

한국산 부추속 산부추절의 세포분류학적 연구

고은미 · 최혁재¹ · 오병운*

충북대학교 생물학과, ¹국립수목원

A cytotaxonomic study of *Allium* (Alliaceae) sect. *Sacculiferum* in Korea

Eun-Mi Ko, Hyeok-Jae Choi¹ and Byoung-Un Oh*

Department of Biology, Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk 361-763, Korea

¹Korea National Arboretum, Pocheon, Gyeonggi 487-821, Korea

적 요: 한국산 부추속 산부추절 8분류군에 대한 체세포염색체수와 B-염색체의 유무 및 형태를 포함한 핵형을 분석하였다. 산부추절의 기본염색체수는 $x = 8$ 로 염색체수에 따라 2배체형($2n = 2x = 16$)인 산부추, 세모산부추, 등근산부추, 세모부추, 강부추, 선부추, 한라부추와 4배체형($2n = 4x = 32$)인 참산부추로 구분되었다. 각 분류군의 염색체는 중부, 차중부, 차단부염색체로 이루어져 있었고, 중부염색체는 모든 분류군들에서 대부분 일반적으로 관찰되었다. 차중부염색체는 참산부추를 제외한 모든 분류군들에서 1~2쌍으로 존재하였으며 차단부염색체는 참산부추에서만 1쌍이 존재하였다. 또한 절 내 모든 분류군들은 부수체를 가진 한 쌍의 상동염색체를 지니고 있었다. 산부추, 세모부추, 참산부추 및 강부추에서는 중부 또는 단부염색체 형태의 B-염색체가 발견되었으며, 강부추와 선부추의 핵형은 본 연구를 통해 처음으로 확인되었다. 본 연구결과 세포학적 형질은 산부추절 내 분류군을 식별하고, 유연관계를 파악하며, 분류군의 한계를 논의하는데 유용한 것으로 확인되었다. 아울러 동명(homonym)으로 인한 비합법명으로 밝혀진 등근산부추는 *A. thunbergii* var. *teretifistulosum* H. J. Choi et B. U. Oh으로 재명명하였다.

주요어: 부추속, 산부추절, 염색체수, 핵형, *A. thunbergii* var. *teretifistulosum*

ABSTRACT: Somatic chromosome counts and karyotype analyses were carried out for eight taxa of Korean *Allium* sect. *Sacculiferum*. The basic chromosome number of sect. *Sacculiferum* was $x = 8$, and they could be cytologically divided into two groups, that is, a diploid group ($2n = 2x = 16$) containing *A. thunbergii* var. *thunbergii*, *A. thunbergii* var. *deltoides*, *A. thunbergii* var. *teretifistulosum*, *A. deltoideifistulosum*, *A. longistylum*, *A. linearifolium* and *A. taqueti*, and a tetraploid group ($2n = 4x = 32$) with only *A. sacculiferum*. All observed chromosomes were classified into metacentric, submetacentric and subtelocentric. The metacentric ones appeared in all treated taxa. One or two pairs of submetacentric chromosomes were observed in most taxa except *A. sacculiferum*, the unique taxon with subtelocentric chromosomes. All taxa had a pair of homologous chromosomes with satellites, and the B-chromosomes found in *A. thunbergii* var. *thunbergii*, *A. deltoideifistulosum*, *A. sacculiferum* and *A. longistylum*, were metacentric or telocentric. The karyotypes of *A. longistylum* and *A. linearifolium* were firstly investigated in this study. In conclusion, the somatic chromosome numbers and karyotypes for members of the sect. *Sacculiferum* were valuable characters in identifying taxa, investigating interspecific relationships and delimiting taxa. In addition, *A. thunbergii* var. *teretifolium*, an invalid name (homonym), was renamed as *A. thunbergii* var. *teretifistulosum* H. J. Choi & B. U. Oh.

Keywords: *Allium*, sect. *Sacculiferum*, Somatic chromosome count, karyotype, *A. thunbergii* var. *teretifistulosum*

*Author for correspondence: obutaxon@chungbuk.ac.kr

산부추절(sect. *Sacculiferum*)은 전통적으로 광의의 두메 부추아속에 속하던 비교적 작은 분류군으로서 최근에는 sect. *Cepa*, sect. *Schoenoprasum* 및 sect. *Condensatum*과 함께 subg. *Cepa*로 독립되어 취급되어지고 있다(Friesen et al., 2006). 식물지리학적으로는 중국을 중심으로 동북아시아에 널리 분포하고 있고, 특히 한반도와 일본 남부지역을 중심으로 높은 종다양성을 나타내고 있으며(Hanelt et al., 1992), 형태적 가소성(plasticity)이 여타 분류군들에 비해 매우 높은 것으로 관찰되고 있다(Choi, 2009). Gritzenko (1979)는 최초로 이 절을 설정하면서 러시아 극동지역산 두 종인 참산부추(*A. sacculiferum* Maxim.) 와 *A. komarovianum* Vved.을 포함시켰고, Hanelt and Fritsch (1994)는 Gritzenko 의 두 종을 광의의 산부추(*A. thunbergii* s.l.)에 통합 처리하면서, 전 세계적으로 널리 재배되고 있는 *A. chinense* G. Don과 이의 근연 분류군인 일본 특산 *A. virgunculae* F. Maek를 포함시켜 산부추절의 개념을 확장시켰다. 일반적으로 산부추절 분류군들은 난형의 인경을 지니고, 엽신은 다소 편평하거나 각이 지거나 원통형이고, 구형에 가까운 산형화에서 화피보다 다소 긴 수술을 지닌 자주색 계열의 꽃이 가을에 개화하는 특징을 지닌다(Hanelt and Fritsch, 1994).

한국산 산부추절의 경우, Hao et al. (2002)에 의해 6분류 군에 대한 ISSR marker를 이용한 유연관계 연구가 이루어진 바 있고, Choi and Oh(2003)와 Choi et al. (2004b)에 의해 분류학적으로 정리된 바 있는데, Choi and Oh(2003)는 선부 추(*A. linearifolium* H. J. Choi et B. U. Oh)와 강부추(*A. longistylum* Baker)를 포함한 5분류군에 돌부추절(sect. *Reticulatobulbosa* Kamel.)로 분류되었던 한라부추(*A. taquetii* H. Lév)와 세모산부추*A. thunbergii* var. *deltoides*(S. Yu, W. Lee et S. Lee) H. J. Choi et B. U. Oh를 추가하여 5종 2변종으로 정리하였으며, 최근에는 덕유산과 지리산에 생육하는 집단들을 *A. thunbergii* G. Don의 종하 분류군인 등근산부 추(*A. thunbergii* var. *teretifolium* H. J. Choi et B. U.Oh)로 처리하여 한국산 산부추절을 총 5종 3변종으로 분류하였다 (Choi et al., 2004b). Choi et al. (2006)에 의해 거문도에서 갯부추(*A. pseudojaponicum* Makino)가 미기록종으로 확인되어 현재까지 한반도에는 6종 3변종의 총 9분류군이 분포하고 있다.

부추속에 대한 세포학적 연구로는 Levan (1931)의 염색체수 보고 아래로 염색체의 수 및 형태적 변이, 체세포분열 및 감수분열 중 염색체의 형태 연구 등에 대한 여러 가지 연구가 이루어져 왔다(Friesen, 1992). 여러 학자들에 의하여 다양한 부추속 식물의 핵형에 관한 연구가 수행된 바 있으나 연구자에 따라 그 결과가 다양하게 나타나기도 하였다 (Fedorov, 1974; Yu et al., 1981; Goldblatt, 1981, 1984, 1985, 1988).

