
碩士學位論文

툃(*Hizikia fusiformis*)과 密接한
生物群集에 관하여

濟州大學校 大學院

水産生物學科



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

宋寅善

1997年 12月

뜻(*Hizikia fusiformis*)과 密接한
生物群集에 관하여

指導教授 李 祺 完

宋 寅 善

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함.

1997年 12月

 제주대학교 중앙도서관
宋寅善의 理學碩士 論文을 認准함.

審査委員長 _____

委 員 _____

委 員 _____

濟州大學校 大學院

1997年 12月

The Flora and Fauna Associated with
Hizikia fusiformis

In-Sun Song

(Supervised by Professor Ki Wan, Lee)



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE

DEPARTMENT OF MARINE BIOLOGY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1997. 12.

목 차

Summary	i
I. 서 론	1
II. 재료 및 방법	3
III. 결 과	5
1. 제주도 연안해역과 조사지역의 해황특성	5
2. 툇의 일반현황	7
3. 툇의 지역간 체중·체장 비교	10
4. 부착생물	11
5. 툇과 부착생물의 부착기작	14
IV. 고 찰	16
V. 요 약	19
VI. 참 고 문 헌	21
VII. 사 사	23
PLATE	24
APPENDIX	32

Summary

A total of 9,441MT/year of marine algae was commercially harvested in 1996, including 5,422MT/year of *Hizikia fusiformis* in Cheju Island. It accounts over 57% of total algae harvest, indicating that it is one of the very important algae in Cheju Island.

Epiphytic flora associated with *Hizikia fusiformis* were found to be *Enteromorpha* sp., *Ulva pertusa* (Chlorophyta), *Elachista* sp., *Colpomenia* sp., *Sphacelaria* sp. (Phaeophyta), *Porphyta* sp., *Auduinella*(=*Rhodochorton*) sp., *Gelidium amansii*, *Choreocolax* sp., *Lomentaria catenata*, *Herpochondria elegans* (= *Microcladia elegans*), and *Chondria* sp. (Rhodophyta). A total of epiphytic algae appeared 12 species. Among them, *Chondria* sp. was the most dominant species.

In this study, epiphytic fauna associated with *Hizikia fusiformis* were 14 species totally; such as *Cantharidus japonicus japonicus*, *Monodonta* sp., *Batillaria multiformis*, *Ochetoclava kochi*, *Semisulcospira* sp., *Euplica scripta*, *Pyrene testudinaria*, *Mitrella bicincta* (Mollusca), *Gammarus* spp., *Pagurus* sp., *Pugettia* sp., *Cirolana thielemanni* (Arthropoda), *Nereidae* sp. (Annelida) and *Plumalaria* sp. (Coelenterata). *Gammarus* spp. was found to be a dominant species.

I. 서 론

현재 우리 나라에서 생산되는 해조류는 총 561,911톤이며, 이 중에서 양식산이 538,990톤으로 약 96%에 달하고 있어 해조류 양식산업의 중요성을 대변하고 있다(해양수산부, 1996). 이러한 해조류 양식산업은 식용 해조류를 대상으로 하고 있으며, 김류(*Porphyra* spp.)와 미역(*Undaria pinnatifida*) 및 다시마(*Laminaria japonica*)가 주대상종을 이루고 있고, 이러한 식용 해조는 약 40여종에 달하고 있다. 특히 미역은 우리 나라가 전세계적으로 가장 많이 생산(100,000톤)하고 소비한다고 알려져 있다(Ohno and Matsuoka, 1993). 해조류의 기본적인 양식체제에 있어서, 1990년 이후 톳(*Hizikia fusiformis*) 양식 산업은 현저하게 증가 추세에 있으며, 1992년 이후로 톳의 생산량 중에서 양식으로 생산되는 비율이 80%이상(25,964톤)으로 높아졌다(해양수산부, 1996).

톳은 우리 나라 제주도, 동해안 및 서남해안에도 분포하고 있으며(Kang, 1968; 박, 1992), 주변국가인 중국과 일본에서도 분포한다(Kang, 1968; Arai, 1993). 제주 지역에서는 오래 전부터 톳을 식용하여 왔으며, 최근에는 식품으로서 뿐만 아니라 높은 필수 미량원소의 함유량으로 인하여, 성인병 예방에도 우수한 식품으로 알려져 수요의 증가가 예상되고 있다(Sohn, 1993; 西澤와 村杉, 1988).

1996년 제주도에서 생산된 해조는 총 9,441톤이고, 이 중 톳은 5,422톤으로 약 57%를 차지하는 중요한 해산물이지만, 이 지역에서 생산되는 톳은 전량이 자연산으로 국내에서 생산되는 양의 7.78%(1995년 기준)에 지나지 않고 있다(해양수산부, 1996). 우리 나라 톳은 원료 단계에서 대부분이 수출되고 있고, 최근에는 중국산 톳이 강력한 경쟁 대상으로 부각되고 있으며, 작황이나 품질 및 수입국의 사정에 따라 큰 가격 차이가 나타나고 있다. 이러한 경쟁 대상국의 등장은 소득과 직결되는 문제로 생산 단가의 조절과 함께 품질의 향상이 이루어져야만 지속적인 생산과

연결되어 수출을 통한 어민의 소득을 기대할 수 있다. 이러한 견지에서
뚫의 품질에 관여하는 요인중, 이 해조류와 직접관계가 있는 뚫군락과
관련되는 생물들을 규명하여 그들의 관계와 뚫의 생산과 품질에 미치는
영향을 밝히려 한다.



II. 재료 및 조사방법

이 연구에 이용된 톳은 제주도 연안 중 2개 지점에서 채집하였으며, 북쪽지역은 함덕으로 1997년 4월 24일과 25일 양일에 걸쳐 어촌계원에 의하여 채취된 것을 이용하였고, 남쪽은 지귀도로 1997년 4월 19일에 채취된 해조를 이용하였다(Figure 1).

채취된 생시료는 실험실로 운반되어 연구 지역별로 엽장과 엽증을 측정하였고, 톳에 부착한 해조류는 육안과 해부 현미경 하에서 조사하였다. 또한 해산식물 실험실에 보관된 자료를 보조자료도 함께 이용하였다. 톳을 생활 영역으로 하는 동물군은 일차적으로 해수가 담긴 용기에 넣어 털어 낸 후 조사하였으며, 부차적으로는 해조를 건조시키고 난 후 사망하여 바닥에 떨어진 생물체들을 수거하여 조사하였다. 즉석에서 동정이 이루어지지 않을 경우에는 해당 시료를 10% 중성 포르말린에 고정한 뒤, 조사하였다.

톳 서식지 주변의 환경조사는 제주대학교 해양연구소와 제주수산연구소에서 1993년부터 1996년까지 관측된 수온 및 염분 자료 중 일부를 이용하였고, 일반적인 제주도 연안 해역의 조사는 기존의 문헌을 이용하였다.

우리 나라에서 생산되는 해조류 총 생산량과 연간 생산량 및 톳의 생산량은 해양수산부 통계연보를 이용하였고, 제주도에서 생산되는 해조류 생산량은 제주도 수협에서 각 수협별로 집계된 통계 자료를 수합하여 이용하였다.

