에서 분비된 족사의 종류는 표류용 족사(drifting thread)와 부착용 족사(attachment thread)가 있는 것으로 알려져 있다(Lane et al., 1985).

Sigurdsson et al. (1976)와 Blok and Tan Mass (1977)는 표류용 족사가 갖는 점성의 힘에 의해 수중에 뜨거나 수류에 의해 표류하며, 이러한 표류기능은 각장 2.0~2.5 mm에 이르기까지 보유하고 있는 것으로 알려져 있으며, Lane et al. (1982; 1985)의 보고에 의하면 표류용 족사의 분비는 각장 2 mm까지의 어린 치패의 표류능력을 촉진시키며 아울러 자연계에서 이

들 치패가 분산하여 종족을 유지하는데 매우 중요한 수단이 될 수 있다고 언급하였다. 그리고 부착용 족사는 그 끝이 고착반으로 되어 있어 고착반이나 다른 조직들이 없는 표류용 족사와는 형태나 기능면에서 크게 다르다고 하였다(Lane et al., 1985).

중요한 수산 증·양식 대상 생물의 하나인 담치류의(특히 홍합) 자연 채묘한 치패를 이용하여 자원조성을 목적으로 바다에 방류하거나 연근해에서 수하식 양식을 하는 경우, 종묘를 취급하거나 이용하여야 한다. 이때 활력이 높은 자연서식처의 치패를 훑어 잡거나 인공채묘기에 붙은 치패를 떼어낸 후 연안에 방류하거나 또는 양식시설에 재 부착 작업을 할 때 홍합을 비롯한 담치류는 어떻게 부착하며, 재 부착과정은 어떤지 부착용 족사의 부착생태에 대하여 알고 있다면 산업적인 측면에서 경제성 높은 양식이 가능할 것이다. 그리고 이 연구에서 실험용 치패의 크기는 각장 2 mm 이상으로 설정하였는데 이 기준은 각장 2 mm 정도가 되면 표류용 족사를 분비하며(Lane et al., 1982) 수하식 양식시설에서도 2 mm 크기의 어린 종묘를 이용하기 때

*Corresponding author: jungminmin@hanmail.net

문이다(Gosling, 1992).

이 연구에서는 홍합, *Mytilus coruscus*과 지중해담치, *M. edulis* 치패의 크기별 부착용 족사의 재 부착 과정을 관찰하고 재 부착에 소요되는 시간, 부착률 및 생존율을 조사하였다. 또한 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 홍합과 지중해담치 족사의 외 부형태를 관찰하였다.

재료 및 방법

족사의 재 부착 실험

실험재료는 2001년 4월 자연산 어미로부터 인공 채란하여 실내 사육한 홍합 치패와 여수 가막만의 어류용 해상가두리 인공에서 채취한 지중해담치 치패를 이용하였다. 실험용 홍합 치패의 크기는 소형 치패중의 크기 구분을 세밀화하기 위하여 실험에 사용한 치패의 크기 범위를 평균의 10% 이내로 선별하여 선택하였다. 평균 각도가 각각 3.14 ± 0.28 mm (n=10), 5.12 ± 0.25 mm (n=10), 7.08 ± 0.11 mm (n=10)의 3군의 소형 치패와 평균 각도 24.69 mm (n=20)의 중형 치패를 사용하였다. 그리고 홍합과 지중해담치의 부착비교 실험에 사용된 치패는 홍합이 평균 각도 28.0 mm였고, 지중해담치는 30.24 mm였다.

