

## 서식지에 따른 왕거머리말 (*Zostera asiatica* Miki, Zosteraceae)의 형태적 특성

이상용 · 권천중 · 김태진<sup>1</sup> · 서영배<sup>1</sup> · 최청일

(한양대학교 지구해양과학과, <sup>1</sup>서울대학교 천연물과학연구소)

**적 요** - 한반도와 일본에 서식하는 왕거머리말 (*Zostera asiatica* Miki, Zosteraceae)의 서식 환경에 따른 형태적인 변이를 분석하기 위해 동해연안과 일본 홋카이도에 서식하는 왕거머리말의 식물체와 서식지의 해수 및 퇴적물을 채집 분석하였다. 본 조사를 통하여 왕거머리말은 한반도 지역에서는 수심 8.5~10 m의 개방된 만과 외해의 영향을 직접 받는 지역에서 주로 서식하며, 동해연안의 공현진리, 동호리, 그리고 영동과 칠포 지역이 왕거머리말의 새로운 자생지로 확인되었다. 그러나 일본 홋카이도의 아케시만(Akkeshi Bay)에 있어서는 한반도와는 달리 1.5~3 m의 수심이 얇은 내만에서 서식하였다. 한반도 동해 연안에서 왕거머리말의 서식지 퇴적물의 입도는 모래로 구성되었다. 한반도 동해 연안의 집단에서는 식물체의 높이가 64.0~75.7 cm, 폭 11.0~15.0 mm로 나타났으나, 아케시만에 서식하는 식물체 집단의 높이가 187~234 cm, 폭은 18.0~18.7 mm로, 후자의 경우가 훨씬 큰 것으로 나타났다. 이러한 변이에 의해 규정된 한반도 동해연안의 집단간 그리고 일본 아케시만의 집단간 핵 리보솜 DNA의 ITS 염기서열 비교 분석에 의한 유전적 차이는 없는 것으로 나타났다.

### 서 론

해산 현화식물인 거머리말과(Zosteraceae)는 전세계에 3속 18종 이상이 서식하며, 거머리말속(*Zostera*)은 약 12종으로 북미대륙의 동서 연안, 유럽대륙의 대서양 연안, 동아시아, 오스트레일리아 및 남아프리카 연안 등 매우 광범위한 지역에 분포한다(Hartog 1970). 이중 북반구 태평양 연안의 한반도와 일본의 연안 지역에는 왕거머리말(*Z. asiatica* Miki), 포기거머리말(*Z. caespitosa* Miki), 수거머리말(*Z. caulescence* Miki), 애기거머리말(*Z. japonica* Ascherson and Graebner)과 거머리말(*Z. marina* Linnaeus)의 5종이 분포하는 것으로 보고되어 있다(Miki 1932, 1933; Phillips 1988; Shin & Choi 1998). 이러한 식물들은 연안과 하구의 조간대 또는 조하대(subtidal)에 서식하고, 해수유동을 제어, 부착생물들의 착생기반 제공, 어류의 산란 및 유어의 보육과 생육장소를 제공하며, 식물체의 유기체설물(detritus)은 연안 생물의 먹이원으로 제공되어 연안 생태계에 있어 중요한 역할을 담당하고 있다(McRoy & Helfferich 1977, 1976; Phillips 1974).

왕거머리말은 사할린(Shghalin), 쿠릴(Kurile), 홋카이

도(Hokkaido)에 분포하며 한반도 동해 연안에서는 함경북도과 강원도 일원에 분포하는 것으로 보고되었다(Miki 1932, 1933). Miki(1932)가 제시한 원기재 이후 *Zostera* 속의 종을 인식하는 형질로 잎 정단부의 형태(Phillips & Menez 1988; Kitamura *et al.* 1992), anthocyanin spot의 존재 유무(Phillips & Menez 1988), 잎의 폭(Kitamura *et al.* 1992; Satake *et al.* 1993; Komarov & Il'in 1986)과 열매의 형태(Phillips & Menez 1988; Kitamura *et al.* 1992; Satake *et al.* 1993) 등 연구자에 따라 특정 형질만이 이용되었으며, 상기의 일부 형질들은 개체간에 변이가 심하여 특정 종간에 중첩되는 경향을 나타내며 이로 인하여 종의 한계가 모호하게 되었다.

반면에 Shin & Choi(1998)는 한국산 거머리말 속의 분류 및 분포 연구에서 잎 정단부의 형태 및 섬유가닥(fibrous strands)의 수에 근거하여 왕거머리말을 새롭게 동정 인식하여 남한 지역에서 강원도의 장호, 추암, 용화항과 경상북도의 마산리 항과 경상남도 진해의 명동에 분포하는 것으로 보고하였다. 그러나, 이들의 연구는 서식처의 환경적 요인에 의하여 변이를 나타낼 수 있는 요인들로서 왕거머리말의 서식처의 환경적 요인에 따른 형태적 변이와 분포지에 대한 재검토가 불가피하게 되었다.

따라서, 본 연구는 왕거머리말의 분류학적 한계 및 한반도 연안의 분포지역을 명확히 조사하기 위하여, 한반도 동해 연안과 아케시 만에 자생하는 왕거머리말의 서식 환경과 이에 따른 형태적 변이를 비교 검토하였으며, 왕거머리말과 거머리말의 한계 설정시 개체간 형태적 변이에 의해 야기된 혼란을 ITS 염기서열을 이용하여 해결할 수 있는지를 검증하기 위해 시도되었다.

