

## 금강초롱꽃 자생지의 환경특성과 식생

장수길<sup>1</sup> · 천경식<sup>1</sup> · 정지희<sup>2</sup> · 김진수<sup>2</sup> · 유기억<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 생명과학과, <sup>2</sup>고려대학교 생명공학과

### Environmental Characteristics and Vegetation of *Hanabusaya asiatica* Habitats

Su-Kil Jang<sup>1</sup>, Kyeong-Sik Cheon<sup>1</sup>, Ji-Hee Jeong<sup>2</sup>, Zin-Suh Kim<sup>2</sup>, and Ki-Oug Yoo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Biological Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

<sup>2</sup>Department of Biotechnology, Korea University, Seoul 139-701, Korea

**Abstract.** This study intended to investigate the environmental factors including soil and vegetation in order to better understand the environmental and ecological characteristics of ten different habitats of *Hanabusaya asiatica*. These habitats, according to investigations, are mostly located on the slopes of mountains facing north at an altitude of 580 m to 1,396 m above sea level with angles of inclination ranging from 5 degrees to 80 degrees. A total of 146 vascular plant taxa are identified in 32 quadrates of the ten habitats. The importance value of *H. asiatica* is 8.87%, and 5 highly ranked species such as *Carex siderosticta* (8.67%), *Ainsliaea acerifolia* var. *subapoda* (7.10%), *Calamagrostis arundinacea* (6.79%), *Athyrium yokoscense* (5.33%), *Astilbe rubra* (3.11%) are considered to be an affinity with *H. asiatica* in their habitats. Dominant species of woody plants in ten habitats are represented as *Quercus mongolica* in tree layer (T1), *Acer pseudo-sieboldianum* in subtree layer (T2), *Rhododendron schlippenbachii* and *Tripterygium regelii* in shrub layer (S). The degree of their average species diversity is 1.30, and that of dominance and evenness are 0.08 and 0.88, respectively. The type of soil is sandy loam, loam and loamy sand, and the average field capacity of soil is 23.95%. Their average organic matter is 12.28%, soil pH 5.79, and available phosphorus is 25.48%. Correlation coefficients analysis based on environmental factors, vegetation and soil analysis shows that the coverage of tree layers is correlated with richness, diversity, dominance, evenness and coverage of *H. asiatica*.

**Additional key words:** affinity, coverage, dominant species, importance value

## 서 언

지구상에 분포하는 생물군집은 인류활동에 의해 황폐화됨에 따라 수십 년 이내에 수천 종 또는 수많은 개체군들이 사라질 것으로 예상하고 있으며, 이러한 생물다양성의 감소는 자연환경에 의존하여 살아가는 인간들에게 직·간접적인 영향을 미칠 수 있다(Kim 등, 2006). 이에 따라 생물군집들과 생태계 기능을 보호·복원하고자 생물다양성을 연구하고 인간의 간섭에 대해 조사하는 보전생물학이 발달하고 있으며, 국내에서도 희귀식물의 보전을 위한 자생지 환경과 식생에 대한 연구가 수행된 바 있다(Goo 등, 2004; Jeong, 1999; Kim 등, 1996a; Kim과 Lee, 1998). 최근에는 보전과 더불어

이를 이용한 고부가가치 창출을 위해 관상식물로의 개발과 증식(Goo 등, 2004; Koh와 Lim, 2006) 및 화훼산업으로 이용하기 위한 연구(Ko 등, 2003)가 지속적으로 이루어지고 있다.

우리나라의 자생식물은 약 4,071분류군(Lee, 1996b)이 분포하는 것으로 알려져 있으며, 이 중 개느삼속(genus *Echinosophora*), 금강인가목속(genus *Pentactina*), 금강초롱꽃속(genus *Hanabusaya*), 두잎감자난초속(genus *Diplolabellum*), 모데미풀속(genus *Megaleranthis*), 매미꽃속(genus *Coreanomecon*), 미선나무속(genus *Abeliophyllum*), 제주고사리삼속(genus *Mankyua*) 등 8분류군은 우리나라 특산속 식물(Korea National Arboretum, 2007)로서 보존가치가 매우 높다. 특히 금강초

\*Corresponding author: yooko@kangwon.ac.kr

※ Received 17 November 2009; Accepted 28 February 2010. 본 연구는 산림청의 2008년도 산림과학특정연구과제(과제번호: S110808L0601604C)에 의해 수행되었음.