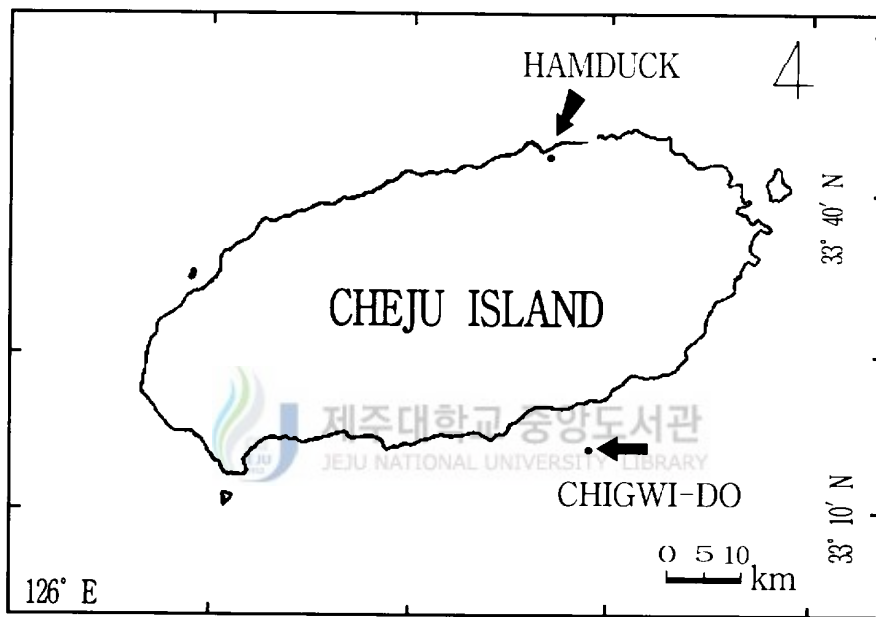


Figure 1. Map showing the sampling sites of *Hizikia fusiformis*.

III. 결 과

1. 제주도 연안해역과 조사지역의 해양특성

제주도 주변 해역은 대만난류수, 황해냉수, 중국대륙 연안수 및 한국 연안수 등의 서로 다른 수계가 주년을 통해 상접하여 복잡한 해양환경을 나타내고 있다(양 등, 1992; 양, 1994). 특히 제주도 남방해역의 4월 해수특성을 동남방해역, 남방해역, 서남방해역으로 구분 지을 수 있는 특이한 환경을 나타내고 있다(최와 문, 1991).

최와 문(1991)에 의하면 조사지역의 4월 해수특성을 보면, 영양염류 중 질산질소의 농도는 제주도의 남쪽지역인 지귀도 부근해역은 $8.4 \mu\text{g-at}/\ell$ 이고, 북쪽지역인 함덕해역은 $8 \mu\text{g-at}/\ell$ 로 나타나고 있으며, N/P 비는 지귀도 부근해역이 15.4인데 비해, 함덕해역은 42로 나타나 남쪽지역보다 북쪽지역이 질소성분 농도가 높게 나타나고 있다. 클로로필-a 농도는 지귀도 부근해역이 $0.7 \text{ mg}/\text{m}^3$ 이며, 함덕해역은 연평균 $0.91 \text{ mg}/\text{m}^3$ 으로 나타나고 있다.

또한 함덕 부근해역의 4년간(1993~1996) 평균수온을 보면 연평균 19.50°C 로, 수온이 가장 높은 여름은 25.16°C 로 나타났고, 겨울에는 11.79°C 로 가장 낮았으며, 연중 온도차는 약 13°C 로 나타나고 있다. 지귀도 부근해역은 연평균 19.76°C 로 여름에는 24.93°C 로 가장 높았고, 봄에는 14.60°C 로 가장 낮게 나타났으며, 연중 온도차는 약 10°C 로 나타나고 있다(Figure 2). 지귀도가 속하는 남쪽해역은 북쪽지역에 속하는 함덕해역보다 연평균 온도차로 볼 때 0.26°C 높다. 연중 온도차는 북쪽해역이 약 3°C 높아 남쪽해역보다 많은 수온의 격차를 나타낸다. 연중 두 지역간의 온도 차이는 북쪽지역이 약 3°C 높은 것으로 나타나고 있다. 염분에 있어서 함덕 부근해역은 겨울에 33.76% 이었으며, 여름에는 27.24% 로 연평

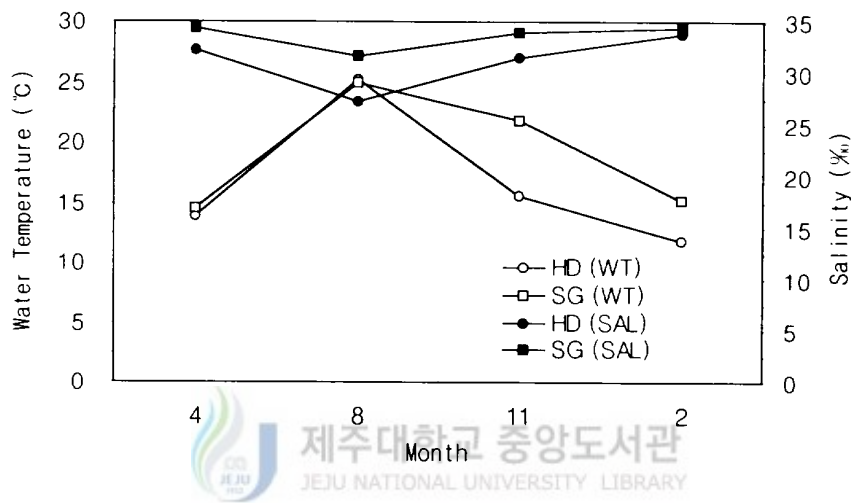


Figure 2. Seasonal variation of water temperature (WT) and salinity (SAL) at the two sampling sites, Hamduck (HD) and Seogwi (SG), in Cheju Island.

관 30.37%로 나타나고 있으며, 연중 염분차는 6.52%였으며, 지귀도 부근해역은 연평균 33.35%로 겨울이 34.44%로 가장 높게 나타났고, 여름에는 31.66%로 가장 낮았으며, 연중 염분차는 2.78%로 나타났다(Figure 2). 염분에 있어서도 지귀도 부근해역이 연평균 염분차에 있어서 2.98%가 높은 것으로 나타났으며, 연중 염분차간의 차이는 북쪽지역이 3.74%가 높은 것으로 나타나 있고, 연중 온도차에 따라 염분도도 변화하고 있다.

2. 톳의 일반현황

최근 6년간 우리 나라 톳 총생산량은 평균 약 31,178MT/year이다(Figure 3). 그 중 제주도의 톳 생산량은 연도에 따라 차이가 있으나, 평균적으로 3,813MT/year이고 전국 대비 13%를 차지한다.

제주도의 수협별(제주시, 서귀포, 한림, 추자도, 성산포, 모슬포)로 생산된 톳의 6년간 출하량은 제주시가 평균 1443MT/year으로 타 지역에 대한 출하량의 비율이 평균 56%정도로 나타나고 있고, 서귀포는 4.5%, 한림 20%, 추자도 8.5%, 성산포 6.5%, 그리고 모슬포 4.5%로 나타나고 있어 제주도의 북쪽해안이 톳의 주생산지임을 입증하고 있다(Figure 4).

우리 나라에서는 톳이 1980년대 초반까지는 대부분 자연채취에 의하여 생산되었으나, 1986년부터 양식산이 점차 증가하여 1991년 이후부터 1996년까지는 평균 25,417MT/year(80%)이 생산되었으며, 반면에 전체 톳 생산량에서 자연산이 차지하는 비율은 평균 20%로 평균 5,761MT/year 정도 생산하는 것으로 나타났다(Figure 5).

양식산은 전남 지역에서 전량 생산되고 있으며, 자연산은 제주도 지역이 주산지(55%)이나 톳의 전체 생산량에서 차지하는 제주도의 생산 비율은 8%에 달하고 있다(Table 1).

