

석사학위논문

제주도산 홍조 우뚝가사리과의
형태분류학적 연구

제주대학교 대학원

생물학과

김 병 석

111, 322

2001년 6월

제주도산 홍조 우뭇가사리의 형태분류학적 연구

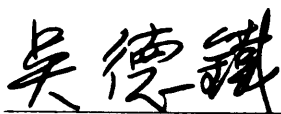
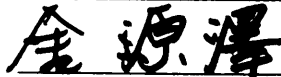

지도교수 이 용 필

김 병 석

이 논문을 이학 석사학위 논문으로 제출함

2001년 6월

김병석의 이학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 
위 원 
위 원 

제주대학교 대학원

2001년 6월

Morphotaxonomical Studies on the Gelidiaceae (Gelidiales, Rhodophyta) on Jeju Island

Byeongseog Kim

(Supervised by Professor Yongpil Lee)

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

**DEPARTMENT OF BIOLOGY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY**

2001. 6.

목 차

Abstract	ii
I. 서 론	1
II. 재료 및 방법	5
III. 결과 및 고찰	7
1. 종의 기재	7
Family Gelidiaceae(우뭇가사리과)	7
1) Genus <i>Acanthopeltis</i> (새발속)	9
<i>A. koreanum</i> (매끈새발)	10
2) Genus <i>Gelidium</i> (우뭇가사리속)	17
<i>G. amansii</i> (우뭇가사리)	20
<i>G. divaricatum</i> (애기우뭇가사리)	27
<i>G. pacificum</i> (왕우뭇가사리)	32
<i>G. pusillum</i> (실우뭇가사리)	38
<i>G. sesquipedale</i> (가시우뭇가사리)	43
<i>G. tenue</i> (넓은우뭇가사리)	49
<i>G. vagum</i> (막우뭇가사리)	55
3) Genus <i>Pterocladia</i> (빛우무속)	61
<i>P. capillacea</i> (빛우무)	63
<i>P. jejuensis</i> (제주빛우무)	69
2. 종합토의	75
IV. 요 약	81
V. 참고문헌	82

ABSTRACT

The species belonging to the family Gelidiaceae are characterized by the rhizoidal filaments in medullary layers, cartilaginous substance, and reproductive organs on ramuli (stichidium). Three genera, *Acanthopeltis*, *Gelidium*, and *Pterocladia*, have been known to occur on Jeju Island. *Acanthopeltis* is characteristic in cordate blades irregularly arranged on erect filaments. *Gelidium* is characteristic in linear branchlets with acute apex and biconvex cystocarps. *Pterocladia* is characteristic in rather spatulate branchlets with obtuse apex and unequal biconvex cystocarps.

Seven species of *Gelidium* : *G. divaricatum* and *G. pusillum* with caespitose, prostrate filaments and less than 2 cm high, *G. sesquipedale* with flexuous erect filaments, dentate branchlets and double-edged on the lower erect filaments, *G. pacificum* with rare branchlets and fascicle ramuli, *G. tenue* with short acute branchlets, *G. vagum* with gradually tapering branchlets, papillate apical cell and *G. amansii* with common distribution, flabellate thallus, linear branchlets with lanceolate. Two species of *Pterocladia* : *P. capillacea* with pinnately bending branchlets and *Pterocladia jejuensis* Lee et Kim with reniform tetrasporangia. *Acanthopeltis koreanum* Lee et Kim with smooth cordate blade, fibrous rhizoids.

A total of 10 species in 3 genera of the Gelidiaceae was examined with special reference to the plants from Jeju Island; *G. pacificum* Okamura, *G. tenue* Okamura are newly recorded for the flora of Jeju Island. *G. corneum* var. *pinnatum* Kützinger was not collected during the period of this study. *Acanthopeltis koreanum* Lee et Kim and *Pterocladia jejuensis* Lee et Kim are as new species of this family.

I. 서 론

우뭇가사리과(Gelidiaceae) 식물은 직립을 하거나 포복지를 가지며, 단주상으로 편평하게 분지를 하고, 몸은 연골질로 내부에 수층조직과 근양사가 발달한다. 과포자낭은 가지의 상부에서 형성되고, 사분포자낭은 가지의 끝에 형성되는 특성을 갖는 분류군이다(Yoshida, 1998).

또한 식물체 내에 한천(agar)이라는 다당류가 주성분을 이루면서 주로 실험에서 배양용 배지, 겔(gel)등의 원료나 푸딩 등 음식의 재료로 널리 사용되어 경제적으로도 유용한 자원으로 알려져 있다(McHugh, 1991).

분류학적으로 우뭇가사리과(Gelidiaceae)의 종들 간에 중간형태를 하는 개체가 출현하거나 종 내에서도 형태변이가 심하며, 분류의 중요한 기준이 되는 생식기관을 갖는 식물을 찾는 데 어려움이 있는 등 명확한 분류기준 설정의 어려움 때문에 분류에 많은 문제를 갖고 있다(Sohn & Kang, 1978; Santelices & Stewart, 1985).

Kützting(1843)은 외부형태 및 생식기의 형태적 형질을 기초하여 'Gelidieae(우뭇가사리과)'를 설립하였고, 4속(*Acrocarpus*, *Echinocaulon*, *Gelidium*, *Ctenodus*)을 포함시켰다(참조 Fan, 1961). 후에 Kützting(1849)은 *Polycladia*, *Thysanocladia*, *Delisea*, *Chondrodon*, *Phacelocarpus*속을 우뭇가사리과에 추가하였다. Agardh(1851)는 'Gelidieae'에 단지 *Gelidium*, *Suhria*, *Pterocladia*와 *Ptilophora*만을 포함시켰으며, 1876년에는 *Wurdemannia*속을 추가하였다.

Kylin(1923)은 과포자(cystocarp) 형성 중 조세포(auxiliary cell)가 없다는 특징에 의해 Nemalionales목으로 부터 Gelidiales(우뭇가사리목)을 독립시켰다. 후에 Kylin(1928)은 *Gelidium cartilagineum* var. *robustum*을 통해 과포자 발달 연구를 보고하였다. 우뭇가사리과에 포함되어 있던 *Echinocaulon*속은 Feldmann & Hamel(1934)에 의해 *Gelidiella*로 개명되었다(참조 Fan, 1961).

Kylin(1956)은 직립사 하부에 뚜렷한 중륜이 존재함을 기초로 *Beckerella*속을 설립하여 포함시킴으로써 우뭇가사리과에는 10속(*Acanthopeltis*, 1892; *Acropeltis*, 1837; *Beckerella*, 1956; *Gelidiella*, 1934; *Gelidium*, 1813; *Porphyroglossum*, 1847; *Pterocladia*, 1851; *Ptilophora*, 1847; *Suhria*, 1843; *Yatabella*, 1900)이 포함되었다.

Dixon(1958)은 영국산 우뭇가사리(*Gelidium*)속과 개우무(*Pterocladia*)속의 중간에 식별형질로서 발달단계에 따른 정단부의 구조적인 차이, 수층의 구조, 근양사의 분포 등을 연구하였다. Dixon(1960)은 우뭇가사리목이 세대교번(diplobiontic life-history)하며, 조세포가 없다는 것을 지지하면서 Kylin(1923)의 의견에 동의하였다.

Fan(1961)은 식물체 직립지에 근양사가 없다는 것을 특징으로 *Gelidiella*속을 포함하는 새로운 Gelidiellaceae과를 설립하였다. 그러나 Maggs & Guiry(1987)는 사분포자가 'V'모양으로 배열된 사분포자낭의 존재하고 가근에 근양사가 분포하여 우뭇가사리과로 병합하였다.

Akatsuka(1986a)는 New Zealand와 North Island산 *Pterocladia lucida*의 다양한 품종 중에서 피층세포의 배열 유형과 사분포자낭의 형태에 차이를 두어 *Pterocladiastrum robustum*을 기준종으로 새로운 *Pterocladiastrum*속을 설립하였다. 또한 Akatsuka(1986b)는 *Gelidium japonicum*에는 직립지에 중륵을 가지고 있고 피층세포가 4개씩 모여 있으며 많은 부지를 형성하는 특징을 토대로 *Gelidium*속과 구별하여 새로운 *Onikusa*속을 설립하였다. 그리고 *Acropeltis*속의 특징은 분류학적 중요성이 없다고 하여 *Gelidium*속에 포함시킬 것을 주장하였다. Norris(1987)는 *Ptilophora*속의 표면에 부지가 형성되는 특징이 *Beckerella*속의 일부식물에서 관찰되고, *Ptilophora*속 식물 중 부지형성이 결핍된 식물체가 나타나고 있어 *Beckerella*속 식물을 *Ptilophora*속에 포함시켰다. Santelices(1990)는 우뭇가사리목의 분류학적 연구에서 *Pterocladiastrum*속과 *Onikusa*속을 구별한 특징이 분류학적 가치로서 의심에 여지가 있다고 판단하며, 우뭇가사리과의 식물은 *Acanthopeltis*, *Yatabella*, *Porphyroglossum*속은 각각 1종, *Suhria*속은 3종을 포함하고, *Ptilophora*속은 13종, *Gelidiella*속은 23종, *Pterocladia*는 15종, *Gelidium*속은 80~90종의 분포를 보고하였다.

최근에 *Gelidium*속과 *Pterocladia*속간의 구분에 있어 많은 형질에 대한 연구가 있었다. Okamura(1934)는 근양사와 수층세포의 분포, 과포자낭의 형태 등을 중요 형질로 보았고, Stewart(1968)는 분지된 가지의 각도나 연결된 부위의 형태에 따라 구분하였으며, Akatsuka(1970, 1981)은 피층세포의 기울림 정도와 표면에서 보았을 때 형태를 식별형질로 사용하였고, Rodríguez & Santelices(1987)는 가지 정단에서의 형태를 식별형질로 포함시켰다. Rodríguez & Santelices(1988)은 이전 학자들의 식별형질 중

*Gelidium*속과 *Pterocladia*속을 구분하는데 일반적으로 사용할 수 있는 형질은 과포자낭의 형태, 기부에서 피층세포의 기울림과 형태, 직립지에서 정단부의 형태라고 결론지었다. 이후에 Stewart(1992), Rodríguez & Santelices(1995) 등에 의해 정단부의 형태에 대한 추가적인 연구가 이뤄지고 있으며, Santelices(1991, 1998, 1999a,b)는 과포자의 형태에 의한 *Gelidium*속과 *Pterocladia*속 식물의 재검토를 하였고, Santelices & Hommersand(1997)는 과포자낭에서 형태적 구분을 통해 *Pterocladia*속에서 분리하여 새로운 *Pteroclatiella*속을 설립하였다. Abbott(1999)와 Yoshida(1998) 등은 이들의 분류를 따라 사용하였다.

한국산 우뚝가사리과 식물은 Cotton(1906)이 *Gelidium australe* J. Agardh와 *G. latifolium* Bornet, *Pterocladia capillacea* Bornet를 처음으로 보고하였다. 후에 Okamura(1913)는 *G. australe* J. Ag., *G. amansii* Lam., *G. divaricatum* Mart., *G. latifolium* Bornet., *G. sp.*, *Pterocladia capillacea* (Gmel.) Born., *Acanthopeltis japonica* Okam.을 기록하였다. Okamura(1914)는 서해안에서 *Gelidium amansii* 기록하고, 동해안으로부터 *Gelidium amansii* Lamouroux와 *Pterocladia capillacea*를 보고하였다(Okamura, 1915). Kang(1960)은 제주도의 여름 해조상을 연구하면서 *Gelidium divaricatum* Martens, *G. amansii* Lamouroux f. *typica* Lamouroux, *G. amansii* Lamouroux f. *elegans* Okamura, *Pterocladia tenuis* Okamura, *P. densa* Okamura, *Acanthopeltis japonica* Okamura를 기록하였다. Kang(1966)은 한국에서 해조류의 분포상을 기록하면서 *Gelidium pusillum* (Stackh.) Le Jolis, *G. pacificum* Okamura, *G. vagum* Okamura등을 추가로 보고하였다. Lee & Kim(1977)은 광양만의 식생연구에서 *G. crinale* (Turn.) Lamouroux를 추가하였다. Sohn & Kang(1978)이 한국산 우뚝가사리과의 분류를 하면서 *Gelidium microphysa* Setchell & Gardner, *G. tenue* Okamura, *G. johnstonii* Setchell & Gardner, *Pterocladia robusta* Taylor를 추가하며 3속 13종을 기록하였다. Lee & Kang(1986)은 한국산 해조류의 목록을 정리하면서 *Gelidium crinale*과 *Pterocladia tenuis*를 각각 *G. pusillum*과 *P. capillacea*의 동종이명으로 판단하고, *G. decumbens* Okamura를 추가하면서 3속 13종 2품종을 기록하였다. Lee(1988)는 제주도산 우뚝가사리속을 정리하면서 *G. corneum* (Hudson) Lamouroux var. *pinnatum* Kützinger, *G. sesquipedale* (Turner) Thuret를 추가로 보고하였다.

가장 최근에는 Lee & Kim(1995)이 한국산 우뚝가사리목의 식물을 정리하면서

Acanthopeltis sp., *Gelidium amansii* (Lamouroux) Lamouroux, *G. crinale* (Turner) Thuret, *G. divaricatum* Martens, *G. japonicum* Okamura, *G. pusillum* (Stockh.) Le Jolis var. *conchicola* Piccone et Grunow, var. *cylindricum* Taylor, var. *pacificum* Taylor, var. *pulvinatum* (C. Agardh) J. Feldmann, *G. vagum* Okamura, *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet et Thuret 3속 8종 4변종을 보고하였다.

본 연구에서는 현재 *Pterocladia*속 식물에서 *Pterocradiella*속이 분리되어 설립되면서 Santelices(1998, 1999b)에 의해 재검토가 이뤄지고 있어 제주도산 *Pterocladia*속 식물의 분류학적 위치를 재규명하고 이와 더불어 다른 속과의 뚜렷한 식별형질을 확인하고자 하였다. 그리고 세계적으로 우뚝가사리과 식물에 대한 연구가 이뤄지고 있으나 새로운 종의 출현 가능성이 있고 종의 변이가 심하며, 한국산 우뚝가사리과 식물의 연구가 미흡하여 제주도산 우뚝가사리과 식물의 형태학적 종간 차이를 명확히 규명함으로써 차후 연구에 기초자료로 삼고자 하였다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 1999년 6월부터 2000년 10월까지 Fig. 1에 나타난 지역에서 썰물 때 조간대를 중심으로 채집하였고 조하대나 점심대는 Skin 및 SCUBA diving을 통하여 채집하였다(Fig. 1). 채집된 재료는 항온상자에 넣어 실험실로 운반한 다음 5% formalin-해수에 고정시켜서 액침표본이나 건조표본을 제작하였다. 표본은 현재 제주대학교 생물학과 분류·형태학 실험실에 보관되어 있다.

재료의 동정과 연구를 위해 외부형태는 육안이나 해부현미경하에서 관찰하여 복사대에서 사진 촬영하였다. 내부형태 관찰을 하기 위해, 수수깡과 동결박편절단기를 이용하여 절편을 만들고, 30% Corn syrup 용액 속에 매몰해서 슬라이드를 제작하여 광학현미경하에서 관찰하였고, 현미경 사진장치로 촬영을 하였다. 실험에 사용된 재료의 슬라이드는 제주대학교 생물학과 분류·형태학 실험실에 보관되어 있다.

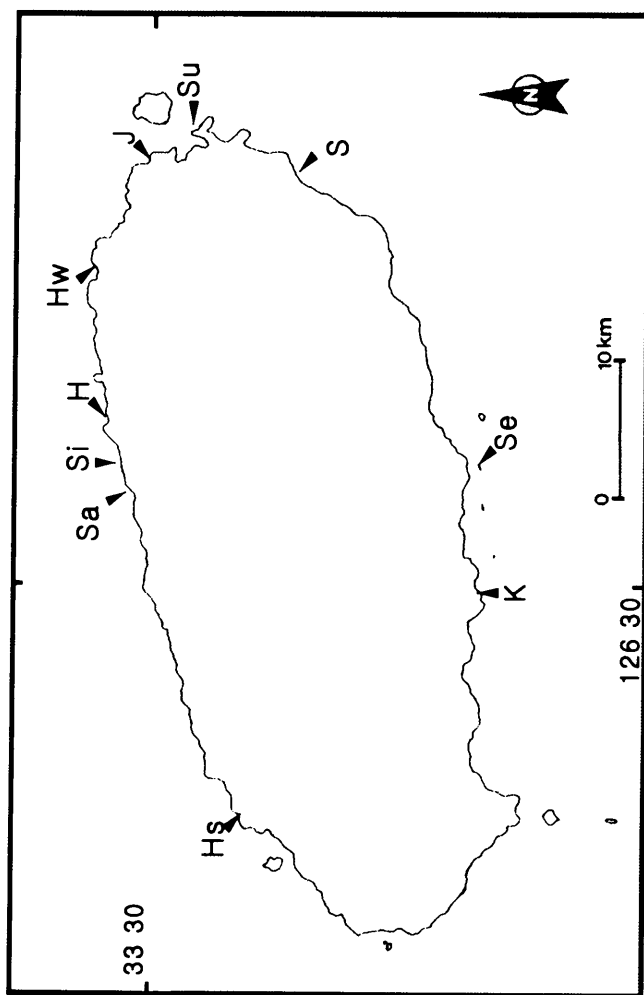


Fig. 1. A map showing the sampling sites along coasts of Jeju Island.
 (Hs: Hansu, Sa: Samyang, Si: Sinchon, H: Hamduk, Hw:Heongwon, J: Jongdal,
 Su: Seongsan, S: Sinsan, Se: Seopseom, K: Kangjeong)

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 종의 기재

Family Gelidiaceae Kützing 1843 p. 390, 405

Korean name : 우뭇가사리과

Type genus: *Gelidium* Lamouroux 1813

우뭇가사리과 식물은 몸이 연골질이며 직립지나 포복지를 가지고, 내부에 수층조직과 근양사가 발달되어 있다. 과포자낭은 상부 가지 말단에 방추형, 구형으로 형성되고 내부에 영양세포와 과포자를 형성한다. 사분포자낭은 상부 가지 말단에 타원형 또는 원반형으로 형성된다. 제주도산 우뭇가사리과 식물은 3속이 연구되었으며, 새발속(*Acanthopeltis*)은 직립지에 심장형의 소지를 형성하고 내부에는 수층세포와 근양사가 불규칙하게 분포한다. 과포자낭은 주로 소지 뒷면에 배열한다. 우뭇가사리속(*Gelidium*)은 직립지와 포복지를 갖고며 피침형의 정단부를 형성한다. 그리고 내부에 근양사가 주로 수층조직 외부에 분포하고 피층세포가 정육면체, 구형을 한다. 빗우무속(*Pterocladia*)은 우상 분기하는 직립지와 요두형의 정단부를 갖고, 내부에 근양사가 주로 수층 내부에 분포하며, 종단면에서 보면 타원형의 피층세포가 기울어져 배열되어 있다.

Kützing(1849)은 ‘엽상체가 연골질이며, 우상분지된 가지, 근양사, 돌출한 과포자낭, 십자형의 사분포자낭을 갖는 해조류(*Algae cartilagineae duriusculae, pinnatim ramosae. Structura interna fibrosa. Cystocarpia. Tetrachocarpia in carpocloniis distinctis quadrigemina*)’라는 특징을 갖는 식물체를 우뭇가사리과(*Gelidiaceae*)라고 하였다.

우뭇가사리과 식물은 호주에서는 5속(*Gelidiella, Ptilophora, Capreolia, Gelidium, Pterocladia*) 12종이 보고되었고(Womersley, 1994), 일본에서는 6속(*Gelidiella, Acanthopeltis, Yatabella, Ptilophora, Gelidium, Pterocladia*) 21종을 보고하고 있으며(Yoshida, 1998), 중국에서는 3속(*Gelidiella, Pterocladia, Gelidium*) 14종이 보고되

어 있다(Zhang & Xia, 1988). 한국에서는 Cotton(1906)이 *Gelidium australe* J. Agardh, *G. latifolium* Bornet, *Pterocladia capillacea* Bornet를 처음 보고한 이후 Okamura(1913)가 3속(*Acanthopeltis*, *Gelidium*, *Pterocladia*) 7종을 기록하였고, Kang(1966)은 *Gelidium*속 식물 3종을 추가 보고하였다. Sohn & Kang(1978)은 한국산 우뚝가사리과(Gelidiaceae)의 분류에서 3속 13종을 기록하였다. 최근에 Lee & Kim(1995)은 한국산 Gelidiales목의 식물을 정리하면서 3속 8종 4변종을 기재하였다.

제주도에서는 Kang(1960)이 3속(*Acanthopeltis*, *Gelidium*, *Pterocladia*) 5종 2품종을 보고하였고, Kang(1966)은 3속(*Acanthopeltis*, *Gelidium*, *Pterocladia*) 4종을 보고하였으며, Lee(1988)는 제주도산 우뚝가사리속(*Gelidium*)의 연구를 통해 6종을 보고하였다.

Akatsuka(1986c)에 의하면 *Acanthopeltis japonica*의 분포와 유사하게 나타나는 *Onikusa japonica*와 따뜻한 바다에서만 생육하는 것으로 보이는 *Beckerella*속과 *Gelidiella*속 식물이 제주도에 출현할 가능성이 있다고 하였다. 그러나 한국에서 우뚝가사리과의 식물은 *Acanthopeltis*속, *Gelidium*속, *Pterocladia*속만이 보고되고 있어, 차후 계속적인 연구가 필요하다고 사료된다.

제주도산 우뚝가사리과(Gelidiaceae)의 속 검색표

- 1. 직립지에 심장형의 소지가 선상으로 배열하며, 과포자낭은 소지 뒷면에 형성되고, 근양사가 내부에 불규칙하게 채워져 있다. *Acanthopeltis*(새발속)
- 1. 직립지에 선형의 소지를 내며, 과포자낭은 가지 말단에 형성되고, 근양사와 수층세포가 일정하게 배열되어 있다. 2
- 2. 종단면에서 피층의 최 외곽세포는 수직이고, 과포자낭은 2실을 갖는다.
. *Gelidium*(우뚝가사리속)
- 2. 종단면에서 피층의 최 외곽세포는 기울어져 있고, 과포자낭은 불균등한 2실을 갖는다. *Pterocladella*(빛우무속)

1) Genus *Acanthopeltis* Okamura in Yatabe 1892 p. 157

Korean name : 새발속

Type species : *A. japonica* Okamura 1892.

새발속은 직립지가 차상으로 분기하고 심장형의 소지가 직립지에 주로 호생으로 배열된다. 내부에는 근양사가 종방향과 횡방향으로 불규칙하게 분포하며 수층세포를 이격시킨다. 과포자낭은 주로 소지 뒷면에 난형으로 형성되고 2개의 포실을 갖는다. 사분포자낭은 소지의 가장자리에 원반형으로 형성된다.

Okamura(1936)는 '가근은 섬유상이고, 몸은 원주상으로 되어 있다. 하부는 줄기를 이루며 차상으로 호생분지한다. 가지 주위의 반원인 반상의 소지는 두텁거나 가느다랗고 혹은 짧은 자루가 있는 둥근잎으로 된다. 양면에는 가시처럼 분기한 돌기가 많아 표면은 매우 거칠거나 평탄하다. 반상부는 줄기와 통하는 중심 밖에 있다. 내부는 섬유모양의 근양사로 차 있고, 외층은 1~2층의 피층세포가 있다. 사분포자낭은 가시같은 돌기의 상부가 부풀어 군을 이루고 있고, 낭과도 가시같은 돌기의 상부에 난원형으로 팽대되어 형성된다'고 속을 기술하였다.

일본에서 *A. japonica* Okamura 1종만이 보고되었으며, 한국에서는 *A. japonica* Okamura가 제주도(Okamura, 1936; Kang, 1960), 홍도(Sohn & Kang, 1978)에서 보고되었다. Lee & Kim(1995)은 지금까지 한국에서 보고된 *A. japonica*는 잘못 동정된 것이라고 하면서 제주도의 행원과 새섬에서 *Acanthopeltis* sp.를 기록하였다.

Acanthopeltis koreanum Lee et Kim sp. nov.

Korean name: 매끈새발(신칭)

Plants epilithic, erect filaments arising on fibrous rhizoids, 6~13 cm high; erect filaments terete, branching dichotomously, 1600~1900 μm lower part of diameter, irregularly rhizoidal filaments; cordate ramuli branched alternately, irregularly crenulate at the margin, simple on both surfaces, 40~150 μm thick, 3~4 cortical layers, scattered rhizoidal filaments; tetrasporangia formed on the margin of ramuli, rounded, 800~1300 μm high; tetraspore obovate or elliptical, 37~55 μm high; cytocarps formed on the back surface of ramuli, ovate, biconvex, 720~1000 μm high; carpospore clavate or obovate, 37~55 μm high.

Type: CNU(A-성0007-1 ♀)

Type locality: Lower to Subtidal zone, Haengwon, Jeju Island

Specimen examined: Seongsan(A-성0007-1), Haengwon(A-행0004-1, A-행0007-1~2)

조간대 하부 및 점심대의 주로 파도의 영향을 심하게 받는 바위에 부착하여 생육한다. 식물체는 단단하고 질은 적색으로, 높이는 6~13cm이다(Fig. 2. A, B). 직립지는 4~5회 차상분기하여 뚜렷하게 구분되며, 심장형의 소지는 전면이 매끈하고 가장자리에 복예거치가 있다. 소지 말단으로 갈수록 얇아지며, 소지 기부는 잎자루처럼 되고 두터우며 직립지에 연결된다. 소지는 직립지에 주로 호생으로 배열되어 있다(Fig. 2. E). 식물체에는 석회조류 및 미세 해조류들이 많이 착생한다. 가근은 황적색을 띠며, 섬유상 가근으로 불규칙하게 분기하여 바위에 붙는다. 가근의 횡단면은 원형이며, 피층은 세포벽이 비후된 12~15 μm 크기의 구형 세포들로 1~2층을 형성한다(Fig. 2. H). 직립지의 횡단면은 주로 원형으로 하부에서는 1600~1900 μm 의 폭을 가지며 중부에서는 1200~1500 μm , 상부에서는 700~1000 μm 정도의 폭을 형성한다(Fig. 2. F, G, I). 피층

은 하부, 중부에서는 2~3층을 형성하고, 상부에서는 1~2층을 갖지만 불규칙하게 형성되었다. 피층 최 외곽에 위치한 세포는 구형, 긴 타원형, 육면체 등 다양한 형태를 하며 피층 내부로 갈수록 세포는 커지고 불규칙한 모양을 하며, 인접 세포와 원형질 연락사로 연결되어 있다(Fig. 2. J, K, L). 중심내부에는 근양사가 일정한 방향이 없이 엉켜 밀집되어 있으며 12~18 μm 크기의 수층세포가 산재되어 분포한다. 직립지에 부착된 심장형의 소지는 40~150 μm 의 두께를 갖으며, 피층은 3~4층을 이루고, 최 외곽 피층세포는 구형에서 피층 내부로 갈수록 소지의 종 방향으로 길이가 긴 타원형의 세포가 된다(Fig. 2. M, N). 중심부에는 수층세포 사이에 근양사가 산재되어 존재한다. 정단세포는 구별이 뚜렷하지 않고 소지의 가장자리에 여러 개가 나타난다(Fig. 2. O).

사분포자낭은 심장형의 소지 가장자리, 뒷면에 원반형태로 형성되며 800~1300 μm 크기를 한다(Fig. 2. C). 사분포자낭 내부구조는 중심에 길게 중축세포가 있으며 양 측면의 피층에 사분포자가 형성되어 배열되어 있다. 사분포자는 도란형, 타원형으로 높이가 37~55 μm 이고, 폭은 25~33 μm 정도이다(Fig. 2. P).

과포자낭은 주로 심장형의 소지 뒷면에 난형으로 형성되고 720~1000 μm 의 크기를 한다(Fig. 2. D). 내부구조는 중심의 중축세포 양 방향으로 과포자를 형성하며 2실을 갖는다. 과포자는 방망이형, 도란형으로 높이 37~58 μm 이고, 폭은 15~23 μm 정도이다(Fig. 2. Q).