## 재료 및 방법

본 연구의 시료는 1998년 6월, 7월과 9월에 한반도 동해 연안의 공현진 (38° 21' N 128° 31' E), 동호리 (38° 03' N 128° 41' E), 영동 (37° 03' N 129° 25' E)과 칠포 (36° 08' N 129° 24' E)와 1999년 7월 일본 홋카이도 아케시 만 (43° 21' N 144° 50' E)에서 방형구 (50×50 cm)내의 식물체를 SCUBA 장비를 사용하여 채집하였다.

채집된 식물체들은 Miki (1932, 1933)와 Phillips 등 (1988)의 검색표를 참조하여 동정하였다. 식물체 시료는 현장에서 퇴적물을 제거한 후 방형구 내의 개체수를 확인하여 서식밀도를 조사하였다. 분리된 식물체는 생체로 실험실로 운반한 후 전체 길이, 엽신 길이, 잎의 폭, 엽맥 수, 잎의 정단부 모양, 지하경 폭, 육수화서의 길이와 종자 수 등의 형태적 특징을 조사하였다. 조사된 식물체는 석엽표본으로 제작되어, 한양대학교 지구해양과학과에 증거 표본으로 보존되어 있다. 식물체의 현존량은 4개의 방형구 내 전 식물체를 채집하여 부착생물과 죽은 부분을 제거한 후 70°C에서 24시간 건조하여 단위 면적당 (0.25 m<sup>2</sup>) 평균 건중량 (g)으로 나타내었다 (Ott 1990).

서식처의 환경 요인으로는 수온, 염분, pH, 수심, 퇴적물의 입도를 조사하였다. 수온, 염분과 pH는 채집시 현장에서 염분계 (YSI Model 33, S-C-T meter)와 pH meter (Horiba U-10 Model)를 이용하여 측정하였다. 수온과 염분의 년 변화는 수산 진흥원 측정 자료를 분석하여 서식지 환경과 비교하였다. 서식지의 수심은 수압계를 이용하여 측정하였으며, 퇴적물 시료는 PVC pipe core (직경 10 cm)를 이용, 잠수하여 채집하였으며, 상층부에서부터 2 cm 깊이로 절단한 후 함수율과 퇴적물의 입도를 분석하였다 (Shepherd 1954).

DNA 추출 및 PCR은 기존의 방법 (Suh *et al.* 1996)과 동일하며, 증폭된 PCR products는 QIAquick PCR Purification Kit (Qiagen, Germany)를 사용하여 정제한 후, DNA thermal cycler (Thermal cycler 9600, Perkin Elmer-Cetus, USA)에서 BigDye Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction Kit (Applied Biosystems Inc., USA)를 사용하여 cyclic sequencing 방식 (ABI protocol, USA)

으로 반응한 후, ABI 377 Automated DNA Sequencer (Applied Biosystems Inc., USA)로 염기서열을 결정하였다. 염기서열은 양방향으로 결정한 후, Sequencher program (Gene Codes Corporation)을 사용하여 전체 유전자에 대한 염기서열을 조합하였다.

거머리말속 종간의 sequence divergence를 알기 위해 형태적으로 유사한 거머리말 (*Z. marina* L.)의 염기서열을 결정하고 이를 비교 분석하였다.

## 결 과

### 1. 서식지 분포

강원도 고성에서 경상남도 대변에 걸친 한반도 동해 연안의 24개 조사 지역 중에서 왕거머리말은 중부지역인 강원도 공현진, 동호리, 그리고 남부지역인 경상북도 영동과 칠포 연안 등 4개 지역에서만 출현하였으며 (Fig. 1), 출현지의 군집은 단일종으로 형성되어 있었다.

한반도 동해 연안의 서식지는 수심 8.5~15.0m의 외해의 영향을 받는 넓은 만과 개방된 연안 지역이었으며, 식물체의 집단은 완전히 침수되어 초지를 형성하였다. 특히, 본 연구에서 확인된 4개 서식지 중 동호리의 서식지는 수심 13.0~15.0m까지로 가장 깊은 곳에 개체군들이 생육하고 있었다.

이에 반하여, 일본 홋카이도 아케시만의 경우 외해의 영향을 적게 받고 있는 내만으로 수심 1.5~3.0m에서는 왕거머리말 군집이 대단위 초지를 형성하였으며, 주변의 얕은 지역에는 거머리말과 새우말 (*Phyllospadix iwatensis* Makino)이 혼생하는 것으로 나타났다.

### 2. 환경적 요인

왕거머리말의 군락이 서식하고 있는 한반도 동해 연안의 수온과 염분은 수산진흥원이 발표한 1968년부터 1995년까지의 평균 측정치를 기초하였다 (Hahn *et al.* 1997). 평균 수온의 지역간 계절적 변화는 5.4~23.3°C의 범위로 2월에 동호리에서 가장 낮았으며, 8월에 영동의 표층에서 가장 높은 것으로 나타났다. 염분은 32.72~34.40‰의 범위로 칠포에서 8월중 가장 낮았고, 2월과 4월에 가장 높은 것으로 나타났다. 1998년 6월에서 9월까지의 조사 기간 동안 수온은 20.5~25.4°C, 염분도는 32.8~33.5‰로 평균 수온과 염분의 범위였으며, 해수의 pH는 8.37~8.54의 범위로 나타났다 (Table 1).

