

## 한국산 은방울꽃(*Convallaria majalis*)의 형태적 특징과 핵형분석

윤환수 · 민병미<sup>1</sup> · 방재욱 · 부성민

(충남대학교 생물학과, <sup>1</sup>단국대학교 과학교육과)

**적 요** - 한국산 은방울꽃의 형태와 핵형의 특징을 분석하고, 분류학적으로 검토하였다. 은방울꽃은 2엽 식물이 70%, 1엽 식물이 30%로 출현하였으며, 3엽 식물은 매우 드물었다. 체장은 평균 34.4±4.6 cm이고, 장타원형의 잎은 외엽보다 내엽이 좁고 길었다. 은방울꽃의 개화율은 조사된 식물 1,346개체 중에 평균 3.7%에 불과하였다. 화경은 대개 잎의 하부에 있으나, 드물게는 잎의 상부까지 자라기도 하였으며, 5~10개의 꽃이 총상화서를 이루었다. 염색체는  $x=19$ ,  $2n=38$ 로서 유럽산 또는 일본산 식물과 동일하였다. 상동염색체들은 13쌍의 중부염색체와 6쌍의 차중부염색체로 구분되었다.

### 서 론

은방울꽃속(*Convallaria* Linne)은 백합과(Liliaceae)에 속하는 다년생 초본으로 종자에 의한 유성생식 및 지하경에 의한 영양생식으로 번식한다. 은방울꽃속 식물들은 하얀 종 모양의 꽃이 피고, 자태가 아름다워 유럽에서는 산 속의 백합(lily-of-the-valley)이라 불리며, 곧은 줄기로부터 1~3개의 장타원형의 잎이 있는 단순한 형태의 식물로, 체장은 40 cm 이내로 작다. 은방울꽃속 식물들은 아시아, 유럽 및 북미의 온대 지방에 분포하며, 전세계의 식물들을 1종(*Convallaria majalis* L.)으로 수용하는 주장(Forbes & Hemsley 1903)과 3종(*C. majalis* L., *C. keiskei* Miq., *C. montana* Raf.)으로 세분하는 견해가 있어서(Bailey & Bailey 1976), 학술적으로 연구되어야 할 분류군이다.

한국산 은방울꽃은 Palibin(1901)이 서울, 경기 지역에서 생육하고 있음을 처음 보고하면서 *Convallaria majalis*로 동정하였으나, 현재 한국산 은방울꽃의 명칭은 학자들간에 서로 다르다. 이를테면, Makino(1982)는 잎의 뒷면이 연녹색이며 화경이 잎보다 낮게 위치함을 주목하고, 이를 *C. majalis*의 한 변종으로 간주하여 *C. majalis* L. var. *keiskei* (Miq.) Makino라 두었고, 그 반면 Chung 등(1949)과 Chung(1974)은 이를 독립된 종(*C. keiskei*)으로 인식하였다. 이처럼 분류학적 명칭은 혼용되고 있으나, 한국산 은방울꽃속 식물을 1종으로 간주하는데 학자들간에 이견은 없다. 아직까지 은방울꽃의 형

태적 특징과 염색체에 관한 연구는 이루어지지 않고 있으므로, 본 연구에서는 한반도에 자생하는 은방울꽃의 형태적 변이 및 생태적 특징을 관찰하고, 이를 실험실에서 재배한 식물체들과 비교하였으며, 염색체 수와 핵형을 관찰하였다.

### 재료 및 방법

#### 1. 채집 및 관찰

재료는 1989년 5월부터 1992년까지 전국에 걸쳐 채집되었으며, 충남대 표본실과 프랑스 자연사 박물관에 소장된 표본들도 참조하였다. 경기: 남한산성, May 9, 1991, May 10, 1992; 충북: 주흘산, 문경, June 20, 1991. 충남: 계룡산, May 19, 1988; 칠갑산, May 29, 1978; 앵봉산, 청양, May 27, June 29, July 20, 1989, May 5, July 8, 1990, March 10, April 17, May 7, June 25, 1991; 경북: 부동, 청송, May 14, 1973; 와룡, 안동, May 7, 1975; 팔공산, 영천, May 14, 1973; 경남: 정천 2리, 포항, May 14, 1992(충남대 생물학과 표본실).

