

대극속 *Meleuphorbia* 아절의 화분형태학적 연구

노미애, 박기룡^{1,*}

경남대학교 교육대학원, ¹경남대학교 과학교육과

Pollen Morphology of *Euphorbia* Subsection *Meleuphorbia*

Mi-Ae Noh and Ki-Ryong Park^{1,*}

Graduate School of Education, Kyung-Nam University, Masan 631-701, Korea

¹Department of Science Education, Kyung-Nam University, Masan 631-701, Korea

(Received November 10, 2008; Accepted December 16, 2008)

ABSTRACT

Pollen morphological studies using light and scanning electron microscopy were conducted to determine the subsectional boundary and species relationship of 12 species of subsection *Meleuphorbia* and related taxa. Based on the sculpturing patterns of pollen grains and UPGMA tree from numerical analyses using 8 quantitative pollen characters 12 species were divided into two types: type I, having microperforate pollen grains in *E. epicyparissias*, *E. inermis*, *E. pillansii*, *E. obesa*, *E. bubalina*, *E. meloformis*, *E. nesemanii*, and *E. jansenvillensis*, and type II, having fossulate sculpturing pattern in *E. longituberculosa*, *E. monteiri*, *E. caput-medusae* and *E. grantii*. The resulting pollen data suggest that the subsection *Meleuphorbia* should not be a natural group, but closely related to the species from subsection *Anthacantha* and sect. *Treisia* and sect. *Medusea*. Thus, the pollen morphological data recommended to combine above taxa as a single taxonomic group.

Keywords : Pollen morphology, *Meleuphorbia*, *Euphorbia*, Euphorbiaceae

서론

대극과 (Euphorbiaceae) 대극속 (*Euphorbia*) *Meleuphorbia* 아절은 남아프리카에 자생하는 다육성 식물로 줄기가 둥근 구형이며 표면에 가시가 없는 특징으로 Berger (1907)에 의해 최초로 설정되었다. 본 아절에 대한 한계와 분류학적 처리를 위한 종합적인 종속지적 연구는 아직까지 이루어진 바 없으나, 최근 들어 본 절을 포함한 분자적 자료를 이용한 대극속의 계통학적 연구가 수행된 바 있다 (Ritz et al., 2003; Bruyns et al., 2006; Park and Jansen, 2007).

분류학적 연구로는 Zimmermann (2000)에 의해 본 아절

내 *E. obesa*와 *E. ferox* 간의 중간 교잡에 대한 보고가 있었고, Rowley (1998)는 *E. meloformis*와 *E. obesa*에 대한 분류학적 연구를 수행하였다. Koutnik (1996)은 형태적 특징을 기초로 *Anthacantha* 아절이 *Meleuphorbia* 아절과 유사한 특징을 가지고 있다는 점에서 두 아절을 합치는 것이 타당하다고 주장하였으며, Ritz et al. (2003)의 분자적 정보를 이용한 계통 연구에서 기존에 *Anthacantha* 아절에 속했던 종들 (*E. heptagona*, *E. horrida*)을 *Meleuphorbia* 아절과 합치는 것이 타당하다고 주장하였다. 또한 *Treisia* 절과 *Meleuphorbia* 아절이 계통적으로 가까운 군임을 시사했다. Bruyns et al. (2006)의 분자적 정보를 이용한 연구에서도 *Meleuphorbia* 아절이 *Treisia* 절, *Anthacantha* 아절과 유연관계가 깊은 것으로

이 연구결과물은 2007학년도 경남대학교 학술연구장려금 지원에 의한 것임.

* Correspondence should be addressed to Dr. Ki-Ryong Park, Department of Science Education, Kyung-Nam University, Masan 631-701, Korea. Ph.: (055) 249-2240, Fax: (055) 249-2014, E-mail: park@kyungnam.ac.kr

나타났다. 최근 Park and Jansen (2007)은 분자적 정보를 이용한 연구에서 *Anthacantha*아절에 속하는 종인 *E. enopla*를 *Meleuphorbia*아절과 합치는 것이 타당하다고 보고하였고, *Treisia*아절에 속하는 *E. bupleurifolia*와 *Anthacantha*아절에 속하는 *E. cumulata*를 *Meleuphorbia*아절과 유연관계가 깊다고 보고하였다. 최근 분자적 연구를 종합해 볼 때 이들 세 분류군의 한계와 분류학적 타당성을 검증하기 위한 종합적인 연구가 필요한 것으로 여겨진다. 또한 *Anthacantha*아절과 *Treisia*아절 외에도 본 아절과 유사한 특징을 가지고 있어 근연 분류군으로 여겨지는 *Medusea*아절, *Pseudeuphorbia*아절, *Tricadenia*아속, *Eremophyton*아속에 속하는 종들에 대한 종합적 연구도 필요하다고 하겠다.

*Meleuphorbia*아절에 대한 화학학적 연구는 *E. caput-medusae*와 *E. monteiri* 등 소수 종 만 있을 뿐 종합적 비교 연구는 수행된 바 없다(El-Ghazaly & Chaudhary, 1993; Chaudhary & El-Ghazaly, 1994). 따라서 본 연구에서는 *Meleuphorbia*아절에 속하는 종들과 근연 분류군의 종들을 대상으로 화학학적 연구를 수행하여 *Meleuphorbia*아절과 분자적으로 유연관계가 깊다고 생각된 *Anthacantha*아절과 *Treisia*아절의 종들이 화학학적으로도 일치된 결과를 보여주는지를 알아보고, 종간 유연관계에 대한 가설을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