동해 연안 서식지의 퇴적물의 평균 입도는 3.1~3.6 φ의 모래로 구성되었으며, 칠포에서 가장 조립 (fine sand)한 것으로 나타났다. 깊이에 따른 분포는 표층보다 저층의 입도가 조립하였으며, 퇴적물의 함수율은 22.7~26.4

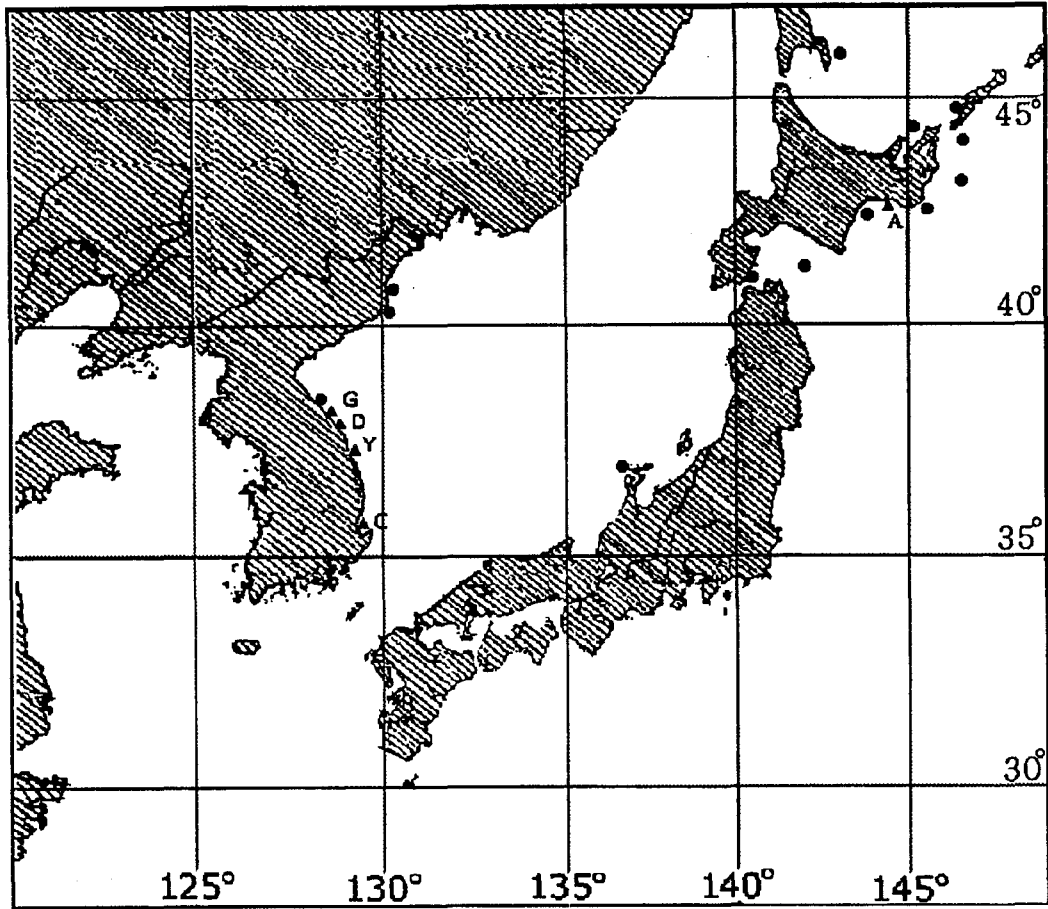


Fig. 1. Geographical distribution of *Zostera asiatica* in Korea and Japan. Circles (●) are habitats of *Z. asiatica* previously known in Korea (Miki 1932, 1934), and triangle (▲) are habitats newly revealed by this study. G: Gonghyunjin, D: Donghori, Y: Youngdong, C: Chilpo and A: Akkeshi Bay.

Table 1. Environmental factors of seagrass, *Zostera asiatica* beds from the eastern coastal of Korea and Akkeshi Bay of Japan in Summer of 1998 and 1999. \* No data are available

Site	Gonghyunjin	Donghori	Youngdong	Chilpo	Akkeshi
Habitat depth (m)	12.5~14.0	13.0~15.0	7.5~9.0	10.0~11.0	1.5~3.0
Water temperature (°C)	22.2	20.5	24.0	25.4	*
Salinity (‰)	34.4	33.2	33.5	32.8	*
pH	8.41	8.37	8.54	8.48	*
Sdiment type	Sand	Sand	Sand	Sand	*
Particle size (Φ)	3.5	3.4	3.1	3.6	*
Water contents (%)	22.7	24.8	26.4	23.5	*

의 범위로 고른 분포를 보였지만, 공현진의 퇴적물의 경우 깊이 8~10 cm에서 함수율이 약 30%의 상당히 높은 값을 나타내었다(Fig. 2).

### 3. 형태학적인 특성

왕거머리말을 신종 보고한 Miki(1932)에 의하면, 왕거머리말은 지하경이 포복하고 2개의 인편이 액생하며, 잎

의 정단부는 요두이고, 영양지 상의 잎은 길이 약 150 cm까지 성장하며, 종자는 타원형이고, 종피의 주름은 보이지 않는다고 기재되어 있다.

