

동해안에서 자생하는 거머리말속 (*Zostera*, Zosteraceae) 식물의 분포와 생육지 환경

이상용 · 권천중 · 최청일
한양대학교 이과대학 지구해양학과

Distribution of *Zostera* (Zosteraceae) and Habitat Characteristics in the Eastern Coastal Waters of Korea

Sang Yong LEE, Chun Joong KWON and Chung Il CHOI

Department of Earth and Marine Sciences, Hanyang University, Ansan 425-791, Korea

Distribution and habitat characteristics of *Zostera* (Zosteraceae) in the eastern coast of Korea were examined along with plant morphology, sediment composition and physicochemical factors of seawater from June 1998 to July 2000. The results showed that three species, *Zostera marina*, *Z. asiatica* and *Z. caespitosa* were found in specific habitats. The depth of habitat for *Z. asiatica* was deeper (8.5~15.0 m) than that of *Z. marina* (1.3~5.6 m) and *Z. caespitosa* (3.2~5.2 m). *Z. marina* beds were observed at brackish-water, port and inner bay with the sediment type of sand or muddy sand. Habitats of *Z. asiatica* were restricted to the open bay with the sediment type of sand. *Zostera* have been described with regard to different growth forms of vegetation, flowering shoot and life history. Vegetation and flowering shoot length varied significantly with habitats; values ranged 66.8~110.0 cm and 128.0~277.8 cm, respectively. Morphology of *Z. marina* varied with water depth and different substrates. Morphological characteristics of *Z. asiatica* showed a new phenotype at the deeper water depth. Vegetation and flowering shoots of *Z. caespitosa* were not significantly different between study sites (values ranged from 64.9 cm to 70.3 cm). Nutrient concentrations of seawater were higher at southern part than at middle part of the eastern coast of Korea. Distribution of *Zostera* in the eastern coast of Korea was dependent upon differences in water depth and habitat environments, by which affected the morphological differences were affected.

Key words: Zosteraceae, *Zostera*, *Z. marina*, *Z. asiatica*, *Z. caespitosa*, distribution, habitats environments, eastern coast of Korea

서 론

해초 (Seagrass)는 해조류 (algae)와는 달리 뿌리, 줄기, 잎과 꽃이 명확히 구분되는 해산 현화식물로 4과 12속 58종이 보고되었다. 온대 연안에 생육하는 거머리말과 (Zosteraceae)의 거머리말속 (*Zostera*)은 세계적으로 11종이 분포하고 있다 (Den Hartog, 1970). 거머리말속 중 한반도 연안에서는 거머리말 (*Z. marina* L.), 왕거머리말 (*Z. asiatica* Miki), 포기거머리말 (*Z. caespitosa* Miki), 수거머리말 (*Z. caulescens* Miki)과 애기거머리말 (*Z. japonica* Ascherson and Graebner)의 5종이 자생하는 것으로 알려져 있다 (Miki, 1932, 1933). 이들 중에서 포기거머리말, 왕거머리말과 수거머리말은 한반도와 일본 연안에서만 지리적으로 격리 분포하는 고유종이다. 한반도 연안에 생육하는 거머리말속의 분류·생태 학에 관한 연구는 매우 적게 알려져 있으며, Miki (1932)에 의해 처음으로 분포와 생육지 환경이 보고되었다. Miki (1932) 이후 거머리말속에 대한 연구는 거머리말의 당분 함량 연구 (Park, 1969), 거머리말과 애기거머리말에 대한 생활사 (Kong, 1981, 1984)와 형태 연구 (Kong, 1982)가 보고되었다. 거머리말속은 Choi (1986)에 의해 수생관속 식물의 거머리말과의 속으로 분류되어 졌으나, 지금까지 일반적인 명칭인 "잘피속"으로 명명되어 그 생태와 관련된 연구가 보고되기도 하였다 (Kong, 1981, 1982, 1984; Huh et al., 1998; Lee,

1998). 최근 Shin and Choi (1998)는 한국산 거머리말속의 분류 및 분포 연구에서 잎 정단부의 형태, 엽맥 및 섬유가닥 (fibrous strands)의 수에 근거하여 거머리말속의 분류를 재평가하였으며, 분포를 나타내었다. 또한 Cho and Boo (1998)는 황해의 외연도에 생육하는 거머리말속의 애기거머리말, 거머리말과 수거머리말의 형태에 따른 분류를 잎 정단부의 형태와 열매의 종피로 분류하였다. 그러나 이들의 연구는 Miki (1932)가 제시한 원기체의 형태 형질을 근간으로 식물 종을 확인하지 아니하였고, 잎 정단부의 형태 및 섬유 가닥수는 생육지의 환경적 요인에 영향을 받을 수 있기 때문에 거머리말속의 생육지의 환경에 대한 검토가 불가피하게 되었다. 특히, 퇴적 환경 및 퇴적 구조와 생육 위치 (Philip, 1936; Aioi, 1980), 온도 (Setchell, 1929), 빛 (Bukholder and Doheny, 1968; Phillips, 1980; Dennison and Alberte, 1985), 파랑 (Harrison and Mann, 1975)과 공극수의 영양염 농도 (Short, 1983a)가 거머리말의 성장 양상을 변화시키고, 형태적인 변이에 영향을 미치는 것으로 보고하였다. 또한, 식물체의 길이와 너비는 영양염의 농도와 비례하고, 수심에 따라 식물체의 길이가 증가하는 것으로 보고하기도 하였다 (Van Lent and Verschuure, 1994; Short, 1983 b). Lee et al. (1999)은 한반도 동해 연안에서 왕거머리말의 형태 및 분자생물학적 특징에 관한 연구에서 생육지의 수심과 주위 환경 요인에 따라 식물체의 형태 변이가 야기될 수 있다는 것을 보고하였다.