화분 형태 분석을 위해 수집된 표본(Table 1)을 이용하여 초산분해(Erdtman, 1966)를 실시하였다. 초산분해를 위하여 표본에서 수술만 분리하여 1.5 mL centrifuge tube에 넣어 5

mL glacial acetic acid를 넣고 5분간 원심분리(3,500 rpm) 시키고 상층액을 제거한 다음 acetic anhydride : con-sulfuric acid=9:1 비율로 섞은 acetolysis mixture를 5 mL 넣고 water bath에서 15분간 끓인 다음, 5분간 원심분리 시키고 상층액을 제거했다. 여기에 5 mL glacial acetic acid를 넣고 tube mixer로 혼든 다음 steel mesh (#6)로 여과시키고, 여과시킨 화분을 원심분리 시켜 상층액을 제거한 후 증류수를 넣고 다시 원심분리 시켜 상층액을 제거하였다. 5% NaOH를 넣고 water bath에서 5분간 끓인 후, 원심분리 시키고 상층액을 제거한 다음 증류수와 ethyl alcohol를 3:1로 섞어 넣은 후 원심분리 시키고 상층액을 제거하고 70% ethyl alcohol에 넣어 냉장 보관하였다. 초산분해하여 보관해 둔 화분으로 광학현미경 하에서 화분의 형태를 측정하기 위해서 glycerine jelly (Kisser's method, Kisser, 1935)에 화분을 적당히 묻힌 다음 slide glass 위에 올려놓고 slide warmer 위에서 파라핀으로 밀봉하여 영구표본을 제작하였고 이를 이용하여 화분의 극축 길이(polar axis), 적도면의 지름(equatorial diameter), 발아구의 길이(colpus length), 표벽 두께(exine thickness)등을 측정하였다. 주사전자현미경(SEM)으로 관찰하기 위하여 초산분해 해 둔 화분을 자연 건조 시켜서 0.1 Torr하에서 60초 동안 Au-Pd로 ion증착시켜 화분의 표면 무늬(exine sculpture)를 관찰하였고, SEM사진을 이용하여 망강의 길이(lumina length), 망벽의 폭(muri width), 9 μm^2 당 유공의 수(DF: density of foveola per 9 μm^2), 유공 간의 연결 수(NF: numbers of connection among foveola)를 측정하였다. 전형질 분석(Phenetic analysis)은 광학현미경과 주사전자현미경으로 측정된 화분형질 8개를 각 형질 당 10번 씩 측정하여 그 평균치를 형질격자로 만들어 수리분석

Table 1. Voucher information for 12 *Euphorbia* species in subsect. *Meleuphorbia* and related taxa for pollen morphological studies

Species	Collection site	Voucher
Subsect. <i>Meleuphorbia</i>		
<i>E. meloformis</i>	Cultivated	K-R Park 001
<i>E. obesa</i>	Cultivated	M Noh 001
<i>E. jansenvillensis</i>	Cultivated	K-R Park 002
Subsect. <i>Anthacantha</i>		
<i>E. nesemanii</i>	S. Africa, W. Cape	K-R Park 003
<i>E. pillansii</i>	Cultivated	K-R Park 004
Sect. <i>Treisia</i>		
<i>E. bubalina</i> Boiss	Baviaans Kloof, E. Cape, S. Africa	RDA Bayliss 6923 (MO)
Sect. <i>Tithymalus</i>		
<i>E. epicyparissias</i>	Onder Kouga, off Long Kloof, E. Cape, S. Africa	RDA Bayliss 7150 (MO)
Sect. <i>Medusea</i>		
<i>E. inermis</i>	Plutos Vale, Albany E. Cape, S. Africa	RDA Bayliss 563 (MO)
<i>E. caput-medusae</i>	Cape of Good Hope, S. Africa	HC Taylor 9298 (MO)
Subg. <i>Eremophyton</i>		
<i>E. longituberculosa</i>	Somalia	M Thulin and BA Mohomed 7078 (K)
Sect. <i>Pseudeuphorbium</i>		
<i>E. monteiri</i>	Owamboland, Ruacana, Namibia	DS Hardy 7216 (MO)
Subg. <i>Tricadenia</i>		
<i>E. grantii</i>		R Tarrey 5138 (K)

을 실시하였다. 전형질 분석은 NTSYS program (Rohlf, 1992)으로 측정치를 표준화하고 분류거리를 측정하여 비가중-산술법 (UPGMA: unweighted pair-group method using arithmetic average)을 이용하여 전형질도를 그렸으며, 화분형질을 이용한 전형질도 결과와 화분의 표면 무늬를 바탕으로 종들을 2개의 군으로 나누었고, 분류된 종들은 특징별로 검색표를 작성하였다. 화분에 대한 용어는 Punt et al. (1994)에 따랐으며, 화분의 표면 무늬가 1µm 이하로 된 구멍이 뚫려 있는 것은 미세유공상(microporate)이고, 조그맣고 부정형의 구멍이 뚫려 있어 주름이 잡힌 것과 같은 모양을 한 것은 추문상(fossulate)으로 분류하였다.

결 과

1. 대극속 *Meleuphorbia*아절과 연관 종의 화분 특징

대극속 *Meleuphorbia*아절과 근연분류군의 종들은 화분 극면상이 원형이고, 발아구의 형태는 삼공구형이었다. 화분의 표면 무늬는 미세유공상과 추문상의 두 형태로 나타났고, 화분의 크기는 극축의 길이 (polar length: P)가 27.6µm (*E. obesa*)에서 60.8µm (*E. caput-medusae*)까지, 적도면의 지름(equatorial diameter: E)은 32.8µm (*E. jansenvillensis*)부터 54.0µm (*E. monteiri*)까지로 관찰되었다. 적도면상은 아단구형으로부터 장구형 (P/E=0.8~1.4µm)까지 다양하게 나타났으며 (Table 2), 표벽 두께는 0.5~1.2µm로 나타났다. 이들 중 화분의 표면 무늬가 미세유공상인 *E. meloformis*, *E. obesa*, *E. jansenvillensis*, *E. nesemanii*, *E. pillansii*, *E. bubalina*, *E. inermis*, *E. epicyparissias* 8종과 화분의 표면 무늬가 추문상인 *E. caput-medusae*, *E. monteiri*, *E. longituberculosa*, *E. grantii* 4종으로 구분되며, 종들의 특징들은 아래의 검색표에 작성하였다.