족사 부착 실험은 대량 사육시설의 부착기질(양파망)에 붙여 실내 사육한 홍합과 지중해담치의 치패를 해부용 가위를 이용하여 패각 쪽의 족사를 조심스럽게 제거하여 실험용 용기로 옮겨 수용한 후 부착행동과 시간을 측정하였다. 족사의 부착행동은 페트리디쉬($\phi 9 \times 2$ cm)에 여과해수를 채우고 치패를 개체별로 분리 수용하여 관찰하였다. 치패의 부착 확인은 족의 출현에 의해 최초 족사를 부착기질에 재 부착하는 시점을 기준으로 하였다. 홍합 소형 치패 실험의 경우 여과해수를 채운 페트리디쉬에 1 개체씩 수용, 치패 크기별로 10 개의 페트리디쉬를 사용하였으며, 수온 12°C 의 조건에서 초 단위 간격으로 부착시간을 측정하였다.

그리고 홍합 중형 치패의 부착 실험은 수온 20°C 전후에서 여과해수를 채운 스테인레스 재질의 금속 받드($45.5 \times 52 \times 8.1$ cm)에 치패를 함께 수용한 후 초 단위 간격으로 24시간 동안 각 개체의 부착시간을 측정하였다. 홍합과 지중해담치 중형 치패 부착 비교 실험은 수온 11°C 의 상태에서 동일한 용기를 사용하여 30분 간격으로 24시간 동안 각 개체의 부착률을 측정하였다.

주사전자현미경(SEM)을 이용한 족사의 외부 형태 비교

실험 재료는 2001년 남해수산연구소 패류연구센터에서 인공 채란에 의해 생산된 홍합의 치패와 여수 가막만의 어류용 해상가두리 인공에서 채취한 지중해담치를 실내 사육시설에서 사육하면서 족사의 관찰이 용이하도록 슬라이드글라스나 동일종 담치의 패각에 다시 부착을 유도하였다. 이때 깨끗한 관찰용 시료를 확보하기 위하여 족사 채취용 홍합과 지중해담치(각각 $20 \sim 30$ mm 범위)의 외부 패각을 깨끗이 세척 후 멸균해수를 사

용하여 부착과정을 관찰하였다.

주사전자현미경(Hitachi S-3500N)을 이용한 홍합과 지중해담치의 족사 관찰은 다음과 같은 방법으로 실시하였다. 먼저 채취된 족사를 증류수로 수세한 후 2.5%의 glutaraldehyde에서 1시간 전 고정하고 다음 1%의 osmic acid로 1시간 후 고정하고 각 처리단계에서 cacodylate buffer로 3~4회 수세하였으며 고정된 홍합과 지중해담치의 족사는 여러 농도의 ethanol에서 순차적으로 10~20분간 탈수 처리 후 하룻밤 방치하였다. 그리고 다음 날 acetate-iso-amile로 15분간 2회에 걸쳐서 치환 후 임계점 건조하고 gold 이온 코팅한 후 관찰하였다.

결 과

족사의 재 부착 실험

입체현미경을 이용하여 홍합 소형 치패의 부착 행동을 연속적으로 관찰한 결과 다음과 같은 순서로 족사를 분비하여 부착하는 것을 알 수 있었다. 먼저 분리 수용한 치패는 패각이 살짝 열리면서 족(foot)이 나와 움직여 부착기질의 표면을 살핀 후 족을 쭉 빼어 족의 선단을 부착 기질의 표면에 강하게 밀착한 다음 부착 면으로부터 탈족과 동시에 장타원형의 고착반을 가진 한 가닥의 섬유상 족사가 만들어져 부착하였으며 부착사를 서로의 패각에 붙이면서 군집을 이루었다(Fig. 1).

홍합 소형 치패(각각 3 mm, 5 mm 및 7 mm의 3가지 크기 군별 각 10 마리)와 중형 치패(각각 25 mm, 20 마리)를 대상으로 족사 분리 후 치패 크기별 시간경과에 따른 재 부착률 및 생존율을 조사한 결과는 Table 1과 2와 같다.

