

한반도 특산식물 개느삼의 개체군 특성^{1a}

김소담² · 문애라² · 안종빈³ · 정지영⁴ · 박완근⁵ · 손성원^{6*}

Population Characteristics of *Echinosophora koreensis* (Nakai) Nakai, a Endemic Plants in Korea^{1a}

Sodam Kim², Ae-Ra Moon², Jong-Bin An³, Ji-Young Jung⁴, Wan-Geun Park⁵, Sungwon Son^{6*}

요약

개느삼은 한반도의 일부 지역에 제한적으로 분포하는 특산식물이며, IUCN Red List의 'Endangered'로 지정된 희귀식물이다. 본 연구는 자생지의 환경변화로 쇠퇴 위협이 있는 개느삼의 분포 패턴과 개체군 구조를 조사 분석하여 향후 개느삼 개체군의 동태 및 지속성 파악을 위한 기초 자료 활용에 목적이 있다. 개느삼 개체군의 특성을 파악하기 위해 양구, 춘천, 홍천 3개 지역에 각각 2~3개의 대방형구(20m×30m)를 능선을 기준으로 설정하고, 대방형구 안에 4~7개 Transect상의 소방형구(1m×1m)를 2m 간격으로 각각 10개씩 총 530개를 설정하여 출현 개체 수 및 결실 개체 수, 개체 높이 등을 측정하였다. 확보된 종발생정보를 IUCN Red List ver 3.1의 평가기준 B를 적용하여 기존 IUCN에 평가된 범주와 비교분석하였다. 조사된 세 개 지역의 평균 개체 밀도는 3.47본/m²로 나타났으며, 지역별로 양구 3.95본/m², 춘천 3.37본/m², 홍천 2.87본/m²이었다. 한편, 개체군의 결실률(결실 수/개체 수)은 0.0038으로 전체 출현 개체 1,837본 중에 7본만이 결실된 것으로 나타나 생식생장(sexual reproductive) 보다는 영양생장(vegetative reproduction) 비율이 매우 높을 것으로 추정된다. 조사된 세 지역의 소방형구 개체 밀도의 분포 경향을 분석한 결과, 개느삼은 수관 열림이 높은 산지 능선을 중심으로 수관 열림이 낮은 숲 중심부로 갈수록 개체 밀도가 감소하는 경향을 보여줌으로써, 광량이 개느삼 개체의 생육에 매우 중요한 요소일 것으로 추정된다. 한편, 방형구내 출현하는 전체 개체의 높이를 분석한 결과 2.3~68.5cm로 나타났으며, 평균 20.1cm로 조사되었다. 개체 높이를 바탕으로 개느삼 개체군의 stage-structure를 분석한 결과 15~20cm를 기점으로 개체 높이가 높아질수록 점차 출현빈도가 감소하는 경향을 보여주었으며, seedling으로 추정되는 10cm 이하의 개체들의 비율도 매우 낮게 나타남으로써 향후 모니터링 자료를 바탕으로 개체군의 지속성에 대한 분석이 필요할 것으로 보인다. 한편, 확보한 종발생정보를 바탕으로 산출된 점유면적은 200km²로 나타나 IUCN Red List 기준(criteria) B 적용 시 EN 범주를 충족하는 것으로 나타났다.

주요어: 횡단선형조사법, 개체군분포, 연령구조, 분포범위, 점유면적

1 접수 2019년 6월 13일, 수정 (1차: 2019년 10월 29일, 2차: 2020년 1월 7일), 게재확정 2020년 1월 9일

Received 13 June 2019; Revised (1st: 29 October 2019, 2nd: 7 January 2020); Accepted 9 January 2020

2 국립수목원 식물자원연구과 박사후연구원 Division of Plant Resources, Korea National Arboretum, Yangpyeong 12519, Korea

3 국립수목원 DMZ자생식물연구과 박사후연구원 DMZ Botanic Garden, Korea National Arboretum, Yanggu 24564, Korea

4 국립수목원 DMZ자생식물연구과 임업연구사 DMZ Botanic Garden, Korea National Arboretum, Yanggu 24564, Korea

5 강원대학교 산림과학부 산림자원학전공 교수 Division of Forest Science, Kangwon National University, Chuncheon, 24341, Korea

6 국립수목원 식물자원연구과 임업연구사 Division of Plant Resources, Korea National Arboretum, Yangpyeong 12519, Korea

a 이 논문은 산림청 국립수목원에서 지원하는 연구비(KNA 1-2-37, 20-4)에 의하여 연구되었음.

* 교신저자 Corresponding author: Tel: +82-31-540-2349, Fax: +82-31-771-2739, E-mail: ssw80@korea.kr

ABSTRACT

Echinosophora koreensis (Nakai) Nakai an endemic plant with limited distribution in some parts of the Korean Peninsula, is designated as "Endangered" species on the IUCN Red List. The species is under the threat of deterioration in nature due to various environmental changes causing loss of natural habitats. We investigated the distribution pattern and population structure of *E. koreensis* to serve as a basic reference for identifying the dynamics and persistence of natural populations of this species in the future. To determine the characteristics of the *E. koreensis* population, we laid two to three large plots sized 20m×30m on the ridgeline as the reference in Yanggu, Chuncheon, and Hongcheon and laid four to seven small quadrats sized 1m×1m on the transect. A total of 530 plots were laid, 10 each at 2m interval, to measure the number of the stems, the number of fruiting, height, and other factors. The collected distribution information was compared with the existing IUCN assessed categories by applying IUCN Red List ver 3.1 Criteria B. The average population density of the three surveyed areas was 3.47 stem/m²; the density of each area was 3.95 stems/m² in Yanggu, 3.37 stems/m² in Chuncheon, and 2.87 stems/m² in Hongcheon. The number of fruiting per stem was 0.0038, indicating only 7 fruits out of 1,837 stems and that vegetative reproduction is likely to be more dominant than sexual reproduction. The distribution tendency of population density in the small plots in three surveyed areas showed that the density of *E. koreensis* tended to decrease toward the center of the forest with low crown openness and around the mountain ridge with high crown openness. It indicated that the quantity of light could be a very important factor for the growth of individuals of this species. The analysis of the heights of individuals present in the surveyed plots showed a range of 2.3 ~ 68.5cm and an average of 20.1cm. An analysis on the stage-structure of the *E. koreensis* population based on the sieve height found that the appearance frequency decreased with increasing height above 15 ~ 20cm and that the percentage of individuals lower than 10cm, which were presumed to be seedlings, was severely low, indicating a necessity of study on the population sustainability based on the monitored data. The occupied area calculated with the collected species distribution information was 200km², indicating the EN category according to the IUCN Red List Reference B.