대극속 *Meleuphorbia*아절과 연관 종의 검색표

- 1. 화분의 표면 무늬가 추문상이다.
 - 2. 화분 적도면 지름이 50µm 이하이다.
 - 3. 망강의 길이가 0.4µm이다. *E. caput-medusae*
 - 3. 망강의 길이가 0.5µm이다. *E. longituberculosa*
 - 2. 화분 적도면 지름이 50~54µm이다.
 - 4. 망벽 두께가 0.8µm이다. *E. monteiri*
 - 4. 망벽 두께가 1.1µm이다. *E. grantii*
- 1. 화분의 표면 무늬가 미세유공상이다.
 - 5. 화분 극축의 길이가 40µm 미만이다.
 - 6. 서로 연결된 유공의 수가 3개 이상이다. *E. pillansii*
 - 6. 서로 연결된 유공이 없다.
 - 7. 화분의 적도면상이 아단구형 (P/E=0.8~0.9µm)이다. *E. obesa*

- 7. 화분의 적도면상이 약단구형 (P/E=0.9~1.0µm)이다. *E. meloformis*
- 5. 화분 극축의 길이가 40~53µm 이하이다.
 - 8. 발아구의 길이가 30~40µm 이하이다.
 - 9. 표벽의 두께가 2.3µm이다. *E. jansenvillensis*
 - 9. 표벽의 두께가 2.5µm이다. *E. bubalina*
 - 8. 발아구의 길이가 30µm 미만이다.
 - 10. 화분의 적도면상이 약단구형 (P/E=0.9~1.0µm)이다. *E. epicyparissias*
 - 10. 화분의 적도면상이 약장구형 (P/E=1.0~1.1µm)이다.
 - 11. 표면 9µm²당 유공의 수가 9이다. *E. inermis*
 - 11. 표면 9µm²당 유공의 수가 11이다. *E. nesemanii*

2. 대극속 *Meleuphorbia*아절과 연관 종의 주요 화분 유형

화분으로부터 얻어낸 8개의 정량형질을 기초로 한 유집 분석의 결과 Fig. 1의 전형질도를 얻었다. 본 연구에 사용된 종들은 유집분석에 의해 크게 두 개의 유집으로 나누어졌다. Type I은 *Anthacantha*아절의 *E. nesemanii*와 *E. pillansii*, *Treisia*절에 속하는 *E. bubalina*, *Tithymalus*절에 속하는 *E. epicyparissias* 그리고 *Medusea*절에 속하는 *E. inermis*, *Meleuphorbia*아절에 속하는 *E. meloformis*, *E. obesa* 그리고 *E. jansenvillensis*가 유집을 형성하였다. Type II는 2개의 아군으로 유집되었으며, *E. longituberculosa*는 *E. monteiri*과 유집을 형성하였고, *E. caput-medusae*는 *Tricadenia*아속의 *E. grantii*와 유집을 형성하였다 (Fig. 1).

1) Type I

E. nesemanii, *E. epicyparissias*, *E. inermis*, *E. pillansii*, *E. meloformis*, *E. obesa*, *E. jansenvillensis*, *E. bubalina*를 포함하는 군으로 화분의 표면 무늬는 미세유공상이다 (Figs. 2-17). 적도면상은 아단구형-장구형 (P/E=0.8~1.4µm)이며, 극축의 길이는 *E. obesa*가 27.6µm로 가장 짧고, *E. bubalina*가 52.3µm로 가장 길다. 적도면의 지름은 *E. jansenvillensis*가 32.8µm로 가장 짧고, *E. bubalina*가 42.1µm로 가장 길었으며, 표벽 두께는 *E. obesa*가 2.0µm로 가장 얇고, *E. bubalina*가 2.5µm로 가장 두껍다. 발아구의 길이는 *E. obesa*가 18.6µm로 가장 짧고, *E. bubalina*가 36.6µm로 가장 길며, 망벽의 폭은 *E. jansenvillensis*와 *E. bubalina*가 0.5µm로 가장 좁고, *E. inermis*가 0.8µm로 가장 두껍다. 망강의 길이는 *E. bubalina*가 0.2µm로 가장 짧고, *E. nesemanii*가 0.5µm로 가장 길다. 9µm²당 유공의 수는 *E. inermis*가 9개로 가장 적었고, *E. epicyparissias*, *E. obesa*와 *E. jansenvillensis*가 15개로 가장 많았으며, 유공 간의 연결 수는 *E. nesemanii*, *E. meloformis*, *E. obesa*와 *E. bubalina*가 유공 간에 전혀 연결이 없었으며, *E. pillansii*가 3.7로 가장 많

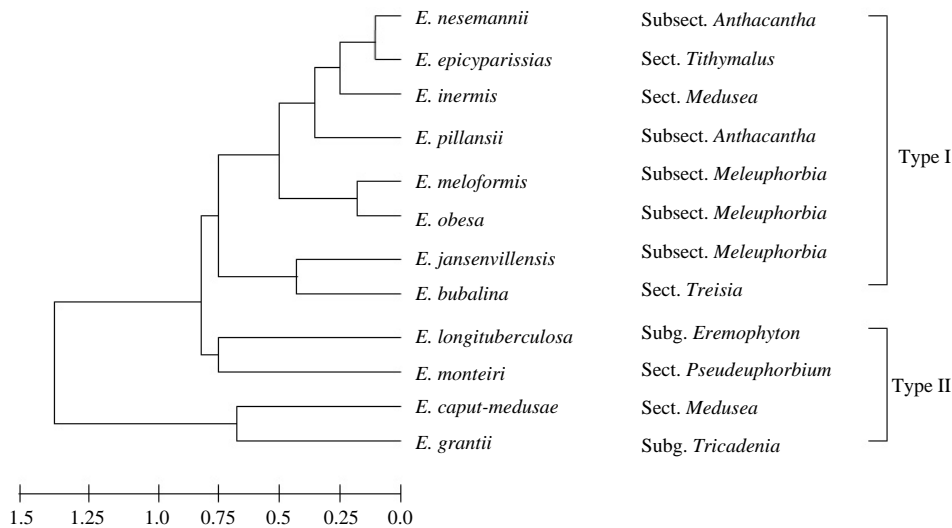


Fig. 1. UPGMA phenogram based on average taxonomic distance coefficients using 8 pollen morphological characters from 12 species of *Euphorbia* subsect. *Meleuphorbia* and related species.