한반도 동해 연안에서 채집된 식물체를 조사한 결과, 잎의 정단부는 요두이었으나, 영동 서식지의 경우 평두인 개체도 일부 출현하였다. 식물체는 높이 64.0~75.7 cm, 폭 9~15 mm, 엽맥의 수는 9~11개로 조사되었으며, 영

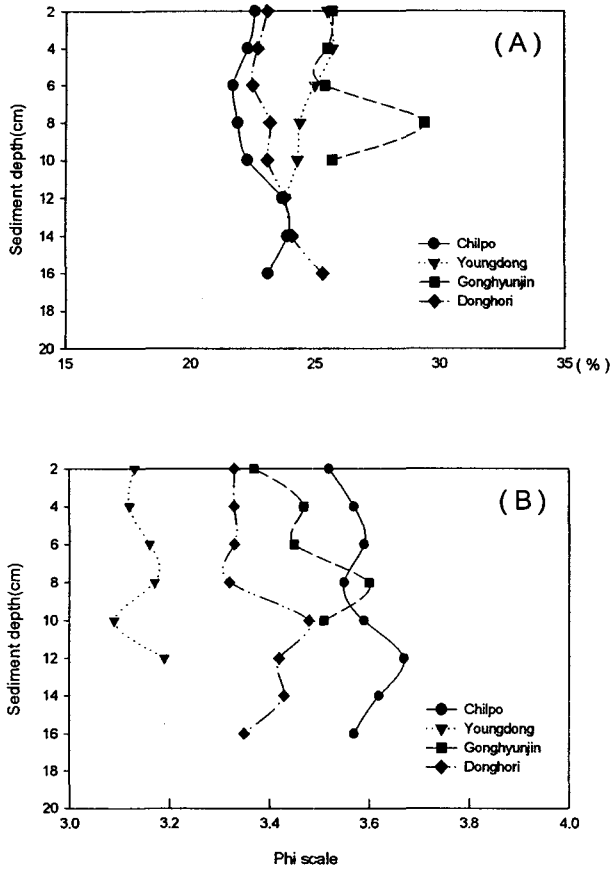


Fig. 2. Vertical profiles of water contents (A) and grain size (B) of *Z. asiatica* beds from the eastern coast of Korea in July 1998.

양지와 3~5개의 가지를 가진 생식지간의 길이 차이는 관찰되지 않았다. 하나의 분지된 가지에 3~4개의 옥수 화서가 형성되었고, 길이는 3.1~6.5 cm, 불염포의 길이는 8.5~17.5 cm, 그리고 열매 (fruit) 수는 8~12개로 열매는 타원형이며, 종피는 주름이 없었다 (Table 2).

반면에 아케시 만에서 채집된 식물체의 형태적인 특

징은 잎의 정단부는 요두이며, 식물체는 높이 187.0~234.0 cm, 잎의 폭은 18.0~18.7 mm, 엽맥의 수는 9~11개로 조사되었다. 잎 수는 5~6개, 지하경 마디간 길이는 15.3~30.5 mm, 옥수화서의 평균 길이는 5.0~8.75 cm, 불염포의 길이는 14.6~35.5 cm, 그리고, 열매 수는 12~17개로 불염포의 길이에 따라 다르게 나타났다 (Table 2).

4. 현존량과 서식밀도

한반도의 동해 연안에 서식하는 왕거머리말의 서식밀도는 34.8~37.4개체/0.25 m<sup>2</sup>의 범위를 나타내었다. 현존량은 건중량으로서 52.6~114.9 g/0.25 m<sup>2</sup>의 범위를 나타내었다. 각 개체의 평균 건중량은 1.511~3.150 g의 범위로 식물체의 길이보다 잎의 수와 서식밀도에 영향을 받았으며, 공현진에서 가장 높게 나타났다.

아케시 만에 서식하는 왕거머리말의 서식밀도는 30.0~46.0개체/0.25 m<sup>2</sup>, 개체당 평균 건중량은 3.520~5.892 g이었다. 현존량은 140.1~218.4 g/0.25 m<sup>2</sup>의 범위를 나타내었다 (Table 3).

5. *Zostera asiatica*의 ITS 염기서열

일부 18S, 26S 및 5.8S 유전자를 포함한 ITS의 구간의 길이는 *Z. asiatica*의 경우 626 bp이고 *Z. marina*의 경우 629 bp로 나타났다. 특히 상당한 형태적 차이를 나타내는 한국 동해 연안의 개체와 일본 아케시만 개체 사이에 동일한 ITS 염기서열을 나타내었다. 또한 한반도 동해 연안과 일본 아케시 만에서 채집된 *Z. asiatica* 집단은 각각 ITS 1의 길이가 183 bp, ITS 2의 길이가 214 그리고 5.8 S의 길이가 181 bp로, 구간별 G+C 함량은 각각 32.24, 33.64 및 45.30%로 개체군간 차이가 없는 것으로 나타났으며, *Z. marina*의 경우에 있어서는 ITS 1의 길이가 185 bp, ITS 2의 길이가 215 bp, 5.8 S의 길이가 181 bp로 개체군간에 차이는 없는 것으로 나타났

Table 2. Morphological comparison of *Zostera asiatica* from the eastern coast of Korea and Akkeshi Bay of Japan