본 속의 기본염색체수는 $x=7, 8$ 또는 9로 알려져 있다 (Darlington and Wylie, 1955; Traub, 1968; Fedorov, 1974). 속 내 분류군들의 염색체수는 Levan (1931)에 의해 최초로 60여 종에 대한 염색체수가 보고되었으며, Traub (1968)는 기본

염색체수를 바탕으로 본 속을 3아속 18절로 분류하였다. 최근에는 Fedorov (1974)와 Goldblatt (1981, 1984, 1985, 1988)에 의해 부추속내 대부분의 분류군들에 대한 염색체수가 보고된 바 있다. 한편 본 속 내에서 Vosa (1976a, 1976b)는 C-분 염법을 이용하여 *Paniculatum* group의 9분류군과 *Cepa* group의 1분류군 그리고 이들의 근연분류군 2종에 대한 heterochromatic pattern을 조사하였으며, Saverio and Pignone (1998)은 *Allium*절의 근연 2분류군에 대한 C-밴드를 분석하여 이들의 차이를 비교하였다.

한편, 부추속의 일부 분류군들 내에서는 기본이 되는 상 염색체 외에 부가적으로 존재하는 비교적 작은 크기의 B-염색체(B-chromosome)가 보고되고 있다(Goldblatt, 1985, 1988; Kim, 1986; Kim, 1987). 이러한 B-염색체는 Longley (1927)에 의한 옥수수의 염색체 실험에서 최초로 발견된 것으로, 부추속을 제외한 다른 분류군들에서는 이들의 형태와 수에 대한 다양한 연구 결과가 보고되었다(Bang and Lee, 1986; Choi and Bang, 1990).

한국산 부추속에 관한 세포학적 연구로는 Yu et al. (1981)이 부추속내 12분류군에 대한 염색체수와 6분류군에 대한 핵형 연구가 있으며, Lee(1987, 1988)는 자생하거나 재배되는 5분류군들에 관한 핵형을 연구하였다. 또한 Seo et al.(1990)은 2배체 8분류군에 대한 C-banding patterns을 분석하여 이들의 계통발생학적 유연관계를 분석하였으며, Choi(2004)는 부추속 13분류군의 염색체수를 분석하여 외부 형태학적으로 유사성을 보이는 세모부추(*A. deltoideifistulosum* S. Yu, W. Lee et S. Lee)와 참산부추를 구분하고 이들의 진화경향성을 논의하였다. 하지만 기존의 연구는 부추속내 일부 분류군들만을 대상으로 하였기 때문에 속 내 분류군들 전반에 걸친 염색체수와 핵형 그리고 C-banding patterns에 관한 연구가 요구되어지며, 특히 산부추절은 동일 분류군 내에서도 지리적인 변이가 심하여 아직까지 외부형태학적인 형질만으로는 각각의 분류군들을 구분하는데 어려움이 있음으로 형태학적 분류를 뒷받침해 줄 수 있는 세포분류학적 근거가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 비교적 최근에 Hotta (1998)와 Choi et al.(2006)에 의해 세포학적 형질이 밝혀진 갯부추를 제외한 한국산 산부추절 8분류군에 대하여 B-염색체의 유무를 포함한 염색체의 수 및 형태를 분석하였다. 이러한 결과를 바탕으로 각각의 분류군들을 구분하고 세포분류학적 형질을 파악하였으며, 절 내 분류군들 사이의 유연관계 및 진화경향성을 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

실험재료는 2002년 9월부터 2008년 9월까지 채집된 개체들을 충북대학교 온실과 실험포장에 이식 재배하여 완전히 성숙한 개체들을 사용하였으며, 증거표본은 충북대

학교 식물표본실(CBU)에 보관하였다. 실험에 사용된 재료와 채집정보는 Table 1과 같다.

2. 방법

염색체의 수 및 핵형분석을 10개체 이상의 동일분류군에서 충실히 근단을 무작위적으로 선별하여 5~10 mm 길이로 적출하였으며, 0.002 M 8-hydroxyquinoline에 4~6시간 동안 전처리하였다. 약 10분 동안 수세한 후 aceto-ethanol (1 : 3)에 10분 이상 고정하였고, 고정된 재료는 즉시 70% alc.에 냉장보관하였다. 보관된 재료는 60°C 1 N HCl로 약 10초 동안 가수분해하여 1% aceto-orcein에 염색하였으며, 염색된 근단의 분열조직을 적출하여 압착하였다(Figs: 1~4).

완성된 슬라이드 상의 중기염색체 중 잘 분산된 세포를 선정하여 각 염색체길이를 측정하였고, 염색체의 형태는 크기 순으로 배열하였으며, 상대길이(relative length = chromosome length/average chromosome length)에 따라 대염색체(large : 1.00초과), 중염색체(medium : 0.75~1.00), 소염색체(small : 0.75미만)로 구분하였다(Chang and Hsu, 1974). 염색체의 구조는 동원체(centromere)의 위치에 따라서 완장비(arm ratio = long arm length/short arm length)가 1.00~1.70인 것을 중부염색체(metacentric : m), 1.71~3.00인 것은 차중부염색체(submetacentric : sm), 3.01~7.00인 것은 차단부염색체(subtelocentric : st), 7.01~8인 것은 단부염색체(telocentric : t)로 구분하였고(Levan et al., 1964), 부수체(satellite : sat)를 가진

Table 1. Materials and collection data of *Allium* sect. *Sacculiferum* in Korea

Taxon	Collection site and date	Voucher
<i>A. thunbergii</i>		
var. <i>thunbergii</i> 산부추	GW: Seoraksan, Misiryeong (23 Sep. 2001) GG: Yangpyeong-gun, Yongmursan (30 Sep. 2002) CN: Geumsan-gun, Seodaesan (3. Oct. 2002)	H.J. Choi et al. 010017 Y.Y. Kim 020065 B.U. Oh et al. 020067
var. <i>teretifistulosum</i> 등근산부추	JB: Deogyusan, Hyangjeokbong (7 Oct. 2002)	H.J. Choi 020068
var. <i>deltoides</i> 세모산부추	GN: Hapcheon-gun, Gayasan (23 Sep. 2003)	H.J. Choi 030007
<i>A. sacculiferum</i> 참산부추	GW: Pyeongchang-gun, Taegisan (22 Sep. 2001) CB: Youngdong-gun, Mulhan-ri (8 Oct. 2001) JN: Yeounggwang-gun, Deogrimsan (19 Nov. 2001)	H.J. Choi et al. 010012 H.J. Choi et al. 010013 H.J. Choi et al. 010015
<i>A. deltoideifistulosum</i> 세모부추	JB: Namwon-si, Segeolsan (20 Oct. 2001)	H.J. Choi et al. 010011
<i>A. longistylum</i> 강부추	GW: Hwacheon-gun, Bukhangang (8 Oct. 2002)	B.U. Oh et al. 020038
<i>A. linearifolium</i> 선부추	CB: Jecheon-si, Woraksan (2 Oct. 2002)	H.J. Choi et al. 020001
<i>A. taquetii</i> 한라부추	JJ: Hallasan, 1100goji (27 Sep. 2002)	H.J. Choi et al. 020063

GW: Gangwon-do, GG: Gyeonggi-do, CB: Chungcheongbuk-do, CN: Chungcheongnam-do, GN: Gyeongsangnam-do, JB: Jeollabuk-do, JN: Jeollanam-do, JJ: Jeju-do