롱꽃은 꽃이 크고 화려하여 원예화를 위한 생육 및 개화생리(Cho 등, 2001; Yoo 등, 2000, 2003)를 비롯하여 종자 생리활성을 규명하기 위한 연구(Kim 등, 1996a)가 수행된 바 있다. 하지만 특정 식물이 생육하는데 요구되는 재배조건을 파악하기 위해서는 실험적 접근과 동시에 대상 식물의 자생지 환경조건에 대한 이해가 선행되어야 함에도(Ahn과 Choi, 2002) 불구하고, 금강초롱꽃 자생지의 생태적인 특성에 대한 연구로는 설악산, 점봉산, 오대산, 축대봉 등 4개 지역을 중심으로 식생조사와 토양분석을 실시한 것(Kim 등, 1996a) 이외에는 전무한 실정이어서 자생지 전체를 대상으로 한 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 금강초롱꽃 자생지의 환경 및 토양 특성과 식생을 조사하고 각 요인들 간의 연관성을 파악하여 원예화를 비롯한 자생지 보전 및 복원에 관한 연구 수행의 기초 자료를 제공하고자 한다.

### 재료 및 방법

자생지 환경요인과 식생조사를 위해 국망봉(5개), 명지산(5개), 유명산(1개), 용문산(4개), 백석산(1개), 대암산(2개), 일산(2개), 설악산(3개), 점봉산(5개)과 오대산(4개) 등 총 10개 지역에 5×5m의 방형구 32개를 설치하고 개화기와 결실기를 중심으로 조사하였다(Fig. 1).

지리적 특성은 방위(Starter 1-2-3, Silva), 경사(PM-5/360PC, Suunto), 고도(GPS V, Garmin) 등을 각 방형구 마다 기록하여, 전체 평균값과 자생지 별 평균값을 산출하여 비교·분석하였다.

식생조사는 방형구 내에 출현하는 전 종류를 대상으로 식물의 지상부가 지표를 피복하는 정도를 의미하는 피도와 각 방형구에서의 출현 정도를 나타내는 빈도를 조사한 후 상대 피도(relative coverage, RC)와 상대빈도(relative frequency, RF)를 구하고 이를 바탕으로 전체 식생에 대한 각 종의 상대적 기여도인 중요치(importance value, IV)를 산출하여

(Bray와 Curtis, 1957) 우점종을 결정하였다(Table 1). 또한, 자생지 식생의 상대적인 양적 지수를 비교하기 위해 초본층의 종풍부도(Barbour 등, 1987)와 중요치에 기초한 종다양도(Shannon과 Weaver, 1963)와 우점도(Simpson, 1949) 및 종균등도(Pielou, 1975)를 산출하였다. 식물의 동정은 Lee (1996a, b), Lee(2003)와 Lee 등(2006), Park(1995, 2001)의 도감을 사용하였다. 또한, 조사된 식물 중에서 특산식물(Oh 등, 2005)과 귀화식물(Kim과 Lee, 2006) 종류도 파악하였다.

토양 시료는 방형구내에서 A0층을 걷어내고 표층으로부터 10cm 내외의 깊이에서 토양을 채취하여 사용하였으며, 물리·화학적 특성에 대한 자료를 확보하기 위하여 토성(Kalra와 Maynard, 1991), 포장용수량, 유효인산함량(Buurman

