

## 은방울꽃 개체군의 성장특성에 관한 연구

이세라

국립수목원 식물보존과

### Studies on the Growth Characteristics of *Convallaria keiskei* Population

Se-Ra Lee

Department of Plant Conservation, Korea National Arboretum, Pocheon 487-821, Korea

**Abstract** - To explain the relationship between plant size and seed production, change of sexual organs, relationship between each organs of *Convallaria keiskei* population, which is located in Gwiyeo-2-ri, Namjong-myeon, Gwangju-si, Gyeonggi-do these were studied from April to August 2002. This study was carried out two ways. One way was to set up the permanent quadrat to explain the change of sexual organs. The other was to carry the collected sample to the laboratory and analysis it to explain the relationship between each organs and energy division of seed production. In the *Convallaria keiskei* population, the average number of leaf which blooming shoot in the permanent quadrat was 2 and I could find the late leaf size was larger. It was found that, per shoot, the average number of flower was 7.9, fruit was 5.4 and seed was 16.1. Each properties in the sexual organ, underground part size and leaf size, had correlation of 1% or within 5%. The flowering time of the *Convallaria keiskei* was from April 26 to May 11. Therefore, it can be estimated that the blooming period was 8~9 days in just one flower. Among that flowers bloom at the beginning May, 80% fruit at the end of May, and 68% fruit at the end of August. The dry weight of seed had more correlation dry weight of underground part than leaf area.

**Key words** - *Convallaria keiskei*, Leaf size, Fruit size, Dry weight

## 서 언

은방울꽃은 백합과의 다년생 초본으로 종자에 의한 유성생식과 지하경에 의한 영양생식을 하는 식물이다. 은방울꽃 같이 영양 성장 하는 식물은 라메트를 통해 뺏어나가기 때문에 개체성의 구분이 어려운데, 이것은 식물의 개체가 모듈(module)이라는 기본구조단위로 구성되어 있다고 생각함으로써 해결되고 있다(Harper and White, 1974). 또한, 식물의 가소성 문제는 개체군 동태의 연구 시에 생리적 연령 또는 개체 발생적 연령(ontogenic age)을 몇 단계로 구분하여 조사함으로써 해결할 수 있다(Gatsuk et al., 1980). 식물 개체군의 동태 연구에서 개체 크기의 증가, 개체 크기에 따른 생식력, 생식에 투자하는 에너지에 대한 것은 연속적인 과정으로 볼 수 있다. 그 이유는 개체의 크기 증가에 영향을 주는 내적 요인 중 에너지 분배는 식물의 기본적인 전략이기 때문이다(Silvertown, 1982). 식물의 분

배 이론은 한정된 자원의 양을 성장, 유지, 생식이라는 식물의 기능에 효율적으로 분배하느냐 하는 것을 밝히는 것이다. 이 세 가지 기능은 상호배타적인데, 하나의 기능으로 분배되는 자원의 양만큼 다른 기능으로 분배되는 양은 감소하게 되는 것이다(Harper, 1977). 그러한 기능 사이의 관계를 측정하는 것은 쉽지 않은 일이지만(Reznick, 1985), 식물의 생활사를 통해 어느 정도는 알 수 있다(Bazzaz et al., 2000). 다년생 초본의 생물량 분배에 대한 연구는 식물의 구조와 기능 사이의 역동적인 상관 관계를 이해할 수 있도록 하는데, 그 예로 유성-무성 생식간의 관계는 유전, 환경(Ashmun et al., 1985; Biere, 1995), 혹은 유전과 환경의 상호작용(Reekie and Bazzaz, 1987; Schmid and Weiner, 1993)에 의해 이루어지는 것이다. 또한 생물량 분배 패턴은 라이즘과 종자로 번식하는 식물에서 다르게 나타날 수도 있다(Schmid and Bazzaz, 1990; Schmid and Weiner, 1993; Schmid et al., 1995). 국내에서 영양식물개체군 동태에 관한 연구로는 갈대(정과 김, 1989), 산조팝(김과 정, 1991), 김의털(진, 1991), 용동굴레와 각시동굴레(정, 1991), 줄(조과 김, 1994), 넓은잎천남성(유, 1996), 둥굴레(김, 2000), 천일사초(이,

\*교신저자(E-mail) : serasesang@daum.net

2000), 애기부들(정, 2002)로 거의 연구되지 않은 실정이다.