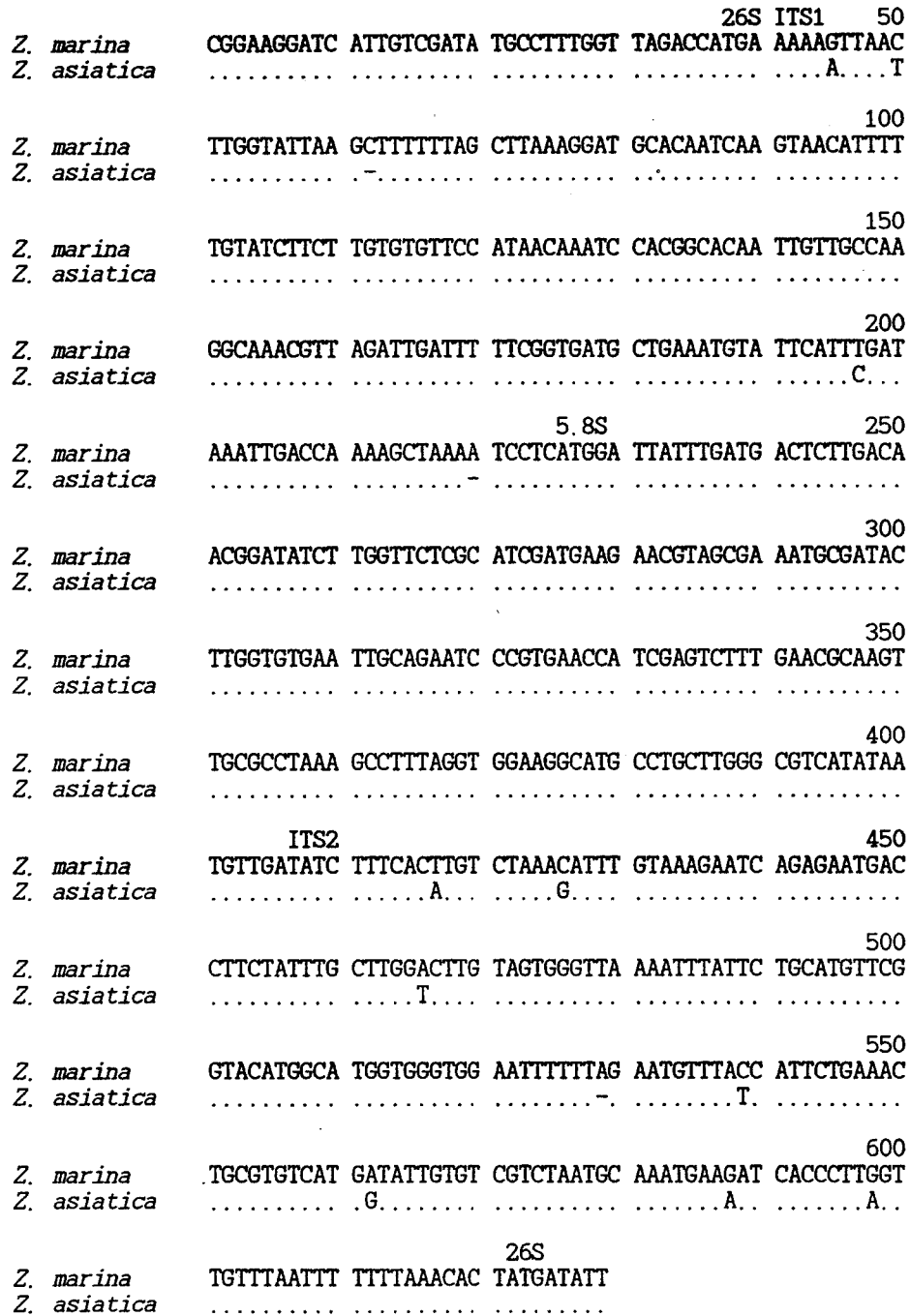
Site	Gonghyunjin	Donghori	Youngdong	Chilpo	Akkeshi Bay
Total length (cm)	75.7	70.0	64.0	68.3	175.9
Leaf length (cm)	43.9	51.5	41.7	45.3	146.6
Leaf width (mm)	14	11	15	11	18.4
Leaf vein	9	9	9~10	9~11	11
Leaf apex	Emarginate	Emarginate	Emarginate/Truncate	Emarginate	Emarginate
Rhizome internode (cm)	0.7~2.5	0.6~1.7	0.8~1.5	0.7~1.3	1.6~3.2
Spadix length (cm)	3.0~6.5	3.5~6.2	2.7~6.6	3.2~6.4	4.7~9.8
Fruits No. in Spadix	8~12	8~12	8~12	8~12	12~17
Fruits characters	Oblong non striate	Oblong non striate	Oblong non striate	Oblong non striate	Oblong non striate



Fig. 3. *Z. asiatica* plants from Youngdong (A; vegetation shoots, B; flowering shoot) on the eastern coast of Korea and Akkeshi Bay (C; vegetation shoots, D; flowering shoot) in Japan.