KEY WORDS: TRANSECT SAMPLING, POPULATION DISTRIBUTION, AGE STRUCTURE, EOO (Extent of occurrence), AOO (Area of occupancy)

서론

특산식물(Endemic plants)이란 어느 한정된 지역에서만 생육하는 식물을 말하며, 이때 한정된 지역이란 일반적으로 생물 분포대를 국가 단위로 적용하고 있어 광범위하지 않기 때문에 국가 경쟁력 제고를 위해 매우 중요한 의미를 갖는다(Anderson, 1994; Williams *et al.*, 2002; Siljak-Yakovlev and Peruzzi, 2012; Lee *et al.*, 2014; Chung *et al.*, 2017). 환경적인 변화와 인간 활동으로 인해 특정 미소서식지(microhabitat)에만 적응해서 살아가고 있으며, 현재 개체군 증식을 위한 환경조건이 규명되지 않아 심각한 멸종 위기에 처해 있는 종이 많다(Ahn, 2003; Roh and Moon, 2004). 한반도 특산식물은 세계적으로 한반도에만 분포하는 유일한 식물로 고유자연환경에 적응 진화

해온 우리나라의 귀중한 유전자원이다(Kim, 2004; Pi *et al.*, 2016). 따라서 우리나라의 생물주권에서 최우선적으로 고려되어야 할 대상임이 분명하며, 국가차원에서 보전생물학적 기초 자료로 안정적인 보전과 자원의 지속가능한 이용이라는 측면에서 필수적이다(Paik, 1999; Oh *et al.*, 2005; Kim *et al.*, 2009; Son *et al.*, 2012; Pi *et al.*, 2016; Chung *et al.*, 2017).

개느삼(*Echinosophora koreensis* (Nakai) Nakai)은 콩과 개느삼속으로 한반도의 일부 지역에 제한적으로 분포하는 특산 식물이며, IUCN Red List의 'Endangered'로 지정(Kim *et al.*, 2016)된 희귀식물이다. 1918년 함경남도 북청에서 정태현과 Ishidoya에 의해 최초로 채집되었으며, Nakai(1919)에 의해 고삼속의 한국특산종인 *Sophora koreensis*로 발표되었다가 1923년 Nakai가 지하경을 통한 번식, 꼬투리에 4개의 날개

등의 특징 등을 들어 한국 특산속 식물로 승격 발표하였다(National Institute of Environmental, 2005). 주로 산록이나 길가에 자라는 높이 1m의 낙엽관목으로 가지는 털이 있고 짙은 갈색인 특징을 가지며 잎은 호생하고 노란색 꽃은 5월에 개화하여 협과(莢果, legume)열매를 7~9월에 결실한다(Lee, 2010; Lee, 2014). 한반도의 중부 및 북부를 중심으로 자생하고 있으며, 북한의 평양 및 평안남도 신양, 맹산, 성천, 북창, 순천, 양덕, 함경남도 신흥, 북청, 함흥, 황해북도 사리원, 연산, 강원도 판교 등에 출현하는 것으로 보고 된 바 있다(Son, 2005; Joo *et al.*, 2016). 특히, 한국에서는 강원도 지역의 양구, 춘천, 인제, 홍천, 철원 등에 자생(Kim *et al.*, 2018)하는 것으로 확인되었다(Figure 1).

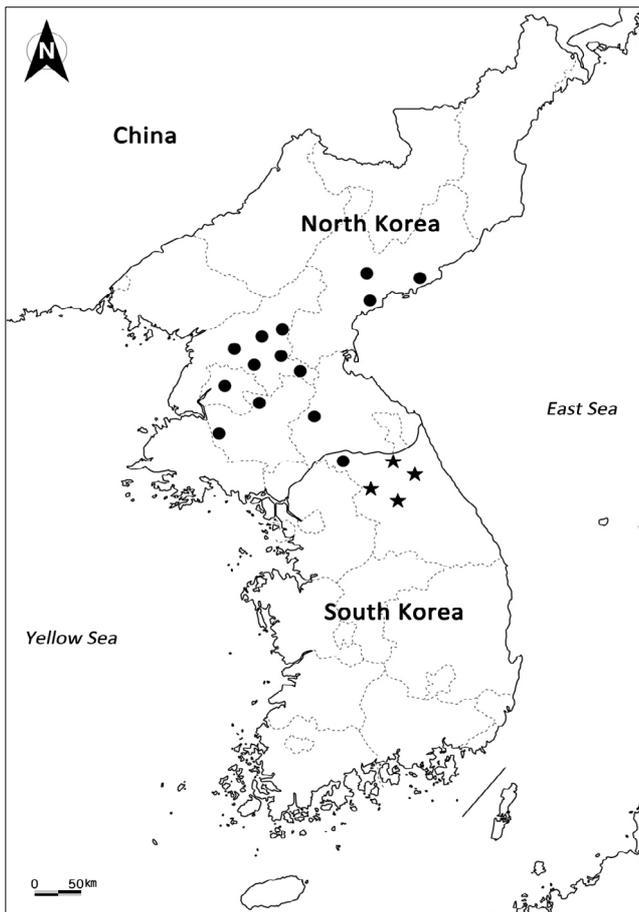


Figure 1. Distribution map of *E. koreensis* natural habitats (●: Literature DB, ★: Field survey).