형태 변이는 충남 청양군 앵봉산에서 5월에서 8월까지 매회 25개체씩 무작위로 채집하여 분석하였다. 지역간 형태 변이는 개화기에 채집된 개체로 비교하였다. 채집된 식물체들은 이끼로 뿌리를 감싸고 충분히 수분을 공급하여 마르지 않도록 한 후 실험실로 옮겨 형태적 특징을 관찰하였다. 미소한 크기는 Vernier caliper (Mitutoyo)로 측정하였다. 생식기관의 특징은 상온에서 음건하거나 alcohol-glycerine (1 : 1) 용액에 고정한 후에

**Table 1.** Number of plants bearing one to three leaves and flowers in *Convallaria majalis*

Location	Dates	Plants bearing one leaf	Plants bearing two leaves	Plants bearing three leaves	Plants observed	Plants bearing flowers
Cheongyang	VII-90	55	52	0	107	12
	V-91	60	122	0	182	10
	VI-91	68	78	0	146	1
Namhansansung	V-92	37	270	4	311	4
Pohang	V-92	182	418	0	600	23
Total		402	940	4	1346	50

관찰하였다.

실험실 재배를 위하여 1991년 3월 10일에 앵봉산에서 25개체를 채집하여 화분에 옮겨 심었다. 화분의 하단에는 자갈을 넣고 채집지에서 채취한 흙으로 덮었다. 재배 시 온도는 21~24°C, 습도는 50~70%를 유지하였고, 성숙된 후에 채취하여 표본으로 만들었다.

## 2. 염색체 관찰

염색체 관찰은 충남 청양군 앵봉산에서 채집하여 실험실에서 재배한 식물체를 이용하였다. 식물체의 근단을 채취하여 1-bromonaphthalene 포화 수용액에 넣고 36°C 항온기에서 전처리하고, acetic alcohol에 고정하였다. 이 재료는 1N HCl 용액에서 연화시키고, Feulgen염색을 하였다. 핵형 분석은 염색체의 전체 길이와 장완과 단완의 비에 의거하였고, 염색체의 구분은 Levan 등(1964)의 방법에 따랐다.

## 결 과

### 1. 생태적 특징

91년 3월부터 92년 9월까지 조사된 앵봉산의 개체군에서 은방울꽃은 3월 하순경 제 1번 초상엽이 신장하고, 4월 초순에 제 2번 초상엽과 자엽이 신장하였다. 자엽이 5 cm 이상 자란 후 제 3번이나 제 4번 초상엽의 내측에서 화경이 화경포에 쌓여 신장하였다. 지상부는 4월 중순경에 생장율이 높고, 5월 초순경에는 성숙하였는데, 이때 초상엽은 3~5개이고, 꽃은 소화경포에 쌓인 채로 나타났다. 5월 중순경 잎은 연두색에서 진한 녹색으로 되고, 조직도 단단해지며, 화서의 하부에 있는 꽃부터 소화경이 신장하기 시작하였으며, 화피의 입구 부분이 열리면서 흰색의 꽃이 개화하였다. 수술은 황색으로 암술에 치우쳐 있으나, 성숙과 함께 점차 바깥쪽으로 향하였다. 개화 기간은 7~10일이었으며, 열매는 6~7월에 성숙되고, 8월에 낙과하였다. 열매가 성숙하면, 초상엽과 소화경포가 소실되며 엽병 기저부가 비후하기 시작하고, 7월

이 되면 새로운 자엽이 형성되었다. 9월 하순경에 자엽을 제외한 지상부는 모두 고사하였고, 뿌리가 왕성하게 성장하였다.

지상부의 엽수는 1엽과 2엽이 대부분으로 (Table 1), 2엽이 가장 많았고, 3엽은 매우 드물게 관찰되었다. 하나의 지하경에서 3~7개의 개체들이 성장하였다. 1엽 식물은 주로 지하경의 선단부에서 성장하였으나, 영양 상태가 좋은 개체는 지하경의 선단부에서도 2엽 식물이 출현하였다. 동일한 지하경에서 1엽과 2엽 및 3엽의 식물체가 모두 출현하기도 하였다 (Figs. 1, 2). 조사한 전 식물체에서 2엽의 평균 출현율은 70%이었다. 화경은 2엽 식물에서만 관찰되었는데, 조사한 전 개체군에서 개화율은 3.7%에 불과하였다.

남한산성 및 포항에서 채집된 식물체들의 잎의 수와 개화율은 X<sup>2</sup> 검정 결과 앵봉산 개체군과 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

### 2. 형태적 특징

뿌리의 피층은 5~8열의 세포로 구성되어 있고, 세포의 크기는 26.7~53.4 μm이었다. 피층의 두께는 200~250 μm이었다. 내피는 비후된 1층의 세포이고, 중심주의 직경은 165~186 μm이었다 (Fig. 3).