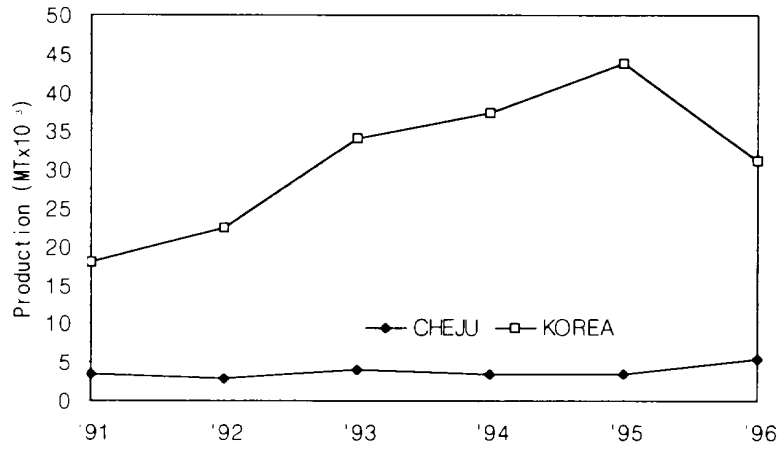


Figure 3. *H. fusiformis* production in metric tons.

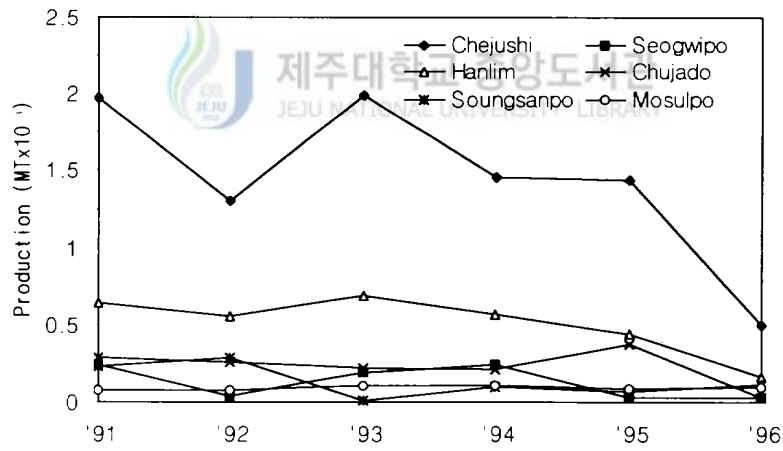


Figure 4. *H. fusiformis* production in Cheju Province.

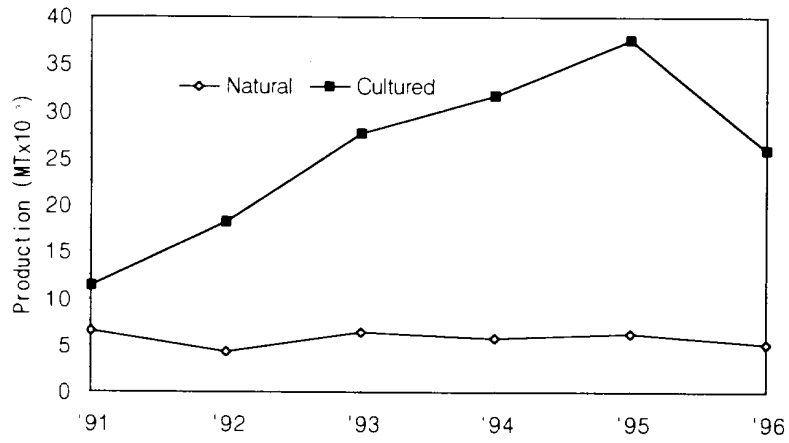


Figure 5. Amount of *H. fusiformis* produced on by aquaculture and natural harvest.

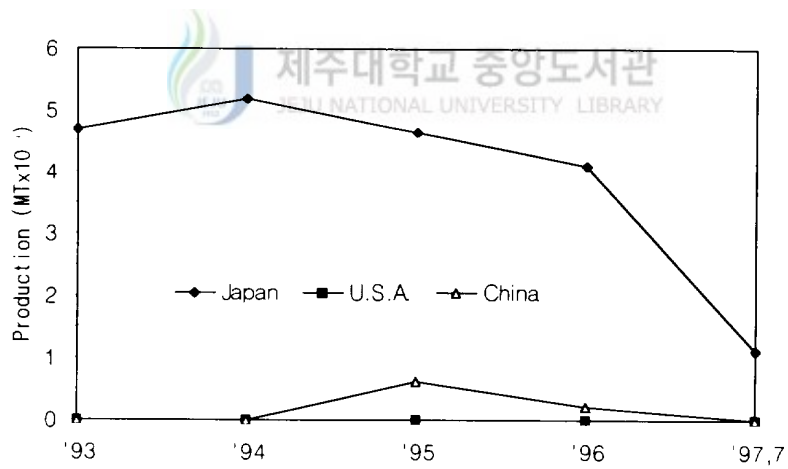


Figure 6. Export amount of *H. fusiformis*.

Table 1. Production of *H. fusiformis*(1995)

Region	Unit : Metric tons	
	Natural	Cultured
Cheju-Do	3,414	-
Jeonlanam-Do	2,032	37,679
Kyongsangnam-Do	731	-
Chungchongnam-Do	2	-
Total	6,179	37,679

한편 톳의 연도별 수출은 대부분이 일본으로 편중되어 있으나 (4,679MT/year, 1993: 5,182MT/year, 1994: 4,639MT/year, 1995: 4,090MT/year, 1996), 1996년도에는 중국에도 218MT/year(5%)이 수출되었다(Figure 6). 일본으로 수출된 연간(1993년~1996년) 평균 수출량은 4,647.5 MT/year으로 수출량의 96%를 차지하고 있다.

3. 톳의 지역간 엽장·엽중



1) 지귀도

임의로 120개체를 선택하여 엽장과 엽중을 비교·검토한 결과는 다음과 같다.

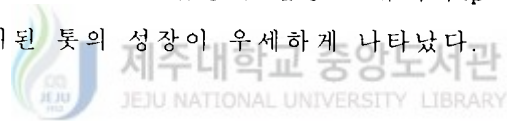
채집된 톳의 측정치를 보면, 엽장의 최대값은 122.0 cm, 최소값은 10.4 cm 로 나타났으며, 평균값은 73.9 cm, 표준편차는 27.5으로 나타났다. 엽중의 최대값은 40.1 g, 최소값은 0.6 g 으로 평균은 9.5 g 이었으며, 표준편차는 7.3으로 나타났다. 엽장의 측정값을 10 cm 간격으로 나누어 구간별 성장값을 보면, 구간 90 cm 에서 19개체로 가장 많았고, 두 번째로는 구간 100 cm 에서 18개체로 나타나, 두구간이 약 30%를 차지

하고 있다. 이처럼 2년생으로 추정되는 톳이 가장 많이 출현하였으며 3년생 톳은 거의 나타나지 않았다(Figure 7).