개느삼에 관한 초기 연구는 Nakai(1919; 1920; 1923)에 의해 콩과에 속한 다른 종과의 형태적 특징조사가 선행되었으며, 화학적 연구(Ikuse, 1954; 1956; Jang, 1986; Jung and Lee, 1990)와 개느삼 성분에 관한연구(Murakoshi *et al.*,

1977; 1982a; 1982b; 1985; Kim and Kang, 1986; Kim and Lee, 1990; Kim *et al.*, 2002; Byun *et al.*, 2004; Choi *et al.*, 2009)가 보고되었다. 이후 개느삼 생리 생태에 대한 연구(Lee, 1992), 개느삼 생태·형태적 특성에 대한 연구(Choe, 2000), 개느삼 자생지의 생태적 특성에 대한 연구(Yoo *et al.*, 2005)와 한국 특산식물 개느삼의 자생지 조사 및 형태적 특성에 대한 연구(Shim *et al.*, 2006) 등이 발표되었다. 최근에는 개느삼 자생지 일대 식물상에 대한 연구(An *et al.*, 2014; Kim *et al.*, 2017) 등 다양한 연구들이 선행되었다. 개느삼의 생육에 영향을 미치는 위협요인으로 탐방객의 원예용 도취(盜取)와 군사 활동으로 인한 정기적인 예초작업 등의 인위적인 교란 등이 있으며, 이에 따른 귀화식물 및 도입식물의 유입이 개느삼의 생육 및 생태계에 위협을 줄 수 있을 것(Cheon *et al.*, 2009; Oh *et al.*, 2009)이라 보고된 바 있으나 자생지 쇠퇴 위협에 대비한 개느삼 개체군의 지속가능성과 관련된 이렇다 할 기초적인 연구결과는 제시되고 있지 않은 실정이다.

본 연구는 우리나라 자생지를 대상으로 하여 인위적 훼손 등으로 인한 환경변화로 쇠퇴 위협이 있는 개느삼의 분포 패턴과 개체군 구조 등을 조사 분석하여 향후 개느삼 개체군의 동태 및 지속성 파악을 위한 기초자료 활용을 목적으로 수행되었다.

연구방법

1. 연구대상지 개황

본 조사는 2018년 05월부터 07월까지 강원도 일부지역을 대상으로 수행하였으며, 개느삼의 분포에 대한 문헌·표본자료 및 연구자의 기존 정보에 의하여 양구, 춘천, 인제, 홍천 등에서 출현면적 조사를 능선을 중심으로 실시하였다. 희귀식물 개체군 모니터링방법(Nelson, 1985; Tienes *et al.*, 2010)을 참고하여 조사방법을 정하였다. 네 대의 GPS(Oregon300, Garmin)를 이용하여 조사지좌표, 개느삼 출현지점, 해발고 등을 기록하였다. 기록된 개느삼 출현지점을 기반으로 출현면적을 구하였으며, 양구는 조사거리 13km내에 7,000~27,000m², 춘천은 1.7km내에 450~1,000m², 홍천은 3.9km내에 2,000~3,000m² 면적으로 개느삼이 분포하는 것으로 확인되었다(Table 1, Figure 2). 조사지중 밀도가 비교적 높은 강원도 양구군 남면 죽리와 춘천시 동면 지내리, 홍천군 북방면 성동리를 대상으로 조사구를 선정하고, 개체군 특성조사를 위한 방형구를 설치하였다. 양구와 춘천 지역에는 각각 3개씩 20m×30m(600m²) 대방형구를 능선을 기준으로 설정하였으며, 홍천의 경우 2개의 대방형구를 사면에 설정하였다(Figure 3). 설정한 대방형구 내 4~7개 Transect상의 1m×1m(1m²) 소방형구를 2m 간격으로 각각 10개씩 양구 210개, 춘천 180개, 홍천 140개, 총 530개를 설치하

Table 1. Site description of the study *E. koreensis*

Site No.	Survey distance (km)	Location	Plot ID	Altitude (m)	Area of distribution (m ²)	GPS coordinate		No. of transect sample
						N	E	
1	13.0	Juk-ri, Nam-Myeon, Yanggu-gun, Gangwon-do	YG1	347~494	25,000	38°04'	128°02'	70
		Juk-ri, Nam-Myeon, Yanggu-gun, Gangwon-do	YG2	655~711	7,000	38°02'	127°59'	70
		Juk-ri, Nam-Myeon, Yanggu-gun, Gangwon-do	YG3	516~676	27,000	38°03'	127°59'	70
2	1.7	Jinae-ri, Dong-myeon, Chuncheon-si, Gangwon-do	CC1	215~223	450	37°54'	127°46'	70
		Jinae-ri, Dong-myeon, Chuncheon-si, Gangwon-do	CC2	215~230	980	37°54'	127°46'	70
		Jinae-ri, Dong-myeon, Chuncheon-si, Gangwon-do	CC3	195~205	1,000	37°54'	127°46'	40
3	3.9	Seongdong-ri, Bukbang-myeon, Hongcheon-gun, Gangwon-do	HC1	361~424	3,000	37°45'	127°50'	70
		Seongdong-ri, Bukbang-myeon, Hongcheon-gun, Gangwon-do	HC2	390~423	2,000	37°45'	127°50'	70

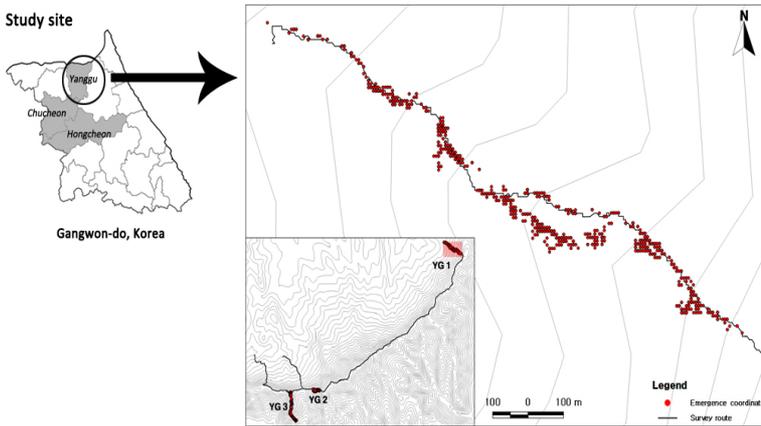


Figure 2. *E. koreensis* population distribution pattern of study site for instance in Yanggu(YG1).

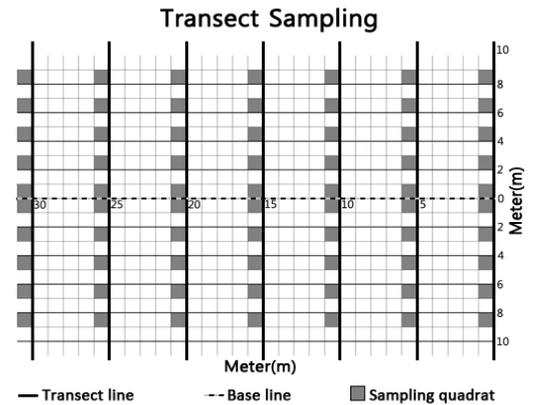


Figure 3. Design for a *E. koreensis* plot (20m×30m). The seven transect lines are 20m long and the sampling quadrat dimensions are 1m×1m.