정(1996)에 의하면 은방울꽃은 첫째, 개엽, 개화, 지하경 생장과 같은 계절현상의 발현 시 상층부 낙엽송의 수관이 개방된 이른 봄의 짧은 시기를 집중적으로 이용하고 둘째, 이른봄의 이른 개엽과 빠른 성장 및 개화는 은방울꽃의 물질분배 기작의 효율을 높이며 셋째, 은방울꽃 개체군은 교란에 의하여 그 크기가 증가하는 특징을 가졌다. 즉, 교란이 없을 때 클론 당 매년 1개씩의 지하경을 생산하던 규칙을 깨고, 겨울동안의 동결이나 곤충 또는 사람에 의해 지하경이 끊어지면 잠재 분얼 조직이 발달하여 5개까지의 지하경을 새로 생산함으로써 라메트의 수를 증가시키는 것이다.

본 연구에서는 은방울꽃 개체군의 성장과 유지에 대한 개체군 생태학적 기초자료를 얻기 위해서 개체군의 구조와 크기별 분포 형태를 파악하고 생장형태를 조사하였다. 첫째, 지상부에 초점을 맞춰서 개체 내 각 기관들의 상관관계를 파악하고 둘째, 생식기관의 변화를 살펴보고 셋째, 개체의 크기와 종자생산량 등을 연구하였다.

## 재료 및 방법

### 조사지의 개황

본 연구의 조사지는 경기도 광주시 남종면 귀여 2리 명성암이 위치한 산으로 위도는 37° 30', 경도는 127° 19'이며 해발고도는 약 100m이다.

토양의 함수량은 24~26%로 양호한 편이다. 이 지역의 기후는 서울 측우소(37° 34' N, 126° 58' E, 해발고도 85.5m)의 기상자료(2001)에 의하면 연평균기온이 12.8℃, 연 강수량은 1,386mm이었다.

피도는 90%이고, 주변식물의 식물은 밤나무(*Castanea bungeana*)가 주를 이루며, 생강나무(*Lindera obtusiloba*), 국수나무(*Stephandra incisa*), 졸참나무(*Quercus serrata*), 산사(*Crataegus pinnatifida*), 선밀나무(*Smilax nipponica*), 으아리(*Clematis mandahurica*), 노루귀(*Hepatica asiatica*), 원추리(*Hemerocallis fulva*), 오이풀(*Sanguisorba officinalis*), 머느리밀씻개(*Persicaria senticosa*), 하늘말나리(*Lilium tsingtauense*), 노루발(*Pyrola japonica*), 활랑나물(*Lathyrus davidii*), 고마리(*Persicaria thunbergii*), 꽃마리(*Trigonotis peduncularis*), 부처마(*Dioscorea nipponica*), 철쭉(*Rhododendron schlippenbachii*), 개머루(*Ampelopsis brevipedunculata* var. *heterophylla*) 등이다.

### 은방울꽃의 특성

이(1999)에 의하면 은방울꽃은 산지에서 자생하는 다년초로

털이 없으며 지하경이 옆으로 길게 뻗고, 엽신은 긴타원형 또는 난상 타원형이며 가장 자리가 밋밋하고 길이 12~18cm, 나비 3~7cm로서 끝이 뾰족하며 표면은 짙은 녹색이고 뒷면은 연한 흰빛이 돈다.

꽃은 백색이며 길이 6~8mm로서 종 모양 같고 끝이 6개로 갈라져서 뒤로 젖혀진다. 화경은 높이 20~35cm로서 앞보다 짧은 초상엽 안쪽에서 나오며 10개 정도의 꽃이 달린 화서는 길이 5~10cm이다.