본 연구에서 관찰된 종은 과포자낭이 2실을 갖고 중축세포에 연결된 영양세포에서 과포자를 형성하는 점과 피층에 사분포자가 형성되고 소지 말단에 사분포자낭을 형성하는 점에서 우뚝가사리과(Gelidiaceae) 식물과 유사하며, 횡단면이 원형인 직립지를 갖으며, 잎모양의 소지가 직립지에 배열되어 형성되는 점, 근양사가 내부에 불규칙하게 형성된 점 등에서 *Acanthopeltis*속 식물의 특징을 갖는다. 본 종은 심장형의 소지와 가장자리에 거치를 갖고, 생식기의 형성위치나 형태, 근양사의 분포, 섬유상 가근의 형태에서는 *A. japonica* Okamura와 유사하지만 직립지의 두께가 1600~1900 μm 의 크기를 하며, 심장형 소지의 전면이 돌기가 없이 매끈하게 나타나 *A. japonica*가 2000~3000 μm 두께를 하고, 잎모양의 소지 전면에 돌기를 형성하는 것과는 뚜렷하게 구분이 되었다.

Lee와 Kim(1995)가 보고한 *Acanthopeltis* sp.는 직립지의 하부에 소실된 소지의 흔적과 상부에는 가지가 차상으로 빈번하게 분기하며 난형의 소지를 갖고, 가근은 원반

형 근과 섬유상 근이 함께 나타난다고 하여 본 결과에서 가근이 섬유상을 하는 점에서 차이를 보이나 가지 분기 형태 및 소지의 형태 등에서 유사하게 나타난다(Table 1).

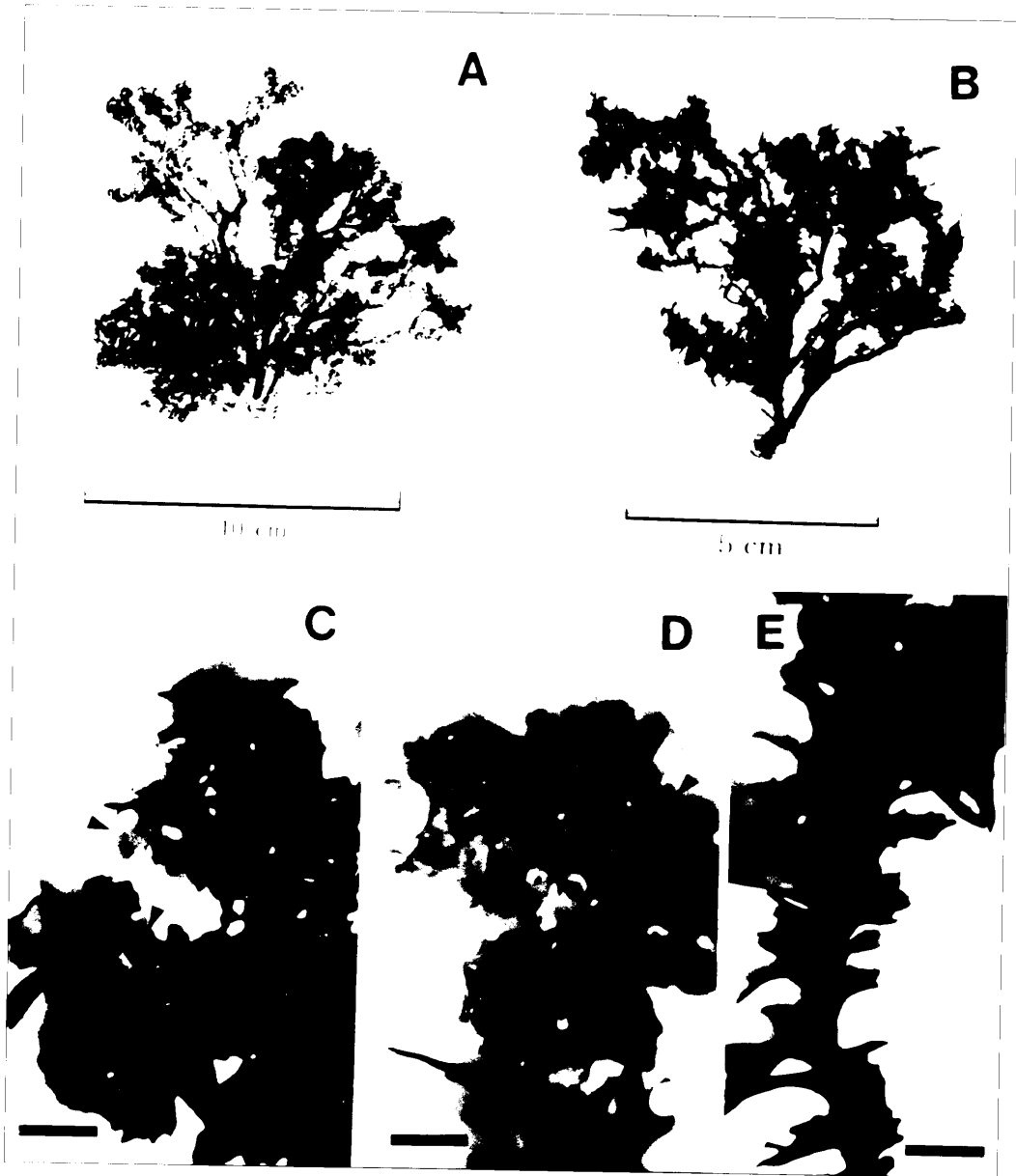


Fig. 2. *Acanthopeltis koreanum* Lee et Kim sp. nov.

A. A tetrasporophyte.

B. A carposporophyte.

C. A branchlet bearing tetrasporangia (arrow heads). scale bar: 2mm

D. A branchlet bearing cystocarps (arrow heads). scale bar: 2mm

E. Branching pattern of cordate branchlets. scale bar: 2mm

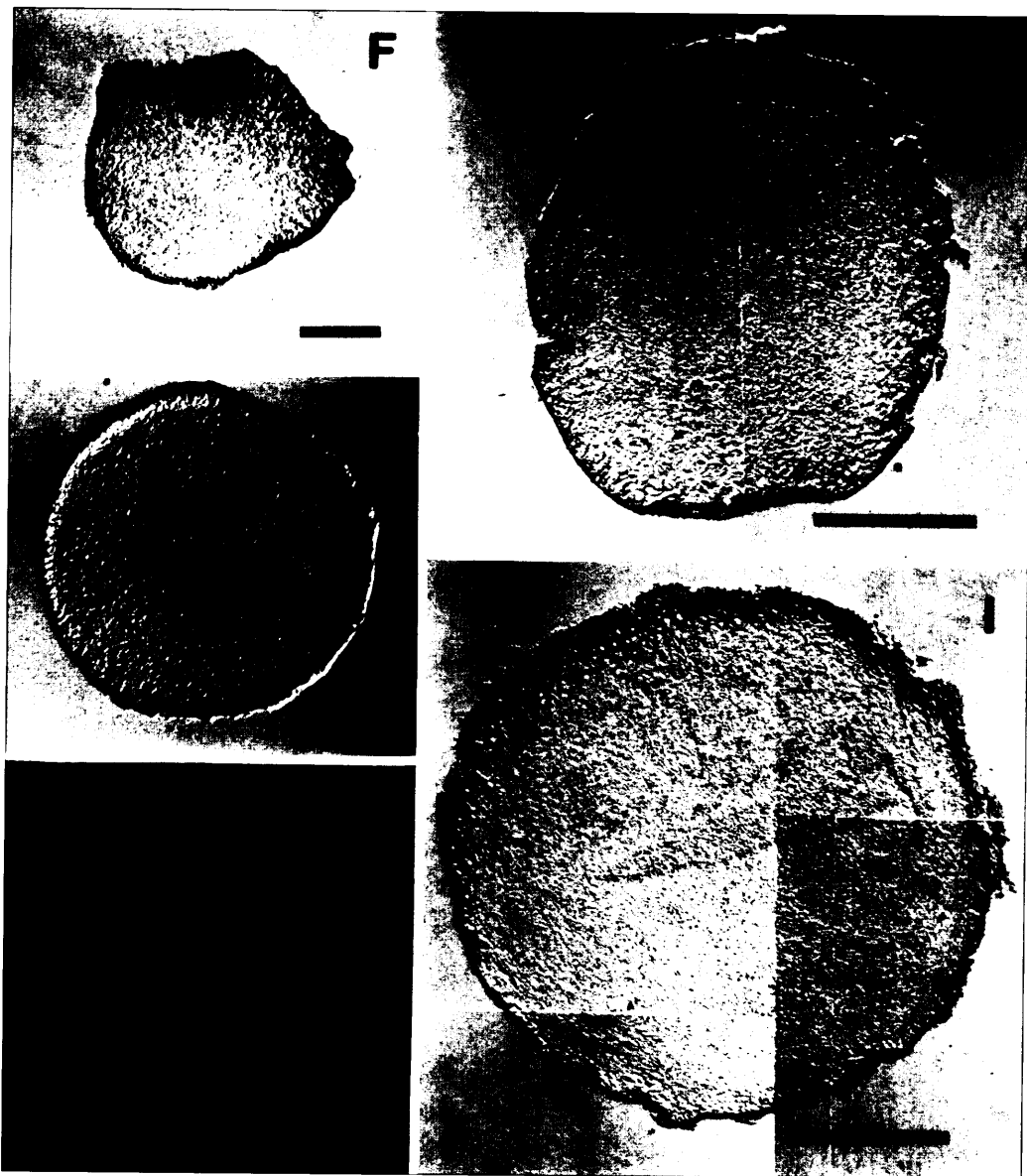


Fig. 2. *Acanthopeltis koreanum* Lee et Kim sp. nov.

F, G, I. Outline of erect filaments represented by cross section of upper, middle and lower part. scale bars: F-250 μ m, G, I-500 μ m

H. A cross section of rhizoid. scale bar: 250 μ m.

J. Internal structure of erect filaments represented by cross section of middle part. scale bar: 100 μ m

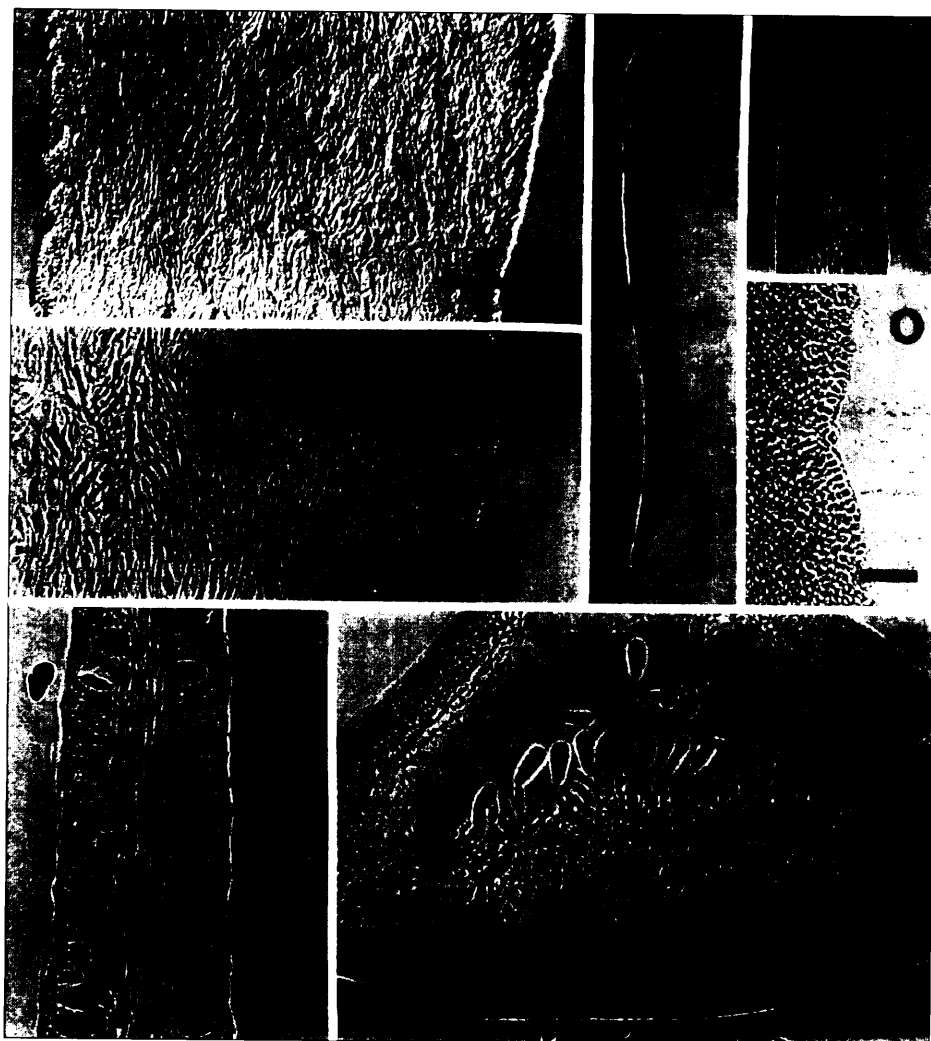


Fig. 2. *Acanthopeltis koreanum* Lee et Kim sp. nov.

K, L. A longitudinal section of erect filaments, scale bar: K-200 μ m,
L-100 μ m

M, N. A longitudinal section of cordate branchlet, scale bar: M-200 μ m,
N-100 μ m

O. Apical architecture of branchlet, scale bar: 50 μ m

P. A longitudinal section of tetrasporangium (arrow head: tetraspores),
scale bar: 100 μ m

Q. A longitudinal section of cystocarps (c: carpospores, m: medullary cells,
n: nutritive cells), scale bar: 100 μ m

Table 1. The comparison with diagnostic characters of species in genus *Acanthopeltis*

Characters	<i>A. japonica</i> (Okamura, 1901)	<i>Acanthopeltis</i> sp. (Lee & Kim, 1995)	This study
Height(cm)	5~20	-	6~13
Diameter(mm)	2~3	-	16~19
Habitat	subtidal	-	subtidal
Ultimate branchlets	peltate	ovoid	cordate
Both surfaces of ultimate branchlets	setaceous	-	-
Branching pattern	alternate, dichotomous	dichotomous	dichotomous

2) Genus *Gelidium* Lamouroux 1813: p. 128

Korean name : 우뭇가사리속

Type species : *G. corneum* (Hudson) Lamouroux

우뭇가사리속 식물은 몸 전체가 덩불모양, 삼각형, 부채형을 하며, 연골질의 직립지 또는 포복지를 갖고 섬유상 가근을 형성한다. 몸은 주로 편압되어 있고 소지는 우상으로 분기하며, 정단부는 주로 피침형이다. 내부에는 근양사가 주로 수층 외곽에 분포하며, 피층 최 외곽에는 정육면체 또는 구형의 세포가 배열되고 중심 방향으로 갈수록 피층세포가 커진다. 과포자낭은 상부 소지의 말단에 방추형으로 형성되고 중심이 볼록하고 끝이 뾰족하다. 과포자낭 내부에는 과포자와 영양세포를 형성하고 2개의 포실을 형성한다. 사분포자낭은 장타원형, 원형으로 상부 소지의 말단에 형성되고, 타원형 또는 도란형의 사분포자를 형성한다.

Lamouroux(1813)는 ‘끓였을 때 거의 대부분의 젤라틴이 빠져나가는 종들(parce que la plupart des espèces qui le composent peuvent se réduire presque entièrement en une substance gélatineuse par l'ébullition ou la macération)’이란 특징으로 *Fucus*속에서 *Gelidium corneum*을 기준종으로 *Gelidium*속을 분리하였다.

Kützting(1849)에 의해 Gelidiacea과를 설립하면서 *Gelidium*속이 기준속으로 포함되었다.

우뭇가사리속 식물은 생태 및 형태학적으로 많은 연구가 이뤄졌다. Børgesen(1915, 1927)에 의해 서인도 제도와 Canary Island에서 기록되었고, Gardner(1927)는 남아메리카 연안에서 10종의 신종과 2종의 변종을 보고하였으며, 일본에서는 Okamura(1934)가 13종을 *Pterocladia*속 식물과 함께 보고하였다. Kylin(1928), Dawson(1944), Loomis(1949, 1960) 등이 California만과 Hawaiian Island를 포함한 미국 태평양 연안에서 종들을 보고하였고, Stewart & Norris(1981)는 Mexcio 남부의 California만의 종들을 기록하였다. Kraft(1981)에 의하면 우뭇가사리속 식물은 세계적으로 80~90 종들이 보고되고 있다고 하며, 현재 중국에서는 Fan(1960), Santelices(1988), Zhang과 Xia(1988)등에 의해 13종이 보고되고 있고, 일본에서는 Yoshida(1998)에 의해 14종이

보고되고 있다.

Lee(1994)는 한국산 우뚝가사리속 식물은 형태적인 변이가 심하고, 형태적으로 유사한 종의 구분이 뚜렷하지 않아 동정이 어렵고, 한국에서 보고된 기준표본이 보존되지 않았으며, 원 기재된 표본과의 비교 없이 불확실하게 동정되어 문헌상에서 반복 사용되고 있다고 하면서, *Gelidium crinale* (Turner) Gaillon, *G. pusillum* (Stackh.) Le Jolis var. *cylindricum* Taylor, var. *pacificum* Taylor등 4종 2변종을 보고하였다. 최근 Lee & Kim(1995)은 한국산 우뚝가사리과(Gelidiaceae)를 정리하면서 *Gelidium*속 식물 중 *G. corneum* var. *pinnatum*을 *Pterocladia robusta*와 동종으로, *G. johnstonii*, *G. microphysa*, *G. pacificum*, *G. tenue*를 *G. amansii*의 형태적 변이로 *G. latifolium*, *G. decumbens*를 한국에 분포하는 종인지 의심하면서, *G. japonicum*과 *G. pusillum* var. *conchicola*, var. *pulvinatum*을 추가하여 6종 4변종을 보고하였다. 제주도에서는 Lee(1988)가 우뚝가사리속(*Gelidium*)을 정리하면서 우뚝가사리(*G. amansii* (Lamouroux) Lamouroux), 깃우뚝가사리(*G. corneum* (Hudson) Lamouroux var. *pinnatum* Kützinger), 애기우뚝가사리(*G. divaricatum* Martens), 실우뚝가사리(*G. pusillum* (Stockh.) Le Jolis), 가시우뚝가사리(*G. sesquipedale* (Turner) Thuret), 막우뚝가사리(*G. vagum* Okamura)를 보고하였다.

제주도산 우뚝가사리속(*Gelidium*)의 검색표

1. 식물체는 2cm이하의 크기로 작고, 포복지를 갖는다. 2
1. 식물체는 5cm이상의 크기로, 직립지를 갖는다. 3
 2. 잎 모양의 직립지를 갖는다. *G. pusillum*
 2. 원주형의 직립지를 갖는다. *G. divaricatum*
3. 직립지 하부의 양 끝이 가는 날개모양을 하며, 가지는 심하게 만곡하고 소지는 톱니 모양을 한다. *G. sesquipedale*
3. 직립지 하부는 타원형, 방추형의 모양을 하며, 가지는 선형이다. 4
 4. 직립지 중부에 가지가 드물게 형성되며, 소지는 모여서 난다. *G. pacificum*
 4. 직립지에 가지가 우상으로 형성된다. 5

5. 정단세포는 유두 모양으로 돌출되어 있으며, 상부의 가지가 말단으로 갈수록
가늘어지고, 직립지 중부의 두께가 $250\mu\text{m}$ 이하이다. *G. vagum*
5. 정단세포의 종단면은 부채꼴, 반원 모양을 하며, 직립지 중부의 두께가
 $280\mu\text{m}$ 이상이다. 6
6. 직립지에 침두형의 짧은 소지가 조밀한 간격으로 주로 대생한다.
. *G. tenue*
6. 직립지에서 호생, 대생 등 불규칙하게 우상 분기하여 몸은 부채모양을 한다.
. *G. amansii*

Gelidium amansii (Lamouroux) Lamouroux 1813: p. 41

Basionym: *Fucus amansii* Lamouroux, Diss. Fucus. p. 48, pl. 26, figs.2-5. 1805.

Korean name: 우뭇가사리

Type: lost(see santelices, 1994)

Lectotype: University of Caen

Type locality: Madagascar

Reference: Sohn & Kang(1978) p. 31, pl. III, fig. 6; Akatsuka(1982) p. 759; Kützing(1869) p. 16; Lee(1988) p. 3, figs. 1-12; Lee(1994) p. 67, figs. 1-4; Lee & Kim(1995) p. 163, figs. 2-4; Okamura(1913) p. 22; Okamura(1936) p. 458; Renfrew *et al.*(1989) p. 3310; Santelices(1988) p. 93; Santelices(1994) p. 37; Santelices & Stewart(1985) p. 21; Segi(1959) p. 253; Yoshida(1998) p. 634; Zhang & Xia(1988) p. 109

Specimen examined: Jongdal(Ga-종0004-1), Seongsan(Ga-성9912-1~2, Ga-성0004-1, Ga-신9906-1), Hansu(Ga-한9911-1), Haengwon(Ga-행0006-1), Hamduk(Ga-함0002-1)

제주도 전 지역의 조간대 중부에서 조하대까지 군락을 이뤄 분포한다. 크기는 11~17cm정도이며, 직립지에 선형의 많은 가지를 형성하여 부채 또는 덩불형태를 한다(Fig. 3. A, C). 식물체는 뚜렷한 직립지를 갖으며 가지는 주로 호생, 간혹 대생을 하고, 3~4회 불규칙하게 우상분기를 한다. 가근은 식물체 하부에서 불규칙하게 원주형의 섬유상 가근을 내어 분기한다(Fig. 3. H). 하부는 편압되어 횡단면을 보면 폭 1.1~1.2mm, 두께 400~500 μ m 정도로 타원형, 방추형의 형태를 한다(Fig. 3. F). 4층의 피층을 형성하며, 최 외곽의 피층세포는 세포벽이 비후고 육면체 형태를 한다. 중심의 수층세포는 25~33 μ m 정도의 크기로 근양사에 의해 이웃하는 세포와의 간격이 떨어져 있다. 중부 횡단면을 보면, 폭 1.4~1.6mm, 두께 300~350 μ m 정도로 긴 방추형의 형태를 한다(Fig. 3. G). 3~4층의 피층을 형성하고, 피층의 최 외곽의 세포는 구형으로 5 μ m 크기를

갖으나 내부로 갈수록 커져 13 μ m정도가 된다(Fig. 3. J). 중심에는 20~35 μ m정도의 수층세포가 원형질 연락사로 연결되어 있다. 근양사는 주로 수층조직 외곽에 밀집되어 있고, 수층조직 내에도 산재되어 있다(Fig. 3. I, K). 상부의 가지는 가늘고 끝은 피침형이다. 원주형으로 폭 350~800 μ m, 두께 250~300 μ m이며, 피층은 3층이며 내부의 수층세포는 17~25 μ m로 중심에 위치한다(Fig. 3. E). 1개의 정단세포를 갖는데 반구형, 부채꼴형태의 뿔 모양을 한다(Fig. 3. L).

사분포자낭은 긴 타원형이나 방망이 모양으로 상부 소지 끝에 형성한다(Fig. 3. B). 사분포자낭 내부는 중심에 중축세포가 연결되어 길게 배열되어 축을 이루고 중축세포를 중심으로 양방향에 사분포자가 피층에 부착되어 규칙적으로 배열되어 있다. 사분포자는 도란형으로 높이 35~43 μ m, 폭 17~25 μ m 정도이다(Fig. 3. M).

과포자낭은 상부 소지의 끝에 난원형으로 형성되며 끝은 뾰족한 침두형을 한다(Fig. 3. D). 종단면을 보면 중심에 1층의 중축세포가 연결되어 있고, 중축세포 둘레로 영양세포가 덮으며 또한 많은 과포자가 형성되어 있다. 과포자는 방망이 모양으로 높이는 45~48 μ m, 폭은 20~25 μ m 정도이다(Fig. 3. N).

본 종은 제주도 뿐만 아니라 우리나라 전 해안에서 가장 흔하게 나타나는 종으로 변이가 심하며, 일본에서 Okamura(1934)는 식물체의 크기가 30cm이고 소지가 드물게 나타나는 *G. amansii* f. *elatum*과 식물체가 원주형으로 가지가 드물고 짧고 긴 소지가 불규칙한 분기를 하는 *G. amansii* f. *teretiusculum*, 우상분기를 주로 하는 *G. amansii* f. *elegans*, 선형으로 편압되어 있고 가지가 불규칙한 분기를 하는 *G. amansii* f. *typica*로 종 하위 분류군으로 나눴다. Norris(1990)는 일본산 *G. amansii*와 원기재 종의 그림과 선정기준표본과의 비교를 통해 가지 분기형태와 사분포자낭이 차이 나타낸다고 하여 *G. elegans*로 개명하였다. 연구된 종에서는 직립지 상부와 중부의 가지 분기 형태는 주로 우상분기를 하지만 하부에서는 차상으로 분기하며, 사분포자낭의 형태는 한 개체 내에서 끝이 뭉뚱한 주걱모양 뿐만 아니라 방추형의 형태도 흔하게 나타나 Norris(1990)가 비교 기술한 표본의 특징과도 유사하게 나타난다. 그러나 Santelices(1994)는 일본산 *G. amansii* Okamura 4품종과 선정기준표본을 비교하며, Norris(1990)가 비교했던 결과는 형태적인 차이 근거가 부정확하다고 하며 종하위 변이로 판단하고, 본 종으로 존속시킬 것과 Okamura(1934)의 종 하위 분류군까지도 배제되어야 함을 제안하였다. 본 결과에서 상부의 가지에서 우상분기를 하고 직립지

가 실모양의 가지로 횡단면에서는 방추형이나 타원형을 하는 것과 근양사의 분포에 있어 수층외곽에 밀집하여 분포하는 점 등은 Santelices(1994)가 선정기준표본을 연구하고 기술한 특징과 유사하다. Kützing(1868)은 일본산 *G. amansii*와 *G. elegans*를 기재하였는데, 본 결과는 상부가지에서 소지가 주로 대생의 우상분기를 하고 하부에서는 차상으로 분기하는 형태를 하여 대체로 Kützing이 *G. amansii*로 기재한 것과 유사한 형태를 한다. 한국에서는 손과 강(1978)과 Lee(1988)에 의해 종이 기재되어 졌으나 종하위 분류군으로 구분하지 않았고, 가지의 형태, 내부구조 등 본 결과와 동일하게 나타났다. Lee & Kim(1995)은 품종간에 구분이 형태적인 변이의 연계성 때문에 명확하지 않다고 하였다. 그리고 최근 김 등(2000)은 *G. amansii* f. *amansii*(=f. *typica*), f. *elegans*, f. *teretiusculum*의 염기서열 분석결과 거의 동일하여 종하위 분류군을 변종으로 세분화하는 분류학적 처리는 재고되어야 한다고 결론짓고 있다. 본 연구에서는 생육지 환경 등에 따라 변이의 연계성이 나타나 종하위 분류군 수준에서 분류는 고려하지 않았으며, 관찰된 식물은 Segi(1959), Okamura(1934)등과 크기에서 조금씩 차이를 보이지만, 연골질이며, 선형으로 약하게 편압된 가지, 근양사가 수층외부에 분포한다는 특징에서 유사하게 나타난다(Table 2).