였다. 지역별 조사구 해발고는 각각 양구 347~711m, 춘천 215~230m, 홍천 361~424m이었다.

2. 개체군 분포 및 연령구조 특성조사

개체군분포 특성을 조사하기 위하여 연구대상지에서 출현개체 수, 개체밀도, 출현거리, 출현개체크기, 결실개체 수, 결실률 등을 구하였다. 출현개체 수와 결실개체 수는 소방형구에 출현한 전수를 조사하였으며, 개체밀도는 전수 조사된 개체를 m²당 출현한 평균개체 값으로 나타냈다. 출현개체크기는 연구대상지 내 개느삼 전체 출현거리에 밀도를 곱한 값으로 산정하였으며, 결실률은 결실개체 수 대 출현개체 수의 비로 산정하였다. 개느삼 개체군의 연령구조를 분석하기 위해 소방형구 내 출현개체 전체의 개체 높이(cm)를 측정하였다. 개체높이 측정은 절척

(2m, STABILA)을 이용하여 0.1cm단위까지 측정하여 구하였다. 조사된 개체 높이는 개체 크기분포를 5cm단위로 구분한 후 지역별로 분석하여 개느삼 연령구조 특성을 파악하였다.

3. 보전지위평가 적용

확보된 개느삼의 종발생정보를 활용하여 지리적 분포범위를 분석 하였으며, 이를 바탕으로 세계자연보전연맹(International Union for Conservation of Nature, IUCN) 적색목록 ver 3.1의 평가기준 B를 적용하였다. 수집된 자료는 GeoCAT(Geospatial Conservation Assessment Tool)을 이용하여 분포범위(Extent of occurrence, EOO) 및 점유면적(Area of occupancy, AOO)을 산출하였으며, IUCN에 평가된 범주와 비교분석하였다.

결과 및 고찰

1. 개체군 분포특성

개느삼의 개체군 분포특성을 능선을 중심으로 조사 분석한 결과 530개 전체 소방형구 출현개체 수는 1,837본이었으며, 지역별 출현개체 수는 각각 양구 829본, 춘천 606본, 홍천 402본이었다(Table 2). 조사된 세 개 지역의 평균 개체 밀도는 3.47본/m²로 나타났으며, 지역별로 양구 3.95본/m², 춘천 3.37본/m², 홍천 2.87본/m²이었다. 개체군 출현거리 조사결과 양구 1,738.8m, 춘천 331.7m, 홍천 444.0m이었다. 밀도와 출현거리에 따른 개체 크기는 양구 6,868본, 춘천 1,118본, 홍천 1,274본으로 추정되었으며, 총 출현거리 2,514.5m내에 8,725본이 출현하는 것으로 추정되었다. 한편, 개체군의 결실률이 0.0038으로 전체 출현 개체 1,837본 중에 7본만이 결실된 것으로 나타났다. 식물에 있어서 에너지를 소모하는 생식생장이 종종 영양생장과 부의 상관을 보여 동일한 에너지원에 대한 생물학적 경쟁으로 나타나기도 한다는 보고(Koenig and Knops, 1998)를 고려할 때, 개느삼은 영양생식이 생식생장보다 경쟁에 우위에 있는 것으로 보이며, 영양생장 비율이 생식생장 비율보다 매우 높을 것으로 추정된다. 대조구적으로 사면에

설치한 홍천의 경우 일정 분포경향을 나타내지 않았으나, 전체 소방형구를 일괄하여 개체 밀도의 분포 경향을 분석한 결과 개느삼은 수관 열림이 높은 산지 능선을 중심으로 수관 열림이 낮은 숲 중심부로 갈수록 개체 밀도가 감소하는 경향을 나타냈다(Figure 4). 수관윽폐도와 그에 따른 임내에 들어오는 빛의 양이 각 개체군을 유지시키는데 중요한 요소라고 할 수 있으며, 서식지가 점차 줄어들고 있는 특산식물의 최적의 생태환경을 연구하는데 반드시 고려해야할 사항(Park *et al.*, 2011)으로 광량이 개느삼 개체의 생육에 매우 중요한 요소일 것으로 추정된다.

2. 개체군 연령구조 특성

소방형구 내 출현하는 전체 개체의 높이를 분석한 결과 양구 2.3~68.5cm, 춘천 2.3~66.6cm, 홍천 2.4~52.4cm로 나타났으며, 각 지역별 개체높이 평균은 양구 17.4cm, 춘천 23.1cm, 홍천 21.2cm로 조사되었다(Figure 5). 한편, 개체 높이를 바탕으로 개느삼 개체군의 stage-structure를 분석한 결과 15.0~20.0cm를 기점으로 개체 높이가 높아질수록 출현빈도가 점차 감소하는 경향을 보여주었으며, seedling으로 추정되는 10cm 이하의 개체들의 비율도 매우 낮게 나타났다.

Table 2. Population characteristic of *E. koreensis*

	No. of stem	Density (m ²)	Distance of Pop. emergence(m)	Estimated Pop. size	No. of fruiting	No. of fruiting / No. of stem ratio
Yanggu	829	3.95	1,738.8	6,868	4	0.0048
Chuncheon	606	3.37	331.7	1,118	2	0.0033
Hongcheon	402	2.87	444.0	1,274	1	0.0025
Total	1,837	3.47	2,514.5	8,725	7	0.0038