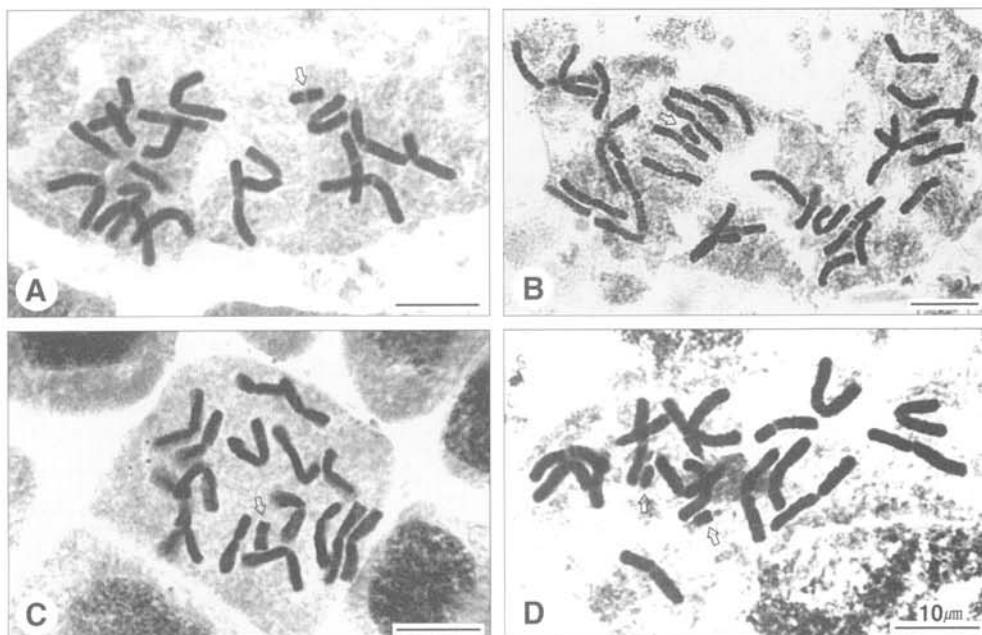


Fig. 1. B-chromosomes (arrow) of Korean *Allium* sect. *Sacculiferum*. A. *A. thunbergii* var. *thunbergii*; B. *A. sacculiferum*; C. *A. deltoideifistulosum*; D. *A. longistylum*

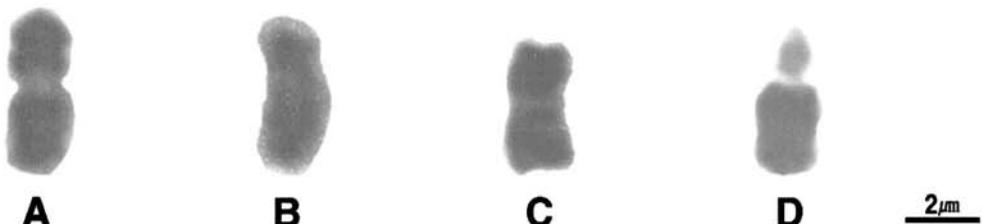


Fig. 2. Shapes of B-chromosomes in Korean *Allium* sect. *Sacculiferum*. A. *A. thunbergii* var. *thunbergii*; B. *A. sacculiferum*; C. *A. deltoideifistulosum*; D. *A. longistylum*.

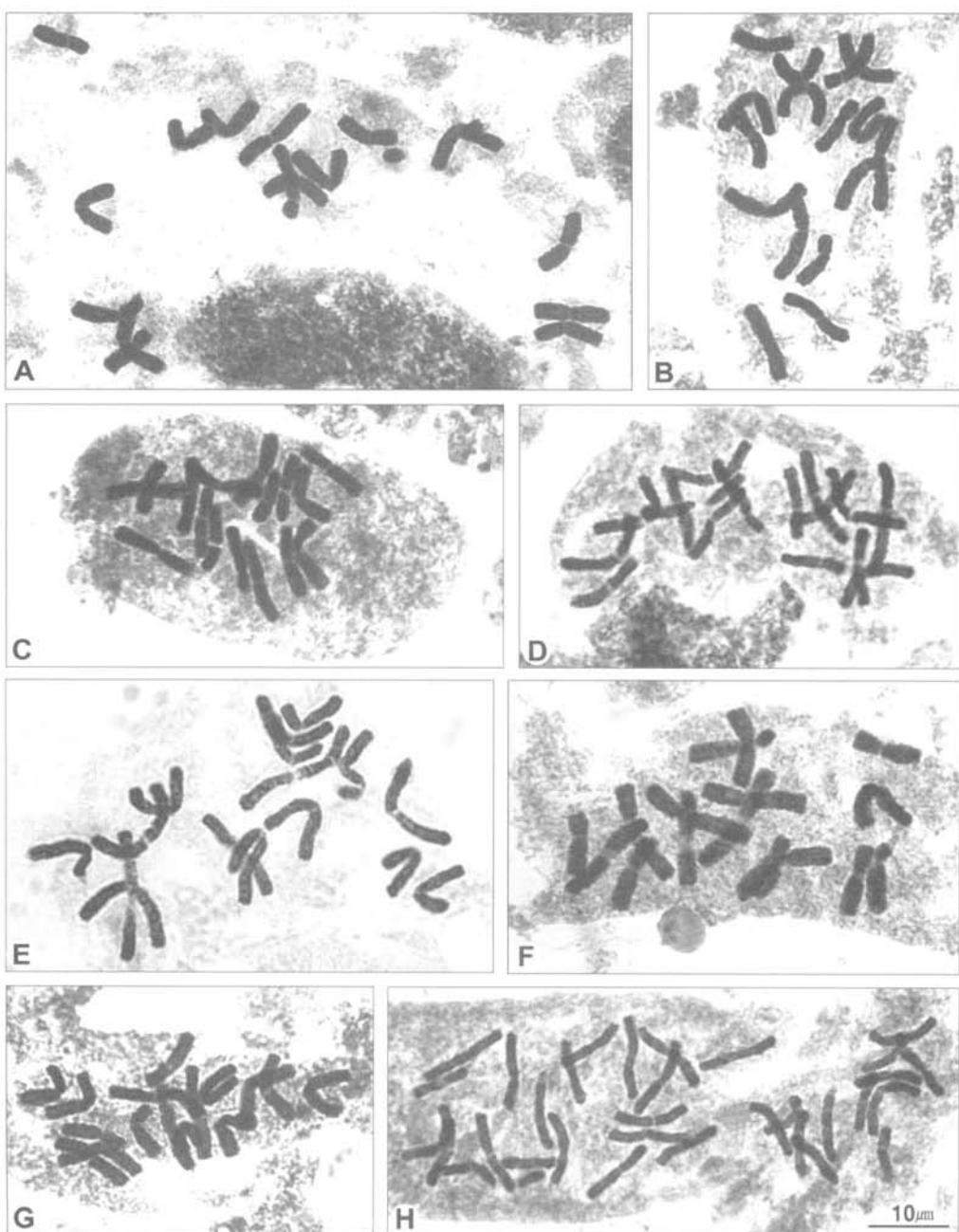


Fig. 3. Metaphase chromosomes of *Allium* sect. *Sacculiferum* in Korea. A. *A. longistylum*; B. *A. taquetii*; C. *A. linearifolium*; D. *A. thunbergii* var. *thunbergii*; E. *A. thunbergii* var. *teretifistulosum*; F. *A. thunbergii* var. *deltoides*; G. *A. deltoideifistulosum*; H. *A. sacculiferum*.

