

# 대사초(*Carex siderosticta* Hance)의 외부형태, 분포 및 대사초 절 내에서의 분류학적 위치

문애라, 박정미<sup>1</sup>, 강신호<sup>2</sup>, 장창기\*

공주대학교 생물교육과, <sup>1</sup>국립생물자원관 식물자원과, <sup>2</sup>세명대학교 자연약재과학과

## Morphological Features, Distributional Status of *Carex siderosticta* Hance in South Korea and Its Taxonomic Position Within Sect. *Siderostictae*

Ae-Ra Moon, Jeong-Mi Park<sup>1</sup>, Shin-Ho Kang<sup>2</sup> and Chang-gee Jang\*

Department of Biology Education, Kongju University, Gongju 314-701, Korea

<sup>1</sup>Plants Resources Division, National Institute of Biological Resources, Incheon 404-708, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Natural Medicine Resources, Semyung University, Jecheon 390-711, Korea

**Abstract** - The taxonomic relationship of 3 taxa in *Carex* sect. *Siderostictae* were revealed by morphological and molecular studies. The morphological characteristics of Korean *Carex siderosticta* Hance, which is a type species of sect. *Siderostictae*, was first reviewed in comparison with previous records in order to identify the difference. Then the distribution map of this species was formulated through previous floral literatures and voucher specimens. Although the leaf shape which is represented by length/width ratio showed a great variation depending on habitat condition, the rhizome creeping patterns, the presence of hair on the surface leaf margin and perigynium were shown to be good diagnostic characters to define delimitation of species level. The results from molecular study supported *C. ciliatomarginata* Nakai should be ranked independently on species level.

Key words - Sect. *Siderostictae*, *Carex siderosticta*, Morphology, Distribution, Systematics

### 서 언

사초과(Cyperaceae Juss.) 내 구성 분류군의 절반이상을 차지하는 사초속(*Carex* L.)은 거의 2,000여종으로 구성되고, 이들은 주로 온대지역에 분포하지만 동남아시아의 열대지방 저지대와 아프리카 대륙에 드물게 나타난다(Nelmes, 1951; Ohwi, 1936, 1953; Oh, 2006; Reznicek, 1990). 대사초절(Sect. *Siderostictae*)은 동아시아에만 분포하는 특산 분류군으로 12분류군이 속하고 주로 중국에 많은 분류군이 분포하여 분포다양성의 중심지로 알려져 있다(Tang *et al.*, 2010).

대사초절은 분자적인 연구에 의하면, 사초족(tribe Cariceae)

내에서 북미에 있는 잎이 넓은 종류의 것들과 관련되어 있다(Waterway *et al.*, 2009; Starr and Ford, 2009). 이는 그늘진 숲속에서 자라는 생태적인 특성에 적응한 결과로 여겨진다(Waterway *et al.*, 2009). 대사초절은 양성화서, 하나의 마디에 나는 여러 개의 화서, 수꽃이나 인편을 달고 있는 숙존하는 소수화서축과 같은 몇 가지 원시적인 형질을 가져 다른 분류군보다 계통학적으로 먼저 분지되어 나온 것으로 취급된다. 따라서 잎이 넓은 분류군들의 기원은 아시아 특히 중국일 것이며 북미의 관련 분류군들은 일반적인 베링해 통로를 이용하여 전파된 것으로 추정되어진다(Starr and Ford, 2009).

한국산 대사초절은 대사초(*C. siderosticta* Hance), 털대사초(*C. ciliatomarginata* Nakai) 및 한국특산인 지리대사초(*C. okamotoi* Ohwi) 등의 3분류군이 분포한다(Lee,

\*교신저자(E-mail) : cgjang@kongju.ac.kr

2008). 무늬지리대사초(*C. okamotoi* var. *variegata* Y.N. Lee)가 일본과 한국에 분포한다고 하였으나(Oh, 2006), 이는 품종 수준이며, 학명은 나명으로 발표되어 비합법명이다. 이들 분류군은 주로 잎의 형태, 잎에 난 섬모, 과낭 표면에 난 털의 유무 등에 의하여 구분되어 진다. 종의 동정을 위한 형질은 불연속적으로 형태학적 형질에 의한 종 구분에는 별 문제가 없어온 실정이나 이들에 대한 외부 및 내부형태형질의 비교 연구 이외에 계통학적 연구는 전무한 실정이다(Oh, 1971, 1987). 대사초절에 대한 분자계통학적 연구는 사초속이나 사초아속에 대한 연구에서 일부 종이 포함되어 있었으나, 대사초절에 대한 연구는 전무한 실정이다(Yen and Olmstead, 2000; Roalson, *et al.*, 2001; Starr *et al.*, 2004; Starr and Ford, 2009). 한편 대사초에 대해서 전 외부형태학적 형질에 대한 조사를 통해 분류군의 변이 한계를 규명하는 연구는 아직까지 보고된 바가 없다. 본 연구는 대사초 종에 대한 신종보호를 위한 자생생물의 특성을 제공하고 종의 형질에 대한 상세정보와 각각의 형질에 대한 변이의 범위를 제시함으로써 신종보호출원 시 참고자료를 만들기 위한 연구의 일환으로 실시되었다.

따라서 본 연구에서는 대사초의 생체와 표본 조사를 통하여 변이의 한계를 밝히는 것이 첫 번째 목적이며, 다른 한편으로 대사초절의 외부형태 및 분자계통학에 대한 추가적인 연구를 통해서 대사초절 내 분류군 간의 유연관계를

규명하고, 또한 국내의 문헌 및 표본조사를 통하여 대사초의 분포 범위를 파악하고자 하였다.

## 재료 및 방법

실험재료는 2008년 4월부터 2011년 4월까지 채집된 건조표본 및 성숙한 개체를 70% alcohol에 고정한 액침표본을 사용하였다. 가능한 넓은 지역에서 선별된 자생지를 조사하였으며(Table 1), 형질 측정은 개화기와 결실기에 각 자생지별로 20개체 이상씩 관찰 및 측정하였다. 실험에 사용된 재료의 증거표본은 공주대학교 생물교육과 식물표본실(KNH)에 보관하였다. 대사초절의 분류를 위해 형태형질을 측정 및 해부현미경 시스템을 이용하여 촬영하였다(Leica, MZ7.5 & DFC420). 대사초 외부형태형질의 측정은 개화한 개체를 대상으로 실시하였다. 외부형태 형질에 관한 명칭의 부여는 Radford *et al.*(1976)에 따랐다.

대사초의 분포도는 2004년부터 2010년까지 발행된 한반도 관속식물 분포도 I~IX(Oh *et al.*, 2004, Oh *et al.*, 2005, Oh *et al.*, 2006, Oh *et al.*, 2007, Oh *et al.*, 2008, Oh *et al.*, 2009, Oh *et al.*, 2010, Oh *et al.*, 2011)와 국가생물종정보시스템(<http://www.nature.go.kr>)에 탑재되어 있는 표본정보를 참고하여 작성하였으며(Fig. 2), 증거표본을 명기하였다(Appendix 1).

한편 분자계통학적 유연관계분석을 위해서 사용한 DNA

Table 1. Materials and collection sites of *Carex* in Korea

Taxa	Locality	date	Voucher
<i>C. siderosticta</i> Hance	GW: Mt. Sakeumsan, Taebaek	2008.5.5	<i>JangC.G. 080011</i> (KNH)
	CN: Mt. Oseosan, Boryoung	2008.4.30	<i>JangC.G. 080021</i> (KNH)
	CN: Sohak-dong, Gongju	2008.4.18	<i>JangC.G. 080001</i> (KNH)
	GG: Gwangneung, Pocheon	2008.4.16	<i>JangC.G. 080031</i> (KNH)
<i>C. ciliatomarginata</i> Nakai	GN: Mt. Namduckusan, Geochang	2009.5.17	<i>거창(남덕유산)-090517-036</i> (KNH)
	CN: Mt. Gyeryongsan, Gongju	2011.4.29	<i>JangC.G. s.n.</i> (KNH)
<i>C. okamotoi</i> Ohwi	GN: Mt. Namduckusan, Geochang	2009.5.17	<i>거창(남덕유산)-090517-041</i> (KNH)
	CB: Mt. Minjujisan, Yeongdong	2011.5.5	<i>JangC.G. s.n.</i> (KNH)
<i>C. boottiana</i> Hook. & Arn.	CN: Is. Nokdo, Boryeong	2010.5.29	<i>보령(녹도)-100529-079</i> (KNH)
<i>C. lanceolata</i> Boott.	CN: Is. Hodo, Boryeong	2010.4.24	<i>보령(호도)-100424-018</i> (KNH)
<i>Kyllinqa brevifolia</i> Rottb.	CN: Is. Anmyeondo, Boryeong	2010.9.28	<i>태안(안면도)-100928-018</i> (KNH)

\*GW: Gangwon-do, GG: Gyeonggi-do, CB: Chungcheongbuk-do, CN: Chungcheongnam-do, GN: Gyeongsangnam-do.