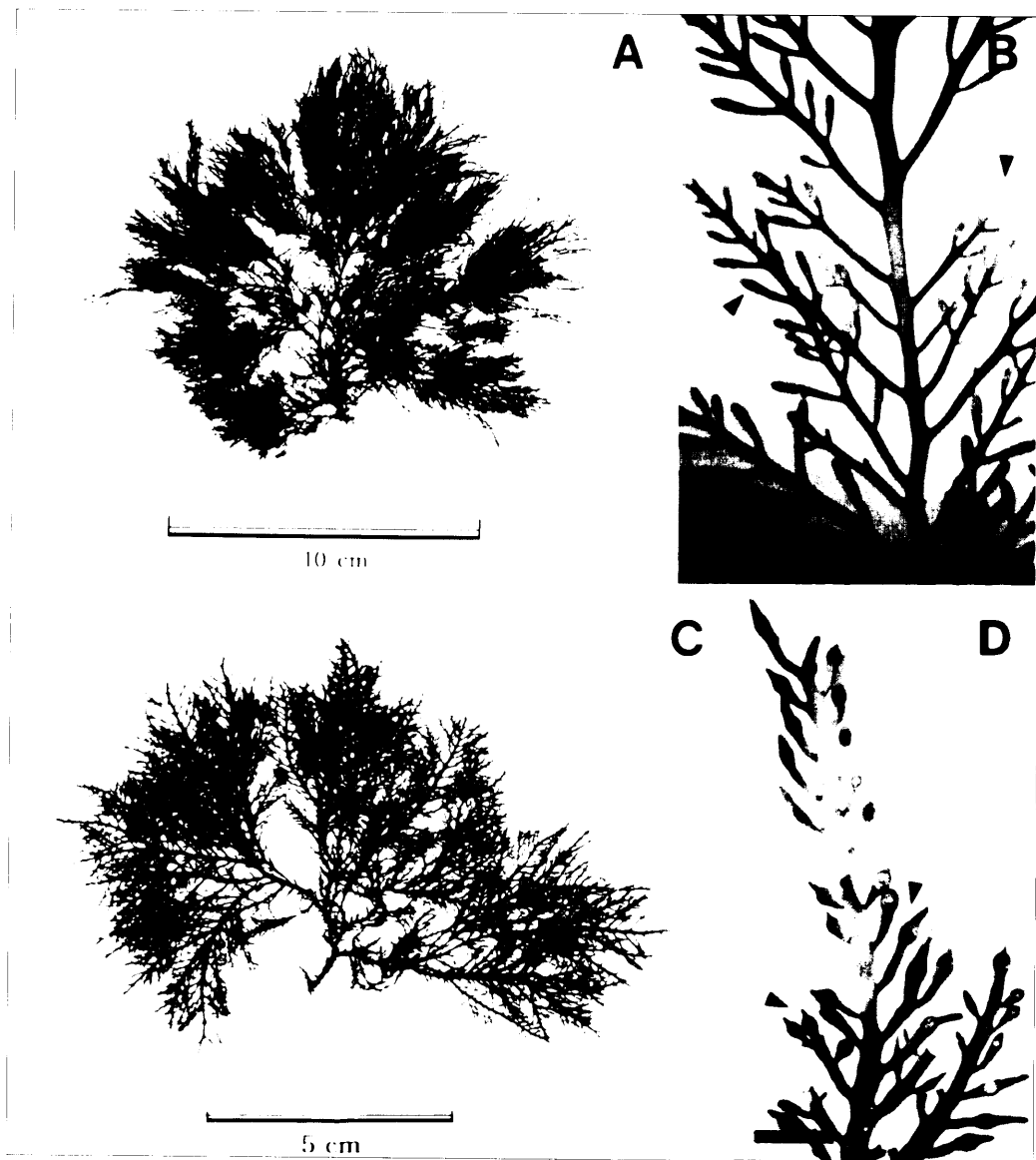


Fig. 3. *Gelidium amansii* Lamouroux

A. A tetrasporophyte.

B. A branchlet bearing tetrasporic ramuli (arrow heads). scale bar: 2mm

C. A carposporophyte.

D. A branchlet bearing carposporic ramuli (arrow heads). scale bar: 2mm

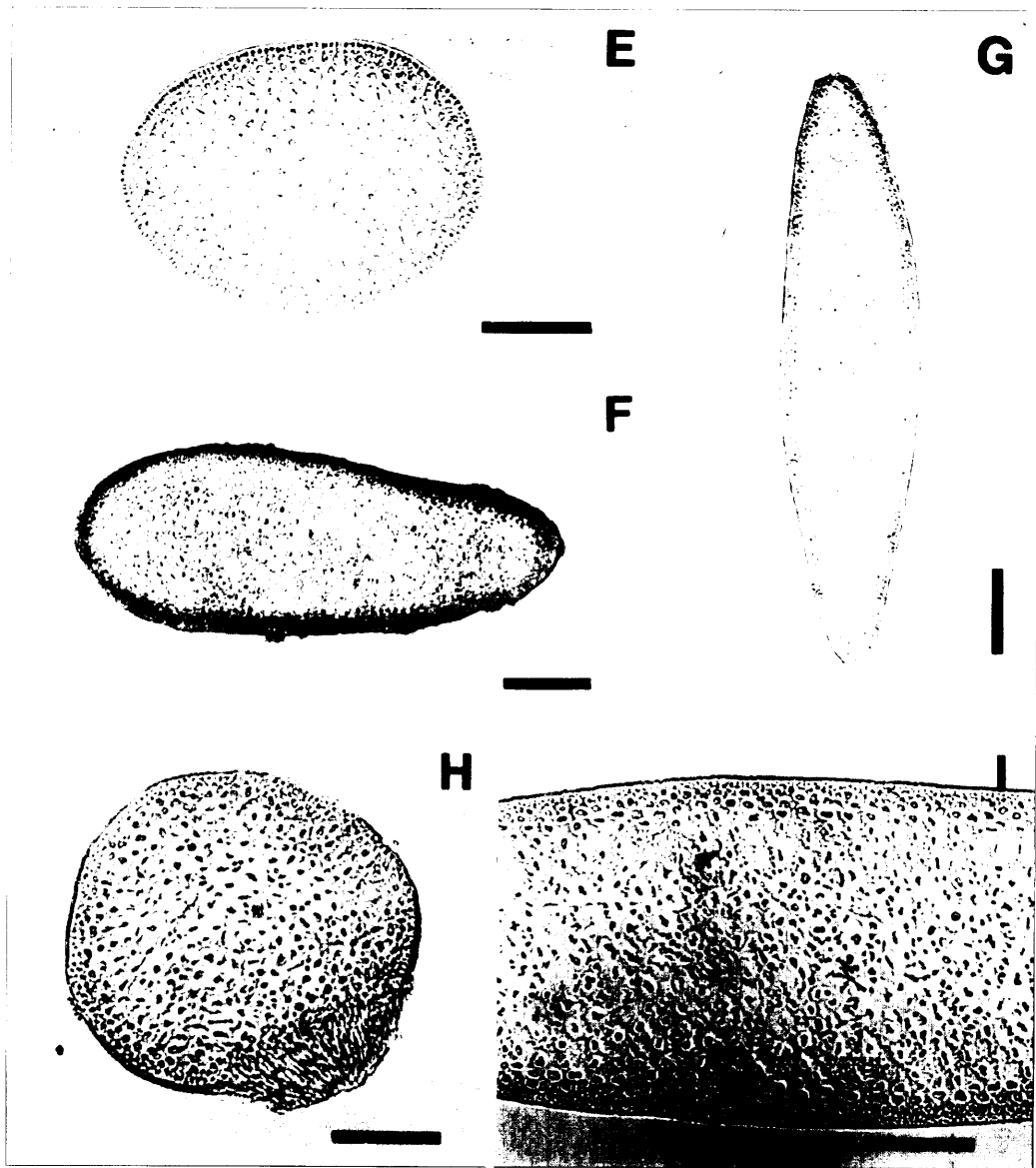


Fig. 3. *Gelidium amansii* Lamouroux

E, F, G. Outline of erect filaments represented by cross section of upper, lower and middle part. scale bars: E-100 μ m, F, G-200 μ m

H. A cross section of rhizoid. scale bar: 100 μ m

I. Internal structure of erect filaments represented by cross section of middle part (arrow heads: rhizoidal filaments). scale bar: 100 μ m

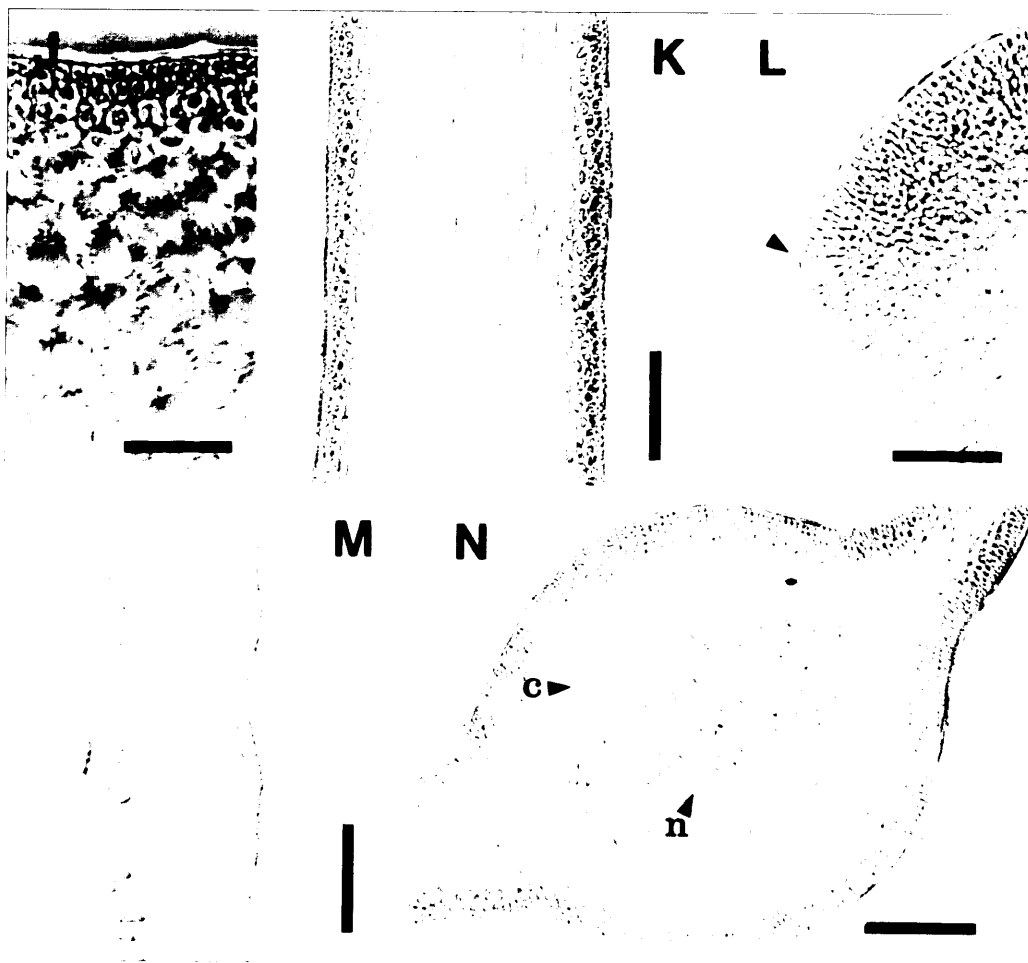


Fig. 3. *Gelidium amansii* Lamouroux

J. Internal structure of erect filaments represented by cross section of middle part.
scale bar: 50 μm

K. A longitudinal section of erect filaments. scale bar: 100 μm

L. Apical architecture of branchlet (arrow head: apical cell). scale bar: 50 μm

M. A longitudinal section of tetrasporangium. scale bar: 100 μm

N. A longitudinal section of cystocarps (c: carpospores, n: nutritive cells).
scale bar: 100 μm

Table 2. Diagnostic characters of *Gelidium amansii* Lamouroux

Characters	Kützting(1849)	Segi(1959)	Okamura(1934)	Lee(1988)	This Study
Height(cm)	-	9.8	10~15 (30)	8~10	11~17
Erect filament	thick fiber, compressed	linear, ancipito- compressed	linear, compressed	linear, slightly depressed	linear, slightly depressed
Substance	cartilaginous	cartilaginous	-	-	cartilaginous
Branching pattern	-	pinnately	pinnately	subdistichously	subdistichously
Diameter of medullary cell(μ m)	-	10~20	25~30	-	25~33
Rhizoidal filaments of localization	-	external	medullar external	medullar external	medullar external

Gelidium divaricatum Martens 1866: p. 30. pl. 8, f. 4.

Korean name: 애기우뚝가사리

Type: ?

Type locality: Hong Kong

Reference: Akatsuka(1986c) p. 186; Lee(1988) p. 10, figs. 39-44; Lee(1994) p. 72, figs. 9-12; Lee & Kim(1995) p. 165, fig. 6; Okamura(1936) p. 456; Santelices(1988) p. 98; Sohn & Kang(1978) p. 30, pl. I, figs. 1-3; Yoshida(1998) p. 634; Zhang & Xia(1988) p. 111

Specimen examined: Kangjung(Gd-강0005-1~2), Haengwon(Gd-행0007-1~2)

조간대 상부에서 중부까지 바위에 포복성 가지를 내어 군락을 이룬다. 식물체의 크기는 7~15mm 정도로 어두운 적색이나 황갈색을 띠며, 기질은 연골질이다(Fig. 4. A). 포복성 가지에서 대생, 호생으로 소지를 내어 2~3회 차상으로 우상분기를 하며, 가지는 편압되고, 소지 말단은 둔두형으로 1개의 정단세포가 가는 방추형을 한다(Fig. 4. G). 기부는 섬유형의 세포들이 뭉쳐 반구형의 부착기를 갖으며, 포복성 가지의 밑부분에 산재되어 형성된다(Fig. 4. C, E). 포복성 가지는 폭 400~420 μ m, 두께 270~280 μ m로 원주형을 하며 피층세포가 4층으로 되고 최 외곽 피층세포는 높이 7~10 μ m, 폭 2~4 μ m 크기로 장타원형, 원통형의 세포이다(Fig. 4. D, F). 수층세포는 15~18 μ m의 크기로 내부에 원형질이 있어 이웃하는 세포와 원형질 연락사로 연결되고, 두터운 세포벽을 갖는다. 근양사는 수층조직 내외에 일정한 방향 없이 분포한다.

사분포자낭은 둔두형의 가지 끝에 타원형, 원형으로 형성된다(Fig. 4. B). 종단면을 보면 사분포자낭 중심에 3층의 중축세포를 형성하고 양쪽의 피층에 사분포자가 부착하여 배열되어 있다. 사분포자는 높이 32~38 μ m, 폭 18~25 μ m으로 도란형, 타원형의 형태를 한다(Fig. 4. H).

한국 전 해안에 보고되었으며, 우뚝가사리과 식물 중 조간대 가장 상부에서 관찰되는 종이다. 일부 지역에서는 실우뚝가사리(*G. pusillum*)와 혼생하여 나타나기도 하며,

마치 바위가 이끼로 덮어 있는 것처럼 보인다. 본 종은 같은 속의 뚜렷한 직립지를 갖는 식물보다는 크기가 작고, 포복지를 갖는 점에서 차이를 보이거나 우상분기를 하는 점과 근양사와 수층세포 등의 내부구조나 생식기의 형태에서 유사하게 나타난다. Okamura(1936)는 종이 연골질이며, 정단부가 둔두형이고 가지 분기 형태, 포복지를 형성하여 본 결과와 유사하게 나타났고, Lee(1988)와는 크기, 가지 분기 형태, 근양사의 분포에서 동일하게 나타난다(Table 3).

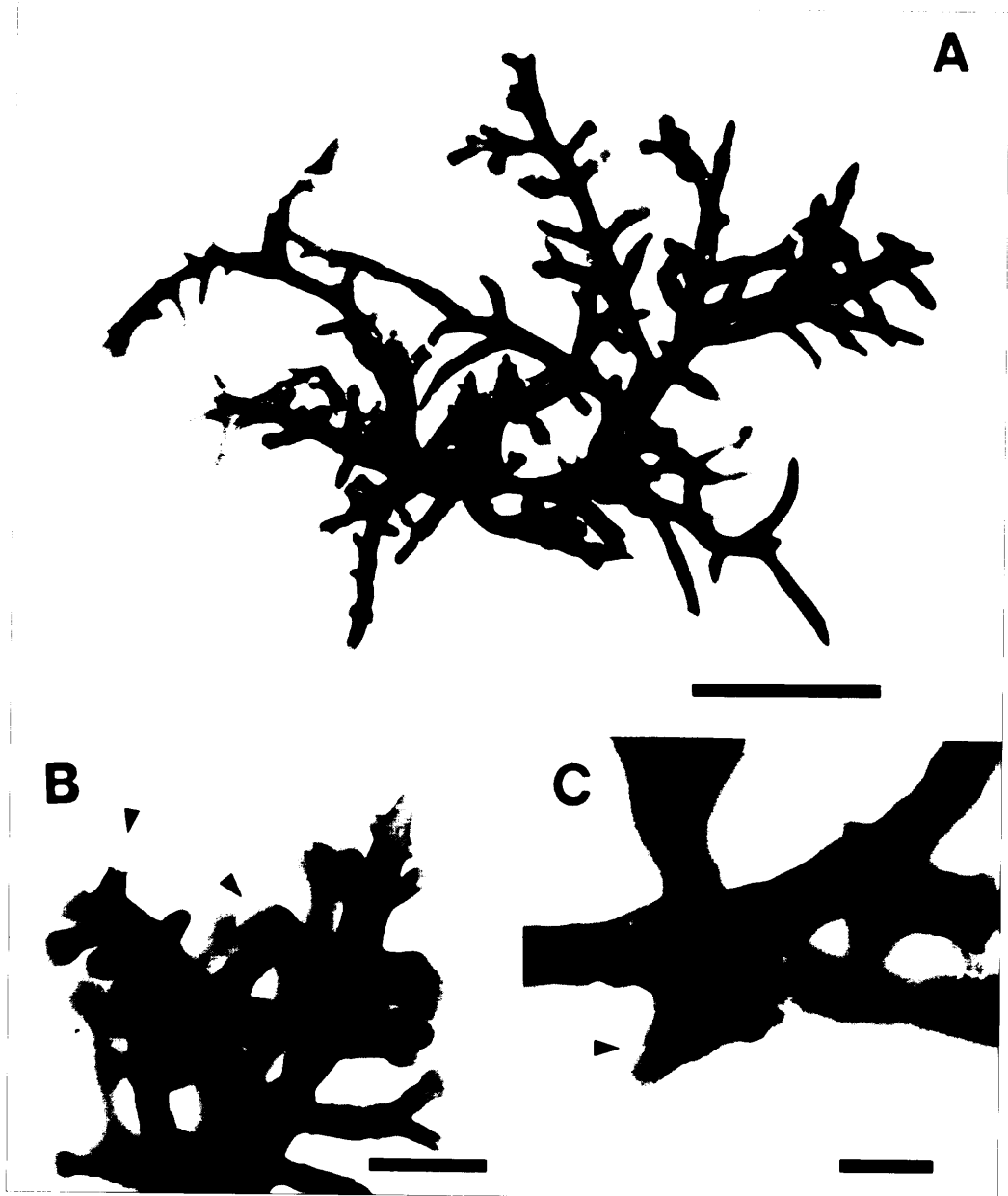


Fig. 4. *Gelidium divaricatum* Martens

A. A Tetrasporophyte, scale bar: 3mm

B. A branchlet bearing tetrasporic ramuli (arrow heads), scale bar: 1mm

C. Discoid rhizoid (arrow head), scale bar: 300µm

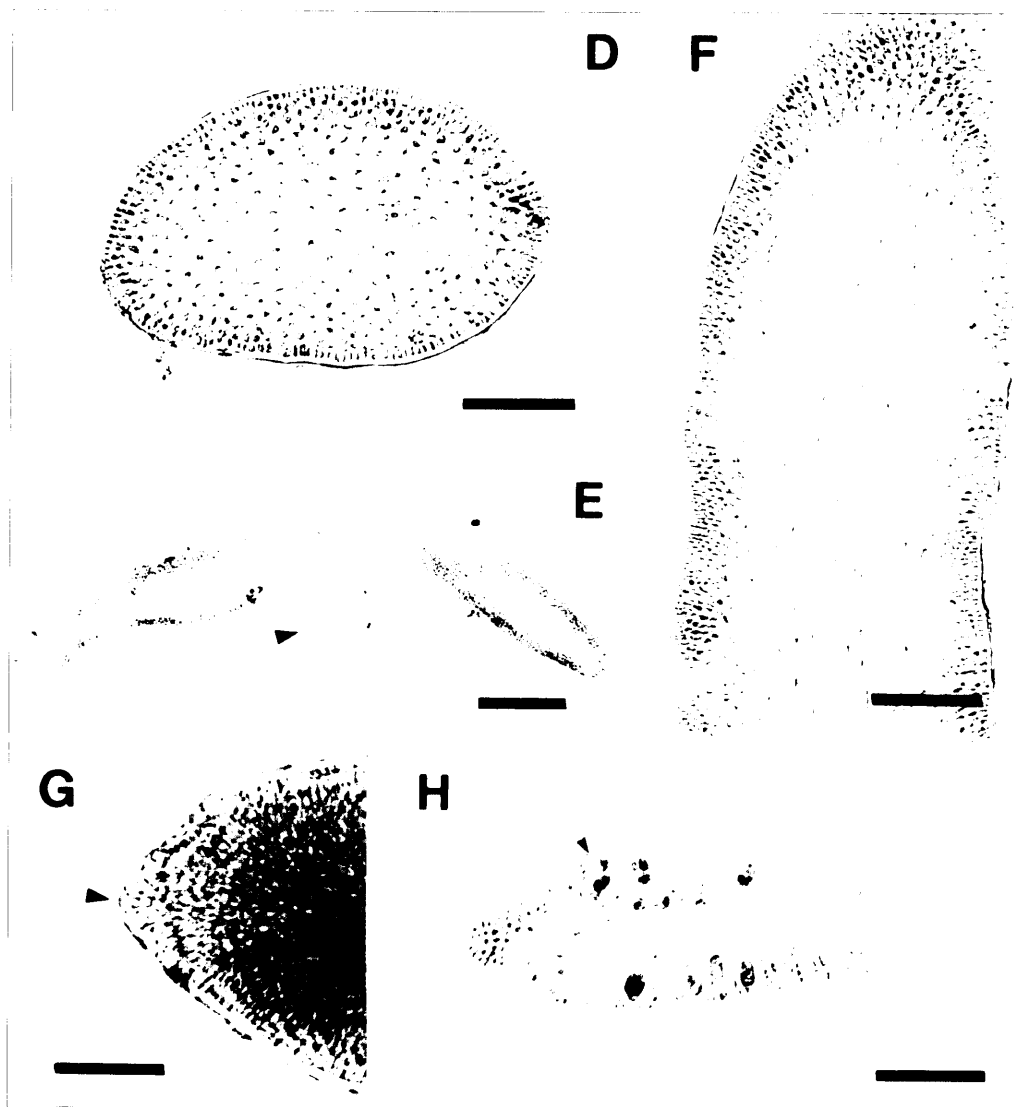


Fig. 4. *Gelidium divaricatum* Martens

D. A cross section of erect filaments. scale bar: 100 μ m

E. A longitudinal section of discoid rhizoid (arrow head), scale bar: 200 μ m

F. A longitudinal section of erect filaments. scale bars: 100 μ m

G. Apical architecture of erect filaments (arrow head: apical cell). scale bar: 50 μ m

H. A longitudinal section of tetrasporangium (arrow head: tetraspores).
scale bar: 100 μ m

Table 3. Diagnostic characters of *Gelidium divaricatum* Martens

Characters	Okamura(1936) in Japanese	Lee(1988)	This study
Height(mm)	-	10	7~15
Substance	cartilaginous	-	cartilaginous
Apical architecture	rounded	-	rounded
Erect filament	compressed circle	terete	terete
Rhizoidal filaments of localization	-	internal medullar	internal medullar
Branching pattern	pinnate	subdistichous, patent	subdistichous
Branch type	prostrate filaments	decumbent	prostrate filaments

Gelidium pacificum Okamura 1914: p. 99

Korean name: 왕우뭇가사리

Type: SAP herb. Okamura

Type locality: Miyake Island(Japan)

Reference: Akatsuka(1982) p. 759; Akatsuka(1986c) p. 197; Lee & Kim(1995) p. 166; Okamura(1936) p. 457; Santelices & Masahiko(1994) p. 55; Santelices & Stewart(1985) p. 23; Sohn & Kang(1978) p. 31, pl. II, figs. 1-3; Yoshida(1998) p. 636; Zhang & Xia(1988) p. 111

Specimen examined: Haengwon(Gpa-행0004-1, Gpa-행0007-1)

주로 조하대의 암반 위에 생육하며, 파도가 심한 지역에서도 존재한다. 크기는 15~20cm 이며 직립지의 구별이 뚜렷하고 선형, 편압 되었으며, 호생 또는 대생으로 불규칙하게 가지를 내고 3~4회 차상분기를 한다(Fig. 5. A). 가지 중간에 소지를 드물게 형성하거나 가지 말단에는 소지들이 모여 총생을 한다(Fig. 5. B). 가근은 섬유상 가근이며, 횡단면은 타원형으로 470~500 μ m 두께를 갖고, 피층은 3층으로 피층세포는 비후하여 세포벽이 두껍다(Fig. 5. F). 내부 수층세포는 원형질이 세포내에 거의 없는 형태도 관찰되며, 인접한 세포와 원형질 연락사에 의해 연결되어 있다. 근양사는 수층조직 외부에 밀집하여 분포한다. 하부는 폭이 1100~1400 μ m, 두께가 370~450 μ m로 횡단면은 장타원형, 방추형을 한다(Fig. 5. E). 피층은 4~5개의 세포층으로 형성되며 최외곽 피층세포는 구형, 정육면체형태로 5 μ m의 크기를 한다. 수층세포는 20~35 μ m 정도 크기로 수층조직 내외부에 밀집하여 존재하고 근양사에 의해 인접 세포와 떨어져 있으나 원형질 연락사에 의해 연결되어 있다. 중부는 폭이 1200~1700 μ m, 두께가 420~480 μ m로 횡단면을 보면 장타원형을 한다(Fig. 5. D). 4~5층의 피층을 형성하며 중심에는 수층조직이 존재하고, 근양사는 주로 수층조직 외곽에 밀집되어 존재하나 내부에도 산재되어 분포한다(Fig. 5. G, H). 상부의 횡단면은 폭 870~1000 μ m, 두께 300~350 μ m로 타원형, 방추형을 한다(Fig. 5. C). 피층은 4층이며, 중심에 수층세포는 15~

30 μ m의 크기를 하고, 근양사는 수층조직 외곽에 밀집하여 있다. 가지 말단은 피침형으로 1개의 정단세포 종단면은 부채꼴형을 한다(Fig. 5. I).

사분포자낭은 상부의 가지 끝에 총생하여 형성되며, 타원형 또는 방망이형을 한다(Fig. 5. B). 종단면을 보면 중심에 증축세포가 길게 뻗어 있고 사분포자는 피층에 부착되어 형성된다. 사분포자는 높이 50~58 μ m, 폭 25~30 μ m로 도란형, 타원형의 형태를 한다(Fig. 5. J).

Okamura(1914)는 수심 6-20m정도의 점심대에서 생육하는 종이며, 짧은 가지 끝에 소지로 나뉜다고 했다. 본 연구에서는 수심 5m에서 관찰되었으며, 조간대 하부의 경사가 심한 바위에서도 채집되었다. 채집된 종은 가지 말단에 여러 개의 소지가 형성되어 있거나 사분포자낭이 모여 형성되어 있으며 직립지의 중부에 가지가 드물게 존재하였다(Table 4).

본 종과 *G. amansii*간의 형태적인 차이에 대해 Akatsuka(1982)는 세포의 크기, 형태에 기초한 연구에서 구별할 수 없다고 하였고, Santelices(1988)는 생육지의 특성에 의한 차이로 동일한 종의 다른 생태형으로 판단하였으며, Norris(1990)는 *G. amansii*와 더불어 본 종을 *G. elegans*로 개명하였다. 그러나 Santelices & Masahiko(1994)는 왕우뚝가사리의 가지가 드물게 형성되고 긴 가지와 짧은 가지가 함께 나타나 *G. amansii*와는 구분된다고 하며, Okamura(1914)의 의견에 동의하면서 본 종을 존속시킬 것과 *G. elegans*로의 개명을 배제할 것을 제안하였다. 본 연구 결과에서도 왕우뚝가사리의 직립지 단면형태가 장타원형으로 나타나고 가지의 빈도가 드물게 나타나며 가지 말단에 모여서 형성된 사분포자낭과 소지를 하여 *G. amansii*가 방추형, 타원형의 횡단면을 하고, 가지가 우상분기하며 조밀하게 나타나 형태적 차이가 뚜렷히 구별되어 본 종을 존속시켜야 한다고 본다. Okamura(1914)의 원 기재에서는 가지가 우상분기 하여 본 결과에서는 대부분 차상분기하는 것과 차이를 나타내지만 조하대에서 생육하며, 소지가 가지 말단에 모여서 형성하는 점, 직립사가 편압된 형태, 근양사가 수층외부에 분포하는 점 등에 있어 유사하게 나타난다.

