

底棲植物의 群集構造와 生産性(竹島, 東海岸)

I. 海藻類의 植生과 環境

高 哲 煥 · 成 樂 吉

(서울대학교 自然科學大學 海洋學科)

Community Structure and Productivity of Phytoenthos in Juckdo (Eastern Coast of Korea)

I. Benthic Marine Algal Vegetation and its Environment

Koh, Chul-Hwan and Nackil Sung

(Department of Oceanography, Seoul National University, Seoul)

ABSTRACT

Algal vegetation in the subtidal zone between a small rock output and the Juckdo Island, eastern coast of Korea was investigated at several selected sites. The objectives of the survey were to describe the poorly known macroalgae community in this area and correlate the patterns of distribution as well as the change of zonation with the environmental conditions. The water movement, light intensity and the inclination of substrate are considered as the environmental parameters. The upper and mid subtidal zones in sheltered area with less steep rocky surface are dominated by large brown alga *Sargassum confusum*; in the exposed area are characterised by species of *Costaria costata*. In the lower subtidal zone, the difference of vegetation between the sheltered and the exposed areas is not recognized. At this depth the light intensity is an important ecological factor. Six narrow algal zones occur in the sheltered area, whereas two broad belts occur in the exposed area. The biomass value is 4 times greater in the sheltered area than in the exposed area.

緒 論

一般的으로 海藻類의 分布를 결정하는 重要 環境要因이라면, 물리, 화학, 생물학적 요인을 들 수 있겠으나 Dawson (1966)은 力學的 요인이라 하여 “海水의 運動 (water movement)”에 포함되는 사항들을 구분하여 分類하고 있다. 그러나 이러한 역학적 요인들이란 대부분

物理的 환경요인으로 간주될 수 있는 것으로 그 분류의 타당성에는 아직도 논의의 여지가 있으나 해수의 운동이 해조류의 분포에 미치는 영향이 매우 중요하기 때문에 (Neushul, 1967; Stephenson and Stephenson, 1972; Topinka *et al.*, 1981) 이러한 분류는 현재까지 여러 사람에 의해 받아들여지고 있다 (Chapman and Chapman, 1973; Dawes, 1981). Schwenke (1971)는 해조류의 분포와 관계있는 해수의 운동을 파랑, 표층해류, 저층해류, 해수면의 변화등에 의한 물의 운동으로 나누고 있고 이중 가장 중요한 것으로 파랑 및 빠른 레류나 潮流 등에 의한 운동이라고 규정짓고 있다. 이중 빠른 潮流나 해류에 의한 물의 운동과 해조류 분포와의 관계는 Lewis (1968), Mathieson *et al.* (1977) 등에 의해 集단의적으로 연구되었으며, 潮流의 強度에 의해 棲息하는 해조류의 종류가 달라짐도 아울러 밝히고 있다. 그러나 一般적으로 해조류의 분포에 영향을 미치는 해수의 운동이라 하면 바람에 의해 일어나는 파도가 조간대의 암반에 부딪쳐 생겨나는 기계적인 힘으로 이들은 해조류의 植生을 달리할 뿐 아니라 심지어 이들의 形態까지도 변하게 한다. 예를 들면, 같은 Fucales 목이면서도 *Fucus vesiculosus* 같은 종은 외해에 노출된 지역에 많이 서식하고 있고 *Ascophyllum nodosum*의 경우는 보호된 지역내서 많이 발견되고 있으며 (Mathieson *et al.*, 1977; Topinka *et al.*, 1981) 형태적으로도 파도에 노출된 곳에 棲息하는 해조류는 葉이 두껍고 딱딱하며 假根의 암반부착정도도 훨씬 강하다. 또한 줄기도 유연하고 팽창력이 있으며 코일처럼 감기고 있어 파도에 견디는 정도를 강하게 한다 (Koehl and Wainwright, 1977). 그래서 이러한 해수의 운동을 조간대에서의 썰물때 일어나는 “햇빛에의 노출”과 함께 해조류 棲息에 대한 압박으로까지 해석하고 있다 (Norton *et al.*, 1982). 해수의 운동이란 이렇게 해조류의 棲息과 중요한 관계를 갖고 있어, 이에 本著者等은 해수의 운동에 차이가 나는 環境條件을 갖춘 대상지를 선정, 이에서의 해조류 植生과 海水運動과의 관계를 調査코져 하였다. 해수의 운동이외에도 水深에 따른 光條件이나 그 밖에 해조류가 棲息하는 基部岩盤의 경사도등을 環境要因으로 취급하고 이러한 환경요인에 의해 어떠한 해조류군집이 形成되는가, 또한 각 調査지점별 海藻植生 (algal vegetation)은 어떤 차이를 가져오는가등을 考察하였다.

調査地域의 地理的 特性

연구 대상지 竹島 (38°20'N, 128°32'E)는 속초에서 北쪽으로 약 20 km 떨어진 지점으로서, 행정구역상 강원도 고성군 죽왕면 오호리에 속한다. 조사주변 지역에 있는 송지호와 인접천으로부터 담수의 유입이 있으나 竹島주위에 서식하는 底棲生物의 분포에 영향을 미치기에는 그양이 極히 적다. 그리고 오호리연안에는 인자가 1~2φ (0.25~0.5 mm) 정도의 크기를 가진 모래로 형성된 해안이 잘 발달되어 있고 남단의 돌출부에는 소규모의 암반이 외해로 노출되어 있다 (Fig. 1).

