

제주도산 홍조 아프리카바다표고(*Peyssonnelia capensis* Montagne)의 분류학적 특성

강승주¹ · 이재완¹ · 이육재² · 오윤식³ · 이해복^{1*}

(¹청주대학교 생명과학전공, ²제주생물종다양성연구소, ³경상대학교 생물학전공)

Taxonomic Characteristics of *Peyssonnelia capensis* Montagne (Peyssonneliaceae, Rhodophyta) from Jeju Island in Korea

Seung-Ju Kang¹, Jae Wan Lee¹, Wook Jae Lee², Yoon Sik Oh³ and Hae-Bok Lee^{1*}

¹Department of Life Science, Chongju University, Chongju 360-764, Korea

²Jeju Biodiversity Research Institute, HiDi, Jeju 690-121, Korea

³Division of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

The characteristics of *Peyssonnelia capensis* Montagne (Peyssonneliaceae, Rhodophyta) from Jeju Island were investigated in order to clarify the species entity and re-evaluate taxonomic position. The morphological variations of the *Peyssonnelia capensis* from Jeju Island were divided into two types, the thin thallus type and the thick thallus type. The thin thallus type is characterized by thin, soft, orbicular, slightly lobed thallus with entire to undulate margin, and compact rhizoids. The thick thallus type has thick and stiff thallus with sinuate margin and scattered rhizoids, and has more branches than the thin thallus type. The basal layer and the epithallium of thin thallus type are similar to those of thick thallus types in their structure. However, the hypothallial cells of the thick thallus type are longer than those of the thin thallus type. The erect filament of thick thallus type has more cells than those of the thin thallus type. Tetrasporangial nemathecia are distinctly protruded. Mature tetrasporangia of this species are divided cruciately into four spores as those of other Peyssonneliaceae. In addition to their morphological and anatomical distinctness between two types, the nucleotide sequence analyses of SSU and ITS2 region make no differences among populations from Jeju and other localities in Korea. Therefore these two morphological variation may not base on genetic variation.

Key Words: Jeju Island, *Peyssonnelia*, *Peyssonnelia capensis*, Rhodophyta, SSU and ITS2 sequences, taxonomic characteristics

서 론

돌가사리목 (Gigartinales)에 속하는 바다표고과 (Peyssonneliaceae, Denizot 1968)는 Agardh(1851)에 의한 비합법명 Squamariaceae로부터 개명된 것이다. 바다표고속 (*Peyssonnelia* Decaisne 1841)은 비석회질성 각상홍조류 중 가장 큰 속으로서, 전 세계 열대에서 난온대 해역까지 서식하며 현재 약 70종이 보고되어 있다 (Maggs and Irvine 1983).

바다표고(*Peyssonnelia*) 속내의 식물들은 주로 기부층의 구조, 단면에서 볼 수 있는 포복세포열로부터 직립하는 세포열의 기원, 포자낭과 포자낭을 둘러싸는 측사의 발달 그리고 생식혹과 정자낭의 발달 유형에 따라 구분된다 (Marcot *et al.* 1977; Maggs and Irvine 1983). Denizot(1968)는 포복세포열에서 직립세포열의 기원 형태에 따라 3가지 유형으로, Marcot 등(1977)은 포자낭의 특성과 측사의 분지경향을 기초로 4가지 유형으로 *Peyssonnelia* 속내의 분류군들을 구별하였다. 또한 Kato and Masuda(2002)도 본 속 식물의 식별형질을 종합적으로 논의한 바 있지만, 본 속 식물체들의 대다수는 생식구조가 밝혀지지 않아서 많은 분류학적 문제들이 지적되고 있다 (Yoshida 1975; Maggs and Irvine 1983;

*Corresponding author (leehb@cju.ac.kr)

Table 1. The plants used in nucleotide sequencing in this study

Species	Sample location	Sample	Accession numbers
ITS2			
<i>Peyssonnelia capensis</i> Montagne	Munseom (2002.10.8)	a-1	DQ465986
	Songsanpo (2002.10.10.)	a-2	DQ465987
	Songsanpo (2002.10.10.)	a-3	DQ465988
SSU			
<i>Peyssonnelia capensis</i> Montagne	Songsanpo (2002.10.10.)	a-3	DQ465989

Cormaci and Funari 1987; Womersley 1994).

한국산 *Peyssonnelia* 속 식물은 Okamura(1913)에 의해 *P. caulifera* Okamura(1899)가 처음 보고 된 후 주로 해조상 조사에서 보고 되어왔다(이와 강 2001). 본 속에 대한 연구로는 손과 강(1980)에 의해서 처음으로 *Peyssonnelia* 속의 3종, *P. capensis* Montagne, *P. dubyi* Crouan and Crouan, 그리고 미동정 1종 *Peyssonnelia* sp.에 대한 형태분류학적 연구가 수행되었다.