지금까지 보고된 한반도에 생육하는 거머리말속의 분류학적 특징은 생육 환경의 특징과 분포 지역에 구체적인 논의가 없이 형

*Corresponding author: cichoi@email.hanyang.ac.kr

태적인 특성에 근거하였다. 특히, 동해안의 경우 Miki (1932)는 북부 연안에 거머리말, 왕거머리말과 포기거머리말, 남부 연안에 거머리말과 수거머리말이 생육하는 것으로 보고하였으며, Shin and Choi (1998)는 거머리말, 왕거머리말과 수거머리말이 분포하는 것으로 보고하였다. 따라서 본 연구는 동해 연안에서 자생하는 거머리말속의 종 분포를 재확인하고, 각 종의 생육지 환경을 분석하는데 그 목적이 있다. 또한, 생육지의 환경과 각 종의 외부 형태 특성을 비교 분석하여 한반도 해산 식물의 고유종에 대한 분류학적 정보를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1998년 6월부터 2000년 7월까지 동해 연안 중부의 화진포에서부터 남부의 대변까지 연안 15개 지점에서 거머리말속을 직접 잠수하여 채집하였다. 채집한 식물체는 현장에서 FAA (Formalin : Acetic Acid : 50% Alcohol = 1 : 1 : 18) 용액에 고정하였으며, 거머리말속 식물체는 지하경의 특성에 따라 포기거머리말을 분류하였고 (Miki, 1932), 인편 수 (axillary scale), 잎 가장자리 형태 (leaf apex)와 과피 (fruit coat) 등 외부 형태적인 특성에 따라 거머리말과 왕거머리말을 구분하였다 (Omori, 1989; Phillips and Menez, 1988). 생육지 환경을 파악하기 위해 각 종의 생육지 중심은 잠수용 수압계와 음향 측심기를 이용하였고, 이·화학적 특성을 파악하기 위하여 해수와 퇴적물을 채집하였다. 채집된 해수의 pH, 수온과 염분은 현장에서 Salinometer (YSI Model 33)와 pH meter (Horiba U-10 Model)를 이용하여 측정하였다. 퇴적물 시료는 PVC 파이프 core를 이용하여 채집하였고, 퇴적물 시료로부터 함수율, 유기물함량과 입도 조성을 분석하였다 (Shepard, 1954).

결 과

1. 분포 양상

동해 연안에 거머리말속은 중부 동해 화진포 (Hawjinpo) (N38° 28'37", E128°26'21")에서부터 남부 동해 대변 (Daebyun) (N35° 12'57", E129°13'52")까지 출현하였는데, 거머리말은 11개 지역, 왕거머리말은 4개 지역 그리고 포기거머리말은 2개 지역에서 출현하였다 (Fig. 1). 동해연안의 해초지 (seagrass beds)는 대부분 단일종으로 구성 되어 있으나, 덕산항 (Duksan Port)과 대변항에서는 거머리말과 포기거머리말이 함께 출현하였다.

거머리말은 생육지는 기수호인 화진포와 남애항 (Namee Port), 덕산항, 장호항 (Jangho Port), 영동항 (Youngdong Port), 대진항 (Daejin Port), 모포항 (Mopo Port), 감포항 (Kampo Port)과 대변항과 같은 항내 또는 항 주변 지역과 후포 (Hoopo)와 일산 (Il-san) 연안과 같이 넓은 만 지역 등 다양한 생육지에서 출현하였다. 왕거머리말은 Lee et al. (1999)이 보고한 바와 같이 넓은 만과 개방된 연안 지역인 공현진 (Gonghyunjin), 동호리 (Donghori), 죽변 (Jukbyun), 칠포 (Chilpo) 해역에서 출현하였다. 포기거머리말은 Miki (1932)의 기재 이후 한반도에서 그 생육지가 새롭게

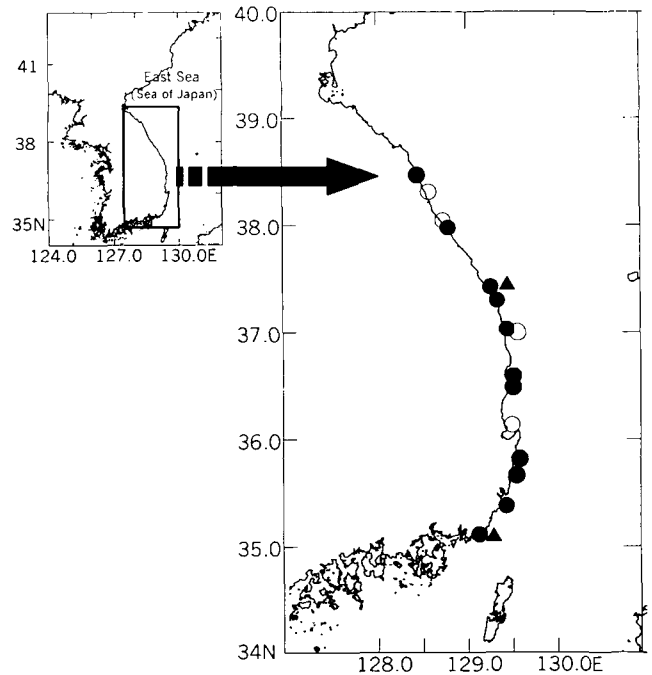


Fig. 1. Distribution of *Zostera* species in the eastern coast of Korea. (Closed circles (●); *Z. marina* L., Open circles (○); *Z. asiatica* Miki, Closed triangles (▲); *Z. caespitosa* Miki).