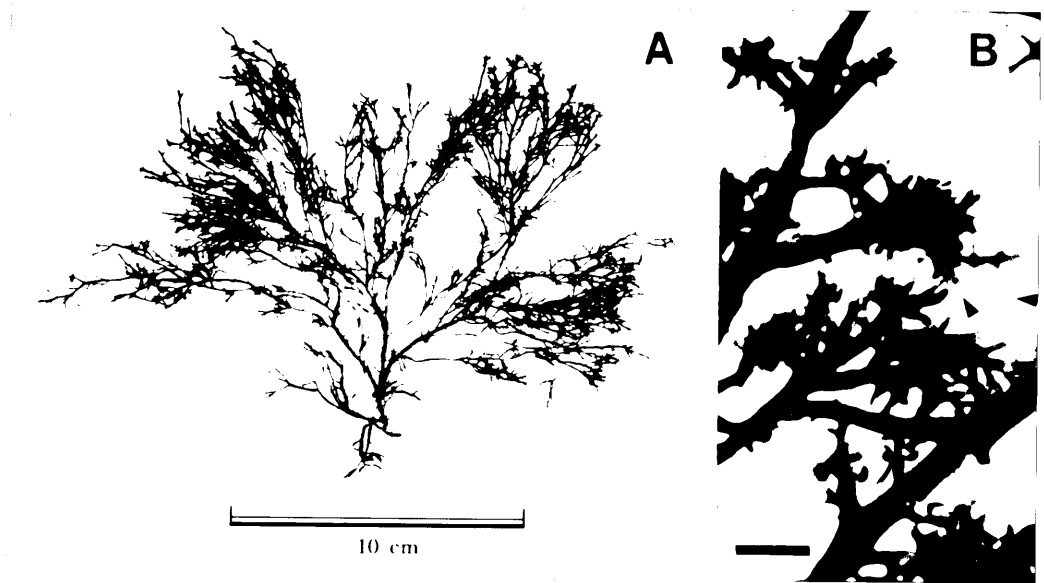


Fig. 5. *Gelidium pacificum* Okamura

A. A Tetrasporophyte

B. A branchlet bearing tetrasporic ramuli (arrow heads). scale bar: 2mm

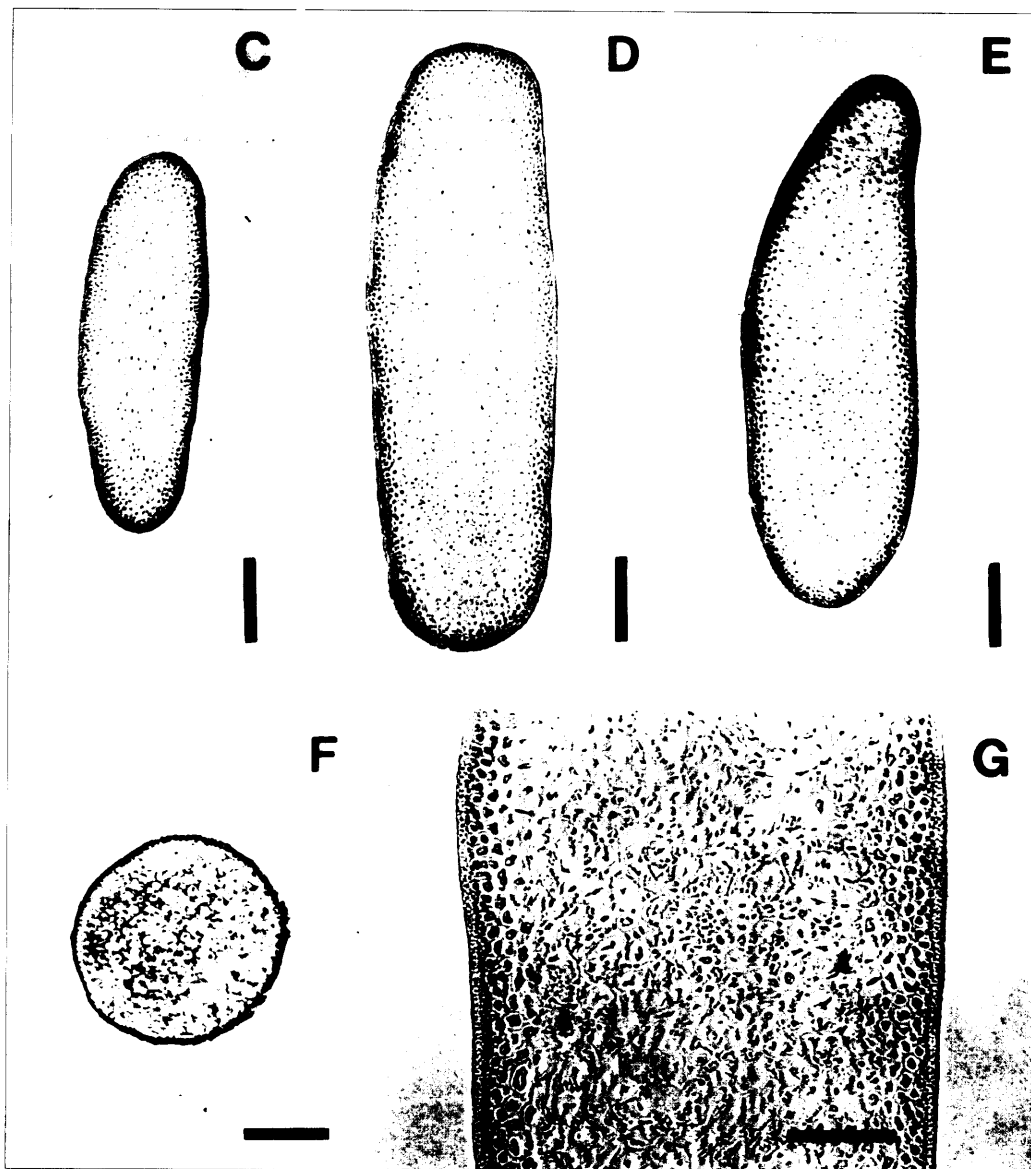


Fig. 4. *Gelidium divaricatum* Martens

C, D, E. Outline of erect filaments represented by cross section of upper, middle and lower part. scale bars: 200 μ m

F. A cross section of rhizoid. scale bars: 200 μ m

G. Internal structure of erect filaments represented by cross section of middle part (arrow heads: rhizoidal filaments). scale bar: 100 μ m

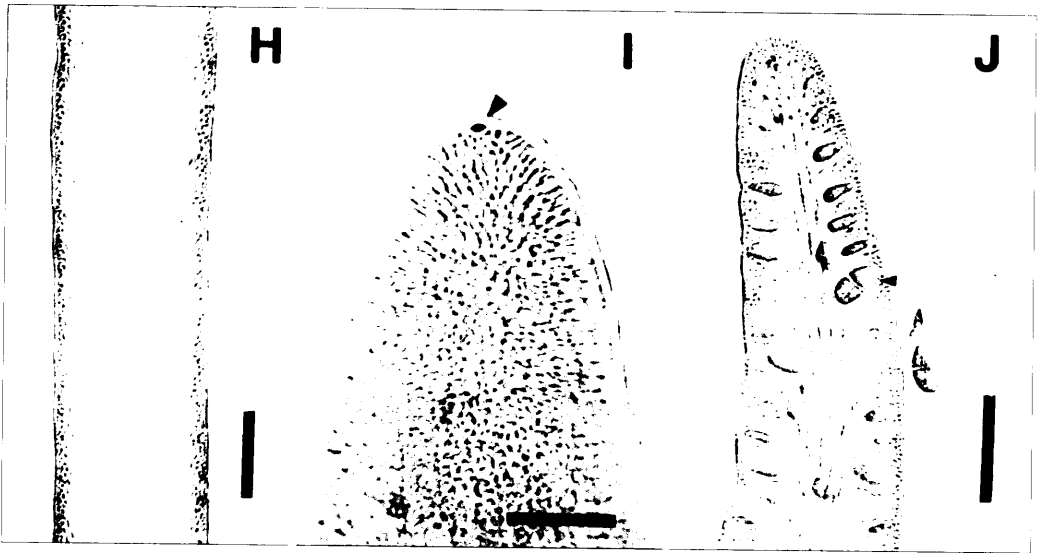


Fig. 5. *Gelidium pacificum* Okamura

H. A longitudinal section of erect filaments. scale bar: 200 μ m

I. Apical architecture of branchlet (arrow head: apical cell). scale bar: 50 μ m

J. A longitudinal section of tetrasporangium (arrow head: tetraspores).
scale bar: 100 μ m

Table 4. Diagnostic characters of *Gelidium pacificum* Okamura

Characters	Okamura(1914)	Sohn & Kang(1978) in Korean	This study
Height(cm)	15~20	30	15~20
Habitate	subtidal	-	subtidal
Branching pattern	pinnate	pinnate	subdistichous
Cortical layer	3	-	4~5
Rhizoidal filament of localization	external medullar	external medullar	external medullar
Branching ultimate branchlets	fascicle	fascicle	fascicle
Erect filament	linear, compressed	linear, compressed	linear, compressed

Gelidium pusillum (Stackhouse) Le Jolis 1863: p. 139

Basionym: *Fucus pusillus* Stackhouse, *Nereis brittanica*. p16, pl. vi, 1795.

Korean name: 실우뚝가사리

Type: BM The Natural History Museum, London

Type locality: Sidmouth, Devon, England

Reference: Abbott(1999) p. 194; Akatsuka(1986c) p. 186; Børgesen(1927) p. 83, fig. 44; Dawson(1944) p. 258; Dixon & Irvine(1977) p. 139; Lee(1988) p. 12; Lee(1994) p. 72; Lee & Kim(1995) p. 167; Okamura(1936) p. 457; Santelices(1988) p. 102; Sohn & Kang(1978) p. 31; Stewart & Norris(1981) p. 275; Yoshida(1998) p. 637; Zhang & Xia(1988) p. 111

Specimen examined: Kangjung(Gpu-강0005-1), Seongsan(Gpu-성0010-01)

조간대 상부에서 중부까지 바위 위에 포복성 가지를 내어 군락을 이뤄 생육하며, 애기우뚝가사리와 혼생하기도 한다. 식물체의 크기는 7~15mm이며, 포복성 가지에서 쐐기형, 타원형을 하는 잎 모양의 가지를 낸다(Fig. 6. A, B). 포복성 가지에서 나온 잎 모양의 가지는 대생, 호생의 형태로 분기한다. 기부는 포복성 가지에서 반구형의 부착기를 낸다(Fig. 6. B). 포복성 가지의 횡단면은 250~330 μ m 크기의 원주형 모양으로 4층의 피층을 갖으며 중심에 수층조직이 있고, 23~30 μ m 정도의 수층세포는 인접한 세포와 원형질 연락사에 의해 연결되어 있다(Fig. 6. E, H). 근양사는 수층조직 외부에 드물게 나타난다. 잎 모양의 가지는 폭 480~580 μ m, 두께 60~90 μ m 정도이며, 1층의 세포로 된 수층조직이 엽상체 중심에 위치하고 수층조직을 3층의 피층세포가 둘러싸고 있다(Fig. 6. D, F, G). 최 외곽의 피층세포는 정육면체이거나 혹은 구형으로 5 μ m 크기이며, 피층 내부로 갈수록 세포가 커진다. 수층세포는 높이 35~40 μ m, 폭 12~18 μ m 크기의 긴 원기둥 형태를 하며 인접한 세포와 원형질 연락사에 의해 연결되어 있다. 가지 말단의 정단세포는 방추형을 한다(Fig. 6. I).

사분포자낭은 잎 모양의 가지 말단에 장타원형의 포자낭을 내거나 가지 상부가 변하여 형성된다(Fig. 6. C). 내부구조는 중심에 1층의 중축세포가 있고 피층에 사분포자가 부착되어 배열되어 있다. 사분포자는 도란형, 구형으로 높이 30~43 μ m, 폭 17~30 μ m의 크기를 갖는다(Fig. 6. J).

세계적으로 널리 분포하는 종으로 한국에서는 Sohn & Kang(1978), Lee(1988)에 의해 기술되었으며, 변이가 심하여 Lee & Kim(1995)은 한국에서 종 하위 분류군으로 *G. pusillum* var. *conchicola*, var. *cyindricum*, var. *pacificum*, var. *pulvinatum*으로 세분화하여 정리하였지만 *G. crinale*와 구별은 모호하다고 밝히고 있다. 본 연구에서 관찰된 종은 잎 모양의 직립지를 갖는 형태로 Børgesen(1927)의 *G. pusillum*과 유사하게 포복지와 잎 모양의 직립지를 형성하고 반구형의 부착기 관찰되었으며, Lee(1988), Yoshida(1998)의 식물체와도 외부형태 뿐만 아니라 내부에 1층의 수층조직과 3층의 피층을 형성하는 점 등에서 일치한다(Table 5).

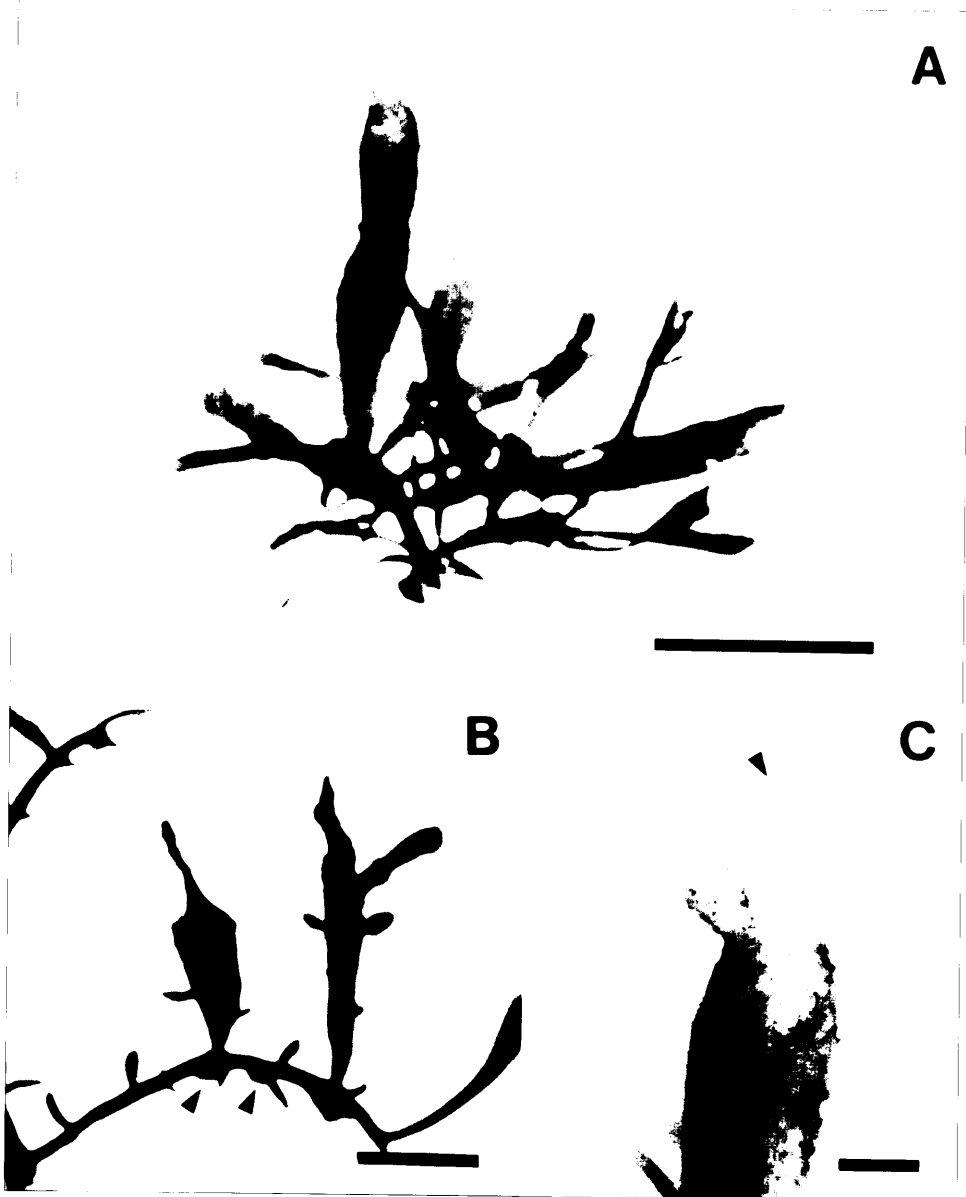


Fig. 6. *Gelidium pusillum* (Stackhouse) Le Joli's

A. A Tetrasporophyte, scale bar: 3mm

B. Prostrate filaments and foliaceous erect filaments (arrow heads: dicoid rhizoids), scale bar: 2mm

C. Upper part of foliaceous erect filaments bearing tetrasporic ramuli (arrow heads), scale bar: 500µm

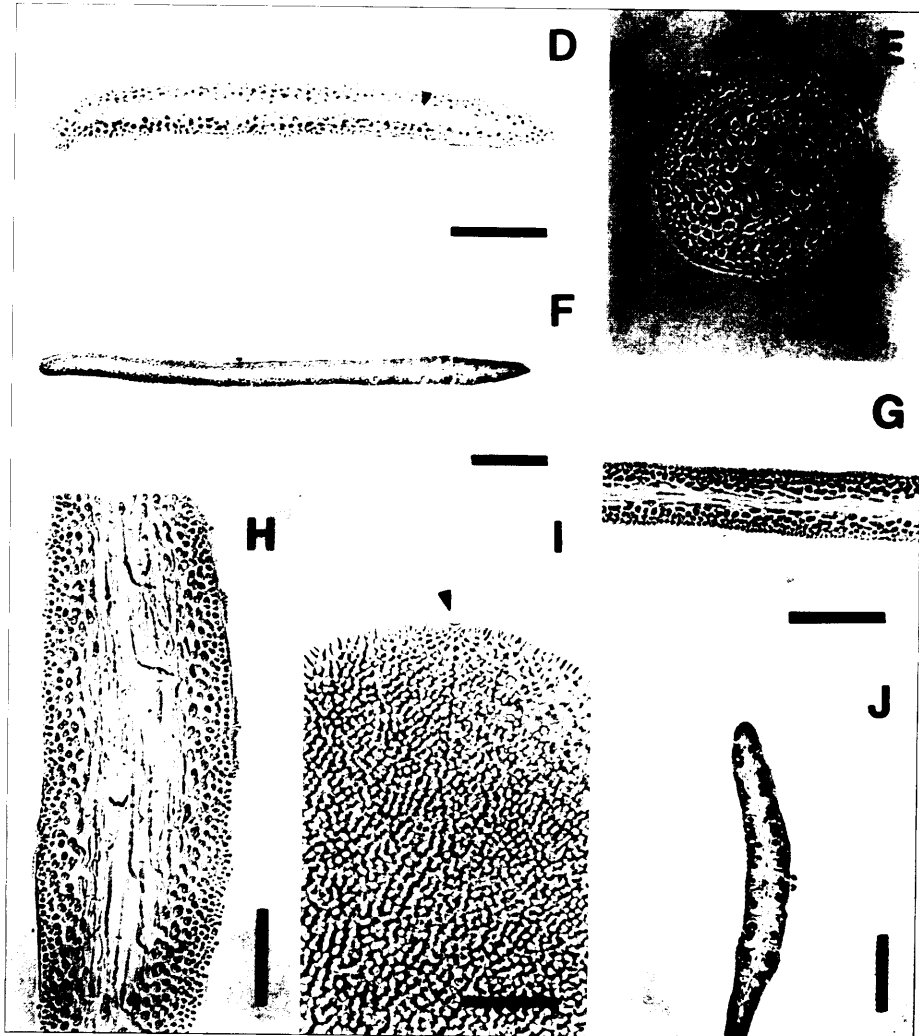


Fig. 6. *Gelidium pusillum* (Stackhouse) Le Jolis

D. An Outline of foliaceous erect filaments represented by cross section
(arrow head: medullary cells), scale bar: $100\mu\text{m}$

E. A cross section of prostrate filaments, scale bar: $100\mu\text{m}$

F, G. A longitudinal section of foliaceous erect filaments,
scale bars: F- $200\mu\text{m}$, G- $100\mu\text{m}$

H. A longitudinal section of prostrate filaments, scale bar: $100\mu\text{m}$

I. Apical architecture of foliaceous erect filaments (arrow head: apical cell),
scale bar: $50\mu\text{m}$

J. A longitudinal section of tetrasporangium, scale bar: $200\mu\text{m}$

Table 5. Diagnostic characters of *Gelidium pusillum* (Stackhouse) Le Jolis

Characters	Le Jolis(1863)	Lee(1988)	Yoshida(1999) in Japanese	This study
Height(mm)	-	6~12	12	7~15
Life type	tranophyte	-	-	tranophyte
Branch type	-	prostrate filament, erect filament	prostrate filament, erect filament	prostrate filament, erect filament
Cortical layer	-	3~4	-	3
Thickness of erect filaments(μ m)	-	80	-	60~90
Prostrate filaments	-	terete	-	terete
Medullary layer	-	1~2	-	1
Season	spring, winter	-	-	all

Gelidium sesquipedales (Turner) Thuret in Bornet and Thuret 1876, p. 61

Basionym: *Fucus corneus* var. *sesquipedalis* Clemente 1807; p. 31

Fucus sesquipedalis Turner 1808-1819; tab. 257, fig. f.

Korean name: 가시우뭇가사리

Type: Herb. Alg. Agardh 32975

Type locality: Spain

Reference: Børgesen(1927) p. 89; Dixon & Irvine(1977) p. 140; Lee(1988) p. 5, figs. 13-29; Lee & Kim(1995) p. 169; Santelices(1999a) p. 57

Specimen examined: Hansu(Gs-한9911-1, Gs-한0001-1), Haengwon(Gs-행0003-1), Seongsan(Gs-성0004-1)

조간대 중부에서 하부까지 생육하며 우뭇가사리와 혼생하기도 한다. 크기는 8~12cm로 직립지가 뚜렷하고, 호생 또는 대생을 하며 가지는 4회 차상으로 우상분기를 한다(Fig. 7. A). 중부의 가지에서 만곡되는 형태가 나타나며, 상부의 가지에서는 만곡의 정도가 심하다(Fig. 7. B). 가지의 말단은 첨두형으로 뾰족하며, 소지는 톱니모양처럼 보인다. 정단세포는 반타원형을 한다(Fig. 7. I).

가근은 섬유상 가근으로 횡단면은 원형으로 370~450 μ m 크기를 갖고 불규칙하게 분기한다(Fig. 7. E). 피층은 2~3층으로 세포벽이 비후되어 있다. 근양사는 수층조직 내에 불규칙하게 산재되어 있다. 하부는 폭 2500~5300 μ m, 두께는 430~670 μ m로 가운데 부분은 두껍고 양끝은 가늘어져 마치 날개가 있는 것처럼 보인다(Fig. 7. F). 피층은 3~4층이며, 세포는 세포벽이 비후되어 있고 최 외곽 피층세포는 정육면체형을 한다. 근양사가 수층조직 내에 밀집되어 분포하여 수층세포는 인접한 세포와 떨어져 있으며 원형질 연락사에 의해 연결되어 있다. 중부는 폭 1500~1600 μ m, 두께 350~400 μ m 정도로 횡단면은 방추형을 한다(Fig. 7. D). 피층은 3~4층으로 최 외곽세포는 구형이며 5 μ m 크기를 갖고, 수층세포는 높이 110~130 μ m, 폭 22~35 μ m 정도이다. 수층조직 외곽에 근양사가 밀집하여 분포하며 내부에도 산재되어 있다(Fig. 7. G, H). 상부는

폭 1050~1100 μ m, 두께 220~230 μ m 정도이다. 횡단면은 장타원형으로 3~4층의 피층을 가지며 근양사는 주로 수층조직 외곽에 밀집하여 분포한다(Fig. 7. C).

과포자낭은 구형이며, 상부의 소지 끝에 형성된다(Fig. 7. B). 내부는 과포자낭 중심으로 중축세포층에 의해 2개의 포실로 나뉜다. 과포자는 높이 42~55 μ m, 폭 15~23 μ m로 방망이형, 도란형을 하며 영양세포에 의해 중축세포와 연결되어 있다(Fig. 7. J).

본 종의 연구결과에서 직립지의 상부 및 중부에서 심하게 만곡되는 가지, 톱니모양으로 형성된 소지, 직립지 하부의 횡단면의 형태가 양끝이 날개 모양을 가진 긴 방추형을 하는 것, 구형의 과포자낭 등의 특징이 Lee(1988)의 연구 결과와 유사하게 나타나며, 비슷한 생육지에서 관찰되는 우뚝가사리와 구분이 된다(Table 6).

본 종은 *Gelidium subcostatum* Okamura와 뚜렷한 중락을 갖는 점, 소지 형태가 톱니모양을 하는 점 등 형태적으로 유사하다. 그러나 Kylin(1956)은 이 특징으로 *Beckerella*속을 설립하면서 *G. subcostatum*을 포함시켰고, Norris(1987)는 표면에 부지가 형성되는 특징을 주목하면서 *Beckerella*속 식물을 *Ptilophora*속에 포함시켜 *B. subcostatum*(= *G. subcostatum*)은 *P. subcostatum*으로 동종이명 처리되어 있다. 그러나 원 기재된 Okamura(1909)의 *G. subcostatum*는 *Ptilophora*속의 주요 식별형질로 사용된 표면에 부지가 형성된다는 특징이 기술되지 않았다. 그러므로 기준표본과의 비교를 통한 명확한 종의 분류학적 위치 정립된 후에 본 종과의 비교 연구가 필요하고 사료된다.