竹島는 해안에서 약 200 m 떨어진, 北西-南東 方向으로 뻗어있는 화강암의 섬이다. 섬 주위의 潮下帶 (subtidal zone)도 역시 화강암이 잘 발달되어 있어 부착동식물이 서식하기에 적합한 基質을 제공한다. 따라서 이곳에는 生物相이 풍부하고 또한 인근주민에 의해 침해 받지 않아 자연상태로 잘 보존되어 있는 곳이라 할 수 있다. 본 연구자는 이러한 竹島지역 內에서 調査목적에 부합하는 장소를 선정하였고 가능한 한 좁은 장소에서 (水中작업의 효율화때문) 여러가지 뚜렷한 환경의 차이가 나타나고, 이러한 환경의 차이에 의해 生物의 분포와 환경과의 관계를 뚜렷이 볼 수 있는 곳을 선택함을 원칙으로 삼았다. 이렇게 선택된 장

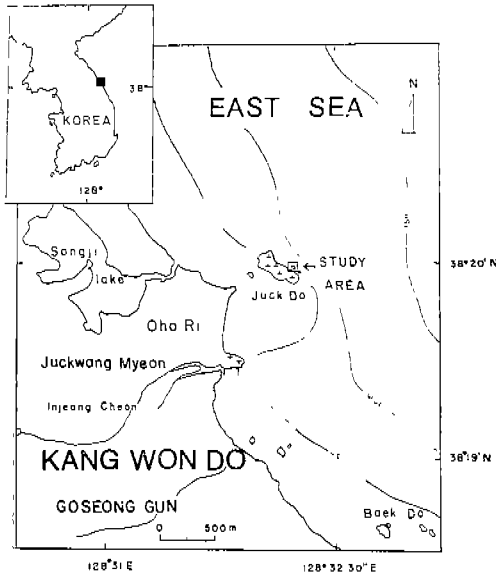


Fig. 1. Location of study area in Juckdo, eastern coast of Korea.

소는 竹島의 남동쪽 끝에 위치한 새끼섬 주변으로 (Fig. 2) 調査지점으로서는 죽도에서 새끼섬을 가로지르는 한 調査기준선을 설정하여, 이 기준선상에 A, B, C, 세 점을 정하고, 이들로 연결되는 潮下帶지역을 각각 Transect A, Transect B, Transect C (이하 Ts A, Ts B, Ts C로 약칭함)라고 명명하였다 (Figs. 2 및 3).

Ts A의 수평거리는 약 25 m이며 수심 5 m까지는 15°의 완만한 경사로서 깊어지고 이후 약 45°의 기울기로 수심 9 m의 저층에 이르게 된다. Ts B, Ts C는 경사각이 거의 90°에 이르는 수직벽면이며 Ts C가 섬의 北西面に 위치하여 外海로부터 밀려오는 파도에 대해 노출되어 있는 반면, Ts B는 이와는 반대편에 위치하고 있어 外海로부터의 영향이 지형적으로 차단되고 있는 곳이다. 동시에 Ts B의 수직벽면은 南西방향으로 向하고 있고, Ts C의 면은 北東방향으로 향하여 있어 서로 햇빛에 의한 환경의 차이도 심한 지역이라 할 수 있다.

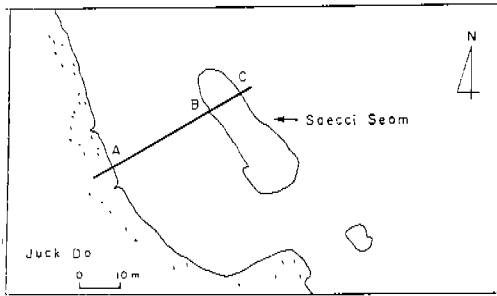


Fig. 2. A sketch map of study site and transects A, B and C.

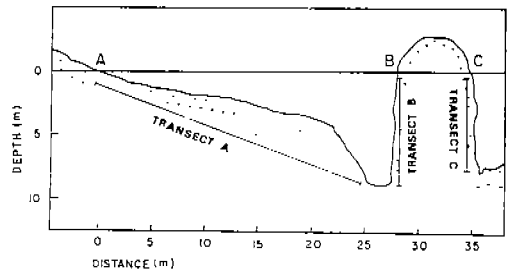


Fig. 3. Cross sectional profiles of subtidal transects A, B and C.

材料 및 方法

海藻類群集. 上記와 같이 設定된 Ts A, Ts B, Ts C를 중심으로 1982년 夏季에 각 調査區에서의 수심別 출현種을 SCUBA diving에 의해 관찰 채집하였다. Ts A에 9개 지점, Ts B에 9개 지점, Ts C에 8개 지점을 수심별로 設定하고 (이때 이들 각 조사지점을 A 1, A 2.....등으로 나타냄) 이 각 수심에서의 채집은 定量的 方法으로 각 調査지점마다

50 cm×50 cm의 방형구를 사용하여 여기에 出現하는 모든 種을 채집하였다. 이들을 실험실 丙에서 각 種類別로 분리하고, 각 種에 대한 現存量 (fresh weight)을 측정하였다. 또한 種의 出現頻度를 보기 위하여 50 cm×50 cm의 방형구를 10 cm×10 cm로 세분한 小방형구를 사용, 각 수심에서 그 안에 出現하는 각 種의 頻度數를 조사하여 기록하였다. 그 밖에 수심別 海藻類 分布의 특징이 되는 부분을 촬영하고, 중요사항을 기재하였다. 또한 통계학적 자료처리方法으로 上記자료들을 定性자료로 환원, 集塊分析 (cluster analysis)을 실시하여 海藻類群集의 층상구조를 밝히는 기초자료로 사용하였다. 해조류의 同定은 Kang (1968)에 따랐다.

