

순간접착제를 이용한 곶피 (*Ecklonia stolonifera* Okamura)의 이식효과

최창근·김형근*·손철현*
부경대학교 양식학과, *강릉대학교 해양생명공학부

Effect of Transplantation of *Ecklonia stolonifera* Okamura with Adhesive Glue

Chang Geun CHOI, Hyung Geun KIM* and Chul Hyun SOHN*
Department of Aquaculture, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea
*Faculty of Marine Bioscience and Technology, Kangnung National University, Kangnung 210-702, Korea

Experimental transplantation of *Ecklonia stolonifera* to natural rock was carried out using adhesive glue. A plant was attached to an architecture tile (10×10 cm) with the glue, and then the tile was attached to natural rock with underwater glue. Within one month, the tile were fixed to natural rock with an attachment rate of 75%, and *E. stolonifera* grew up with an insertion rate of 66.7% on the tile. After two months, number of *E. stolonifera* on the tile decreased. However, the attached plants were regenerated by new stolons, maintaining good growing condition. After seven months, *E. stolonifera* increased 6 to 71 individuals. These results indicate that regeneration of plants was mainly affected by the recruitment of stolon around the plant.

Key words: Transplantation, *Ecklonia stolonifera*, Adhesive glue, Regeneration, Stolon

서 론

해중립을 구성하는 대형 갈조 군락은 육상의 온대림을 능가하는 높은 생산력을 가지고 있는 것으로 추정되며 (Hirata et al., 1990; Taniguchi, 1996), 해양에서 생물학적 순환의 측면에서 매우 중요한 존재로 인식되고 있다. 그러나 최근 해양오염과 연안 환경의 물리적인 파괴는 해조 군락의 황폐화를 가속시키고 있고, 해양 환경보전 및 수산자원 보호의 측면에서 심각한 문제로 제기되고 있다. 또한 연안어장에서 무분별한 해안개발과 환경오염, 갯녹음 등에 의해서 해조 군락이 감소되거나 파괴되고 있으며 (佐等, 1992), 각종 해산 생물자원이 감소하고 있는 것은 세계적인 추세이다 (Fujita, 1987).

1960년대부터 연안의 임해공단 건설에 따른 공업화 및 도시의 발달로 공장폐수 및 생활하수 등 오염물질의 유입, 각종 해난 사고 등으로 우리나라 연안은 날로 오염되어 가고 있다. 이러한 현실적인 상황에서 1970년대부터 잡는 어업에서 기르는 어업으로의 전환이 모색되고 있고, 최근에는 이에 대한 환경보전의 차원에서 인공 해중립 조성이 중요시되고 있다 (Choi et al., 2000; Ohno, 1993). 일본의 경우, 여러 수산 관련 연구 기관에서 해중립을 복원 또는 확대시키기 위하여 다시마과 또는 모자반과 식물을 이용하여 이식을 시행하고 있다 (Yamauchi, 1984; Funano, 1991a, b). 그러나 대부분 이식시킨 성숙 엽체에서 방출된 유주자와 수정란을 기질에 착생시키거나, 채묘시킨 종사를 인공기질에 감거나, 포자주머니를 설치하는 방법을 사용하기 때문에 이식 초기에 조식동물의 식해에 의해 기질에 착생율이 낮음으로 해서 식해에 대한 대책이 최대 과제로 남아있다. 그러므로, 성체 단계까지 성장한 엽체를 기질에

이식시키면 조식동물에 의한 섭식율을 낮출 수 있고, 또 그 가능성이 제시되었다 (Ohno et al., 1983).

이 연구는 순간접착제를 이용하여 곶피 엽체를 인공 기질에 부착시킨 후, 수중암반에 이식하여 엽체의 착생 및 성장효과를 조사하기 위한 것으로 이를 통하여 인공 해중립 조성의 한 방안을 마련하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

갈조식물 곶피의 이식장소는 부산시 해운대구 동백섬의 부경대학교 수산과학연구소 앞 해역을 선정하였다. 이식장소의 해조상은 2000년 12월부터 2001년 10월까지 계절별로 1회씩 조간대와 조하대에서 시료를 채집하여 ice box에 넣고 즉시 실험실로 운반하여 분류, 동정하였다. 해조류 분류의 어려움을 감안하여 남조류는 제외하였으며, 해조상의 특징을 해석하는 지표로는 (R+C)/P의 값을 적용하였다 (Cheney, 1977).

이식에 이용한 곶피는 부산시 남구 용호동 백운포 연안의 수심 5 m 해저에서 10~30 cm 사이의 개체를 채집하였으며, 부착기질은 10×10 cm 크기의 건축용 석재타일을 이용하였다. 시료는 포복지의 이물질과 물기를 제거하고 젤리상태의 순간접착제 (Aron Alpha Gel-10, Toagoseikagagakogyo Co., Ltd.)를 부착기 중앙에 바른 후 기질인 석재타일에 부착시켰다. 이 상태에서 주사기로 경화제 (AA Setter)를 접착제 주위에 주사하여 단단하게 고정시켰다 (Fig. 1). 시료가 부착된 타일은 주체와 경화제로 구성된 수중본드 (Konishi Bond E380)를 타일 뒷면에 적당량 바른 후 잠수에 의해 수심 6 m의 자연암반에 압착시켰다. 곶피의 이식은 2002년 11월에 총 44개의 석재타일에 한 개체씩 부착시켜 실시하였다.