정(1996)은 앞은 1~3장이거나 주로 2장이며 엽병의 기저부에 4개의 자엽이 라이즘(rhizome)으로부터 자란다고 하였다. 라이즘과 뿌리 같은 지하부의 깊이는 15~20cm이고, 라이즘의 길이는 10cm가 넘는다고 하였다. 또, 잎과 엽초가 분리되면서 대략 6개의 엽흔이 남는데 나무의 나이테처럼 이를 이용해 라메트의 나이를 추정할 수 있다고 하였다. 이러한 현상은 *C. majalis*의 생장형태에서도 유사하게 나타난다고 보고된 바 있다(Hartmann *et al.*, 1990).

윤 등(1999)에 의하면 은방울꽃은 지상부는 4월 중순경에 생장률이 높고, 5월 초순경에는 성숙한다. 5월 중순경 앞은 연두색에서 진한 녹색으로 되고, 조직도 단단해지며, 화서의 하부에 있는 꽃부터 소화경이 신장하기 시작하여, 화피의 입구 부분이 열리면서 흰색의 꽃이 개화한다. 꽃은 하얀 종 모양으로 향기가 좋고 아름다워 원예적 가치가 매우 높다(Bailey, 1914). 그러나 종자 번식하는데 1년 넘게 걸리고(박, 1983) 발아는 매우 복잡하다(김, 1977).

수술은 황색으로 암술에 치우쳐 있으나, 성숙과 함께 점차 바깥쪽으로 향한다. 열매가 성숙하면, 초상엽과 소화경포가 소실되어 엽병 기저부가 비후하기 시작하고, 7월이 되면 새로운 자엽이 형성된다. 9월 하순경에 자엽을 제외한 지상부는 모두 고사하고, 뿌리가 왕성하게 성장한다.

### 연구방법

은방울꽃의 생장에 대해 조사하기 위해 2002년 4월부터 2002년 8월말까지 두 가지로 나누어 실시하였다. 하나는 생식기관의 변화를 알아보기 위해 영구 방형구를 설치하였고, 다른 하나는 각 기관들의 상관관계와 종자생산의 에너지 분배를 파악하기 위해 채취한 시료를 실험실로 운반하여 분석하였다.

2002년 4월 20일 조사지 내에 영구 방형구(5×5m)×1를 설치하였고, 방형구 내 꽃이 핀 개체에 대하여 플라스틱 막대를 이용하여 고유 번호를 표시하였다.

표시된 개체 260개에 대하여 꽃피는 시기에는 주 1회 현장조사를 실시하여 생식기관의 변화를 관찰하였고, 2002년 5월 4일에는 엽수, 엽병의 길이, 엽신의 길이, 엽신의 폭을 0.5cm 단위까지 측정하였다.

2002년 5월 20일과 23일에는 최종 열매 맺힌 수를 기록하였고, 열매가 완전히 익을 때까지의 손실을 최대한으로 줄이기 위해 천으로 싸고, 2002년 8월까지 2주에 한번 씩 현장 조사를 실시하여 생식기관의 변화를 관찰하였다.

개체 내 각 기관들의 상호관계, 종자생산의 에너지 분배 등을 알아보기 위해 2002년 8월 24일에 훼손된 개체를 제외한 114개체를 뿌리 채 완전히 채취하였다. 채취한 시료에 대하여 우선 고유번호를 확인하고 지상부와 지하부로 구분하였다.

지상부는 열매를 분리하여 과육을 제거한 후 개체 당 종자의 수를 세고, 지하부는 지하경과 분리해 신문지에 싸서 개체 번호를 표시한 뒤 건조기(Dry oven)에서 80℃로 48시간 동안 건조시켜 화학 천평(SHIMADZU EB-220HU)으로 1mg까지 무게를 측정하였다.

야외에서 측정한 엽신의 폭과 길이를 이용해 실제 엽면적을 추정할 수 있는지를 확인하기 위해 완전히 채취한 50개체에 대해 엽신의 폭×길이와 엽면적계로 측정한 값을 회귀 분석하였다. 엽신의 면적은 면적계(Area Meter, Delta-T Device, U.K.)를 이용하여 측정하였다.