소형인 각각 3 mm 치패의 재 부착에 소요된 시간은 38초~6분 52초로 평균 3분 12초였고, 족사 분리 후 2분내에 50%, 7분내에 100%의 재 부착률을 보였으며 실험 종료시까지 모든 개체가 생존하였다. 각각 5 mm 치패의 재 부착에 소요된 시간

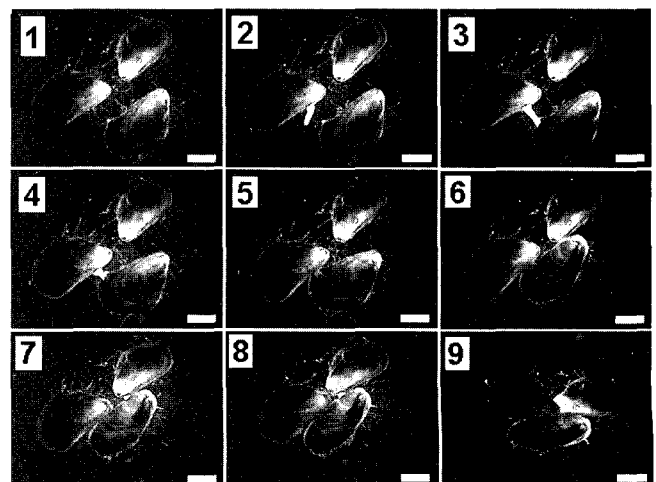


Fig. 1. The reattachment process (1→9) of small juvenile of *Mytilus coruscus* (scale bars=1 mm)

Table 1. Re-attaching rates, and survival rates of small seeds *Mytilus coruscus* according to process of time (SH: shell height)

Mean SH (mm)	No. of samples	Re-attaching rate (%)								overall
		time (min)								
		0-1	1.0-2	2.0-3	3.0-4	4.0-5	5.0-6	6.0-7		
3	10	30	20	10	0	10	0	30	100	
5	10	20	20	20	30	0	0	10	100	
7	10	20	10	20	40	0	0	10	100	

Table 2. Re-attaching rates, and survival rates of medium seeds *Mytilus coruscus* according to process of time (SH: shell height)

Mean SH (mm)	No. of samples	Re-attaching rate (%)					No. of attachment thread			Survival rate (%)
		time (min)					overall	range	average	
		0-60	60-120	120-180	180-240	240-300				
25	20	25	40	5	10	5	85	3~18	9	100

은 49초~6분 52초로 평균 2분 28초였고 2분내에 40%, 7분내에 100%가 재 부착하였으며 생존율은 100%였다. 각고 7 mm 치패의 재 부착에 소요된 시간은 46초~6분 14초로 평균 2분 52초였고 2분내에 30%, 7분내에 100%의 개체가 재 부착하였으며, 모든 실험 개체가 생존하였다. 결국 세 가지 크기의 홍합 소형 치패를 이용하여 재 부착에 소요되는 시간과 부착률 그리고 실험 종료시의 생존율을 비교한 결과 소형 치패 비교구 사이에는 유의한 차이를 관찰할 수 없었으며 모든 치패가 7분 이내에 재 부착하였고 100%의 생존율을 보였다.

홍합의 각고 25 mm 중형 치패 20 마리에 대한 족사 분리 후 재 부착률을 24시간 동안 관찰한 결과 재 부착 시간은 22분 5초~4시간 59분 35초로 평균 1시간 47분 9초이며 1시간내에 25%, 5시간 내에 85%의 재 부착률을 보인 후 나머지 개체는 부착하지 않았고 생존율은 관찰기간 동안 100%였다. 결국 홍합의 경우 각고 3~7 mm의 소형 치패는 각고 25 mm의 중형 치패에 비해 족사 분리 후 재 부착에 소요되는 시간 및 부착률이 빨랐다.

한편, 홍합(각고 28 mm)과 지중해담치(각고 30 mm)의 중형 치패의 시간 경과에 따른 재 부착률 및 생존율 조사 결과는 Table 3과 같다. 홍합과 지중해담치의 재 부착률은 족사 분리 후 1시간 내에 각각 33%, 60%, 5시간 내에 각각 73%, 73%의 재 부착률을 보인 이후 나머지 개체는 부착하지 않아 홍합과 지중해담치 모두 족사 분리 후 5시간 내에 대부분 부착하며 지중해담치가 홍합보다 비교적 빠르게 재 부착하는 것을 알 수 있었다.