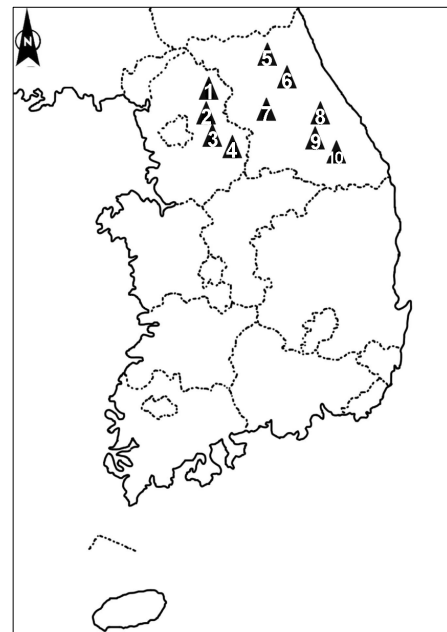


Fig. 1. Map of investigated areas. 1, Gukmangbong; 2, Mt. Myeoungji; 3, Mt. Yumyeong; 4, Mt. Yongmun; 5, Mt. Baekseok; 6, Mt. Daeam; 7, Mt. Ilsan; 8, Mt. Seorak; 9, Mt. Jeombong; 10, Mt. Odae.

Table 1. Geographical characteristics of *Hanabusaya asiatica* habitats.

	Range of altitude (m)	Average of altitude (m)	Range of slope (°)	Average of slope (°)	Direction
Gukmangbong	580-1148	981.4	7-80	30.6	N, NE, W
Mt. Myeoungji	1078-1192	1135.2	5-25	15.0	N, NW
Mt. Yumyeong	1060	1060.0	15	15.0	NW
Mt. Yongmun	920-961	936.0	5-31	16.5	N, NW
Mt. Baekseok	994	994.0	45	45.0	N
Mt. Daeam	1080-1125	1102.5	5-10	7.5	NE
Mt. Ilsan	1037-1273	1140.7	30	30.0	N
Mt. Seorak	849-857	853.0	6-20	14.3	N, W
Mt. Jeombong	734-903	784.4	1-25	6.8	N, NE
Mt. Odae	1248-1396	1304.0	7-12	9.8	N, W

등, 1996), pH 및 유기물함량을 측정하였다. 포장용수량은 지름(Ø) 2.5cm 크기의 원통관 밑을 천으로 막고 물을 부어 충분히 적신 다음 윗부분을 파라필름으로 막고 원통내의 토양보다 6배 이상 많은 건조한 모래를 담은 비커에 묻고 48시간 동안 방치 후 함수량을 구하여 포장용수량으로 환산하였다(Feodoroff와 Betriemieux, 1964). pH는 그늘에서 건조한 10g의 토양을 50mL의 증류수와 혼합하여 30분간 진탕 한 후 여과지(Whatman No. 42, 90mmØ)에 여과시킨 용액을 pH meter(Orion 3-Star pH benchtop meter, Thermo scientific)로 측정하였다(Allen 1989). 유기물 함량은 토양 10g을 도가니에 넣어 105°C에서 건조시킨 후 무게와 600°C에서 4시간 동안 태운 무게의 차이를 작열손실량으로 환산하여 유기물 함량으로 하였다(Allen 1989).

환경요인과 식생 및 토양조사 결과를 바탕으로 각 요인 간 상호 연관성을 파악하기 위하여 상관분석을 실시하였으며(Pearson, 1895), 분석은 SAS program(version 9.1.3, 2004)을 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 분포 및 자생지의 고도, 경사, 방위

금강초롱꽃은 지리산, 가야산, 태백산, 치악산, 발왕산, 화악산, 명지산, 대암산, 설악산, 점봉산과 오대산 등 23개 지역에 분포하는 것으로 알려져 있었으나(Lee와 Yim, 2002; Oh 등, 2009; Yoo, 1995) 조사 결과 국망봉, 유명산, 용문산, 백석산과 일산 일대에도 생육하는 것을 확인하였다(Fig. 1). 금강초롱꽃 자생지는 지역에 따라 해발 580-1,396m의 범위에 다양하게 나타났으며, 국망봉의 1개 방형구를 제외한 대

부분 지역은 평균 900m이상의 높은 지대에 위치하였다. 10개 자생지 중 오대산은 1,248-1,396m로 가장 높았고, 점봉산은 734-903m로 가장 낮은 곳에 위치하였다(Table 1). 경사는 5-80°로 편차가 컸으며, 대부분의 자생지가 능선부와 사면에 위치하였지만, 국망봉과 명지산에서는 절벽 근처에 생육하기도 하였다. 10개 자생지 중 백석산은 45°로 가장 급한 경사를 보였고, 점봉산은 평균 6.8°로 가장 완만한 지역에서 생육하고 있었다. 자생지의 방위는 북, 서, 북동, 북서 등으로 32개 방형구 중 29개가 북사면에 위치하였다(Table 1).