지하경은 두껍게 비후된 내피세포가 1~2층 있고, 직경은 700~800 μm이었다. 그 안쪽으로 1층의 내초가 있으며, 유관속은 10~12개였다. 수와 피층에서는 많은 과립과 침상결정이 관찰되나, 새싹을 형성하는 지하경에서 과립은 거의 관찰되지 않았다.

잎은 장타원형으로 엽병의 직경은 상부로 갈수록 작아졌다. 엽병 기저부에서 생긴 자엽은 3~4개의 초상엽에 싸여 있었다. 자엽은 2개가 안으로 말려 있었다. 유관속은 엽병의 중부에서 9개, 상부에서는 13개가 관찰되었다 (Fig. 3).

식물체의 체장은 2엽 식물에서 34.4±4.6 cm이고, 1엽 식물에서는 27.8±2.9 cm이었다 (Fig. 4). 1엽 식물에서 잎의 길이는 15.1±1.6 cm이고, 폭은 4.6±0.54 cm이

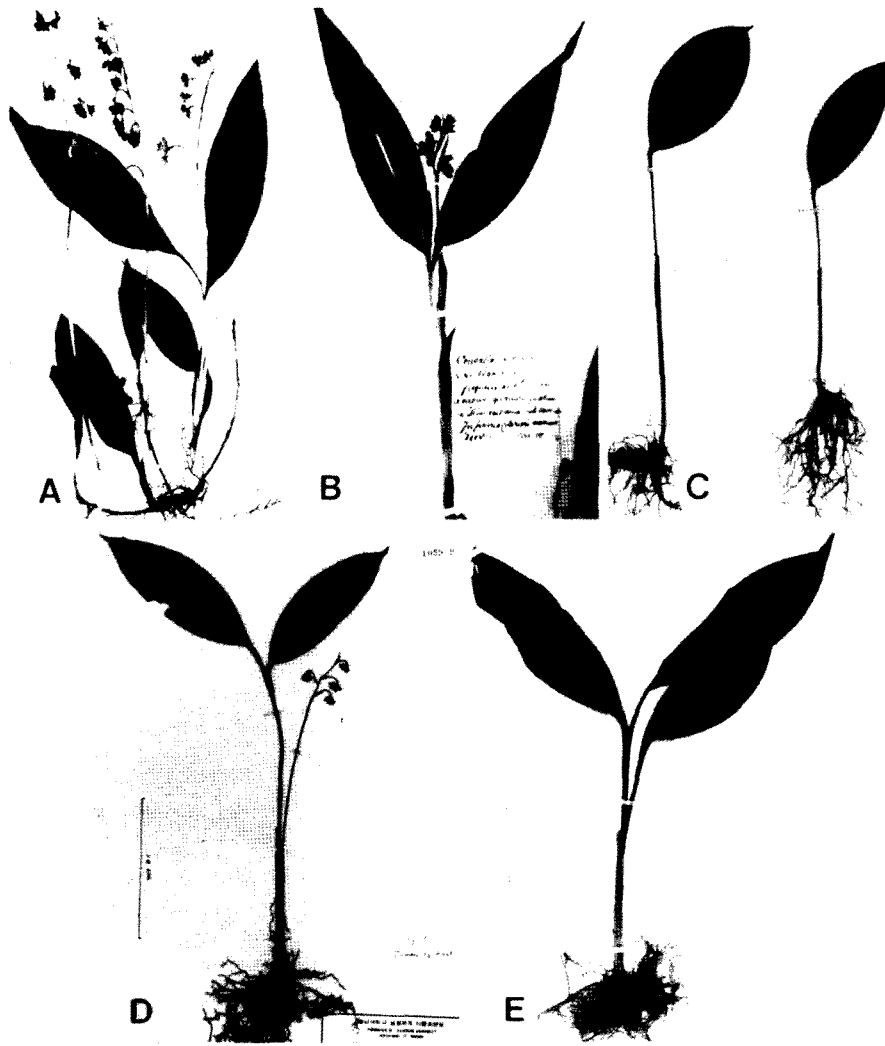


Fig. 1. Herbarium specimen of *Convallaria majalis* from France(A), and from Manchuria, China(B), housed in PC, from Korea(C~E) housed in herbarium of Chungnam National University, Daejeon.

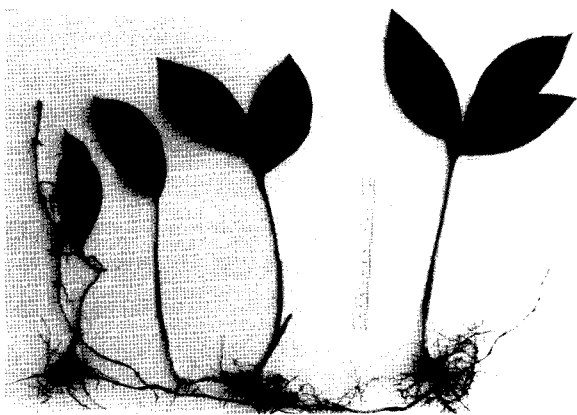


Fig. 2. On a single rhizome of *Convallaria majalis*, plants having one leaf, two leaves and three leaves are produced.