주사전자현미경(SEM)을 이용한 족사의 외부 형태 비교
 관찰된 홍합과 지중해담치 족사의 외부형태 모식도를 Fig. 2

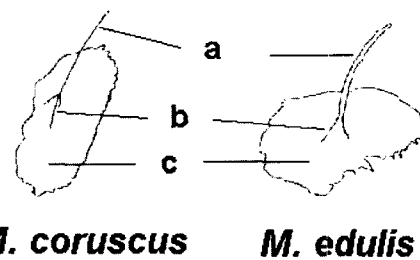


Fig. 2. The shape structures of attachment thread of two mussel species, *Mytilus coruscus* and *M. edulis*. a: buchak-julki (adhesion stalk), b: buchak-geun (adhesion core) and c: gochak-ban (stick disk).

에 나타내었다. 홍합과 지중해담치 족사의 외부형태는 다음과 같이 3부분으로 구분 가능하였는데 먼저 담치가 부착기질에 족사를 붙이기 위하여 만든 비교적 넓은 기부 부분(고착반: stick disk)과 고착반과 담치를 연결하는 실 모양의 줄기부분(부착줄기: adhesion stalk) 그리고 고착반과 부착줄기의 중간연결 부분(부착근: adhesion core)으로 관찰 가능하였다.

주사전자현미경을 이용하여 홍합과 지중해담치 족사의 외부 형태를 비교 관찰한 결과는 Fig. 3과 같다. 두 종간 족사의 외부 형태에는 뚜렷한 차이를 관찰할 수 있었다. 홍합의 족사는 가래떡을 어슷하게 썰어 놓은 모양인 장타원형 고착반의 형태를 취하고 넓실대는 너울 모양이 깊게 들어가는 부착근과 표면이 비교적 거친 두껍고 긴 부착줄기를 갖고 있었다. 지중해담치의 족사는 부정형의 넓게 퍼진 고착반을 가지며 부착근은 홍합의 너울 모양의 부착근과는 달리 매우 단조로운 형태였고 부착줄기는 비교적 가늘고 매끄러운 모양을 하고 있었다.

한편, 홍합과 지중해담치 족사의 각 부분 즉, 고착반, 부착줄

Table 3. Re-attaching rates, and survival rates of medium seeds *Mytilus coruscus* according to process of time (SH: shell height)

Species	Mean SH (mm)	No. of samples	Re-attaching rate (%)					No. of attachment thread			Survival rate (%)
			time (min)					overall	range	average	
			0-60	60-120	120-180	180-240	240-300				
<i>Mytilus coruscus</i>	28	30	33	10	13	10	7	73	1~13	4	100
<i>Mytilus edulis</i>	30	30	60	0	3	7	3	73	2~15	6	100