Kim 등(1996a)은 설악산, 점봉산, 오대산, 촉대봉 등 강원도의 자생지를 대상으로 환경 및 생태적 특성을 조사한 결과 금강초롱꽃은 주로 북사면과 서사면 방향에 위치하며, 해발 850-1,400m, 경사 5-43°로 비교적 고산지대에서 자생한다고 보고한 바 있는데, 본 조사를 통해 해발 580m, 경사 80° 이상의 절벽 또는 사면에도 생육하는 것이 확인되어 보다 폭넓은 범위의 생육환경을 갖는 것으로 파악되었다. 또한, 종자발아를 통해 생산된 묘의 생육은 저지대보다 해발 600m에서 재배한 것이 양호한 것으로 나타났는데(Kim 등, 1996a) 실제 자생지의 분포 고도 역시 580m이상으로 확인되어 금강초롱꽃의 원예화와 자생지 복원에 필요한 개체확보를 위해서는 580m이상 북사면의 서늘한 지역에서 재배하는 것이 유리할 것으로 판단된다.

### 식생

금강초롱꽃 자생지 10개 지역 총 32개 방형구 내 초본식물의 종풍부도(species richness)는 32개 방형구에서 총 146분류군 이었다(Table 2). 10개 지역의 평균 분류군 수는 33.60으로 나타났으며, 지역별로는 유명산이 13종류로 가장 적었

**Table 2.** Importance value of species in *Hanabusaya asiatica* habitats.

Scientific name	Korean name	Relative coverage (%)	Relative frequency (%)	Importance value (%)
<i>Hanabusaya asiatica</i> (Nakai) Nakai	Geum-gang-cho-rong-kkot	12.24	5.50	8.87
<i>Carex siderosticta</i> Hance	Dae-sa-cho	13.05	4.30	8.67
<i>Ainsliaea acerifolia</i> var. <i>subapoda</i> Nakai	Dan-pung-chwi	10.58	3.61	7.10
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth	Sil-sae-pul	11.18	2.41	6.79
<i>Athyrium yokoscense</i> (Fr. et Sav.) Christ	Baem-go-sa-ri	7.57	3.09	5.33
<i>Astilbe rubra</i> Hook.f. et Thomas.	No-ru-o-jum	2.78	3.44	3.11
<i>Hepatica asiatica</i> Nakai	No-ru-gwi	4.27	1.55	2.91
<i>Plectranthus excisus</i> Maxim.	O-ri-bang-pul	2.66	1.55	2.10
<i>Sasa borealis</i> (Hack.) Makino et Shibata	Jo-rit-dae	3.83	0.17	2.00
<i>Aconitum jaluense</i> Komar.	Tu-gu-kkot	0.79	3.09	1.94
<i>Asarum sieboldii</i> Miquel	Jok-do-ri-pul	0.57	3.09	1.83
<i>Pseudostellaria palibiniana</i> (Takeda) Ohwi	Keun-gae-byeol-kkot	1.08	2.23	1.66

Table 2. Continued.