곶피의 성장상태와 시료가 부착된 석재타일의 안정성에 대한

*Corresponding author: chsohn@nuri.net

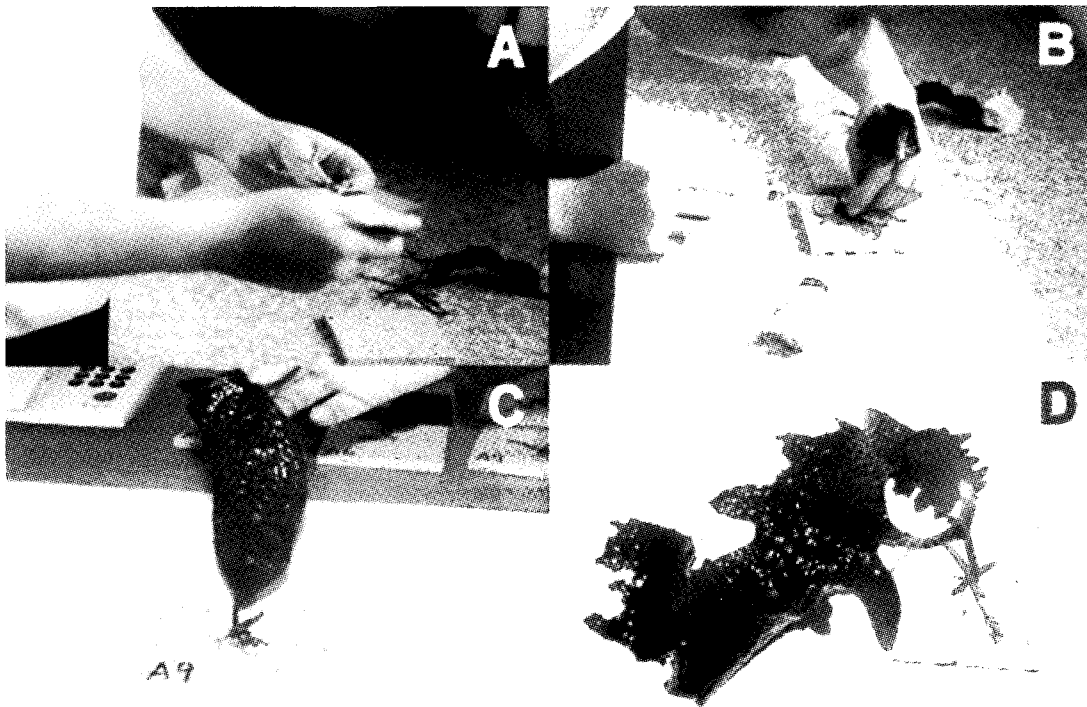


Fig. 1. Processing of attachment of *Ecklonia stolonifera* for transplantation. A: A small volume of adhesive applied on holdfast, B: A few drops of the setter applied, C, D: *E. stolonifera* attached on the plate.

조사는 2000년 11월부터 2001년 8월까지 잠수에 의해 실시하였으며, 업체의 착생상태와 생장은 현장에서 직접 계수 및 측정하였고, 생태계 변화는 수중카메라 (Nikonos V)를 이용하여 촬영 기록하였다.

수중에 이식한 곰피 업체와 기질인 타일 주변에 운집한 해양 무척추동물 및 부착생물에 대한 조사는 수중에서 이들을 채집한 후, 실험실로 운반하여 분류 및 동정하였다. 인공 기질인 타일에 부착한 해조류의 피도 및 빈도 조사는 2001년 8월에 타일을 수거하여 타일 위에 착생한 해조의 피도와 빈도를 조사한 뒤, 습중량을 측정하였다.

결 과

이식 지역인 동백섬의 자연 군락에 이식 대상종인 곰피의 생육 유무를 확인하기 위해서 실시한 해조상 조사 결과, 채집 동정된 해조류는 녹조류 8종 (16.7%), 갈조류 12종 (25.0%), 홍조류 28종 (58.3%)으로 총 48종이 출현하였으며 (Tables 1, 2), 계절별로는 동계에 녹조류 6종, 갈조류 7종, 홍조류 21종으로 총 34종이 출현하여 4계절 중 가장 많이 출현하였다. 추계에는 녹조류 1종, 갈조류 4종, 홍조류 15종으로 총 20종이 출현하여 가장 적은 종 수를 나타내었다. 사계절 모두 출현한 종으로는 녹조류 *Ulva pertusa*, 갈조류 *Hizikia fusiformis*, *Sargassum horneri*, *S. thunbergii*와 홍조류 *Gelidium amansii*, *G. divaricatum*, *Corallina pilulifera*, *Carpopeltis cornea*, *Chondria crassicaulis*, *Symphycladia latiuscula*의 10종이 확인되었다. 한편 (R+C)/P값을 산출한 결과 3.0이었다.