2) 함덕

함덕에서 채집된 톳의 측정치를 보면, 엽장의 최대값은 148.0 cm, 최소값은 25.0 cm 로 나타났으며, 평균값은 83.8 cm, 표준편차는 31.1로 나타났다. 엽중의 최대값은 93.7 g, 최소값은 2.3 g 으로 평균은 33.0 g 으로 나타났으며, 표준편차는 21.5로 나타났다. 지귀도에서 채집한 톳과 같이 엽장을 기준으로 측정값을 10 cm 간격으로 나누어 구간별 측정값을 보면, 구간 90 cm 에서 17개체로 가장 많았고, 두 번째로는 구간 60 cm 으로 14개체로 나타나, 두 구간이 차지하는 비율은 약 25%로 나타났다. 함덕에서 채취된 톳도 지귀도와 마찬가지로 2년생 톳이 가장 많이 출현하였으며, 3년생 톳도 지귀도와 대조적으로 상당량이 채취되었다(Figure 7).

T-검정결과 두 지역간의 엽장과 엽중은 유의차($p < 0.05$)가 있었으며, 함덕에서 채취된 톳의 성장이 우수하게 나타났다.



4. 부착생물

톳에 외생(epiphytic)하는 해조류는 녹조식물문(Chlorophyta)인 파래(*Enteromorpha* sp.), 구멍갈파래(*Ulva pertusa*)가 2종, 갈조식물문(Phaeophyta)인 모자반털(*Elachista* sp.), 불레기말(*Colpomenia* sp.), 갯쇠털(*Sphacelaria* sp.)이 3종, 홍조식물문(Rhodophyta)인 김(*Porphyra* sp.), 나룻말(*Auduinella*=*Rhodochorton* sp.), 우뭇가사리(*Gelidium amansii*), 코레오콜락스(*Choreocolax* sp.), 마디잘록이(*Lomentaria*

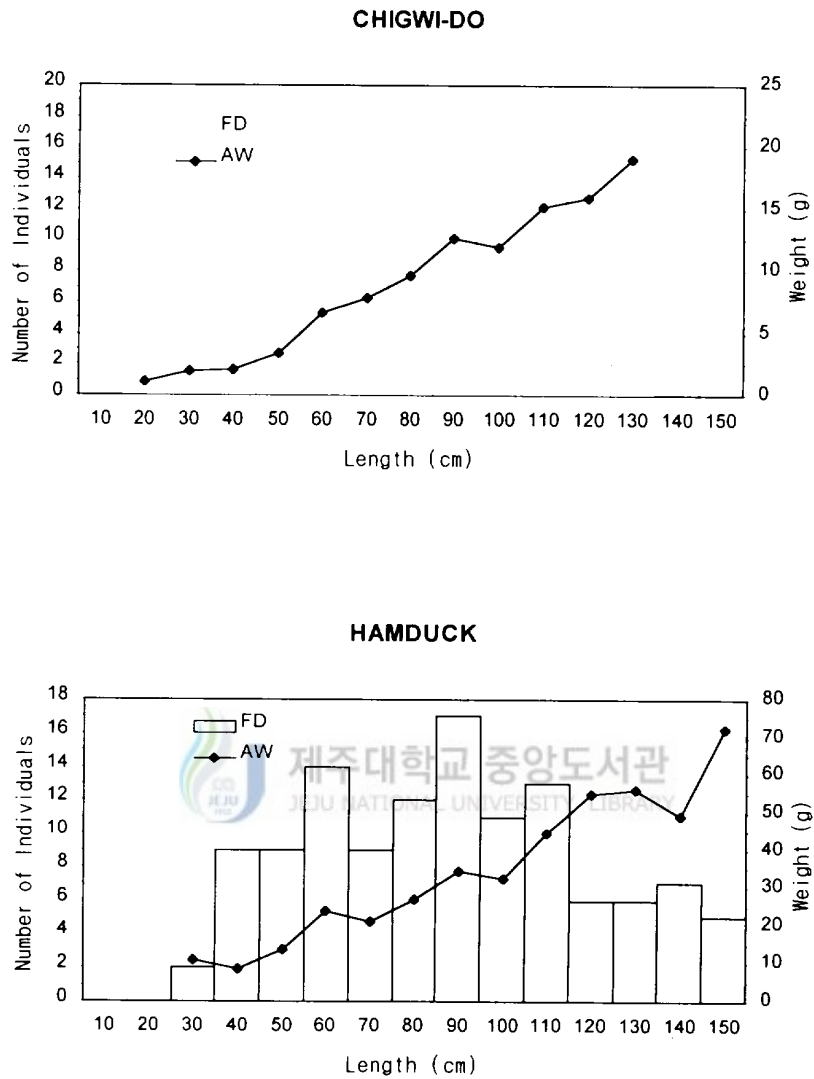


Figure 7. Frequency distribution and weight of *H. fusiformis*:
Frequency Distribution (FD), Average Wet Weight(AW).

catenata), 각시잇바디가지(*Herpochondria elegans* = *Microcladia elegans*), 서실(*Chondria* sp.) 등 7종이 착생식물로 나타나 총 12종이 관찰되었다. 이 중에서 *Ulva pertusa*와 *Chondria* sp. 가 가장 두드러지게 부착되어 있었으며, *Chondria*는 툇 120개체 중에 12개체가 부착되어 있어, 10%의 착생 빈도를 나타내며, 엽중도 평균 1.82 g으로 착생식물 중 우점종으로 나타났다.

동물상은 연체동물문(Mollusca)인 원시복족목(Archaeogastropoda)의 남방얼룩고둥(*Cantharidus japonicus japonicus*) 2개체, 각시고둥류(*Monodonta* sp.) 4개체 등 2종 6개체가 출현하였다. 또한, 중복족목(Mesogastropoda)의 갯고둥(*Batillaria multiformis*) 1개체, 짜부락고둥(*Ochetoclava kochi*) 1개체, 다슬기류(*Semisulcospira* sp.) 2개체로 3종 4개체가 나타났고, 신복족목(Neogastropoda)에서 무늬무룩(*Euplica scripta*) 1개체, 무룩(*Pyrene testudinaria*) 1개체와 보리부룩(*Mitrella bicincta*) 1개체로 3종 3개체가 나타나, 총 8종 13개체가 조사되었다. 절지동물문(Arthropoda) 단각목(Amphipoda)의 옆새우류(*Gammarus* spp.)는 1종 132개체, 십각목(Decapoda)의 집게류(*Pagurus* sp.) 1종 3개체, 게아목(Brachyura)의 물맞이게류(*Pugettia* sp.) 1종 4개체와 등각목(Isopoda)의 어리모래무지벌레(*Cirolana thielemanni*) 1종 1개체로 총 4종 140개체가 출현하였다. 환형동물문(Annelida)로는 유영목(Errantia)의 갯지렁이류(*Nereidae* sp.) 1종 8개체가 출현하였다. 강장동물문(Coelenterata)의 히드로목(Hydroidea) 깃히드라류(*Plumalaria* sp.) 1종 1개체가 출현하였으며, 히드라류는 해조류처럼 툇의 조체에 직접 부착되어 있었다(Plate III-B). 이와 같이 동물은 4개문(Phylum)에서 총 14종이 출현하였으며, 이 중 옆새우류가 다량 수집되었는데, 가장 큰 것은 1 mm인 것부터 작게는 70 μ m의 것이 수집되었으며, 이 중 가장 큰 것(1 mm까지)은 1개체, 중간크기(1 mm ~ 500 μ m)는 9개체, 작은 크기(500 μ m ~ 100 μ m)는 113개체로 가장 많이 나타났으며, 가장 작은 크기(100 μ m 이하)는 9개체로 나타나 동물상에서 우점종으로 나타났다. 갯지렁이류는 크기가

500 μm 에서 180 μm 까지 나타났으며, 어린 고등류는 크기가 130 μm 에서 90 μm 였으며 각시고등류로 추정되는 종이 4개체, 다슬기류로 추정되는 종이 2개체로 총 6개체로 나타났다(Table 3).