서 길이와 폭의 비가  $3.4 \pm 0.47$  cm로 거의 일정하였다. 2엽 식물에서 외엽의 길이는  $16.7 \pm 1.66$  cm이고, 폭은  $4.4 \pm 0.62$  cm인 반면, 내엽의 길이는  $15.0 \pm 0.57$  cm이고, 폭은  $4.7 \pm 0.33$  cm이었다. 따라서 2엽 식물에서 외엽은 내엽보다 길고, 좁았다. 1엽 식물의 잎은 2엽 식물의 내, 외엽의 중간 크기이었다.

생식기관의 형태적 변이는 Table 2에 요약하였다. 화서는 총상화서로, 길이는  $5.0 \pm 1.17$  cm이며, 여기에 5~10개의 꽃이 개화하였다. 화경은 길이가  $24.6 \pm 2.97$  cm로 식물체의 길이보다 작으며, 또는 화경의 약 1/2 지점까지 감싸고 있었다. 소화경은 화서의 정단부로 갈수록 짧아지며 소포도 같은 양상을 보인다. 화관의 직경은  $0.5 \pm 0.11$  cm이며, 길이는  $0.3 \pm 0.07$  cm이었다.

수술은 4실이며 표면에 얇은 막이 있고, 그 안쪽으로

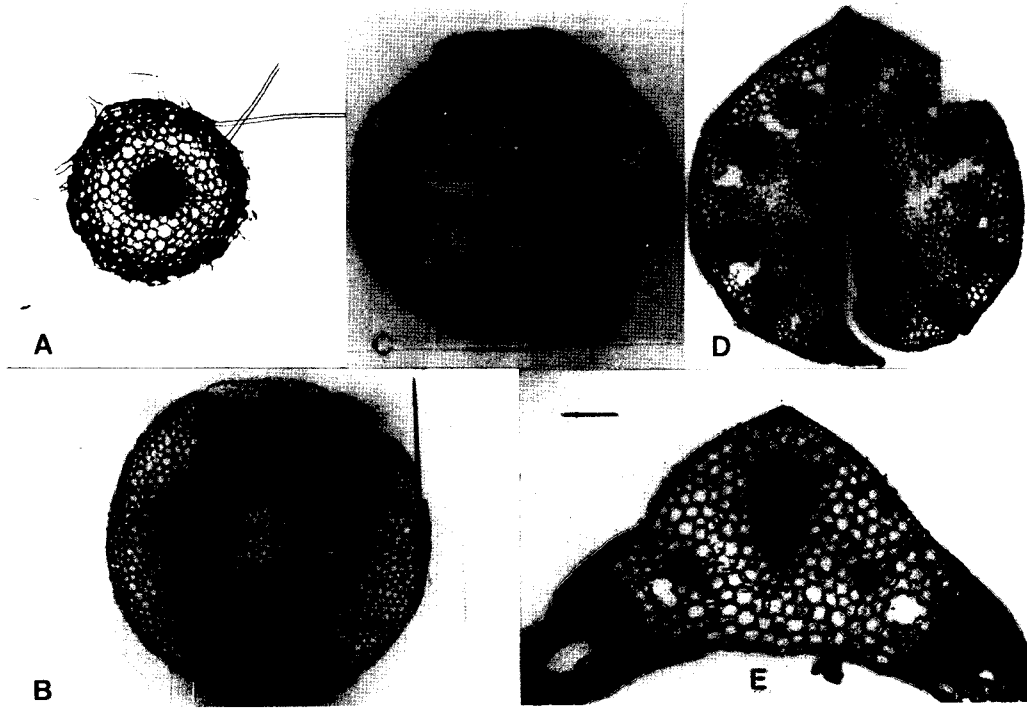


Fig. 3. Anatomical view of *Convallaria majalis* root (A), rhizome (B), the middle portion of stem (C) the terminal region of petiole (D), and leaf (E) (scale bars, 250 μm).