확인되었으며, 덕산항과 대변항에서 거머리말과 함께 밀생하였다. 그러나 이종은 거머리말 보다 다소 깊은 수심에서 군락을 형성하였다. 한편, 각 종의 생식지 출현 시기는 왕거머리말이 5월말에서부터 7월말까지, 거머리말이 4월말에서 7월말까지 그리고 포기거머리말은 1월말에서 3월말까지 출현하였다.

2. 형태 변이

거머리말속의 식물체의 특성은 영양지 (vegetation shoot)와 생식지 (flowering shoot)가 형태적으로 차이 나는 이형화 (dimorphism) 현상을 나타내었다. 거머리말의 영양지는 전체 길이 (shoot length)가 일산의 66.8±15.5 cm에서부터, 장호 70.5±29.6 cm, 남애 79.9±27.4 cm, 영동 83.1±14.7 cm, 덕산 91.1±16.8 cm, 화진포 98.0±26.8 cm, 대변 101.6±20.8, 모포 104.1±33.1 cm와 감포항의 110.0±33.0 cm까지 다양하게 출현하였으며, 생식지는 화진포의 128.0±14.5 cm에서부터 감포항의 277.8±22.5 cm까지 큰 변이를 나타내었다. 또한 영양지 엽신 (leaf)의 길이는 34.2±12.5 cm~89.3±19.8 cm 범위, 엽폭 (leaf width)은 화진포의 5.5±1.1 mm에서 감포항의 13.0±0.8 mm 엽맥 (leaf vein)의 수는 5~11개로 나타났다. 엽두 (leaf apex)의 형태는 미첨두 (mucronate), 둔두 (obtus), 예두 (acute)와 원두 (round)로 다양한 형태적인 특징을 나타내었다 (Table 1). 왕거머리말은 영양지와 생식지의 전체 길이가 64.0~75.7 cm, 엽폭은 11~15 cm, 엽맥은 9~11개, 엽두의 형태는 소요두 (emarginate)와 평두 (truncate)로 거머리말과는 명확히 구분되었다 (Table 1). 왕거머리말의 형태적인 특징은 생육 장소와 영양지와 생식지에

Table 1. Comparison of morphological and habitat characteristics of *Zostera* species in the eastern coast of Korea (A; acute, E; emarginate, I; indented, M; mucronulate, O; obtuse, R; round, T; truncate, S; sand, mS; muddy sand)

Species		<i>Z. marina</i>	<i>Z. asiatica</i>	<i>Z. caespitosa</i>
Characters				
Vegetation shoot height (cm)		68.2~110.5	64.0~75.7	64.9~67.3
Flowering shoot height (cm)		128.0~277.8	64.5~74.0	67.5~70.3
Leaf	length (cm)	34.2~67.8	41.7~51.5	41.2~46.5
	width (mm)	5.5~13.0	11~15	6.3~7.0
	apex shape*	R, O, M, A	E, T	E, I
	number of vein	5~11	9~11	5~7
Rhizome	length (mm)	7.7~25.0	6.0~32.0	3.0~10.0
	width (mm)	3.0~10.0	4.0~7.0	3.5~5.0
Fruits	length (mm)	4.0~4.6	4.6~4.9	3.8~4.1
	width (mm)	2.1~2.4	2.2~2.7	2.1~2.3
shape		ellipsoid to oblong striated	oblong non striated	ellipsoid shallow striated
	Habitat depth (m)	1.3~5.6	8.5~15.0	3.8~5.2
	Salinity (‰)	8.0~33.4	28.4~34.3	29.8~32.5
pH	8.3~8.6	8.4~8.5	8.3~8.5	
POM (mg/ℓ)	21.8~51.0	22.5~49.6	28.7~36.6	
Sediment type*	S, mS	S	S	
Mean grain size (Φ)	1.6~3.9	3.2~3.6	1.6~2.2	
Organic contents (%)	1.7~6.5	1.5~3.0	1.6~6.5	
Water contents (%)	21.6~32.9	22.7~24.0	21.6~26.7	

관계없이 독특한 표현형 (phenotype)을 나타내었다. 포기거머리말은 영양지와 생식지의 전체 길이는 64.9~70.3 cm의 범위로 생식지가 다소 길게 출현하였다. 또한, 엽신은 41.2~46.5 cm, 엽폭 6.3~7.0 cm, 엽맥 5~7개로 생육 장소에 관계없이 유사한 경향을 나타내었다. 엽두의 형태는 소요두 또는 둔두로 가운데가 푹스 모양 (indented)이며, 지하경은 짧고 직립하고, 생육 형태는 밀생함으로 왕거머리말과 거머리말과는 명확히 구분되었다. 열매의 형태적인 특징은 종피 (fruit coat)의 형태에 따라 명확한 주름을 갖는 거머리말, 가는 주름이 있는 포기거머리말과 매끄러운 모양의 왕거머리말로 구분되었다 (Table 1).