이 자료로부터 엽면적과 지하부 건중량 속성간의 관계, 엽면적과 지하부의 건중량에 대한 개체 당 개화 수, 열매 수, 종자 수, 종자의 건중량의 상관관계를 회귀 분석하고, 이때 얻은 상관계수의 유의성을 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 조사지의 은방울꽃 개체군의 특성

경기도 광주시 남종면 귀여 2리에서 자연군락으로 자라고 있는 은방울꽃의 기초통계량은 Table 1과 같다. 연구 방형구 내 개화하는 개체의 잎 장수는 2장이었고, 엽병의 평균값은 21.9cm였다.

첫 번째 잎의 평균 폭과 길이는 6.8±1.0cm와 15.1±1.6cm이고, 두 번째 잎의 폭과 길이는 8.0±1.0cm와 17.1±1.7cm였다. 충남 청양군 앵봉산에서 조사된 은방울꽃 개체군에서 첫 번째 잎의 폭은 4.7±0.3cm이고, 길이는 15.0±0.6cm인 반면 두 번째 잎의 폭은 4.4±0.6cm이고, 길이는 16.7±1.7cm였다(윤환수 등, 1999). 따라서 두 번째 잎이 첫 번째 잎보다 길고 좁았으나, 본 조사지에서는 나중에 나온 잎이 더 길고 넓었다. 잎의 크기는 조사 지역의 환경에 따라 다르게 나타나는 것으로 생각된다.

개체 당 꽃수는 평균 7.9개였고, 나중에는 평균 5.4개의 열매를 맺으며 개체 당 평균 16개의 종자를 생산하는 것으로 나타났다. 개화는 4월말에서 5월초에 이루어졌고, 8월 중순경에 지상부의 고사현상이 관찰되었으며, 8월말에 열매가 익었다.

은방울꽃의 물질분배 기작이 효율적이기 때문에 이른 봄에

이른 개엽과 빠른 생장 및 개화한다고 보고되었는데(정연숙, 1996), 조사지에서도 같은 현상을 확인할 수 있었다. 실험실에서 재배한 경우에도 야외에서 채집된 식물의 형태와 동일하였는데, 재배 3일 후에 새순이 나타났으며, 생장은 초기에 급속히 신장하여, 재배 5일부터 15일까지 11일간의 생장률은 전체 생장률의 88%를 나타내었다고 보고되었다(윤환수 등, 1999).

Table 1. The properties of *Convallaria keiskei* population

	Mean	SD
	n = 114	
density( /m <sup>2</sup> )	4.56	
number of leaf	2	
shoot height (cm)	21.9	3.0
width of first leaf(cm)	6.8	1.0
length of first leaf(cm)	15.1	1.6
width of second leaf(cm)	8.0	1.0
length of second leaf(cm)	17.1	1.7
number of flower	7.9	1.4
number of fruit	5.4	1.7
number of seed	16.1	7.5

### 개체 내 각 기관들의 상호관계

야외에서 엽신의 길이와 폭을 측정하여 엽면적을 계산하여도 큰 오차가 나지 않았다. 완전 채취한 50개체의 잎에서 얻은 엽신의 길이×폭과 엽면적계로 측정한 값과의 상관관계를 회귀 분석한 결과 r=0.97 이고, 각 속성간 상관계수는 1% 유의수준에서 모두 유의하였다. 따라서 야외에서 측정한 엽신의 길이×폭 값을 엽면적값으로 사용하였다. 엽신의 길이×폭과 실제 엽면적이 높은 상관관계를 나타내는 것은 일반적인 현상이다(Bierzuchudek, 1982). 일반적으로 식물은 잎의 형태에 따라 다소 차이는 있지만 길이와 폭으로부터 엽면적을 추정함으로써 잎을 파괴하지 않아도 엽면적을 얻을 수 있다(Šesták *et al.*, 1971).

조사 대상 114개체에 대해 지하부의 건중량과 엽면적에 대한 개체당 총 개화 수, 열매 수, 종자의 건중량의 상관관계를 회귀 분석한 결과는 Table 2와 같다. 총 엽면적과 지하부의 건중량, 총 엽면적과 개화 수와는 1%, 총엽면적과 열매 수, 총엽면적과 종자의 건중량과는 5% 내에서 상관관계를 보였다.