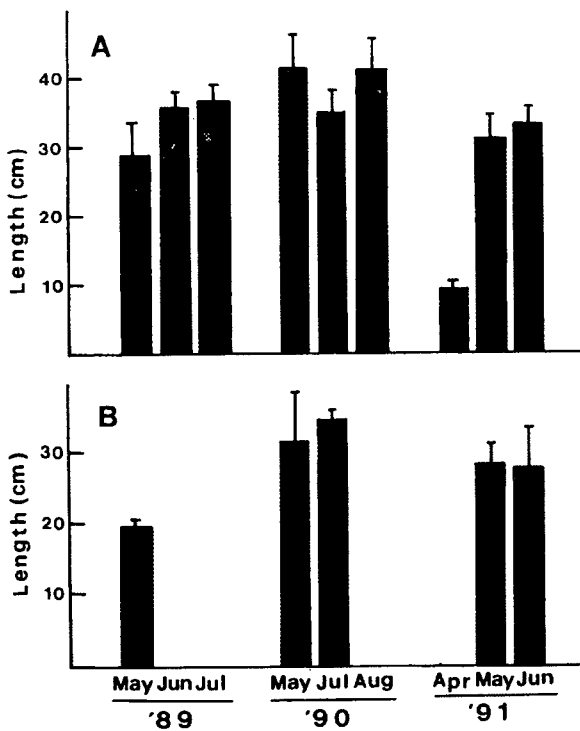


Fig. 4. Comparison of length between *Convallaria majalis* plants having two leaves (upper) and one leaf (lower) in different months.

는 나선형의 줄무늬가 관찰되었다. 수술의 길이는  $0.3 \pm 0.04$  cm이고, 약의 길이는  $0.2 \pm 0.02$  cm이었다. 화분은 단구형이고, 장경이  $43.1 \pm 2.85$  μm, 단경이  $21.8 \pm 2.25$  μm이었다.

암술은 길이가  $0.5 \pm 0.04$  cm이고, 직경은 0.03 cm이었다. 주두는 1개이고 크기는 암술대 직경보다 다소 컸다. 자방의 길이는  $0.2 \pm 0.04$  cm, 폭은  $0.2 \pm 0.03$  cm로 타원형이었다. 자방은 3실의 중축태좌이고, 배주는 6개씩 관찰되었다.

열매는 장과로 폭은  $0.9 \pm 0.20$  cm이고, 종자는 2~3개이었다. 종자의 길이와 폭은  $0.4 \pm 0.01$  cm이고, 두께는  $0.3 \pm 0.02$  cm이었다.

재배 식물도 야외에서 채집된 식물의 형태와 동일하였다. 재배 3일 후에 새순이 나타났으며, 생장은 초기에 급속히 신장하여, 재배 5일부터 15일까지 11일간의 생장율은 전체 생장율의 88%를 나타내었다. 생장이 급속히 일어날 때 자엽은 초상엽 속에 싸여있으며, 내엽은 외엽보다 늦게 출현하지만, 외엽보다 길이가 길게 되었다.

재배한 식물의 2엽 식물은 체장이  $26.8 \pm 5.3$  cm (n=22)로 1엽 식물의 체장과 유사하였으며, 또한 야외에서 조사한 지역 개체군들의 체장을 T-test로 검증한 결과

**Table 2.** Quantitative features of reproductive features in Korean *Convallaria majalis*

Feature	Number of plants observed	Minimum value	Maximum value	Mean $\pm$ SD
Floral stalk length (cm)	23	20.0	31.2	24.6 $\pm$ 2.97
Bract length (cm)	23	7.2	14.0	11.0 $\pm$ 1.76
Raceme length (cm)	23	3.3	8.8	5.0 $\pm$ 1.17
Pedicel length (cm)	110	0.2	1.7	1.0 $\pm$ 0.30
Pedicelic bract (cm)	88	0.4	1.2	0.6 $\pm$ 0.13
Flower diameter (cm)	46	0.3	0.7	0.5 $\pm$ 0.11
Flower length (cm)	46	0.2	0.5	0.3 $\pm$ 0.07
Stamen length (cm)	51	0.3	0.4	0.3 $\pm$ 0.04
Anther length (cm)	51	0.2	0.3	0.2 $\pm$ 0.02
Pollen length ( $\mu$ m)	45	48.1	37.4	43.1 $\pm$ 2.85
Pollen width ( $\mu$ m)	45	18.7	24.0	21.8 $\pm$ 2.25
Pistil length (cm)	15	0.5	0.7	0.5 $\pm$ 0.04
Ovary length (cm)	15	0.2	0.3	0.2 $\pm$ 0.04
Ovary width (cm)	15	0.1	0.3	0.2 $\pm$ 0.03
Seed length (cm)	6	0.3	0.4	0.4 $\pm$ 0.01
Seed width (cm)	6	0.4	0.4	0.4 $\pm$ 0.01
Seed thickness (cm)	6	0.2	0.3	0.3 $\pm$ 0.02
Fruit diameter (cm)	6	0.8	1.4	0.9 $\pm$ 0.20