3. 생육지 환경

동해안에 출현한 거머리말속 영양지의 생육 모습을 Fig. 2에 비교하여 나타내었다. 거머리말 생육지의 수심은 1.3~5.6 m의 범위로 기수호인 화진포호에서 가장 얇은 수심에서 출현하였으며, 갑포항, 장호항과 일산항에서는 수심 4.5~5.6 m의 범위의 보다 깊은 수심에서 출현하였다. 염분은 기수호인 화진포호에서 가장 낮은 8.0‰, 후포에서 33.4‰로 가장 높게 나타났으며, 지천이 유입되는 장호항과 영동항은 염분이 24.5~27.0‰ 범위의 낮은 분포를 나타내었다. 이러한 결과로 볼 때 거머리말 식물체의 생육지는 염분에 대한 광염성 (euryhaline)의 특성을 나타내었다. 왕거머리말의 생

육지의 수심은 측면이 8.5 m 내외로 가장 얇은 지역이었으며, 공현진이 가장 깊은 수심 15.0 m에서 출현하였다. 염분은 28.4~34.3‰의 범위에서 출현하였다. 이 결과는 Miki (1932)에 의해 보고된 왕거머리말 생육지보다 깊은 수심에서 생육하는 것으로 나타났다. 포기거머리말 생육지의 수심은 대변항이 3.8 m, 덕산항이 5.2 m의 범위에서 출현하였다. 염분은 대변항에서 29.8‰, 덕산항에서 32.5‰의 범위를 나타내었다. 하계 동해 연안에서 거머리말속 생육지의 pH 값은 8.3~8.6의 범위를 나타내었으며, 입자성유기물질 (particulated organic matter, POM)의 분포는 장호항이 51.0 mg/ℓ, 화진포호가 44.6 mg/ℓ로 높았으며, 후포에서 22.5 mg/ℓ로 가장 낮게 나타났다. 해수의 영양염의 농도는 총 질소의 경우 22.0~60.3 μM 범위로 모포항에서 가장 높은 값을 나타내었고, 총 인의 농도는 0.61~3.42 μM의 범위로 대진항에서 가장 높은 값을 나타내었다. 거머리말속 생육지에서 총 질소 농도는 중부 동해 지역은 남부 동해 지역보다 낮은 농도의 분포를 나타내었다 (Fig. 3).

거머리말 생육 장소는 대부분 sand 지역이었고, 일산만이 조사 지역 중 muddy sand 지역은 나타났다. 퇴적물의 평균 입도는 1.6~3.9 Φ (Φ)의 분포로 대변항 지역의 입도가 가장 세립하게 나타났다. 퇴적물의 평균 유기물함량은 1.5~6.5%의 범위로서 대변항의 생육지에서 가장 높게 나타났으며, 퇴적물의 평균 함수율은 21.6~32.9%의 범위를 나타내었다. 왕거머리말 생육지의 퇴적물 특성은 모두 sand 지역으로서 평균 입도 3.2~3.4 Φ, 유기물함량 1.5~3.0%, 함수율 22.7~24.0%를 나타내었다. 포기거머리말 생육지의 퇴적 환경 역시 모두 sand 지역으로 평균 입도 1.6~2.2 Φ, 유기물함량은 1.6~6.5%, 함수율 21.6~26.7%의 범위를 나타내었다 (Table 1).

토의 및 고찰

거머리말속 중 한반도에는 거머리말, 왕거머리말, 수거머리말, 포기거머리말과 애기거머리말이 생육하는 것으로 보고되었으며, 특히, 동해 연안에는 거머리말, 왕거머리말과 수거머리말이 분포하는 것으로 보고되었다 (Miki, 1932; Shin and Choi, 1998). 동해 연안의 거머리말속의 생육지는 종에 따라 다소 차이가 있지만, 대부분 조석의 영향이 적으며, 대기에 노출되지 않는 조하대 지역의 항구나 내만에 생육하는 것을 본 연구에서 관찰하였다. 반면에 남해 연안에 생육하는 거머리말은 내만의 조간대 지역과 얇은 조하대 지역에서 식생의 일부가 조석에 따라 노출되는 곳에서 나타난다 (Kong, 1981; Huh et al., 1998; Lee, 1998; Lee et al., 2000). 또한 남해안에서 거머리말의 생육지는 퇴적물 평균 입도가 7.0~7.7 Φ 범위로 mud의 비율이 높은 지역 (Kong, 1981; Huh et al., 1998)과 3.2~4.1 Φ 범위로 sand의 비율이 높은 지역으로 구분되는 것을 보고하였다 (Lee et al., 2000). 반면에 동해 연안의 거머리말 생육지는 sand의 구성비가 90% 이상을 차지하였고, 입도는 1.6~3.9 Φ 범위를 나타내 남해안의 퇴적물의 입도 조성과는 다르게 나타났다. 이러한 결과는 한반도에 자생하는 거머리말이 조간대와 조하대 지역의 다양한 퇴적 환경에서 출현할 수 있음을 보여주는 것이다. 퇴적 환경은 거머리말의 형태 변이에 영향을 미치는 것으로 보고되었는데, Short (1983b)는 sand 퇴적 환경에서 생육하는