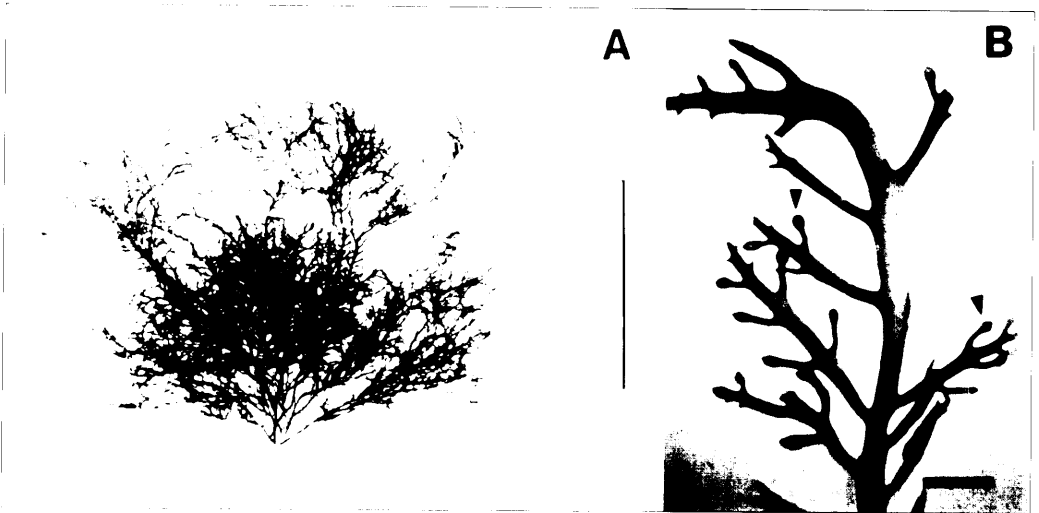


Fig. 7. *Gelidium sesquipedale* (Turner) Thuret in Bornet and Thuret

A. A Carposporophyte

B. A branchlets bearing carposporic ramuli (arrow heads). scale bar: 2mm

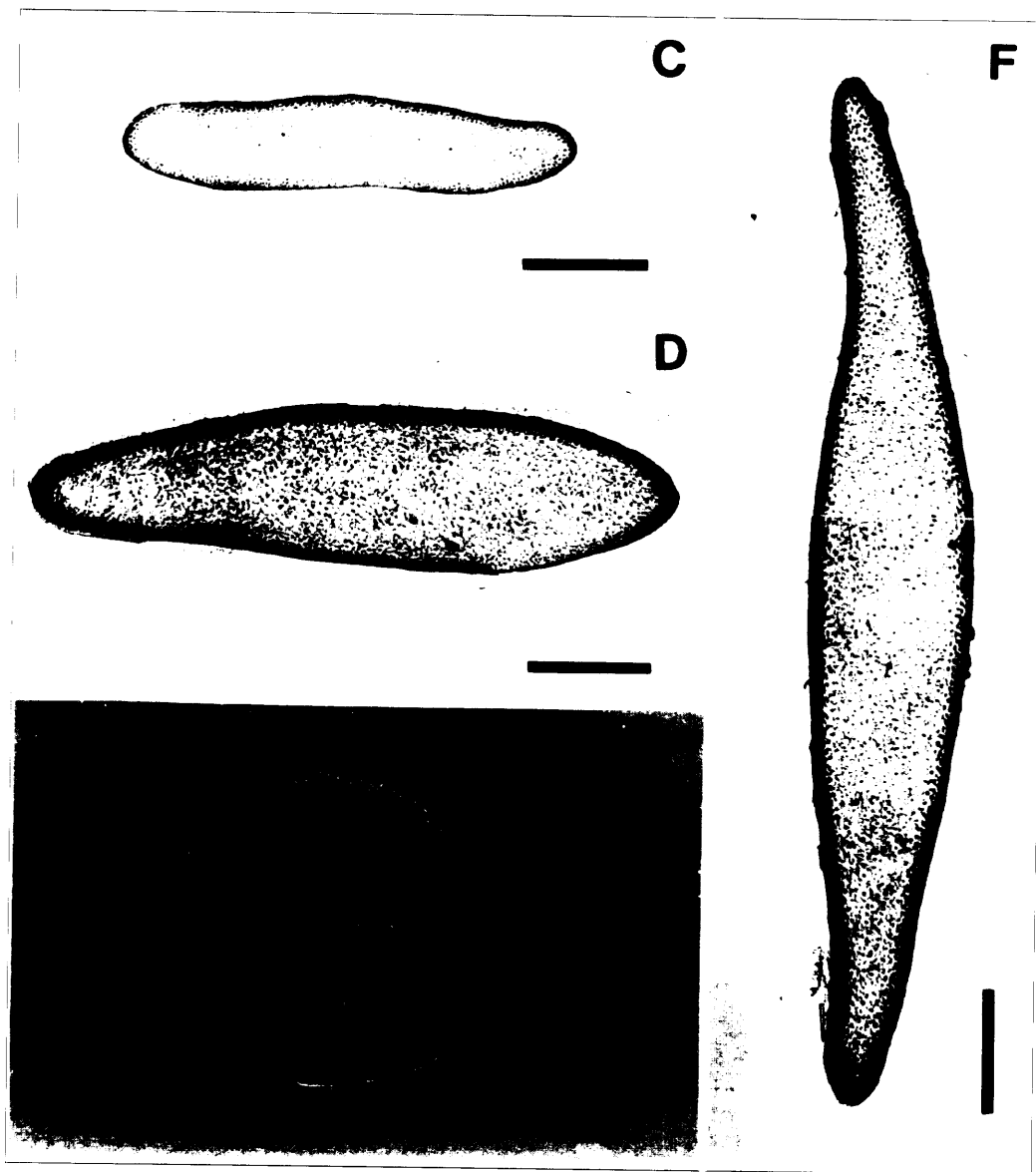


Fig. 7. *Gelidium sesquipedale* (Turner) Thuret in Bornet and Thuret

C, D, F. Outline of erect filaments represented by cross section of upper, lower and middle part. scale bars: 300 μ m

E. A cross section of rhizoid. scale bar: 100 μ m

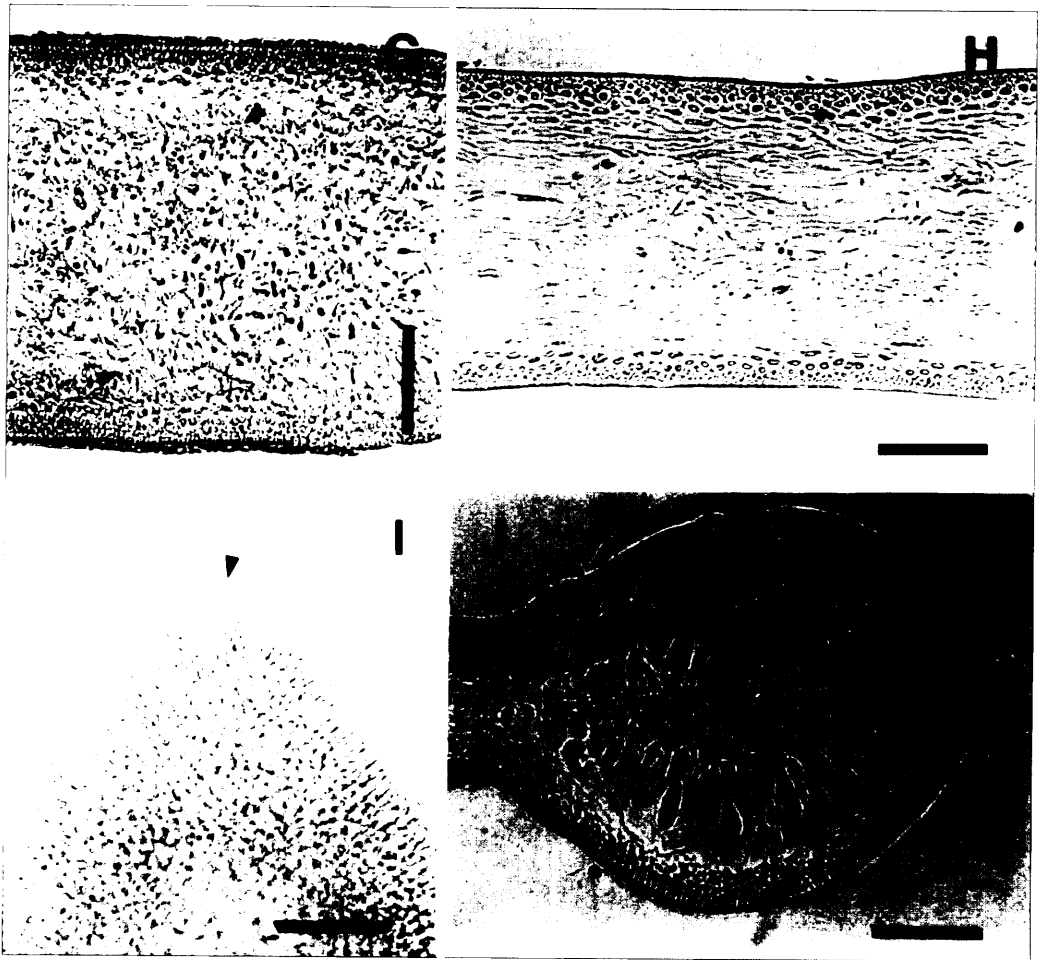


Fig. 7. *Gelidium sesquipedale* (Turner) Thuret in Bornet and Thuret

- G. Internal structure of erect filaments represented by cross section of middle part (arrow head: rhizoidal filaments), scale bar: 100 μ m
- H. A longitudinal section of erect filaments, scale bar: 100 μ m
- I. Apical architecture of branchlet (arrow head: apical cell), scale bar: 50 μ m
- J. A longitudinal section of cystocarps (c: carpospores, n: nutritive cells), scale bar: 100 μ m

Table 6. Diagnostic characters of *Gelidium sesquipedale* (Turner) Thuret in Bornet and Thuret

Characters	Lee(1988)	This study
Height(cm)	7~10	8~12
Erect filaments	depressed, double edged	depressed, double edged
Wide of middle part(μ m)	1800~2200	1500~1600
Rhizoidal filaments of localization	external medullar	external medullar
Branching pattern	distichous	distichous
Ultimate branchlets	dentate	dentate

Gelidium tenue Okamura 1934, p. 43, pl. 23, pl. 31

Korean name: 얇은우뭇가사리

Type: SAP herb. Okamura

Type locality: Enoshima(Japan)

Reference: Lee & Kim(1995) p. 170; Okamura(1936) p. 461; Sohn & Kang(1978) p. 32, pl. II, fig. 6; Yoshida(1998) p. 638, fig. 3-33F

Specimen examined: Seongsan(Gt-성9912-1~3, Gt-성0004-1)

조간대 중부의 조수 웅덩이에서 생육한다. 크기는 6~8cm 정도로 색은 짙은 적색을 띤다. 직립지가 편평하고 선형으로 뚜렷하게 구분되고, 짧은 소지가 일정한 간격으로 조밀하게 대생하며, 2~3회 우상분기를 한다. 소지의 끝은 첨두형이다(Fig. 8. A, C).

가근은 하부에서 불규칙하게 분기하여 섬유상 가근을 형성한다. 폭이 420~560 μ m, 두께가 220~380 μ m로 횡단면으로 보았을 때 타원형의 형태를 한다(Fig. 8. H). 피층은 4층을 갖고 근양사는 수층세포 외곽에 주로 밀집하여 분포한다. 하부는 폭 1000~1150 μ m, 두께 170~180 μ m로 횡단면은 방추형, 반 타원형을 하고, 근양사가 수층조직 내외에 분포하여 세포벽이 비후된 20~30 μ m크기의 수층세포를 이격시킨다(Fig. 8. G). 중부는 폭 1100~1200 μ m, 두께 200~300 μ m정도로 횡단면은 양 끝이 뾰족한 방추형의 형태를 한다(Fig. 8. F). 피층은 4층이며, 최 외곽의 피층세포는 4~6 μ m크기의 구형이다. 근양사는 수층조직 외부에 주로 밀집되어 있으며, 내부에서도 산재되어 있다(Fig. 8. I, J. K). 상부는 폭 700~850 μ m, 두께 170~200 μ m정도로 횡단면은 장 타원형이며, 근양사가 수층조직 외부에 주로 분포한다. 정단세포는 주로 가는 방추형의 세포이며, 타원형, 반구형을 하기도 한다(Fig. 8. L).

사분포자낭은 중부에서 상부까지 소지 끝에 불규칙하게 형성되며 타원형, 도란형을 한다(Fig. 8. B). 종단면은 중심에 중축세포가 길게 연결되고 사분포자는 피층에 연결된다. 사분포자는 도란형으로 높이 45~70 μ m, 폭 30~40 μ m정도의 크기를 한다(Fig. 8.

M).

과포자낭은 소지의 끝에 형성되며 폭이 넓은 방추형을 한다(Fig. 8. D). 과포자낭은 2실을 갖으며, 과포자는 과포자낭 중심에 중축세포층의 양면에 부착되어 형성되며 방망이형으로 높이 60~80 μ m, 폭 15~23 μ m의 크기를 한다(Fig. 8. N).

본 종은 한국에서는 Sohn & Kang(1978)에 의해 구룡포에서 처음 보고 되었다. Okamura(1934)는 종이 15~20cm크기로 본 연구에서 8cm이하의 크기를 하여 차이를 보이나 짧은 소지가 직립지에 대생으로 형성하는 형태나 직립사의 두께, 근양사가 수층조직 외부에 분포하는 점 등에서 동일하게 나타난다. Lee & kim(1995)는 막우뭇가사리(*G. vagum*)와는 짧은 침두형의 가지를 가짐으로서 구별되지만 우뭇가사리와 차이가 모호해 동종으로 인지하였다. 그러나 본 연구에서 관찰된 종은 주로 대생하며 조밀하게 배열된 침두형의 짧은 가지를 뚜렷하게 가져 우뭇가사리와 구별이 용이하다 (Table 7).

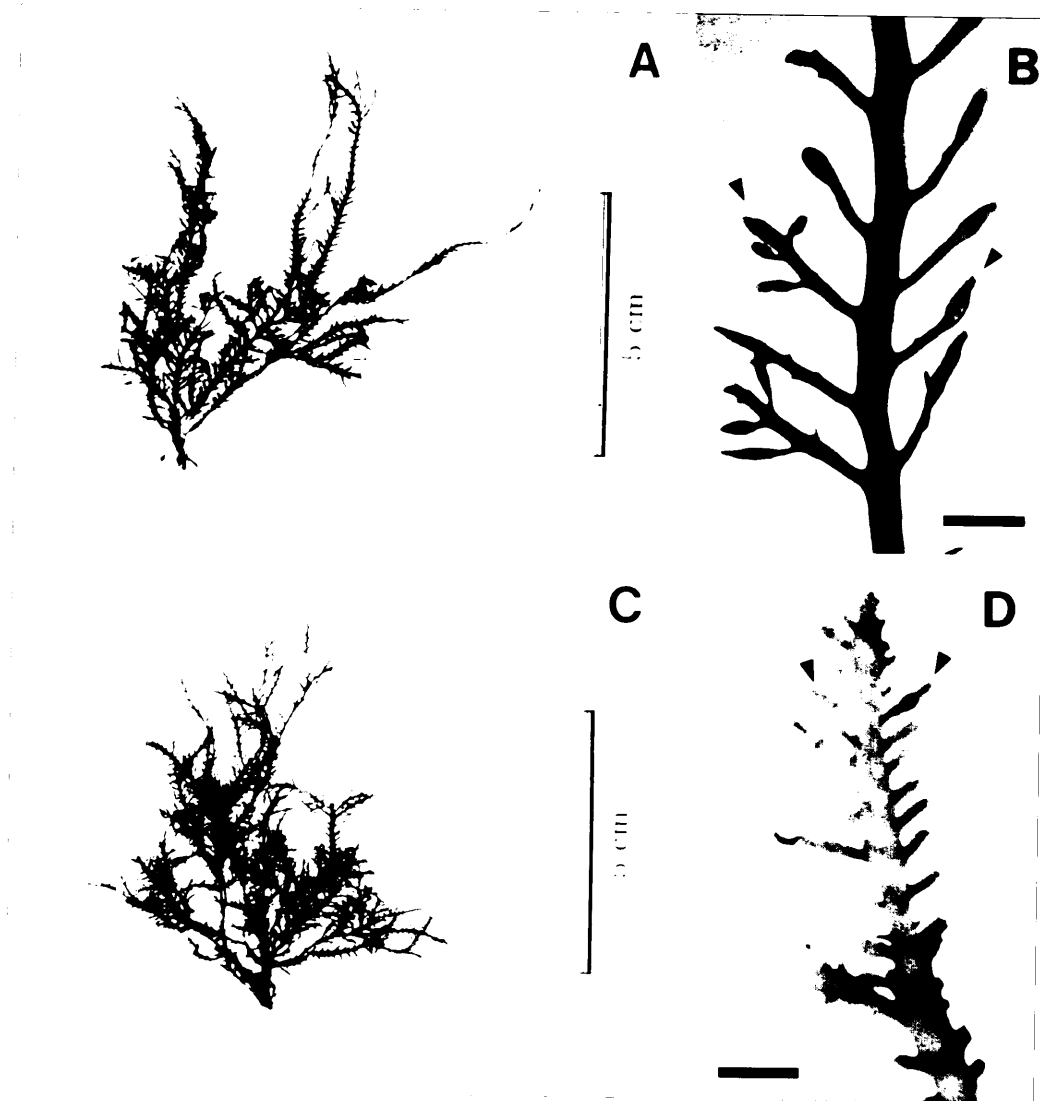


Fig. 8. *Gelidium tenue* Okamura

A. A tetrasporophyte.

B. A branchlet bearing tetrasporic ramuli (arrow heads). scale bar: 2mm

C. A carposporophyte.

D. A branchlet bearing carposporic ramuli (arrow heads). scale bar: 2mm

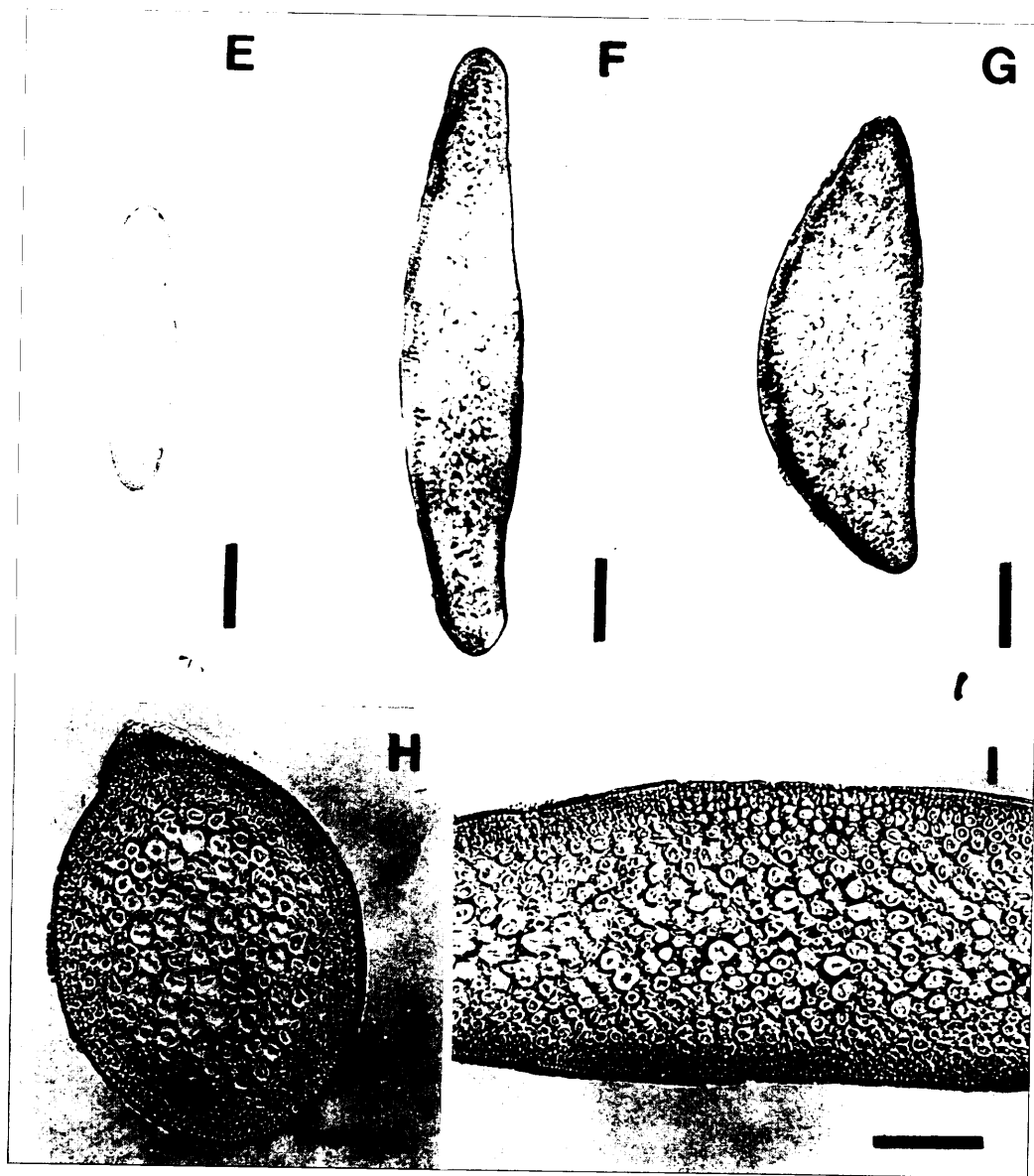


Fig. 8. *Gelidium tenue* Okamura

E, F, G. Outline of erect filaments represented by cross section
of upper, middle and lower part, scale bars: 200 μ m

H. A cross section of rhizoid, scale bar: 100 μ m.

I. Internal structure of erect filaments represented by cross section of
middle part, scale bar: 100 μ m

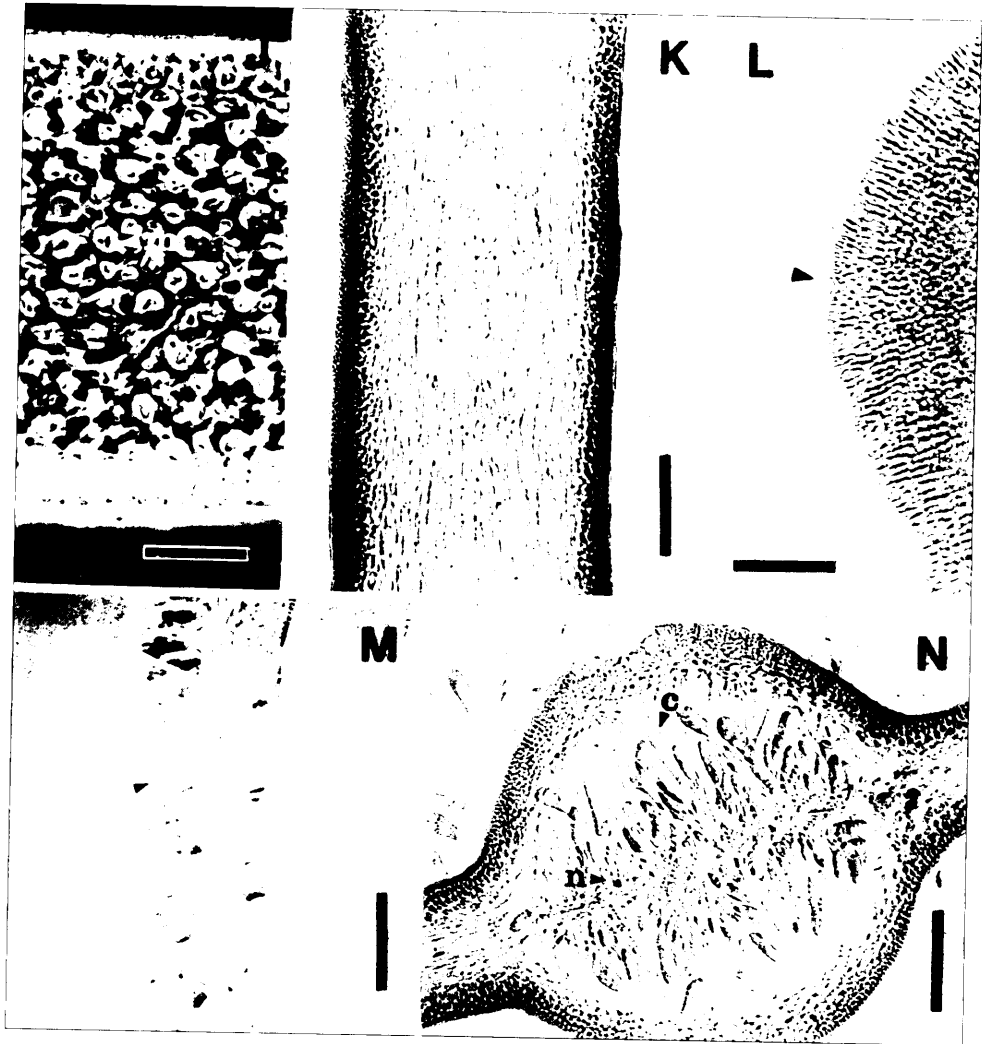


Fig. 8. *Gelidium tenue* Okamura

J. Internal structure of erect filaments represented by cross section of middle part(r: rhizoidal filaments, m: medullary cells), scale bar: 50 μ m

K. A longitudinal section of erect filaments, scale bar: 100 μ m

L. Apical architecture of branchlet (arrow head: apical cell), scale bar: 50 μ m

M. A longitudinal section of tetrasporangium (arrow head: tetraspores), scale bar: 100 μ m

N. A longitudinal section of cystocarps (c: carpospores, n: nutritive cells), scale bar: 100 μ m

Table 7. Diagnostic characters of *Gelidium tenue* Okamura

Characters	Okamura(1934)	Sohn & Kang(1978) in Korean	This study
Height(cm)	15~20	15~20	6~8
Erect filaments	linear	linear	linear
Type of ultimate branchlets	alternate, opposite	opposite, alternate	mainly opposite, alternate
Apical architecture	acute	acute	acute
Thickness of erect filaments(μ m)	200~380	200~380	200~300
Rhizoidal filaments of localization	external medullar	external medullar	external medullar

Gelidium vagum Okamura 1933: p. 21

Korean name: 막우뭇가사리

Type: SAP herb. Okamura

Type locality: Onahama(Japan)

Reference: Akatsuka(1986c) p. 185; Lee & Kim(1995) p. 170, fig. 13; Okamura(1936) p. 463; Renfrew *et al.*(1989) p. 3304, fig. 23-33; Santelices(1988) p. 103; Sohn & Kang(1978) p. 32, pl. II. fig. 5, pl. IV. fig. 2; Yoshida(1998) p. 638, fig. 3-40A; Zhang & Xia(1988) p. 111

Specimen examined: Seopseom(Gv-섭0006-1~3)

본 종은 조하대 수심 12m정도의 바위 위에 생육한다. 크기는 6~7cm이며, 열은 붉은색을 띤다. 직립지가 뚜렷히 구분되며, 가지는 대생, 호생으로 우상분기를 한다. 상부의 가지는 점차적으로 가늘어지고, 직립지 하부나 중부에 피침형의 5mm이하의 소지가 불규칙하게 형성된다(Fig. 9. A, C).

가근은 섬유상 가근으로 130~200 μ m의 지름을 갖으며, 횡단면은 원형이다(Fig. 9. H). 수층세포는 비후되었으며 근양사는 수층조직 외곽에 분포한다. 하부는 폭 1600~1950 μ m, 두께 320~450 μ m로 횡단면은 방추형을 한다(Fig. 9. G). 3층의 피층을 갖고 최외곽 피층세포는 구형, 정육면체의 형태로 5 μ m크기를 한다. 수층조직 내외에 근양사가 분포하며, 수층세포는 폭이 35~68 μ m이고 인접한 세포와 원형질 연락사에 의해 연결된다(Fig. 9. K). 중부는 폭 1220~1450 μ m, 두께 210~250 μ m로 횡단면은 긴 방추형을 한다(Fig. 9. F). 근양사는 수층조직 외곽에 주로 분포하나 수층조직 내부에도 산재되어 나타난다. 수층세포는 폭이 25~35 μ m로 긴 원통형으로 원형질 연락사에 의해 인접한 세포와 연결되어 있다(Fig. 9. I, M). 상부는 폭 260~350 μ m, 두께 150~170 μ m로 횡단면은 원주형을 한다(Fig. 9. E). 근양사는 수층조직 외곽에 밀집하여 분포한다. 정단세포는 원뿔 형태로 돌출되어 있다(Fig. 9. J).

사분포자낭은 상부의 가지에서 형성된 소지의 끝에 타원형으로 형성한다(Fig. 9.

B). 종단면을 보면 중심에 증축세포가 있고, 양 쪽의 피층에 사분포자가 배열되어 있다. 사분포자는 도란형의 형태로 높이 47~60 μm , 폭 25~43 μm 정도의 크기이다(Fig. 9. N).

과포자낭은 상부의 소지 말단에 방추형으로 형성된다(Fig. 9. D). 종단면을 보면 포자낭 중심으로 길게 1층의 증축세포가 2실을 나누고 세포층 양면에 영양세포와 과포자가 형성된다. 과포자는 도란형, 방망이 모양으로 높이 60~80 μm , 폭 20~25 μm 정도의 크기이다(Fig. 9. L).

본 종은 한국에서는 황해, 한국남부에 분포하며(Kang, 1966; Sohn & Kang, 1978), 제주도에서 Lee(1988)에 의해 보고되었다. 일본에서는 Okamura(1933)는 일부 식물체의 내부 구조에서는 *Pterocladia*속의 식물처럼 근양사 분포가 주로 수층세포 사이에서 밀집되어 있다고 기술하였다. Lee(1988)의 연구결과에서도 직립지의 중부와 하부에 근양사의 분포가 유사하게 나타났다. 그러나 본 결과에서는 중부에서는 드물게 수층 내부에 산재되어 있으나 하부에서는 근양사가 수층내에 밀집되어 나타내고 있어 근양사의 분포는 한 개체의 직립지 상, 중, 하부에서 다른 차이를 나타내 식별형질로 가치가 적다고 판단된다. 본 연구에서는 종의 중요한 식별형질로서 정단세포의 형태에 있어 다른 우뭇가사리속 식물과는 달리 원뿔모양으로 돌출되어 있는 특징을 갖는다(Table 8).