**Table 3.** Length ( $\mu$ m) and arm ratio of somatic chromosomes in Korean *Convallaria majalis*

Chromosomal number	Long arm (L)	Short arm (S)	Total length	L/S	Centromere position
1	5.0	4.0	9.0	1.3	Median
2	5.0	3.5	8.5	1.4	Median
3	4.9	3.0	7.9	1.6	Median
4	4.8	2.6	7.7	1.8	Submedian
5	4.5	2.5	7.0	1.8	Submedian
6	4.5	2.0	6.5	2.3	Submedian
7	3.5	2.0	5.5	1.8	Submedian
8	3.5	1.5	5.0	2.3	Submedian
9	3.0	2.0	5.0	1.5	Median
10	2.5	2.0	4.5	1.3	Median
11	2.5	2.0	4.5	1.3	Median
12	2.5	2.0	4.5	1.3	Median
13	2.5	2.0	4.5	1.3	Median
14	2.5	2.0	4.5	1.3	Median
15	2.5	2.0	4.5	1.3	Median
16	2.3	1.5	3.8	1.5	Median
17	2.0	1.5	3.5	1.3	Median
18	2.0	1.5	3.5	1.3	Median
19	4.5	2.0	6.5	2.3	Submedian

5% 수준에서 유의한 차이는 없었다.

### 3. 염색체

본 실험에서 관찰된 한국산 식물의 염색체 수는  $x=19$ ,  $2n=38$  이었으며, 1엽 식물과 2엽 식물 모두 동일하였다 (Fig. 5). 염색체의 크기는 최대 9.0  $\mu$ m이고 최소 3.5  $\mu$ m이었다 (Table 3). 염색체의 길이의 총합은 106.4  $\mu$ m로서, 평균 5.6  $\mu$ m이었다. 평균 길이 보다 큰 6.0  $\mu$ m

이상의 염색체는 7쌍이었다. 상동염색체 쌍들은 염색체의 길이와 arm-ratio에 따라 13쌍의 중부염색체와 6쌍의 차중부염색체로 구분되었으며, 차단부염색체와 단부염색체는 관찰되지 않았다. 인형성 염색체는 차중부염색체로 나타났다 (Table 3). 크기가 큰 1~3번 염색체는 중부염색체로 길이는 7.9~9.0  $\mu$ m이며, 4~8번 염색체는 차중부염색체로 길이는 5.0~7.7  $\mu$ m이었다. 크기가 작은 9~18번 염색체는 모두 중부염색체인 것이 특징이었다.

## 고 찰

본 연구에서 수행된 한국산 은방울꽃의 형태적 특징은 다음과 같이 요약될 수 있다. 첫째, 한국산 식물은 2엽이 대부분(70%)이었고, 1엽 식물은 30%로 출현한 반면, 오히려 3엽 식물은 매우 드물게 출현하였다. 1엽 식물은 2엽 식물에 비하여 체장과 엽병의 직경이 작으며, 화경이 형성되지 않았고, 대개 지하경의 선단부에 위치하는 것으로 보아 개체군 내에서 연령이 어린 개체로 간주된다. 본 연구에 쓰인 재료들은 경기, 강원, 경북, 경남, 충남 및 충북 지방에서 채집된 1,346개체에서 얻은 결과이다. 그러나 이 결과는 선행된 연구와 달랐다. 이를테면, Koh과 Kim (1988) 및 Yook (1989)은 한국산 은방울꽃 (as *C. keiskei*)의 잎은 2엽 또는 3엽이라고 기재하고 있다. 한편, 유럽산 *C. majalis*는 보통 2~3엽이 생긴다고 보고되어 있다 (Bailey & Bailey 1976). 둘째로, 은방울꽃속에서 화경의 위치는 주요한 종의 식별형질로 간주되고 있다. 이를테면, 유럽산 *C. majalis*는 화경이 있