본 속에 대한 국내 연구는 분류학적 기재연구가 미흡하고, 해조상 연구에서 출현종 목록에 수록되는 정도에 그쳐 종의 실체 파악이 매우 어렵다. 더불어 중간 계통분류학적인 유연관계를 해석하는 일은 더욱 어려운 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 한국의 제주도산 아프리카바다표고(*Peyssonnelia capensis*)를 대상으로 하여 엽상체의 외부형태, 내부구조 및 생식기관의 형태적 특성을 기재하고, rDNA의 SSU와 ITS2의 염기서열을 비교분석함으로써 종의 실체 파악 및 근연 분류군과의 유연관계를 명백히 규명하고자 하였다.

재료 및 방법

형태와 생식기관 관찰

본 연구의 수행을 위한 식물재료는 제주도 연안의 조간대 및 조하대에서 채집하였다(Table 1). 채집된 재료는 현장에서 10% 포르말린-해수로 고정하여 실험실로 운반한 후 관찰하였다. 식물체의 외부형태는 해부현미경(Olympus SZ-Tr)으로 관찰하였고, 내부구조 및 생식기관은 수동으로 박편을 만든 후, 1% anilin-blue 수용액으로 염색하고 증류수로 씻은 후, glycerin-gum medium으로 고정하여 광학현미경(Olympus, BH-2)과 위상차현미경(Olympus, BH-2 PC)으로 관찰하고, 묘화장치(Olympus, BHS-DA)를 이용하여 식물체의 구조를 도해하였다.

본 연구에서는 엽상체의 모양과 두께, 연변부의 형태, 분지형태, 포복세포열의 세포크기, 하부세포층의 세포크기 및 세포수, 상부세포층의 세포크기 및 세포수 등의 차이, 생식혹의 두께, 측사의 세포크기, 측사의 세포열의 수, 사분포자낭의 분열방식 및 크기를 식별형질로 하여 형태적 변이형을 thin thallus 유형과 thick thallus 유형으로 구분하였다(Fig. 1).

분자생물학적 형질

DNA 추출: 현장에서 채집한 재료는 얼음과 함께 아이스 박스에 넣어 실험실로 운반한 뒤에 증류수로 세척하고 42°C에서 건조시켜 건조제와 함께 보관하였다. DNA 추출은 건조된 재료를 해부현미경으로 관찰하면서 이물질을 완전히 제거하고 막자사발에 액체질소와 함께 갈아 분말로 만들었다. 약 0.04-0.05 g의 분말재료를 1.5 ml tube에 넣고 0.5 N HCl을 250 μ l 첨가하여 10분간 반응시켰다. 500 μ l 2X CTAB (cetyltrimethylammonium bromide, Doyle and Doyle 1987) [2%(w/v) CTAB, 100 mM Tris(pH 8.0), 20 mM EDTA(pH 8.0), 1.4 M NaCl] 용액, 1%(w/v) PVPP (Hong *et al.* 1992; Ho *et al.* 1995; Hills *et al.* 1996)와 10 μ l β -mercaptoethanol과 함께 넣고 60°C 항온수조에서 45분간 반응시키고, chloroform:isoamylalcohol(24:1)을 500 μ l 첨가하여 10분간 반응 후, 상온에서 13,000 rpm으로 원심분리한 후 상등액만 취하였다. 이 상등액에는 두배량의 95% cold EtOH와 1/10량의 3M sodium acetate 용액(pH 5.2)을 첨가하여 섞은 후 -20°C에서 overnight시켰다. 13,000 rpm, 4°C 조건에서 15분간 원심분리한 후 상등액을 제거하고 pellet은 30 μ l의 TE buffer(pH 8.0)로 현탁시켰다. 추출된 DNA는 0.8% agarose gel로 전개하고, EtBr로 염색하여 확인하였다.

중합효소연쇄반응 및 정제

PCR 증폭을 위한 프라이머는 rDNA의 SSU 부위 fragment E에는 G01과 G14, fragment F에는 G04와 G07을 사용하였고(Saunders and Kraft 1994), ITS 2 부위의 PCR 증폭을 위한 프라이머는 P5와 G4를 사용하였다(Saunders and Druhl 1993). 중합효소 연쇄반응 조건은 94°C에서 3분간 pre-denaturation시킨 후 94°C에서 30초 동안 denaturation, 45°C에서 45초 동안 annealing, 그리고 72°C에서 4분간 extension으로 이루어지는 thermal cycle을 38회 반복하였고 72°C에서 최종 extension하여 반응을 완료하였다. 반응산물의 정제는 GenElute PCR DNA Purification Kit(SIGMA)를 사용하였다. 그리고, 염기서열은 ABI PRISM 3700 DNA Analyzer를 이용하였다.