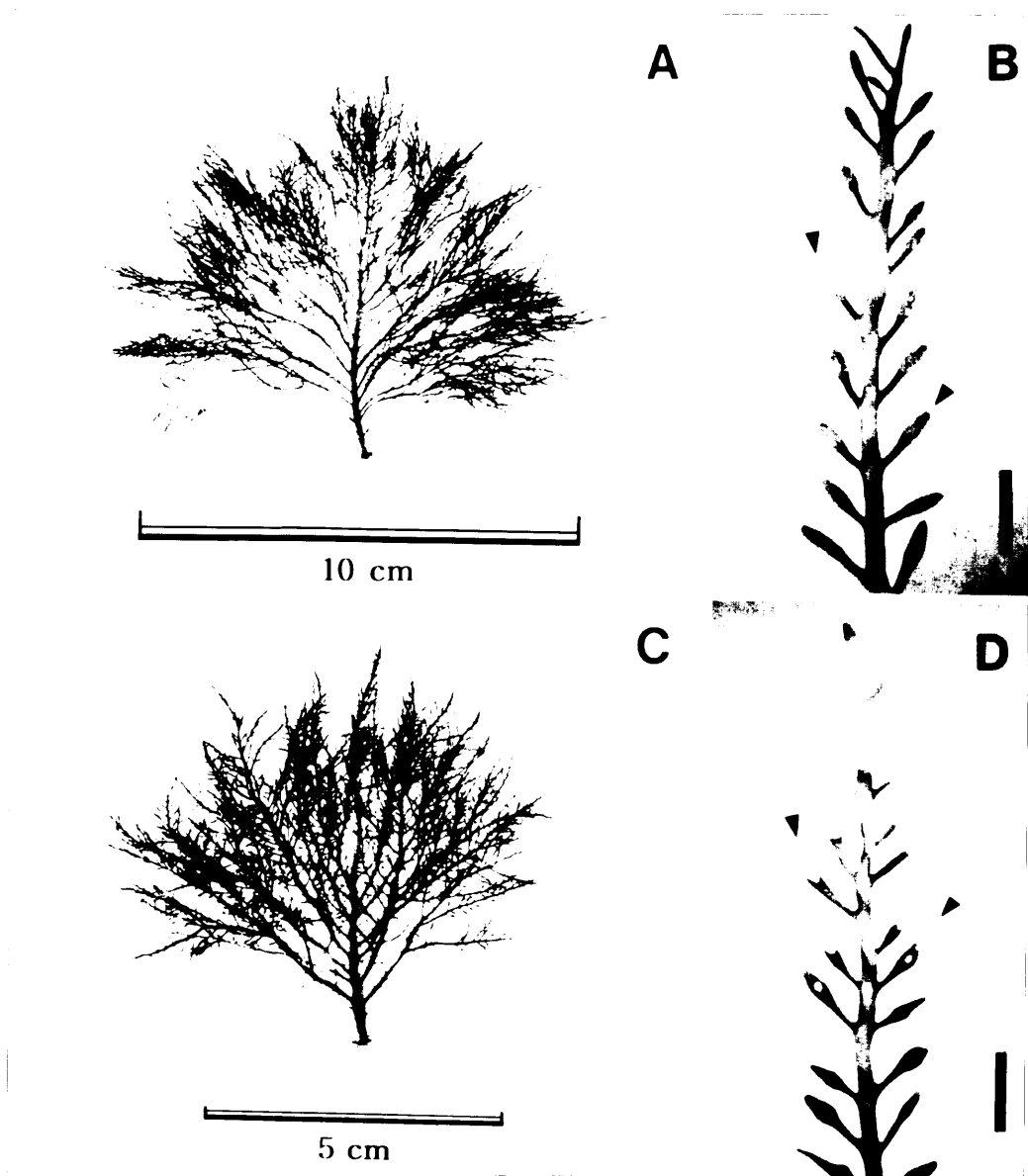


Fig. 9. *Gelidium vagum* Okamura

A. A tetrasporophyte.

B. A branchlet bearing tetrasporic ramuli (arrow heads), scale bar: 2mm

C. A carposporophyte.

D. A branchlet bearing carposporic ramuli (arrow heads), scale bar: 2mm

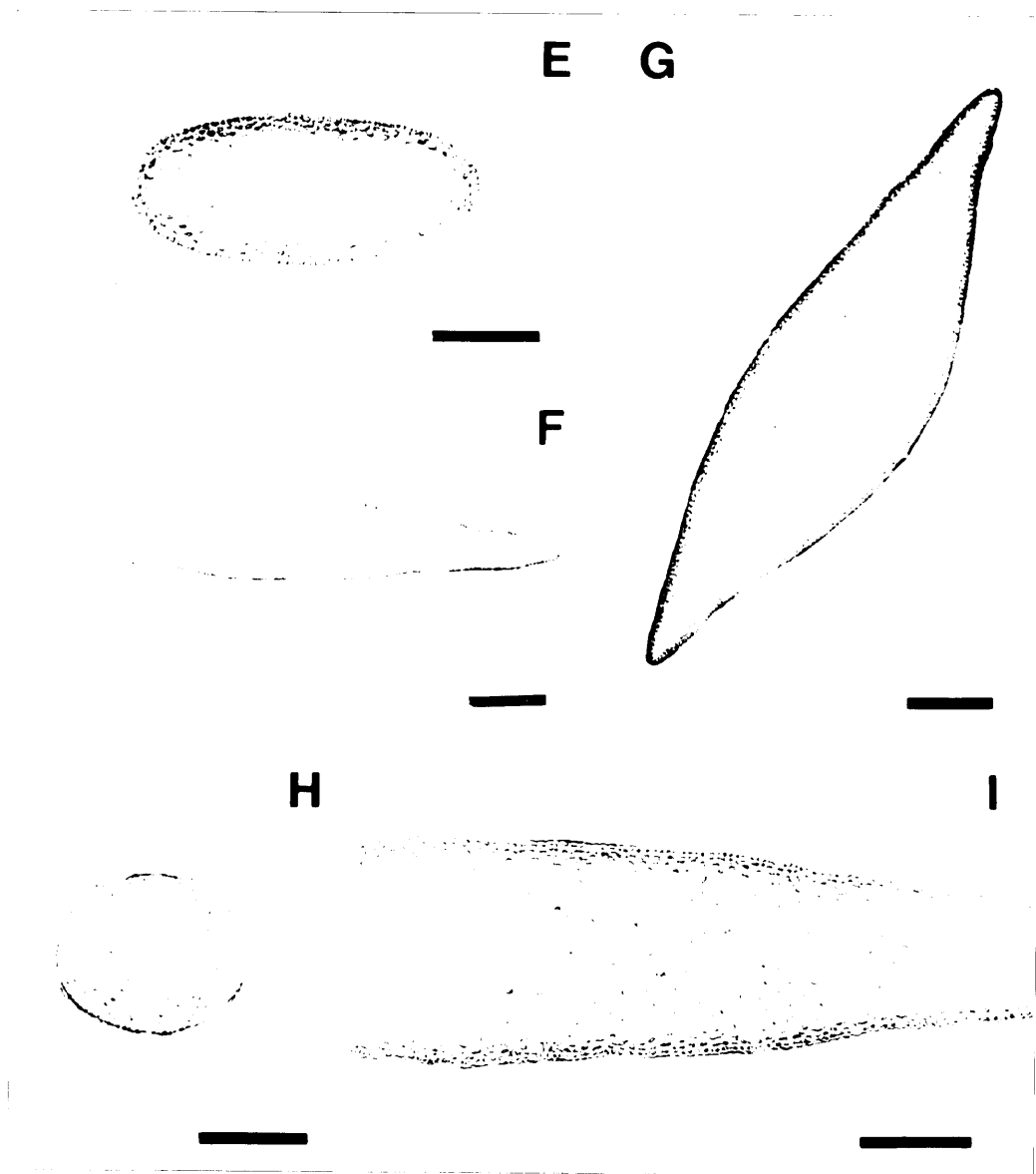


Fig. 9. *Gelidium vagum* Okamura

E, F, G. Outline of erect filaments represented by cross section of upper, middle and lower part, scale bars: E - 100 μ m, F, G - 200 μ m

H. A cross section of rhizoid, scale bar: 100 μ m

I. Internal structure of erect filaments represented by cross section of middle part, scale bar: 100 μ m

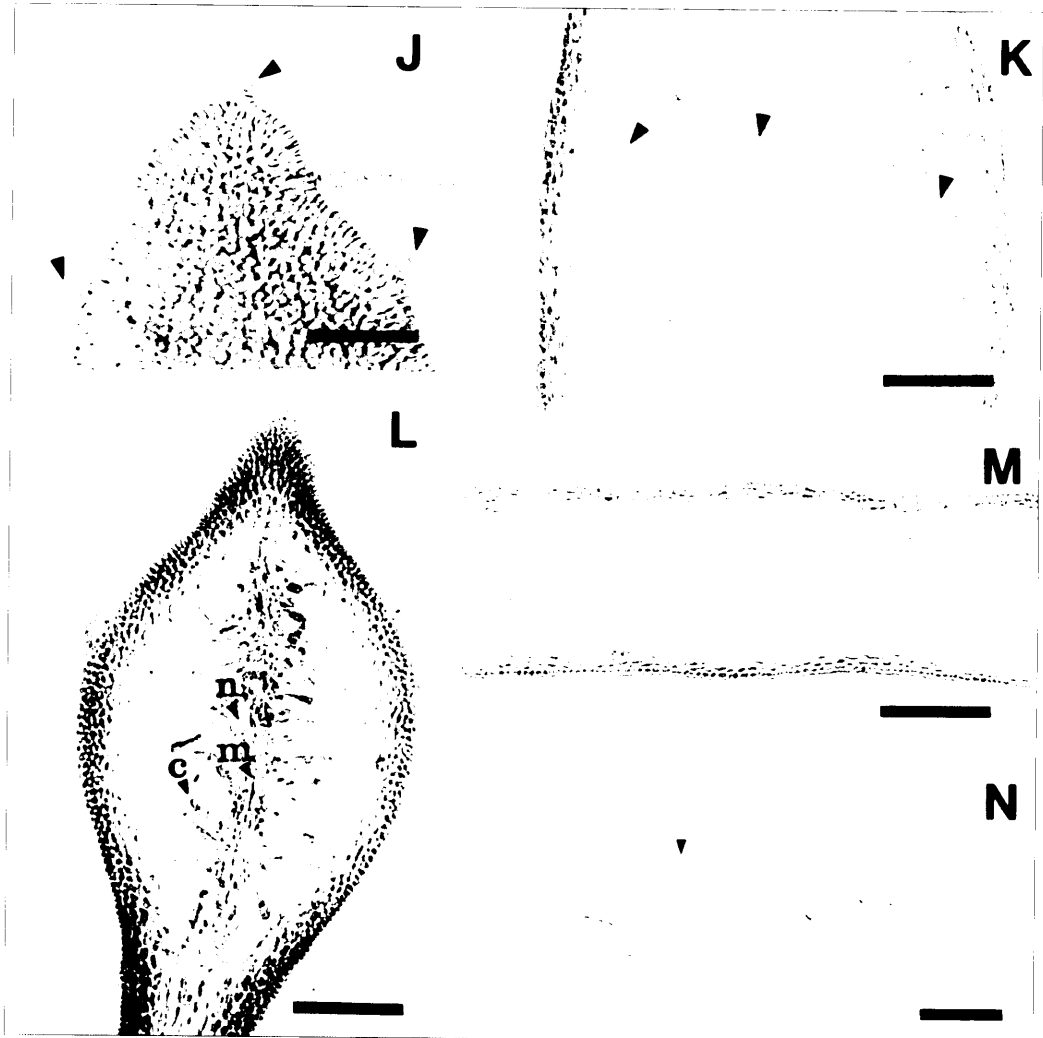


Fig. 9. *Gelidium vagum* Okamura

- J. Apical architecture of branchlet (arrow head: apical cell), scale bar: 50 μ m
- K. Internal structure of erect filaments represented by cross section of lower part, scale bar: 100 μ m
- L. A longitudinal section of cystocarps (c: carpospores, n: nutritive cells, m: medullary cells), scale bar: 100 μ m
- M. A longitudinal section of erect filaments, scale bar: 100 μ m
- N. A longitudinal section of tetrasporangium (arrow head: tetraspores), scale bar: 200 μ m

Table 8. Diagnostic characters of *Gelidium vagum* Okamura

Characters	Okamura(1933)	Sohn & Kang(1978) in Korean	Lee(1988)	This study
Height(cm)	5~10	5~6	7~8	6~7
Erect filaments	ancipito-compressed	depressed	slightly depressed	depressed
Branching pattern	pinnate	pinnate	distichoalternate	pinnate
Upper part of branches	gradually & abruptly tapering	fibrous	strongly tapering	gradually tapering
Thickness of erect filaments(μ m)	230~350	230~350	350~400	210~450
Rhizoidal filaments of localization	internal medullar	-	internal medullar	internal medullar
Habitate	middle/ low tidal	tidal	-	subtidal (20m)
Cortical layer	-	-	3~4	3
Apical architecture	-	-	-	papillate

3) Genus *Pterocladia* Santelices et Hommersand 1997: p. 117

Korean name : 빗우무속(신칭)

Type species : *P. capillacea* (Gmelin) Santelices et Hommersand

*Pterocladia*속은 연골질의 직립지에 우상으로 소지가 분기하며, 때론 일부 가지가 말려 덩불모양으로 보인다. 몸이 편압되어 있고, 정단부는 요두형 또는 둔두형을 하며 섬유상 가근을 형성한다. 과포자낭은 소지 말단에 반타원형으로 형성되며 한 면의 중심에서 부풀어 불룩한 형태를 하고 과포자낭 끝은 뭉둑하다. 과포자낭 내부에 영양세포와 과포자를 형성하고 불완전한 2실을 형성한다. 사분포자낭은 타원형의 형태로 상부 소지에 형성되고 끝이 뭉둑하다.

Santelices & Hommersand(1997)은 '조과기(carpogonia)는 엽상체 양 표면을 따라 형성되며, 영양세포(nutritive filament)가 감겨 자라고 중축(central axis) 주변에 가상의 고형원통(solid cylinder)을 형성한다. 그리고 조포사(gonimoblast)는 일반적으로 낭과 층(cystocarps floor)의 한 면에 부착되고 과포자낭(carposporangia)의 사슬은 나머지 3면에 남게된다'는 특징으로 단지 한 면에서만 과포자(carpospore)를 형성하는 *Pterocladia*속과 구분하여 *Pterocladia*속을 설립하고, *P. capillacea*, *P. caerulescens*, *P. melanoidea*, *P. minima*를 이 속에 포함시켰다. 또한 Santelices(1998, 1999)는 *Pterocladia*속의 종들을 재검토하면서 *Pterocladia*속 식물 7종을 보고하였다. 이후에 Yoshida(1998)는 일본산 해조류를 정리하면서 일본에서 보고된 *Pterocladia*속의 종들을 모두 *Pterocladia capillacea*으로 동종이명 처리하였고, Abbott(1999)는 Hawaiian Island의 홍조류를 정리하면서 Santelices & Hommersand(1997)의 분류체계를 따랐다. 최근에는 Shimada *et al.*(2000)에 의해 *Pterocladia capillacea*에 포함되었던 *Pterocladia tenuis* Okamura, *P. densa* Okamura, *P. nana* Okamura를 염기서열분석 연구를 통하여, *Pterocladia tenuis*와 *Pterocladia nana*로 구분하고 *Pterocladia densa*는 *Pterocladia tenuis*의 동종이명이라고 하고 있다.

한국 연안에서는 처음 Cotton(1906)이 *Pterocladia capillacea* Bornet을 보고하였고,

Okamura(1915)가 주문진에서 *Pterocladia capillacea*를 보고하였다. Kang(1960)은 제주도의 여름 해조상을 연구하면서 *Pterocladia tenuis* Okamura, *Pterocladia densa* Okamura를 추가하였다. Sohn & Kang(1978)은 ‘한국산 우뚝가사리과의 분류’를 하면서 동해안과 남해안에서 *Pterocladia tenuis* Okamura, 거문도와 속초에서 *Pterocladia densa* Okamura와 남해안에서 *Pterocladia robusta* Taylor를 보고 하였다. Lee & Kang(1986)은 ‘한국산 해조류의 목록’에서 *Pterocladia tenuis* Okamura를 *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet et Thuret의 동종이명으로 기록했다. Lee & Kim(1995)은 한국산 우뚝가사리목을 정리하면서 *Pterocladia densa* Okamura를 *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet et Thuret와 구별된 지금까지 특징으로 구분할 수 없다고 하면서 동종이명으로 정리하였다.

제주도산 빗우무속(*Pteroclatiella*)의 검색표

- 1. 사분포자낭은 신장형으로 소지 말단에만 형성되고, 사분포자낭의 중축세포는 3~4층이며, 사분포자는 45 μ m이상이다. *P. jejuensis*
- 1. 사분포자낭은 타원형으로 소지 전체에 형성되고, 사분포자낭의 중축세포는 1층이며, 사분포자는 35 μ m이하이다. *P. capillacea*

Pterocladia capillacea (Gmelin) Santelices et Hommersand 1997: p. 118. f. 1b, 2b, 3b.

Basionym: *Fucus capillaceus* Gmelin 1768: p. 146. pl. 15, f. 1.

Pterocladia capillacea (Gmelin) Bornet in Bornet et Thuret 1876: p. 57

Korean name: 빗우무(신칭)

Type: lost(see Womersley, 1994)

Type locality: ?

Reference: Abbott(1999) p. 199; Børgesen(1927) p. 93; Lee & Kim(1995) p. 170; Santelices(1999a) p. 73; Santelices & Stewart(1985) p. 25; Stewart & Norris(1981) p. 279; Yoshida(1998) p. 640; Womersley(1994) p. 139; Xia & Yongqian(1999) p. 81; Zhang & Xia(1988) p. 133

Specimen examined: Seongsan(Pc-성0007-1~2), Hansu(Pc-한0001-1)

조간대 중부에서 하부의 암반 위에 군락을 이뤄 생육한다. 성체는 6~13cm 정도의 크기로 직립지는 뚜렷하고, 가지는 대생, 호생을 하며 3차 우상분기를 한다(Fig. 10. A, C). 때론 가지가 말려 덩불모양으로 보이기도 한다. 가지끝은 요두형이며, 정단세포는 중심이 함몰된 부분 중앙에 부채꼴의 뿔모양을 한다(Fig. 10. D, L).

가근은 하부 끝에서 섬유상 가근을 형성한다(Fig. 10. H). 폭은 520~550 μ m, 두께 250~280 μ m로 횡단면은 타원형이다. 피층은 3층이며 최 외곽의 피층세포는 장타원형을 하며 내부에는 수층세포(12~25 μ m)가 조밀하게 모여 있으며, 근양사는 수층조직 내에서 밀집된다. 하부는 폭 1300~1550 μ m, 두께 250~350 μ m로 횡단면은 방추형을 한다(Fig. 10. G). 내부는 근양사와 수층세포(12~20 μ m)가 불규칙하게 혼합되어 배열되어 있다. 중부는 폭 1000~1150 μ m, 두께 350~400 μ m로 횡단면은 장 타원형을 한다(Fig. 10. F). 피층은 3층이며, 최 외곽의 피층세포는 높이 7~10 μ m, 폭 3~5 μ m으로 장 타원형의 세포로 종단면을 보면 한 방향으로 비스듬게 배열되어 있다(Fig. 10. K). 근양사는 수층조직 내외에 밀집하여 분포하며 인접한 수층세포(17~23 μ m) 사이를 이격시킨

다(Fig. 10. I, J). 상부는 폭 1100~1300 μ m, 두께 170~250 μ m로 횡단면은 장 타원형이며, 근양사는 수층조직 내에 밀집되어 있다(Fig. 10. E).

사분포자낭은 상부의 소지에 형성되며, 끝이 요두형인 타원형 모양을 한다(Fig. 10. B). 내부는 중심에 1층의 중축세포가 있으며, 사분포자는 피층에 부착되어 배열되어 있다. 사분포자는 타원형으로 높이 32~33 μ m, 폭 22~25 μ m 정도의 크기를 갖는다(Fig. 10. M).

과포자낭은 상부의 소지에 반타원형으로 형성된다(Fig. 10. D). 불완전한 2실을 갖으며 중축세포의 한 측면에서만 과포자를 형성하며 반대면은 영양세포가 존재하고 피층과 간격을 두고 떨어져 있다(Fig. 10. N). 과포자는 방망이형으로 높이 25~38 μ m, 폭은 15~23 μ m이다(Fig. 10. O).

제주도 전 지역에서 흔하게 분포하고 있는 종으로 간혹 우뭇가사리(*Gelidium amansii*)와 혼생하여 나타나거나 조간대 상부의 조수웅덩이, 그늘진 곳에서 생육한다. 가지가 우상으로 분기하지만 때론 말려서 덩불을 이룬 것처럼 보이며, 규조류들이 식물체에 착생하여 생활하기도 한다. Yoshida(1998)가 기술한 종보다는 본 종이 직립지의 두께가 큰 편이나 식물체가 편압되고 가지가 우상분지를 하며 내부에 근양사가 수층내에 존재하는 것과 정단부가 둔두형을 한다는 점 등에서 유사하다(Table 9).

본 연구결과 과포자낭에서 영양세포가 중축세포 전면에 나타나며, 과포자가 중축세포 3면에서 형성되는 것 등 Santelices & Hommersand(1997)가 *Pterocliadiella*속의 중요식별형질로 인정한 특징이 나타나 제주도에서 생육하는 *Pterocladia capillacea*는 *Pterocliadiella*속으로 개명됨이 타당하다고 보여진다(Fig. 10. O).

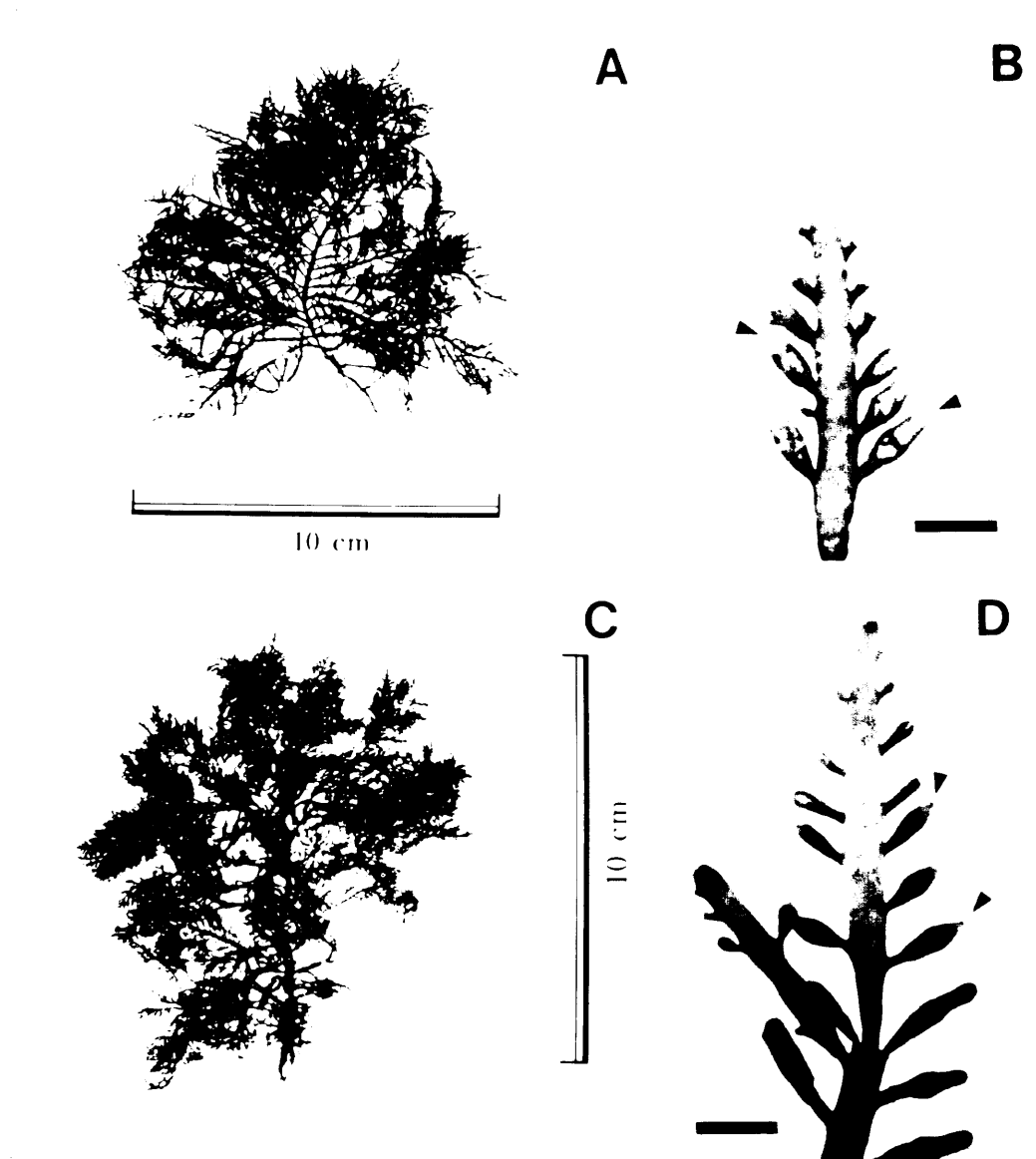


Fig. 10. *Pterocladiella capillacea* (Gmelin) Santalices et Hommersand

A. A tetrasporophyte.

B. A branchlet bearing tetrasporic ramuli (arrow heads), scale bar: 2mm

C. A carposporophyte.

D. A branchlet bearing carposporic ramuli (arrow heads), scale bar: 2mm

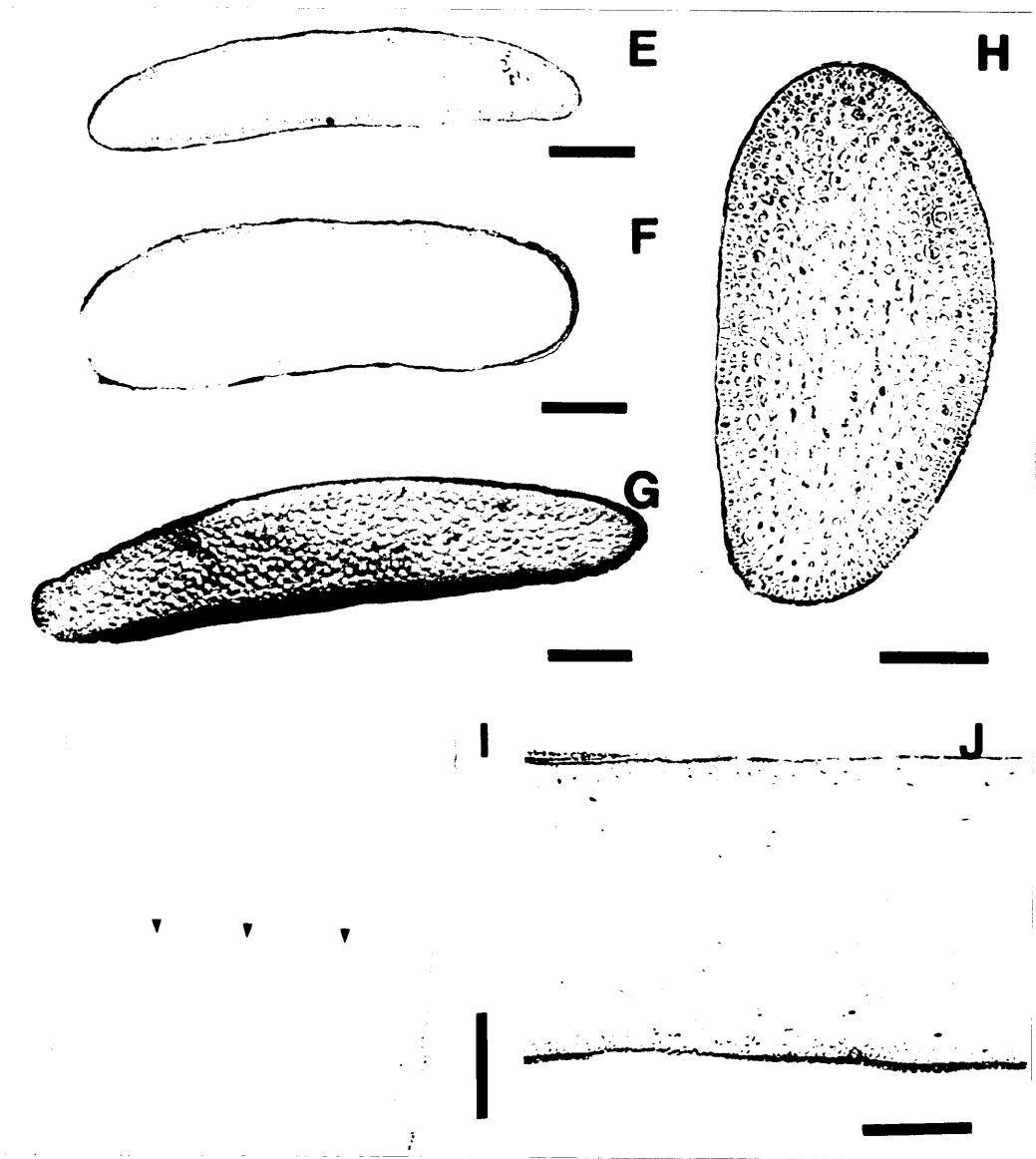


Fig. 10. *Pterocladiella capillacea* (Gmelin) Santelices et Hommersand
 E, F, G. Outline of erect filaments represented by cross section of upper,
 middle and lower part, scale bars: 200 μ m
 H. A cross section of rhizoid, scale bar: 100 μ m
 I. Internal structure of erect filaments represented by cross section of middle
 part (arrow heads: rhizoidal filaments), scale bar: 100 μ m
 J. A longitudinal section of erect filaments, scale bar: 100 μ m