지하부의 건중량도 생식기관과 높은 수준의 상관관계를 보였는데 개화 수와는 5%, 열매 수, 종자의 건중량과는 1% 내의 상관관계를 보이고 있다. 특히, 엽면적과 개화 수와의 유의관계가 지하부의 건중량과의 개화 수보다 높은 것으로 나타났다. 따라서, 개화 수는 지하부의 건중량보다는 엽면적과 조금 더 밀접한 상관관계가 있음을 알 수 있었다. 그러나 열매의 수와 종자의 건중량은 엽면적보다는 지하부의 건중량과 더 높은 유의관계를 가

Table 2. Correlation coefficients between organs of *Convallaria keiskei* population

		on the ground part			under ground part
		number of flowering	number of fruit	dry weight of fruit	dry weight
under ground part	dry weight	0.193*	0.281**	0.247**	
on the ground part	total leaf area	0.431**	0.215*	0.203*	0.415**

\*5%, \*\* 1%의 신뢰도 수준.

지고 있어, 개화하는데는 엽면적의 영향을 받지만, 열매를 맺는 과정에는 지하부의 영향이 더 큰 것으로 생각된다.

영양기관과 생식기관이 높은 유의수준의 상관관계를 보이는 현상은 등골레, 천일사초, 앓은부채 개체군에서도 확인할 수 있었다(강과 민, 1994; 이, 2000; 김, 2000).

**생식기관의 변화**

2002년 4월 26일부터 5월 23일까지 영구 방형구 내 260개체를 대상으로 은방울꽃의 생식기관의 변화(개화, 낙화, 열매)과정을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 이 결과를 분석해보면 은방울꽃의 개화시기는 4월 26일부터 5월 11일까지이며, 은방울꽃 개체의 평균 50%정도가 개화하는 시점은 대략 4월 30일로 나타났으며, 평균 50%정도가 낙화하는 시점은 대략 5월 8일, 평균 50%정도가 열매를 맺는 시점은 5월 14일로 나타났다.

윤 등(1999)은 은방울꽃의 개화기간은 7~10일이며 열매는 6~7월에 성숙되고, 8월에 낙과한다고 하였으나, 본 연구에서 개화기는 대략 8~9일정도로 추정할 수 있었다. 5월초에 열매가 맺히기 시작해서 8월초까지는 열매 크기의 변화만 있었고, 8월 중순경에 열매의 색이 변하기까지 100일 정도의 시간이 걸렸다. 개화는 일찍 시작하는데, 열매를 성숙시키는데 비교적 오랜 시간을 투자하는 것으로 보여 졌다.

한편 생식기관은 시간이 경과함에 따라 소실되어 감소하는 것으로 나타났는데 5월초에 개화한 개체 중 80%가 5월말에 열매로 남았고, 8월말에는 68%가 열매로 남아있었다. 생식기관의 소실은 개화 직후부터 5월 20일경까지가 가장 높았는데, 이 같이 개화 직후 소실율이 높은 현상은 앓은부채 개체군에서도 볼 수 있었다(강, 1994). 생식기관의 생존율은 등골레의 31.87%와

앓은부채 개체군의 29.9%보다는 높은 68%의 결실율을 얻어 현저하게 차이가 났다(김, 2000).

생식기관의 소실에 대한 이유는 수정의 불완전, 동물 섭식 등에 의한 교란, 급격한 환경요인의 변화, 내적 생리기능의 부조화 등으로 알려져 있다(Stephenson, 1981). 은방울꽃이 높은 결실율을 얻는 이유는 동물에 의한 손실이 거의 없었기 때문인 것으로 생각되나, 본 조사에서는 그 여부를 확인하지 못하였다.

**개체의 크기와 종자 생산량**

조사 대상 개체에 대한 종자의 생산량을 알아보기 위해 엽면적의 크기와 지하부의 건중량에 따른 종자의 건중량과의 관계를 그래프로 나타낸 것은 Fig. 2, 3과 같다.