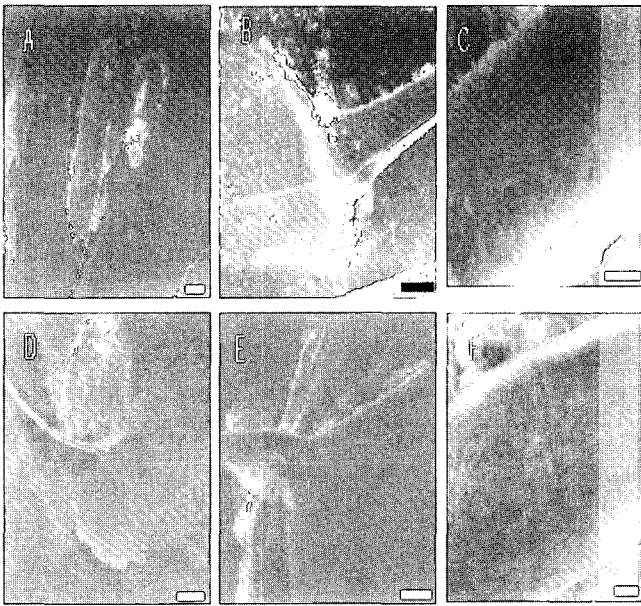


Fig. 3. Comparison of attachment thread shape of two mussel species, *Mytilus coruscus* and *M. edulis*. A: stick disk of *M. coruscus* (scale bar 40 μ m), B: adhesion core of *M. coruscus* (scale bar 50 μ m), C: adhesion stalk of *M. coruscus* (scale bar 10 μ m), D: stick disk of *M. edulis* (scale bar 200 μ m), E: adhesion core of *M. edulis* (scale bar 50 μ m), F: adhesion stalk of *M. edulis* (scale bar 20 μ m).

기, 부착근의 길이 및 두께를 측정 비교하였다. 먼저 고착반을 비교한 결과, 홍합의 경우에는 장축이 2,392 μ m, 단축이 934 μ m였으며, 지중해담치의 경우에는 장축이 1,056 μ m 단축이 614 μ m로 지중해담치 보다 홍합의 고착반이 훨씬 큰 것을 알 수 있었다. 그리고 부착줄기의 두께도 홍합이 39 μ m였고, 지중해담치가 28 μ m로 홍합의 부착줄기가 지중해담치의 부착줄기 보다 두터웠다. 그러나, 부착근의 두께는 지중해담치(83 μ m)가 홍합(58 μ m)보다 두터웠다.

논 의

자연 수역에서 담치류는 이동시 먼저 가지고 있던 족사를 버리고 새로 족사를 만들어 부착하는 것으로 알려져 있으며, 참담치 양성을 위하여 종묘를 외해성 암초지대나 내만성 연안의 양성지에 방양하거나 재 채묘를 위한 시설을 설치할 때 새로운 족사 생성에 의한 기질에서 부착이 이루어지는 것으로 추측되어져 왔다. 이 연구에서는 이러한 재 부착 과정에서의 생태, 즉 족사의 생성에 소요되는 시간에 따른 부착을 및 생존율을 구명하여 양성 과정에서 생산성 향상을 도모하는 것을 목적으로 하였다.

이 연구에서 홍합 치패(각고 3 mm 내외)의 부착행동을 관찰한 결과 족사 분리 후 1분에 폐각의 개구부에서 족(foot)이 나와 족의 선단이 접촉 표면에 강하게 부착한 이후 족사 분리 후 2분에 족이 몸 안으로 들어가면서 새로운 1개의 족사를 폐각의

전방에 생성하였다. 족사 생성 시 족은 자주 움직여 기질 표면을 접촉하여 살핀 후 족의 선단을 기질에 부착하였는데 이러한 반응은 부착시 적합한 기질을 찾기 위한 행동으로 추측된다. Mass Geesteranus (1942)는 지중해담치의 어린 치패는 단단하고 거친 대부분의 기질에 부착할 수 있다고 하였고, Cooper (1981)는 지중해담치 부착기 유생의 기질에 대한 선호도는 화학적인 반응에 의한 것보다는 기질의 질감에 관계된다고 언급한 바 있다.