의 추출은 Doyle and Doyle(1987)의 방법을 따랐으며 추출한 DNA는 Beckman spectrophotometer로 정량한 후 5 ng/μl로 희석하여 PCR을 위한 DNA로 사용하였다. DNA증폭은 DNA thermal Cycler(Biometra, Whatman Co.)로 수행하였으며 ITS 구간의 증폭을 위한 Primer는 Wen and Zimmer(1996)에 의한 N-nc18S10과 C26A를 사용하였다. PCR 조건은 94°C에서 1분, 50°C에서 1분, 72°C에서 2분을 cycle로 하여 40회 반복한 후 72°C에서 10분간 더 유지시켰다. 증폭된 DNA는 1.2% agarose gel에 전기영동한 후 UV하에서 확인하였으며, Wizard PCR Preps DNA Purification System(Promega)을 이용하여 정제하였다. 분자량 비교를 위한 marker로는 100 bp DNA ladder와 100 bp plus DNA ladder를 사용하였다. 염기서열 분석은 ABI prism 377A automated DNA sequencer (Applied Biosystems)를 이용하여 cycling sequencing 방법으로 수행하였다.

염기서열은 Sequencher(Gene Codes Corporation, Ann Arbor, Michigan), Clustal X(Gibson *et al.*, 1994)를 이용하여 정렬하였으며, 최종 세부정렬은 수작업을 통해 수행

하였다. 정렬된 염기서열은 PAUP 4.02b(Swofford, 1998)을 사용하여 parsimony analysis를 사용하였으며, 분석방법은 Heuristic search를 이용하고, 그에 따른 option으로는 ACCTRAN, MULPARS, 그리고 TBR을 이용하였다. 또한 각 분계도의 지지정도를 알아보기 위하여 bootstrap (Felsenstain, 1985)을 이용하였다. 분석방법은 1000회를 반복하였으며, 이를 통한 계통수를 찾아내었다. two-parameter methods(Kimura, 1980)로 계산된 염기변이 값을 기초로 한 Neighbor-joining tree(NJ)를 산출하였다(Saitou and Nei, 1987; Farris *et al.*, 1996).

## 결과 및 고찰

### 대사초의 형태학적 변이 연구 및 분포

#### 대사초 외부형태학적 특성

#### 습성 및 지하부 구조

다년생 초본으로, 주로 활엽수나 침엽수림 아래의 그늘진 곳에 분포하나, 벌채된 개활지에도 생육한다. 지하부는 굽은 근경과 옆으로 기는 지하경을 가지고, 절간 간격은

Table 2. Quantitative characters of *Carex siderosticta* Hance in Korea

Taxa	Characters	Habitat	Sexuality	Root color	Rhizome attitude
<i>C. siderosticta</i>		sunny of forest	androgynous	brown	creeping, elongated
Taxa	Characters	Leaf sheath color	Leaf blade shape	Leaf blade apex	Leaf blade color base
<i>C. siderosticta</i>		pale brown	broadly lanceolate	acute	green acute
Taxa	Characters	Leaf blade growing patton	Leaf margin	Peduncle shape	Inflorescence shape Floret shape
<i>C. siderosticta</i>		flat, curled	scabrous	erect	spike short-terete
Taxa	Characters	Flower type	Flowering season	Bract shape	Staminate scale color
<i>C. siderosticta</i>		unisexual	Apr., May	spathe	greenish-brown
Taxa	Characters	Staminate scale shape	Pistillate scale shape	Spot color	Style shape color
<i>C. siderosticta</i>		ovate	oblong, obtuse	brown	3-divided yellowish-brown
Taxa	Characters	Anther shape	Perigynium color	Seed shape	Seed type color
<i>C. siderosticta</i>		oblong	pale green	triangular oblong	achene pale green

Table 3. Qualitative characters of *Carex siderosticta* Hance in Korea

Characters	Rhizome		Stem		Leaf sheath							
Taxa	diameter (mm)		internode (mm)		length (cm)		width (cm)		length (cm)			
<i>C. siderosticta</i>	0.7 (1.3)	2.0	10.8 (61.3)	187.0	10 (25)	40	1 (1.5)	2	1 (1.5)	2		
Characters	Leaf sheath		Leaf blade		Leaf blade		Bract					
Taxa	no. (ea)		no. (ea)		length (cm)		width (cm)		length (mm)			
<i>C. siderosticta</i>	3 (6)	12	4 (7)	9	13.2 (25.0)	36.2	4.6 (19.0)	28.9	11.4 (16.7)	22.9		
Characters	Bract		Culm		Inflorescence							
Taxa	thickness (mm)		length (cm)		no. (ea)		length (mm)		no. (ea)			
<i>C. siderosticta</i>	0.03 (0.05)	0.07	13.8 (18.4)	27.9	3 (6)	9	10.5 (16.7)	23.7	12 (18)	27		
Characters	Floret		Staminate flower			Pistillate flower						
Taxa	no. (ea)		scale length (mm)			no. (ea)		scale length (mm)		no. (ea)		
<i>C. siderosticta</i>	4 (6)	8	2.9 (3.9)	5.3	10 (14)	22	2.7 (3.7)	5.9	1 (4)	6		
Characters	Pistil		Style		Stigma		Ovary		Filament			
Taxa	length (mm)		length (mm)		length (mm)		length (mm)		length (mm)			
<i>C. siderosticta</i>	0.9 (2.8)	5.4	0.9 (1.6)	2.3	0.6 (1)	1.3	3 (3.5)	4	1.3 (1.8)	2.2		
Characters	Anther		Fruit			Seed						
Taxa	length (mm)		width (mm)		length (mm)		width (mm)		length (mm)	width (mm)		
<i>C. siderosticta</i>	2.5 (3)	3.4	0.5 (1)	1.3	2.4 (2.9)	3.4	0.8 (1.2)	1.8	0.8 (1.6)	2.4	0.3 (0.5)	0.6

minimum (mean) maximum

1.1-18.7 cm이다. 근경의 각 절마다 수근계를 이룬다. 수근은 연한 갈색이며, 직경은 0.7-2.0 mm이다(Fig. 1, A; Table 2, 3).

**화경**

화경은 가늘고 둔하게 세모지고 길이는 10-40 cm, 너비 1-2 cm로서 부드럽다. 화경은 몇 개의 엽초로 싸이고, 포가 달려있는 윗부분은 털이 약간 있으나 기부는 밋밋하다(Fig. 1, A; Table 2, 3).

**잎**

잎이 나오는 줄기는 짧으며, 5-6개의 잎이 총생하고 줄기 밑에 혈겹게 나온다. 엽신의 모양은 길이와 너비의 비가 4:1이상으로 넓은 피침형 또는 피침형이며, 길이 13.2-36.2 cm, 너비 0.5-2.9 cm이다. 엽질은 연하고 얇으며, 끝이 점차 뾰족하고, 앞면은 녹색을 띠고 뒷면은 색이 연하며, 3맥이 뚜렷하고, 털이 드물게 맥을 따라 나온다. 잎의 선단부는 둔각을 이루며 점차 좁아지고 끝이 점차 뾰족해져 피침 모양을 띤다. 잎의 기부는 예저이며, 편평하다가

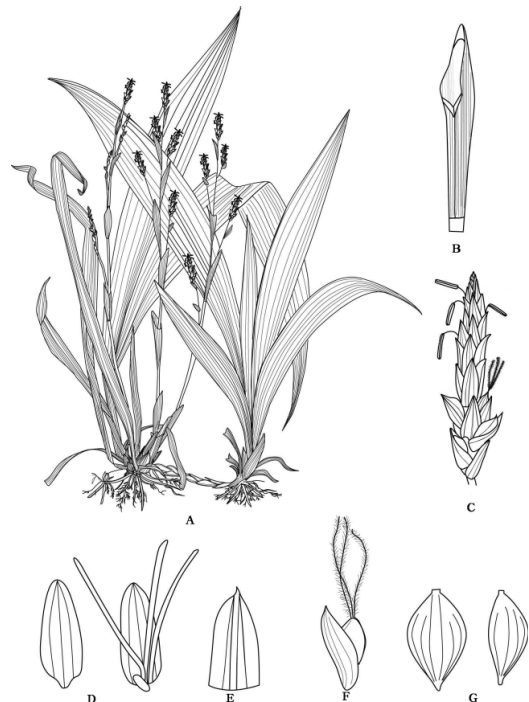


Fig. 1. The morphological characters of *Carex siderosticta* Hance.

A. Habit, B. Leaf sheath, C. Spike, D. Flower(opened), E. Pistil, F. Fruit, G. Seed.

성숙 후에는 둥글게 말린다. 기부가 영성한 엽초로 된다. 기부의 엽초는 길이가 1-2 cm로, 잎이 없고 연한 갈색이며, 묵은 엽초는 실 모양으로 갈라진다. 원줄기는 6-8개의 엽초를 가진다(Fig. 1, A, B; Table 2, 3).