Table 2. Pollen measurements of *Euphorbia* subsect. *Meleuphorbia* and related species

Taxon	P	E	P/E	CL	ET	LL	MW	DF	NF	ES
<i>E. meloformis</i>	37.5	37.9	1.0	25.8	2.1	0.3	0.7	14	1	microperforate
<i>E. obesa</i>	27.6	34.1	0.8	18.6	2.0	0.3	0.6	15	1	microperforate
<i>E. jansenvillensis</i>	45.0	32.8	1.4	33.1	2.3	0.4	0.5	15	1.5	microperforate
<i>E. nesemannii</i>	40.3	39.5	1.0	29.4	2.3	0.5	0.7	11	1	microperforate
<i>E. pillansii</i>	36.8	36.5	1.0	25.1	2.4	0.4	0.7	13	3.7	microperforate
<i>E. bubalina</i>	52.3	42.1	1.2	39.6	2.5	0.2	0.5	13	1	microperforate
<i>E. epicyparissias</i>	40.8	41.3	1.0	29.8	2.3	0.4	0.6	15	1.7	microperforate
<i>E. inermis</i>	42.5	41.0	1.0	29.3	2.5	0.3	0.8	9	2.1	microperforate
<i>E. caput-medusae</i>	60.8	48.1	1.3	45.0	2.6	0.4	1.2	7	3.3	fossulate
<i>E. longituberculosa</i>	44.3	38.6	1.2	31.1	2.6	0.5	0.6	17	3.9	fossulate
<i>E. monteiri</i>	57.7	54.0	1.1	34.7	2.8	0.4	0.8	12	3.2	fossulate
<i>E. grantii</i>	57.3	50.4	1.1	44.3	3.3	0.5	1.1	4	2.5	fossulate

*Measurements represent mean values. P=polar axis, E=equatorial diameter, P/E=ratio of polar axis and equatorial diameter, CL=colpus length, E/T=exine thickness, LL=lumina length, MW=muri width, DF=density of foveola per $9\mu\text{m}^2$, NF=numbers of connection among foveola. Units in μm except DF and N.

았다 (Figs. 2-17; Table 2).