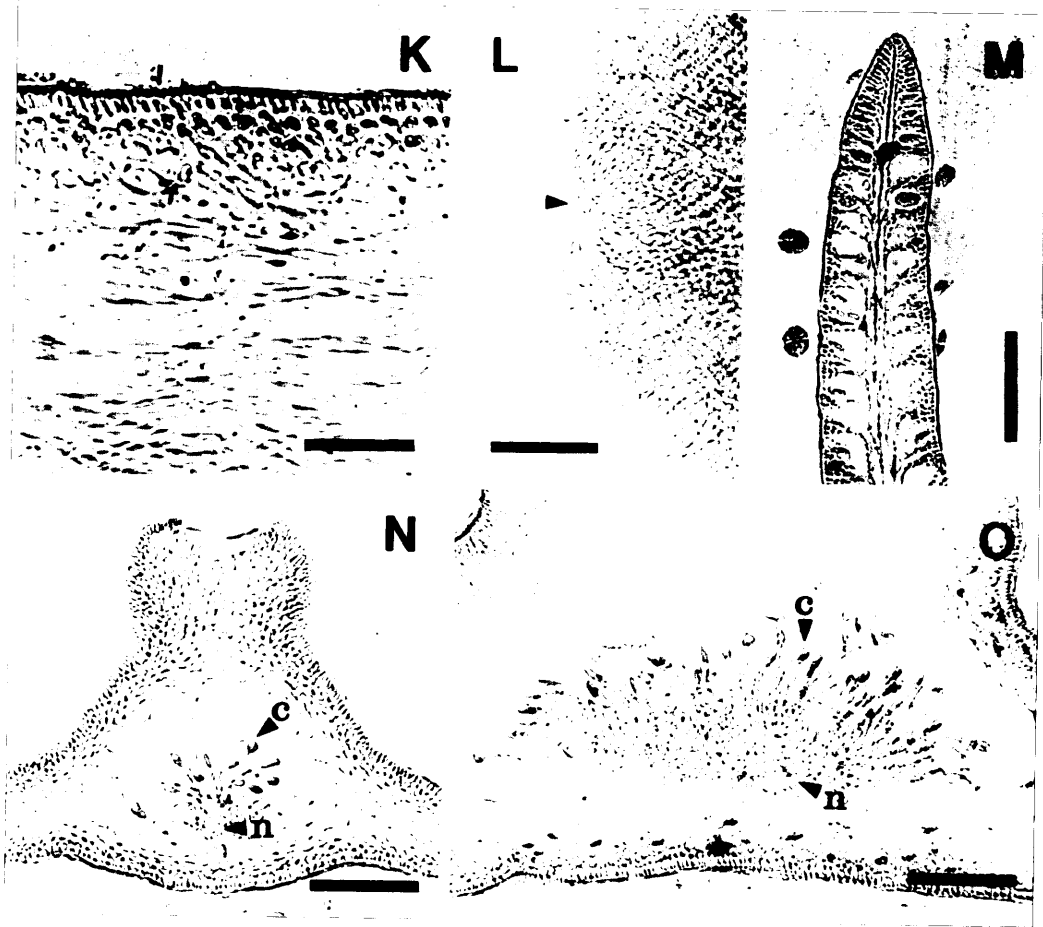


Fig. 10. *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Santelices et Hommersand

K. A longitudinal section of erect filaments, scale bar: 50 μ m

L. Apical architecture of branchlet (arrow head: apical cell), scale bar: 50 μ m

M. A longitudinal section of tetrasporangium, scale bar: 100 μ m

N. A cross section of cystocarps (c: carpospores, n: nutritive), scale bar: 100 μ m

O. A longitudinal section of cystocarps (c: carpospores, n: nutritive), scale bar: 100 μ m

Table 9. Diagnostic characters of *Pterocladiaella capillacea* Santelices et Hommersand

Characters	Yoshida(1999) in Japanese	This study
Height(cm)	10~20	6~13
Erect filaments	compressed	compressed
Apical architecture	obtuse	obtuse, emarginate
Rhizoidal filaments of localization	internal medullar	internal medullar
Branching pattern	pinnate	pinnate
Wide of erect filaments(μm)	1~2	1~1.2
Thickness of erect filaments	150~200	250~350

Pterocladia jejuensis Lee et Kim sp. nov.

Korean name: 제주빛우무(신칭)

Plants epilithic, erect filaments arising on fibrous rhizoids, 6~9 cm high; erect filaments terete or depressed, branching pinnately, distichously, 1900~2000 μm middle part of wide, 3~4 cortical layers, rhizoidal filaments scattered in internal medullar, emarginate apex; external cortical cell globularly, inclined arrangement on longitudinal section, 7~10 μm high; tetrasporangia and cystocarps formed on long ramuli of terminal, reniform, tetrasporangia have 3~4 medullar layers; tetraspore elliptical or obovate, 47~60 μm high; cystocarps irregularly biconvex; carpospore arising on nutrient cell with medullar, clavate, 25~40 μm high.

Type : CNU(P-성0007-1 \oplus)

Type locality : middle tidal zone, Seongsan, Jeju Island.

Specimen examined: Seongsan(P-성0007-1~3)

본 종은 조간대 중부의 암반 위에 군락을 이뤄 생육한다. 크기는 6~9cm정도이며, 직립지가 뚜렷하다. 가지들은 직립지에서 주로 대생으로 3~4차 우상분기를 한다(Fig. 11. A, C). 가지의 말단은 요두형을 갖고, 가지말단의 함몰된 중앙에 위치한 정단세포는 가는 방추형을 하며, 때론 역삼각형의 뿔모양을 한다(Fig. 11. L).

가근은 하부에서 섬유상 가근을 형성한다. 폭은 450~680 μm , 두께는 350~480 μm 로 횡단면은 타원형을 한다(Fig. 11. G). 근양사는 수층조직 내외에 드물게 산재하고, 수층세포(7~18 μm)는 원형질 연락사에 의해 연결되어 있다. 하부는 폭 820~930 μm , 두께 600~680 μm 으로 횡단면은 타원형을 한다(Fig. 11. F). 피층은 3~4층이며 피층 최 외곽 세포는 구형이다. 근양사는 수층조직 내외에 밀집하여 존재하고 수층세포(17~30 μm)내 원형질이 비후하여 원형을 하며 인접한 세포와 원형질 연락사로 연결되어 있다. 중부는 폭 1900~2000 μm , 두께 270~300 μm 로 횡단면은 긴 방추형을 한다(Fig. 11. H). 3~4

층인 피층의 최 외곽 세포는 높이 7~10 μ m, 폭 2~3 μ m로 장 타원형을 하며 종단면을 보면 한 방향으로 비스듬히 기울어져 배열되어 있다(Fig. 11. K). 근양사는 수층조직 내외에 산재하여 분포하고 수층세포는 25~33 μ m크기를 갖는다(Fig. 11. I, J). 상부는 폭 600~630 μ m, 두께 350~400 μ m로 횡단면은 타원형을 한다. 3층의 피층을 갖고 근양사는 수층세포(15~18 μ m) 사이에 분포한다(Fig. 11. E).

사분포자낭은 중심가지에서 길게 형성된 소지의 말단에 형성되며, 신장형을 한다(Fig. 11. B). 내부를 보면 중심에 3~4층의 중축세포가 길게 이어져 있고, 피층에 사분포자가 배열되어 형성된다. 사분포자는 타원형, 도란형으로 높이 47~60 μ m, 폭 30~38 μ m의 크기를 갖는다(Fig. 11. B).

과포자낭은 소지의 끝에 형성되며, 신장형을 하고, 측면에서 보면 산 모양을 한다(Fig. 11. D). 과포자낭 내부에 중축세포층을 중심으로 양면에 영양세포가 존재하고 과포자는 한 쪽면에만 존재하며 반대면에는 피층과 떨어져 틈을 형성하고 있다(Fig. 11. M). 과포자는 높이 25~40 μ m, 폭 6~9 μ m로 방망이 모양을 한다(Fig. 11. N).

과포자가 중축세포 3면에 형성되고, 영양세포가 중축세포 전면에 나타나 과포자낭이 불완전한 2실을 형성하는 특징으로 *Pterocladia*속에 포함시켰으며, 종단면에서 최 외곽세포의 형태가 기울려 배열된 점, 근양사가 수층조직 내에 모여 분포한다는 점, 정단부가 뭉툭한 요두형을 하는 것 등이 이 속에 속한 식물들과 유사하다. 본 종은 식물체 전체가 부채꼴 형을 하며, 특히 사분포자낭이나 과포자낭가 긴 소지의 말단에만 신장형으로 형성된 특징과 사분포자낭의 중축세포가 3~4층을 하여, 빗우무(*P. capillacea*)가 피라미드 모양의 전체외형을 가지고 가지 일부분이 말리는 형태하며 사분포자낭의 중축세포가 1층을 형성하는 특징과 차이를 보인다. Lee(1988)가 제주도에서 보고했던 깃우뭇가사리(*Gelidium corneum* var. *pinnatum*)가 편생하는 특징을 갖는 반면 본 종은 주로 대생으로 가지를 형성하며, 사분포자낭의 형태에 있어 뚜렷하게 구별된다.

Okamura(1934)가 기술한 *Pterocladia densa*, *Pterocladia nana*는 사분포자낭이 소지 말단에 여러개가 모여서나며, 과포자낭의 정단부가 피침형을 하지만 본 종이 긴 소지 말단에 신장형의 사분포자낭을 형성하고, 과포자낭 정단부가 둔두형을 하여 명확히 구분된다. *Pterocladia robusta* Taylor는 직립지 하부가 나뉘어져 나타나지만 본 종은 하부에서 가지가 우상으로 형성되어 차이를 보인다(Table 10).

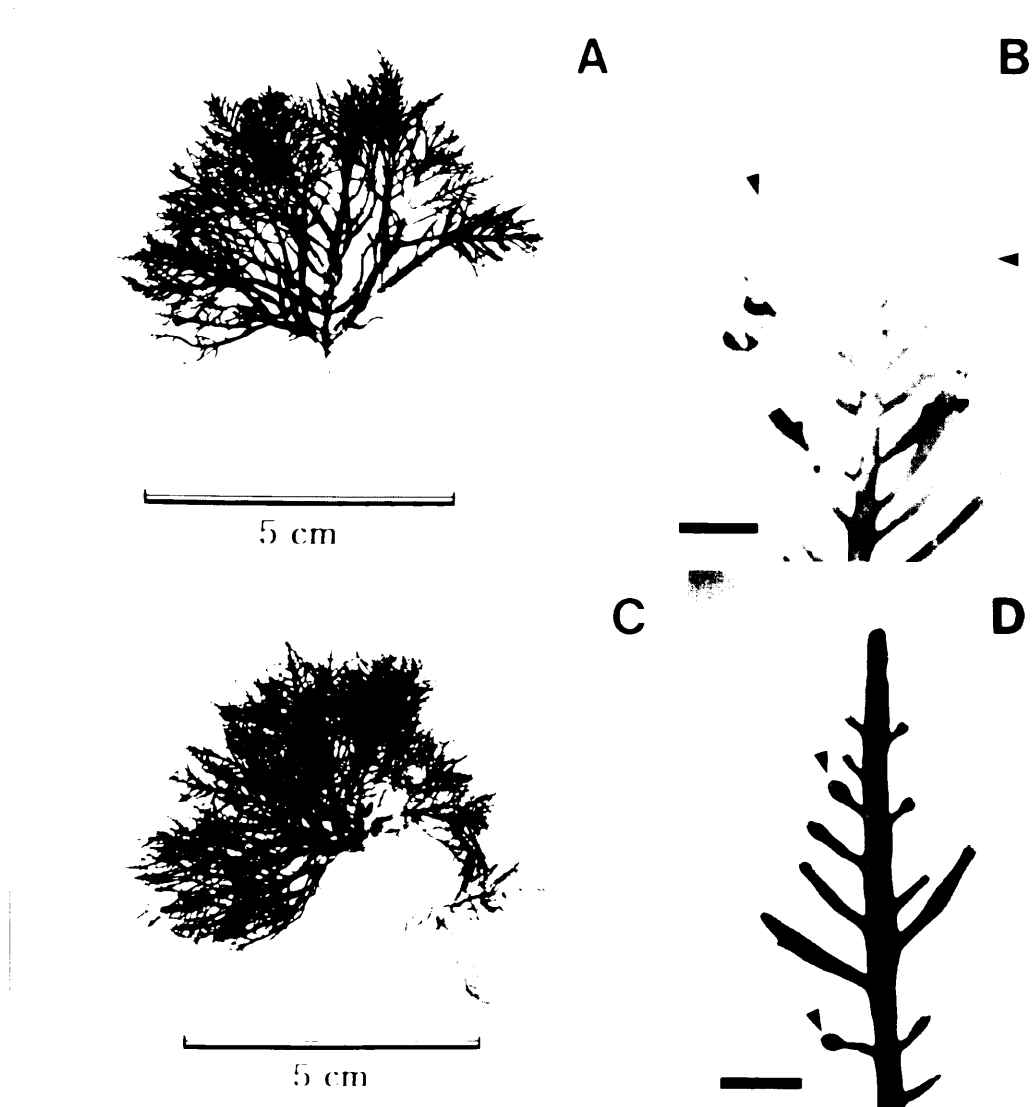


Fig. 11. *Pterocladia jojuensis* Lee et Kim sp. nov.

A. A tetrasporophyte.

B. A branchlet bearing tetrasporic ramuli (arrow heads), scale bar: 2mm

C. A carposporophyte.

D. A branchlet bearing carposporic ramuli (arrow heads), scale bar: 2mm

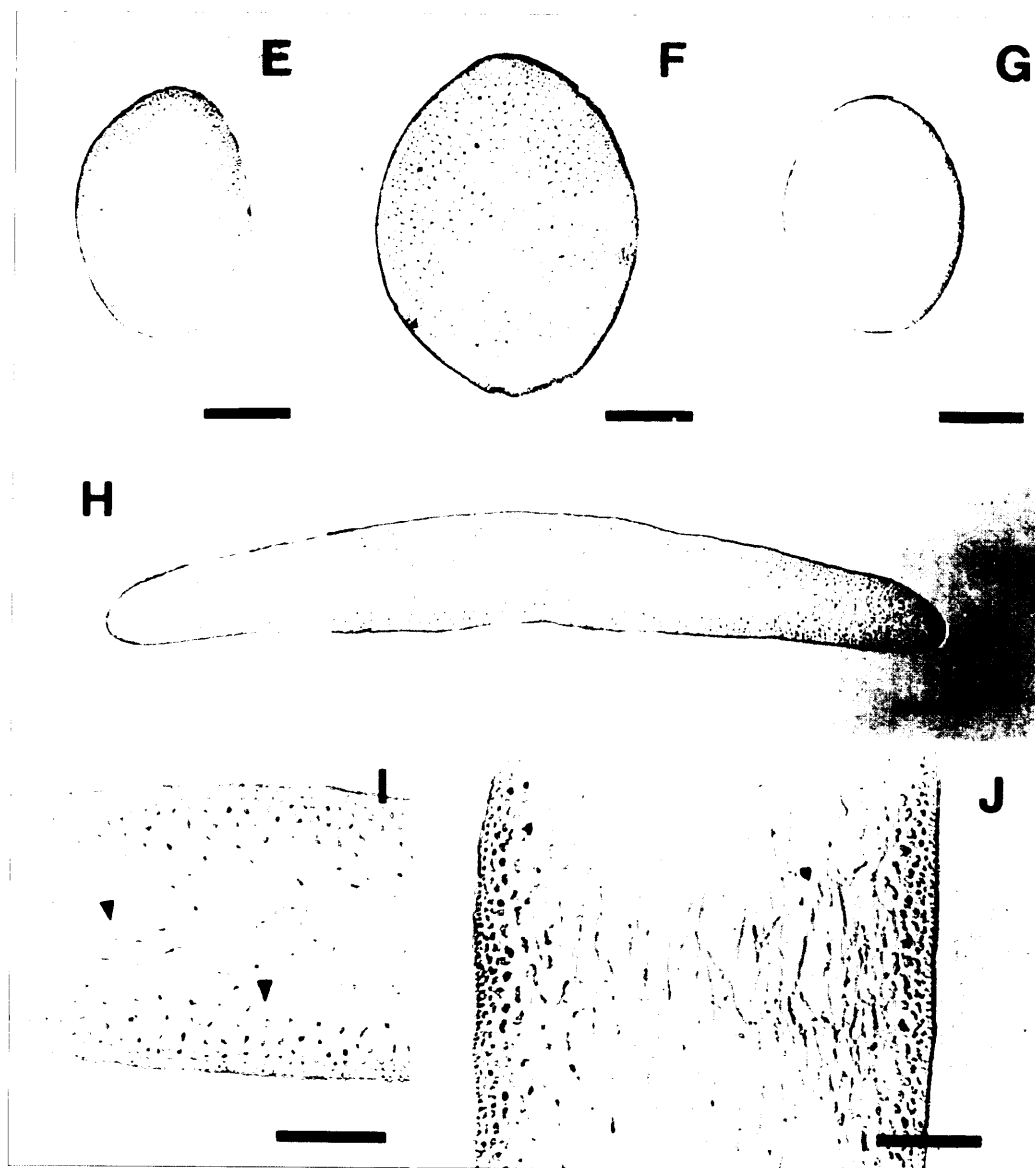


Fig. 11. *Pterocladicella jejuensis* Lee et Kim sp. nov.

E, F, H. Outline of erect filaments represented by cross section of upper, middle and lower part, scale bars: 200 μ m

G. A cross section of rhizoid, scale bar: 100 μ m

I. Internal structure of erect filaments represented by cross section of middle part (arrow heads: rhizoidal filaments), scale bar: 100 μ m

J. A longitudinal section of erect filaments, scale bar: 100 μ m

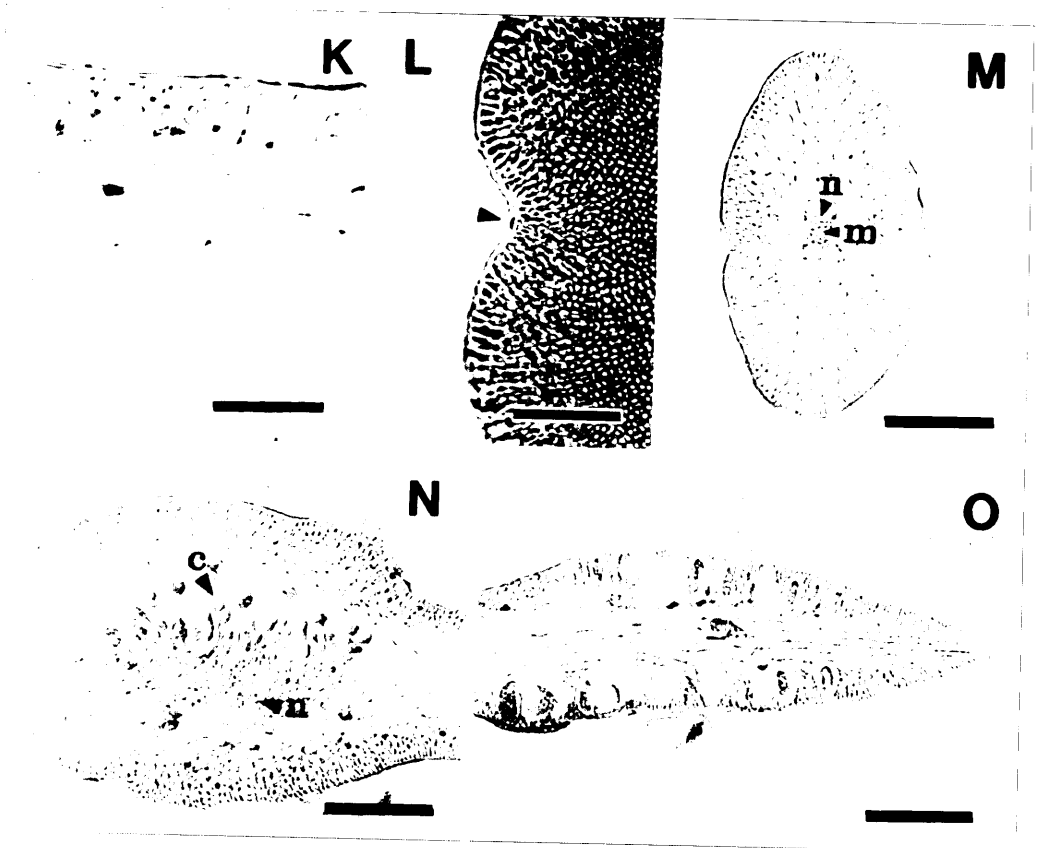


Fig. 11. *Pterocladiella jejuensis* Lee et Kim sp. nov.

K. A longitudinal section of erect filaments. scale bar: 50 μ m

L. Apical architecture of branchlet (arrow head: apical cell). scale bar: 50 μ m

M. A cross section of cystocarps (n: nutritive cells, m: medullary cell).
scale bar: 100 μ m

N. A longitudinal section of young cystocarps (c: carpospores, n: nutritive cells).
scale bar: 100 μ m

O. A longitudinal section of tetrasporangium. scale bar: 100 μ m

Table 10. The comparison with diagnostic characters of same species in Gelidiaceae

Characters	<i>Pterocladia densa</i> (Okamura, 1934)	<i>Pterocladia nana</i> (Okamura, 1934)	<i>Pterocladia robusta</i> (Taylor, 1945)	<i>Pterocladia capillacea</i> Yoshida(1998)	This study
Height(cm)	10~15	2~2.5	15	10~20	6~9
Branching pattern	pinnate	distichous, pinnate	pinnate naked(lower part)	pinnate	pinnate
Erect filaments	compressed	incipito -compressed	compressed	compressed	compressed
rhizoidal filaments of localization	internal	internal	-	internal	internal, scattered
apical architecture	-	-	obtuse	obtuse	emarginate
Tetrasporangia	elliptical-oblong	roundish oval, elongate-oblong	-	-	reniform
cystocarps	-	ovate	-	-	reniform

2. 종합토의

Sohn & Kang(1978)은 우뚝가사리과(Gelidiaceae) 식물은 형태변이가 심하고, 분류의 중요한 기준이 되는 생식기관을 충분히 얻을 수 없는 점에 명확한 분류기준 설정의 어려움 때문에 분류에 많은 문제점을 가지고 있다고 하였다. 본 연구결과에서는 사분포자체와 과포자체는 조사되었으나 조정기낭을 형성한 식물은 관찰하지 못하였고, 일부 식물에서는 과포자체를 관찰하지 못하였다. 또한 조수웅덩이, 조하대, 파도가 심한 지역, 암반지역 등 생육지의 환경에 따라서 종의 형태가 다양하게 나타났다.

제주도산 우뚝가사리과 식물은 조간대에서 조하대까지 넓게 분포하고 있으며, 우뚝가사리(*Gelidium amansii*)는 그 중 가장 흔하게 출현하는 종이었다. 종 별로는 생육지에 따라 차이가 나는데, 조간대 상부에는 먼저 애기우뚝가사리(*G. divaricatum*)가 출현하였고 중부의 암반이나 바위 위에서 실우뚝가사리(*G. pusillum*)와 애기우뚝가사리가 혼생하며 나타났고, 우뚝가사리, 가시우뚝가사리(*G. sesquipedale*), 빗우무(*Pterocliadiella capillacea*), 제주빗우무(*Pterocliadiella jejuensis* Lee et Kim)가 생육하고 있었다. 또한 중부의 조수 웅덩이에는 얇은우뚝가사리(*G. tenue*)가 생육하고 있었으며, 우뚝가사리도 함께 출현하였다. 조간대 하부에서는 우뚝가사리가 주를 이루며 형성하였고, 왕우뚝가사리(*G. pacificum*), 가시우뚝가사리가 소수 개체가 모여 생육하고 있었다. 그리고 암반이 경사가 심하고, 파도가 심한 지역에 매끈새발(*Acanthopeltis koreanum* Lee et Kim)이 출현하였다. 조하대에서는 우뚝가사리, 왕우뚝가사리와 매끈새발이 생육하며, 수심 12m정도에서 막우뚝가사리(*G. vagum*)가 작은 바위 위에 착생하고 있었다(Table 11).

식물체의 크기를 보면 왕우뚝가사리의 식물체 크기가 20cm정도에 달해 우뚝가사리와 식물 중 큰 개체이지만 우뚝가사리도 조하대의 종들은 크기가 17cm정도까지 자라 외부 요인의 영향에 의한 차이가 크다고 생각된다. 이에 반해 애기우뚝가사리와 실우뚝가사리는 2cm이하의 종으로 다른 우뚝가사리과 식물과 뚜렷하게 구별이 된다.

식물체의 가지형태는 우뚝가사리과 종들 대부분이 우상분기를 하지만 왕우뚝가사리와 매끈새발은 주로 차상 분기를 하여 구분이 된다. 직립지의 형태에서 대부분 종들이 편압되거나 편평하였고, 가시우뚝가사리는 가지가 심하게 만곡되어 나타났으며 특

히 하부 횡단면에서 보면, 중심에서 양 끝으로 점점 가늘어져 양 날개 형태를 하고 있어 다른 종과 구별된다. 왕우뚝가사리는 장타원형의 형태를 하고, 우뚝가사리, 엷은우뚝가사리, 막우뚝가사리는 방추형을 하며, 애기우뚝가사리, 실우뚝가사리는 타원형을, 매끈새발은 원형을 하고 있었다. 그리고 막우뚝가사리는 직립지에서 나온 가지가 말단으로 갈수록 가늘어지고 원주형을 하는 형태가 관찰되었다. 왕우뚝가사리는 상부 가지 말단에 형성된 소지가 모여서 나며, 엷은우뚝가사리는 하부에서 차상으로 분기된 직립지에서 짧은 소지가 주로 대생으로 조밀하게 배열되어 쉽게 구분된다. 매끈새발은 직립지에서 심장형의 소지를 내며, 실우뚝가사리는 잎 모양의 직립지를 포복지로부터 형성한다.