**꽃**

화서는 소수화서(spikelet)이며, 이삭화서가 모여서 2차적으로 수상화서를 형성한다. 수상화서는 일반적으로 줄기 끝에 정생하고, 길이는 1.0-2.4 cm이며, 대가 있으며 곧추선다. 수상화서에는 12-27개의 꽃이 달리며, 소수화서는 4-8개가 서로 떨어져서 달린다(Fig. 1, C; Table 2, 3). 각 소수의 윗부분에는 갈색의 수꽃, 아랫부분에는 녹색의 암꽃이 1개 또는 2개씩, 짧은 기둥모양으로 화경의 끝에 달린다. 포의 길이가 11.4-22.9 mm로 통처럼 된다. 화경은 일반적으로 잎다발 옆에서 정생하고, 길이는 13.8-27.9 cm로 화경 끝에 3-9개의 소수가 달린다. 4-5월에 개화한다. 꽃은 암술과 수술이 따로 달리는 단성화이며, 암술만 있는 소화와 수술만 있는 소화가 모여 소수화서를 이룬다. 소수화서 화경은 각각의 화경이 거의 같은 길이로 성장하고, 총화경보다 현저히 가늘어진다. 암꽃의 소수는 1-6개가 달리며, 암꽃의 비늘 조각은 길이 2.7-5.9 mm로 타원형 또는 둔형이며, 가운데는 연한 풀색이고 가장자리는 투명한 흰색이며 뒷면 녹색부가 넓고 뚜렷한 3개의 맥이 있으며 양쪽 가장자리는 갈색의 작은 점이 있다. 소수에 10-22개의 수꽃이 달리며, 수꽃 비늘 조각의 길이는 2.9-5.3 mm로 난형이며 녹색이다. 화사는 길이가 1.3-2.2 mm로 수꽃의 길이와 거의 비슷하며 이삭 밖으로 끝부분이 돌출된다. 약은 두 개가 붙은 형태로 길이가 2.5-3.4 mm, 너비가 평균 1 mm인 장타원형이다. 약의 기부가 화사의 끝에 달리며 약 전체가 이삭의 밖으로 완전히 돌출된다. 암꽃의 암술 길이는 0.9-5.4 mm로 화주 길이 0.9-2.3 mm이며, 주두 길이 0.6-1.3 mm로, 끝이 3갈래로 갈라지며, 뭉뚝하고 엷은 황갈색을 띤다. 자방은 타원형 또는 난상 타원형인데 세모났으며, 길이 3-4 mm이다. 자방의 윗부분은 점차 좁아져 매우 짧은 부리를 이루고 기부는 길게 좁아진다(Fig. 1, C, D, E; Table 2, 3).

**열매 및 종자**

열매는 수과이고 삼각상 타원형으로 세모났으며, 그 안에 종자가 들어있다. 길이는 평균 3.0 mm, 너비는 평균

1.3 mm이며, 부리는 짧고, 기부에는 작은 돌기가 있다. 과포는 연한 녹색의 막질로 뚜렷한 5-6개의 맥이 있고, 연한 녹색의 작은 점이 있으며 털이 없다. 종자는 삼각상 타원형으로 연한 녹색을 띠며, 길이 0.8-2.4 mm, 너비 0.3-0.6 mm로 육안으로 구분이 힘들다. 종자 끝에는 작은 돌기가 있다(Fig. 1, F, G; Table 2, 3).

**대사초의 분포**

대사초절에 속하는 12종은 동아시아에 국한되어 분포하고, 중국에 8종이 분포하며 그 중에서 6종이 중국 특산 분류군이다(Tang *et al.*, 2010). 중국에 분포하는 8분류군 중에서 대사초와 그 변종으로 취급되어 진 털대사초가 한국과 공통적으로 분포한다. 극동러시아의 대사초절에는 Sect. *Maitrema* (Rafin.) V. Kreez에 속하는 것으로 분류된 대사초 1종만이 분포한다(Shishkin, 1985). 일본에는 전국에 흔히 분포하고, 털대사초는 홋카이도를 제외한 일본에 드물게 분포한다(Ohwi, 1936, 1953). 표본 및 문헌 정보에 의하면, 남한에서는 전국에 걸쳐서 분포한다(Fig. 2).

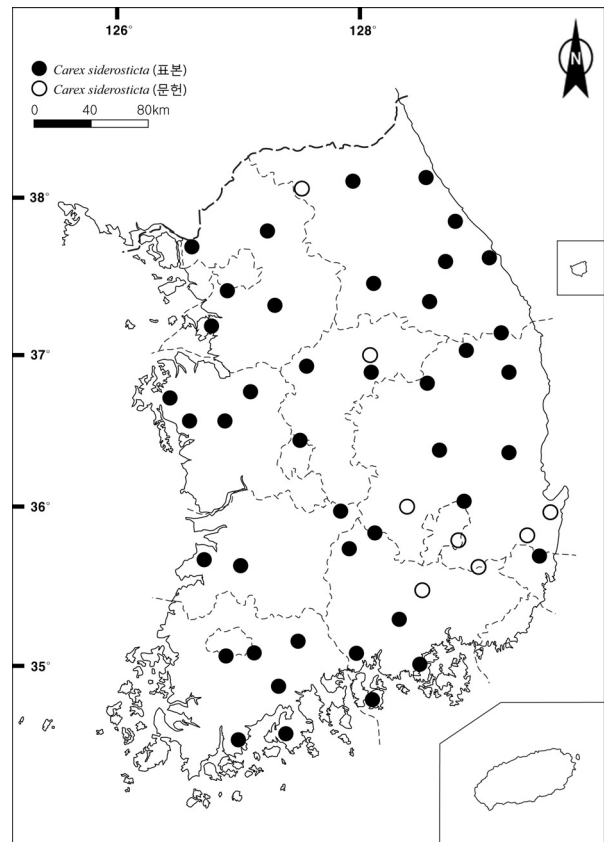


Fig. 2. Distribution of *C. siderosticta* in Korea.

**대사초의 대사초절 내의 분류학적 위치**

**외부형태학적 결과**

잎의 형태는 대사초와 지리대사초에서 나타나는 선형과 털대사초의 장타원형으로 뚜렷이 구분되었다(Fig. 3). 대사초는 길이/나비의 비가 10.2 (17.0) 33.0으로 나타나 3 분류군 중에서 가장 크게 나타났으며 편차가 심한 것으로 나타났다. 털대사초는 3.6 (4.8) 5.8로 장타원형 잎을 가지고 있으며, 지리대사초는 10.2 (13.9) 17.3으로 선형의 잎을 가지고 있었다. 대사초의 잎 길이/나비 비에서 심한 편차는 대사초의 분포범위가 넓고 양지에서부터 그늘진 수림 아래까지 다양한 생육지에 적응한 결과 다양한 잎 형태를 가지게 된 것이라고 여겨진다.

대사초와 지리대사초의 잎 표면과 엽연에는 침상의 돌기가 나 있으나, 털대사초의 잎 표면 및 엽연에는 긴 털이 있다(Fig 4). 과낭의 표면에 털이 없는 종류로는 대사초의 과낭이 지리대사초의 과낭보다는 크기가 대형이며, 털대사초 과낭의 표면에는 잔털이 밀생한다(Fig 4). 털대사초는 지하경 없이 지상부에 떠있는 포복경으로 영양번식을 하기 때문에 수분스트레스가 심한 환경에 노출되게 되어 털이 진화한 것으로 여겨진다(Waterway *et al.*, 2009).

개체당 화경의 수, 화경당 소수의 수, 소수화서당 암꽃과 수꽃의 수는 모든 측정치에서 대사초가 털대사초나 지리대사초에서 보다 높은 값을 나타내었다. 한편 털대사초와 지리대사초는 측정치가 거의 유사하였으나, 개체당 화