Scientific name	Korean name	Relative coverage (%)	Relative frequency (%)	Importance value (%)
<i>Artemisia stolonifera</i> (Maxim.) Komar.	Neol-beun-oe-ip-ssuk	0.64	2.06	1.35
<i>Lilium medeoloides</i> A.Gray	Mal-na-ri	1.02	1.55	1.28
<i>Pimpinella brachycarpa</i> (Komar.) Nakai	Cham-na-mul	1.19	1.37	1.28
<i>Viola diamantiaca</i> Nakai	Geum-gang-je-bi-kkot	0.98	1.55	1.26
<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>asiatica</i> Nakai	Mi-yeok-chwi	0.28	2.23	1.25
<i>Veratrum maackii</i> var. <i>japonicum</i> (Baker) T.Shimizu	Yeo-ro	0.28	2.23	1.25
<i>Carex lanceolata</i> Boott	Geu-neul-sa-cho	1.93	0.52	1.22
<i>Aster scaber</i> Thunb.	Cham-chwi	0.26	2.06	1.16
<i>Meehania urticifolia</i> (Miquel) Makino	Beol-kkae-deong-gul	0.26	2.06	1.16
<i>Primula jesoana</i> Miquel	Keun-aeng-cho	0.26	2.06	1.16
<i>Aconitum longecassidatum</i> Nakai	Huin-jin-beom	1.72	0.52	1.12
<i>Viola orientalis</i> (Maxim.) W.Becker	No-rang-je-bi-kkot	0.96	1.03	0.99
<i>Thalictrum aquilegifolium</i> var. <i>sibiricum</i> Regel & Tiling	Kkwong-ui-da-ri	0.21	1.72	0.97
<i>Athyrium nipponicum</i> (Mett.) Hance	Gae-go-sa-ri	1.32	0.52	0.92
<i>Agrostis clavata</i> var. <i>nukabo</i> Ohwi	Gyeo-i-sak	1.30	0.52	0.91
<i>Artemisia princeps</i> Pamp.	Ssuk	1.30	0.52	0.91
<i>Diarrhena mandshurica</i> Maxim.	Kkeop-jir-yong-su-yeom	1.30	0.52	0.91
<i>Erythronium japonicum</i> Decaisne	Eol-re-ji	1.30	0.34	0.82
<i>Pedicularis resupinata</i> L.	Song-i-pul	0.91	0.69	0.80
<i>Angelica purpuraeifolia</i> Chung	Ji-ri-gang-hwal	0.17	1.37	0.77
<i>Carex okamotoi</i> Ohwi	Ji-ri-dae-sa-cho	1.06	0.34	0.70
<i>Dryopteris crassirhizoma</i> Nakai	Gwan-jung	0.70	0.69	0.69
<i>Pseudostellaria heterophylla</i> (Miquel) Pax	Gae-byeol-kkot	0.70	0.69	0.69
<i>Polygonatum involucreatum</i> (Fr. et Sav.) Maxim.	Yong-dung-gul-re	0.15	1.20	0.68
<i>Viola albida</i> Palibin	Tae-baek-je-bi-kkot	0.15	1.20	0.68
<i>Filipendula palmata</i> var. <i>glabra</i> Ledeb.	Teo-ri-pul	0.32	1.03	0.67
<i>Adenophora remotiflora</i> (Sieb. et Zucc.) Miquel	Mo-si-dae	0.30	0.86	0.58
<i>Disporum ovale</i> Ohwi	Geum-gang-ae-gi-na-ri	0.13	1.03	0.58
<i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i> Maixm.	Yang-ji-kkot	0.13	1.03	0.58
<i>Patrinia saniculaefolia</i> Hemsley	Geum-ma-ta-ri	0.30	0.86	0.58
<i>Saussurea gracilis</i> Maxim.	Eun-bun-chwi	0.30	0.86	0.58
<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitamura	Gu-jeol-cho	0.85	0.17	0.51
<i>Pseudostellaria davidii</i> (Fr.) Pax	Deong-gul-gae-byeol-kkot	0.64	0.34	0.49
<i>Geranium thunbergii</i> Sieb. et Zucc.	I-jil-pul	0.11	0.86	0.48
<i>Ligularia fischeri</i> (Ledeb.) Turcz.	Gom-chwi	0.11	0.86	0.48
<i>Melampyrum roseum</i> Maxim.	Kkot-myeo-neu-ri-bap-pul	0.11	0.86	0.48
<i>Saussurea grandifolia</i> Maxim.	Seo-deol-chwi	0.11	0.86	0.48
<i>Saussurea seoulensis</i> Nakai	Bun-chwi	0.11	0.86	0.48
<i>Synurus deltooides</i> (Aiton) Nakai	Su-ri-chwi	0.11	0.86	0.48
<i>Heloniopsis orientalis</i> (Thunb.) C.Tanaka	Cheo-nyeo-chi-ma	0.64	0.17	0.40
<i>Plantago asiatica</i> L.	Jil-gyeong-i	0.09	0.69	0.39
<i>Polygonatum inflatum</i> Komar.	Tung-dung-gul-re	0.26	0.52	0.39
<i>Rodgersia podophylla</i> A.Gray	Do-kkae-bi-bu-chae	0.26	0.52	0.39
<i>Symplocarpus nipponicus</i> Makino	Ae-gi-an-jeun-bu-chae	0.45	0.34	0.39
<i>Viola collina</i> Besser	Dung-geun-teol-je-bi-kkot	0.09	0.69	0.39