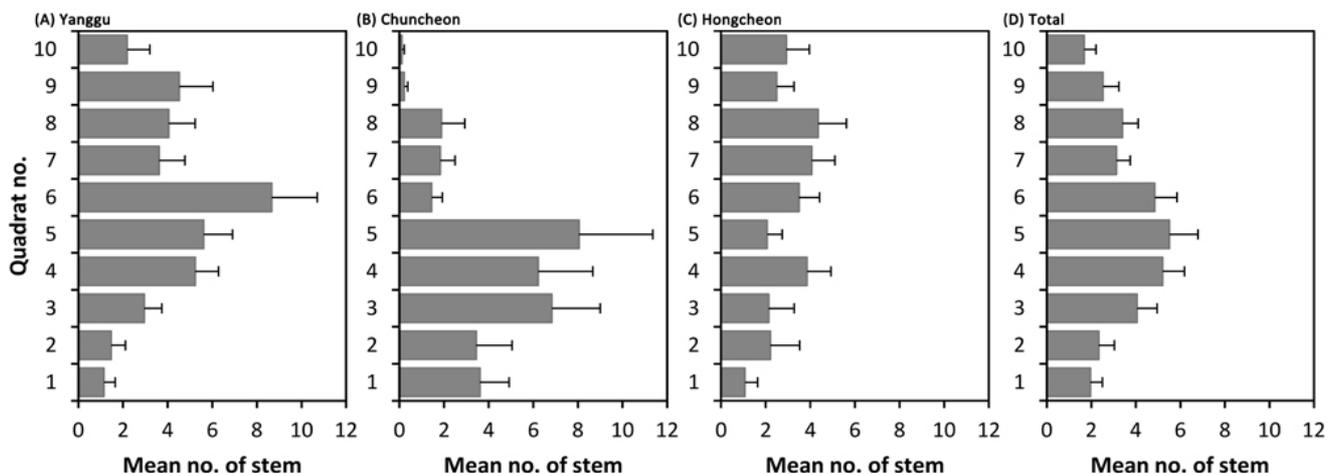


Figure 4. Population distribution of *E. koreensis* in natural habitats(Error bars are one standard error).

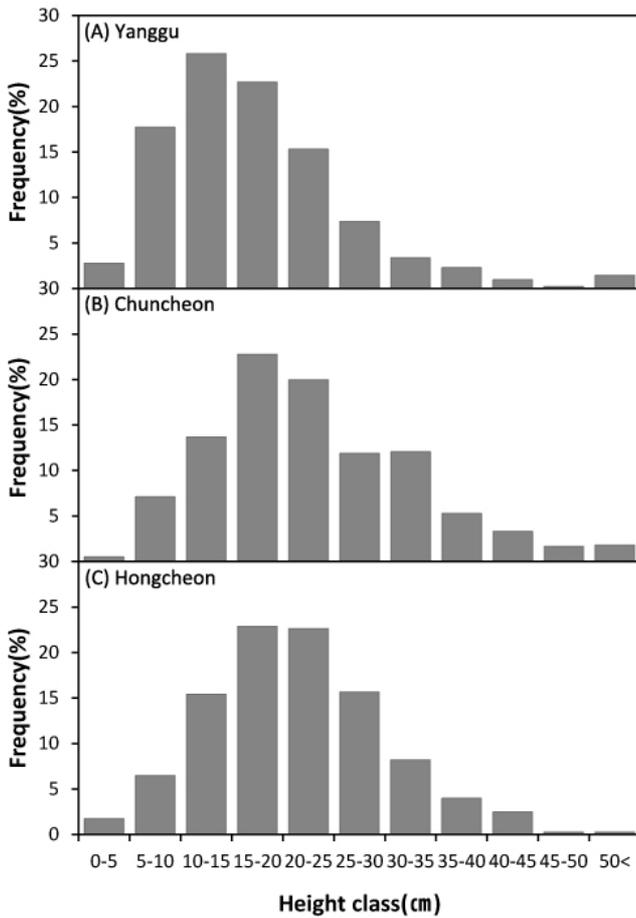


Figure 5. Frequency(%) distribution of the height classes in *E. koreensis* natural habitats.

전체 소방형구 내 분포하는 개체를 일괄하여 높이 변화를 분석한 결과 최저 개체높이는 2.3cm이었으며, 최대 개체높이는 68.5cm로 평균 20.1cm이었다(Figure 6). 약 30.0cm이하의 높이를 가진 개체들은 완만한 기울기를 보인 반면 35.0cm 이상의 개체군에서는 출현빈도가 낮아지고, 급격한 기울기 변화를 보였다. 한편, 50.0cm이상의 개체 수는 24본으로 전체 개체빈도의 1.3%에 불과해 자생지 환경변화가 높이 1m까지 성장하는 개느삼의 생육에도 영향을 끼친 것으로 추정되었다. 개체군의 존속과 성장 또는 쇠퇴과정에서 각 연령층의 기여도는 상이하고 따라서 개체군의 연령구성을 나타내는 연령분포는 개체군의 현재 상태와 미래 상태를 추정할 수 있는 중요한 지표가 된다(Ryu and Lee, 2002)라는 보고를 고려할 때, 개느삼은 유령개체군에서 장령개체군으로의 연속적인 연령분포를 보이지 못해 불안정적인 연령구조를 나타내고 있어 하위구조에서 상위구조로의 지속성에 어려움이 있을 것으로 추정된다. 따라서 향후 모니터링을 바탕으로 한 개느삼 개체군의 지속성에 대한 분석이 필요할 것으로 보인다.

3. 위협요인 및 보전지위평가 적용

개느삼의 영양생식에 의한 유전자 다양성 부족 및 과밀한 종간경쟁 등은 개느삼 특성상 분포 지속성에 영향을 미칠 수 있다. 개느삼은 주로 등산로 주변이나 숲 가장자리에 자생하고 있어 광환경변화에 따른 경쟁식생 발생으로 피압 위험을 받고 있으며, 등산객수의 증가로 등산로 확장에 따른 침식에 의한 서식지 건강성 감소가 초래될 것으로 전망된다. 또한, 군사시설 건설을 위한 옹벽 및 기반시설의 설치에 따른 간벌작업 등으로 오리새, 칩 등 교란식물의 유입으로 생육환경을 저해되고 있는