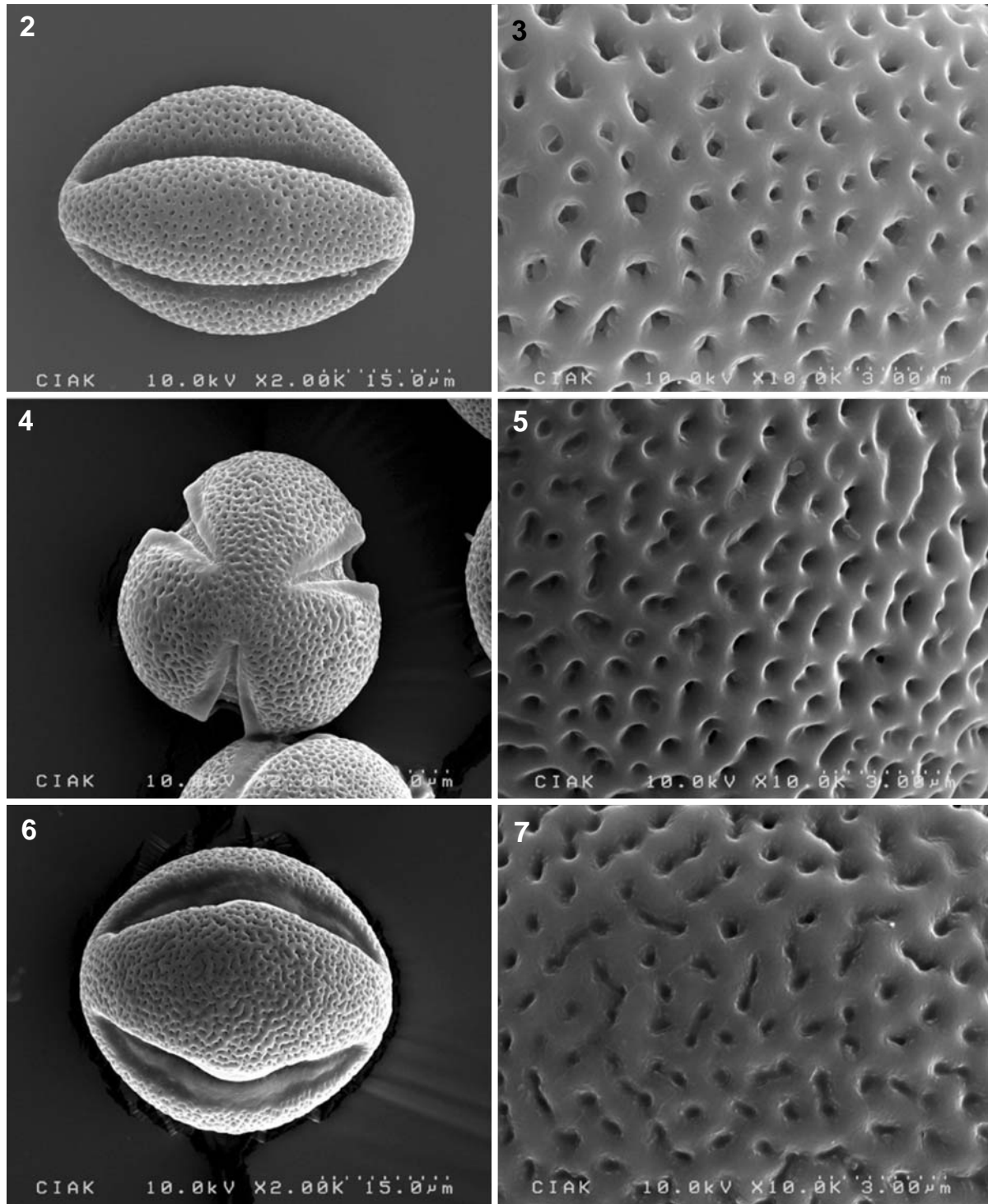
2) Type II

E. longituberculosa, *E. monteiri*, *E. caput-medusae*와 *E. grantii*를 포함하는 군으로 화분의 표면 무늬는 추문상이다 (Figs. 18-25). 적도면상은 약장구형-아장구형 ($P/E=1.1\sim 1.3$ μm)이다. 극축의 길이는 *E. longituberculosa*가 $44.3\mu\text{m}$ 로 가장 짧고, *E. caput-medusae*가 $60.8\mu\text{m}$ 로 가장 길다. 적도면의 지름은 *E. longituberculosa*가 $38\mu\text{m}$ 로 가장 짧고, *E. monteiri*가 $54.0\mu\text{m}$ 로 가장 길다. 표벽 두께는 *E. caput-medusae*가 $2.6\mu\text{m}$ 로 가장 얇고, *E. grantii*가 $3.3\mu\text{m}$ 로 가장 두껍다. 발아구의 길이는 *E. longituberculosa*가 $31.1\mu\text{m}$ 로 가장 짧고, *E. caput-medusae*가 $45.0\mu\text{m}$ 로 가장 길다. 망벽의 폭은 *E. longituberculosa*가 $0.6\mu\text{m}$ 로 가장 좁고, *E. caput-medusae*가 $1.2\mu\text{m}$ 로 가장 두껍다. 망강의 길이는 *E. monteiri*가 $0.4\mu\text{m}$ 로 가장 짧고, *E. grantii*가 $0.5\mu\text{m}$ 로 가장

길다. $9\mu\text{m}^2$ 당 유공의 수는 *E. grantii*가 6개로 가장 적었고, *E. longituberculosa*가 17개로 가장 많았다. 유공 간의 연결 수는 *E. grantii*가 2로 가장 적었고, *E. longituberculosa*가 3.9로 가장 많았다 (Figs. 18-25; Table 2).

고 찰

다육성의 아프리카산 대극속 식물은 줄기 표면의 가시, 가시 보호 판(spine shield)을 갖고 있는 subgenus *Euphorbia*와 이를 갖고 있지 않는 군으로 나눌 수 있는데, *Meleuphorbia*아절은 그 중 가시가 없는 그룹에 속한다 (Park & Jansen, 2007). 이외에도 가시가 없는 군으로는 *Anthacantha*아절, *Treisia*절, *Medusea*절, *Pseudeuphorbium*절, *Tricadenia*아속 등이 있는데 이들은 이러한 형태적 특징의 유사성으로 인해 근연분류군으로 여겨지고 있다. *Mel-*

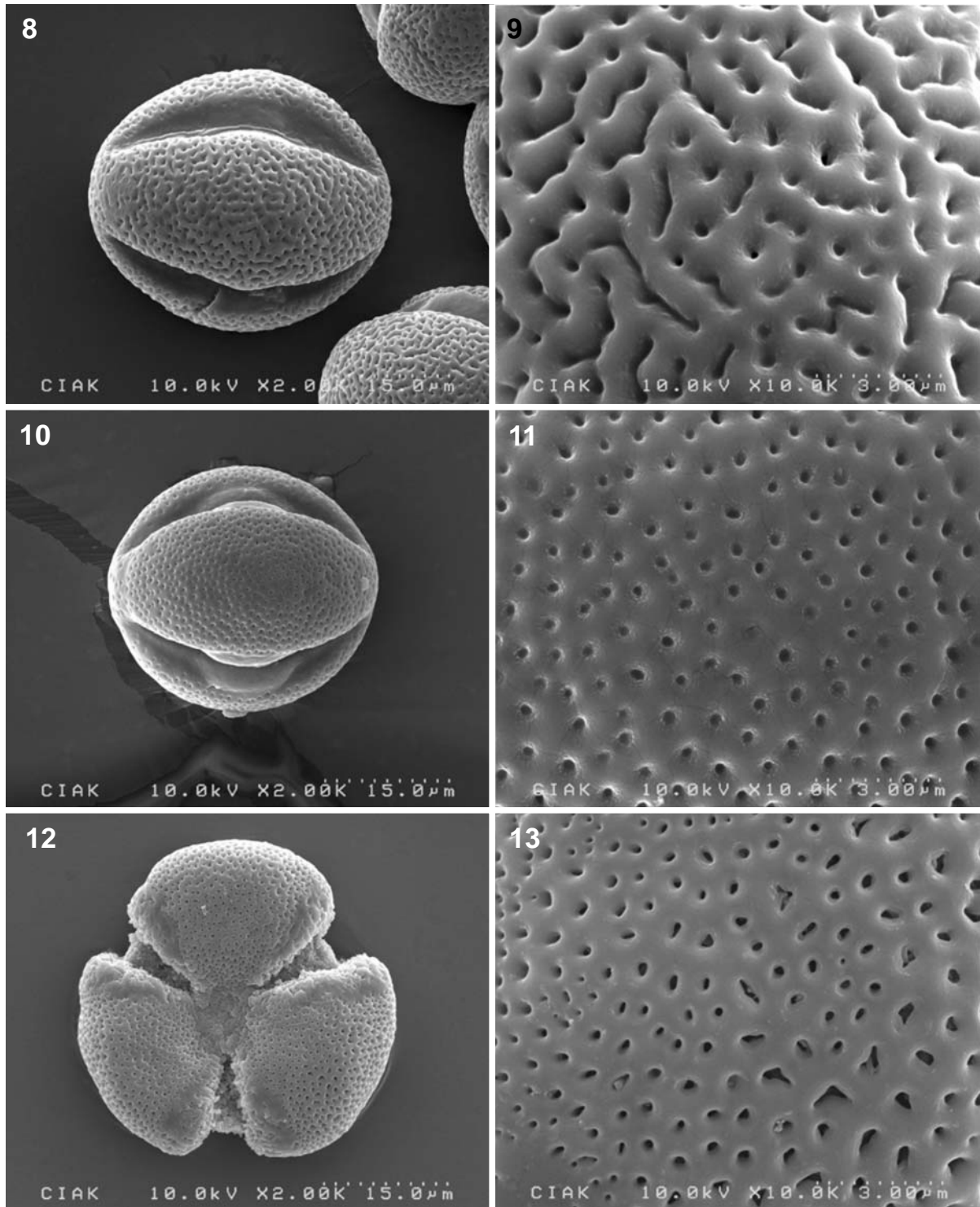


Figs. 2-7. Scanning electron micrograph (SEM) of *E. nesemannii* (2~3), *E. epicyparissias* (4~5) and *E. inermis* (6~7) pollens.