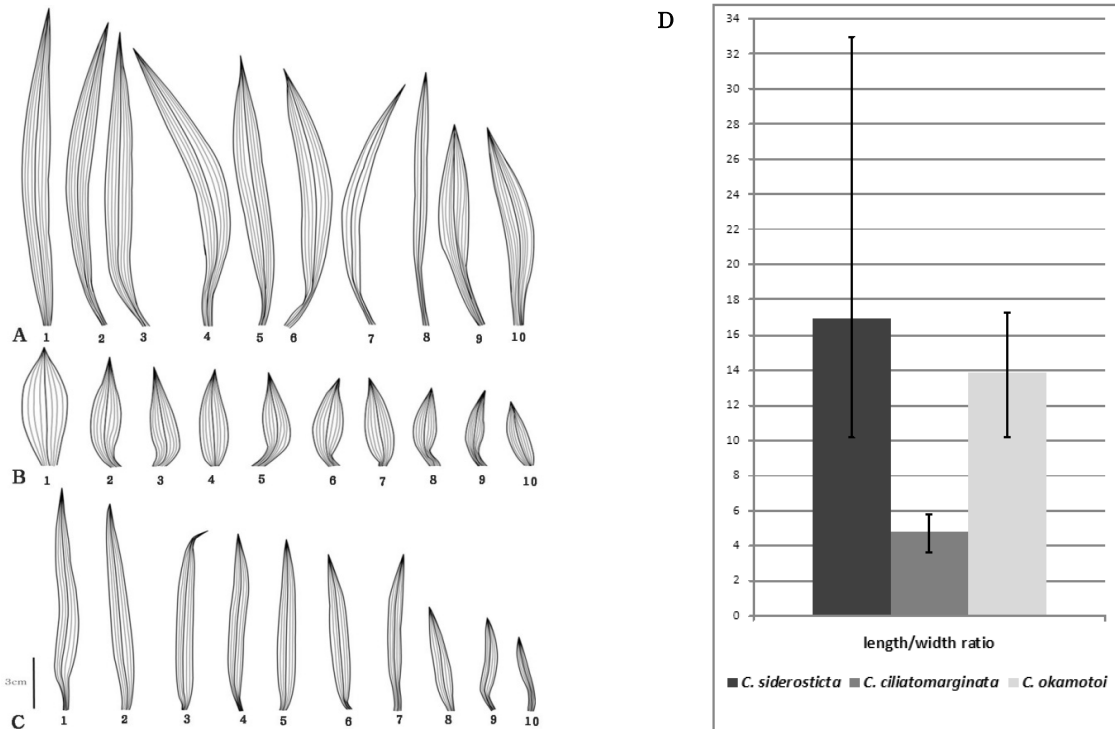


Fig. 3. The leaf shapes and ratio of the length/width of sect. *Siderostictae* taxa. A: *C. siderosticta*, B: *C. ciliatmarginata*, C: *C. okamotoi*, D: length/width ratio.

Table 4. The number of branches from rachilla

Taxa	No. rachilla/individual	No. spike/rachilla	No. ♀spikelet/spike	No. ♂spikelet/spike
<i>C. siderosticta</i> Hance	1 (2.2) 3	4 (5.5) 7	3 (3.7) 6	10 (13.7) 18
<i>C. ciliatmarginata</i> Nakai	1 (2.1) 3	3 (4.0) 5	3 (3.4) 4	10 (11.5) 12
<i>C. okamotoi</i> Ohwi	1 (1.0) 1	3 (4.0) 5	3 (3.3) 4	6 (6.6) 8

Minimum (mean) maximum

축의 수와 수꽃이삭의 수가 털대사초에 비해 지리대사초가 적은 값을 나타내었다(Table 4).

#### 분자계통학적 결과

핵 DNA ITS와 엽록체 DNA *psbA-trnH* 지역에 대한 염기서열 분석에서 본 연구에 사용된 파대가리는 ITS의 염기서열은 5.8S 지역을 포함하여 625bp로 연구대상 분류군보다 짧았으나, 사초속에 대한 ITS의 염기서열은 총 647-682 bp로 나타났다. 이 중에서 대사초절의 분류군은 다른 사초속보다 약간 짧았다. 지리대사초는 ITS region의 16S 지역에서 double peak가 나타나 절 내 다른 분류군들과 다른 DNA 조성을 나타내었다. 한편 파대가리의 *psbA-trnH* region 염기서열은 889 bp로 연구대상 분류군보다 길었다. 사초속 분류군은 610-843 bp로 다양하게 나타났다. 지리대사초의 염기서열은 대사초절 내에서는 가장 짧았지만 다른 사초속의 것보다는 길게 나타났다.

핵 DNA ITS에 의한 UPGMA 및 bootstrap 분석결과

UPGMA cluster phenogram의 tree length는 190이며, 유용한 characters는 47개였다. phenogram의 CI=0.953, RI=0.852, RC=0.812로 나타나 비교적 유의성이 높았다. 엽록체 *psbA-trnH*에 의한 UPGMA 및 bootstrap 분석결과 UPGMA cluster phenogram의 tree length는 410, 유용한 characters는 93개, phenogram의 CI=0.983, RI=0.944, RC=0.927로 나타났다. 핵 DNA ITS와 *psbA-trnH*를 조합한 자료에 의한 UPGMA 및 bootstrap 분석결과 UPGMA cluster phenogram의 tree length는 600이며, 유용한 characters는 140개였다. phenogram의 CI=0.973, RI=0.914, RC=0.889로 나타나 이 분석 역시 비교적 유의성이 높았다.

#### 분류학적 논의

대사초, 털대사초, 지리대사초는 잎의 형태, 잎의 맥 위나 엽연에 나있는 털의 유무, 지하경의 유무, 과낭이나 과피 표면의 털의 유무 등에 의해서 구분되어 진다(Koyama, 1962; Lee, 1996; Oh, 2006). 잎의 형태는 환경 변화에 민감하게 반응하여 길이/나비 비율이 달라진다(Fig. 3). 특히 대사초의 경우에는 비율의 표준편차가 아주 큰 편으로 햇빛 이용도를 증가시키기 위한 환경 적응의 일환이라고 생각된다. 다른 형질들은 환경의 변화에 상관없이 일정하여 종을 구분하는 좋은 형질로 여겨진다.

털대사초는 대사초의 변종인 *C. siderosticta* var. *pilosa* Lév ex T.Koyama로 취급되기도 하였으나(Koyama, 1962; Tang *et al.*, 2010), 대부분의 한국과 일본 학자들은 이를 종수준으로 인정하여 *C. ciliatomarginata*로 다루고 있다(Ohwi, 1936, 1953; Oh, 1971). 분자계통학적 결과 오히려 대사초는 털대사초보다 오히려 다른 종으로 취급된 지리대사초와 더 가까운 유연관계를 보여 주어 종수준의 취급이 타당성이 있다는 것을 지지해 준다. 또한 대사초절은 사초속 내의 다른 절과는 뚜렷이 구분되어 유집되었다(Fig. 5, 6, 7).

화서의 분지는 대사초에서 털대사초나 지리대사초에서보다 많이 관찰되었고, 대사초와 형태학적으로 근연종으로 여겨지는 털대사초에서 지리대사초보다 분지가 많이 나타났다. 화서의 분지수가 진화할수록 감소하는 경향을 나타내는 사초속 분류군들의 진화경향성에 비추어 보아 대사초가 절 내 분류군들 중에서 원시적인 것으로 여겨진다(Waterway *et al.*, 2009).

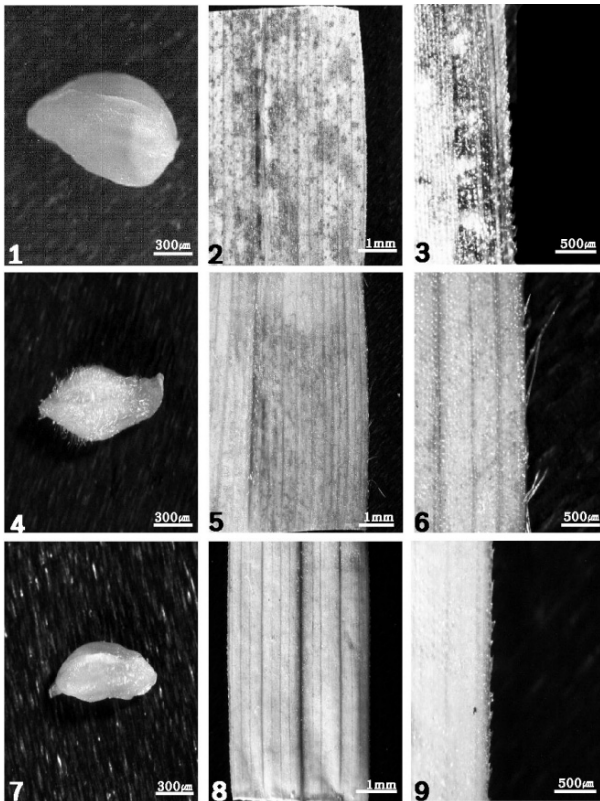


Fig. 4. The surface of the leaves and perigynium of the sect. *Siderostictae* taxa.

1, 2, 3: *C. siderosticta* Hance, 4, 5, 6: *C. ciliatomarginata* Nakai, 7, 8, 9: *C. okamotoi* Ohwi

염색체수는 대사초가 2n=12, 24로 이배체와 배수체가 함께 나타나며(Hoshino and Tanaka, 1977; Hoshino, 1981), 털대사초(2n=12, Hoshino and Tanaka, 1977; Hoshino, 1981)와 지리대사초(2n=12, Lee and Kim, 2008)는 이배체만 관찰되어 진다. 외부형태 형질, 표피 형태, 염색체 수 등을 기준으로 원시적인 분류군으로 여겨지는 대사초는

2차 환경적응 과정에서 배수체가 만들어 진 것으로 여겨진다(Davies, 1956; Oh, 1971).