Table 2. GenBank accession number of sequences used in making phylogenetic tree of *Peyssonnelia capensis* Montagne

Order	Family	Species	Accession numbers	
Gigartinales	Caulacanthaceae	<i>Caulacanthus okamurae</i>	AY437663	
	Dumontiaceae	<i>Dumontia simplex</i>	AF317104	
	Endocladaceae	<i>Gloiopeltis furcata</i>	U33130	
	Gloiosiphoniaceae	<i>Gloiosiphonia capillaris</i>	AY437680	
	Hypneaceae	<i>Hypnea ramentacea</i>	AY437683	
	Kallymeniaceae		<i>Erythrophyllum delesserioides</i>	AF317105
			<i>Kallymenia tasmanica</i>	AF317111
			<i>Tsengia comosa</i>	AF515303
	Nemastromataceae	<i>Peyssonnelia</i> sp. G0418	AY437688	
	Peyssonneliaceae		<i>Peyssonnelia capensis</i>	DQ465989
			<i>Sonderopelta coriacea</i>	AY437689
			<i>Phacelocarpus peperocarpos</i>	U09617
	Phacelocarpaceae	<i>Schottera nicaeensis</i>	U33137	
	Phylloporaceae	<i>Portieria hornemanii</i>	AF317118	
	Rhizophyllidaceae	<i>Eucheuma denticulata</i>	U25439	
	Solieriaceae		<i>Eucheuma isiforme</i>	U25438
			<i>Kappaphycus alvarezii</i>	U25437
		<i>Sebdenia flabellata</i>	U33138	
		<i>Carpopeltis phyllophora</i>	U33124	
Halymeniales	Halymeniaceae			

thin thallus type



thick thallus type

**Fig. 1.** Habits of *Peyssonnelia capensis* Montagne (scale bars = 1 cm).

염기서열 비교 및 계통 분석

rDNA의 SSU 유전자 및 ITS2 유전자 염기서열 분석은 GeneBank에 등록되어 있는 돌가사리목 식물 수종의 염기서열 정보를 이용하여 비교하였다(Tables 1, 2). 염기서열의 편집과 정렬은 BioEdit 프로그램(v. 7.0.1; Hall 1999)을 이용하였다.

염기서열 자료를 통한 계통학적 유연관계 분석에서 Minimum Evolution method(ME), Maximum Likelihood analysis(ML), 최대절약분석(Maximum Parsimony analysis: MP)은 PAUP* 프로그램(v. 4.0 b10; Swofford 2002)을 사용하였다. Bayesian 분석은 MrBays 프로그램을 사용하였다(v. 3.10; Huelsenbeck and Ronquist 2004). ML