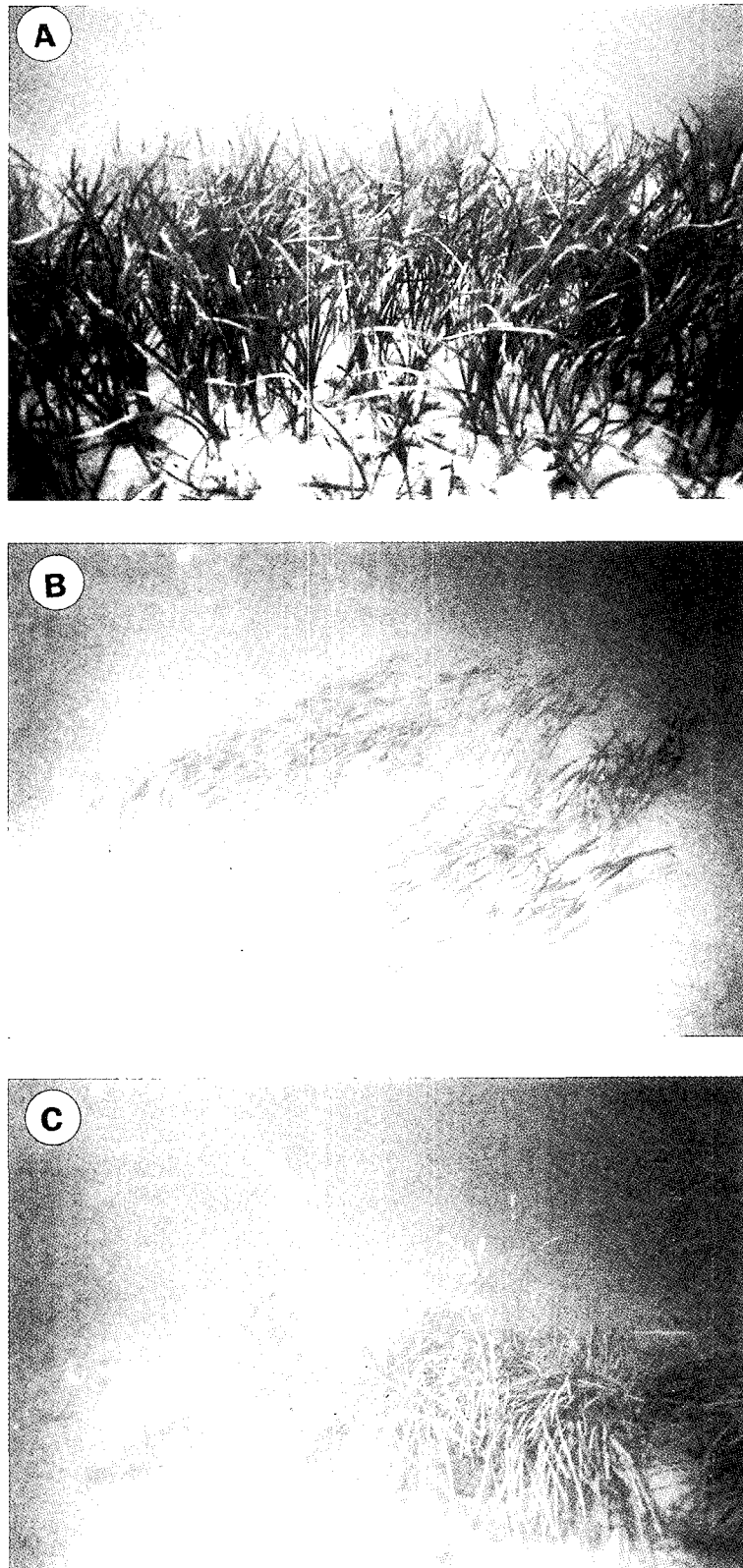


Fig. 2. The habitat of *Zostera* in the eastern coast of Korea. A, *Zostera marina* beds at a depth of 3.5 m, Duksan Port; B, *Z. asiatica* beds at a depth of 14 m, Gonghyunjin; C, *Z. caespitosa* beds at a depth of 5 m, Duksan Port.

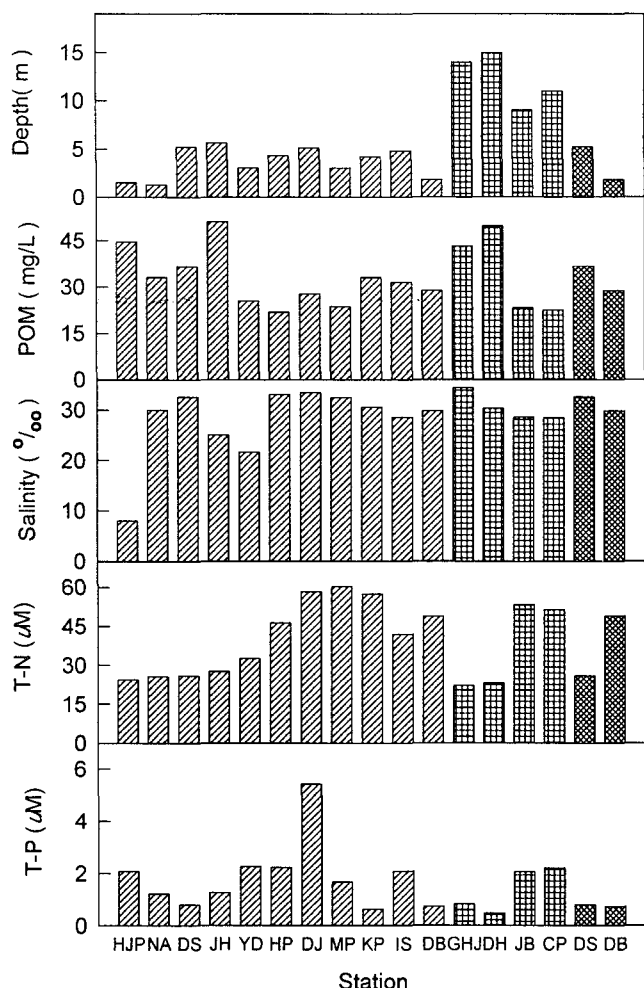


Fig. 3. Distribution of some environmental factors for *Zostera* beds in the eastern coast of Korea from June to July, 1998. (▨; *Zostera marina*, ▩; *Z. asiatica*, ▤; *Z. caespitosa*).