대사초와 지리대사초는 지하경을 가지며, 선형의 잎 맥 위와 엽연에 또한 과낭이나 과피에 침상돌기가 있다는 외부형태학적 특징을 공유한다. 대사초는 지리대사초보다 잎의 너비가 넓고, 2배체의 염색체만 가지는 지리대사초에

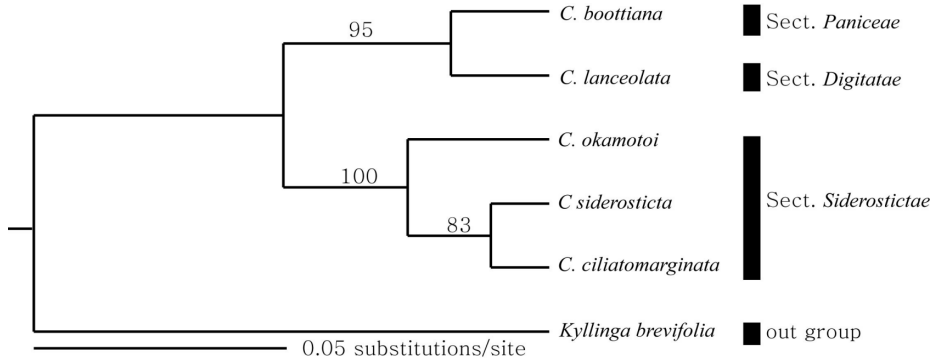


Fig 5. UPGMA cluster phenogram of *nrDNA ITS* sequences of 6 accessions including sect. *Siderosticta*.

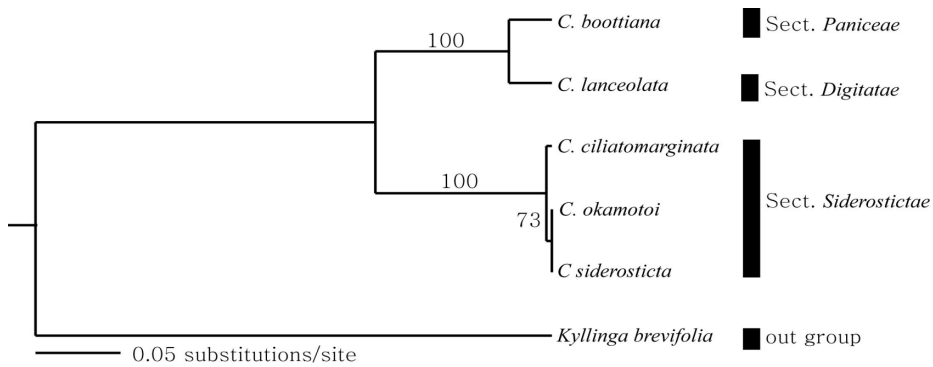


Fig 6. UPGMA cluster phenogram of chloroplast DNA *psbA-trnH* sequences of 6 accessions including sect. *Siderosticta*.

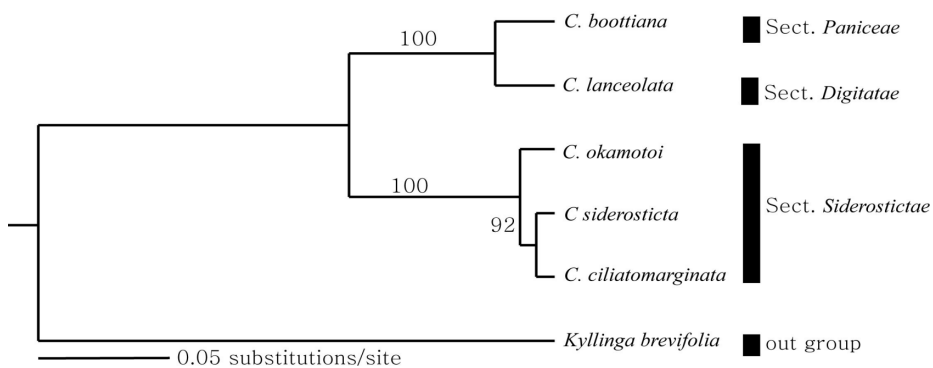


Fig 7. UPGMA cluster phenogram of combined with *nrDNA ITS* and *psbA-trnH* sequences of 6 accessions including sect. *Siderosticta*.



비해 2배체와 4배체의 염색체를 가진다. 반면에 털대사초는 포복경을 가지며 장타원형의 잎을 가지고, 이들 잎의 맥 위나 엽연에 또한 과낭이나 과피에 털이 나있다.

후속 연구에서는 대사초 이외의 지리대사초와 털대사초 등에 대해서도 더 세밀한 외부형태 형질에 대한 조사가 이루어져야 할 것이며, 계통학적 연구를 위해 한국에 분포하는 분류군 외에 대사초절에 해당하는 12분류군이 모두 포함된 연구가 수행되어야 할 것으로 여겨진다.

## 적 요

국내에 분포하는 대사초절에 속하는 3분류군의 외부형태 형질을 분석하고 분자계통학적 연구를 수행하여 이들 간의 유연관계를 밝혔다. 대사초절 내의 기본종인 대사초의 외부형태학 특징을 재검토하여 기존 문헌과의 차이를 파악하였으며, 식물상 문헌 및 표본을 통해 국내 분포도를 작성하였다. 문헌에 언급된 형질들 중에서 잎의 형태는 생육조건에 따라 변이가 심하였지만, 지하경 생장 양상, 잎과 과낭의 털의 존재 등은 종수준에서 구분하는데 좋은 형질이었다. 분자계통학적 연구에서 털대사초는 독립된 종으로 처리되는 것을 지지하였다.

## 사 사

본 연구는 2008년도 국립산림품종관리센터의 '특성조사 요령(TG) 제정을 위한 위탁시험사업'의 지원에 의하여 이루어진 것입니다. Abstract 교정을 보아주신 공주대학교 영어교육과 Hubert Pak 교수님께 감사드립니다.

## 인용문헌

Davies, E.W. 1956. Cytology, evolution and origin of the aneuploid series in the genus *Carex*. *Hereditas* 42:349-365.  
 Doyle J.J. and J.S. Doyle. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochem. Bull.* 19:11-15.  
 Farris, J., V. Albert., M. Kallersjo, D. Lipscomb and A. Kluge. 1996. Parsimony jackknifing outperforms neighbor-joining. *Cladistics* 12:99-124.  
 Felsenstein, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution* 36:789-791.

Gibson, T., D. Higgings and J. Thompson. 1994. Clustal X program. EMBI, Heidelberg, Germany.  
 Hoshino, T. 1981. Karyomorphological and cytogenetical studies on aneuploidy in *Carex*. *J. Sci. Hiroshima Univ. Ser. B. Div. 2*, 17:155-238.  
 Hoshino, T. and R. Tanaka. 1977. Karyomorphological studies of *Carex siderosticta* and its two allied species. *Koromosomo II* 7-8:191-194.  
 Kimura, M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rays of base substitution through comparative studies of nucleotide sequence. *J. Mol. Evol.* 16:111-120.  
 Koyama, T. 1962. Classification of the family Cyperaceae (2). *Journal of the Faculty of Science University of Tokyo, Section III, Botany* 8:149-278.  
 Lee, J.K. and S.Y. Kim. 2008. Chromosomes of Endemic Plants in Korea 2008. Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology. Daejeon, Korea. pp. 18-19 (in Korean).  
 Lee, W.T. 1996. *Lineamenta Florae Koreae*. Academy Press, Seoul, Korea (in Korean).  
 Lee, W.T. 2008. Original Descriptions of Korean Vascular Plants I. Korea National Arboretum. Pocheon, Korea. pp. 322-323 (in Korean).  
 Nelves, E. 1951. The genus *Carex* in Malaysia. *Reinwardtia* 1:221-450.  
 Oh, B.U., D.G. Cho, B.Y. Sun, B.H. Choi, J.H. Pak, H.T. Im, C.S. Chang, W.K. Paik, G.Y. Chung, K.R. Park, J.H. Kim and C.G. Jang. 2004. Distribution Maps of Vascular Plants of Korean Peninsula 1. South-Coast Province. National Arboretum, Pocheon, Korea (in Korean).  
 Oh, B.U., D.G. Cho, J.H. Pak, H.T. Im, C.S. Chang, W.K. Paik, G.Y. Chung, J.H. Kim, C.Y. Yoon, Y.D. Kim, K.O. Yoo and C.G. Jang. 2005. Distribution Maps of Vascular Plants of Korean Peninsula II. South Province. National Arboretum, Pocheon, Korea (in Korean).  
 Oh, B.U., D.G. Cho, S.C. Ko, B.H. Choi, H.T. Im, W.K. Paik, Y.M. Lee, G.Y. Chung, K.O. Yoo, C.G. Jang and S.H. Kang. 2011. Distribution Maps of Vascular Plants of Korean Peninsula IX. Western & southern coastal area. National Arboretum, Pocheon, Korea (in Korean).  
 Oh, B.U., D.G. Cho, S.C. Ko, H.T. Im, G.Y. Chung, C.G. Jang and S.H. Kang. 2010. Distribution Maps of Vascular Plants of Korean Peninsula VII. South Province (Gyeongsangnam-do) and Ullung-do Province. National Arboretum, Pocheon, Korea (in Korean).  
 Oh, B.U., D.G. Cho, S.C. Ko, H.T. Im, W.K. Paik, G.Y. Chung,