*euphorbia*아절은 Berger (1907)에 의해 *Meleuphorbia*절로 최초 설정된 후, 최근까지 분자적 정보를 이용한 연구(Ritz et al., 2003; Bruyns et al., 2006; Park & Jansen, 2007)와 일부 종에 대한 화분학적 기재가 있었을 뿐, 본 아절과 연관 분

류군에 대한 화분형태에 대한 연구가 폭넓게 시행된 바 없었다.

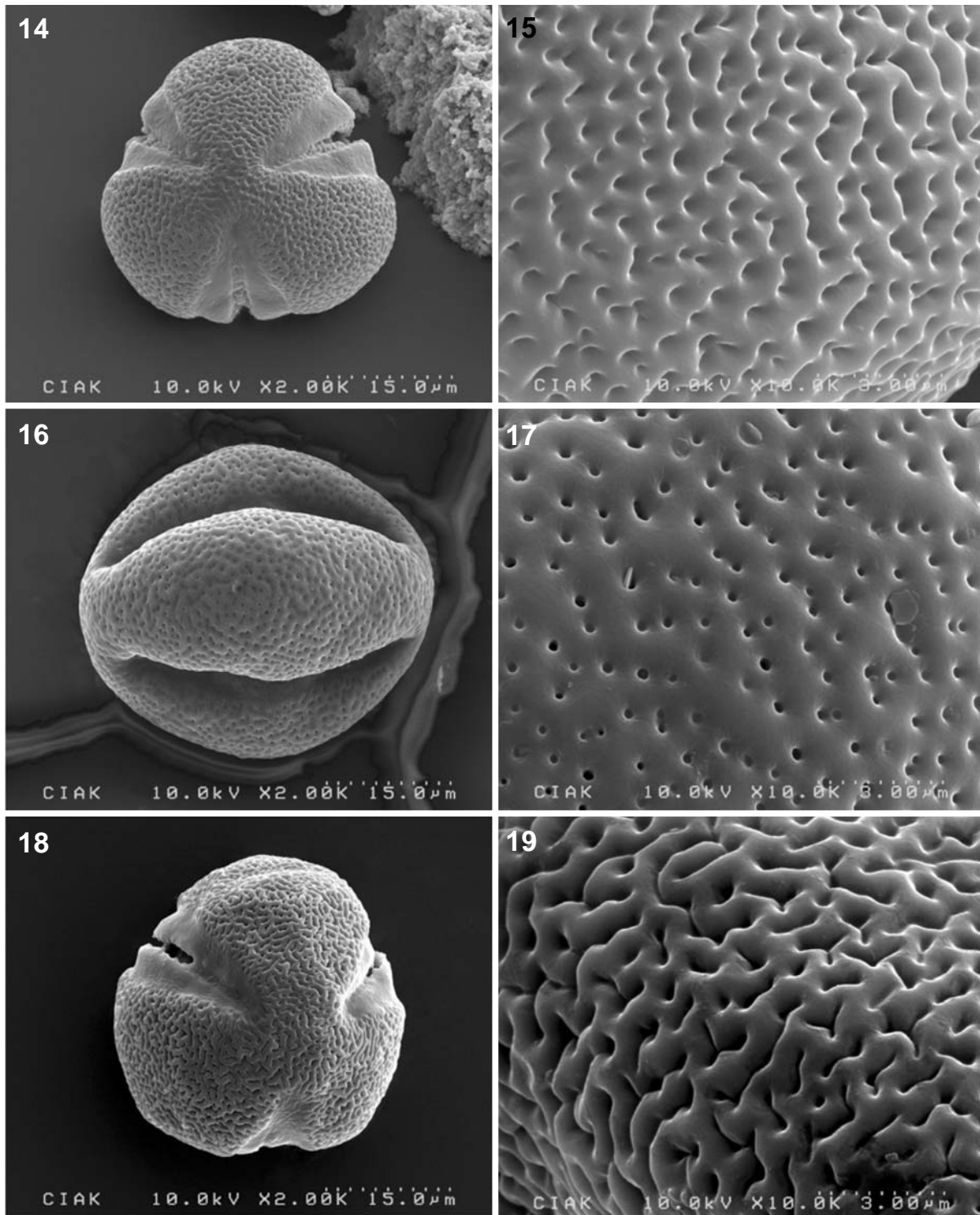
최근 분자적 정보를 이용한 계통 연구(Ritz et al., 2003; Bruyns et al., 2006; Park and Jansen, 2007)에서 *Meleu-*



Figs. 8-13. Scanning electron micrograph (SEM) of *E. pillansii* (8~9), *E. meloformis* (10~11) and *E. obesa* (12~13) pollens.

*phorbia*아절에 속하는 종들은 *Anthacantha*아절과 *Treisia*절의 종들과 서로 유연관계를 보여주고 있어 *Meleuphorbia*아절 만 분리시켜 독립된 분류군으로 설정하는 것이 문제가