環境條件. 上記 海藻類群集의 分布와 상관관계를 갖게 되리라고 예상되는 環境要因으로 光度, 水溫 및 “海水의 운동 (water movement)”을 측정하였다. 이러한 環境條件의 측정 방법中 본조사에서 특기할 사항은 海水운동의 측정이라 하겠다. 여기서 해수의 운동이란 水塊內에 존재하는 모든 물의 움직임을 총칭하는 말로서 (Schwenke, 1971), 이를 총체적으로 간략하게 절대적인 量을 측정할 수 있는 方法은 현재까지 알려져 있지 않아 단순하게 相對的인 量만을 기술할 수 있는 방법을 채택하였다. 이러한 방법의 一種으로 Doty (1971)는 plaster clod card를 사용하고 있다. 本 調査에서도 이러한 원리에 착안하여 실험재료로서 주위에서 쉽게 구할 수 있는 분필을 채택하였고 이를 해수중에 각 수심별로 설치하고 일정시간후 감소된 무게를 측정하였다. 이때 감소되는 무게는 최초의 무게와 비교, 백분율로 나타내었고 이를 해수운동의 상대적인 양으로 간주하였다.

結 果

海水의 運動. 調査지점의 지형으로 보아 外海에 노출되어 있는 Ts C의 해수운동이 Ts A나 Ts B에 비하여 훨씬 높을 것이라고 예측할 수가 있으며, 실제로 현장에서 분필봉치의 試料가 해수 운동에 의해 확산되어지는 비율을 측정한 값들에 의하여도 커다란 차이를 볼 수 있다 (Fig. 4). 해수의 운동에 의한 무게감소율은 Ts C에서 보면 水深 8 m 지역을 제외하고 모두 30% 이상의 높은 값을 보여준 반면, Ts A, B에서는 모두 25% 미만으로서, Ts C보다 낮다. 더욱기 이들 무게감소율의 평균값을 보면, Ts C의 경우 약 35%로서 Ts A나 Ts B의 12%에 비해 거의 3배에 가까운 강한 海水의 운동을 보여주고 있다. 또한 Ts C의 경우 저층까지도 모두 水塊의 혼합이 일어나는 현상을 이 結果를 통하여 예측할 수 있는 반면 (무게감소율이 상층에서와 마찬가지로 저층에서도 높음) Ts A나 Ts B의 경우 표층에서는 해수의 운동이 강하고 저층으로 갈수록 감소하는 경향을 보인다.

光度. 水深에 따른 光度의 변화는 Fig. 4와 같다. 전반적으로 볼 때 光度는 수심 1~3 m 지역에서 급격히 감소하여 수심 4 m에서 다소 증가하는 傾向을 보이고, 이후 다시 낮아져 7~9 m의 저층수심에서 완만한 감소경향을 보인다. 上記結果의 가장 특징적인 現象은 표층부근에서 光度가 급격히 감소하고, 수심 4 m 지역에서는 光度가 오히려 약간 증가하는 것으로 이는 外洋에서 수심에 따라 光度가 점차적으로 감소하는 현상과는 매우 다르다고 할 수 있다. 즉, 一般的으로 外海에서 밀려오는 파도가 해안에서 부서질때 주기적으로 발생하는 많은 氣泡은 水中으로 入射하는 태양광선을 차단하는 효과를 가지며, 부

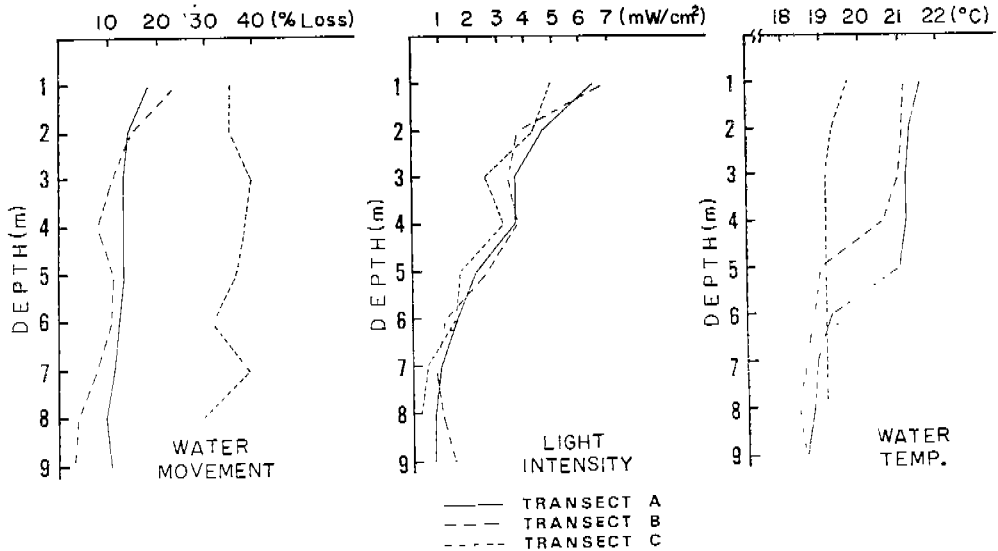


Fig. 4. Water movement, light intensity and water temperature at different depths. Vertical temperature profiles show a direct stratification in Ts A and Ts B, but a homogeneity in Ts C. The latter is caused probably by strong water movement mixing.

서지는 힘이 강할수록 더욱 많은 氣胞가 발생, 遮光효과가 커지고, 또한 이러한 기포에 의한 차광효과는 표층이 가까울수록 크며, 수심이 증가함에 따라 점차 감소한다고 할 수 있다 (Shepherd and Womersley, 1981). 本 調査지역의 수심에 따른 光度변화가 1~3 m에서 급속히 감소하는 현상은 이러한 차광효과 때문이라고 여겨지며, 그 이하의 지역에서는 氣胞에 의한 차광효과 범위에서 벗어나 주변지역으로부터 들어오는 빛의 영향을 받아 수심 4 m에서 微細하기는 하나 증가하는 현상을 보이거나 (Ts B, C), 또는 전혀 감소하지 않는 (Ts A) 경향이 나타난다고 하겠다. 4 m 이하의 수심이 깊은 곳에서는 저층으로부터 해저표면으로부터 오히려 反射되어 오는 빛의 영향권內에 들며 이러한 反射光은 표층의 氣胞에 의한 차광효과와는 反對로 해저압박의 색깔에 따라 주변의 광도를 증진시키는 효과를 갖게 된다고 하겠다. 따라서 調査地의 저층 수심 (7~9 m)에서 기온기가 다소 완만해지거나 (Ts A, C) 심지어 증가하는 (Ts B) 경향은 이러한 이유 때문이라고 생각된다. 따라서 本 調査지역에서의 光度의 수심別 변화는 해수의 운동과 밀접한 관계를 갖거나, 약 10 m 수심까지 충분히 존재하는 투과빛이 해저층에서 다시 反射되어지는 효과를 갖는 지역이라 할 수 있겠다.