곰피를 자연 암반에 이식한 1개월 후 2000년 12월 조사에서 44개 타일 가운데 33개 타일이 안정된 상태로 남아있어 75.0%의 부착율을 보였다. 그 가운데 시료 22개체가 타일에 생장하여 66.7%의 높은 착생율을 나타내었다. 이식 2개월 후 2001년 1월에는 타일 기질에 업체의 부착기만 남아 있는 개체와 부착기를 포함하여 완전히 유실된 경우가 발견되었다 (Fig. 2). 기질에 착생한 업체는 총 6개체였으며, 착생초기에 비하여 새로운 포복지가 많이 재생되어 생장상태는 건강하게 보였다. 이식 7개월 후인 8월에, 6개체였던 곰피는 포복지가 활발하게 재생되어 총 71개체로 개체수의 증가를 보였다 (Fig. 3). 이들 업체의 크기를 비교하면 2000년 11월의 업체 길이는 13.5 ± 1.3 cm, 폭은 5.9 ± 0.4 cm였고, 2001년 8월에는 업체 길이 14.2 ± 2.3 cm와 폭 4.5 ± 0.6 cm로 크기변화는 이식초기와 비교하여 커다란 차이는 보이지 않았다 (Table 3). 이 중에서 최대 업체 크기를 보인 개체는 37.9 cm까지 성장한 업체였다.

부착 기질인 타일에서 성장한 착생 해조류의 빈도, 피도 및 습중량은 Table 4에 나타났다. 출현 해조류는 녹조류 2종과 홍조류 10종으로 총 12종이었다. 이 중 *Chondrus ocellatus*와 *Melobesioidea*는 타일 전체에 출현하여 100%의 빈도를 보였고, *Carpopeltis cornea*도 84.1%의 높은 빈도를 나타냈다. 녹조류 *Ulva pertusa*도 59.1%의 빈도로 높은 출현 빈도를 보였다. 반면에 피도는 *Melobesioidea*의 65.4%를 제외하면 대부분 고르게 분포했는데, 그 중에서 *C. ocellatus*와 *U. pertusa*만이 각각 18.8%와 11.2%로 10% 이상의 피도를 보였다. *Melobesioidea*는 타일 전체에서 출현하면서 높은 피도를 나타냈다. 습중량은 *C. ocellatus*가 4.55 g으로 가장 높았으

Table 1. The list of marine benthic algal species seasonally occurred at study site

Species	Winter	Spring	Summer	Autumn
Chlorophyta				
<i>Enteromorpha compressa</i>	+	+		
<i>E. linza</i>		+	+	
<i>Ulva lactuca</i>	+	+		
<i>U. pertusa</i>	+	+	+	+
<i>Urospora penicilliformis</i>	+			
<i>Cladophora rudolphiana</i>	+			
<i>Codium adhaerens</i>	+			
<i>C. fragile</i>			+	
Phaeophyta				
<i>Leathesia difformis</i>		+		
<i>Colpomenia bullosa</i>	+	+		
<i>C. sinuosa</i>	+	+		
<i>Petalonia fascia</i>		+		
<i>Dictyopteris divaricata</i>	+			
<i>D. latiuscula</i>		+		
<i>Dictyota dichotoma</i>	+			+
<i>Dilophus okamurae</i>		+		
<i>Hizikia fusiformis</i>	+	+	+	+
<i>Sargassum fulvellum</i>		+		
<i>S. horneri</i>	+	+	+	+
<i>S. thunbergii</i>	+	+	+	+
Rhodophyta				
<i>Porphyra subbiculata</i>	+	+		
<i>Gelidium amansii</i>	+	+	+	+
<i>G. divaricatum</i>	+	+	+	+
<i>Amphiroa dilatata</i>				+
<i>Corallina pilulifera</i>	+	+	+	+
<i>Carpopeltis affinis</i>	+	+	+	
<i>C. cornea</i>	+	+	+	+
<i>C. prolifera</i>	+			
<i>Grateloupia filicina</i>			+	+
<i>G. turuturu</i>	+			
<i>Pachymeniopsis elliptica</i>	+		+	+
<i>P. lanceolata</i>	+	+	+	
<i>Gloiopeltis furcata</i>		+		
<i>Schizymenia dubyi</i>				+
<i>Plocamium telfairiae</i>		+	+	
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>	+		+	
<i>Chondrus ocellatus</i>	+		+	
<i>C. pinnulatus</i>	+			
<i>Gigartina intermedia</i>	+		+	+
<i>G. teedii</i>		+		
<i>G. tenella</i>		+	+	
<i>Lomentaria hakodatensis</i>	+		+	+
<i>Champia parvula</i>	+	+		+
<i>Centroceros clavulatum</i>	+			
<i>Acrosorium polyneurum</i>	+	+		+
<i>Chondria crassicaulis</i>	+	+	+	+
<i>Polysiphonia morrowii</i>	+			+
<i>Symphocladia latiuscula</i>	+	+	+	+

며, *U. pertusa*와 *Pachymeniopsis elliptica*의 각각 1.68 g과 1.60 g을 제외하면 대부분 1.0 g 이하로 낮은 습중량을 나타냈다.