이 연구에서 홍합 소형 치패의 크기별 족사 분리 후 시간경과에 따른 재 부착 소요 시간을 알아본 결과, 각고 3 mm, 5 mm, 7 mm 치패 각각이 최초로 재 부착에 소요되는 시간은 평균 3분 12초, 2분 28초, 2분 52초로 큰 차이가 없었으며 2분 내의 재 부착률은 50%, 40%, 30%로 각고 7 mm, 5 mm, 3 mm 순으로 다소 낮아지는 경향을 보였으나 뚜렷한 차이를 보이지는 않았고 모두 7분 내에 100%의 재 부착률과 생존율을 나타내어 이들 모두 유사한 재 부착 패턴을 보였다. 그러나 각고 25 mm의 홍합 중형 치패의 경우는 최초 재 부착시간이 평균 1시간 47분 9초이며, 재 부착률도 1시간내에 25%, 5시간내에 85%를 나타냄으로써 각고 3~7 mm 크기 범위의 홍합 소형 치패와 각고 25 mm 중형 치패는 족사 분리 후의 재 부착 속도가 달라 소형 치패가 중형 치패에 비해 1시간 이상 빨리 부착하는 사실을 확인할 수 있었다. 그리고 각고 30 mm 내외의 홍합과 지중해담치 중형 치패의 시간 경과에 따른 재 부착률은 족사 분리 후 1시간내에 각각 33%, 60%, 5시간내에 각각 73%, 73%의 재 부착률을 보여 모두 5시간내에 대부분 부착하였으며 지중해담치가 홍합에 비해 재 부착 속도가 빠름을 알 수 있었다.

담치류의 부착 족사 생성에 대하여 Harada et al. (1984)와 Ina et al. (1989)는 지중해담치의 경우 통상 해수가 유입되는 수조내에 방치하면 3~4시간에 10개 이상의 족사를 생성한다고 하였다. 이 연구에서 생성된 홍합의 부착 족사 수는 수온 20°C에서 24시간의 관찰기간 중 3~18 개로 평균 9 개였고(Table 2), 수온 11°C의 상태에서는 홍합이 1~13 개로 평균 4 개였으며 지중해담치가 2~15 개로 평균 6 개로 나타나(Table 3), 홍합의 족사 수가 수온에 따라 다르고 지중해담치 보다 다소 적게 생성되었는데 이에 대해서는 금후 심도 있는 연구가 필요하다고 판단된다.

주사전자현미경을 이용하여 관찰한 담치류의 부착 족사의 외부형태는 고착반, 부착줄기, 부착근으로 구분할 수 있었으며 각고 20~30 mm 범위의 홍합과 지중해담치의 치패에서 부착 족사 크기를 비교한 결과, 고착반은 장축 2,392×934 μ m, 장축 1,056×614 μ m, 부착줄기는 39 μ m, 28 μ m, 부착근은 58, 83로 각각 나타나 홍합이 지중해담치에 비해 고착반의 면적과 부착줄기 두께의 치수가 크고 고착반과 부착줄기를 잇는 부착근의 두께는 지중해담치가 홍합 보다 다소 두껍지만 단조로운 형태인 반면 참담치는 너울 모양으로 뻗어 있는 미세구조를 확인할 수 있었으며 이러한 족사의 구조는 서식 환경에 의하여 그

모양이 결정될 것으로 판단된다. 즉, 홍합은 조류가 빠른 외양성 암초지대에 지중해담치는 파도가 적은 내만에 많이 분포하는 것으로 널리 알려져 있다. 결국 홍합의 족사 부착력이 지중해담치보다 강한 것으로 인식되었으나 금후 부착 족사의 장력 실험 등을 병행한 명확한 구명이 필요하리라 생각한다.

감사의 글

이 연구를 수행함에 있어서 전자현미경(SEM) 촬영에 도움을 주신 농촌진흥청 난지농업연구소 현재욱 박사님과 김광식 연구관님께 감사드립니다. 그리고 이 연구는 국립수산물연구원(유용양식종의 종묘생산 기술 개발 및 종보존, RP-05-AQ-6)의 지원에 의해 운영되었습니다.