水温. 수온의 경우 Ts A, B와 Ts C는 매우 다른 경향을 보인다 (Fig. 4). 해수의 운동이 심한 것으로 나타난 Ts C에서는 全수심의 온도가 거의 일정한 반면 Ts A나 Ts B의 경우는 수심 약 4~5 m에서 수온약층이 나타나고 있음을 알 수 있다. 즉 Ts A의 경우 최대 21.6°C에서 최소 18.6°C로 3°C의 변화폭을 보이며 특히 5 m와 6 m 수심사이에서 가장 심한 변화(1.7°C)를 나타낸다. Ts B의 경우 수심 1 m에서 21.2°C로 최대치를 나타내며 점차 감소하여 4~5 m 사이에서 최대감소율 (1.1°C/m)을 보이고, 수심 8 m에서

18.4°C로 최소값을 나타낸다. 파도의 영향을 직접받아 해수운동이 심한 Ts C는 亂流(turbulence)에 의하여 표층수와 저층수가 혼합되어 수온변화의 폭이 불과 0.6°C밖에 되지 않는다. 특히 수심 3 m부터 그 이하 地域은 19.1°C로 균일하게 되어 있어 수심別 수온변화 역시 해수의 운동에 의해 크게 左右되는 지역이라 할 수 있겠다.

海藻類群集. 빈도수資料의 結果에 의하면 本 지역의 총 출현해조류 數는 녹조류 5종, 갈조류 12종, 홍조류 25종이었으며, 그밖의 고등식물로 水中에서 棲息하는 *Phyllospadix japonica*까지 합쳐 총 43種이었다. 이들중 出現頻度數에 의해 重要種이라고 간주되는 15종을 선택 이들의 각 調査區別 수심別 出現度를 그림으로 나타내었다 (Fig. 5). Ts A의 경

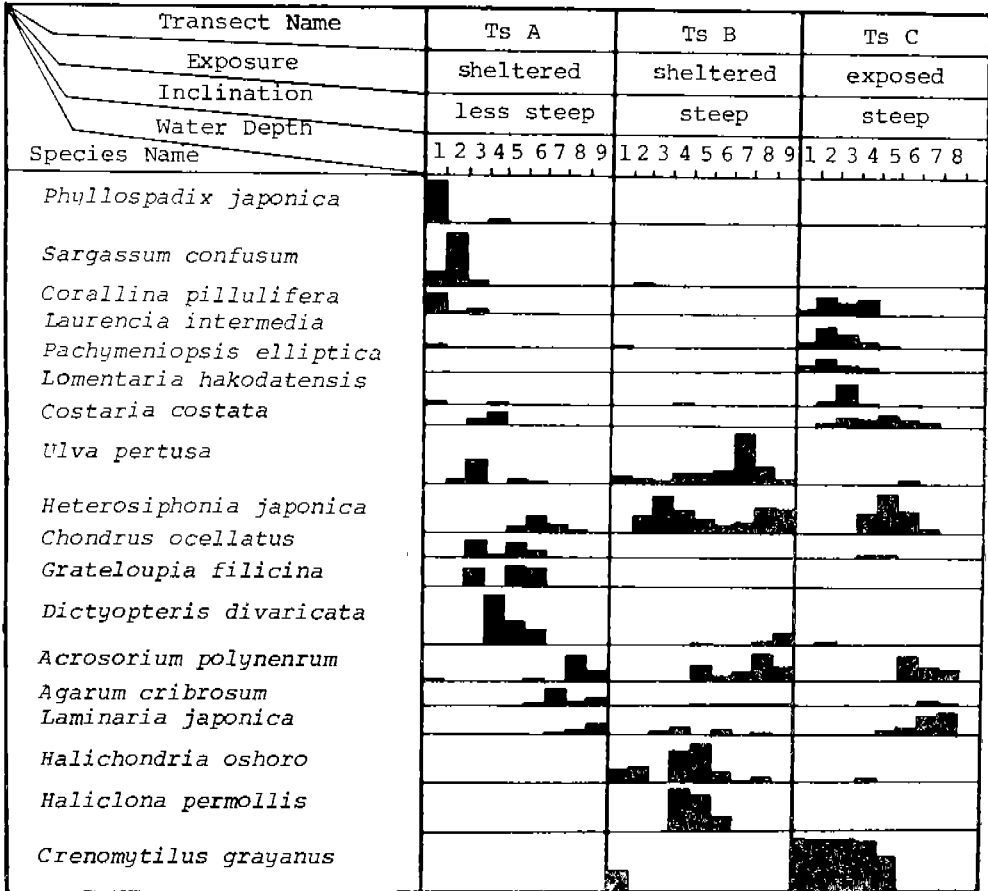


Fig. 5. Relative frequency of dominant species.