곰피를 부착시킨 타일에 운집한 해양무척추동물은 Table 5에

Table 2. The number of marine benthic algal species among divisions seasonally occurred at study site

Division	Winter	Spring	Summer	Autumn	Sum
Chlorophyta	6	4	3	1	8
Phaeophyta	7	10	3	4	12
Rhodophyta	21	15	16	15	28
Total	34	29	22	20	48

나타냈다. 부착 타일에는 총 4문 10종의 무척추동물이 운집하였다. 이들 무척추동물은 타일을 자연 암반에 부착시킨 후, 하루만에 거의 모든 타일에 운집하였는데, *Homalopoma omussitatum*의 경우 부착 타일 당 최대 14개체에서 최소 2개체까지 평균 6개체가 운집하였다. 삿갓조개류인 *Macroschisma dilatatum*, *Cantharidus callichroa*는 타일 당 두, 세 개체만이 부착하였다. 주변 자연 암반의 경우, 이들 소형 무척추동물의 개체수는 부착 타일에 비해 현저하게 낮게 운집함을 관찰하였다. *H. amussitatum*은 타일과 곰피엽체에 모두 부착하여 곰피를 섭식하는 모습이 관찰되었지만, *M. dilatatum*과 *C. callichroa*는 타일에만 부착하였다. 또한 포복지 사이에는 불가사리 *Ophiolithrix exigua*, *O. koreana*와 갯지렁이 *Lygdamis giardi*, *Halosydna brevisetosa*가 다수 서식하며 이곳을 서식생활 기반으로 이용하는 모습이 관찰되었다.

고 찰

해운대 동백섬의 해조식생에 관한 연구는 Lee and Kang (1971)이 녹조류 32종, 갈조류 43종, 홍조류 106종으로 총 181종을 기재하였고, Kim (1991)은 부산인근해역 해조식생 연구에서 녹조류 7종, 갈조류 13종 및 홍조류 38종으로 총 58종을 기재하였다. 이는 이 조사에서 채집, 동정된 해조류 48종보다 많은 것으로, 환경오염, 갯녹음 등에 의해서 점차 해조류 종 수가 감소되는 것으로 나타났다. 이번 실험에 사용된 곰피의 경우에도 이전의 두 조사에서는 모두 동백섬에서 생육이 확인되었지만 이번 조사에서는 생육을 확인할 수 없었다.

Cheney (1977)는 $(R+C)/P$ 값이 3 이하일 때는 온대성 내지 한대성 해조상을, 6 이상이면 열대성의 해조상을 나타내고 중간 값이면 혼합성 해조상의 특징을 나타낸다고 하였다. 해운대 동백섬은 조사결과 $(R+C)/P$ 값이 3.0으로 혼합성 해조상의 특징을 나타냈다.

Kang (1968)은 곰피가 동해의 특산이며, 남해도까지 분포한다고 보고하였지만, Sohn (1975)에 의해 전남 고흥반도 남단의 거금도 오천리에서도 분포함이 알려졌다. Terawaki et al. (2001)은 *Eisenia*와 *Ecklonia* 해조류가 난류 특회, 태평양 연안의 쿠로시오 난류의 영향을 받는 곳에서 풍부하다고 하였다. 이에 의하면 곰피는 온대해역에서 생육하고, 분포함을 알 수 있다.

목적 대상 해역에 이식 대상종을 선정시에는 생육적지를 확인하여 (Ohno et al., 1983) 대상 지역에서 생육이 가능하거나, 현재는 서식하지 않지만 이전에 분포했었던 종을 이식하는 것이 타당하다. 곰피는 Lee and Kang (1971) 및 Kim (1991)의 보고에서와