식물체는 짧고 좁은 엽신을 가지며, mud의 퇴적 환경에서는 넓고 긴 엽신의 식물체가 출현하는 것으로 보고하였다. 또한, 거머리말의 식물체는 천해나 조간대 지역에서는 좁은 형태의 엽신(협엽형)을 가지며, 조하대의 깊은 생육지에서는 넓은 형태의 엽신(광엽형)을 나타내는 것으로 보고하였다 (Philip, 1936; Den Hartog, 1970). 동해안에 생육하는 거머리말의 경우 화진포, 남애항, 대진항과 대변항과 같이 수심이 낮은 지역에서는 협엽형의 특징을 나타내었고, 장호항과 감포항과 같이 수심이 깊은 지역에서는 광엽형의 특징을 나타내었다. 광엽형의 거머리말의 경우 생식지의 최대 길이가 277.8 cm로 수거머리말과 비슷한 형태적인 특징을 나타내기도 하였으나, 열매, 잎 가장자리의 형태에 있어서 뚜렷이 구분되었다. 일본 연안에서 생육하는 수거머리말은 최근 Aioi et al. (1998)에 의해 생식지의 형태적인 특징이 거머리말과 비교되었으며, Omori (1989)에 의해 형태 분류적인 특징이 재고찰되었다. Omori (1989)의 분류 기준에 의하면 수거머리말은 잎의 폭이

14~16 mm이고 엽맥의 주맥과 측맥이 잎의 선단부에서 합류하는 특징을 가지는 것으로 보고하였으며, Shin and Choi (1998)는 잎의 너비가 5~9 mm, 엽맥이 7~9개를 갖는 것과는 차이를 나타내었다. 본 조사 결과 감포항에서 조사된 식물체의 경우 Shin and Choi (1998)의 잎 너비, 엽맥과 엽두의 모양만을 근거하면 수거머리말로 판명될 수 있는 것으로 나타났다.

Lee et al. (1999)은 왕거머리말의 형태적인 특징과 서식 환경은 기존에 보고된 Miki (1932), Omori (1989)와 Shin and Choi (1998)에 의하여 기재된 것보다 전반적인 개체의 크기가 왜소한 것으로 나타났다. 동해에 서식하는 개체는 식물체의 길이, 너비, 불염포의 길이와 종자의 수가 작으며, 이들은 서식지의 수심이 상대적으로 깊고 외해의 영향을 상당히 받는 지역에서 출현하였다. Shin and Choi (1998)가 지적한 왕거머리말의 동해안 분포 지역인 강원도 삼척시의 장호, 추암과 용화를 조사한 결과, 왕거머리말의 집단은 출현하지 아니하였고, 거머리말의 출현을 확인하였다. 이와 반하여 일본 아케시만 (Akkeshi Bay)에 생육하고 있는 왕거머리말의 형태적인 특징에서 Miki (1932)에 의한 보고와 대체로 일치하였으며, 서식지는 수심 3 m 내외로 외해의 영향을 적게 받는 내만에 위치하였다. 이러한 결과로 볼 때, 동해안에 생육하는 왕거머리말 식물체의 왜소한 외부 형태적인 특징은 생육지의 수심에 따른 변이로 생각된다. 또한, 과거 왕거머리말은 북부 동해 연안의 청진지역에서 생육하는 것으로 알려져 왔으나 (Miki, 1932) 본 조사에 의하면, 중부와 남부 동해 연안까지 출현하는 것으로 보아 동해 연안 전 지역에 걸쳐 출현할 가능성이 높은 것으로 사료된다.

포기거머리말은 동해안의 함경북도과 남해안의 경상남도 진해에서 수심 3.0~8.0 m의 sand의 퇴적물에서 생육하는 것으로 알려져 왔다 (Miki, 1932, 1933). 본 연구 결과 동해안에서 포기거머리말은 인공적으로 형성된 항과 파도 등 외해의 영향을 적게 받는만 지역의 수심 3.2~5.2 m의 sand 퇴적물에서 생육하였다. 일본의 Yamada Bay에서 출현한 포기거머리말 또한 파랑이 적고 수심 2.0~6.0 m의 sand와 muddy sand의 퇴적물에서 생육하는 것으로 보고하였다 (Omori et al., 1996, 1998). Yamada Bay에 생육하는 포기거머리말의 생식지의 길이는 102~108 cm, 영양지의 경우 60~90 cm의 범위로 동해안에 생육하는 식물체보다 생식지의 길이가 다소 긴 것이 특징이며, 이를 제외한 생육지 서식환경은 중부와 남부 동해안의 포기거머리말 생육 환경과 유사한 것으로 나타났다.