우 *Phyllospadix japonica*가 1 m 지역에서 主種을 이루었고 2 m 수심에서는 *Sargassum* 類가 優占함을 알 수 있다. 3~6 m의 중간수심에서 번무하는 種으로는 *Chondrus ocellatus*, *Grateloupia filicina*, *Dictyopteris divaricata* 등을 들 수 있으며, 그 이하의 수심에서는 *Laminaria japonica*나 *Agarum cribrosum* 같은 대형 갈조류가 棲息하고 있다. 이밖에 *Acrosor-*

ium polyneurum 같은 홍조류가 특히 이 수심에서 많이 발견되었다. Ts B의 경우 이와는 달리 *Ulva perlusa*와 *Heterosiphonia japonica*가 거의 쉰 수심에 分布하고 있고, 1~2m의 얕은 수심에 특징적인 種은 없었다. 그러나 *Acrosorium polyneurum*의 경우 깊은 수심(5m 이하)에서 出現頻度數가 매우 높게 棲息하고 있음은 Ts A와 마찬가지로였다. 本 調査區의 특징이라면 해조류보다 오히려 무척추동물로서 *Crenomytilus grayanus*가 상층부에서, 海綿類인 *Haliclona permollis*, *Halichondria oshoro*가 약 4~6m 수심에서 主種을 이루고 있는 것이라 하겠다. Ts C에서의 특징을 살펴보면 수심 1~4m에서 *Corallina pilulifera*, *Laurencia intermedia*, *Pachymeniopsis elliptica*, *Lomentaria hakodatensis*가 重要植生을 이루고 있고, 중간수심의 重要種으로는 *Heterosiphonia japonica* 및 *Costaria costata*라고 할 수 있다. *Acrosorium polyneurum*, *Laminaria japonica* 등이 6m 이상의 깊은 수심에서 出現함은 Ts A나 Ts B와 마찬가지로였다.

한편, 上記의 出現頻度數에 의한 자르이외에 現存量 (fresh weight)을 기준으로한 결과도 출현빈도수에 의한 결과와 매우 類似한 양상을 보이기는 하나, 대형갈조류등, 이 지역의 植生을 지배하는 種이 어떤 것인지를 파악하는데는 더욱 적합한 자르가 된다 (Table 1).

Table 1. Biomass value(fresh weight in g/0.25 m) of 10 significant macroalgae for vegetation physiognomy(+; species recorded but having a biomass less than 10 g/0.25 m²)

Transect Name	Ts A									Ts B									Ts C																
	Exposure									sheltered									sheltered									exposed							
	Inclination									less steep									steep									steep							
	Water Depth									1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8
Species Name																																			
<i>Phyllospadix japonica</i>	840																																		
<i>Sargassum confusum</i>	1180																																		
<i>Chondrus ocellatus</i>										120 + 115 +																									
<i>Grateloupia filicina</i>	110 +									9030																									
<i>Laurencia intermedia</i>																												55							
<i>Heterosiphonia japonica</i>																			40																
<i>Ulva pertusa</i>																			+ 10 +									50 + 10							
<i>Agarum cribrosum</i>										3040									50 + 75																
<i>Laminaria japonica</i>										+ + 20 +									50									+ 45 +							
<i>Costaria costata</i>																												+ 2025520							

예를 들면 Ts A의 경우 1m 수심에서 *Phyllospadix japonica*가 약 85%의 現存量 占有率을 보이며, 2m 수심의 경우 *Sargassum confusum*이 압도적으로 많다 (2m 수심 全現存量의 96%). 이러한 결과는 頻度數자료 만으로는 예측하기 어려운 것으로 이 지역의 植生을 설명하는 좋은 자료가 되고 있다.

Fig. 6은 출현 해조류종의 頻度數에 의한 자르를 토대로 cluster analysis를 실시한 결과이다. 이 dendrogram을 보면 대체로 類似度 0.3급에서 8개의 群으로 해조류 群落이 나누어진다고 하겠다 (이때 類似度 0.3은 경험적 관찰에 의한 結果를 참조하여 결정하였음).

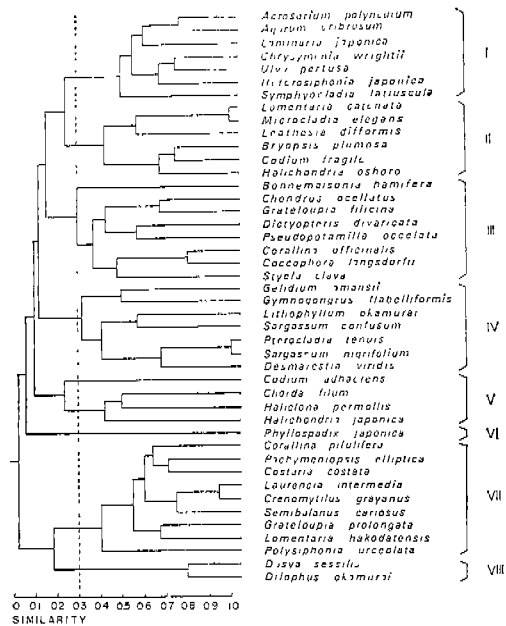


Fig. 6. The species are clustered in 8 groups at 0.3 similarity level. This analysis is based on the frequency data for all species within each quadrat.

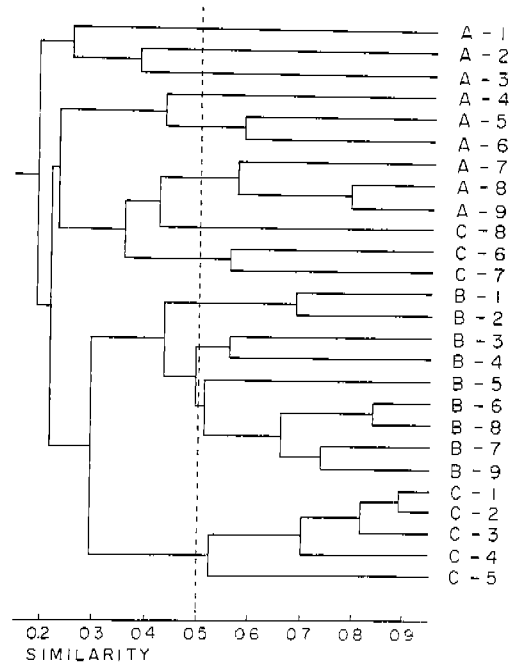


Fig. 7. Dendrogram produced by clustering all investigated depths with similar species composition. Transect A is divided into 7 zones; B and C are divided into 3 zones.