정단부의 구조는 우뚝가사리, 막우뚝가사리의 가지 말단이 피침형을 하고, 왕우뚝가사리, 가시우뚝가사리, 엷은우뚝가사리가 첨두형을 하여 끝이 뾰족한 형태를 하는 반면 빗우무(*Pterocladia*)속의 빗우무, 제주빗우무가 요두형, 평두형으로 끝이 뭉툭한 형태를 함으로서 Rodríguez & Santelices(1987)가 속간 식별형질로 구별했던 특징이 타당성 있게 나타났다. 정단세포의 형태에 있어 막우뚝가사리가 원뿔 모양의 세포가 유두처럼 밖으로 돌출되어 다른 식물과는 뚜렷한 차이를 보였다. Rodríguez & Santelices(1995)는 식물체가 성장하는 단계에 따라 정단세포의 형태가 변한다고 하였지만 막우뚝가사리의 어린 가지나 생식낭이 있는 가지에서도 유사한 형태로 나타났다.

가근의 형태는 애기우뚝가사리, 실우뚝가사리가 포복지 하부에 반상근을 형성함으로서 다른 우뚝가사리과 식물의 섬유상 가근과 쉽게 구분된다.

내부구조에서 먼저 피층을 보면 대부분이 3~4층으로 유사하게 나타났으나 매끈새발은 피층형성이 불규칙하게 나타났다. 피층세포의 형태는 우뚝가사리(*Gelidium*)속 식물이 정육면체, 구형을 하는데 반해 빗우무속 식물은 장타원형을 하며 크기에서도 차이가 있었으며, 매끈새발은 불규칙하게 나타났다. 그리고 특히 Akatsuka(1970)가 개우무속의 식별형질로 주목했던 최 외곽 피층세포의 배열은 직립지의 종단면에서 보면 우뚝가사리속 식물이 피층에 수직으로 배열되어 있는 반면 빗우무속 식물은 비스듬히 기울려 있어 본 연구에서 쉽게 구분할 수 있었다.

근양사와 수층세포와의 분포에서는 직립지의 상부에서는 우뚝가사리속 식물들이 주로 수층조직 외부에 근양사가 밀집한 형태가 나타나고, 빗우무속 식물은 수층내부에

서도 밀집되어 나타나는 근양사가 존재해 차이를 구분할 수 있지만 중부와 특히 하부에서는 근양사가 수층조직 내부에도 산재되어 나타나는 경우가 빈번했기 때문에 두 속간의 식별형질로는 신뢰성이 떨어진다고 보여져 Rodríguez & Santelices(1988)의 결과에 동의한다. 그리고 매끈새발은 근양사와 수층세포가 구분없이 내부 전체적으로 엉켜서 존재한다.

사분포자낭의 형성은 직립지 상부의 가지 말단에 주로 타원형으로 형성되는데, 애기우뭇가사리는 원형 혹은 불규칙한 형태가 나타났고, 실우뭇가사리는 잎 모양의 직립지 상부에 일정한 형태없이 나타나며, 왕우뭇가사리는 소지 말단에 모여서 나타난다. 매끈새발은 심장형의 소지 가장자리, 뒷면에 원반형으로 존재한다. 특히 제주빗우무는 신장형으로 긴 소지의 말단에만 형성되어 빗우무와 구분된다.

과포자낭의 형태는 우뭇가사리속과 빗우무속을 구분하는데 가장 기초로 사용된 식별형질이다(Sohn & Kang, 1978; Okamura, 1936; Santelices & Hommersand, 1997). 즉 과포자낭 내에 중축세포에 의해 구분된 포실이 2개인 우뭇가사리속과 포실이 불균등한 2개를 형성하는 빗우무(*Pterocladia*)속, 1개의 포실을 갖는 개우무(*Pterocladia*)속으로 구분된다고 하였는데, 본 연구 결과에서도 뚜렷한 2개의 포실을 갖는 우뭇가사리속과 새발속, 불균등한 2개의 포실을 갖는 빗우무속이 관찰되었다. 과포자낭의 외부형태는 가시우뭇가사리는 거의 구형의 낭과를 형성하고, 빗우무가 타원형을 하며, 제주빗우무는 신장형을 하고, 매끈새발은 심장형의 소지 뒷면에 난형으로 모여서 형성되어 다른 종들과 구별이 된다.

본 연구결과 제주도산 우뭇가사리과 식물의 3속이 조사되었는데, 각 속간에 식별형질로 확인할 수 있었던 것은 새발속에서는 심장형의 소지와 생식기낭의 형성위치, 근양사가 불규칙하게 내부에 수층세포와 엉켜있어 다른 두 속과 뚜렷한 차이를 확인할 수 있었으며, 빗우무속은 불균등한 2개의 포실을 갖고 정단부의 형태가 요두형을 하며 피층 최 외곽세포가 기울려 배열되는 점에서 속의 식별이 가능하였고, 우뭇가사리속은 소지의 정단부 형태가 피침형, 침두형 등 뾰족한 형태를 하여 구분할 수 있었다.

제주도에서 Lee(1988)에 의해 보고되었던 우뭇가사리속 식물 중 우뭇가사리, 애기우뭇가사리, 실우뭇가사리, 막우뭇가사리와 한국 미기록 종으로 보고되었던 가시우뭇가사리가 관찰되었으며, 왕우뭇가사리와 엷은우뭇가사리를 추가 보고한다. 그리고 깃우뭇가사리(*G. corneum* var. *pinnatum*)는 본 연구기간에는 관찰되지 않았다. 불균등한

2실의 과포자낭을 갖으며, 최 외곽 피층세포의 배열이나 근양사의 분포, 정단부의 구조에서 빗우무속에 포함되고 특히, 사분포자낭의 형태에 있어 소지의 말단부에만 신장형을 하는 특징을 가져 다른 식물과 구별이 되는 제주빗우무(*Pterocladia jejuensis* Lee et Kim)와 차상으로 분기된 직립지에 심장형의 소지가 주로 호생으로 배열되고, 소지 전면이 매끈하며, 섬유상 가근을 형성하는 매끈새발(*Acanthopeltis koreanum* Lee et Kim)을 신종으로 보고한다.

현재 세계적으로 본 과에는 9속(*Gelidiella*, *Acanthopeltis*, *Yatabella*, *Ptilophora*, *Gelidium*, *Pterocladia*, *Pterocladia*, *Porphyroglossum*, *Suhria*)이 보고되었고, 일본에서는 6속(*Gelidiella*, *Acanthopeltis*, *Yatabella*, *Ptilophora*, *Gelidium*, *Pterocladia*)이, 중국에서는 3속(*Gelidiella*, *Gelidium*, *Pterocladia*)이 보고되었으며, 한국에서는 3속(*Acanthopeltis*, *Gelidium*, *Pterocladia*)이 보고되고 있다. Akatsuka(1986c)에 따르면 따뜻한 지역의 조하대에서 생육하는 *Ptilophora* (= *Beckerella*)속 식물이 제주도에서 출현할 수 있다고 기술하고 있으며, 일본 남부지역에서 나타나는 *Gelidiella*속 식물 등이 관찰될 수 있는 가능성이 있어 차후 계속적인 조사가 필요하며, 형태적인 변이가 심하여 배양을 통한 초기 생활사 연구나 유전학적 분석을 통하여 좀 더 보완되어야 할 것이라 사료된다.

Table 11. Diagnostic characters of species in this study

Species	Height(cm)	Thallus type	Branching pattern	Cross section of erect filaments	Apical architecture	Apical cell	Holdfast
<i>A. koreanum</i>	6~13	erect	cordate	circular	-	irregular	fibrous
<i>G. amansii</i>	11~17	erect	pinnate, distichous	fusiform	lanceolate, acute	erect	fibrous
<i>G. divaricatum</i>	0.7~1.5	prostrate, erect	pinnate	terete	obtuse	erect	discoid
<i>G. pacificum</i>	15~20	erect	fascicle	oblong	acute	erect	fibrous
<i>G. pusillum</i>	0.7~1.5	prostrate, erect	foliose	elliptical	obtuse	erect	discoid
<i>G. sesquipedale</i>	8~12	erect	dentate	double-edged	acute	erect	fibrous
<i>G. tenue</i>	6~8	erect	short ramuli	fusiform	acute	erect	fibrous
<i>G. vagum</i>	6~7	erect	gradually tapering	fusiform	lanceolate, acute	erect	fibrous
<i>P. capillacea</i>	6~13	erect	pinnate	fusiform	emarginate	inclinate	fibrous
<i>P. jejuensis</i>	6~9	erect	pinnate	elliptical	emarginate	inclinate	fibrous

Table 11. Continued

Species	Rhizoidal filaments of localization	Medullary cell(μ m)	Tetrasporangia	Tetraspore		Cystocarps		Carpospore	
				Type	High(μ m)	Type	Structure	Type	High(μ m)
<i>A. koreanum</i>	irregular	12~18	circular	obovate	37~55	ovate	biconvex	clavate	37~58
<i>G. amansii</i>	external	25~33	elliptical	obovate	35~43	fusiform	biconvex	clavate	45~48
<i>G. divaricatum</i>	scattered	15~18	circular	obovate	32~38	-	-	-	-
<i>G. pacificum</i>	external	20~35	elliptical	obovate	50~58	-	-	-	-
<i>G. pusillum</i>	external	23~30	irregular	obovate	30~43	-	-	-	-
<i>G. sesquipedale</i>	external	22~35	-	-	-	globular	biconvex	clavate	42~55
<i>G. tenue</i>	external(upper) scattered(middle)	15~30	irregular	obovate	45~70	fusiform	biconvex	clavate	60~80
<i>G. vagum</i>	external(upper) scattered(lower)	25~35	elliptical	obovate	47~60	fusiform	biconvex	obovate	60~80
<i>P. capillacea</i>	internal	17~23	elliptical	elliptical	32~33	elliptical	unequal biconvex	clavate	25~38
<i>P. jejuensis</i>	internal	25~33	reniform	elliptical	47~60	reniform	unequal biconvex	clavate	25~40

IV. 요 약

우뭇가사리과(Gelidiaceae) 식물은 연골질이며, 근양사와 수층세포를 갖고, 가지말단에 생식기를 갖는 식물군이다. 제주도 우뭇가사리과(Gelidiaceae)의 속은 심장형의 소지가 직립지에 불규칙하게 배열되어 있고, 근양사가 내부에 불규칙하게 분포하는 새발속(*Acanthopeltis*)과 선형의 가지, 뾰족한 모양의 정단부, 뚜렷한 2실로 구분된 과포자낭을 갖는 우뭇가사리속(*Gelidium*), 요두형의 정단부와 기울어진 피층세포, 불균등한 2실로 구분된 과포자낭을 갖는 빗우무속(*Pterocladia*)으로 분류되었다.

각 속의 종들을 구분해 보면, 우뭇가사리속(*Gelidium*)에서는 포복지를 갖고 2cm이하의 크기를 갖는 애기우뭇가사리(*G. divaricatum*)와 실우뭇가사리(*G. pusillum*), 만곡된 가지와 소지가 톱니처럼 형성되며 하부에서 양 날개모양의 단면을 갖는 가시우뭇가사리(*G. sesquipedale*), 가지가 드물게 형성되고 소지가 모여서 나는 왕우뭇가사리(*G. pacificum*), 직립지에 침두형의 짧은 소지가 조밀하게 배열된 엷은우뭇가사리(*G. tenue*) 가지가 말단으로 갈수록 가늘어지고, 정단세포가 유두모양을 하는 막우뭇가사리(*G. vagum*), 가장 흔하게 분포되며 피침형의 정단부와 부채형의 식물체를 갖는 우뭇가사리(*G. amansii*)가 있다. 빗우무속(*Pterocladia*)은 우상으로 분기하며 가지가 말려서 나타나기도 하는 빗우무(*P. capillacea*)와 신장형의 사분포자낭을 갖는 제주빗우무(*Pterocladia jejuensis* Lee et Kim)로 구분되었다. 새발(*Acanthopeltis*)속 식물은 심장형의 소지를 갖고, 전면이 매끈한 매끈새발(*Acanthopeltis koreanum* Lee et Kim)가 관찰되었다.

연구결과 제주도산 우뭇가사리과(Gelidiaceae) 식물은 3속 10종이 관찰되었으며, 이중 왕우뭇가사리(*G. pacificum* Okamura), 엷은우뭇가사리(*G. tenue* Okamura)는 제주도에서 생육하는 것이 처음 관찰되었고, Lee(1988)가 보고한 깃우뭇가사리(*G. corneum* var. *pinnatum* Kützinger)은 본 연구기간에는 관찰되지 않았으며, 매끈새발(*Acanthopeltis koreanum* Lee et Kim)와 제주빗우무(*Pterocladia jejuensis* Lee et Kim)은 본 과에서 신종으로 보고한다.

V. 참고문헌

- Abbott, I. A. 1999. Marine red algae of the Hawaiian Islands. Bis. Mus. Press Honolulu, Hawai'i. pp. 190-205.
- Agardh J. G. 1851. species Genera et Ordines Algarum. vol 2(1) Gleerup. Lund. VII +336pp+(addenda and index)
- Agardh J. G. 1876. species Genera et Ordines Algarum. vol 3(1). Epicrisis systematis floridearum. Leipzing. VII+724pp.
- Akatsuka, I. 1970. Morphology of the cortical layer of some species of Gelidiales. Bull. Jap. Soc. Phycol. 18:72-76.
- Akatsuka, I. 1982. Preliminary observations and literature analysis of morphological variability in some Japanese species of *Gelidium* (Gelidiaceae, Rhodophyta) and an evaluation of criteria used in their discrimination. Nova Hedwigia 36:759-774.
- Akatsuka, I. 1986a. *Pterocladiastrum*, a New Genus Segregated from *Pterocladia* (Gelidiales, Rhodophyta). Bot. Marina. 29:51-58.
- Akatsuka, I. 1986b. Surface cell morphology and Its relationship to other generic characters in non-parasitic Gelidiaceae (Rhodophyta). Botanica Marina 29:59-68.
- Akatsuka, I. 1986c. Japanese Gelidiales (Rhodophyta), especially *Gelidium*. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 24:171-263.
- Bornet, E. and G. Thuret. 1876. Notes Algologiques, recueil d'observations sur les algues. Paris.
- Børjesen, F. 1915. The marine algae of the Danish West-Indies. Dansk Botanisk Arkiv. 3(1):114-116.
- Børjesen, F. 1927. Marine algae from the Canary Islands. Det kgl. Danske Videnskabernes Selskab. Biologiske Meddelelser. 6:79-93.
- Cotton, A. D. 1906. Marine algae from Corea. Kew Bull., pp. 366-373.
- Dawson, E. Y. 1944. The marine algae of the Gulf of California. Allan Hancock Pacific Expeditions vol. 3:189-358.

- Dixon, P. S. 1958. The structure and development of the thallus in the British species of *Gelidium* and *Pterocladia*. Ann. Bot. N. S., 22: 353-368.
- Dixon, P. S. 1960. On the classification of the Florideae with particular refernece to the position of the Gelidiaceae. Botanica Marina 3: 1-16.
- Dixon, P. S. and L. M. Irvine. 1977. Seaweeds of the British Isles. Vol. 1. Rhodophyta, Part 1. Introduction, Nemaliales, Gigartinales. British Museum. pp. 137-141.
- Fan, K. C. 1960. Two new Species of *Gelidium* from China. Bot. Marina. 2(3):247-249.
- Fan, K. C. 1961. Morphological studies of the Gelidiales. Univ. Calif. Publ. Bot., 32:315-368.
- Gardner, N. L. 1927. New species of *Gelidium* on the Pacific Coast of North America. Univ. Calif. Publs., Bot. 13:273-318.
- Gmelin, S. G. 1768. Historia Fucorum. Academia Scientiarum, Petropoli. 239pp.
- Kang, J. W. 1960. The summur Algal Flora of Cheju Island (Quelpart Island). Bull. Pusan Fish. Coll. 3:1-7.
- Kang, J. W. 1966. On the geographical distribution of marine algae in Korea. Bull. Pusan Fish. Coll. 7(1,2):1-125, pls 1-12.
- Kim J. -I., J. W. Lee and H. -B. Lee. 2000. ITS 2 Sequences of *Gelidium amansii* Populations from Korea. Algae. 15(3):125-132.
- Kylin, H. 1923. Studien über die Entwicklungsgeschichte der Florideen. Svensk. Vet. Akad. Handl. 63(11):1-139.
- Kylin, H. 1928. Entwicklungsgeschichtliche Florideenstudien. Lunds Univ. Arsskr. N. F., Avd. II, 24, 1-127.
- Kylin, H. 1956. Die gattungen der Rhodophyceén. Glerups Lund. pp. 134-141.
- Kützing, F. T. 1849. Species algarum. Leipzig. pp. 761-772.
- Kützing, F. T. 1868. Tabulae phycologicae. Nordhausen, vol. 18, 35pp., 100pls.
- Lamouroux, J. V. F. 1813. Essai sur les genres de la famille Thalassiophytes non articulées. Ann. Mus. Hist. Nat. Paris 20:40-41

- Le Jolis, A. 1863. Liste des algues marines de Cherbourg. Soc. Imp. Sci. Nat. Cherbourg, Mém. 10:1-168.
- Lee, H. B. 1994. Some species of *Gelidium* (Gelidiales, Rhodophyta) from Korea. In Tax. Econ. Seaweeds. 4:67-79.
- Lee, H. B. and Kim J. I. 1995. Notes on Gelidiales species from Korea. In Tax. Econ. Seaweeds. 6:161-174.
- Lee, I. K. and Kim Y. H. 1977. A study on the marine algae in the Kwang Yang Bay. 3. the marine flora. Proc. Coll. Nat. Sci. SNU 2(1):113-153.
- Lee, Y. P. 1988. Taxonomic studies on the Gelidiaceae (Rhodophyta) in Cheju Island. I. Some members of *Gelidium*. Korean J. Plant Tax. 18(2):95-113.
- Lee I. K and Kang J. W. 1986. A check list of marine algae in Korea. Korean J. Phycol. 1(1):311-325.
- Loomis, N. H. 1949. New species of *Gelidium* and *Pterocladia* with notes on the structure of the thalli in these genera. Allan Hancock Found. Publ. Occas. Pap., 6:1-29.
- Loomis, N. H. 1960. New species of *Gelidium* and *Pterocladia* from the pacific coast of the United States and the Hawaiian Islands. Allan Hancock Found. Publ. Occas. Pap., 24:1-35.
- Maggs, C. A. and Guiry M. D. 1987. *Gelidiella calcicola* sp. nov. (Rhodophyta) from the British Isles and Northern France. Br. Phycol. J. 22:417-434.
- McHugh, D. J. 1991. World wide distribution of commercial resources of seaweeds including *Gelidium*. Hydrobiologia 221:19-29.
- Norris, R. E. 1987. A Re-evaluation of *Ptilophora* Kützinger and *Beckerella* Kylin (Gelidiales, Rhodophyceae) with a Review of South African Species. Bot. Marina. 30:243-258.
- Norris, R. E. 1990. A critique on the taxonomy of an important agarophyte, *Gelidium amansii*. Jpn. J. Phycol. 38:35-42.
- Okamura, K. 1901. Illustrations of the marine algae of Japan Vol 1(2): pls 6-10.
- Okamura, K. 1909-1942. Icons of Japanese algae. I. pp. 11-12, I. p233, III. pp.

- 25-26, III. pp. 99-101, VII. pp. 55-57.
- Okamura, K. 1913. On the marine algae of Chosen. pp. 22-23
- Okamura, K. 1914. On the marine algae of the west coast of Chosen. I. Bot. Mag. Tokyo 328:183-185.
- Okamura, K. 1915. On the marine algae of the east coast of Chosen. I. Bot. Mag. Tokyo 29(337):28-29.
- Okamura, K. 1934. On *Gelidium* and *Pterocladia* of Japan. Jour. Imp. Fisher. Inst. Tokyo, 29:47-67.
- Okamura, K. 1936. Nippon Kaiso-shi. N. Uchida Rokakuho, Tokyo. pp453-473.
- Renfrew, D. E., Gabrielson, P. W., and Scagel, R. F. 1989. The marine algae of British Columbia, northern Washington, and Southeast Alaska: division Rhodophyta (red algae), class Rhodophyceae, order Gelidiales. Can. J. Bot. 67:3295-3314.
- Rodríguez, D. and Santelices, B. 1987. Patterns of apical structure in the genera *Gelidium* and *Pterocladia* (Gelidiaceae, Rhodophyta). Hydrobiologia 151/152:199-203.
- Rodríguez, D. and Santelices, B. 1988. Separation of *Gelidium* and *Pterocladia* on vegetative characters. In Tax. Econ. Seaweeds. 2:115-125.
- Rodríguez, D. and Santelices, B. 1995. Temporal variations in the apical architecture of two species of *Gelidium* from Central Chile. In Tax. Econ. Seaweeds. 5:147-159.
- Santelices, B. 1988. Taxonomic studies on Chinese Gelidiales (Rhodophyta). In Tax. Econ. Seaweeds. 2:91-107.
- Santelices, B. 1990. New and old problems in the taxonomy of the Gelidiales (Rhodophyta). In Lindstrom, S. C. & Gabrielson, P. W. [Eds.] Thirteenth International Seaweed Symposium. Hydrobiologia 204/205:125-135.
- Santelices, B. 1991a. Intrageneric differences in cystocarp structure in *Gelidium* and *Pterocladia*. Hydrobiologia. 221:1-17.
- Santelices, B. 1991b. Variations in cystocarp structure in *Pterocladia* (Gelidiales:

- Rhodophyta). Pac. Sci. 45:1-11.
- Santelices, B. 1994. A reassessment of the taxonomic status of *Gelidium amansii* (Lamouroux) Lamouroux. In Tax. Econ. Seaweeds. 4:37-53.
- Santelices, B. 1998. Taxonomic review of the species of *Pterocladia* (Gelidiales, Rhodophyta). Jour. App. phycol. 10:237-252.
- Santelices, B. 1999a. Patterns of carposporangial production among species of *Gelidium* (Gelidiales, Rhodophyta). In Tax. Econ. Seaweeds. 7:55-69.
- Santelices, B. 1999b. Taxonomic status of the species originally ascribed to the Genus *Pterocladia* (Gelidiales, Rhodophyta). In Tax. Econ. Seaweeds. 7:71-80.
- Santelices, B. and Flores V. 1995. Spermatangial sori on cystocarpic branchlets of species of *Gelidium* and *Pterocladia* (Gelidiales, Rhodophyta). Phycologia. 34(4):337-341
- Santelices, B., and Hommersand, M. H. 1997. *Pterocladella*, a new genus in the Gelidiaceae (Gelidiales, Rhodophyta). Phycologia 36:114-119.
- Santelices, B. and Masahiko M. 1994. Observations on *Gelidium pacificum* Okamura. In Tax. Econ. Seaweeds. 4:55-65.
- Santelices, B. and Stewart J. G. 1985. Pacific species of *Gelidium* Lamouroux and other Gelidiales (Rhodophyta), with keys and descriptions to the common or economically important species. In Tax. Econ. Seaweeds. 1:17-31.
- Segi, T. 1959. On the type specimens of *Porphyra tenera* KJELLMAN and *Gelidium amansii* LAMOUROUX. Rep. Fac. Fisheries. Prefectural Univ. Mie 3: 251-255.
- Shimada, S., T. Horiguchi and Masuda M. 2000. Confirmation of the status of three *Pterocladia* species (Gelidiales, Rhodophyta) described by K. Okamura. Phycologia. 39(1):10-18.
- Sohn C. H. and Kang J. W. 1978. The classification of Family Gelidiaceae (Rhodophyta) in Korea. Publ. Inst. Mar. Sci. Nat. Fish. Univ. Busan. 11:29-40.
- Stewart, J. G. 1992. Separation of California species of *Gelidium* and *Pterocladia*: An evaluation of vegetative characters. In Tax. Econ. Seaweeds. 3:183-191.
- Stewart, J. G. and Norris J. N. 1981. Gelidiaceae (Rhodophyta) from the northern

- Gulf of California, Mexico. *Phycologia*. 20(3):273-284.
- Taylor, W. R. 1945. Pacific marine algae of the Allan Hancock expedition to the Galapagos Islands. Univ. S. Calif. Publ. Allan Hancock Pacific Exped. 12:150-161
- Womersley, H. B. S. 1994. The marine benthic flora of southern Australia, Rhodophyta, Part IIIA. Australian Biological Resources Study, Canberra, 118-142.
- Xia, B. and Wang Y. 1999. Taxonomic studies on *Pterocliadiella* (Gelidiaceae, Gelidiales, Rhodophyta) from China. In Tax. Econ. Seaweeds. 7:81-86.
- Yoshida, T. 1998. Marine algae of Japan. Uchida Rokakuho Publ. pp. 628-643.
- Zhang J. and Xia E. 1988. Chinese species of *Gelidium* Lamouroux and other Gelidiales (Rhodophyta), with key, list, and distribution of the common species. In Tax. Econ. Seaweeds. 2:109-113.

감 사 의 글

폭풍이 지난 뒤 바다는 우리에게 더욱 많은 풍부함과 평온함 또는 아름다움을 주고 갑니다. 진정 내게 폭풍이 어떤 의미인지 나를 고찰케 하고 깨닫게 해주시고 못난 제자를 가르침으로 인도하신 저의 지도교수님인 이용필 선생님께 진심으로 머리를 숙여 고마움을 표합니다. 그리고 선생님의 흰 머리털 한 가닥이, 좀 더 깊이 패인 주름이 부족한 제자의 부끄러움임을 알고 있습니다. 항상 건강하시길 바랍니다.

아무 의미도 없는 바닥에 선을 그으시고 모양을 만들어 제 논문이 더욱 아름답게 빛날 수 있도록 살피주시고 의미를 불어넣어 주신 그리고 비로소 제가 될 수 있도록 지도해주신 오덕철 교수님과 김원택 교수님께도 이 글을 빌어 갚을 수 없는 고마움을 전해 드립니다.

제가 대학 4년이란 시간과 대학원과정 동안 저를 생물학이란 큰 나무에 과일 하나 하나를 맛보게 해 주시고 그 과일에 의미를 깨닫게 해주시고 타일러 주신 오문유 교수님과 허인옥 교수님, 김문홍 교수님, 이화자 교수님, 고석찬 교수님, 김세재 교수님께 감사의 마음을 올립니다.

너무나 평범하시지만 그러나 누구보다 나를 사랑으로 품어 주셨고, 진정한 지금 내가 여기 있게 뒤에서 땀 흘리시고, 애써 눈물을 참으셨던 부모님. 그 한 방울, 한 방울이 제 몸이 되고 제 맘 속에 존경으로 남아 언제나 자랑스런 아들로써 부끄럽지 않도록 열심히 살겠습니다.

항상 믿음 속에서 나를 서 있게 하고, 내가 슬플 땐 웃음이 되 주었던 동생. 은정, 경미에게 사랑을 전합니다.

친구들. 그리고 보면 난 너무 행복한 사람이란 것을 느끼게 해주는 그리고 너무나 고마운 친구들... 바보 같지만 삶이란 것을 이야기하고 그 속에 서로 느꼈던 고민을 같이 나누고 함께 해 준 광배, 문일, 민권, 민홍, 정찬, 형복, 훈석.. 그리고 동기들.. 고맙다!! 친구야!!!

항상 실험실에서 해조류의 맛을 알게 해준 상용이 선배, 걱정해주고 논문이 마무리 될 때까지 빨간펜을 아끼지 않았던 미량이 선배.. 늘 친구 같이 고마웠던 종철이 형, 항상 순수하고 힘들 때 마지막까지 힘이 되어준 정철이, 과에서 날 걱정해준 용환 형과 정배 형, 지권 형, 수영 형, 상현 형, 선지, 영준, 용욱, 재환, 지훈에게 너무나 고맙다는 말을 전하고 싶습니다.

이 논문의 반대 면에는 한 사람이 있습니다. 우습지 모르지만 우연인지 모르지만 탑 하나가 쌓여 가고 있는 무렵 바람에 날리고 쓸려 잡지 못했던 한 사람이 있습니다. 내가 힘들 때 너무나 아파했던 사람이기에 차마 더 눈물도 흘리지 못하고 미안하던 말을 대신합니다. 그리고 그녀에게 정말 사랑이란 이름으로 이 논문을 받치고 싶습니다. 늘 그녀가 행복하고 아름답기를 바랍니다.