**Table 3.** Shoots density and biomass of *Zostera asiatica* beds in the eastern coast of Korea and Akkeshi Bay of Japan

Site	Gonghyunjin	Donghori	Youngdong	Chilpo	Akkeshi Bay
Shoot density (No./0.25 m <sup>2</sup> )	36.5±7.4	37.4±3.2	34.8±4.6	33.5±5.7	38.4±8.4
Biomass (g/0.25 m <sup>2</sup> )	114.9±23.31	62.2±5.3	52.6±7.0	52.8±9.1	179.2±39.2
Leaf No./shoot	4~7	4~5	3~5	3~6	4~6
Mean shoot Biomass (DWg/0.25 m <sup>2</sup> )	3.15±1.28	1.66±0.29	1.51±0.58	1.58±0.68	4.67±1.24



**Fig. 4.** Aligned DNA sequences of the ITS regions in 5.8S nuclear ribosomal DNA from *Z. asiatica* and *Z. marina* examined.

**Table 4.** Size and base composition of ITS 1, ITS 2, and 5.8S coding region of nuclear ribosomal DNA from *Z. marina* and *Z. asiatica* included in the study

Species, Sites*	ITS 1		ITS 2		5.8S	
	Length (bp)	G+C %	Length (bp)	G+C %	Length (bp)	G+C %
<i>Z. m.</i> , HJP	185	32.97	215	34.42	181	45.30
<i>Z. m.</i> , JH	185	32.97	215	34.42	181	45.30
<i>Z. m.</i> , YG	185	32.97	215	34.42	181	45.30
<i>Z. m.</i> , MP	185	32.97	215	34.42	181	45.30
<i>Z. m.</i> , GD	185	32.97	215	34.42	181	45.30
<i>Z. m.</i> , DS	185	32.97	215	34.42	181	45.30
<i>Z. m.</i> , KP	185	32.97	215	34.42	181	45.30
<i>Z. m.</i> , NE	185	32.97	215	34.42	181	45.30
<i>Z. m.</i> , DB	185	32.97	215	34.42	181	45.30
<i>Z. m.</i> , YD	185	32.97	215	34.42	181	45.30
<i>Z. a.</i> , GHJ	183	32.24	214	33.64	181	45.30
<i>Z. a.</i> , JP	183	32.24	214	33.64	181	45.30
<i>Z. a.</i> , YD	183	32.24	214	33.64	181	45.30
<i>Z. a.</i> , CP	183	32.24	214	33.64	181	45.30
<i>Z. a.</i> , DHR	183	32.24	214	33.64	181	45.30

\*: HJP=Hwajinpo, JH=Jangho, YG=Yaekyo, MP=Mopo, GD=Gaedong, DS=Duksan, KP=Kampo, NE=Nameae, DB=Daebyun, YD=Youngdong, GHJ=Gonghyunjin, JP(Akkeshi, Japan), CP=Chilpo, DHR=Donghori.

**Table 5.** Nucleotide divergences of the ITS region in *Zostera marina* and *Z. asiatica* among populations. Number of substitutions per 100 sites (Kimura's  $K \times 100$ ; Kimura, 1980) is shown below diagonal and observed number of nucleotide differences in pairwise comparison below diagonal

Taxa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 <i>Z.m.</i> _HJP	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10
2 <i>Z.m.</i> _JH	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10
3 <i>Z.m.</i> _YG	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10
4 <i>Z.m.</i> _MP	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10
5 <i>Z.m.</i> _GD	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10
6 <i>Z.m.</i> _DS	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10
7 <i>Z.m.</i> _KP	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	10	10	10	10
8 <i>Z.m.</i> _NE	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	10	10	10	10
9 <i>Z.m.</i> _DB	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	10	10	10	10
10 <i>Z.m.</i> _HP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	10	10	10	10
11 <i>Z.m.</i> _YD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	10	10	10	10
12 <i>Z.a.</i> _GHJ	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	—	0	0	0	0
13 <i>Z.a.</i> _JP	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	0	—	0	0	0
14 <i>Z.a.</i> _YD	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	0	0	—	0	0
15 <i>Z.a.</i> _CP	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	0	0	0	—	0
16 <i>Z.a.</i> _DHR	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	0	0	0	0	—

나 *Z. asiatica*에 비해 ITS는 2 bp가, ITS 2의 경우는 1 bp가 더 긴 것으로 나타났다. 또한 각 구간별 G+C 함량은 32.97, 34.42 및 45.30%로 개체군간에 모두 동일하게 나타났다 (Table 4, Fig. 4).

*Z. asiatica*와 *Z. marina* 사이의 ITS 구간의 염기서열의 변이는 총 10 bp로 나타났으며, 이들 간의 sequence divergence는 1.62로 나타났다. 그러나 상기의 두 종의 경우에 있어서 개체군간 염기서열에 의한 유전적 차이는 없는 것으로 나타났다 (Table 5).

## 고찰

과거 왕거머리말은 동해연안의 청진 지역이 분포 남방한계로 수심 8~10 m에서 서식하는 것으로 알려져 왔으나 (Miki 1932), 본 조사에 의하면 왕거머리말은 한반도 동해 연안에서 그 분포는 경상북도 칠포 지역에까지 이르고, 수심 15 m 지역에서도 서식하고 있는 것으로 밝혀졌다.

동해연안에서 서식하고 있는 왕거머리말은 Miki (1932)에 의하여 기재된 것보다 전반적인 개체의 크기가 다소 왜소한 것으로 나타났다. 동해연안에 서식하는 개체는 식물체의 길이, 너비, 불염포의 길이와 종자의 수가 작으며, 이들은 서식지의 수심이 상대적으로 깊고, 외해의 영향을 상당히 받는 지역에서 출현하였다. 이에 반하여 일본 아케시 만에 생육하고 있는 왕거머리말은 형태적 특징에서 Miki (1932)에 의한 보고와 대체로 일치하였으며, 서식지는 수심 3 m 내외로, 외해의 영향을 적게 받는 내만에 위치하였다.