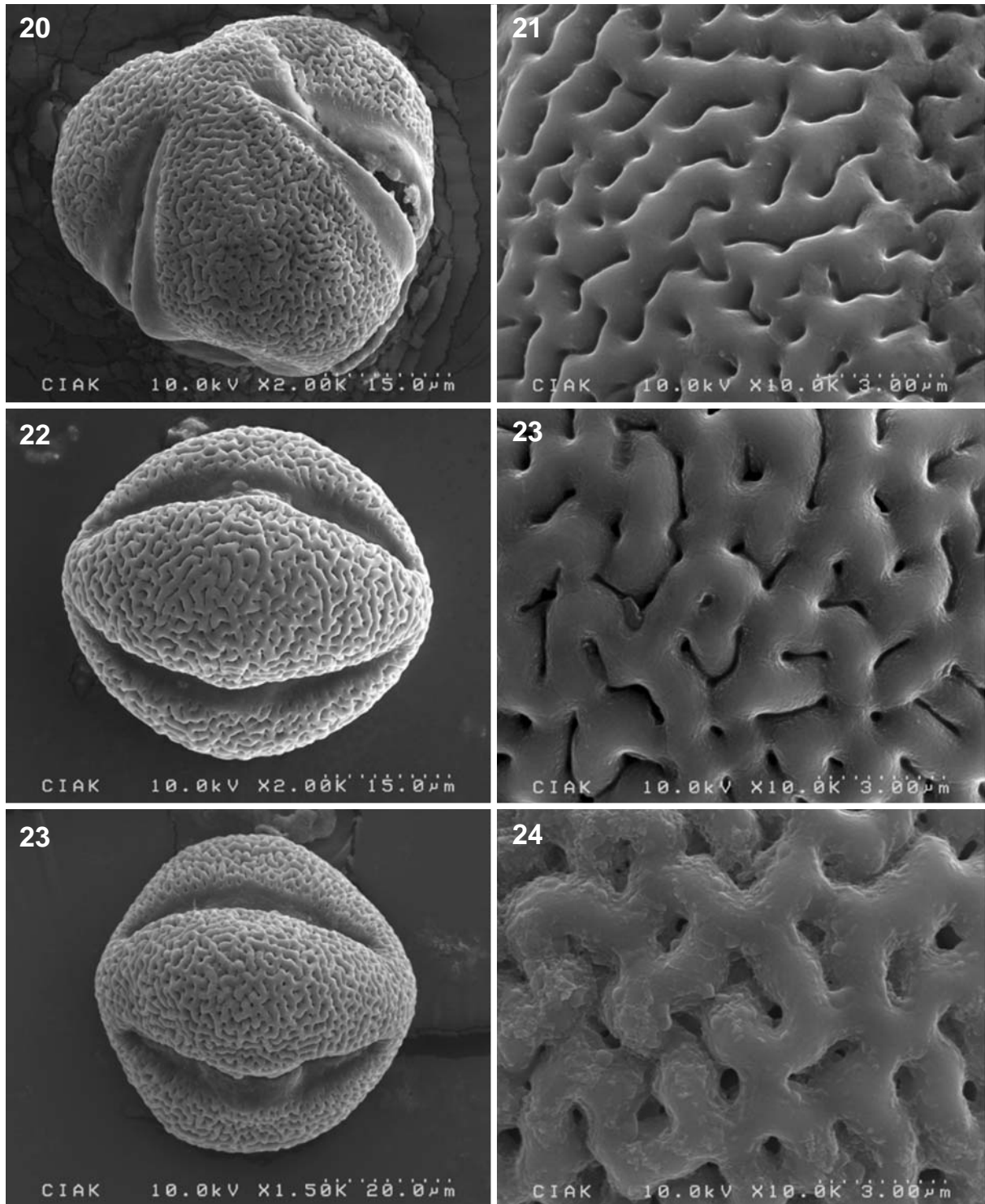
있음을 보여주었다. 본 연구에서는 화분의 표면 무늬를 기준으로 2가지 Type으로 구분하였는데, 미세유공상을 갖는 Type I에는 *Meleuphorbia*아절의 *E. obesa*, *E. meloformis*, *E.*



Figs. 14-19. Scanning electron micrograph (SEM) of *E. jansenvillensis* (14~15), *E. bubalina* (16~17) and *E. longituberculosa* (18~19) pollens.

*jansenvillensis*와 *Anthacantha*아절에 속하는 *E. nesemanii*, *E. pillansii* 그리고 *Treisia*절에 속하는 *E. bubalina*가 포함되어, 이들 세 분류군 간에 유연관계가 깊은 것으로 여겨져

이 세 분류군을 하나의 분류군으로 묶는 것이 더 바람직한 것으로 생각된다. 이와 같은 결과는 최근의 분자적 계통 연구의 결과와도 상당히 일치하고 있다. 특히 *Meleuphorbia*아



Figs. 20-25. Scanning electron micrograph (SEM) of *E. monteiri* (20~21), *E. caput-medusae* (22~23) and *E. grantii* (24~25) pollens.

절에 속하는 종인 둥근 구형의 더욱 줄기를 갖는 *E. meloformis*와 *E. obesa*가 분자계통연구에서 자매군의 관계 (sister-group relationship)를 보여주고 있는데 (Bruyns et al.,

2006), 화분 형태적으로도 가장 가까운 유연관계를 보여준다. 또한, 원통형의 줄기를 갖는 *E. jansenvillensis*는 동일 아절에 속하는 *E. obesa*와 *E. meloformis*보다는 *Treisia*절에

속하는 *E. bubalina*와 화분학적으로 가까운 유연관계를 보여주고 있어 *Meleuphorbia*아절의 종들이 서로 이질적임을 보여주고 있다.

*Medusea*절은 형태적으로 매우 비후된 원 줄기의 상부에 메두사 형태의 여러 개의 이차 가지를 치는 독특한 모양을 하고 있는 군으로 최근 분자계통 연구(Bruyns et al., 2006)에서 단계통이 아님이 밝혀졌는데, 본 연구에서도 이 절에 속하는 2종 중에서 *E. inermis*는 미세유공상을 나타내고 있어 화분학적으로 *Anthacantha*아절의 종들과 유연관계를 보여 주었으며(Type I), 다른 한 종인 *E. caput-medusae*는 추문상을 나타내어 *Tricadenia*아속에 속하는 *E. grantii*와 유사한 화분형태(Type II)를 보여주고 있어 이 분류군이 단계통이 아니라는 최근 분자적 연구를 지지하고 있다.

Type II에 속하는 *Eremophyton*아속, *Pseudeuphorbium*절, *Medusea*절과 *Tricadenia*아속에 속하는 종들은 추문상의 화분의 표면 무늬를 나타내고 있어 서로 유연관계가 깊은 것으로 생각된다. 이전의 연구결과에서 Dyer (1953)는 *Medusea*절에 속하는 종인 *E. hallii*가 *Pseudeuphorbium*절에 속하는 종인 *E. monteiri*와 유연관계가 있을 것이라고 추측하였고, Croizat (1972)는 *Pseudeuphorbium*절의 *E. monteiri*가 subgs. *Esula*, *Tricadenia*와 *Medusea*를 섞어놓은 것과 같은 형태라고 하여 *Pseudeuphorbium*절과 *Medusea*절의 연관관계를 시사하였다.