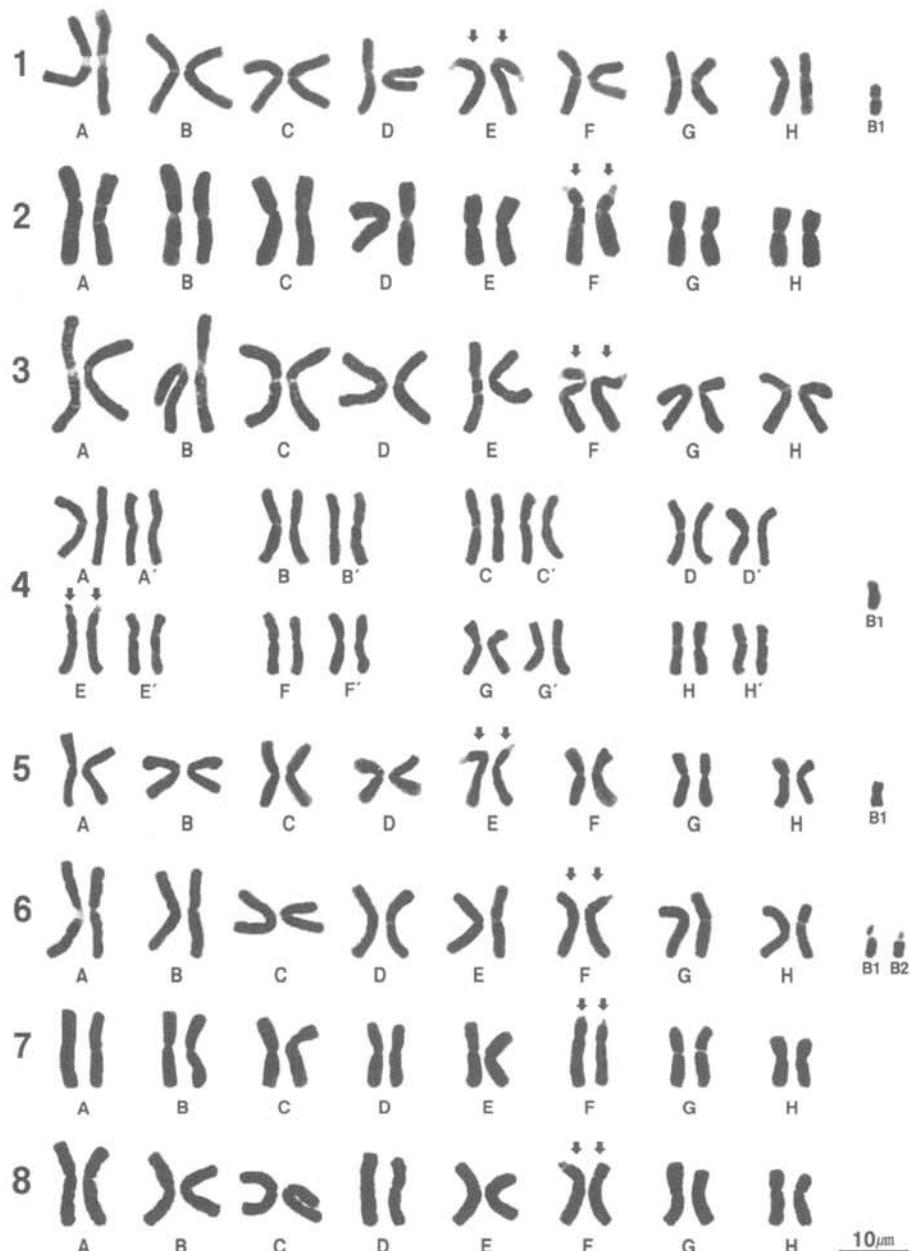


Fig. 4. Karyotypes of *Allium* sect. *Sacculiferum* in Korea (arrows; satellite chromosomes, B1, B2: B-chromosomes). 1. *A. thunbergii* var. *thunbergii*; 2. *A. thunbergii* var. *deltoides*; 3. *A. thunbergii* var. *teretifistulosum*; 4. *A. sacculiferum*; 5. *A. deltoideifistulosum*; 6. *A. longistylum*; 7. *A. linearifolium*; 8. *A. taquetii*.

염색체와 B-염색체의 존재 여부도 확인하였다. 또한 대염색체, 중염색체, 소염색체에 속하는 각 염색체들은 동원체의 위치와 부수체의 유무에 따라 A~L type으로 구분하였다(Tables 2, 4~6).

결과

한국산 산부추절(sect. *Sacculiferum*) 8분류군에 대한 염색체수를 포함한 핵형 및 B-염색체를 관찰하였다. 염색체의

측정은 분류군별로 3~4개의 중기 세포를 대상으로 실시하였으며, 이들의 평균치를 비교·분석하였다(Table 3~6; Figs. 1~4).

1. 염색체수

관찰된 한국산 산부추절 분류군들의 기본염색체수는 $x=8$ 이었으며, 각 분류군의 염색체수는 $2n=16$ 또는 32로 밝혀졌다(Figs. 1, 3; Table 3). 기존의 연구 결과들과 비교했을 때 세모산부추, 세모부추, 한라부추, 선부추의 염색체수

Table 2. Types of chromosomes based on relative length in *Allium*.

Relative length	Type
Large (L) (more than 1.00)	Type A : Metacentric chromosome Type A' : Metacentric chromosome with satellite Type B : Submetacentric chromosome Type B' : Submetacentric chromosome with satellite Type C : Subtelocentric chromosome Type C' : Subtelocentric chromosome with satellite Type D : Telocentric chromosome
Medium (M) (1.00~0.75)	Type E : Metacentric chromosome Type E' : Metacentric chromosome with satellite Type F : Submetacentric chromosome Type F' : Submetacentric chromosome with satellite Type G : Subtelocentric chromosome Type G' : Subtelocentric chromosome with satellite Type H : Telocentric chromosome
Small (S) (less than 0.75)	Type I : Metacentric chromosome Type I' : Metacentric chromosome with satellite Type J : Submetacentric chromosome Type J' : Submetacentric chromosome with satellite Type K : Subtelocentric chromosome Type K' : Subtelocentric chromosome with satellite Type L : Telocentric chromosome

는 이전의 결과들과 일치하였다(Table 3). 강부추는 $2n=16$ 으로 기존의 연구결과(Choi, 2004)와는 일치하였으나 2개의 B-염색체가 발견되어 차이를 보였고, 산부추는 Yu et al. (1981)과 Lee (1988)에 의해 보고된 $2n=32$ 와는 달리 $2n=16$ 의 상염색체가 관찰되었으며, 상염색체수가 일치하는 기준의

연구와는 B-염색체의 개수에서 차이를 보였다(Fig. 1; Table 3). 등근산부추에서는 Yu et al.(1981), Lee(1987)에 의해 지리산 집단에서 보고된 이수체현상(aneuploidy)이 관찰되지 않았으며, 세모부추의 세걸산 집단은 상염색체수가 $2n=16$ 으로 이전의 연구들(Yu et al., 1981; Lee, 1987; Seo et al., 1989, 1990)과는 일치하였으나 B-염색체의 수에서 차이를 보였고, 참산부추도 기존의 연구결과와는 달리 B-염색체(1~2개)가 새롭게 관찰되어 차이를 보였다(Figs. 1~3; Table 3).

1) 상염색체

각 분류군들은 상염색체의 수에 따라 크게 2가지 유형으로 구분되었다(Fig. 3; Table 3).

- (1) 2배체형(diploid : $2n = 2x = 16$): 염색체수가 $2n=16$ 인 것으로 산부추, 세모부추, 등근산부추, 세모부추, 강부추, 선부추, 한라부추에서 관찰되었다(Fig. 3-A~G).
- (2) 4배체형(tetraploid : $2n = 4x = 32$): 염색체수가 $2n=32$ 인 것으로 갯부추와 더불어 참산부추에서 관찰되었다 (Fig. 3-H).

2) B-염색체

B-염색체는 산부추절 8분류군 중 산부추, 참산부추, 세모부추, 그리고 강부추에서 각각 0~4개, 1~2개, 0~3개 그리고 2개로 관찰되었다(Figs. 1, 2; Tables 4, 6). 참산부추와 강부추의 B-염색체는 본 연구를 통해 처음으로 발견되었으며, 3분류군에서 발견된 B-염색체의 평균길이는 $3.45 \mu\text{m}$

Table 3. Comparison between present and previous studies on chromosome numbers in Korean *Allium* sect. *Sacculiferum*.