Table 2. Epiphytic algae on *H. fusiformis*

Species		Body weight(g)	Frequency (%)
Chlorophyta	<i>Enteromorpha</i> sp.	+	-
	<i>Ulva pertusa</i>	+	0.1
Phaeophyta	<i>Elachista</i> sp.	+	-
	<i>Colpomenia</i> sp.	+	-
	<i>Sphacelaria</i> sp.	+	-
Rhodophyta	<i>Porphyra</i> sp.	+	-
	<i>Auduinella</i> sp.	+	-
	<i>Gelidium amansii</i>	+	-
	<i>Choreocolax</i> sp.	+	-
	<i>Lomentaria catenata</i>	+	-
	<i>Herpochondria elegans</i>	+	-
	<i>Chondria</i> sp.	1.82	10

+ : less than 0.1 g

-- : less than 0.001%

5. 톳과 착생식물의 착생기작

착생식물중에서 조체에 부착기는 고정시키는 형태가 다양하였다. 엽상의 김류와 파래 및 구멍갈파래는 톳의 외막을 뚫고 세포와 세포사이

Table 3. Epiphytic animals on *H. fusiformis*

	Species	Individual Frequency	
		No.	(%)
Mollusca	<i>Cantharidus japonicus japonicus</i>	2	1.2
	<i>Monodonta</i> sp.	4	2.5
	<i>Batillaria multiformis</i>	1	0.6
	<i>Ochetoclava kochi</i>	1	0.6
	<i>Semisulcospira</i> sp.	2	1.2
	<i>Euplica scripta</i>	1	0.6
	<i>Pyrene testudinaria</i>	1	0.6
	<i>Mitrella bicincta</i>	1	0.6
Arthropoda	<i>Gammarus</i> spp.	132	81.5
	<i>Pagurus</i> sp.	3	1.9
	<i>Pugettia</i> sp.	4	2.5
Annelida	<i>Cirolana thielemanni</i>	1	0.6
Coelenterata	<i>Nereidae</i> sp.	8	4.9
	<i>Plumalaria</i> sp.	1	0.6

에 부착기를 끼워 놓은 형태이고, 사상체의 홍조류인 *Auduinella* 도 같은 형태를 하고 있다. 서실은 톳의 외피에 반상근으로 착생하여 세포에 주는 피해는 없다. 단지 *Choreocolax*는 발달한 부착기가 없이 암종상의 조체를 형성하여 세포를 파괴하여 톳의 경상부에 변형을 이르고, 경상부가 쉽게 잘라지도록 하며, 성장 상태도 대조적으로 좋지 않았다.

IV. 고 찰

툫(*H. fusiformis*)은 김(*Porphyra* spp.), 미역(*U. pinnatifida*), 다시마(*L. japonica*)와 함께 비타민이나 무기이온이 많고, 필수 미량원소의 함유량이 높은 것이 특징이다(西澤·村杉, 1988).

우리 나라의 툫(*H. fusiformis*) 생산량은 매년 증가 추세를 보이고 있으며, 1991년 이후로 1995년까지는 평균 26% 정도로 꾸준히 증가하였다. 다만 1996년에는 전년도 수출 부진에 따른 재고 누적으로 양식 시설 대수가 감소되었고, 적은 강우량으로 인하여 생산량이 전년에 비해 29% 감소하였다. 제주도에서는 1991년이래로 1992년과 1994년, 1995년에 약간 감소(평균 10%) 하였으나, 1996년에는 전년에 비해 59% 이상 예년보다 큰폭으로 증가하였다. 이러한 툫의 생산량은 양식산이 80%를 넘어 서고 있으나, 제주해역만이 전량 자연산으로 생산되고 있어 이 지역에서도 적극적인 양식이 필요한 해조류이다.

Suto(1951)는 툫의 엽장에 있어서, 1년생은 5~15 cm (2~15 g), 2년생은 10~40 cm (30~150 g), 3년생은 20~100 cm (210~1,010 g)로 나타나고 4년째 이상의 것은 성장과정이나 밀생도가 3년생과 별차이가 없다고 한다. 해조류의 생장은 환경에 따라 차이가 있으나 Suto와 이 연구의 결과를 비교하면, 1년생과 3년생(120~150 cm)보다 90 cm 내외의 크기인 2년생이 우점적으로 나타났다. 이는 해조가 광합성을 하는데 필요한 무기탄산, 무기이온과 함께 빛과 수온 및 염분과 해류 그리고 오염 정도에 따른 차이에 기인한다고 하며(Lobban and Harrison, 1994), 최와 문(1991)이 제주도 북쪽해역(함덕이 포함된 해역)이 각종 영양염류가 많다고 지적한 환경조건에 잘 부합된다.

이러한 환경조건외에 착생생물의 영향도 해조의 성장과 밀접한 관계가 있으며, 조류의 외생체에 관한 연구는 꼬시래기 외생체에 대한 연구가 비교적 최근에 이루어지고 있으며(Bushmann and Gómez, 1993;

Cancino *et al.*, 1987; Friedlander, 1992; Kuschel and Bushmann, 1991; Svirski and Friedlander, 1993), 잇바디가지에 대한 연구도 이루어지고 있다(Gonzalez and Lynda, 1989;). 또한, 단각류와 등각류를 중심으로 외생하는 동물 군집과의 접근도 시도되었다(Shacklock and Croft, 1981; Shacklock and Doyle, 1983; Nicotri, 1977). 그러나 외생체에 대한 연구가 초기단계에 있어, 그 피해 정도나 상업적 조류에 미치는 영향들은 앞으로 해결해야 할 문제점으로 남아있다.

착생생물이 숙주에게 주는 피해는 가스과 영양교환의 방해로 성장저해를 초래하고 끌림(drag)현상을 유발하여 조체가 떨어져 나가게 하기도 한다(Lobban and Harrison, 1994). 이 조사에서 외생체로 나타난 조류중 *Chondria*가 가장 많았으며, 다음이 *Ulva*였다. 이들 두 종은 상기한 바와 같은 영향을 툿에 주리라고 사료된다. Cancino and Orellana(1987)는 외생체의 성장으로 빛의 차단이 조체의 성장에 영향을 준다고 하였다. 가장 심하게 조체에 피해를 주는 종은 *Auduinella*로서 사상체의 미소조류인 이 종은 툿의 표면에 심하게 밀생하여 빛을 차단할 뿐만 아니라, 동일 지역에 있는 다른 재료과 엽장을 비교할 때 약 50%의 수준에 달하는 것으로 보아 가스과 영양교환을 방해하는 것으로 사료된다.

동물의 외생체나 조류와 함께 사는 동물들은 다양하지만 조식성 동물의 피해에 대해서는 알려진 바가 많지 않다. Shacklock and Croft(1981)는 갑각류 중에 조류조직을 상하게 하여 성장을 저해시킨다고 하였지만, *Chondrus crispus* 배양에서 종종 착생생물로 자라는 *Enteromorpha* spp.와 *Ectocarpus* spp.를 선택적으로 섭식하여, *C. crispus*와 같은 숙주생물의 성장에 도움을 주기도 한다(Shacklock and Doyle, 1983). 이 연구에서도 *Gammarus* spp.가 크기별로 다양하게 나타나 있으며, 이 연구에서는 이루어지지 않는 않았지만, 큰 것들은 조류를 직접 섭이할 수 있으며, 중간 크기의 것들은 툿에 착생하는 *Enteromorpha*와 같은 해조류를 선택적으로 섭식이 가능하며, 100 μ m이하로 작은 것들은 포자 등을 섭이할 수 있는 가능성은 배제할 수 없다. 칠레 남쪽지방에서는 갈파래가 꼬시

래기(*Gracilaria*)보다 성장이 빠르기 때문에(Svirski, 1993), 꼬시래기의 주 생산시기에 갈파래의 착생이 꼬시래기 생산에 상당한 영향을 주고 있다고 한다(Bushmann 등, 1993). 이처럼 툇과 같이 상업적으로 선택된 조류에 부착된 생물은 생산성과 품질에 직·간접적으로 영향을 끼치리라 사료되며, 다양한 부착생물의 생리·생태학적 연구로 이 생물이 툇에 주는 피해와 영향 등은 앞으로 연구되어야 할 것으로 생각된다.