이러한 각 해조류 群集의 특성은 그들의 出現하는 장소에 의해 결정되어진 것이므로 (頻度數자료에 있어 行과 列이 出現種 및 出現장소로 정리되어 있음) 이들 群집이 出現하는 장소의 특징을 생각하여야 한다. 따라서 각 수심내지는 調査區내에서 上記 출현종의 차이에 의해 어떤 帶가 형성되는가를 보기 위해 장소를 출현종에 의한 資料에 의해 분류 해본 결과 Fig. 7 을 얻었다. 이때 類似度를 약 0.5로 取할 경우 이 그룹은 12개로 나뉜다. 즉 Ts A는 (A 1) (A 2) (A 3) (A 4) (A 5, A 6) (A 7, A 8, A 9)의 6개 帶로 나누이고, Ts B의 경우 (B 1, B 2) (B 3, B 4) (B 5, B 6, B 7, B 8, B 9)의 3개 帶, Ts C에 있어서는 (C 1, C 2, C 3, C 4, C 5)와 (C 6, C 7) 및 (C 8)의 3개 帶로 나누인다. 또한 Ts A는 각 帶의 폭이 좁고 Ts B나 Ts C는 그폭이 넓다 할 수 있다. 그러나 이렇게 帶狀構造나 해조류 種간의 群집분류 (Fig. 6) 등을 조사하는 最終的인 목표는 각 帶내지는 調査區등 어떤 위치에 따라 특별히 발달되어 있는 代表的인 해조류 群집이 존재하는가? 만일 존재하면 이때의 해조류 群집은 어떤 것일까? 등일 것이다. 이러한 문제를 검토하기 위하여 앞에서 열거한 頻度數 자료를 기초로한 수심별 해조류 群집 (Figs. 5 및 6), 이들의 현존량 (Table 1), 각 調査區의 해조류 群집차이에 의한 帶의 분류 (Fig. 7) 및 調査時의 각 지역의 특징을 기술한 자료등을 종합하였고 이를 기초로 本 지역에 있어서의 調査區別, 水深別, 海藻類 群집의 특징을 要約 하던 다음과 같다. 相觀에 영향을 주는 부착동물도 함께 畱급하였다.

- (A 1); *Phyllospadix japonica*가 主種을 이루며 이는 Fig. 6에서의 group V에 相應한다 이 밖에 *Costaria costata*가 이 수심에서도 존재하였다.
- (A 2); *Sargassum confusum*을 主軸으로 하나, Fig. 6에서 *Sargassum confusum*은 그 밖에 다른 많은 種들과 같은 群에 들어 있다.
- (A 3); *Chondrus ocellatus*, *Grateloupia filicina* 등이 植生을 지배하고 그 밖에 *Gelidium amansii*가 優占을 이루고 있다. 그러나 이들 種은 Fig. 6의 group III에 많이 포함되고 있어, A 3, A 4, A 5, A 6을 동일한 帶로 보아도 무방하다 하겠다.
- (A 4, A 5, A 6); 植生을 압도하는 重要種은 없으나, *Dictyopteris divaricata*가 가장 優勢하다. group III이 이 장소와 관련있는 種들로 간주된다. Fig. 7과는 달리 A 4와 A 5, A 6를 완전히 구별하기는 매우 힘들어 A 4, A 5, A 6를 A 3와 함께 한개의 帶로 간주하는 것이 타당한 것으로 본다.
- (A 7, A 8, A 9); *Laminaria japonica*, *Agarum cribrosum* 이외에 홍조류인 *Acrosorium polineurum* 등이 優占인 群집이다. 대체로 이들은 group I의 다른 해조류와 함께 群집이 분류되고 있다.
- (B 1, B 2); group II의 種들이 대부분 이 지역에 出現한다. 그러나 이 지역의 相觀은 동물인 *Crenomytilus grayanus*가 지배하고 있다.
- (B 3, B 4); *Heterosiphonia japonica*와 group V에 속하는 種류가 대부분이고, 동물중 海綿類인 *Haliclona permollis*, *Halichondria oshoro*에 의해 優占되고 있다.
- (B 5, B 6, B 7, B 8, B 9); *Ulva pertusa*, *Agarum cribrosum*, *Laminaria japonica*가 主種이다. group I에 속하는 種들이 대부분이다.
- (C 1, C 2, C 3, C 4, C 5); group VII이 여기에 속하며 대표적인 種으로는 *Crenomytilus grayanus*, *Laurencia intermedia*, *Lomentaria hakodatensis* 등을 들 수 있다.
- (C 6, C 7, C 8); group I이 여기에 속한다. C 8 역시 이 帶에 넣는 것이 타당하다고 생각된다. 이 地域은 *Laminaria japonica* 이외에 *Costaria costata*가 많이 나타난다.