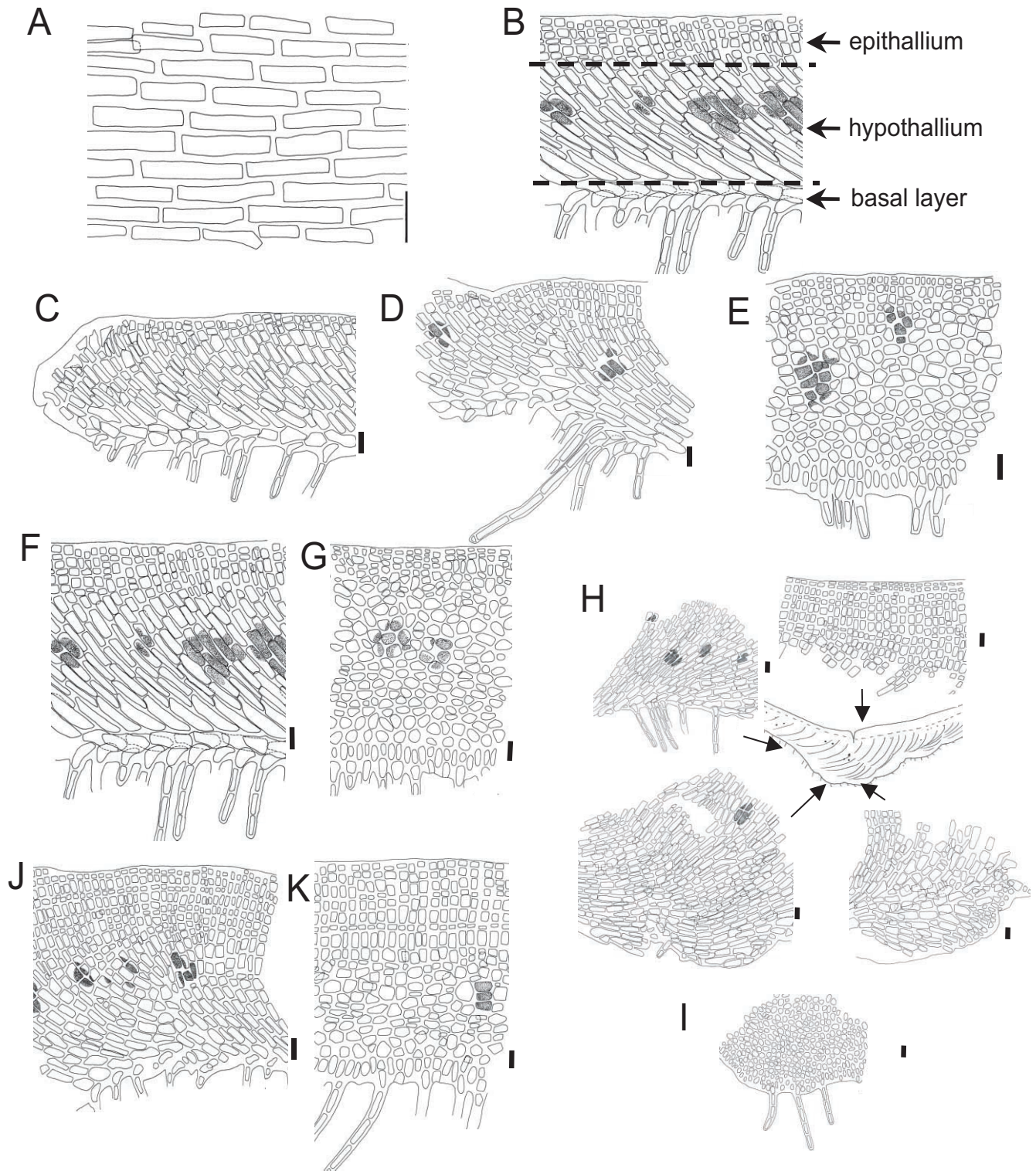


Fig. 2. Vegetative structure of *Peyssonnelia capensis*. A. Cell arrangement of ventral surface. B. Legend of internal structure in section. C. Longitudinal section of the margin. D. Longitudinal section of the upper portion. E. Transverse section of the upper portion. F-H. Longitudinal section of the middle portion. I. Transverse section of the middle portion. J. Longitudinal section of the lower portion. K. Transverse section of the lower portion. (clusters of cystoliths in the mid- and upper part of the thallus, scale bars = 20 μm).

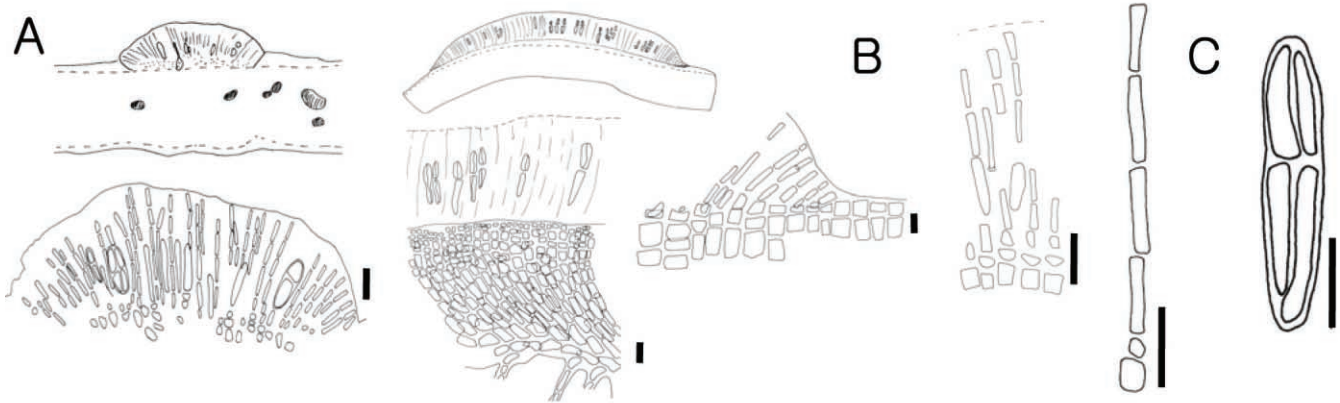


Fig. 3. Reproductive structure of *Peyssonnelia capensis*. A. Nemathecium. B. Paraphyses. C. Tetrasporangium (scale bars = 20 μm).

와 ME분석에는 ModelTest(v. 3.06; Posada and Crandall 1998)을 통해 K80+I+G model을 선택하였다.