- C.Y. Yoon, K.O. Yoo, C.G. Jang and S.H. Kang. 2009. Distribution Maps of Vascular Plants of Korean Peninsula VI. Central Province (Gangwon-do). Korea Forest Service, Daejeon, Korea (in Korean).
- Oh, B.U., D.G. Cho, S.C. Ko, H.T. Im, W.K. Paik, J.H. Kim, C.Y. Yoon, Y.D. Kim, K.O. Yoo and C.G. Jang. 2006. Distribution Maps of Vascular Plants of Korean Peninsula III. Central & South Province (Chungcheong-do). National Arboretum, Pocheon, Korea (in Korean).
- Oh, B.U., K.S. Kim, S.C. Ko, B.H. Choi, H.T. Im, W.K. Paik, G.Y. Chung, C.Y. Yoon, C.G. Jang and S.H. Kang. 2008. Distribution Maps of Vascular Plants of Korean Peninsula V. Central Province (Gyeonggi-do). Korea Forest Service, Daejeon, Korea (in Korean).
- Oh, B.U., K.S. Kim, S.C. Ko, H.T. Im, W.K. Paik, G.Y. Chung, C.Y. Yoon, K.O. Yoo and C.G. Jang. 2007. Distribution Maps of Vascular Plants of Korean Peninsula IV. Central & South Province (Gyeongsangbuk-do). National Arboretum, Pocheon, Korea (in Korean).
- Oh, Y.C. 1971. A Taxonomic Study on Sect. *Siderostictae* in Korea. Korean J. Pl. Tax. 3:1-8.
- Oh, Y.C. 1987. Leaf epidermal patterns of section *Siderostictae* (*Carex*, Cyperaceae) in Korea. Korean J. Pl. Tax. 17:55-61.
- Oh, Y.C. 2006. Korean Caricoideae of Cyperaceae. Sungshin Women's University Press. Seoul, Korea (in Korean).
- Ohwi, J. 1936. Cyperaceae Japonicae I. Kyoto Imp. Unim., Ser. B, Vol. XI, No. 5:229-530.
- Ohwi, J. 1953. Flora of Japan. Shibundo, Tokyo, Japan, pp. 245-246.
- Radford, A.E., W.C. Dickison, J.R. Massey, and C.R. Bell. 1976. Vascular Plant Systematics. Harper & Row Publishers, New York, USA.
- Reznicek, A.A. 1990. Evolution in sedges (*Carex*, Cyperaceae). Can. J. Bot. 68:1409-1432.
- Roalson, E. H., J. T. Columbus, and E. A. Friar. 2001. Phylogenetic relationships in Cariceae (Cyperaceae) based on ITS (*nrDNA*) and *trnT-L-F(cpDNA)* region sequences: assessment of subgeneric and sectional relationships in *Carex* with emphasis on section Acrocystis. Syst. Bot. 26:318-341.
- Saitou, N. and M. Nei. 1987. The neighbor-joining method: A new for reconstructing Phylogenetic tree, Molec. Bio. Evol. 4:406-425.
- Shishkin, B.K. 1985. *Carex* Sect. *Maltrema* In V.L. Komarov *et al.* (eds.), Flora of the USSR. Vol. III: 284-285. Koeltz Scientific Books, Koenigstein, Germany.
- Starr, J.R. and B.A. Ford. 2009. Phylogeny and Evolution in *Cariceae* (Cyperaceae): Current Knowledge and Future Directions. Bot. Rev. 75:110-137.
- Starr, J.R., S.A. Harris, and D.A. Simpson. 2004. Phylogeny of the unispicate taxa in Cyperaceae tribe Cariceae I: Generic relationships and evolutionary scenarios. Syst. Bot. 29:528-544.
- Swofford, D.L. 1998. PAUP: Phylogenetic Analysis Using Parsimony and Other Methods. Version 4.02b Sinauer Asso. Inc., Massachusetts, USA.
- Tang Y., S. Zhang, T. Koyama & G.C. Tucker. 2010. *Carex* sect. *Siderostictae* In Wu, Z.Y., P.H. Raven & D.Y. Hong, eds. 2010. Flora of China. Vol. 23 (Acoraceae through Cyperaceae). Science Press, Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, USA.
- Waterway, M.J., T. Hoshino, and T. Masaki. 2009. Phylogeny, species richness, and ecological specialization in Cyperaceae tribe Cariceae. Bot. Rev. 75:138-159.
- Wen, J. and E.A. Zimmer. 1996. Phylogeny and biogeography of *Panax* (the Ginseng genus, Araliaceae): inferences from ITS sequences of nuclear ribosomal DNA. Mol. Phylogenet. Evol. 6:166-177.
- Yen, A.C. and R.G. Olmstead. 2000. Molecular systematics of Cyperaceae tribe Cariceae based on two chloroplast DNA regions: *ndhF* and *trnL* intron-intergenic spacer. Syst. Bot. 25:479-494.
- (접수일 2011.12.9; 수정일 2012.3.11; 채택일 2012.4.23)

Appendix 1. Distributional sites of *Carex siderosticta* Hance form voucher specimens and references

**Gangwon-do:** Gangneung-si (Seokbyeongsan), Donghae-si (Dutasan, Cheongoksan), Samcheok-si (Duckhangsan, Eungbongsan, Jungbongsan), Yeongwol-gun, Inje-gun (Daeamsan, Maebongsan, Seoraksan, Chiljelbong, Hyangnobong), Jeongseon-gun (Gariwangsan, Daeseongsan, Mullaesan, Baekbongryeong), Cheorwon-gun (Gwangdeoksan, Bokgyesan, Bokjusan), Chuncheon-si (Hwaaksan), Taebaek-si (Daedeoksan, Yeonhwasan), Pyeongchang-gun (Balwangsan, Baekjeksan, Odaesan, Oknyebong, Hwangbyeongsan, Hoeryeongbong), Hongcheon-gun (Garisan, Gachilbong, Gyebangsan, Gongjaksan, Baekamsan, Sogyebangsan), Hoengseong-gun (Oeumsan, Chiaksan) / Pyeongchang-gun (Bakjisan-19. Apr. 2008, *G. Y. Chung et al.* 080419-036, ANH; 25 May 2008, *G. Y. Chung et al.* 080525-176, ANH; Taegisan-22 May 2008, *G. Y. Chung et al.* 080522-035, ANH; Hoeryeongbong-25 May 2008, *G. Y. Chung et al.* 080525-205, ANH), Hongcheon-gun (Eungbongsan-27 Apr. 2008, *C. Y. Yoon et al.* 080427-018, CBU) Hwacheon-gun (Byeongpungsan-22 May 2008, *D. K. Jo et al.* 080522-012, KH; Bokjusan-30 May 2008, *D. K. Jo et al.* 080530-041, KH; Seongnyongsan-30 May 2008, *D. K. Jo et al.* 080530-064, KH; Yonghwasan-21 May 2008, *D. K. Jo et al.* 080521-267, KH; Ilsan-29 May 2008, *D. K. Jo et al.* 080529-087, KH), Hoengseong-gun (Seongjibong-21 Apr. 2008, *S. C. Ko et al.* 080421-010, HNHM; Eodapsan-28 Apr. 2008, *S. C. Ko et al.* 080428-040, HNHM; Obongsan-17 Jun. 2008, *S. C. Ko et al.* 080617-075, HNHM; Eungbongsan-2 Jun. 2008, *S. C. Ko et al.* 080602-054, HNHM; Chiaksan-3 Jun. 2008, *S. C. Ko et al.* 080603-070, HNHM; Taegisan-3 May 2008, *S. C. Ko et al.* 080503-071, HNHM; 22 May 2008, *S. C. Ko et al.* 080522-019, HNHM), Taebaek-si (Duribong-5 Jul. 2008, *K. O. Yoo et al.* 080705-032, KWNU; Sinseonbong-2 May 2008, *K. O. Yoo et al.* 080502-024, KWNU; Taebaeksan-22 Apr. 2008, *K. O. Yoo et al.* 080422-012, KWNU; 4 May 2008, *K. O. Yoo et al.* 080504-041, KWNU; 31 May 2008, *K. O. Yoo et al.* 080531-105, KWNU; 4 Jul. 2008, *K. O. Yoo et al.* 080704-035, KWNU; 5 May 2006, *B.U. Oh et al.* KH), Jeongseon-gun (Gariwangsan-27 Apr. 2008, *H. T. Im et al.* 080427-218, CNU; Geumdaebong-5 May 2008, *H. T. Im et al.* 080505-055, CNU; Nomoksan-4 May 2008, *H. T. Im et al.* 080504-022, CNU; Nochusan-28 Apr. 2008, *H. T. Im et al.* 080428-792, CNU; Duwibong-10 Jun. 2008, *H. T. Im et al.* 080610-709, CNU; Seokbyeongsan-12 Jun 2008, *S. S. Jung et al.* 080612-982), Cheorwon-gun (Myeongseongsan-30 May 2008, *D. K. Jo et al.* 080530-021, KH), Chuncheon-si (Daeryongsan-5 May 2008, *C. Y. Yoon et al.* 080505-010, CBU; Eungbong-26 Apr. 2008, *C. Y. Yoon et al.* 080426-151, CBU; Jukyeopsan-4 May 2008, *C. Y. Yoon et al.* 080504-085, CBU), Inje-gun (Daeamsan-16 May 2008, *W. K. Paik et al.* 080516-121, DJU; Bangtaesan-18 May 2008, *W. K. Paik et al.* 080518-163, DJU; 21 Jun. 2008, *W. K. Paik et al.* 080621-405, DJU; 23 Jul. 2008, *W. K. Paik et al.* 080723-1066, DJU; Samhyeongjebong-13 Jun. 2008, *W. K. Paik et al.* 080613-023, DJU; 1 Aug. 2008, *W. K. Paik et al.* 080801-226, DJU; 24 Oct. 2008, *W. K. Paik et al.* 081024-531, DJU; Seoraksan-21 Apr. 2008, *W. K. Paik et al.* 080421-033, DJU; 22 May 2008, *W. K. Paik et al.* 080522-118, DJU; 27 Jun. 2008, *W. K. Paik et al.* 080627-456, DJU; 20 Aug. 2008, *W. K. Paik et al.* 080820-1038, DJU; Soeppulsan-25 Apr. 2008, *W. K. Paik et al.* 080425-076, DJU; 19 Jun. 2008, *W. K. Paik et al.* 080619-391, DJU; Jeombongsan-2 May 2008, *W. K. Paik et al.* 080502-179, DJU; 9 Jul. 2008, *W. K. Paik et al.* 080709-236, DJU; 30 Jul. 2008, *W. K. Paik et al.* 080730-425, DJU), Yeongwol-gun (Baekdeoksan-26 Apr. 2008, *H. T. Im et al.* 080426-122, CNU), Yanggu-gun (Bonghwasan-14 May 2008, *W. K. Paik et al.* 080514-937, DJU; 15 May 2008, *W. K. Paik et al.* 080515-067, DJU; Samyeongsan-24 Apr. 2008, *W. K. Paik et al.* 080424-041, DJU; 22 May 2008, *W. K. Paik et al.* 080522-747, DJU; 23 May 2008 *W. K. Paik et al.* 080523-868, DJU), Yangyang-gun (Eungboksan-6 Jun. 2008, *S. H. Kang*