V. 요약

1996년 제주도에서 생산되는 해조량은 총 9,441톤으로 이중 툇은 5,422톤(57%)에 달하며, 산업적으로 중요한 해조인 툇을 대상으로 성장에 영향을 미치는 착생생물에 관하여 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

조사된 툇 조체에서 나타나는 부착해조(epiphyte)는 녹조식물문(Chlorophyta)인 파래(*Enteromorpha* sp.), 구멍갈파래(*Ulva pertusa*) 등 2종, 갈조식물문(Phaeophyta)인 모자반털(*Elachista* sp.), 불레기말(*Colpomenia* sp.), 갯쇠털(*Sphacelaria* sp.)등이 3종, 홍조식물문(Rhodophyta)가 김(*Porphyra* sp.), 나룻말(*Auduinella*=*Rhodochorton* sp.), 우뭇가사리(*Gelidium amansii*), 코레오콜락스(*Choreocolax*), 마디갈록이(*Lomentaria catenata*), 각시잇바디가지(*Herpochondria elegans* = *Microcladia elegans*), 서실(*Chondria* sp.) 등 7종이 착생식물로 나타나 전체 12종이 출현하였다.

착생 동물은 연체동물문(Mollusca)인 남방얼룩고둥(*Cantharidus japonicus japonicus*), 각시고둥류(*Monodonta* sp.), 갯고둥(*Batillaria multiformis*), 짜부락고둥(*Ochetoclava kochi*), 다슬기류(*Semisulcospira* sp.), 무늬무룩(*Euplica scripta*), 무룩(*Pyrene testudinaria*)와 보리무룩(*Mitrella bicincta*)등 총 8종이 출현하였고, 절지동물문(Arthropoda)인 옆새우류(*Gammarus* spp.), 집게류(*Pagurus* sp.), 물맞이게류(*Pugettia* sp.), 어리모래무지벌레(*Cirolana thielemanni*)등 총 4종이 출현하였으며, 환형동물문(Annelida)인 갯지렁이류(*Nereidae* sp.)가, 강장동물문(Coelenterata)에서는 깃히드라류(*Plumalaria* sp.)가 각각 1종씩 출현하였다.

착생조류 중, 서실이 12개체로 해조중 가장 많이 출현하였으며, 착생 동물중에선 옆새우류(*Gammarus* spp.)가 툇 120개체중 132개체로 가장

많이 출현을 하여, 툇성장에 큰 영향을 끼치는 것으로 사료된다.

조사된 12종의 착생식물 중 툇의 성장에 직접적인 피해를 주는 생물체로는 *Auduinella*가 있으며, 조체의 일부에 피해를 주는 종은 *Choreocolax*가 있으나, 나머지 해조류의 피해정도는 크지 않은 것으로 사료된다. 조사된 14종의 동물들에 의한 직접적인 피해는 확인된 바 없고, 앞으로 더 연구되어야 할 과제이다.

VI. 참고문헌

- Arai, S. 1993. *Hizikia fusiformis* (Harvey) Okamura. In: An Illustrated Atlas of the Life History of Algae (ed. Hori, T.). Vol. 2. Brown and Red Algae. Uchida Rokakuho Pub. Co., Ltd. Tokyo. pp. 166~167.
- Buschmann, A. H. and P. Gómez 1993. Interaction mechanisms between *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta) and epiphytes. *Hydrobiologia*, 260/261 : 345-351.
- Cancino, M., M. Muñoz and M. C. Orellana. 1987. Effects of epifauna on algal growth and quality of the agar produced by *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss. *Hydrobiologia*, 151/152 : 233-237.
- 최영찬 · 문영석. 1991. 제주도 남방 연안역의 4월달 해수특성. 제주대 해양연보. 15 : 73-80.
- Friedlander, M. 1992. *Gracilaria conferta* and its epiphytes: the effect of culture conditions on growth. *Bot. Mar.* 35 : 423-428.
- Gonzalez, M. A. and J. G. Lynda. 1989. The red algal epiphytes *Microcladia coulteri* and *M. californica* (Rhodophyceae, Ceramiaceae). II. Basiphyte specificity. *J. Phycol.* 25 : 558-567.
- Kuschel, F. A. and A. H. Buschmann. 1991. Abundance, effects and management of epiphytism in intertidal cultures of *Gracilaria* (Rhodophyta) in southern Chile. *Aquaculture*, 92 : 7-19.
- Lobban, C. S. and P. J. Harrison. 1994. The physiological ecology of seaweeds. Cambridge Univ. 242 pp.
- Nicotri, M. E. 1977. The impact of crustacean herbivores on cultured seaweed populations. *Aquaculture*, 12 : 127-136.

- 西澤一俊・村杉幸子. 1988. 海藻の本. 研成社. 215pp.
- Ohno, M. and M. Matsuoka. 1993. *Undaria* cultivation "Wakame". In: Seaweed Cultivation and Marine Ranching (eds. Ohno, M. & A. T. Critchley). *Kanagawa International Fisheries Training Center, Japan International Cooperation Agency (JICA)*. pp. 41 ~ 49.
- 박선홍. 1992. 제주도 조간대 해조군집의 정성·정량적 분석. 박사학위논문. 제주대학교. 176 pp.
- Shacklock, P. F. and G. B. Croft. 1981. Effect of grazers on *Chondrus crispus* in culture. *Aquaculture*, 22 : 331-342.
- Shacklock, P. F. and R. W. Doyle. 1983. Control of epiphytes in seaweed cultures using grazers. *Aquaculture*, 31 : 141-151.
- Sohn, C. H. 1993. *Porphyra*, *Undaria* and *Hizikia* cultivation in Korea. *Korean J. Phycol.* 8 : 207-216.
- Suto, S. 1951. On shedding of eggs, liberation of embryos and their later fixing in *Hizikia fusiforme*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 17 : 9-12.
- Svirski, E., S. Beer & M. Friedlander. 1993. *Gracilaria conferta* and its epiphytes: (2) Interrelationship between the red seaweed and *Ulva cf. lactuca*. *Hydrobiologia*, 260/261 : 391-396.
- 양성기·노홍길·손태준·박원배. 1992. 제주도 연안해역의 해황 및 기상이 어획생산량의 변동에 미치는 영향. 제주대 학회지. 34 : 51-76.
- 양성기. 1994. 제주도 함덕주변의 해류특성에 관한 연구. 제주대 해양연보. 18 : 49-58.
- 해양수산부통계연보. 1991~1996.

VII. 사 사

학문에 길로 인도하여 주시고, 논문이 완성되기까지 세심한 관심을 기울여 주신 은사 이 기완교수님께 깊이 감사드립니다.

논문이 완성되기까지 세심히 심사를 해주신 노 섬, 최 광식교수님께도 진심으로 감사를 드리며, 항상 여러모로 관심과 조언을 주신 이 정재, 정상철, 송춘복교수님께도 감사드립니다.