종자의 건중량과 지하부의 건중량과의 상관관계( $r=0.247$ )는 1%에서, 종자의 건중량과 엽면적과의 상관관계( $r=0.203$ )는 5% 유의수준에서 유의하였다.

Table 3 과 4는 엽면적과 지하부의 건중량에 따른 개체 당 종자 수, 개체 당 종자의 총 건중량, 개체 당 종자 1개의 건중량을

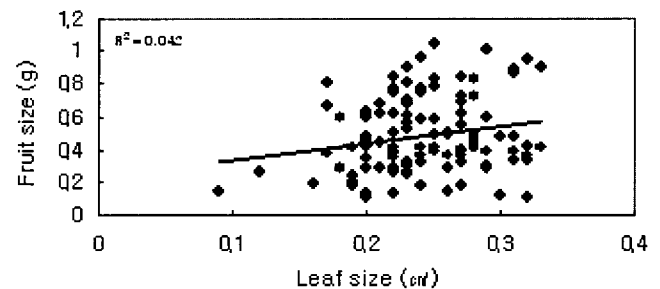


Fig. 2. Relationship between leaf size and fruit size of *Convallaria keiskei*.

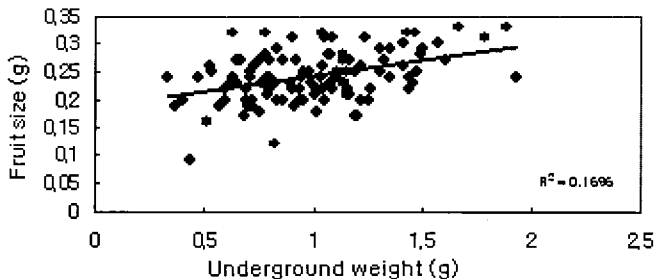


Fig. 3. Relationship between underground weight and fruit size of *Convallaria keiskei*.

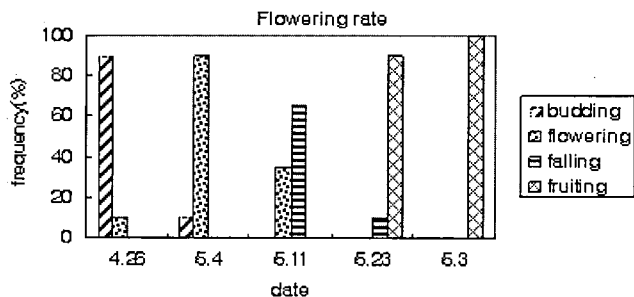


Fig. 1. The change of sexual organs of *Convallaria keiskei* from flower budding to fruiting time.

Table 3. Seed characteristics of *Convallaria keiskei* population along the leaf size

leaf size(cm <sup>2</sup> )		seed number per shoot	seed weight per shoot(g)	weight per seed(g)
	<90	8	0.139	0.017
90≤	<170	16.2	0.456	0.028
170≤	<250	15.8	0.469	0.030
250≤		16.69	0.486	0.030

Table 4. Seed characteristics of *Convallaria keiskei* population along the underground part size

underground part size(g)		seed number per shoot	seed weight per shoot(g)	weight per seed(g)
	<0.5	7.6	0.189	0.025
0.5≤	<1.0	15.8	0.458	0.029
1.0≤	<1.5	16.3	0.490	0.030
1.5≤		22.1	0.658	0.030

나타낸 것이다.

개체 당 종자 수는 엽면적이 90cm<sup>2</sup> 미만인 것이 8개로 가장 적었고, 250cm<sup>2</sup> 이상에서 약 17개로 가장 많았다.

엽면적의 크기에 따라 개체 당 종자 수와 종자의 건중량은 대체적으로 증가하는 경향성을 보였으나 종자1개의 평균 건중량은 가장 적은 크기인 90cm<sup>2</sup>보다 작은 경우를 제외하면 대부분의 개체에서 0.028~0.030g으로 유사하였다.