결 과

형태와 생식기관

Peyssonnelia capensis Montagne 1847: Chapman 1974, p. 159, Fig. 48; 손과 강 1980, p. 77, pl. I, Fig. 9; Womersley 1994, p. 152, Fig. 22B, p. 156, Fig. 45D-F; Guimãres and Fujii et al. 1999, pp. 176-177, Figs 40-51.

Korean name: 아프리카바다표고

Type locality: Durban, South Africa

분포: Australia, Indian Ocean, West Coast of South Africa, Brazil, Japan

채집지: 제주도 문섬(2002. 10. 8), 범섬(2002. 10. 9), 성산포(2002. 10. 10), 제주도 숲섬(2003. 3. 14)

외부 형태: 엽상체는 원형에서 부채꼴 모양으로 크기 1.5-5 cm, 두께 144-500 μm 이다. 연변은 전연, 파상, 심파상이며 엽체는 분기되지 않거나, 천열, 중열 및 부분적으로 전열되는 것도 있으며, 가근은 밀집하거나 산재해 있다. 엽상체 이면의 세포 배열은 평행하다(Fig. 2). Thin thallus 유형은 대체적으로 엽상체의 두께가 얇고 부드러우며, 연변의 형태도 전연 또는 파상이며, 분지가 되지 않거나 대체적으로 천열이고, 가근은 밀집해 있다. Thick thallus 유형은 대체로 엽상체가 두껍고 뻣뻣하며, 연변의 형태는 심파상이고, thin thallus 유형에 비하여 더 많이 분기되며, 가근이 모여 만들어진 부착근이 산재해 있다.

내부 구조: 엽상체는 단면에서 보았을 때 포복세포열과 직립세포열로 구분되고, 직립세포열은 상부세포층과 하부세포층으로 구분된다. 포복세포열의 세포는 높이 8-14 μm , 직경 20-44 μm , L/D는 0.3-0.7로 가로로 긴 모양이다. 포복세포열의 세포 앞쪽에서 분리되는 직립세포열은 하부세포층과

상부세포층으로 구분되는데 하부세포층의 세포는 높이 20-42 μm , 직경 6-12 μm , L/D는 0.5-5.0으로 세로로 긴 모양이며, 상부세포층 쪽으로 갈수록 세포크기는 작아진다. 상부세포층의 세포는 높이 4-14 μm , 직경 4-12 μm , L/D는 0.5-2.3로 정사각형에서 세로로 긴 직사각형이다. 직립세포열의 총 세포층수는 10-20이다. 엽상체 중간에 표면으로 볼록 튀어나온 부분이 있는데 그 두께는 490-544 μm 이다(Fig. 2).

Thin thallus 유형과 thick thallus 유형 사이에 포복세포열과 상부세포층은 특별한 차이점을 보이지 않는다. 하부세포층에서 thin thallus 유형의 세포보다 thick thallus 유형의 세포가 더 길며 직립세포열의 세포층수도 thin thallus 유형보다 thick thallus 유형이 더 많다. thin thallus 유형과 thick thallus 유형 모두 엽상체 중간에서 종유체가 관찰된다.

생식 기관: 자성 및 웅성배우체는 발견되지 않았다. 사분포자체에서는 생식혹(nemathecia)이 관찰되었는데, 크기는 보통 1-5 mm이고, 엽상체의 표면에 돌출해 있으며(Fig. 3A), 측사의 세포는 높이 100-160 μm , 직경 2.0-3.2 μm 이고, 5-6층으로 되어있다(Fig. 3B). 사분포자낭은 높이 42-62 μm , 직경 6-13 μm 이고 십자형으로 분열한다(Fig. 3C).

분자생물학적 형질

염기서열 분석: SSU 후반부의 염기서열 분석결과 돌가사리목 식물의 염기쌍은 824-830개의 범위였고, *P. capensis*는 826개였다. G+C 비율은 53.01-53.76%였고, *P. capensis*에서는 53.39%였으며, 외부군인 까막살(*Carpopeltis phyllophora*)은 53.27%로 조사되었다.

ITS 2 염기서열 분석결과 3개의 개체군들 사이의 형태적 변이를 보이지만(Table 3), 염기쌍 서열은 모두 466 염기순서쌍이 동일하였다. 또한, G+C 비율은 41.85%였고, A+T 비율은 58.15%로 조사되었다.