최근 분류학적 논의에 의하면 *Pseudeuphorbium*절을 *Tricadenia*아속에 포함시키고 있어(Govaerts et al., 2000) 이들 두 분류군 간에 상당한 유연관계가 있음을 시사한다. El-Ghazaly & Chaudhary (1993)는 *Medusea*절에 속하는 *E. caput-medusae*와 *Pseudeuphorbium*절에 속하는 *E. monteiri*가 화분형태학적으로 유연관계가 가깝다고 하였고, 위 분류군들을 하나의 유형에 포함시킨 본 연구의 결과와도 대부분 일치하고 있다. 특히 최근 Park & Jansen (2007)의 분자적 정보를 이용한 연구에서도 *Tricadenia*, *Medusea*와 *Pseudeuphorbium*가 유연관계가 있음을 나타내고 있어 이들 분류군들이 하나의 조상으로부터 기원되었을 가능성이 크다고 하겠다. 또한 *Pseudeuphorbium*절에 속하는 종과 *Eremophyton*아속에 속하는 종이 유연관계도 깊다고 하였는데 이는 본 연구결과에서도 *Pseudeuphorbium*절에 속하는 *E. monteiri*와 *Eremophyton*아속에 속하는 *E. longituberculosa*가 하나의 유집을 형성하고 있어 최근 분자적 연구 결과(Bruyns et al., 2006)와 잘 일치하지만 *Pseudeuphorbium*절을 *Tricadenia*아속에 포함시키는 최근 분류학적 논의(Govaerts et al., 2000)와는 상반된 결과를 보여주고 있다.

결론적으로 *Meleuphorbia*아속은 *Anthacantha*아절, *Treisia*절, 일부 *Medusea*절에 속하는 종들과 형태적, 분자적으로 유연관계가 깊기 때문에 이들을 포함하는 하나의 분류군으로 통합하여 새롭게 정리할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- Berger A: Sukkulente Euphorbien. Eugen Ulmer, Stuttgart, 1907.
- Bruyns P, Mapaya R, Hedderson T: A new subgeneric classification for *Euphorbia* (Euphorbiaceae) in southern Africa based on ITS and psbA-trnH sequence data. *Taxon* 55: 397-420, 2006.
- Chaudhary R, El-Ghazaly G: Pollen morphology of *Euphorbia caput-medusae*. *Grana* 33: 124-127, 1994.
- Croizat L: An introduction of the subgeneric classification of *Euphorbia* L., with stress on the South African and Malagasy species. III. *Webbia* 27: 1-221, 1972.
- Dyer RA: A new succulent *Euphorbia* from the western Cape Province. *J S African Bot* 19: 135-136, 1953.
- El-Ghazaly G, Chaudhary R: Pollen morphology of some species of the genus *Euphorbia* L. *Rev Palaeobot Palynol* 78: 293-319, 1993.
- Erdtman G: Pollen morphology and plant taxonomy. Hafner, New York, 1966.
- Govaerts R, Frodin DG, Radcliffe-Smith A: World checklist and bibliography of Euphorbiaceae (and Pandaceae). The Royal Botanic Gardens, Kew, 2000.
- Kisser J: Benerkungen zum Einschluss in Glycerin-Gelatine. *Z. wiss. Mikr.* 51, 1935.
- Kountnik DL: Making sense of the succulent spurges. *The Euphorbia Journal* 10: 61-97, 1996.
- Park K-R, Jansen R K: A phylogeny of Euphorbieae subtribe Euphorbiinae (Euphorbiaceae) based on molecular data. *J Plant Biol* 50: 644-649, 2007.
- Punt W, Blackmore S, Nilsson S, Le Thomas A: A glossary of pollen and spore terminology. LPP Contributions Series. No.1, LPP Foundation, Utrecht, 1994.
- Ritz CM, Zimmermann NFA, Hellwig FH: Phylogeny of subsect. *Meleuphorbia* (A. Berger) Pax & Hoffm. (*Euphorbia* L.) reflect the climatic regime in South Africa. *Plant Syst Evol* 241: 245-259, 2003.
- Rohlf FJ: NTSYS-pc: numerical taxonomy and multivariate analysis system (version 1.70). Exeter Software, New York, 1992.
- Rowley GD: *Euphorbia meloformis* and *E. obesa* with two newly assigned subspecies. *Euphorbiaceae Study Group Bulletin* 11: 93-98, 1998.
- Zimmermann NFA: Notes on a natural hybrid of *Euphorbia obesa* Hook. f.: *E. obesa* subsp. *obesa* x *E. ferox* Marloth. *Euphorbiaceae Study Group Bulletin* 13: 67-71, 2000.

< 국문 초록 >

대극과 대극속 *Meleuphorbia*아절의 한계와 근연 분류군과의 유연관계를 규명하기 위해 *Meleuphorbia*아절에 속한 3종과 근연 분류군에 속하는 9종을 포함하여 총 12종의 화분을 광학 및

주사전자현미경으로 관찰하였으며, 8개의 정량 화분 형질을 이용한 수리분석을 바탕으로 2개의 유형으로 구분하였다. 화분의 표면 무늬가 미세유공상인 Type I (*E. epicyparissias*, *E. inermis*, *E. pillansii*, *E. obesa*, *E. bubalina*, *E. meloformis*, *E. nesemanii*, *E. jansenvillensis*), 화분의 표면 무늬가 추문상인 Type II (*E. longituberculosa*, *E. monteiroi*, *E. caput-medusae*, *E. grantii*). 화분

형태학적으로 *Meleuphorbia*아절은 자연분류군이 아닐 가능성이 크며, *Meleuphorbia*아절에 속하는 종들은 *Anthacantha*아절, *Treisia*절, *Medusea*절에 속한 종들과 유연관계가 깊은 것으로 나타나, 이들을 함께 하나의 분류군으로 처리하는 것이 바람직하다.