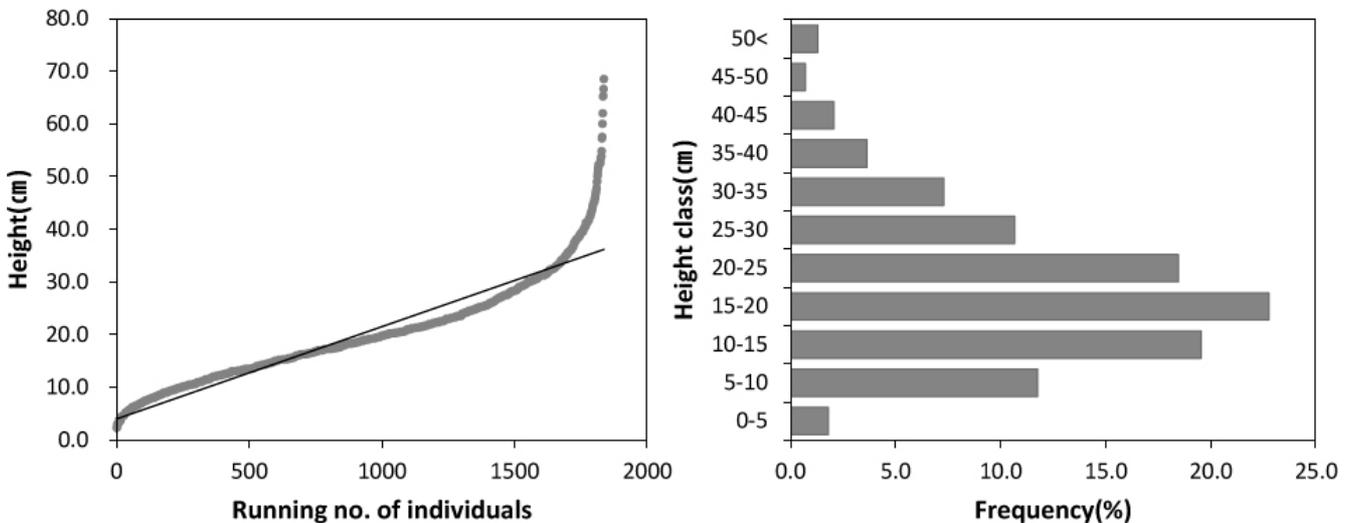


Figure 6. Frequency(%) distribution of the height classes and age structure of *E. koreensis* total population.

Table 3. Preliminary assessment of IUCN Red List categories

	No. of Location	EOO (km ²)	AOO (km ²)	Preliminary assessment
Plant specimen and Literature DB	50	59,012	180	EN
Field Survey	12	265	20	EN
Total	62	59,012	200	EN

실정이다. 따라서 꾸준한 현지 내·외보전이 필요한 종으로 양구의 개느삼 자생지는 천연기념물 제372호로 지정·보호(1992)되고 있으며, 최소 6개 지역의 700여 개체 이상이 국립수목원에서 종자 및 전시원에 현지 외 보전되고 있다.

개느삼은 출현범위 및 점유면적과 개체군 파편화, 서식지 면적, 범위 또는 서식지 질의 지속적인 감소를 근거로 IUCN Red List(ver 3.1)에 EN B1ab(iii)+2ab(iii)로 평가되어 있다(Kim *et al.*, 2016). 본 연구에서 확인한 종 발생 정보 기초로 계산된 점유면적(AOO)은 200km², 출현범위(EOO) 59,012km²로 나타남으로써, 점유면적은 IUCN Red List 의 EN범주의 임계치에 충족됨을 확인하였다(Table 3).

4. 종합고찰

이상의 연구결과를 종합하면 530개 전체 소방형구의 개느삼 출현개체 수는 1,837본, 평균 개체밀도는 3,47본/m²으로 총 출현거리 2,514.5m 내에 8,725본이 출현하는 것으로 조사되었으며, 전체 출현 개체 1,837본 중 단 7본만이 결실하여 결실률은 0.0038으로 영양생장 비율이 생식생장 비율보다 매우 높을 것으로 추정된다. 개느삼은 수광량이 높은 능선에서 숲 중심부를 갈수록 개체밀도가 감소하는 경향을 나타내 광량이 개느삼 개체의 생육에 중요한 요소인 것으로 추정된다. 전체 개느삼 개체를 일괄하여 높이 변화를 분석한 결과 최저 개체 높이가 2.3cm, 최대 개체높이가 68.5cm, 평균 20.1cm이었다. 개느삼은 유령개체로 추정되는 개체군에서 장령개체군으로의 연속적인 연령분포를 보이지 못하는 불안정적인 연령구조를 보여 하위구조에서 상위구조로의 지속성에 어려움이 있을 것으로 보여진다. 영양생식에 의한 유전다양성 부족과 과밀한 중간경쟁, 광환경변화에 따른 피압 등의 위협요인으로 양구군은 천연기념물로 지정·보호하고 있으며, 국립수목원에서는 종자 및 전시원에 현지 외 보전되고 있다. 종 발생정보를 기초로 하여 개느삼은 점유면적 200km², 출현범위 59,012km²로 점유면적이 IUCN Red List 의 EN범주 임계치에 충족됨을 확인했다.

희귀식물 개체군 연구를 위해서는 최소 3년간의 모니터링 데이터가 필요하며, 개체군 특성 파악을 위해서는 장기적으로 10년 이상 모니터링 기간이 연장되어야한다(Falk *et al.*, 1996; Elzinga *et al.*, 1998; Albrecht *et al.*, 2011; Maschinski and

Haskins, 2012). Cornell Botanic Gardens은 개체군 변화를 추적함으로써 개체군 특성과 변화 및 위협요인 등을 평가하여 관리 및 보존 전략 정보를 제공하기 위해 희귀식물보존의 일환으로 미국의 희귀식물인 미국금매화(*Trollius laxus*)의 모니터링을 2008년부터 진행하고 있으며, 모니터링 결과 등을 홈페이지를 통해 공개하고 있다. 한편, 국내에서는 국립수목원이 2009년부터 희귀·특산식물 보존 및 복원 인프라 구축 과제를 통하여 지역별 모니터링을 실시하여 보고서를 통해 연구결과를 발간하고 있으며, 국립공원연구원에서는 국립공원연구지를 통해서 오대산국립공원 특별보호구역 모니터링 보고 등을 발표(Chae *et al.*, 2017)한 바 있다.