*Peyssonnelia capensis*는 *P. sp.* G0418와 더불어 *Sonderopelta coriacea*와 minimum evolution tree(ME), maximum



Fig. 4. Unrooted maximum likelihood tree for *Peyssonnelia capensis* and related taxa estimated from partial SSU rRNA gene sequences data. K80+I+G model, -Log likelihood=2068.3342; Ti/Tv ratio= 1.9703, variable site gamma distribution shape parameter= 0.5045, portion of invariable sites (I)=0.7465. The bootstrap values and Bayesian posterior probability shown on the branches (ML/ME/MP/BP) from 10,000 (ME), 10,000 (MP), 500 (ML) replicates.

parsimony tree(MP), maximum likelihood tree(ML), 그리고 Bayesian tree 분석에서 모두 100% bootstrap 값 그리고 1.00 Bayesian posterior probability(BP)값으로 지지되는 단계통군을 형성하였다. *Peyssonnelia* 속내 두 종, *P. capensis*와 *P. sp.* G0418 간에는 ML, ME, MP에서 각각 77, 72, 75%의 bootstrap 값을 그리고 0.84 BP값을 나타내어 두 종간의 계통적 유연관계를 설명하여 주었다(Fig. 4).

고 찰

Denizot(1968)는 Peyssonneliaceae를 *Peyssonnelia*, *Polystrata*, *Cruoriella* 및 *Cruoriopsis*로 구분한 반면, Womersley(1994)는 Peyssonneliaceae를 엽상체의 기질 부착 정도, 엽상체의 분기정도, 단면에서 세포열의 배열형태, 세포열의 발생, 및 생식혹내 측사의 유무를 기초로 하여 *Sonderopelta*와 *Peyssonnelia*의 2개속으로 만 구분하였다.

Denizot(1968)는 *Peyssonnelia armorica*를 *Cruoriella* 속으로

옮겼고, *P. dalmatica*를 삭제함으로써 *Peyssonnelia* 속 식물을 총 48종으로 기록하였다. 그러나 이들 종은 분류학적 한계가 불분명하여 Yoshida(1975)는 Denizot(1968)가 *P. capensis* Montagne의 동종이명으로 처리했던 *P. caulifera* Okamura를 독립된 종으로 회복시켰고(Kato and Masuda 2002), Cormaci와 Funari(1987)는 *P. rubra*(Greville) J. Agardh var. *orientalis* Weber-van Bosse를 독립된 종으로 승격시켰다. 이와 강(1986)은 *P. rubra sensu* Yendo를 *P. conchicola* Piccone et Grunow와 같은 종으로 취급하였고, Yoshida(1998)는 *P. rubra sensu* Okamura와 *P. conchicola* Piccone et Grunow를 같은 종으로 취급하였으므로, 이와 강(2001)은 *P. rubra sensu* Yendo와 *P. rubra sensu* Okamura는 실체를 확인하지 않으면 혼동하기 쉽다고 지적하였다.

Kato와 Masuda(2002)는 *Peyssonnelia* 속 식물의 식별형질로 ① 포복세포열에서 직립세포열의 기원, ② 상부세포층의 구조, ③ 하부세포층의 구조, ④ 기질에 대한 엽상체의 고착의 정도, ⑤ 중유체의 유·무와 위치, ⑥ 가근 분지의 유·

Table 3. A comparison of *Peyssonnelia capensis* in Brazil, Australia, South Africa and Jeju Island

Characters	Brazil	Australia	South Africa	Jeju Island
Concentric rings	conspicuous	more or less	conspicuous	conspicuous
Radial lines	lacking	usually	-	lacking
Hypothallial orientation	parallel	-	-	parallel
Crust margin	free	free	free	free
Crust thickness (μm)		230-450	300-400	144-500
vegetative	140-310			
fertile	240-410			
Hypobasal calcification	present	present	present	present
Cystolith	present	present	present	present
Rhizoids	multicellular	multicellular	multicellular	multicellular
length (μm)	1000	-	-	-
Anatomy	<i>P. atropurpurea</i> -type	<i>P. atropurpurea</i> -type	<i>P. atropurpurea</i> -type	<i>P. atropurpurea</i> -type
N° uprights from 1st perithallial cell	1	1	-	1
Angle of perithallus	27-40°	20-30(-40)°	20-30°	38-58°
Tetrasporangia				
diameter (μm)	14-24	9-15	15	6-13
length (μm)	60-70	50-60	50	40-60
Nemathecia	raised	raised	raised	raised
Sporangial sorus	<i>P. codana</i> -type	<i>P. codana</i> -type	-	<i>P. codana</i> -type
Gametophytes	dioecious	-	-	unknown
Spermatangial sorus	<i>P. dubyi</i> -type	-	-	unknown
Initial gonimoblast origin	auxiliary cell	auxiliary cell	-	unknown
References	Guimar es & Fujii (1999)	Wormersley (1994)	Stegenga et al. (1997)	this study

무, ⑦ 포자낭근의 발달, ⑧ spermatangial filaments의 발달 양상, ⑨ 조포사의 기원, ⑩ 사분포자의 위치, ⑪ 측사의 분지양상을 제안하였다.