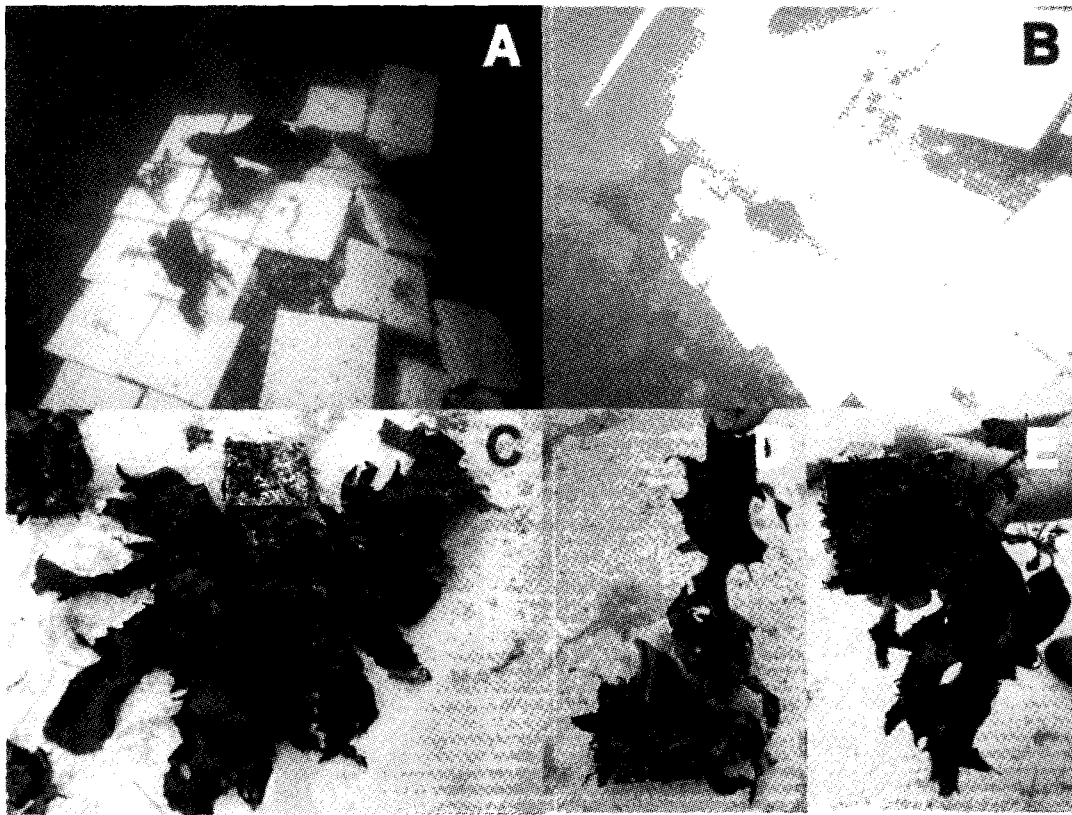


Fig. 2. Growth of *Ecklonia stolonifera* plants after transplantation. A, B: *E. Stolonifera* plants transplanted to the plate and their growth after transplantation, C, D, E: An adult plants of *E. stolonifera* established after eight months of transplantation to the plate.

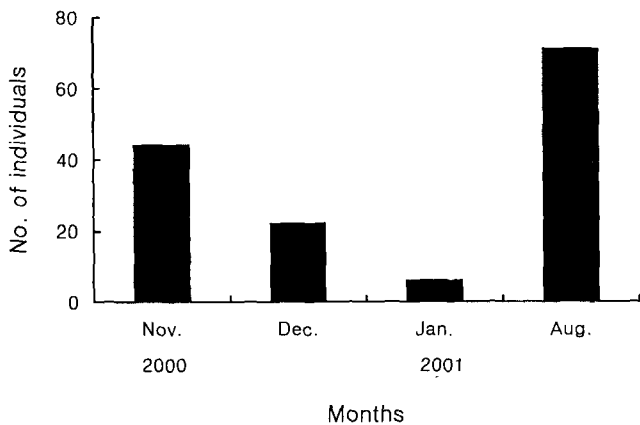


Fig. 3. Change of individual number of *Ecklonia stolonifera* at study site.

같이 이전에 동백섬에서 서식하였던 종이였기 때문에 이식 대상 종으로 선정하였다. van Katwijk et al. (1998)은 이식 후에 이식 개체군의 증가, 새로운 환경에서 이식 개체의 생존 및 이식 개체의 성숙 또는 무성생식에 의한 증가로 이식된 개체의 적합성을 결정한다고 했는데, 이번 연구에서 곰피의 이식 결과 양호한 성장 및 개체수의 증가를 나타냈다. 이상의 결과로 보듯이, 곰피는 동백섬 해역에 이식하는데 생물기후적, 생태학적 관점에서 그 타당성이

Table 3. Change of length and weight of *Ecklonia stolonifera* individuals between November 2000 and August 2001 (Unit: cm)

Date	Blade		Stipe		Wet weight (g/ind.) ± S.E.
	length ± S.E.	width ± S.E.	length ± S.E.	diameter ± S.E.	
Nov. 2000	13.5 ± 1.3	5.9 ± 0.4	1.8 ± 0.2	3.2 ± 0.1	8.4 ± 4.1
Aug. 2001	14.2 ± 2.3	4.5 ± 0.6	2.1 ± 0.3	3.3 ± 0.2	7.9 ± 4.9

충분함을 시사하고 있다.