Table 2. Continued.

Scientific name	Korean name	Relative coverage (%)	Relative frequency (%)	Importance value (%)
<i>Viola rossii</i> Hemsley	Go-kkal-je-bi-kkot	0.09	0.69	0.39
<i>Bidens frondosa</i> L.	Mi-guk-ga-mak-sa-ri	0.43	0.17	0.30
<i>Arisaema robustum</i> (Engl.) Nakai	Neol-beun-ip-cheon-nam-seong	0.06	0.52	0.29
<i>Athyrium pycnosorum</i> Christ	Teol-go-sa-ri	0.06	0.52	0.29
<i>Bupleurum longeradiatum</i> Turcz.	Gae-si-ho	0.06	0.52	0.29
<i>Clematis fusca</i> var. <i>violacea</i> Maxim.	Jong-deong-gul	0.06	0.52	0.29
<i>Disporum smilacinum</i> A.Gray	Ae-gi-na-ri	0.06	0.52	0.29
<i>Galium trifloriforme</i> Komar.	Gae-seon-gal-kwi	0.06	0.52	0.29
<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	No-rang-mul-bong-seon	0.06	0.52	0.29
<i>Lactuca raddeana</i> Maxim.	San-sseum-ba-gwi	0.06	0.52	0.29
<i>Plectranthus inflexus</i> (Thunb.) Vahl	San-bak-ha	0.06	0.52	0.29
<i>Trigonotis radicans</i> var. <i>sericea</i> (Maxim.) Hara	Cham-kkot-ma-ri	0.23	0.34	0.29
<i>Adenocaulon himalaicum</i> Edgew.	Myeol-ga-chi	0.04	0.34	0.19
<i>Aconitum pseudo-laeve</i> Nakai	Jin-beom	0.04	0.34	0.19
<i>Aster ageratoides</i> Turcz.	Kka-sil-ssuk-bu-jaeng-i	0.04	0.34	0.19
<i>Cacalia auriculata</i> var. <i>kamtschatica</i> (Maxim.) Matsumura	Gwi-bak-jwi-na-mul	0.04	0.34	0.19
<i>Cirsium chanroenicum</i> Nakai	Jeong-yeong-eong-geong-kwi	0.04	0.34	0.19
<i>Clematis koreana</i> Komar.	Se-ip-jong-deong-gul	0.04	0.34	0.19
<i>Clematis ochotensis</i> (Pallas) Poiret	Ja-ju-jong-deong-gul	0.04	0.34	0.19
<i>Epilobium pyrricholophum</i> Fr. et Sav.	Ba-neul-kkot	0.04	0.34	0.19
<i>Galium kinuta</i> Nakai et Hara	Min-dung-gal-kwi	0.04	0.34	0.19
<i>Geum aleppicum</i> Jacquin	Keun-baem-mu	0.21	0.17	0.19
<i>Impatiens textori</i> Miquel	Mul-bong-seon	0.04	0.34	0.19
<i>Matteuccia orientalis</i> (Hooker) Trev.	Gae-myeon-ma	0.04	0.34	0.19
<i>Osmunda cinnamomea</i> var. <i>fokiensis</i> Copel.	Kkwong-go-bi	0.04	0.34	0.19
<i>Oxalis obtriangulata</i> Maxim.	Keun-gwaeng-i-bap	0.04	0.34	0.19
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i> (Miquel) Ohwi	Dung-gul-re	0.04	0.34	0.19
<i>Potentilla freyniana</i> Bornm.	Se-ip-yang-ji-kkot	0.04	0.34	0.19
<i>Saussurea tanake</i> Fr. et Sav.	Dang-bun-chwi	0.04	0.34	0.19
<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.	Soe-byeol-kkot	0.21	0.17	0.19
<i>Youngia chelidoniifolia</i> (Makino) Kitamura	Kka-chi-go-deul-ppae-gi	0.04	0.34	0.19
<i>Youngia denticulata</i> (Houtt.) Kitamura	I-go-deul-ppae-gi	0.04	0.34	0.19
<i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb.	Jip-sin-na-mul	0.02	0.17	0.10
<i>Angelica decursiva</i> (Miquel) Fr. et Sav.	Ba-di-na-mul	0.02	0.17	0.10
<i>Anemone raddeana</i> Regel	Kkwong-ui-ba-ram-kkot	0.02	0.17	0.10
<i>Anemone reflexa</i> Stephan et Willd.	Hoe-ri-ba-ram-kkot	0.02	0.17	0.10
<i>Artemisia japonica</i> Thunb.	Je-bi-ssuk	0.02	0.17	0.10
<i>Aster ciliatus</i> Kitamura	Gae-ssuk-bu-jaeng-i	0.02	0.17	0.10
<i>Aster tataricus</i> L.fil.	Gae-mi-chwi	0.02	0.17	0.10
<i>Caltha palustris</i> var. <i>membranacea</i> Turcz.	Dong-ui-na-mul	0.02	0.17	0.10
<i>Cardamine leucantha</i> (Tausch) O.E.Schulz	Mi-na-ri-naeng-i	0.02	0.17	0.10
<i>Carex ciliato-marginata</i> Nakai	Teol-dae-sa-cho	0.02	0.17	0.10
<i>Chintonia udensis</i> Trautv. et Meyer	Na-do-ok-jam-hwa	0.02	0.17	0.10
<i>Chrysosplenium grayanum</i> Maxim.	Gwaeng-i-nun	0.02	0.17	0.10
<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>ussuriense</i> (Regel) Kitamura	Eong-geong-kwi	0.02	0.17	0.10