손과 강(1980)은 한국산 바다표고(*Peyssonnelia*)속 식물을 상부세포층의 세포크기, 세포열의 수, 기저세포층의 세포크기, 세포열의 모양, 측사의 모양, 측사 세포열의 수, 사분포자낭의 분열, 사분포자낭의 크기, 생식혹의 두께 및 가근의 유무를 식별형질로 하여 *Peyssonnelia capensis*, *P. dubyi*, 및 *Peyssonnelia* sp. 3종으로 분류하였다.

Denizot(1968)는 포복세포열에서 직립세포열의 기원 형태를 기초로 하여 *Peyssonnelia*의 종들을 ① *Peyssonnelia rubra*-type, ② *P. atropurpurea*-type 그리고 ③ *P. squamaria*-type으로 구분하였다. Marcot et al.(1977)은 포자낭 특성과 측사의 분지 경향의 분류학적 중요성을 인정하여 *Peyssonnelia*를 ① *P. codana*-type, ② *P. raravis*-type, ③ *P. rosamarina*-type 그리고 ④ *P. squamaria*-type으로 구분하였다. Womersley(1994)와 Guimarães와 Fujii(1999)는 포복세포열에서 직립세포열의 기원 형태를 기초로 하여 *P. capensis*가 *P. atropurpurea*-type에 속한다고 하였으며, 포자낭 특성과 측사의 분지 경향을 기초로 하여 *P. capensis*는 *P. codana*-type에 속한다고 설명하였다. Maggs and Irvine(1983)은 기부층의 구조를 두 가지 형태로 구분하면서 ① *Peyssonnelia*

atropurpurea, *P. harveyana* 및 *P. immersa*의 기부층은 분지가 거의 되지 않은 방사상으로 된 세포열로 구성되어 있어서 이 면에서 봤을 때 거의 평행으로 보이는 parallel 형태, ② *P. dubyi*의 기부층은 세포열이 많이 분지되어 있기 때문에 이 면에서 봤을 때 작은 부체들이 모인 것처럼 보이는 flabellate 형태를 언급한 바 있다. 본 연구에서 관찰된 식물재료는 직립세포열이 포복세포열 세포의 앞쪽 끝에서부터 분리되므로 Denizot(1968)가 분류하는 *P. atropurpurea*-type이고, 사분포자낭이 측사의 기저세포에 붙으므로 Marcot et al.(1977)이 분류하는 *P. codana*-type이라고 판단되었다. 그리고 기부층의 구조는 이 면에서 봤을 때 평행으로 보이므로 Maggs and Irvine(1983)이 분류한 parallel 형태였다(Table 3).

Womersley(1994)는 엽상체의 직립세포열의 중간에 생성되는 종유체의 존재와 가근의 구조를 기초로 하여 *Peyssonnelia*의 종들을 구분하였고, *P. capensis*와 *P. caulifera*는 종유체의 유무에 따라 두 종을 다른 종으로 인식하였다. Yoshida(1975)는 *P. caulifera*에도 종유체가 있다고 설명하였으나, 두 종을 구별하는 분류형질을 제시하지 않았으므로, 본 연구에서는 식물재료를 Womersley(1994)의 주장에 따라 *Peyssonnelia capensis* Montagne로 동정하였다(Table 3).

SSU ML, ME, MP 그리고 Bayesian tree 분석 결과 한국산 아프리카바다표고가 GenBank에 등록되어 있는 *Peyssonnelia*

sp. G0418 및 Peyssonneliaceae과에 분류되는 *Sonderopelta* 속과 단계통군을 형성하고 있음이 확인되었다. 한편 *Sonderopelta coriacea*가 형태해부학적으로 *Peyssonnelia* 속과는 뚜렷하게 구분 된다는 점(Womersley 1994)에서 추후 본 종을 포함한 *Peyssonnelia* 종들과 *Sonderopelta* 종들 간의 계통적 유연관계의 규명 등, 한국산 식물들의 분류학적 재검토가 요구된다(Fig. 4).