Taxa	Present study	Chromosome number ($2n$)		Previous study
<i>A. thunbergii</i>				
var. <i>thunbergii</i>	16+0~4B	16 16+0~2B 16+4~5B 16, 32+2~3B	*Ono (1935), *Jacobsen and Ownbey (1977), Seo et al. (1989, 1990), Choi (2004) *Hoshiya (1982) *Noda and Li (1980)	
var. <i>deltoides</i>	16	32 16	Yu et al. (1981), Lee (1988)	
var. <i>teretifistulosum</i>	16	16 (17)	Yu et al. (1981), Lee (1987) Seo et al. (1989, 1990), Choi (2004)	
<i>A. sacculiferum</i>	32+1~2B	16 16+1~3B 32	Yu et al. (1981), Lee (1987), Seo et al. (1989, 1990) Yu et al. (1981), Lee (1987, 1988) Kim (1986)	
<i>A. deltoidefistulosum</i>	16+0~3B	16 16+1~3B	*Gritsenko and Gurzenkov (1983) Seo and Kim (1989), Choi (2004) Yu et al. (1981), Lee (1987) Seo et al. (1989, 1990), Choi (2004) Kim (1987)	
<i>A. longistylum</i>	16+2B	16	Choi (2004)	
<i>A. linearifolium</i>	16	16	Choi (2004)	
<i>A. taquetii</i>	16	16	Yu et al. (1981), Choi (2004)	
<i>A. pseudojaponicum</i>	-	32	*Kurita (1955), Hotta (1998), Choi et al. (2006)	

: Referred from Goldblatt (1981, 1984, 1985, 1988) :: Referred from Fedorov (1974)

Table 4. Morphological characters of B-chromosomes in Korean *Allium* sect. *Sacculiferum*.

Taxa	Number	Average length	Arm ratio	Position of centromere
<i>A. thunbergii</i> var. <i>thunbergii</i>	0~4	4.33	1.25	m
<i>A. sacculiferum</i>	1~2	3.73	1.39	m
<i>A. deltoideifistulosum</i>	0~3	3.21	1.27	m
<i>A. longistylum</i>	2	2.52	8	t ^{sat}
Average	-	3.45	-	-

t: telocentric sat: satellite m: metacentric

로, 산부추절의 평균염색체 길이인 10.76 μm와 비교했을 때 상당히 작은 크기였다. 각 분류군별 B-염색체의 평균 길이는 산부추가 4.33 μm, 참산부추가 3.73 μm, 세모부추가 3.21 μm 그리고 강부추가 2.52 μm로 산부추가 가장 길고, 강부추가 가장 짧았다(Figs. 1, 2; Tables 4, 6). 3분류군들의 B-염색체는 동원체의 위치에 따라 크게 2가지 형태로 구분되었다(Fig. 2; Table 4).

- (1) 중부염색체형(metacentric): 동원체가 중앙에 위치하는 B-염색체로 산부추, 참산부추, 세모부추에서 관찰되었다(Fig. 1-A~C; Fig. 2-A~C).
- (2) 단부염색체형(telocentric): 동원체가 말단부에 위치하며, 부수체가 존재하는 B-염색체로 강부추에서 관찰되었다(Fig. 1-D; Fig. 2-D).

2. 핵형분석

산부추절 8분류군에 대한 핵형을 비교·분석하였다 (Figs. 3, 4; Tables 5, 6).

1) 염색체길이

관찰된 모든 분류군의 각 염색체 길이는 7.68~15.47 μm 범위에 있었으며, 총 염색체길이는 157.77~352.83 μm 범위에 포함되었다. 또한 전체 분류군의 평균 염색체 길이는 10.76 μm로 관찰되었다. 절 내 평균 염색체 길이는 부추속 내 다른 절의 분류군인 두메부추(Kim, 1986)와 돌부추(Kim, 1987)의 평균 염색체 길이 8.32 μm, 7.39 μm 보다 큰 값이 있으며, 부추 10.38 μm와 좀부추 10.64 μm(Lee, 1988)와는 거의 유사했고, 산마늘 22.0 μm 와 올릉산마늘 16.3 μm(Yoo et al., 1998)보다는 작았다. 산부추절 내 분류군별로는 등근산부추의 염색체길이가 평균 12.50 μm로 절 내에서 가장 길었고, 한라부추가 평균 9.86 μm로 가장 짧았으며, 그 외 분류군인 산부추, 세모산부추, 참산부추, 세모부추, 강부추 그리고 선부추는 각각 평균 11.19 μm, 10.24 μm, 11.03 μm, 10.72 μm, 10.62 μm, 9.88 μm로 측정되었다(Table 6).

모든 분류군에서 평균염색체 길이에 대한 각 염색체들의 상대길이(relative length)는 모두 0.76이상이었고, 대염색체와 중염색체로 구성되었으며, 분류군들은 대염색체(L)와 중염색체(M)의 구성에 따라 3가지 유형으로 구분되었다(Table 5).

- (1) Type A (6 L + 10 M): 6개의 대염색체와 10개의 중염색체로 구성되는 것으로 강부추에서 관찰되었다.
- (2) Type B (8 L + 8 M): 8개의 대염색체와 8개의 중염색체로 구성되는 것으로 산부추, 세모산부추, 등근산부추, 세모부추, 선부추 및 한라부추에서 관찰되었다.
- (3) Type C (14 L + 18 M): 14개의 대염색체와 18개의 중염색체로 구성되는 것으로 참산부추에서 관찰되었다.

Table 5. Comparison of karyo-morphological features of each taxon in Korean *Allium* sect. *Sacculiferum*.

Taxa	Symbols of chromosome	Chromosome length (μm)			Arm ratio	Form	Relative length	Size
		Short arm	Long arm	Total length				
<i>A. thunbergii</i>								
var. <i>thunbergii</i>	A	6.33	7.24	11.67 (13.57) 14.55	1.14	m	1.21	L
	B	5.85	7.23	11.67 (13.09) 14.11	1.24	m	1.17	L
	C	5.70	6.73	11.32 (12.44) 13.54	1.18	m	1.11	L
	D	5.40	5.93	9.74 (11.33) 13.07	1.10	m	1.01	L
	E*	2.91	7.59	9.30 (10.51) 10.89	2.61	sm	0.94	M
	F	4.67	5.73	9.04 (10.39) 11.38	1.23	m	0.93	M
	G	4.12	5.32	8.25 (9.45) 10.00	1.29	m	0.84	M
	H	3.32	5.45	7.63 (8.77) 9.43	1.64	m	0.82	M
var. <i>deltoides</i>	A	5.54	7.21	9.29 (12.75) 14.66	1.30	m	1.24	L
	D	5.95	6.78	10.76 (12.73) 14.52	1.14	m	1.02	L
	E	5.31	6.46	10.61 (11.77) 13.33	1.22	m	0.94	M
	F*	2.92	7.92	8.48 (10.83) 12.98	2.71	sm	0.87	M
	G	3.66	6.58	8.64 (10.24) 12.26	1.80	sm	0.82	M
	H	4.10	5.68	8.33 (9.78) 11.43	1.39	m	0.78	M
	G	3.83	5.61	8.50 (9.44) 10.24	1.47	m	0.86	M
	G'	4.02	5.16	8.10 (9.18) 10.16	1.28	m	0.83	M
	H	3.59	5.12	7.50 (8.70) 9.61	1.43	m	0.79	M
	H'	3.54	4.88	7.20 (8.43) 9.29	1.38	m	0.76	M

Table 5. Continued.