*et al.* 080606-035; JeongJoksan-22 May 2008, *S. H. Kang et al.* 080522-041), Samcheok-si (Geombongsan-13 Apr. 2008, *K. O. Yoo et al.* 080413-037, KWNU; Deokhangsan-22 May 2008, *K. O. Yoo et al.* 080522-197, KWNU; Eungbongsan-13 Apr. 2008, *K. O. Yoo et al.* 080413-014, KWNU), Goseong-gun(Masan-17 May 2008, *W. K. Paik et al.* 080517-175, DJU; Myeongho-ri-7 Oct. 2008, *W. K. Paik et al.* 081007-056, DJU; Sacheon-ri-3 Jul. 2008, *W. K. Paik et al.* 080703-038, DJU), Gangneung-si (Nochusan-22 May 2008, *G. Y. Chung et al.* 080522-133, ANH; Mandeokbong-18 Apr. 2008, *G. Y. Chung et al.* 080418-101, ANH), Majangteo(1 May 2006, *B.U.Oh et al.* KH)

**Gyeonggi-do:** Gapyeong-gun (Myongjisan, Seongnyongsan, Suwonsan, Cheonggyesan, Hwaaksan, Hwayasan), Ganghwa-gun (Manisan, Maldo, Yachado, Jumundo), Goyang-si (Bukhansan, Yawolsan), Yawol (Gwanaksan, Oknyebong), Gwangju-si (Yangjasan, Cheongyangsan, Taehwasan), Guri-si (Donggureung), Gimpo-si (Gyeyangsan, Munsusan, Sangsan, Seorisan, Sudong-myeon, Suribong, Yebongsan, Ungilsan, Cheonmasan, Juknyeongsan), Dongducheon-si (Soyosan), Ongjin-gun (Daechongdo), Yongin-si (Buasan, Seokseongsan), Uijeongbu-si (Dobongsan, Suraksan), Icheon-si (Cheondeokbong), Incheon-si (Gyeyangsan, Surisan, Yeongjongdo), Cheorwon-gun (Gwangdeoksan, Geumhaksan), Paju-si (Gamaksan, Gaemyeongsan, Aengmubong, Papyeongsan), Pyeongtaek-si (Mulaksan), Pocheon-si (Gwangdeoksan, Gwangneung, Myeongseongsan, Baegunsan, Soyosan, Suribong, Wangbangsan, Unaksan, Jugeumsan, Jijangbong), Hanam-si(Geomdansan), Hwaseong-gun (Surisan) / Hwaseong-si (Dongtan-1 Jun. 2007, *H. T. Im et al.* 070601-208, CNU), Pocheon-si (Gwangdeoksan-4 May 2007, *W. K. Paik et al.* 070504-021, DJU; 5 Jun. 2007, *W. K. Paik et al.* 070605-367, DJU; Jijangbong-2 May 2007, *W. K. Paik et al.* 070502-026, DJU; Soheul-eup-16 Apr. 2003. *S. H. Park et al.* KH; Mulpurebong-10 Apr. 2003. *S. H. Park et al.* KH; Soribong-9 Apr. 2004. *S. H. Park et al.* KH; Jorimgi-14 Apr. 2004. *S. H. Park et al.* KH), Yongin-si (Baegunsan-26 Jul. 2007. *G. Y. Chung et al.* 070726-149, ANH) Yeosu-gun (Yangjasan-28 Apr. 2007. *G. Y. Chung et al.* 070428-025, ANH; Udusan-22 Jun. 2007. *G. Y. Chung et al.* 070622-142, ANH; 26 Jul. 2007. *G. Y. Chung et al.* 070726-072, ANH), Seongnam-si (Guksabong-25 Apr. 2007. *S. C. Ko et al.* 070425-023, HNHM) Anseong-si (Ssangnyeongsan-13 Oct. 2007. *G. Y. Chung et al.* 071013-309, ANH) Yangpyeong-gun (Biryongsan-29 Apr. 2007. *B. U. Oh et al.* 070429-018, CBU; Yongmunsan-29 Apr. 2007. *B. U. Oh et al.* 070429-012, CBU; 26 May 2007. *B. U. Oh et al.* 070526-034, CBU; Jungwonsan-2 Aug. 2007. *B. U. Oh et al.* 070802-240, CBU), Namyangju-si (Ungilsan-6 Jun. 2007. *C. Y. Yoon et al.* 070606-093, CBU; Cheonmasan-26 May 2007. *C. Y. Yoon et al.* 070526-066, CBU; 16 Apr. 2004. *S. H. Park et al.* KH; 15 Apr. 2005. *S. H. Park et al.* KH; Chugnyeongsan-25 May 2007. *C. Y. Yoon et al.* 070525-056, CBU), Dongducheon-si (Soyosan-6 May 2007. *W. K. Paik et al.* 070506-555, DJU; 3 Jun. 2007. *W. K. Paik et al.* 070603-198, DJU), Gapyeong-gun (Maebong-29 Apr. 2007. *B. U. Oh et al.* 070429-041, CBU; Myeongjisan-25 May 2007. *B. U. Oh et al.* 070525-025, CBU; Bukbaesan-27 Apr. 2007. *B. U. Oh et al.* 070427-006, CBU; Unaksan-28 Apr. 2007. *B. U. Oh et al.* 070428-009, CBU; Hwaaksan-25 May 2007. *B. U. Oh et al.* 070525-137, CBU; Hwayasan-28 Apr. 2007. *B. U. Oh et al.* 070428-082, CBU), Incheon-si(Baegunsan)-*B. H. Choi, et al.* 070627-076, IHU)

**Gyeongsangnam-do:** Tongyeong-si (Bijindo), Geoje-si, Busan-si, Namhae-gun, Tongyeong-si, Tongyeong-si (Hansando), Masan-si, Changwon-si (Mulmosan), Gimhae-gun (Sineosan), Sacheon-si (Waryongsan), Yeongam-gun (Wolchulsan), Boseong-gun (Jeamsan), Goseong-gun (Byeokbangsan), Ulsan-si (Gori) / Hamyang-gun (Jirisan-4 Jun. 2004. *C. Y. Yoon et al.* 040604-450, CBU; 4 Jun. 1983. *S. E. Kang et al.* 112414, KH; 3 Jun. 1983. *H. J. Kong et al.* 002416, KH) Tongyeong-si (Byeokbangsan-17 Apr. 2003. *W. K. Paik et al.* 030417-0074, DJU), Hadong-gun (Geumosan-11 May 2003. *G. Y. Chung et al.* 030511-276, ANH)