곰피, 감태 등 다년생 대형 갈조류의 성체를 이용하여 해중림 조성을 실시할 경우, 계절을 고려하여 실시할 필요가 있다. 다년생인 곰피는 매년 엽체 중량이 증가하고 줄기부는 1년 중에서 겨울에서 봄 사이에 생장이 일어난다. 또한 부착기 부위인 포복지도 이 시기에 이전의 오래된 부착기 위로 새로운 포복지가 형성된다 (Hirata et al., 1997). 순간접착제를 이용하여 인공 기질에 곰피의 포복지를 부착시킬 경우, 순간접착제의 부착력은 장기간 유지되지 않기 때문에 부착력을 잃기 전에 새로운 포복지가 인공 기질 또는 주변의 자연 기반에 부착해야 한다. 따라서 접착제를 이용하여 곰피 성체를 이식할 경우에는 가을에서 초봄 사이에 실시해야 한다. Hirata et al. (1990)은 대황과 감태 성체를 이식한 후 1개월 내에 새로운 부착기가 형성되어 기질에 이들 부착기 부위가 고착함을 확인하였다. 이들은 여름부터 가을까지 계속된 조사에서 두 종이

Table 4. Frequency, coverage and mean wet weight of marine benthic algae attached transplant tile at study site (n=44)

Species	Frequency (%)	Coverage (%)	Biomass (g/ind.)
<i>Ulva pertusa</i>	59.1	11.2	1.68
<i>Cladophora sakaii</i>	2.3	0.2	0.02
<i>Gelidium amansii</i>	36.4	3.8	0.15
<i>Carpopeltis cornea</i>	84.1	6.4	0.32
<i>Grateloupia filicina</i>	4.6	0.6	0.23
<i>Pachymeniopsis elliptica</i>	36.4	9.5	1.60
<i>Plocamium telfairiae</i>	22.7	1.8	0.38
<i>Chondrus ocellatus</i>	100.0	18.8	4.55
<i>Gigartina tenella</i>	18.2	2.1	0.09
<i>Polysiphonia morrowii</i>	4.6	1.1	0.01
<i>Symphyclocladia latiuscula</i>	4.6	0.5	0.06
<i>Melobesioidea</i>	100.0	65.4	

Table 5. Marine invertebrate occurred on transplant tile at study site

Phylum	Species
Mollusca	<i>Macroschisma dilatatum</i>
	<i>Cantharidus callichroa</i>
	<i>Homalopoma amussitatum</i>
Annelida	<i>Lygdamis giardi</i>
	<i>Halosydna brevisetosa</i>
Arthropoda	<i>Melita koreana</i>
	<i>Thalamita sima</i>
Echinodermata	<i>Ophiothrix exigua</i>
	<i>O. koreana</i>
	<i>Cucumaria chronhjelmi</i>

모두 여름에는 부착기 부위의 신장 빈도가 저하하여 기반에 고착하는 부착기의 고착 능력이 계절에 따라 차이가 날 가능성을 보고하였다. 해운대에 이식한 곰피는 2001년 1월 조사시 타일에 착생한 곰피 중에서 유실된 개체가 발견되었는데, 이는 파도 등에 완전히 소실된 것과 끝녹음이나 섭식에 의해서 엽체가 소실된 개체로 여겨진다. Hirata et al. (1990)은 육외수조에 조식동물 중 성계와 이식 대상종인 감태 성체를 함께 배양했을 때 부착기 부위의 성계에 의한 섭식을 보고하였다. 또한 Ohno et al. (1983)은 조식동물에 의한 섭식은 장소, 시기 및 조식동물의 규모 등에 따라 정도의 차이는 있지만 지속적으로 섭식의 영향을 받는다고 하여 엽체의 소실 원인을 밝힌바 있다.

곰피와 감태 등은 과도한 건조를 피한다면 외부 건조에 5시간 정도 노출되어도 그들의 생장에는 크게 저해를 받지 않는다 (Hirata et al., 1990). 이것은 엽체의 이식시 엽체의 확보, 운반, 작업시간 등에 소요되는 시간을 고려하면 크게 제약을 받는 조건이 아니다. 따라서, 접착제를 이용하여 엽체를 육상에서 인공 기질에 부착시킬 경우 노출 시간은 엽체의 생장에 큰 장애가 되지 않는 것으로 여겨진다. 또한, 순간접착제 방법을 이용하여 큰 규모의 해중림 조성을 실시할 경우

에도 실현 가능성이 크다고 본다. 곰피는 초기 이식한 개체수에 비하여 파도에 의한 유실이나 섭식에 의해 탈락한 개체수가 많았지만, 건강하게 자란 개체들의 활발한 포복지 재생에 의해서 많은 개체수로 증가함을 보였다. 이 결과는 낮은 착생율을 보일지라도 건강하게 착생한 엽체가 있을 경우, 착생 개체로부터 포복지에 의한 많은 재생이 일어날 수 있음을 시사하였다.