Table 2. Continued.

Scientific name	Korean name	Relative coverage (%)	Relative frequency (%)	Importance value (%)
<i>Cirsium pendulum</i> Fischer	Keun-eong-geong-kwi	0.02	0.17	0.10
<i>Cirsium setidens</i> (Dunn) Nakai	Go-ryeo-eong-geong-kwi	0.02	0.17	0.10
<i>Clematis apiifolia</i> DC.	Sa-wi-jil-ppang	0.02	0.17	0.10
<i>Clematis fusca</i> var. <i>coreana</i> Nakai	Yo-gang-na-mul	0.02	0.17	0.10
<i>Corydalis ochotensis</i> Turcz.	Nun-goe-bul-ju-meo-ni	0.02	0.17	0.10
<i>Corydalis turtschaninowii</i> Besser	Hyeon-ho-saek	0.02	0.17	0.10
<i>Dryopteris austriaca</i> (Jacq.) Woynar	Peo-jin-go-sa-ri	0.02	0.17	0.10
<i>Dryopteris varia</i> var. <i>setosa</i> (Thunb.) Ohwi	San-jok-je-bi-go-sa-ri	0.02	0.17	0.10
<i>Equisetum arvense</i> L.	Soe-tteu-gi	0.02	0.17	0.10
<i>Erigeron canadensis</i> L.	Mang-cho	0.02	0.17	0.10
<i>Galium dahuricum</i> Turcz.	Keun-ip-gal-kwi	0.02	0.17	0.10
<i>Gentiana triflora</i> Pallas	Gwa-nam-pul	0.02	0.17	0.10
<i>Heracleum moellendorffii</i> Hance	Eo-su-ri	0.02	0.17	0.10
<i>Isopyrum raddeanum</i> (Regel) Maxim.	Neo-do-ba-ram-kkot	0.02	0.17	0.10
<i>Ixeris stolonifera</i> A.Gray	Jom-sseum-ba-gwi	0.02	0.17	0.10
<i>Ligusticum melanotilingia</i> (Boissieu) Kitagawa	Keun-cham-na-mul	0.02	0.17	0.10
<i>Luzula plumosa</i> var. <i>macrocarpa</i> (Buchen.) Ohwi	Byeol-kkwong-ui-bap	0.02	0.17	0.10
<i>Lychnis cognata</i> Maxim.	Dong-ja-kkot	0.02	0.17	0.10
<i>Lysimachia chlethroides</i> Duby	Keun-kka-chi-su-yeom	0.02	0.17	0.10
<i>Muhlenbergia japonica</i> R.Br.	Jwi-kko-ri-sae	0.02	0.17	0.10
<i>Oenothera odorata</i> Jacquin	Dal-ma-ji-kkot	0.02	0.17	0.10
<i>Pedicularis resupinata</i> for. <i>albiflora</i> (Nakai) W.Lee	Huin-song-i-pul	0.02	0.17	0.10