Taxa	Symbols of chromosome	Chromosome length (μm)			Arm ratio	Form	Relative length	Size
		Short arm	Long arm	Total length				
<i>A. teretifistulosum</i>	A	6.75	8.72	12.58 (15.47) 17.62	1.29	m	1.24	L
	B	6.91	8.15	12.58 (15.06) 16.90	1.18	m	1.20	L
	C	6.68	7.43	12.27 (14.12) 15.71	1.11	m	1.13	L
	D	5.95	6.78	10.76 (12.73) 14.52	1.14	m	1.02	L
	E	5.31	6.46	10.61 (11.77) 13.33	1.22	m	0.94	M
	F*	2.92	7.92	8.48 (10.83) 12.98	2.71	sm	0.87	M
	G	3.66	6.58	8.64 (10.24) 12.26	1.80	sm	0.82	M
	H	4.10	5.68	8.33 (9.78) 11.43	1.39	m	0.78	M
<i>A. sacculiferum</i>	A	6.15	7.49	12.60 (13.63) 14.96	1.22	m	1.24	L
	A'	6.55	7.03	12.40 (13.58) 14.88	1.07	m	1.23	L
	B	6.40	6.87	12.00 (13.27) 14.49	1.07	m	1.20	L
	B'	5.50	7.22	11.00 (12.72) 13.86	1.31	m	1.15	L
	C	5.80	6.57	11.00 (12.36) 13.70	1.13	m	1.12	L
	C'	4.76	7.05	10.20 (11.80) 13.07	1.48	m	1.07	L
	D	5.27	6.15	10.10 (11.42) 12.44	1.17	m	1.03	L
	D'	4.86	5.98	10.00 (10.84) 11.89	1.23	m	0.98	M
	E	4.49	6.02	9.70 (10.51) 11.42	1.34	m	0.95	M
	E*	2.60	7.84	9.00 (10.43) 11.89	3.02	st	0.95	M
	F	4.57	5.56	9.10 (10.13) 10.64	1.22	m	0.92	M
	F'	4.42	5.54	8.70 (9.96) 11.10	1.25	m	0.90	M
	G	3.83	5.61	8.50 (9.44) 10.24	1.47	m	0.86	M
	G'	4.02	5.16	8.10 (9.18) 10.16	1.28	m	0.83	M
	H	3.59	5.12	7.50 (8.70) 9.61	1.43	m	0.79	M
	H'	3.54	4.88	7.20 (8.43) 9.29	1.38	m	0.76	M
<i>A. deltoidefistulosum</i>	A	5.93	7.17	10.75 (13.10) 16.24	1.21	m	1.22	L
	B	5.85	6.62	10.47 (12.47) 15.85	1.13	m	1.16	L
	C	5.46	6.17	10.00 (11.63) 14.82	1.13	m	1.09	L
	D	4.75	6.12	8.68 (10.87) 14.30	1.29	m	1.01	L
	E*	3.10	7.40	8.87 (10.50) 12.37	2.39	sm	0.98	M
	F	3.97	5.59	8.11 (9.56) 11.21	1.41	m	0.89	M
	G	4.01	5.11	7.83 (9.12) 10.95	1.27	m	0.85	M
	H	3.29	5.25	6.89 (8.54) 10.44	1.60	m	0.80	M
<i>A. longistylum</i>	A	6.36	6.99	10.85 (13.34) 13.75	1.10	m	1.26	L
	B	5.63	6.67	10.42 (12.30) 12.64	1.19	m	1.16	L
	C	5.23	6.00	9.65 (11.23) 12.27	1.15	m	1.06	L
	D	4.86	5.66	9.24 (10.52) 11.80	1.16	m	0.99	M
	E	4.67	5.31	8.33 (9.98) 10.78	1.14	m	0.94	M
	F*	2.65	7.33	7.85 (9.98) 10.13	2.76	m	0.94	M
	G	4.10	5.11	7.36 (9.21) 8.68	1.25	m	0.87	M
	H	3.02	5.35	6.89 (8.37) 9.85	1.77	sm	0.79	M
<i>A. linearifolium</i>	A	5.62	6.64	11.30 (12.27) 15.58	1.10	m	1.24	L
	B	5.12	6.25	11.11 (11.38) 12.92	1.20	m	1.15	L
	C	5.20	5.52	9.72 (10.73) 12.46	1.00	m	1.09	L
	D	4.91	5.23	9.35 (10.14) 11.78	1.00	m	1.03	L
	E	4.26	5.13	8.80 (9.39) 10.83	1.20	m	0.95	M
	F	3.76	5.30	9.44 (9.06) 10.49	1.40	m	0.92	M
	G*	2.62	5.55	7.96 (8.17) 9.90	2.12	sm	0.83	M
	H	3.19	4.74	7.04 (7.93) 9.48	1.48	m	0.80	M
<i>A. taquetii</i>	A	4.97	6.82	10.93 (11.79) 12.69	1.37	m	1.20	L
	B	5.56	5.93	10.08 (11.50) 12.88	1.07	m	1.17	L
	C	5.07	5.87	9.83 (10.94) 12.12	1.16	m	1.11	L
	D	4.67	5.70	9.32 (10.37) 11.63	1.22	m	1.05	L
	E	4.28	4.89	7.54 (9.17) 10.67	1.14	m	0.93	M
	F*	2.61	6.51	8.81 (9.12) 9.52	2.50	sm	0.92	M
	G	3.50	4.82	7.12 (8.32) 9.71	1.38	m	0.84	M
	H	2.73	4.95	6.95 (7.68) 8.94	1.82	sm	0.78	M

*: Chromosome with satellite, m: metacentric, sm: submetacentric, st: subtelocentric, Total length (mm): minimum (mean) maximum

Table 6. Summary of karyo-morphological features of each taxon in Korean *Allium* sect. *Sacculiferum*.

Taxa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>A. thunbergii</i>												
var. <i>thunbergii</i>	4	8	16	8.77-13.57	11.19	179.08	7	1	-	1	0~4	$4(8)L+4(8)M=A^{8m}+E^{6m}+F^{2m(sat)}$
var. <i>deltoides</i>	4	8	16	7.78-12.75	10.24	163.91	7	1	-	1	-	$4(8)L+4(8)M=A^{8m}+E^{6m}+F^{2m(sat)}$
var. <i>teretifistulosum</i>	3	8	16	9.78-15.47	12.50	200.03	6	2	-	1	-	$4(8)L+4(8)M=A^{8m}+E^{4m}+F^{2sm}+F^{2sm(sat)}$
<i>A. sacculiferum</i>	3	8	32	8.43-13.63	11.03	352.83	15	-	1	1	1~2	$7(14)L+9(18)M=A^{14m}+E^{16m}+G^{2st(sat)}$
<i>A. deltoideifistulosum</i>	3	8	16	8.54-13.10	10.72	171.59	7	1	-	1	0~3	$4(8)L+4(8)M=A^{8m}+E^{6m}+F^{2m(sat)}$
<i>A. longistylum</i>	3	8	16	8.37-13.34	10.62	169.87	6	2	-	1	2	$3(6)L+5(10)M=A^{6m}+E^{6m}+F^{2sm}+F^{2sm(sat)}$
<i>A. linearifolium</i>	3	8	16	7.93-12.27	9.88	158.14	7	1	-	1	-	$4(8)L+4(8)M=A^{8m}+E^{6m}+F^{2m(sat)}$
<i>A. taquetii</i>	3	8	16	7.68-11.79	9.86	157.77	6	2	-	1	-	$4(8)L+4(8)M=A^{8m}+E^{4m}+F^{2sm}+F^{2sm(sat)}$

1. Number of cell measured in this study 2. Basic chromosome number (x) 3. Chromosome number (2n) 4. Size range (μm) 5. Average chromosome length (μm) 6. Total chromosome length (μm) 7. Number of metacentric chromosome pair 8. Number of submetacentric chromosome pair 9. Number of subtelocentric chromosome pair 10. Number of satellites chromosome pair 11. Number of B-chromosome 12. Karyotype

2) 핵형

본 절에 속하는 분류군들의 완장비(arm ratio)는 1.00~3.02로 중부염색체(m), 차중부염색체(sm), 차단부염색체(st)로 구성되었다. 또한 이들 분류군들은 부수체(satellite)가 있는 1쌍의 상동염색체를 가지며, 부수체는 차중부염색체 또는 차단부염색체의 short arm 말단부에서 관찰되었다. 한편 부수체를 갖는 염색체는 모두 중염색체였다(Fig. 4; Table 5).