요 약

이 연구에서는 홍합과 지중해담치 치패의 크기별 재 부착 과정을 관찰하고 재 부착시간, 부착률 및 생존율을 조사·비교하였다. 또한 주사전자현미경(SEM)을 이용한 홍합과 지중해담치 족사의 외부형태를 관찰하였다. 홍합 소형 치패(각고 3~7 mm)의 새로운 족사 생성에 의한 재 부착은 족사 분리 7분 내에 100%의 재부착률 및 생존율을 보였으며 크기별로 재 부착 시간과 생존율에는 차이가 없었다. 중형치패(각고 25 mm)는 5시간 내에 85%의 재 부착률을 보인 이후 24시간동안 나머지 개체는 부착하지 않았으나 생존율은 24시간 동안 100%를 나타내어 소형치패가 중형치패에 비해 족사 분리 후 재 부착에 소요되는 시간이 빠르고 재 부착률도 높았다. 홍합(각고 28 mm)과 지중해담치(각고 30 mm) 중형치패의 시간경과에 따른 재부착률 및 생존율은 5시간내에 각각 73%, 73%의 재 부착률을 보인 이후 24시간 동안 나머지 개체는 부착하지 않았고 생존율은 모두 100%를 보였으며 지중해담치가 홍합보다 빠르게 재부착한 치패가 많았다. 주사전자현미경을 이용하여 관찰된 담치류 부착 족사의 외부 형태는 고착반, 부착줄기, 부착근으로 구분할 수 있었으며, 각고 20~30 mm 범위의 홍합과 지중해담치의 치패에서 부착 족사의 크기를 비교한 결과 고착반은 각각 장축 2,392×934 μm, 장축 1,056×614 μm, 부착줄기 39 μm, 28 μm, 부착근 58 μm, 83 μm로 나타나 홍합이 지중해담치에 비해 고착반의

면적이 넓고 부착줄기의 두께가 두터웠다. 고착반과 부착줄기를 잇는 부착근의 두께는 지중해담치가 홍합보다 다소 두텁지만 단조로운 형태인 반면, 홍합은 물결모양의 가지를 뻗어 고착반에 부착한 미세구조를 확인할 수 있어 참담치의 족사 부착력이 지중해담치 보다 강한 것으로 판단되었다.

참고문헌

- Blok, J. W. and M. Tan Mass, 1977. Function of byssus threads in young post-larval *Mytilus*. Nature Lond., 267, 558.
- Carriker, M. R., 1961. Interrelation of functional morphology, behaviour and autecology in early stages of the bivalve *Mercenaria mercenaria*. Proc. Natl. Shellfish. Assoc., 69, 103-128.
- Cooper, K., 1981. A model to explain the induction of settlement and metamorphosis of planktonic eyed-pediveligers of the blue mussel *Mytilus edulis* L. by chemical and tactile cues (Abstract). J. Shellfish Res., 2, 117.
- Gosling, E. M., 1992. The mussel *Mytilus*; ecology, physiology, genetics and culture. Elsevier Sci. Pub. B. V. Amsterdam, 589 pp.
- Harada, A., K. Sakata and K. Ina, 1984. A new screening method for antifouling substances using the blue mussel, *Mytilus edulis* L. Agric. Biol. Chem., 48, 641-644.
- Ina, K., R. Takasawa, A. Yagi, N. Yamashita, H. Etoh and K. Sakata, 1989. An improved assay method for antifouling substances using the blue mussel, *Mytilus edulis*. Agric. Biol. Chem., 53, 3319-3321.
- Lane, D. J. W., J. A. Nott and D. J. Crisp, 1982. Enlarged stem glands in the foot of the post larval mussel, *Mytilus edulis*: adaptation for byssoperlagic migration. J. Mar. Boil. Ass. U. K., 62, 809-818.
- Lane, D. J. W., A. R. Beaumont and J. R. Hunter, 1985. Byssus drifting and the drifting threads of the young post larval mussel *Mytilus edulis*. Mar. Biol., 84, 301-308.
- Mass Geesteranus, R. A., 1942. On the formation of banks of *Mytilus edulis*. Arch. Neerl Zool., 6, 283-325.
- Sigurdsson, J. B., C. W. Titman and P. A. Davies, 1976. The dispersal of young post-larval bivalve molluscs by byssus threads. Nature Lond., 262, 386-387.

원고접수 : 2005년 2월 7일

수정본 수리 : 2005년 7월 12일