채집과 자료에 도움을 준 김 경민, 현 재민, 오 상필, 김 종수선배에게도 깊은 감사드립니다. 어려울 때마나 항상 곁에서 충고와 조언으로 도움을 준 박 무억, 변 수철, 이 병문선배에게도 감사드리며, 정성껏 실험을 도와준 해산식물학 연구실원에게도 감사를 드립니다.

끝으로, 세상을 달리하신 할아버지와 할머니께도 무한한 감사를 드리며, 어렵고 바쁘신 중에도 다정히 뒷바라지를 해주신 부모님과 형제들, 친척 여러분께 감사를 드립니다.



Explanation of Plates

PLATE I. Natural algal bed of *Hizikia fusiformis* on rocky shore.

A : Well grown fronds of *H. fusiformis*

B : Poorly grown fronds of *H. fusiformis*

PLATE II. Natural algal bed of *Hizikia fusiformis*.

A : *H. fusiformis* without epiphytic organisms

B : *H. fusiformis* with numerous epiphytic organisms

PLATE III. Fronds of *H. fusiformis*.

A : Algal fronds in natural bed

B : Drying algal fronds without epiphytic organisms (upper),
and with epiphytic organisms (lower)

PLATE IV. Harvesting and drying procedure of *H. fusiformis*.

A : Transport from the natural algal bed

B : Unloading from the vehicle

C : Dried *H. fusiformis*; note the color change before and after dry

PLATE V. Epiphytic algae on *Hizikia fusiformis*.

A : Algal fronds with *Auduinella* (upper), and without
Auduinella (lower)

B : Epiphytic *Ulva*

C-D : Epiphytic *Chondria*

PLATE VI. Epi-dwelling fauna on *H. fusiformis*.

A : *Monodonta* sp.

B : *Plumalaria* sp.

C : *Gammarus* sp.

D : *Semisulcospira* sp.



PLATE I

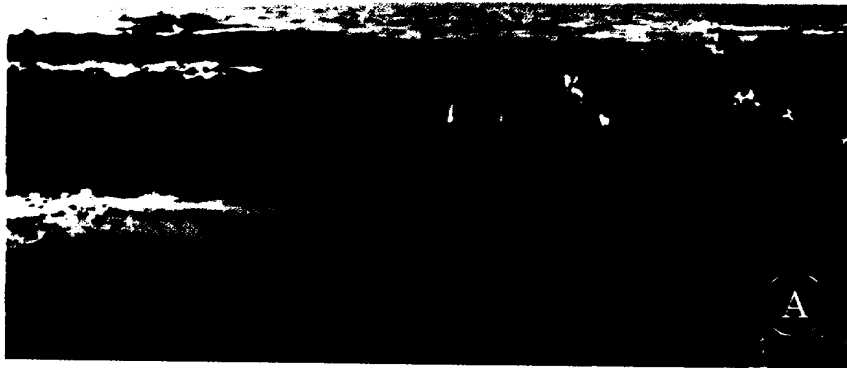


PLATE II

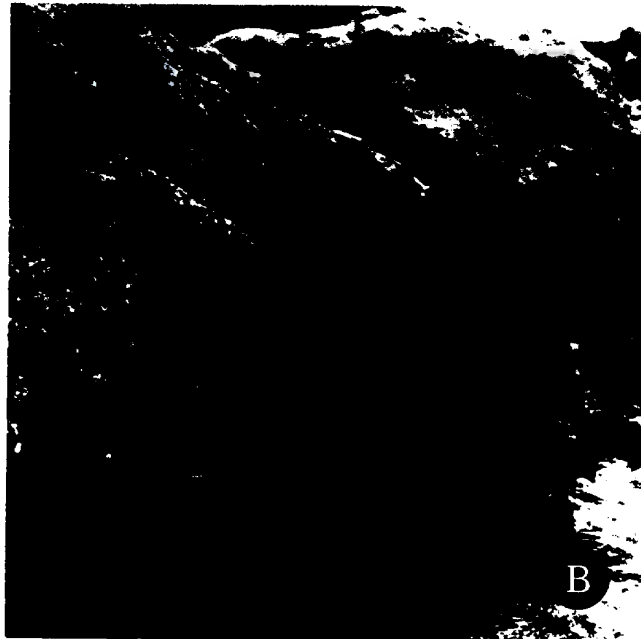
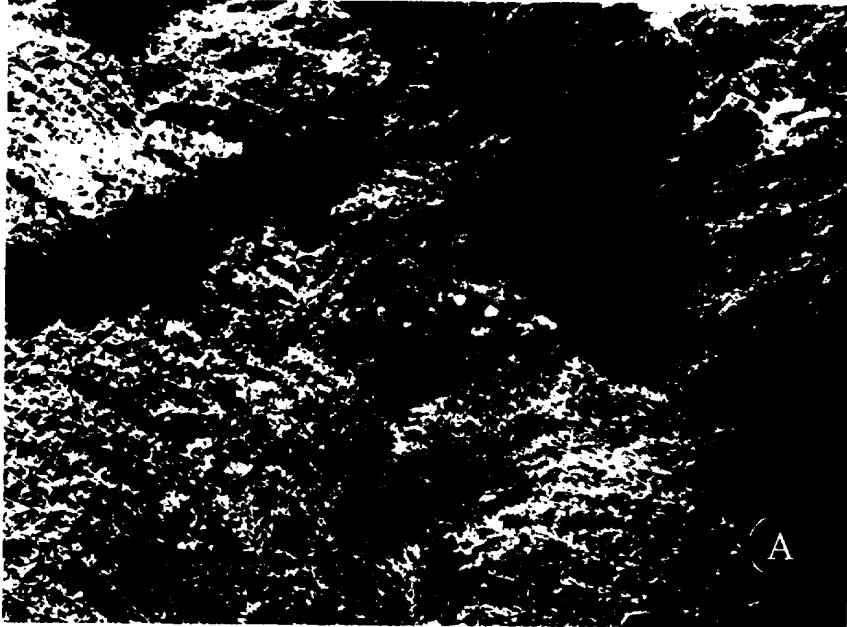