Bierzchudek(1982)는 천남성의 일종(*Arisaema triphyllum*)에서 종자수가 엽면적의 크기와 관계없는 것으로 보고한 바 있으나, Kawano 등(1982)에 의하면 얼레지(*Erythronium japonicum*)는 개체의 크기가 클수록 종자 수는 많은 것으로 나타났다.

한편 지하부의 건중량과 개체 당 종자 수, 건중량과의 관계는 엽면적보다는 비교적 밀접한 상관관계를 보이고, 1.0g 이상인 개체에서는 종자 1개당 평균 무게가 유사하였다.

### 적 요

자연 군락으로 자라고 있는 은방울꽃 개체군의 개체 내 각 기관들간의 상호관계, 생식기관의 변화, 종자의 생산량과 개체의 크기와의 관계를 알아보기 위하여 경기도 광주시 남종면 귀여 2리에서 2002년 4월부터 8월까지 조사하였다. 본 연구에서는 두 가지로 나누어 실시하였는데, 하나는 생식기관의 변화를 알아보기 위해 영구 방형구를 설치하였고, 다른 하나는 각 기관들의 상관관계와 종자생산의 에너지 분배를 파악하기 위해 채취한 시료를 실험실로 운반하여 분석하였다.

첫째, 은방울꽃 개체군의 특성에서 영구 방형구 내 개화하는 개체의 잎 장수는 평균 2장이었고, 나중에 나온 잎의 크기가 더 크다는 것을 알 수 있었다. 개체 당 평균 7.9개의 꽃을 피우며, 나중에는 평균 5.4개의 열매를 맺고, 평균 16.1개의 종자를 생산하는 것으로 나타났다.

둘째, 잎의 크기, 지하부의 크기 및 생식기관의 각 속성들간에는 1% 및 5%내의 상관관계를 보였다.

셋째, 은방울꽃의 개화 시기는 4월 26일부터 5월 11일까지였으며, 이로부터 추정된 개화지속기간은 대략 8~9일이었다.

5월초에 개화한 개체 중 80%가 5월말에 열매로 남았고, 8월 말에는 68%가 열매로 남아있었다.

넷째, 생산된 종자의 건중량은 총엽면적보다 지하부의 건중량과 더 높은 상관관계를 보였다.

### 인용문헌

- Ashmun, J.W., R.L. Brown and L.F. Pitelka. 1985. Biomass allocation in *Aster acuminatus*: variation within and among population over 5 years. *Can. J. Bot.* 63: 2035-2043.
- Bailey, L.H. 1914. *Standard cyclopedia of horticulture*. Macmillan, New York. pp. 838-1879.
- Bazzaz, F.A., D.D. Ackerly and E.G. Reekie. 2000. Reproductive allocation in plants. In *seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. 2nd ed. Edited by M. Fenner. CABI Publishing, Wallingford, UK. pp. 1-29.
- Biere, A. 1995. Genotypic and plastic variation in plant size: effects on fecundity and allocation pattern in *Lychnis flos-cuculi* along a gradient of natural soil fertility. *J. Ecol.* 83: 629-642
- Bierzchudek, P. 1982. The demography of jack-in-the-pulpit: a forest perennial that changes sex. *Ecol. Monogr.* 52: 335-351.
- Gatsuk, L.E., O.V. Smimova, L.I. Voronyzova, L.B. Zaugolnova and L.A. Zhukova. 1980. Age state of plants of various growth forms: A Review. *J. Ecol.* 68: 675-696.
- Harper, J.L. 1977. *Population biology of plants* Academic Press, London. pp. 892.
- Harper, J.L. and J. White. 1974. The demography of plants. *Ann. Rev.*