각 분류군들은 염색체의 구조에 따라 3가지 유형으로 구분되었다(Table 9).

- (1) Type A (12 m + 4 sm): 12개의 중부염색체와 4개의 차중부염색체로 구성된 것으로 등근산부추, 강부추, 한라부추에서 관찰되었다.
- (2) Type B (14 m + 2 sm): 14개의 중부염색체와 2개의 차중부염색체로 구성된 것으로 산부추, 세모산부추, 세모부추, 선부추에서 관찰되었다.
- (3) Type C (30 m + 2 st): 30개의 중부염색체와 2개의 차단부염색체로 구성된 것으로 참산부추에서 관찰되었다.

고 찰

1. 한국산 부추속 산부추절의 세포학적 형질

한국산 부추속 산부추절 8분류군에 대한 B-염색체의 유무를 포함한 염색체의 핵형을 분석하였으며, 이러한 결과를 바탕으로 절 내 종 또는 종 이하 분류군들을 식별하고, 분류군들 간의 세포학적 유연관계를 파악하였다(Figs. 1~4; Tables 3~6).

본 절의 분류군들은 염색체수에 따라 크게 2배체 분류군과 4배체 분류군으로 구분되었으며, 기존의 세포학적 연구 결과와 다소 차이를 보이는 것은 형태적으로 유사성을 보이는 해당 분류군들에 대한 오동정의 결과이거나 지리적 변이에 의한 차이로 판단된다(Table 3). 산부추절 내에서는 4배체인 참산부추와 갯부추(Choi et al., 2006)가 2배체에서 4배체로 진화한다는 부추속의 일반적인 진화경향성(Yu et al.,

1981)으로 볼 때, 절 내 분류군 중 가장 진화된 분류군일 것으로 판단되어진다. Yu et al. (1981)과 Lee (1987)에 의해 이수체현상(aneuploidy)이 확인된 등근산부추는 지리산에서 채집된 것으로 본 연구에서 사용된 덕유산의 등근산부추와 지리적인 차이를 보였으며, 이러한 이수체현상이 지리적인 변이에서 오는 것인지 아니면 다른 원인에 의한 것인지는 차후 이들 두 집단에 대한 추가적인 연구에 의해 확인되어져야 할 필요가 있다.

염색체의 구조는 동원체의 위치에 따라 중부, 차중부, 차단부염색체로 구분되었으며, 중부염색체와 함께 존재하는 차중부염색체 또는 차단부염색체에 의해 2배체와 4배체의 분류군들이 구분되었다(Fig. 4). Seo and Kim (1989)과 Seo et al. (1989, 1990)은 부추속 내 일부 분류군들을 대상으로 한 연구에서 차중부 또는 차단부염색체에 한 쌍이나 두 쌍의 부수체가 존재한다고 보고하였는데, 본 연구에서 확인된 산부추절 내 분류군들에서도 이와 동일한 위치에서 부수체의 존재가 관찰되었다(Fig. 4). 따라서 이 같은 부수체의 존재는 부추속 내 모든 분류군들의 공통적인 특징일 것으로 판단되었다. 한편, 산부추절 내에서 한라부추와 선부추의 평균 염색체 길이와 총 염색체 길이는 다른 분류군들에 비해 비교적 짧게 나타나 절 내 분류군들과 구분되었다(Tables 5, 6). 아울러 강부추는 평균 염색체 길이에 따른 상대길이에서 6개의 대염색체가 관찰됨으로써, 8개로 관찰된 나머지 2배체 분류군들과는 차이가 났다(Tables 5, 6).

B-염색체는 강부추, 산부추, 세모부추, 참산부추에서 중부염색체 또는 단부염색체형으로 관찰되었으며, 이 중 강부추는 부수체를 가진 한 쌍의 단부염색체형 B-염색체를 가짐으로써 절 내의 다른 분류군들과 뚜렷한 차이를 보였다(Figs. 1, 2). 한편, 호밀과 무릇에서 발견되는 B-염색체가 지역에 따라 형태와 개수에 다양한 변이가 있음이 알려졌으며(Bang and Lee, 1986; Choi and Bang, 1990), Kim (1986)은 부추속의 동일한 개체들 내에서도 다양한 구조의 B-염색체가 존재한다고 보고하였다. 따라서 보다 다양한 지역의 동일 분류들을 대상으로 B-염색체의 형태와 수에 대한 추가적인

연구를 수행한다면 보다 뚜렷한 분류군들 간의 형질을 파악할 수 있을 것으로 생각된다.

결과적으로 한국산 부추속 산부추절 내에서 염색체수와 B-염색체의 유무를 포함한 염색체의 형태는 분류군 식별 및 유연관계를 추정하는데 유용한 형질임을 확인할 수 있었다. 따라서 본 절의 보다 다양한 집단을 대상으로 한 집중적인 연구와 더불어, 이 같은 연구를 부추속 내 모든 분류군을 대상으로 수행한다면 속내 분류군들의 세포분류학적 형질을 통한 종의 한계설정 및 진화경향성 추론에 중요한 자료로 활용될 것이라 판단된다.

2. 등근산부추의 분류학적 재처리

Choi et al. (2004a)에 의해 *A. thunbergii* var. *teretifolium*으로 명명되었던 등근산부추는 변종의 종소명인 “*teretifolium*”이 중앙아시아 및 중국의 신장지역에 분포하는 *A. teretifolium* Regel과 같은 동명(homonym)이 되어 비합법명이다. 따라서 “*teretifistulosum*”이라는 새로운 종소명으로 학명을 재명명하였다. 분포상으로는 전북 덕유산과 전남 지리산의 능선부에서 생육하는 한국 특산이다(Choi et al., 2004a).

Taxonomic Treatment

Allium thunbergii var. *teretifistulosum* H. J. Choi & B. U. Oh, var. nov. TYPE: KOREA, Jeollabuk-do, Muju-gun, Deogyusan, Hyangjeok-bong, slope of rocky area, 1,600~1,610 m, 7 October 2002, H. J. Choi 020068 (holotype, CBU, Choi et al. (2004a); isotypes, CBU, KH). Paratypes, H.J. Choi 020086 to 020090 (CBU); Jeollabuk-do, Deogyusan, Collector unknown, s.n. (KNU); Jeollanam-do, Jiri-san, 29 Sep. 1966, T.B. Lee & M.Y. Cho, s.n. (SNUA).

Bulbus ovoideus 6.0~10.7 diametro. Folia 2~5 linearis teres fistulosa 17.7~45.5 cm longa 1.2~3.1 cm lata, petioli 5~14 cm longe in vaginam clausam membranaceam. Scapus erectus 15.7~38.7 cm longus 1.0~2.1 mm diametro. Umbella 8~43 flora. Perianthii segmenta purpureus ad atro-purpureus ovatus-ellipticus ad perate ovatus apice obtusus ad rotundatus 5.0~6.4 mm longa. Staminum filamenta 7.5~9.8 mm longa exserta. Ovarium viridis basi nectaris 3. Capsula 4.2~5.3 mm longa 4.8~5.7 mm lata.

Korean name: Dung-geun-san-bu-chu (등근산부추; Choi et al., 2004a).

Distribution: Endemic to Korea. Jeollabuk-do (Deogyusan), Jeollanam-do (Jirisan). Sunny rocky slopes of high mountain.

사 사

이 논문은 2006년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비(과제번호: C00659)에 의하여 연구되었음.