考 察

本 地域의 해조植生은 각 調査區에 따라 매우 큰 차이를 보이고 있다. 이에 對한 이유로서, “海水의 운동”이나 이것에 의해 支配되는 조건등을 重要 環境要因으로 간주하고, 해조植生과 環境과의 相關성을 下記에 論議하고자 한다. Shepherd and Womersley (1981)에 의하면, 녹조류나 홍조류는 海수의 운동이 강한 곳에 많고 갈조류는 海수의 운동이 적은 곳에 많다고 보고하고 있다. 뿐만 아니라 같은 海藻類門 內에서도 이러한 環境의 差異에 따라 서식하는 種에도 서로 차이가 난다고 하였다. 그러나 本 地域의 경우 각 調査區에서 同一한 種이 Ts A, Ts B 혹은 Ts A, Ts C 등에서 같이 出現하는 確률은 대체로 높다고 하겠다 (出現頻度數자료에 의해 계산하면 Ts A, Ts B에 같이 出現하는 種의 比는 46%, Ts A, Ts C는 50%, Ts B, Ts C의 경우 42%이다). 本 地域의 뚜렷한 특징이라면 오히려 出現種의 차이보다는 이 지역의 植生을 지배하는 種의 調査區에 따른 差異라 하겠다 (Fig. 8). 例를 들면 外海로부터 보호된 Ts A의 경우 *Sargassum* 群집이 絶對적으로 이 지역을 支配하고 있고, 外海에 노출된 Ts C에 있어서는 이 *Sargassum* 群집이 全無한 상태이다. 이러한 差異는 海수의 운동에 의한 環境의 차이에 起因하는 것으로 보이며, 따라서 Sar-

gassum 屬은 파도에 노출되어 外部의인 힘을 많이 받는곳 보다는 보호된 지역에서 훨씬 더 잘 棲息하는 種들이라 말할 수 있다. 같은 Fucales 目이면서도 *Fucus vesiculosus* 같은 種은 외해에 노출된 지역에 많이 서식하고 있고 *Ascophyllum nodosum*의 경우는 보호된 지역에서 많이 발견되고 있어(Mathieson *et al.*, 1977; Topinka *et al.*, 1981), 이러한 대형갈조류가 계통학적으로 매우 類似함에도 불구하고, 棲息환경에는 차이가 있음을 알 수 있다. 본 지역의 *Sargassum confusum*의 경우는 이러한 “海水의 運動”이라는 環境要因이외에도 그들이 서식하는 암반의 경사도가 중요한 역할을 하는 것으로 보인다. 왜냐하면 Ts A, Ts B의 경우 해수의 운동에는 거의 차이가 없음에도 불구하고 Ts B에는 전혀 존재치 않고 있기 때문이다. 이때의 이유로는 Ts B가 거의 수직벽으로 이루어져있어 이러한 대형갈조류가 부착하여 수 m의 크기로 生長하는데 적합한 장소가 못되기 때문이라 할 수 있다.

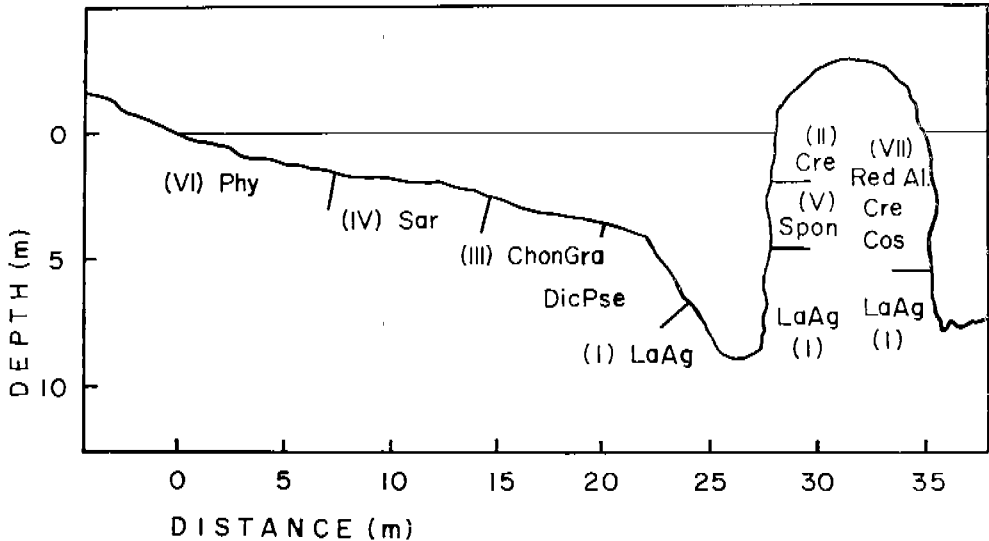


Fig. 8. A comparison of the zonation profiles at 3 transects. The upper subtidal zone at transect A is characterized by *Sargassum confusum* with phanerogam *Phyllospadix japonica*. The transect C laid on the exposed site differs in having *Costaria costata* and broad homogenous zonal structure. *Laminaria japonica* and *Agarum cribrosum* are predominant in the lower subtidal zone in all transects.

“海水의 運動”에 의한 해조류군집의 차이가 중간수심 (약 3~6 m)에서도 각 調査區別로 뚜렷하게 나타나고 있으나, 6 m 이하의 깊은 수심에서는 Ts A, Ts B, Ts C 모두 거의 같은 植生을 나타내고 있다(Fig. 8). 이는 어느 정도의 수심에 이르면 환경條件이 거의 동일해지고 대부분 光條件에 의해서만 支配되기 때문이다. Mathieson (1979) 역시 수심이 깊은 곳에 서식하는 해조류의 가장 중요한 環境要因으로 光條件을 주장하고 있고 또한 이들 水深에서의 해조류의 특징이 殼狀 (crustose)이거나, 多肉質 (flesh)의 형태를 가진 것들이라고 말하고 있어, 본 調査지역의 깊은 수심에 出現하는 *Laminaria japonica*나 *Agarum cribrosum* 등은 이러한 主張과 매우 一致하고 있다. Ts C의 특징이라면 또한 全水深에 *Costaria*

*costata*가 매우 높은 現存量으로 出現하고 있는데 (Table 1) 이로 미루어 이 種은 海수의 운동이 강한 곳에 많이 棲息하는 種이라 할 수 있다. Mathieson *et al.* (1977)은 다시마科 (Laminariaceae)에 屬하는 種류들이 一般的으로 강한 海수운동에 잘 견딘다고 하고 이를 外海型 (open costal form)으로 規定하고 있는데 *Costaria costata* 역시 葉狀型으로 이 科에 屬하고 형태적으로도 다시마類와 비슷하여 이 지역에 있어서의 전형적인 外海型 海藻類라 할 수 있다.