부착 기질인 타일에서 관찰된 착생조류는 대부분 소형조류들로서 대형조류는 거의 출현하지 않았고, 특히 갈조류는 한 종류도 관찰되지 않았다. 해운대 동백섬에서 관찰된 해조류 48종 가운데 갈조류가 12종이 출현하였음을 감안할 때, 약 10개월 간에 걸친 기간은 해조 착생에 따른 종 조성 및 우점종에 관한 군집 양상을 파악하는 데에는 다소 미흡한 것으로 보여진다. Serisawa et al. (1998)은 새로운 기질을 시기별로 투하했을 때 투하시기에 따른 착생 해조 종 수 및 *Melobesioidea*의 피도에 관하여 보고하였다. *Melobesioidea*는 고수온기인 4, 6, 8월에 설치한 기질에서 초기단계인 3개월 내에 80% 이상의 높은 피도를 보였고, 10, 12, 2월에 설치한 기질에서는 30% 미만의 피도를 보였다고 하였다. 하지만 해운대 동백섬에서 실시한 연구는 11월에 기질을 설치하였지만 *Melobesioidea*의 평균 피도는 65.4%를 보여 이들이 보고한 수치보다는 낮게 조사되었다. 한편, Yamada et al. (1992)는 Serisawa et al. (1998)의 연구 결과와 상반된 결과를 나타내었는데, 이는 실험지역의 환경요인 차이에 의해서 이들 결과가 차이가 나는 것으로, 본 실험인 해운대 동백섬의 결과도 이러한 차이에 의한 결과라 여겨진다. Taino (1995)는 *Melobesioidea*가 연중 포자를 방출하여, 새로운 기질을 투하시 2개월 내에 이들 종이 출현하며 수온이 높을 때 피도가 높다고 하였다. 따라서 기질의 설치 및 투하시기에 따라 우점종의 변화가 관찰된다는 Serisawa et al. (1998)의 결과를 뒷받침해 주고 있다. 동백섬에 설치했던 기질에서도 *Melobesioidea*가 모두 부착하였으며, 그 위에 다른 해조류가 착생하여 성장하였다.

곰피를 타일에 부착하여 이식한 뒤, 하루 뒤에 관찰한 결과 모든 타일에 고동류와 성계, 불가사리와 같은 조식동물이 운집하여 이들을 섭식하는 모습이 관찰되었다. Foster (1975)는 성계와 조식성 어류에 의한 섭식이 인공 해중림의 조성에 미치는 가장 중요한 요인이라고 보고하였다. Ohno et al. (1990)도 암반지대에서 성계는 해조의 가장 활동적인 섭식자라고 하여 조식동물에 의한 섭식압이 해중림 조성의 가장 커다란 제한요인이라고 지적하였다. 이즈반도 주변의 감태 군락에서 성계와 소형 패류의 운집에 대한 Ohno et al. (1983)의 연구보고에 의하면, 성계는 감태 군락 내에 평균 13 개체/m², 감태 군락 외에서는 평균 7 개체/m²의 운집을 보고하였다. 또한 소형 패류의 경우는 감태 군락 내에서 평균 39 개체/m², 감태 군락 외에서는 28 개체/m²로 감태 군락 내에 훨씬 많은 개체수의 운집을 보고하였다. 동백섬에서 실시했던 실험 결과에서도, 삿갓조개류와 고동류는 자연 암반에 비해 곰피를 부착시킨 석재타일에 많은 개체가 운집하였고, Ohno et al. (1983)의 연구결과와 비슷한 경향의 실험결과를 보였다. 이 실험에서 곰피를 이식시킨 타일에 성계와 소형 무척추동물의 운집이 조사되었지만 이들 섭식자에 의한 피해 정도는 확실하지 않아, 이후에 이들 섭식자에 의한 섭식율과 피해 정도 등에 관한 상세한 연구의 필요성이 제기되었다.

요 약

순간접착제를 이용하여 곰피를 인공 기질에 부착시킨 후, 수중에 이식하여 인공 해중립 조성의 방안을 마련하기 위한 연구를 실시하였다. 계절별로 채집 동정된 해조류는 녹조류 8종 (16.7%), 갈조류 12종 (25.0%) 및 홍조류 28종 (58.3%)으로 총 48종이었다.

곰피는 2000년 11월 순간접착제로 건축용 타일 (10×10 cm)에 부착시킨 후, 이 타일을 수중 자연암반에 고정시켜 이식실험을 실시하였다. 이식 1개월 후 타일은 성공적으로 암반에 고정되어 75.0%의 부착율을 보였다. 타일에는 66.7%의 높은 착생율로 22개체의 곰피가 착생하여 성장하였다. 2개월 후, 타일에 착생한 곰피는 유실된 개체로 인해 6개체가 기질에 착생하여 성장하였지만, 착생 초기에 비해 새로운 포복지가 많이 재생되었으며 엽체의 생육상태도 좋았다. 이식 7개월 후인 2001년 8월, 6개체였던 곰피는 포복지가 재생되어 총 71개체로 증가하였다.

곰피는 초기 이식한 개체수가 파도에 의한 유실이나 섭식에 의한 탈락이 많았지만, 건강하게 자란 개체들의 활발한 포복지 재생에 의해서 많은 개체수로 증가하였다. 이는 낮은 착생율을 보일지라도 건강하게 자란 엽체가 있을 경우, 이들 개체로부터 많은 재생이 일어날 수 있음을 시사하였다.