한반도에 자생하는 거머리말속에 관한 연구는 대부분 형태적인 분포에 대한 제한된 연구에 머물러 있다 (Kong, 1981, 1984; Huh et al., 1998, Cho and Boo, 1998). 특히, Cho and Boo (1998)는 서해안에 자생하는 거머리말, 애기거머리말, 수거머리말의 형태적 특징은 외부 형태적인 분류 기준에서 논의되었으며, 동해안에서 조사된 종들과의 형태적인 특성에서 다소 차이를 나타내었다. 이러한 특징은 한반도에 자생하는 거머리말속에 대한 형태적인 변이가 생육지의 환경에 따라 다양하게 나타날 가능성을 보여주는 것이다.

거머리말속 식물체의 길이와 너비는 비록 빛의 규모 (light inte-

nsity), 온도, 영양염, 수심과 퇴적 구조와 같은 요인에 영향을 받는다 하더라도 어떤 한 요인에 의한 명확한 변이보다는 다수의 요인에 의해 조절되어진다. 특히, 얕은 곳에 생육하는 거머리말의 경우 잎의 길이와 너비의 변이는 퇴적물의 암모니아의 농도와 비례하는 것으로 보고되었으며, 수심이 깊고 질소가 풍부한 생육지에서의 가장 중요한 환경 요인은 빛이며, 빛의 감쇠에 따라 식물체의 형태가 변하는 것으로 보고되었다 (Orth, 1977; Short, 1983b). 본 연구에서는 빛과 공극수의 영양염 농도에 따른 형태 변이와의 관계를 규명하지 못하였다. 따라서 한반도의 다양한 해양 환경에서는 같은 종이라도 생육 환경에 따라 형태적인 특징이 다양하게 출현할 수 있기 때문에 생육 환경에 따른 형태적인 변이에 관계해 고찰이 필요하다. 본 연구에서는 각 종의 형태적인 변이가 어떤 생육 환경 요인에 영향을 구체적으로 받는지 밝히지 못하였지만, 동해안에 생육하는 거머리말속의 생육지 분포, 퇴적 환경, 수심 등을 밝혔으며, 각 지역에 다양한 형태 변이를 파악하였다. 이러한 결과를 바탕으로 앞으로 한반도 전체에 생육하는 거머리말속의 생육 환경을 계속 파악되어야 할 것이다. 특히, 한반도와 일본 연안에서만 자생하는 거머리말속의 왕거머리말, 수거머리말과 포기거머리말에 대한 생육지 분포, 생육 환경과 생활사의 연구는 사라져 가는 연안 해양의 생물 종다양성 보전과 복원을 위해서도 계속 연구되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

한국산 거머리말속 중 동해 연안에 자생하는 식물의 분포와 생육지 환경의 특성을 파악하기 위해 1998년 6월부터 2000년 7월까지 중부 동해안의 화진포에서부터 남부 동해안 대변까지 조사하였다. 동해 연안에 자생하는 거머리말속은 거머리말, 왕거머리말과 포기거머리말 3종이 조사되었다. 거머리말 생육지는 기수호, 항과 만의 수심 1.3~5.6 m의 sand와 muddy sand 퇴적 환경에서, 왕거머리말은 수심 8.5~15.0 m의 개방된 연안의 sand 퇴적 환경에서 출현하였다. 포기거머리말은 덕산항과 대변항에서 그 생육지가 처음 보고되었으며, 거머리말보다 깊은 지역에서 함께 생육하였다. 거머리말속의 식물 형태는 영양지와 생식지로 구분되었으며, 거머리말 영양지의 길이는 일산의 66.8 cm에서부터 갑포항의 110.0 cm까지, 생식지의 길이는 화진포의 128.0 cm에서부터 갑포항의 277.8 cm까지 생육 지역과 수심에 따라 다양하게 출현하였다. 왕거머리말은 영양지와 생식지가 64.0~75.7 cm 범위로 새로운 표현형으로 생육지의 수심에 영향을 받는 것으로 판단된다. 포기거머리말은 영양지와 생식지가 64.9~70.3 cm로 생식지가 좀더 길게 성장하였다. 영양염의 농도는 동해 남부 지역이 중부 지역보다 높게 나타났다. 동해안에서 자생하는 거머리말속 식물의 분포는 퇴적 환경보다는 종에 따라 생육 장소(만, 항구와 개방 연안 등)와 수심에 영향을 받고, 수심과 같은 생육 환경의 차이는 식물체의 형태 변이에 영향을 미치는 것으로 조사되었다.

참 고 문 헌

Aioi, K. 1980. Seasonal changes in the standing crop of eelgrass (*Zostera marina* L.) in Odawa Bay, central Japan. *Aquat. Bot.*, 8, 343~354.