참고문헌

- 손철현, 강제원. 1980. 한국 연안의 각상 홍조류. *Bull. Nat. Fish. Univ. Busan* **20**: 71-78.
- 이용필, 강서영. 2001. 한국산 해조류의 목록. 제주대학교 출판부.
- 이인규, 강제원. 1986. 한국산 해조류의 목록. *Korean Journal of Phycology* **1**: 311-325.
- Agardh J.G. 1851. Species Genera et Ordines Algarum. **2(1)**: xii+1+351 pp.
- Chapman V.J. 1974. The marine algae of New Zealand. part III: Rhodophyceae. Verlag von. Vramer. pp. 155-161.
- Cormaci M. and Funari G. 1987. Nomenclatural notes on some Mediterranean algae. *Taxon* **36**: 755-758.
- Decaisne, J. 1841. Plantes de l'Arabie heureuse. *Archs Mus. natn. Hist. nat., Paris* **2**: 89-199, Plates 5-7.
- Denizot M. 1968. *Les Algues Floridées Encroustantes (à l'exclusion des Corallinacées)*. Lab. Cryptogamie, Mus. Nat. 'Hist. Nat. Paris.
- Doyle J.J. and Doyle J.L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochem. Bull.* **19**: 11-15.
- Guimarães S.M.P.B. and Fujii M.T. 1999. Morphological studies of five species of *Peyssonnelia* (Gigartinales, Rhodophyta) from southeastern Brazil. *Phycologia* **38**: 167-183.
- Hall 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucl. Acids. Symp. Ser.* **41**: 95-98
- Hills D.M., Moritz C. and Mable B.K. 1996. Molecular systematics 2nd. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, MA, USA.
- Hong Y.G., Coury D.A., Polne-Fuller M. and Gibor A. 1992. Lithium chloride extraction of DNA from the seaweed *Porphyra perforata* (Rhodophyta). *J. Phycol.* **28**: 717-720.
- Ho C.-L., Phang S.-M. and Pang T. 1995. Molecular characterization of *Sargassum polycystum* and *S. siliquosum* (Phaeophyta) by polymerase chain reaction (PCR) using random amplified polymorphic DNA (RAPD) primers. *J. Appl. Phycol.* **7**: 31-41.
- Huelsenbeck J.P. and Ronquist F. 2004. *MrBays: Bayesian inference of Phylogeny, version 3.10*. Distributed by the author.
- Kato A. and Masuda M. 2002. A morphological study of *Peyssonnelia meridionalis* (Gigartinales, Rhodophyta), with discussion of spermatangial types within the genus. *Phycologia* **41**: 191-198.
- Maggs C.A. and Irvine L.M. 1983. *Peyssonnelia immersa* sp. nov. (Cryptonemiales, Rhodophyta) from the British Isles and France, with a survey of infrageneric classification. *Br. Phycol. J.* **18**: 219-238.
- Marcot J., Boudouresque C.-F. and Verlaque M. 1977. Recherches sur le genre *Peyssonnelia* (Rhodophyc es) IX.: Les némathécies à sporocystes des *Peyssonnelia* de Méditerranée. *Bull. Soc. Phycol. France* **22**: 70-78.
- Montagne C. 1847. Enumeratio fungorum quos a cl. Drege in Africa meridionali collectors et in herbario Miqueliano servatos descriptionibus nonnullis illustravit. *Annales des Sciences Naturelles, Botanique, ser. 3*, **7**: 166-181.
- Okamura K. 1899. Contributions to the knowledge of the marine algae of Japan. III. *Bot. Mag. Tokyo* **13**: 35-43.
- Okamura K. 1913. On the marine algae of Chosen. *Reports of the Imperial Bureau of Fisheries* **2**: 17-30.
- Posada D. and Crandall K. 1998. MODELTEST: testing the model of DNA substitution. *Bioinformatics* **14**: 817-818.
- Saunders G.W. and Druehl L.D.. 1993. Nucleotide sequences of the internal transcribed spacers and 5.8S rRNA genes from *Alaria marginata* and *Postelsia palmaeformis* (Phaeophyta: Laminariales). *Mar. biol. (Berl.)* **115**: 347-352.
- Saunders G.W. and Kraft G.T. 1994. Small-subunit rRNA gene sequences from representatives of selected families of the Gigartinales and Rhodymeniales (Rhodophyta). 1. Evidence for the Plocamiales ord. nov. *Can. J. Bot.* **72**: 1250-1263.
- Stegenga H., Bolton J.J. and Anderson R.J. 1997. Seaweeds of the South African West Coast. Contributions from the Bolus Herbarium, Number 18. pp.282-285.
- Swofford D.L. 2002. *PAUP*: Phylogenetic Analysis Using Parsimony (* and other Methods), version 4.0b10*. Sinauer Associates, Sunderland, MA, USA.
- Womersley H.B.S. 1994. *The Marine Benthic Flora of Southern Australia. Rhodophyta, part 3A. Australian Biological Resources Study*. Canberra, Australia.
- Yoshida T. 1975. On the structural characteristics of *Peyssonnelia caulifera* Okamura (Rhodophyceae, Squamariaceae) from Japan. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* **23**: 1-7.
- Yoshida T. 1998. *Marine algae of Japan*. Uchida Rokakuho Publ., Tokyo.

Received 14 March 2006

Accepted 15 May 2006