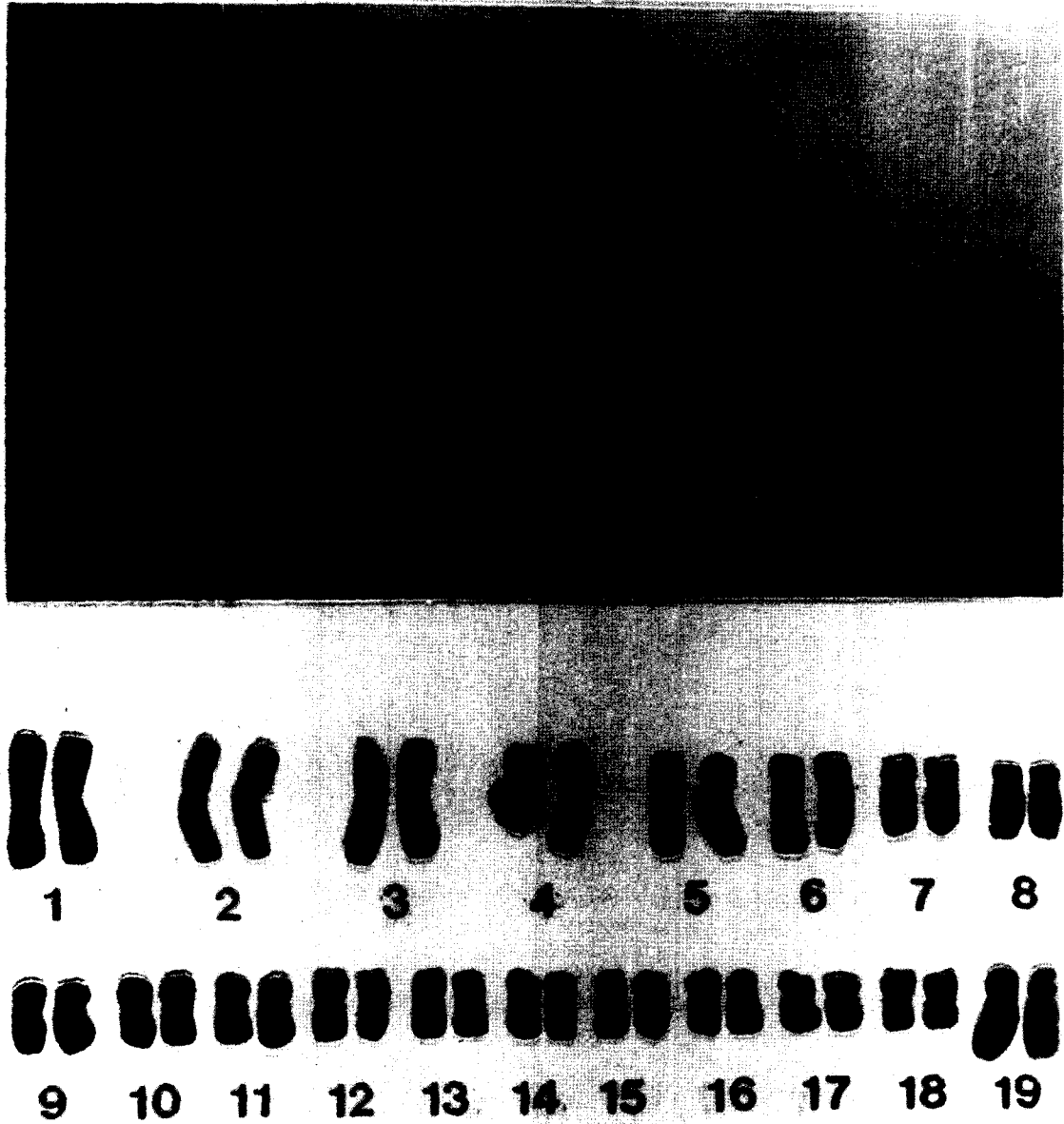


Fig. 5. Somatic chromosomes and karyotype in Korean *Convallaria majalis*.

의 위쪽까지 자라지만(Fig. 1A), 만주 등의 동북 아시아 산 식물(Fig. 1B, D)은 화경이 짧아 잎의 하부에 있어 이를 독립된 종(*C. keiskei*)으로 인식하였다(Miquel 1867). 한편 Makino(1982)는 동북 아시아산 은방울꽃 식물의 형태적 특징이 화경의 위치를 제외하고는 유럽 산과 동일함을 주목하고, *C. majalis*의 변종(var. *keiskei*)으로 명명하였다. 한국산 식물의 화경은 대개 잎의 아래에 있으나, 드물게 상부까지 자라는 것도 있어서, 이 형질이 종을 독립시킬 만큼 안정적인지는 논의의 여지가

있다. 셋째로, 수술의 수는 Lee(1976)와 Yook(1989)은 3개로 기재하고 있으나, 본 연구는 Koh와 Kim(1988) 및 Lee(1982)의 기재와 같이 6개로 관찰되었다. 암술과 열매의 형태는 선행된 연구들(Lee 1976; Lee 1982; Koh & Kim 1988; Yook 1989)과 동일하였다.