감사의 글

해양무척추동물의 동정을 도와주신 부경대학교 해양과학공동연구소 손민호 박사님께 감사 드립니다. 이 연구는 해양수산부 수산특정연구개발사업 (과제번호 19990019) 지원을 받아 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- Cheney, D.P. 1977. R & C/P - A new and improved ratio for comparing seaweed floras. *J. Phycol.*, 13, 129 (suppl.).
- Choi, C.G., H. Takayama, S. Segawa, M. Ohno and C.H. Sohn. 2000. Early stage of algal succession on artificial reefs at Muronohana, Ikata, Japan. *J. Fish. Sci. Tech.*, 3, 1~7.
- Foster, M.S. 1975. Regulation of algal community development in a *Macrocystis pyrifera* forest. *Mar. Biol.*, 32, 331~342.
- Fujita, D. 1987. The report of interview to fisherman on "Isoyake" in Taisei-cho, Hokkaido. *Suisanzoshoku*, 35, 135~138 (in Japanese).
- Funano, T. 1991a. Morphological and ecological comparisons between the shedding and renewing types, and among three local populations of *Laminaria religiosa*. *Suisanzoshoku*, 39, 83~89 (in Japanese).
- Funano, T. 1991b. Morphological and ecological comparisons of *Laminaria religiosa*, a survival variation of *L. japonica* and that of *L. ochotensis* form Oshoro, Suttu and Atuta. *Suisanzoshoku*, 39, 91~95 (in Japanese).
- Hirata, T., K. Sakamoto, S. Tada and Y. Yokohama. 1990. Transplantation of *Eisenia bicyclis* and *Ecklonia cava* plants to artificial substrate with adhesive. *Jpn. J. Phycol.*, 38, 61~67 (in Japanese).
- Hirata, T., M. Aoki, A. Kurashima, H. Ueda, Y. Tsuchiya, T. Satou and Y. Yokohama. 1997. Transplantation of *Ecklonia cava* plants with adhesive for marine afforestation. *Jpn. J. Phycol.*, 45, 111~115 (in Japanese).
- Kang, J.W. 1968. Illustrated encyclopedia of fauna and flora of Korea. Vol. 8 (Marine algae). Ministry of Education, Korea, 465pp. (in Korean).
- Kim, H.G. 1991. The characteristics of algal vegetation in relation to environmental factors around Pusan and its vicinity. Ph.D. thesis, National Fisheries University of Pusan, 144pp. (in Korean).
- Lee, K.W. and J.W. Kang. 1971. A preliminary survey of the algal flora and communities of Dongbaiksum, Pusan. *Publ. Mar. Lab. Pusan Fish. Coll.*, 4, 29~37 (in Korean).
- Ohno, M., H. Kasahara and Z. Imoto. 1983. Physiological ecology of brown alga, *Ecklonia* on the coast of Tosa Bay, Southern Japan. II. Transplanting experiment by adult fronds. *Rep. Usa. mar. biol. Inst.*, 5, 65~75 (in Japanese).
- Ohno, M., S. Arai and M. Watanabe. 1990. Seaweed succession on artificial reefs on different bottom substrata. *J. Appl. Phycol.*, 2, 327~332.
- Ohno, M. 1993. Succession of seaweed communities on artificial reefs in Ashizuri, Tosa Bay, Japan. *Korean J. of Phycol.*, 8, 191~198.
- Serisawa, Y., S. Taino, M. Ohno and Y. Aruga. 1998. Succession of seaweeds on experimental plates immersed during different seasons in Tosa Bay, Japan. *Bot. Mar.*, 41, 321~328.
- Sohn, C.H. 1975. Marine algal community at Ochunri and Singumri in Gohung. *Yeosu Fish. Tech. Coll.*, 9, 1~5 (in Korean).
- Taino, S. 1995. Study on the vegetation and reproduction of *Lithophyllum neoatalayense* (Melobesioidea, Rhodophyta) found abundantly in "Isoyake" region. M.S. thesis of Kochi University, 24pp. (in Japanese).
- Taniguchi, K. 1996. Fundamental and practice of marine afforestation. *Jpn. J. Phycol.*, 44, 103~108 (in Japanese).
- Terawaki, T., H. Hasegawa, S. Arai and M. Ohno. 2001. Management-free techniques for restoration of *Eisenia* and *Ecklonia* beds along the central Pacific coast of Japan. *J. Appl. Phycol.*, 13, 13~17.
- van Katwijk, M.M., G.H.W. Schmitz, L.S.A.M. Hanssen and C. den Hartog. 1998. Suitability of *Zostera marina* populations for transplantation to the Wadden Sea as determined by a mesocosm shading experiment. *Aqua. Bot.*, 60, 283~305.
- Yamada, H., T. Kawamura, M. Asano and K. Taniguchi. 1992. Marine algal succession on artificial reefs in the sublittoral zone off Oshika Peninsula, Japan. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, 54, 89~95 (in Japanese).
- Yamauchi, K. 1984. The formation of *Sargassum* beds on artificial substrata by transplanting seedlings of *S. horneri* (Turner) C. Agardh and *S. muticum* (Yendo) Fensholt. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 50, 1115~1123.
- 佐 壽彦, 土屋泰孝, 植田一二三. 1992. 接着剤を用いた海藻の移植技術の開発. 策波大學技術報告, 12, 109~114.

2002년 6월 26일 접수

2002년 11월 12일 수리