- Ecol. Syst. 5: 419-463.
- Hartmann, H.T., D.E. Kester and F.T. Davies, Jr. 1990. Plant propagation. Prentice-Hall International, Inc. pp. 647.
- Yoon, H.S., B.M. Min, J.W. Bang and M.B. Sung. 1999. Morphology and Karyotype of *Convallaria majalis* (Liliaceae) in Korea. Korean J. Environ. Biol. 17(3): 371-378 (in Korean).
- Kang, H.J. and B.M. Min. 1994. Population Dynamics of *Symplocarpus renifolius* 2. Seed Production. Korean J. Ecol. 17(4): 463-469 (in Korean).
- Kim, J.H. and Y.S. Chung. 1991. Studies on the Population Biology of Some Clonal Plants in a Coastal Reclaimed Land 1. Rhizome Architecture, Patch Formation and Growth of *Calamagrostis epigeios* Plants. Korean J. Ecol. 14(3): 327-343 (in Korean).
- Cho, K.H. and J.H. Kim. 1994. Comparison of Shoot Growth in the Populations of *Zizania latifolia* along Water Depth. Korean J. Ecol. 17: 59-67 (in Korean).
- Kawano, S., A. Hiratsuka and K. Hayashi. 1982. Life history characteristics and survivorship of *Erythronium japonicum*. Okios. 38: 129-149.
- Reekie, E.G. and F.A. Bazzaz. 1987. Reproductive effort in plants. 3. Effect of reproduction on vegetative activity. Am. Nat. 129: 907-919.
- Reznick, D. 1985. Costs of reproduction: an evaluation of the empirical evidence. Oikos. 44: 257-267
- Šesták, Z., J. Catsky and P.G. Jarvis. 1971. Plant photosynthetic production manual of methods. Dr W. Junk N.V., Publisher, The Hague.
- Silvertown, J.W. 1982. Introduction to population ecology. Longman, New York.
- Stephenson, A.G. 1981. Flower and fruit abortion: proximate cause and ultimate functions. Ann. Rev. Ecol. Syst. 12: 253-279.
- Schmid, B. and F.A. Bazzaz. 1990. Plasticity in plant size and architecture in rhizome-derived vs. seed-derived *Solidago* and *Aster*. Ecology. 71: 523-535.
- Schmid, B. and J. Weiner. 1993. Plastic relationships between reproductive and vegetative mass in *Solidago altissima*. Evolution. 41: 61-74.
- Schmid, B., F.A. Bazzaz and J. Weiver. 1995. Size dependency of sexual reproduction and of clonal growth in two perennial plants. Can. J. Bot. 73: 1831-1837.
- Chung, Y.S. 1996. Clonal strategy and integration of a rhizomatous perennial, *Convallaria keiskei*. I. Ramet growth and clonal structure. Korean J. Ecol. 19(6): 507-517.
- Chung, Y.S. and J.H. Kim. 1989. Clonal Growth and Shoot Modules Dynamics of *Phragmites longivalvis* in a Reclaimed Land. Korean J. Ecol. 12: 171-182 (in Korean).
- Chung, Y.S. 1991. Growth Characteristics and Demography of *Polygonatum involucratum* and *Polygonatum humile* Ramet Population. Korean J. Ecol. 14(3): 305-316 (in Korean).
- 기상청. 2001. 기상연보 2000. 동진문화사. 서울
- 김연주. 2000. 자연군락 내 동굴레의 생장에 대하여. 석사학위논문. 단국대학교.
- 유진숙. 1996. 넓은잎천남성의 개체크기와 성. 석사학위논문. 단국대학교.
- 진국정. 1991. 김의털의 생육습성과 환경 조건에 따른 개체군의 동태. 석사학위논문. 서울대학교.
- 정지영. 2002. 안산습지에서 애기부들(*Typha angustifolia* L.) 개체군의 구조와 동태. 석사학위논문. 서울대학교.
- 이용진. 2000. 천일사초 군락의 생장형태. 석사학위논문. 단국대학교.
- 이우철. 1996. 원색한국기준식물도감. 아카데미서적.
- 이창복. 1999. 대한식물도감. 향문사.
- 정연숙. 1989. 수 종 군반 형성 식물의 영양생장과 모듈의 동태. 박사학위논문. 서울대학교. 박병화. 화훼원에충론. 향문사. 1983.
- 김준석. 화훼학총론. 일조각. 1977.

(접수일 2007. 4. 24; 수락일 2007. 6. 28)