본 연구결과는 1년차 연구결과물로 위에 언급된 기존 연구들과 같이 매년 지속적인 모니터링을 실시하여 향후 모니터링 결과를 바탕으로 PVA(Population viability analysis)분석(Brigham and Schwartz, 2003)등을 실시하여 개느삼 개체군의 지속성에 대한 분석이 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- Ahn, Y.H.(2003) Distribution of Native Hibiscus hamabo and Ecological Characteristics of Naturally Inhabited Areas in Jeju Island. Korean Journal of Horticultural Science & Technology 21(4): 440-446. (in Korean with English abstract)
- Albrecht, M.A., E.O. Guerrant Jr., K. Kennedy and J. Maschinski (2011) A long-term view of rare plant reintroduction. Biological Conservation 144: 2557-2558.
- An, J.B., H.T. Shin, J.W. Yoon, S.J. Kim, T.I. Heo and Y.H. Kwon(2014) Vascular plants of are and endemic plants *Echinosophora koreensis* Nakai Habitats Area(Wolmyeong-ri, Yanggu-gun). The 8th International Symposium and proceedings of the 2014 Autumn of the Korean Journal of Plant Resources, Jecheon, 63pp. (in Korean)
- Anderson, S.(1994) Area and endemism. The Quarterly Review of Biology 69: 451-471.
- Brigham, C.A and M.W. Schwartz(2003). Population viability in plants: Conservation, management, and modeling of rare plants. Springer, Berlin, 362pp.

- Byun, J.H., J.S. Kim, S.S. Kang, K.H. Son, H.W. Chang, H.P. Kim and K.H. Bae(2004) Triterpenoid Saponins from the Roots of *Sophora koreensis*. Chem. Pharm. Bull 52(7): 870-873. (in English)
- Chae, H.H., H.W. Ji, J.H. Min and Y.C. Kim(2017) Report on the monitoring of special protection zone in Odaesan National Park - *Iris odaesanensis* Y. N. Lee, *Paeonia obovata* Maxim-. Journal of National Park Research 8(1): 8-23. (in Korean with English abstract)
- Cheon, K.S., S.K. Jang, W.T. Lee and K.O. Yoo(2009). The natural habitat and distribution of *Echinosophora koreensis*(Nakai) Nakai in Korea. Korean Journal of Plant Taxonomy 39(4): 254-263. (in Korean with English abstract)
- Choe, M.S.(2000) *Echinosophora koreensis* Nakai. Landscaping Tree 56(5): 17-18. (in Korean)
- Choi, E.J., H.C. Kwon, Y.C. Sohn, C.W. Nam, H.B. Park, C.Y. Kim and H.O. Yang(2009) Four flavonoids from *Echinosophora koreensis* and their effects on alcohol metabolizing enzymes. Arch Pharm. Res. 32(6): 851-855. (in English)
- Chung, G.Y., K.S. Chang, J.M. Chung, H.J. Choi, W.K. Paik and J.O. Hyun(2017) A checklist of endemic plants on the Korean Peninsula. Korean Journal of Plant Taxon 47(3): 264-288. (in Korean with English abstract)
- Chung, Y.J. and S.T. Lee(1990) A palynotaxonomic study of the *Sophora* group (Sophoreae , Papilionoideae , Leguminosae). Korean Journal of Plant Taxonomy 20(4): 257-282. (in Korean with English abstract)
- Elzinga, C.L., D.W. Salzer and D.W. Willoughby(1998) Measuring and Monitoring Plant Populations. Bureau of Land Management, Denver, 496pp.
- Falk D.A., C.I. Millar and M. Olwell(1996) Restoring Diversity: Strategies for Reintroduction of Endangered Plants. Island Press, Washington, DC., 528pp.
- Ikuse, M.(1954) Pollen grains of Leguminosae obtained in Japan, especially of their unusual forms. J. Jap. Bot. 29: 1-10.
- Ikuse, M.(1956) Pollen Grains of Japan. Hirokawa Publishing Co., Tokyo, pp. 91-96.
- Jang, N.K.(1986) Illustrated of Flora & Fauna of Korea: Pollens. Ministry of Education, Seoul, 899pp. (in Korean)
- Joo, I.Y., S.C. Choi, C.G. Gang, H.S. Park, Y.G. Ri, M.H. Shin, M.S. Cho and S.J. Chang(2016) Rare Plants of DPR Korea. Gwahakbaekgwasaajeonchulpansa, Pyongyang, 159pp. (in Korean)
- Kim, C.M. and K.B. Lee(1990) A study on chemical constituents and biological activity of *Echinosophora koreensis* Nakai. Korean Journal of Pharmacognosy 21(2): 137-141. (in Korean with English abstract)
- Kim, C.M. and S.S. Kang(1986) Studies on the constituents of the stems of *Echinosophora koreensis*. Yakhak Hoeji 30(3): 139-142. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.S., J.H. Byun, S.S. Kang, K.H. Son, H.P. Kim and H.W. Chang(2002) Isolation of flavonoids and a Saponin from *Echinosophora koreensis*. Korean Journal of Pharmacognosy 33(2): 137-141. (in Korean with English abstract)
- Kim, K.O., S.H. Hong, Y.H. Lee, C.S. Na, B.H. Kang and Y.W. Son(2009) Taxonomic status of endemic plants in Korea. Journal of Ecology and Field Biology 32(4): 277-293. (in English)
- Kim, M.Y.(2004) Korean Endemic Plants. Solgwahak, Seoul, 408pp. (in Korean)
- Kim, S.D., J.B. An, J.Y. Jung, A.R. Moon, O.G. Son, G.U. Seo, C.H. Lee and S.W. Son(2018) Population characteristics of *Echinosophora koreensis* (Nakai) Nakai, a endemic plants in Korea and IUCN red list. Proceedings of the 2018 Summer Meeting of the Korean Society of Forest Science, Seoul, pp. 82-83. (in Korean with English abstract)
- Kim, S.J., H.T. Shin, J.B. An, J.W. Yoon, J.W. Lee, S.Y. Jung and T.I. Heo(2017) Flora of Mt. Samyeong (Yanggu-gun, Gangwon-do) in DMZ area of Korea. Korean Journal of Plant Resources 30(2): 191-212. (in Korean with English abstract)
- Kim, Y.S., H. Kim and S.W. Son(2016) *Sophora koreensis*, Korean Necklace-pod. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T13188557A13189529. Available from <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T13188557A13189529.en> (in English)
- Koenig, W.D. and J.M.H. Knops(1998) Scale of mast-seeding and tree-ring growth. Nature 396: 225-226.
- Lee, C.B.(2014) Coloured Flora of Korea. Hyangmunsa, Seoul, 1,828pp. (in Korean)
- Lee, K.E.(1992) Studies on ecophysiological characteristics of *Echinosophora koreensis*. Horticulture, Environment, and Biotechnology 33(5): 401-412. (in Korean with English summary)
- Lee, S.G., G.J. Lee, H.Y. Kim and J.J. Ku(2014) Characteristics of seed germination and potted seedlings growth of endemic species, *Sambucus sieboldiana* var. *pendula* and *Sambucus sieboldiana* for. *Xanthocarpa*. Journal of Korean Forest Society. 103(3): 359-367. (in Korean with English abstract)
- Lee, Y.N.(2010) New Flora of Korea. Kyuhaksa, Seoul, 1,864pp. (in Korean)
- Maschinski, J. and K.E. Haskins(2012) Plant Reintroduction in a Changing Climate: Promises and Perils. Island Press, Washington, DC., 432pp.
- Murakoshi, I., E. Kidoguchi, M. Kubota, S. Haginiwa and H. Otomasu(1982) Lupin alkaloids from *Echinosophora koreensis*. Phytochemistry 21: 2385-2388.
- Murakoshi, I., K. Fukuchi, J. Haginiwa, S. Ohmiya and H. Otomasu(1977) N-(3-Oxobutyl) cytosine: A new lupin alkaloid