- Aioi, K., T. Komatsu and K. Morita. 1998. The world's longest seagrass, *Zostera caulescens* from northeastern Japan. *Aquat. Bot.*, 6, 87~93.
- Burkholder, P.R. and T.E. Dohoney. 1968. The biology of eelgrass, with special reference to Hempstead and South Oyster Bays, Nassau Country, Long Island, New York. Contr. No. 3, Dept. Conserv. and Waterways, Town of Hempstead, Long Island. 120pp.
- Cho, T.O. and S.M. Boo. 1998. Marine flora of Oeyondo Islands on the Yellow sea, Korea: I. Green Algae and Seagrass. *Algae*, 13(1), 1~11.
- Choi, H.K. 1986. A monograph of vascular Hydrophytes in Korea. Ph. D. Thesis, Seoul Nat'l Univ., Seoul. 272pp (in Korean).
- Den Hartog, C. 1970. The sea-grasses of the world. *Verh. KonNed. Akad. Wetensch. Afd. Natuurk., Tweede Sect.* 59, 1~275.
- Dennison, W.C. and R.S. Alberte. 1985. Role of daily light period in the depth distribution of *Zostera marina* (eelgrass). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 25, 51~61.
- Harrison, P.G. and K.H. Mann. 1975. Chemical changes during the seasonal cycle of growth and decay in eelgrass (*Zostera marina*) on the Atlantic coast of Canada. *J. Fish. Res. Board Can.*, 32, 615~621.
- Huh, S.H., S.N. Kwak and K.W. Nam. 1998. Seasonal variations of eelgrass (*Zostera marina*) and epiphytic algae in eelgrass beds in Kwangyang Bay. *J. Korean Fish. Soc.*, 31, 56~62.2 (in Korean).
- Kong, Y.S. 1981. The ecological study of eelgrass, *Zostera marina* L. in Hansilpo, Chungmu. *Bull. Tongyeong Fish. Jr. Coll.*, 16, 1~7 (in Korean).
- Kong, Y.S. 1982. Development of spike and seed of *Zostera marina* L. *Bull. Tongyeong Fish. Jr. Coll.*, 17, 37~42 (in Korean).
- Kong, Y.S. 1984. On the growth pattern of *Zostera nana*. *Bull. Tongyeong Fish. Jr. Coll.*, 19, 13~15 (in Korean).
- Lee, S.Y. 1998. Ecological study on eelgrass (*Zostera marina* L.) beds in coastal waters of Korea. M.S. Thesis, Hanyang Univ. Seoul. 76pp (in Korean).
- Lee, S.Y., C.J. Kwon and C.I. Choi. 2000. Sediment characteristics from the beds of *Zostera marina* and *Z. asiatica*. *J. Nat. Sci. & Technol., Hanyang Univ.*, 2, 25~29 (in Korean).
- Lee, S.Y., C.J. Kwon, T.J. Kim, Y.B. Suh and C.I. Choi. 1999. Morphological variation of *Zostera asiatica* Miki (*Zosteraceae*) from various habitats. *Kor. J. Environ. Biol.*, 17, 503~512 (in Korean).
- Miki, S. 1932. On seagrass new to Japan. *Mag. Bot. Mag.*, 46, 774~788.
- Miki, S. 1933. On the seagrass in Japan. (I) *Zostera* and *Phyllospadix*, with special reference to morphological and ecological characters. *Bot. Mag.*, 47, 842~862.
- Omori, Y. 1989. Morphology of the flowering shoot and the leaf of *Zostera caulescens* Miki and *Z. asiatica* Miki (*Zosteraceae*). *Sci. Rept. Yokosuka City Mus.*, 37, 55~59.
- Omori, Y. and K. Aioi. 1998. Rhizome morphology and branching pattern in *Zostera caespitosa* Miki (*Zosteraceae*). *Otsuchi Mar. Res. cent. Rep.*, 23, 49~55.
- Omori, Y., K. Aioi and K. Morita. 1996. A new record of *Zostera caespitosa* Miki (*Zosteraceae*): Its distribution in Yamada Bay, Iwate Prefecture, Japan. *Otsuchi Mar. Res. cent. Rep.*, 21, 32~37.
- Orth, R.J. 1977. Effect of nutrient enrichment on growth of eelgrass *Zostera marina* in the Chesapeake Bay, Virginia, U.S.A. *Mar. Biol.*, 44, 187~194.

- Park, M.S. 1969. Studies on the chemical composition of *Zostera marina*. Korean J. Bot. 12, 1~6 (in Korean).
- Phillips, G. 1936. An enalid plant association in the Humber Estuary. J. Ecol., 26, 205~219.
- Phillips, R.C. 1980. Phenology and taxonomy of seagrass. In *Handbook of seagrass biology; An ecosystem perspective*. R.C. Phillips and C.P. McRoy ed., Garland STPM Press, NY, 29~40.
- Phillips, R.C. and E.G. Menez. 1988. Seagrass. Washington D.C., Smithsonian Institution. Press. 106pp.
- Setchell, W.A. 1929. Morphological and phenological notes on *Zostera marina* L. Univ. Cal. Publ. Botany, 14, 389~452.
- Shepard, F.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratio. J. Sed. Pet., 24, 151~158.
- Shin, H. and H.K. Choi. 1998. Taxonomy and distribution of *Zostera* (Zosteraceae) in eastern Asia, with special reference to Korea. Aquat. Bot., 60, 49~66.
- Short, F.T. 1983a. The response of interstitial ammonium in eelgrass (*Zostera marina* L.) beds to environmental perturbation. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 68, 195~208.
- Short, F.T. 1983b. The seagrass, *Zostera marina* L.: Plant morphology and bed structure in relation to sediment ammonium in Izembek Lagoon, Alaska. Aquat. Bot., 16, 149~161.
- Van Lent, F. and J.M. Verschuure. 1994. Intraspecific variability of *Zostera marina* L. in the estuaries and lagoons of the southwestern Netherlands. II. Relation with environmental factors. Aquat. Bot., 48, 59~75.

2000년 9월 7일 접수

2000년 11월 6일 수리