인용문헌

- Bang, J. W. and W. J. Lee. 1986. Frequency and Geographical Distribution of B-Chromosomes of Rye (*Secale cereale* L.) in Korea. Korean J. Bot. 29: 77-84 (in Korean).
- Choi, H. J. and B. U. Oh. 2003. Taxonomy of the *Allium* sect. *Sacculiferum* in Korea; with a special reference to the morphology. Korean J. Pl. Taxon. 33: 339-357 (in Korean).
- Choi, H. J. 2004. Taxonomy of the genus *Allium* (Alliaceae) in Korea. Ms Thesis. Department of Biology, Chungbuk Nat. Univ. Cheongju, Chungbuk, Korea (in Korean).
- Choi, H. J., C. G. Jang, S. C. Ko and B. U. Oh. 2004a. Two new taxa of *Allium* (Alliaceae) from Korea: *A. koreanum* H. J. Choi et B. U. Oh and *A. thunbergii* var. *teretifolium* H. J. Choi et B. U. Oh. Korean J. Pl. Taxon. 34: 75-85.
- Choi, H. J., C. G. Jang, S. C. Ko and B. U. Oh. 2004b. A taxonomic review of Korean *Allium* (Alliaceae). Korean J. Pl. Taxon. 34: 119-152 (in Korean).
- Choi, H. J., Y. Y. Kim, E. M. Ko, C. G. Jang and B. U. Oh. 2006. An unrecorded species of *Allium* (Alliaceae) in Korea: *A. pseudojaponicum* Makino. Korean J. Pl. Taxon. 36: 53-59.
- Choi, H. J. 2009. Systematics of the genus *Aium* (Alliaceae) in Korea and northeastern China. Ph.D. Thesis. Department of Biology, Chungbuk Nat. Univ. Cheongju, Chungbuk, Korea (in Korean).
- Choi, H. W. and J. W. Bang. 1990. Cytogenetic Studies of *Scilla scilloides* Complex from Korea; I. Distribution of Genomes and Composition and Frequencies of B-chromosome. Kor. J. Bot. 33: 237-242 (in Korean).
- Darlington, C. D. and A. P. Wylie. 1955. Chromosome Atlas of Flowering Plant. Pp. 355-357.
- Fedorov, A. A. 1974. Chromosome Numbers of Flowering Plant. Koeltz Science Pub. West-Germany. Pp. 376-381.
- Friesen, N. 1992. Systematic study of the Siberian polyploid complex in subgenus *Rhizirideum* (*Allium*). Proceedings of an international symposium held at Gatersleben, Germany, June 11-13, 1991. Gatersleben. Pp. 55-66.
- Friesen, N., R. M. Fritsch and F. R. Blattner. 2006. Phylogeny and new intrageneric classification of *Allium* (Alliaceae) based on nuclear ribosomal DNA ITS sequences. Aliso 22: 372-395.
- Goldblatt, P. 1981. Index to Plant chromosome numbers 1975-1978. Braun-Brumfield, Inc., Ann Arbor, Michigan.
- Goldblatt, P. 1984. Index to Plant chromosome numbers 1979-1981. Braun-Brumfield, Inc., Ann Arbor, Michigan.
- Goldblatt, P. 1985. Index to Plant chromosome numbers 1982-1983. Braun-Brumfield, Inc., Ann Arbor, Michigan.
- Goldblatt, P. 1988. Index to Plant chromosome numbers 1984-1985. Braun-Brumfield, Inc., Ann Arbor, Michigan.

- Gritzenko, P. P. 1979. Novye taksony v rode *Allium* L. Nauchno-Tekhn. Byull. Vsesoyuzn. Ordena Lenina Ordena Druzhby Narodov Nauchno-Issl. Inst. Rasteniev. N. I. Vavilova 87: 22-24.
- Hanelt, P., Hammer, J. S. Motel, R. Fritsch, J. Kruse, H. I. Maaß, M. Ohle and K. Pistrick 1992. Infrageneric grouping of *Allium* - The Gatersleben approach. Proceedings of an international symposium held at Gatersleben, Germany, June 11-13, 1991. Gatersleben. Pp. 108-123.
- Hanelt, P. and R. Fritsch, 1994. Note on some infrageneric taxa in *Allium* L. Kew Bull. 49: 559-564.
- Hao, G, D-H. Lee, J. S. Lee and N. S. Lee. 2002. A study of taxonomical relationship among species of Korean *Allium* sect. *Sacculiferum* (Alliaceae) and related species using inter-simple sequence repeat (ISSR) markers. Bot. Bull. Acad. Sin. 43: 63-68.
- Hotta, M. 1998. The *Allium thunbergii* group (Liliaceae) distributed in southern Kyushu and Ryukyu Island. Acta Phytotax. Geobot. 49: 57-66 (in Japanese with English summary).
- Kim, H. H. 1986. Giemsa C-banded karyotypes and B-chromosome polymorphism in *Allium sacculiferum* and *A. senescens*. Ms thesis of Kyungpook National Univ (in Korean).
- Kim, J. H. 1987. Giemsa C-banded karyotypes in *Allium deltoide-fistulosum* and *A. splendens*. Ms thesis of Kyungpook National Univ (in Korean).
- Lee, M. S. 1987. Cytological Study on Wild and Cultivated Species of Chinese Chives in Korea; II. Karyotype of *Allium* species. Kor. J. Breed. 19: 360-367 (in Korean).
- Lee, M. S. 1988. Cytological Study on Wild and Cultivated Species of Chinese Chives in Korea; III. Karyotype analysis of wild and cultivated *Allium* species. Kor. J. Breed. 20: 160-164 (in Korean).
- Levan, A. 1931. Cytological studies in *Allium*, A preliminary note, Hereditas. 15: 237-356.
- Levan, A., K. Fredga and A. A. Sandberg. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. Hereditas 52: 201-220.
- Longley, A. E. 1927. Supernumerary chromosomes in *Zea mays*. Jour. Agr. Res. 35: 769-784.
- Saverio E. and D. Pignone. 1998. Chromosome banding in three south Italian species of *Allium* section *Allium* (Alliaceae). Genetic Resources and Crop Evolution. 45: 33-40.
- Seo, B. B., H. H. Kim and J. H. Kim. 1989. Giemsa C-banded Karyotypes and their Relationship of Four Diploid taxa in *Allium*. Kor. J. Bot. 32: 173-180.
- Seo, B. B. and H. H. Kim. 1989. Giemsa C-banded Karyotypes in Two Diploid and Two Tetraploid *Allium* species. Kor. J. Bot. 32: 181-188.
- Seo, B. B., H. H. Kim and N. H. Song. 1990. Phylogenetic studies based on the C-banded karyotypes in diploid *Allium* species from Korea. Kor. J. Genetics. 12: 44-54.
- Traub, H. P. 1968. The subgenera, sections and subsections of *Allium* L. Plant life 24: 147-163.
- Vosa, C. G. 1976a. Heterochromatic patterns in *Allium* I. The relationship between the species of the *cepa* group and its allies. Heredity 36: 383-392.
- Vosa, C. G. 1976b. Heterochromatic banding patterns in *Allium* II. Heterochromatin variation in species of the *paniculatum* group. Chromosoma (Berl.) 57: 119-133.
- Yoo, K. O., W. B. Kim., H. J. Park and H. T. Lim. 1998. Investigation on the Ultrastructure of Epidermis, Anatomical, Playnological, and Cytological Characteristics of *Allium victorialis* var. *platyphllum* Collected from Three Different Habitats. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39: 260-265 (in Korean).
- Yu, S. O., D. H. Cho and W. T. Lee. 1981. Studies on the Relationship of the *Allium* Species Grown Wild in Korea. Bulletin of the Agricultural college, Wonkwang University 4: 187-251 (in Korean).