**Gyeongsangbuk-do:** Gyeongsan-si (Guryongsan, Geumbaksan), Gyeongju-si (Geomosan, Cheonmasan, Tohamsan), Goryeong-gun (Miseungsan), Gumi-si (Geomosan, Cheonghwasan), Gunwi-gun, Gimcheon-si (Gajaesan, Baengmasan), Daegu-si (Choijeongsan, Palgongsan), Mungyeong-si (Baekhwasan, Undalsan, Jagyagsan), Bonghwa-gun (Myeonsan, Janggunbong), Sangju-si (Songnisan), Seongju-gun (Gayasan, Jasan), Andong-si (Bonghwasan), Yeongdeok-gun (Cilbosan), Yeongyang-gun (Geommasan, Jusan), Yeongju-si (Sobaeksan), Yeongcheon-si (Bohyeonsan, Inbong) / Bonghwa-gun (Munsusan-21 Apr. 2006. *B. U. Oh et al.* 060421-001. CBU; Cheongksan-21 Apr. 2006. *B. U. Oh et al.* 060421-046, CBU; 2 Jun. 2006. *B. U. Oh et al.* 060602-162. CBU), Sangju-si (Gapjangan-20 Apr. 2006. *W. K. Paik et al.* 060420-014. DJU; Poseongbong-21 May 2006. *W. K. Paik et al.* 060521-029. DJU), Seongju-gun (Gayasan-27 Apr. 2006. *H. T. Im et al.* 060427-945, CNU), Andong-si (Hakgasan-20 Apr. 2006. *K. O. Yoo et al.* 060420-126, KWNNU), Yeongdeok-gun (Badeisan-14 Apr. 2006. *G. Y. Chung et al.* 060414-075, ANH), Yecheon-gun (Gajaebong-23 Apr. 2006. *B. U. Oh et al.* 060423-058. CBU; Hakgasan-23 Apr. 2006. *B. U. Oh et al.* 060423-077. CBU), Uljin-gun (Tonggosan-4 Jun. 2006. *G. Y. Chung et al.* 060604-127, ANH), Gimcheon-si (Sudosan-19 May 2006. *H. T. Im et al.* 060519-617, CNU), Geumneung-gun (Hwanghaksan-5 Jun 1982, *H. J. Bae et al.* 002421, KH; 4 Jun 1982, *R. G. Choi et al.* 002433, KH; Geumosan-11 May 2003. *G. Y. Chung et al.* KHB1068258, KH)

**Chungcheongnam-do:** Gongju-si (Gyeryongsan, Guksabong), Geumsan-gun (Daedunsan, Seodaesan), Nonsan-si (Gyeryongsan, Daedunsan), Dangjin-gun (Nanjido, Songaksan, Amisan, Ungsan), Daejeon-si (Maninsan, Bomunsan, Sikjangan), Boryeong-si (Dangryeongsan, Seongjusan, Oseosan), Buyeo-gun (Busosan), Seosan-si (Gayasan, Palbongsan), Seocheon-gun (Munsusan, Bongnimisan, Wolmyeongsan), Asan-si (Gwangdeoksan, Dogosan, Manggyeongsan), Yeongi-gun (Unjusan, Wonsasan), Yesan-gun (Gayasan, Sudeoksan), Taean-gun (Anmyeondo), Hongseong-gun (Oseosan) / Boryeong-si (Oseosan-9 Jun. 2005. *H. T. Im et al.* 050609-663, CNU), Dangjin-gun (Eunbongsan-12 May 2005. *J. H. Kim et al.* 050512-055), Gongju-si (Gyeryongsan-22 May 2005. *W. K. Paik et al.* 050522-031, DJU; Cheonbong-21 Apr. 2005. *W. K. Paik et al.* 050421-072, DJU), Daejeon-si (Maninsan-22 Jun. 2005. *W. K. Paik et al.* 050622-035, DJU; Sikjangan-23 Apr. 2005. *W. K. Paik et al.* 050423-028, DJU)

**Chungcheongbuk-do:** Chungju-si (Gukmangan, Namsan, Cheondeungsan), Yeongdong-gun (Minjujisan), Danyang-gun (Dodamsabong, Doraksan, Doaksan, Sobaeksan, Taehwasan), Goesan-gun (Gunjasan, Baekhwasan, Jwagusan), Boeun-gun (Guksabong, Songnisan) / Chungju-si (Gyemyeongsan-19 May 2005. *S. C. Ko et al.* 050519-043, HNHM; Cheondeungsan-23 Aug. 2005. *S. C. Ko et al.* 050823-116, HNHM), Cheongwon-gun (Donglimsan-22 May 2005. *K. O. Yoo et al.* 050522-102, KWNNU), Jecheon-si (Guksabong-9 May 2005. *B. U. Oh et al.* 050509-026, CBU; Geumsusan-3 Jun. 2005. *B. U. Oh et al.* 050603-263, CBU; Baekunsan-18 Apr. 2005. *B. U. Oh et al.* 050418-070, CBU; Wolraksan-13 May 2005. *B. U. Oh et al.* 050513-029, CBU), Danyang-gun (Sobaeksan-17 Apr. 2005. *B. U. Oh et al.* 050417-042, CBU; 4 Jun. 2005. *B. U. Oh et al.* 050604-255, CBU; 20 May 2006. *B. U. Oh et al.* KHB1112708, KH), Goesan-gun (Keungunjasan-26 Jul. 2005. *S. C. Ko et al.* 050726-170, HNHM)

**Jeollabuk-do:** Gochang-gun (Seonunsa), Gokseong-gun (Biraesan), Gwangyang-si (Baegunsan), Gwangju-si (Mudeungsan), Gunsan-si (Daegaksan, Daejangdo, Sinsido, Eocheongdo), Geumgang, Gimje-si (Moaksan), Naju-si (Geumseongsan), Namwon-si (Hwangsang), Damyang-gun (Gwangdeoksan, Byeongpungsan), Muju-gun (Deogyusan, Jeoksangsang), Boseong-gun (Jonjesan), Buan-gun (Byeonsanbando, Wido, Uisangbong), Sancheong-gun (Jirisan), Sunchang-gun (Duryubong, Yeobunsan), Suncheon-si (Jogyesan, Hiasan), Yeonggwang-gun

(Taecheongsan), Wanju-gun (Mandeoksan, Seobangsan, Unjangsan, Jeonggaksan), Iksan-si (Mireuksan, Cheonhosan), Imsil-gun (Baengnyeonsan, Seongsusan), Jangsu-gun (Jangansan), Jeonju-si, Jeongeup-si (Naejangsan, Baegyongsan), Jirisan (Manbokdae, Banyabong, Cheonwangbong, Chotdaebong), Jinan-gun (Misan, Myeongdeokbong, Bonghwasan), Hamyang-gun (Jirisan), Hampyeong-gun, Hwasun-gun (Dubongsan, Mohusan, Hwahaksan) / Jangsu-gun (Seongsusan-3 Jul. 2004. *W. K. Paik et al.* 040703-104. DJU; Yeonggusan-22 Oct. 2004. *W. K. Paik et al.* 041022-232. DJU; Jangansan-1 Jul. 2004. *W. K. Paik et al.* 040701-058. DJU), Buan-gun (Oknyeobong-19 May 2004. *G. Y. Chung et al.* 040519-277, ANH), Muju-gun (Deokusan-21 May 2004. *W. K. Paik et al.* 040521-048. DJU; 10 May 2002. *J. H. Kim et al.* KHB1063673. KH; Baekunsan-23 May 2004. *W. K. Paik et al.* 040523-035. DJU; Johangsan-17 Sep. 2004. *W. K. Paik et al.* 040917-185. DJU), Gwangju-si (Mudeungsan-20 May 2006. ?. KHB1134154. KH)

**Jeollanam-do:** Jindo-gun (Jodogundo), Haenam-gun (Daedunsan), Jindo-gun, Sinan-gun (Heuksangundo, Daeheuksando), Gangjin-gun, Jindo-gun (Cheomchalsan), Suncheon-si (Hiasan), Gwangyang-si (Baegunsan), Haman-gun (Yeohangsan), Goheung-gun (Paryeongsan) / Suncheon-si (Jogyesan-16 Apr. 2004. *J. H. Kim et al.* 040416-045; 17 Apr. 2004. *J. H. Kim et al.* 040417-049; 27 May 2004. *J. H. Kim et al.* 040527-172), Boseong-gun (Hwalseongsan-16 Oct. 2004. *J. H. Kim et al.* 041016-032), Damyang-gun (Byeongpungsan-18 Apr. 2004. *J. H. Pak et al.* 040418-009, KNU), Goheung-gun (Ujusan-4 May 2003. *J. H. Pak et al.* 030504-010, KNU), Jangheung-gun (Cheongwansan-18 May 2003. *B. Y. Sun* 030518-010, JNU)