海수운동의 差異나 海저압간의 傾斜등은 이처럼 여기에 棲息하는 海조류 植生을 달리해줄 뿐 아니라, 이들에 의해 형성되어지는 각 帶 (zone)의 넓이도 달리 해준다. 例를 들면, 海수운동이 微微하고, 傾斜度가 완만한 Ts A의 경우는 植生에 따라 약 5개 帶로 나눌수 있는 반면, 海수의 운동이 강한 Ts C의 경우는 2개 帶로 나누인다 (Fig. 8). 또한 Ts A의 경우 각 帶의 넓이가 좁음에 비해 Ts C는 특히 上層部의 帶가 넓게 발달되어 있다. 이러한 現象을 설명하는 이유로는 역시 Ts C지역에서의 강한 海수운동이 상당히 깊은 部位까지 水塊를 혼합시키고 이에 의한 환경의 均一化가 이루어져 이 상층부의 폭이 넓어진 것이라고 할 수 있다. 이러한 현상은 Shepherd (1981)에 의하여도 海수운동이 강한 곳은 폭이 8m, 의해로부터 보호된 지역은 2~3m로 관찰되어지고 있다. 현존량의 경우도 海수의 운동이 강한 곳과 弱한곳이 큰 차이를 나타낸다. 즉 Ts A는 1,430 g/m²으로 Ts C의 380 g/m²과는 월등한 차이를 보인다. 그리고 外洋에 노출된 地域보다 의해로부터 保護된 지역의 現存量이 거의 4部に 달하고 있어 보호된 지역의 生産性이 매우 높음을 알 수 있다. Seapy and Littler (1979)에 의하면, 의해에 보호된 지역일수록 種의 多樣性은 빈약하지만, 現存量 및 一次生産性은 높다고 말하고 있으나, 본 지역의 경우 種多樣性의 풍부함은 관찰되지 않았다.

摘 要

海藻類群集의 환경에 따른 構造的 差異를 이해하기 위하여 環境의 차이가 뚜렷한 3個 調査區를 選定, 이들에 있어서의 수심별 海조류 군집을 조사 하였다. 海水의 運動, 光度, 基底岩盤의 경사도를 중요 環境요인으로 간주하고 이에 對한 調査도 아울러 실시하였다.

*Sargassum confusum*의 경우 海수의 운동이 약하고 경사도가 완만한 지역에서 主 植生을 이루고 있었고 外洋에 노출되어 海수의 운동이 강한 쪽으로는 *Costaria costata*가 우점하고 있었다. 그러나 7m 이하의 수심에서는 이러한 植生의 差異가 뚜렷치 않아 깊은 수심의 경우는 海수의 운동보다 光條件이 더욱 중요한 環境요인으로 간주된다. 海수의 운동이 약하고 완만한 경사도를 가진곳은 帶가 좁고 뚜렷하여 6個 帶로 나누이고 海수의 운동이 강한 곳에서는 帶의 넓이가 넓어 2個 帶로만 나누인다. 현존량은 海수의 운동이 약하고 완만한 경사도를 가진곳에서 강한쪽보다 약 4배 많다.

參 考 文 獻

- Chapman, V. J. and D. J. Chapman. 1973. The algae 2nd ed., Macmillan Press, London. 497 pp.
 Dawes, C. J. 1981. Marine botany, Wiley, New York. 628 pp.
 Dawson, E. Y. 1966. Marine botany. Holt, Rinehart & Winston, New York. 371 pp.
 Doty, M. S. 1971. Measurement of water movement in reference to benthic algal growth. *Bot. Mar.* 14: 32~35.

- Kang, J. W. 1968. Fauna and flora of Korca. Vol. 8, Marine algae, Ministry of Education. 465 pp.
- Koehl, M. A. R. and S. A. Wainwright. 1977. Mechanical adaptations of a giant kelp. *Limnol. Oceanogr.* **22** : 1067~1071.
- Lewis, J. R. 1968. Water movements and their roll in rocky shore ecology. *Sarsia* **34** : 13~36.
- Mathieson, A. C. 1979. Vertical distribution and longevity of subtidal seaweeds in nothern New England, USA. *Bot. Mar.* **30** : 511~520.
- _____, E. Tveter, M. Daly and J. Howard. 1977. Marine algal ecology in a New Hampshire tidal rapid. *Bot. Mar.* **20** : 277~290.
- Neushul, M. 1967. Studies on subtidal marine vegetation in Western Washington. *Ecology* **48** : 83~94.
- Norton, T. A., A. C. Mathieson and M. Neushul. 1982. A review of some aspects of form and function in seaweeds. *Bot. Mar.* **25** : 501~510.
- Schwenke, H. 1971. Water movement, *In* Marine ecology 1(2), O. Kinnc (ed.), pp.1091~1122. Wiley, New York.
- Seapy, R. R. and M. M. Littler. 1979. The distribution, abundance, community structurc, and primary productivity of microorganisms from two central California rocky intertidal habitats. *Pac. Sci.* **32** : 293~314.
- Shepherd, S. A. and H. B. S. Womersley. 1981. The algal and scagrass ecology of Waterloo Bay, South Australia. *Aquatic Botany* **11** : 305~371.
- Stephenson, T. A. and A. Stphenson. 1972. Life between tidemarks on rocky shores. Freeman, San Francisco. 425 pp.

(1983. 9. 2. 接受)