PLATE III



PLATE IV

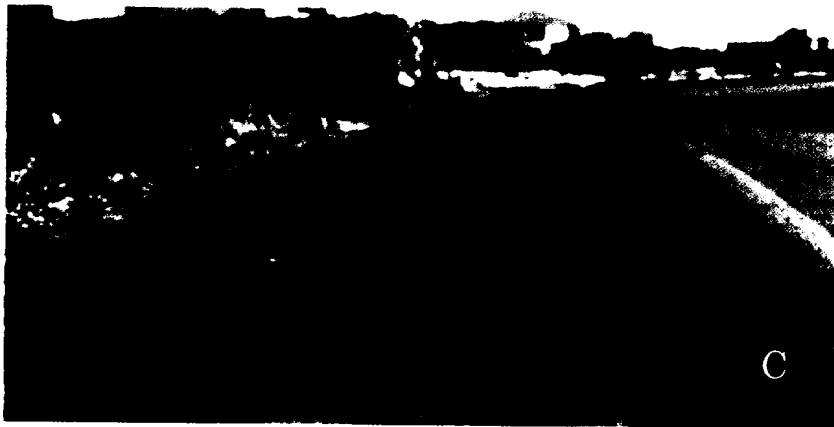


PLATE V

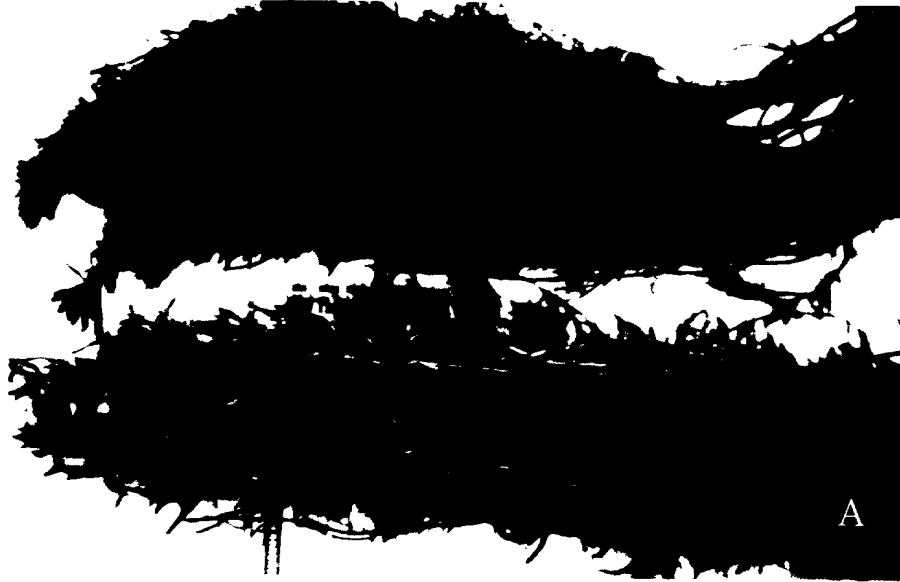
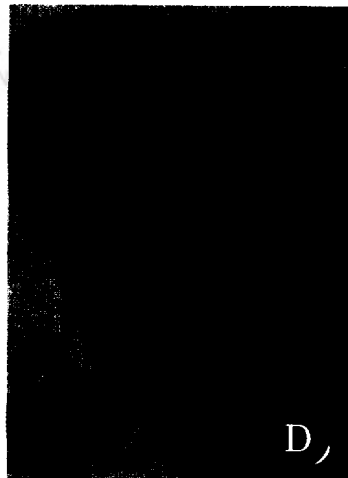
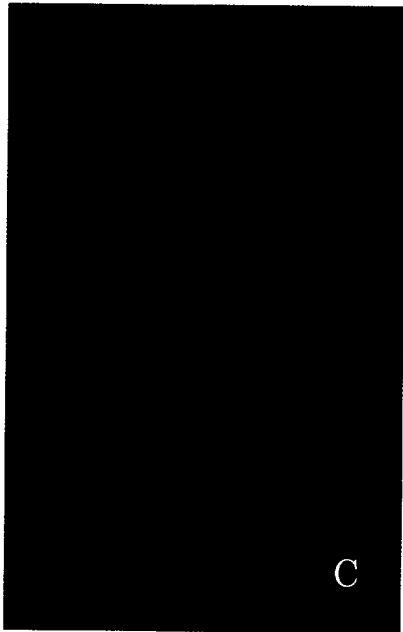
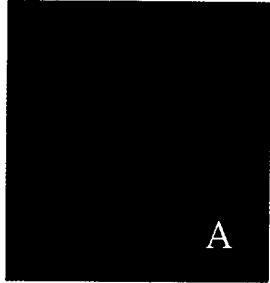


PLATE VI



APPENDIX I. LIST OF ASSOCIATED WITH *Hizikia fusiformis*.

EPIPHYTIC ALAGE

Division Chlorophyta 녹조식물문

Class Chlorophyceae 녹조강

Order Ulvales 갈파래목

Family Monostromataceae 홀파래과

1. *Enteromorpha* sp. 파래
2. *Ulva pertusa* 구멍갈파래

Division Phaeophyta 갈조식물문

Class Phaeophyceae 갈조강

Order Chordariales 민가지말목

Family Elachistaceae 모자반털과

3. *Elachista* sp. 모자반털

Order Scytosiphonales 고리매목

Family Scytosiphonaceae 고리매과

4. *Colpomenia* sp. 불레기말

Order Sphacelariales 갯쇠털과

Family Sphacelariaceae 갯쇠털과

5. *Sphacelaria* sp. 갯쇠털

Division Rhodophyta 홍조식물문

Class Rhodophyceae 홍조강

Subclass Bangiophycidae 김파래강

Order Bangiales 김파래목

Family Bangiaceae 김파래과

6. *Porphyra* sp. 김
Subclass Florideophytidae 진홍조아강
Order Nemalionales 국수나물목
Family Acrochaetiaceae 붉은솜과
7. *Auduinella* (= *Rhodochorton*) sp. 나룻말
Order Gelidiales 우뭇가사리목
Family Gelidiaceae 우뭇가사리과
8. *Gelidium amansii* 우뭇가사리
Order Cryptonemiales 지누아리목
Family Choreocolacaceae 코레오콜락스과
9. *Choreocolax* sp.
Order Rhodymeniales 분홍치목
Family Lomentariaceae 마디잘록이과
10. *Lomentaria catenata* 마디잘록이
Order Ceramiaceae 비단풀목
Family Ceramiaceae 비단풀과
11. *Herpochondria elegans* 각시잇바디가자
(= *Microcladia elegans*)
Family Rhodomelaceae 빨간검둥이과
12. *Chondria* sp. 서실

APPENDIX II. LIST OF EPI-DWELLING ON *Hizikia fusiformis*.

EPI-DWELLING FAUNA

Division Mollusca 연체동물문

Class Gastropoda 복족강

Subclass Prosobranchia 전새아강

Order Archaeogastropoda 원시복족목

Family Trochidae 남방얼룩고둥과

1. *Cantharidus japonicus japonicus*

남방얼룩고둥

Family Trochidae 밤고둥과

2. *Monodonta* sp. 각시고둥류

Order Mesogastropoda 중복족목

Family Potamididae 갯고둥과

3. *Batillaria multiformis* 갯고둥

Family Cerithiidae 짜부락고둥과

4. *Ochetoclava kochi* 짜부락고둥

5. *Semisulcospira* sp. 다슬기류

Order Neogastropoda 신복족목

Family Pyrenidae 무룩과

6. *Euplica scripta* 무늬무룩

7. *Pyrene testudinaria* 무룩

8. *Mitrella bicincta* 보리무룩

Division Arthropoda 절지동물문

Subdivision Mandibulata 대악아문

Superclass Crustacea 갑각상강

Class Malacostraca 연갑강

- Subclass Eumalacostraca 진연갑하강
 Superorder Peracarida 낭하상목
 Order Amphipoda 단각목
 Suborder Gammaridea 옆새우아목
 9. *Gammarus* spp. 옆새우류
 Superorder Eucadria 진하상목
 Order Decapoda 십각목
 Suborder Anomura 집게아목
 Family Paguridea 집게과
 10. *Pagurus* sp. 집게류
 Suborder Brachyura 게아목
 11. *Pugettia* sp. 물맞이게류
 Class Cirripedia 만각아강
 Subclass Eumalacostraca 진연갑하강
 Superorder Peracarida 낭하상목
 Order Isopoda 등각목
 12. *Cirolann thielemanni* 어리모래무지벌레
 Division Annelida 환형동물문
 Class Polychaeta 다모강
 Order Errantia 유영목
 Family Nereidae 참갯지렁이과
 13. *Nereidae* sp.
 Division Coelenterata 강장동물문
 Class Hydrozoa 히드로충강
 Order Hydroidea 히드로충목
 14. *Plumalaria* sp.