최근 Shin & Choi (1998)은 서식처의 환경적 상황에 대한 설명 없이 식물체 잎의 정단부와 섬유가닥의 수 등으로 종을 판별하여, 한국 내 분포를 보고하였다. 그러나, Shin & Choi (1998)가 지적한 왕거머리말의 동해 연안 분포 지역인 강원도의 장호, 추암, 용화 항과 경상북도의 마산리 항을 조사한 결과, 왕거머리말의 집단은 발견되지 아니하였다. 또한, 동해 연안에 출현한 거머리말의 잎 정단부의 형태는 예두(Acute), 소요두(Emarginate), 원두(Round)와 둔두(Obtuse) 등을 나타내었으며, 잎의 폭은 5.5~14.0 mm 이었고, 엽맥(leaf vein)의 수는 5~11개로 서식 환경에 따라 다양한 형태 변이를 나타내어 왕거머리말로 혼돈 될 가능성도 높은 것으로 나타났다. 특히, 본 조사에 의하면 거머리말 서식지의 퇴적물의 입도 조성은 mud와 sand가 혼합되었거나, mud의 분포가 높고, 외해의 영향이 적은 내만이나 항구 내에서 서식하는 것으로 보고되었다(Kong 1981; Huh 1998; Lee 1998). 반면에 왕거머리말 서식지의 퇴적물 입도 조성은 sand로 거머리말 서식지와는 명확하게 구분되었다.

Miki (1933)에 의한 지리학적, 생태학적 분포에 의한 왕거머리말의 서식지 구분은 한류(cold current)와 관련되어, 내만의 깊은 곳에 서식하는 것으로 보고되었지만, 동해 연안에서 생육하는 왕거머리말의 서식지는 한류 수역에서부터 한류와 난류가 교차하는 지역까지 넓게 분포하는 것으로 나타났다. 특히, 이들 서식지의 식물체 길이는 깊은 수심에서 파도에 의해 형성된 수괴 내부의 물 입자의 운동(intermediated water particles motion)과 천해파의 영향을 받아, 다소 일정한 크기의 개체군을 형성하는 것으로 나타났다.

동해 연안의 왕거머리말과 같이 깊은 수심에서 서식하는 *Z. caulescens*에 대한 연구에서, 식물체는 낮은 온도와 낮은 빛 때문에 생식지가 길게 신장한다고 알려졌다(Aioi et al. 1998). 그러나, 거머리말의 경우 빛의 침투량과 일사량 연간 주기(radiation annual cycle)에 따라 잎의 길이가 다양하다고도 보고된 바 있으며(Jacobs 1979), 또한 빛은 육수화서의 수를 제한하며, 수심이 낮

은 지역에서는 육수화서의 평균수가 적은 것으로 보고되었다(Omori 1989). 한반도 동해 연안에서 서식하는 왕거머리말은 수심 8.5~15 m 지역에 서식함으로써, 식물체와 육수화서 성장에 필요한 빛의 양은 제한되지 않으며, 연안류와 천해파 등 물리적인 요인의 영향을 적게 받는 서식지에 생육하는 것으로 추정된다.

일본 아케시 만의 왕거머리말 집단은 한반도 동해 연안의 집단에 비하여 상당히 높은 현존량을 나타내었다. 이는 일본 아케시 만에 생육하는 왕거머리말은 식물체 길이, 너비와 잎의 수가 크며, 서식 밀도가 높기 때문인 것으로 사료되며, 이러한 차이는 얕은 수심과 내만의 물리적인 환경 요인과 식물체의 성장에 필요한 화학적인 요인인 영양염류의 해수와 퇴적물 내의 농도에 영향을 받는 것으로 판단된다.

한반도 동해연안과 일본 아케시 만에 서식하는 왕거머리말의 핵 리보솜 ITS의 염기서열은 조사 전체 집단에서 동일하게 나타나, 이들 식물체가 일부 정량적 외부 형태 형질에 상당한 차이를 보여주고 있을 지라도 동종으로 인식되어야 하는 근거를 제시하고 있다(Table 5). 이는 현화식물에서 ITS는 상당히 빠른 속도로 진화하고 있으므로 종간에 뚜렷한 차이를 나타내는 것으로 알려져 있기 때문이다(Baldwin 1995). 뿐만 아니라 잎 정단의 형태와 일부 형질만을 이용한 왕거머리말과 거머리말의 동정시 야기되었던 문제점을 해결하는데 있어서 ITS의 염기서열이 매우 유용하게 이용될 수 있다는 것을 입증하는 것이다.

이러한 결과를 종합해 볼 때 왕거머리말의 형태적인 변이는 지리적, 생태적인 분포와 이에 따른 환경적 요인에 의하여 야기되며, 형태적인 변이에 대한 정확한 평가와 이해는 향후 빛, 영양염류의 농도와 파도의 영향 등의 추가적인 환경 요인의 분석과 더욱 세밀한 생활사의 추적을 통하여 상세하게 규명될 수 있을 것으로 판단된다.