본 연구에서 염색체는  $x=19$ ,  $2n=38$ 이며, 19쌍의 염색체들이 모두 동일하게 조합되는 것으로 보아 지하경에 의한 번식으로 인하여 염색체가 안정성을 유지하고 있는 것으로 여겨진다. 따라서 한국산 식물의 염색체수는

일본산 *C. keiskei* (Matsuura & Suto 1935) 및 유럽산 *C. majalis* (Darlington & Wylie 1955)의 결과와 동일하였다. Horida (1989)는 일본산 *C. keiskei*의 염색체 수는  $2n=32, 36, 38$ 로 다양하다고 보고하고 있으나, 이는 식물계의 염색체 조합에서 흔히 발견될 수 있는 이수체라 판단된다. 따라서 염색체의 특징으로는 한국산 식물을 일본산 *C. keiskei*나 유럽산 *C. majalis*와 구별하기 어렵다.

이상 본 연구를 종합하여 볼 때, 한국산 식물의 형태적 특징이나 염색체의 수로 유럽산 *C. majalis* 및 동북아시아산 *C. keiskei*와 뚜렷이 다르지 않았다. 따라서 한국산 은방울꽃은 *C. majalis*로 간주하는 것이 타당할 것이다. 환경의 특징에서 한국산 식물은 유럽산 식물과 구분되므로, 본 식물을 *C. majalis*의 한 변종으로 처리하여야 하는 문제는 추후 보다 집약적인 연구에서 논의될 것이다.

## 사 사

본 논문은 첫 저자의 학부논문의 일부를 정리한 것이다. 핵형 분석을 도와주신 최혜운 박사님과 인동수 군에게 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- Bailey LH & EZ Bailey (1976) Hortus Third-A Concise Dictionary of Plants Cultivated in the United States and Canada. MacMillan Publ. Comp., New York.
- Chung TH (1974) Korean Flora. Lyemunsa, Seoul.
- Chung TH BS To & HJ Shim (1949) Nomina Plantarum Koreanum. I. Chosen Biology Society.
- Darlington CD & AP Wylie (1955) Chromosome Atlas of Flowering plants. (2nd ed), George Allen & Unwin Ltd., London.
- Forbes FB & WB Hemsley (1980) An Enumeration of all the Plant known China Proper, Formosa, Hainan, Korea, the Island of Hongkong; together with their Distribution and Synonymy. Otto Koeltz Science Publ., Koenigstein.
- Horida (1989) Encyclopedia of Economic Plants in the world. Pengbensa Publ., Japan.
- Koh KS & YS Kim (1988) Coloured Wild Plants of Korea. Academy Publishing Co., Seoul.
- Lee TB (1982) Illustrated Flora of Korea. Hyangmunsa, Seoul.
- Lee YN (1976) Illustrated Flora of Korea. Samha Publ. Co., Seoul.
- Levan A, K Fredga & AA Sandberg (1964) Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* **52** : 201-220.
- Makino T (1982) Makino's Illustrated Flora of Japan. Hokuryukan Co., Tokyo.
- Matsuura H & TJ Suto (1935) Contributions to the idiogram study in phaeogamous plants I. *Journ. Fac. Sci., Hokkaido Univ.* **5** : 33-75. .
- Miquel FA (1867) Prolusio florum japonicae. *Ann. Mus. Bot. Lugduno-Batavum* **3** : 1-66.
- Palibin J (1901) Conspectus Florae Koreae. IV. *Acta Horti Petropolitani* **19**: 11.
- Yook CS (1989) Coloured Medicinal Plants of Korea. Academy Publ. Co., Seoul.

## Morphology and Karyotype of *Convallaria majalis* (Liliaceae) in Korea

Hwan Su Yoon, Byeong Mee Min<sup>1</sup>, Jae Wook Bang and Sung Min Boo

(Department of Biology, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea.

<sup>1</sup>Department of Science Education, Dankook University, Seoul, 140-714, Korea)

**Abstract** - Morphology and karyotype of Korean *Convallaria majalis* plants were observed for taxonomic studies. Most plants produced two leaves (70%) and some one leaf (30%), but rarely three leaves. Plant length averaged  $34.4 \pm 4.6$  cm. Percentage of plants bearing flowers was very low with 3.7% (n=1,346) in the field. Raceme usually grew below leaves and rarely grew over leaves. Plant boreed five to ten flowers on a single raceme. Chromosomes were  $x=19$  and diploidy with  $2n=38$ . The chromosomes were composed of 13 pairs of median and 6 pairs of submedian chromosomes. The number of chromosome and karyotype of Korean *C. majalis* plant agree with those of Japanese and European plants. [*Convallaria majalis*, chromosome, karyotype, morphological variation, taxonomy].