- from *Echinosophora koreensis*. *Phytochemistry* 16: 1460-1461.
- Murakoshi, I., M. Watanabe, J. Haginiwa, S. Ohmiya and H. Otomasu(1982) {-}-N-Ethylcytisine, a lupin alkaloid from the flowers of *Echinosophora koreensis*. *Phytochemistry* 21: 1470-1471.
- Murakoshi, I., M. Watanabe, T. Okuda, E. Kidoguchi, J. Haginiwa, S. Ohmiya and H. Otomasu(1985) Lupin alkaloids from flowers of *Echinosophora koreensis*. *Phytochemistry* 24: 2707-2708.
- Nakai, T.(1919) Notulae ad plants Japonicae et Coreae XIX (No.385). *Bot. Mag. Tokyo* 33: 8-9.
- Nakai, T.(1920) Naturae ad plants Japonicae et CoreaeXXII (No.501). *Bot. Mag. Tokyo* 34: 44.
- Nakai, T.(1923) Genera nova Rhamnacearum et Leguminosarum ex Asia Orientali. *Bot. Mag. Tokyo* 37: 29-34.
- National Institute of Environmental(2005) The Conservation Strategy for the Endangered and Reserved Plants based on the Ecological and Genetic Characteristics (V). Incheon, 102pp. (in Korean)
- Nelson, J.R.(1985) Rare plant surveys: Techniques for impact assessment. *Natural Areas Journal* 5(3): 18-30.
- Oh, B.U., D.G. Jo, K.S. Kim and C.G. Jang(2005) Endemic Vascular Plants in Korean Peninsula (1st step result). Korea National Arboretum, Pocheon, 205 pp. (in Korean)
- Oh, B.U., J.W. Han, S.K. Yang, E.S. Jang, C.G. Jang, Y.Y. Kim, S.J. Ji and S.H. Kang(2009) Flora and vegetation in a habitat of *Echinosophora koreensis* (Nakai) Nakai (Leguminosae), a Korean endemic plant in Yanggu-gun (Kangwon), Korea: Focused on Jukgok-ri and Hwanggang-ri. *The Korea Society For Environmental Restoration And Revegetation Technology* 12(2): 19-28. (in Korean with English abstract)
- Paik, W.K.(1999) The status of endemic plants in Korea and our tasks in the 21st century. *Korean Journal of Plant Taxonomy*. 29(3): 263-274. (in Korean with English abstract)
- Park, Y.M., M.J. Kim and S.I. Hwang(2011) The ecological characteristics of a Korean endemic plant, *Vicia chosenensis* habitat. *Korean Journal of Environment and Ecology* 25(4): 490-497. (in Korean with English abstract)
- Pi, J.H., J.G. Park, J.Y. Jung, J.S. Park, H.H. Yang, G.U. Suh, C.H. Lee and S.W. Son(2016) Vegetation structure and flora of *Iris koreana* Nakai, endemic species in Korea. *Journal of Agriculture & Life Science* 50(6): 55-67. (in Korean with English abstract)
- Roh, I. and H.S. Moon(2004) Analysis of site characteristics and vegetation structure of *Corylopsis coreana* communities. *J. Agric. Life Sci.* 38(2): 41-51.
- Ryu, M.I. and J.H. Lee(2002) Population Ecology. SNUPRESS, Seoul, 298pp. (in Korean)
- Shim, K.K., Y.M. Ha, C.J. Son, D.S. Han and S.A Lee(2006) A study on development of materials for native landscape tree: Native area survey and characteristic of Korean endemic plant, *Echinosophora koreensis* Nakai. *Journal of Korean Institute of Traditional Landscape Architecture* 24(1): 32-42. (in Korean with English abstract)
- Siljak-Yakovlev, S. and L. Peruzzi(2012) Cytogenetic characterization of endemics: Past and future. *Plant Biosystems* 146(3): 694-702.
- Son, K.N.(2005) Red Data Book of DPR Korea (Plant). MAB National Committee of DPR Korea, Pyongyang, 177pp.
- Son, S.W., J.M. Chung, J.K. Shin, B.C. Lee, K.W. Park and S.J. Park(2012) Distribution, vegetation characteristics and assessment of the conservation status of a rare and endemic plant, *Coreanomecon hylomeconoides* Nakai. *Korean Journal of Plant Taxon* 42(2): 116-125. (in Korean with English abstract)
- Tienes. M., K. Skogen, P.Vitt and K. Havens(2010). Optimal Monitoring of Rare Plants Populations. USDA, Forest Service, 57pp.
- Williams, P.H., D. Lees, M. Arahjo, C.J. Humphries, R.I. Vane-Wright and I.J. Kitching(2002) Biodiversity and worldmap. Retrieved Aug. 7, 2018, available from <http://www1.biologie.uni-hamburg.de/b-online/library/biodiversity/index.html>. Natural History Museum.
- Yoo, D.L., C.W. Nam, K.D. Kim and K.O. Yoo(2005) Ecophysiological characteristics of natural habitat of *Echinosophora koreensis*. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23(Suppl. D): 141pp. (in Korean)