## 사 사

이 논문은 한양대학교의 1998년도 교내 연구비의 일부로 수행되었으며, 표본 채집에 도움을 주신 일본 홋카이도 대학의 Mukai 교수님과 Kushiro 수산 연구소의 Iizumi 박사님께 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- Aioi K, Komatsu T & Morita K (1998) The world's longest seagrass, *Zostera caulescens* from northeastern Japan. *Aquat. Bot.* **6** : 87-93.
- Den Hartog C (1970) The sea-grasses of the world. North-



- holland Publication Co., Amsterdam. 275pp.
- Dennison WC & Alberte RS (1985) Role of daily light period in the depth distribution of *Zostera marina* (eelgrass). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **25** : 51-61.
- Doyle JJ & Doyle JL (1987) A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochem Bull.* **19** : 11-15.
- Hahn SB, YH Ahn, CM Kang, HG Jin, YS Suh & LH Jang (1997) Climate atlas of salinity and temperature in Korean waters. NFRDI, Pusan, Korea. 291pp.
- Huh SH, SN Kwak & KW Nam (1998) Seasonal Variations of Eelgrass (*Zostera marina*) and Epiphytic Algae in Eelgrass Beds in Kwangyang Bay. *J. Korean Fish. Soc.* **31** : 56-62.
- Jacobs RPWM (1979) Distribution and aspects of the production and biomass of eelgrass, *Zostera marina* L. at Roscoff, France. *Aquat. Bot.* **7** : 151-172.
- Kimura M (1980) A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparable studies of nucleotide sequences. *J. Molec. Evol.* **16** : 11-120.
- Kitamura S, G Murata & T Koyam (1992) Colored illustrations of herbaceous plants of Japan (Monocotyledoneae). Hoikusha Pub. Co., Ltd.
- Komarov VL & MM Il'in (1986) Flora of the U.S.S.R. Vol. Bishen Singh Mahendra Pal Singh and Koeltz Scientific Books.
- Kong YS (1981) The ecological study of eelgrass, *Zostera marina* L. in Hansilpo, Chungmu. *Bull. Tong-yeong Fish. Jr. Coll.* **16** : 1-7.
- Lee SY (1998) Ecological study on eelgrass (*Zostera marina* L.) beds in coastal waters of Korea. Hanyang University (Ms. thesis) Seoul.
- McRoy CP & Helfferich C (1977) Seagrass ecosystems. Marcel Dekker, New York. 314pp.
- Miki S (1933) On the seagrass in Japan. (I) *Zostera* and *Phyllospadix*, with special reference to morphological and ecological characters. *Bot. Mag.* **47**(564) : 842-862.
- Miki S (1932) On seagrass new to Japan. *Bot. Mag.* **46**(552) : 774-788.
- 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.
- Ott JA (1990) Biomass. pp. 55-60. In Seagrass research methods (Phillips RC & CP McRoy eds). UNESCO. Paris.
- Phillips RC & EG Menez (1988) Seagrass. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- Phillips (1974) Transplantation of seagrass, with special emphasis on eelgrass, *Zostera marina* L. *Aquaculture* **4** : 161-176.
- Sand-Jensen K (1975) Biomass, net production and growth dynamics in an eelgrass (*Zostera marina* L.) population in Vellerup Vig, Denmark. *Ophelia* **14** : 185-201.
- Satke Y, J Ohwi, S Kitamura, S Watari & T Tominari (1993) Wild flowers of Japan, Herbaceous plants including dwarf subshrubs. Heibonsha Ltd., Tokyo.
- Shephard FP (1954) Nomenclature based on sand-silt-clay ratio. *J. Sed. Pet.* **24** : 151-158.
- Shin HC & HK Choi (1998) Taxonomy and distribution of *Zostera* (Zosteraceae) in eastern Asia, with special reference to Korea. *Aquat. Bot.* **60** : 49-66.
- Suh YB, HJ Cho, S Kim & CW Park (1996) Comparative Analysis of ITS Sequences from *Acer* Species (Aceraceae) in Korea. *J. Plant Biol.* **39**(1) : 1-8.

## Morphological Examination of *Zostera asiatica* Miki (Zosteraceae) from Various Habitats

Sang Yong Lee, Chun Joong Kwon, Tae Jin Kim<sup>1</sup>,  
Youngbae Suh<sup>1</sup> and Chung Il Choi

(*Department of Earth and Marine Sciences, Hanyang University,*  
*<sup>1</sup>Natural Products Research Institute, Seoul National University*)

**Abstract** – The morphological variations and habitat environment of the *Zostera asiatica* Miki (Zosteraceae) were examined in the waters off the eastern coast of Korea and Akkeshi Bay of Japan. In this study, we report new habitat of *Z. asiatica* along the eastern coast of south Korea; Gonghunjin, Donghori, Youngdong and Chilpo. *Z. asiatica* is found at the depth of 8~15 m in these areas. However, *Z. asiatica* grows at the depth of 3 m in Akkeshi Bay of Japan. The sediment of habitats in the eastern coast of Korea were principally composed of sand. The stems were 64.0~75.7 cm long in mature plants with flowering shoots and the leaves were 11.0~15.0 mm wide for Korean populations. Plants from Akkeshi Bay of Japan had stems of 187.0~234.0 cm in length. The difference in size are considered to be due to the depth of habitats. In spite of the significant morphological difference between Korea and Japan population of *Z. asiatica*, there was no difference in ITS sequences. [*Zostera asiatica*, Morphological variation, Taxonomy, Marine angiosperm].