<i>Pilea japonica</i> (Maxim.) Handel-Mazzetti	San-mul-tong-i	0.02	0.17	0.10
<i>Polystichum ovato-paleaceum</i> var. <i>coraiense</i> (Christ) Kurata	Cham-na-do-hi-cho-mi	0.02	0.17	0.10
<i>Polystichum tripterum</i> (G.Kunze) Presl	Sip-ja-go-sa-ri	0.02	0.17	0.10
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i> (Desv.) Und.	Go-sa-ri	0.02	0.17	0.10
<i>Rubia akane</i> Nakai	Kkok-du-seo-ni	0.02	0.17	0.10
<i>Rubia cordifolia</i> var. <i>pratensis</i> Maxim.	Gal-kwi-kkok-du-seo-ni	0.02	0.17	0.10
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	O-i-pul	0.02	0.17	0.10
<i>Saussurea pulchella</i> (Fischer) Fischer	Gak-si-chwi	0.02	0.17	0.10
<i>Saxifraga fortunei</i> var. <i>incisolobata</i> Nakai	Ba-wi-tteok-pul	0.02	0.17	0.10
<i>Smilax nipponica</i> var. <i>manshurica</i> (Kitagawa) Kitagawa	Seon-mil-na-mul	0.02	0.17	0.10
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	Seo-yang-min-deul-re	0.02	0.17	0.10
<i>Thalictrum actaeifolium</i> var. <i>brevistylum</i> Nakai	Cham-kkwong-ui-da-ri	0.02	0.17	0.10
<i>Thalictrum filamentosum</i> var. <i>tenerum</i> (H.Boiss.) Ohwi	San-kkwong-ui-da-ri	0.02	0.17	0.10
<i>Valeriana fauriei</i> Briquet	Jwi-o-jum-pul	0.02	0.17	0.10
<i>Vicia unijuga</i> Al.Braun	Na-bi-na-mul	0.02	0.17	0.10
<i>Vicia venosa</i> var. <i>cuspidata</i> (Willd.) Maxim.	Gwang-neung-gal-kwi	0.02	0.17	0.10
<i>Viola acuminata</i> Ledeb.	Jol-bang-je-bi-kkot	0.02	0.17	0.10
<i>Viola keiskei</i> Miquel	Jan-teol-je-bi-kkot	0.02	0.17	0.10
<i>Viola selkirkii</i> Pursh	Moe-je-bi-kkot	0.02	0.17	0.10
<i>Viola yazawana</i> Makino	Ae-gi-geum-gang-je-bi-kkot	0.02	0.17	0.10
<i>Viola verecunda</i> A.Gray	Kong-je-bi-kkot	0.02	0.17	0.10
<i>Woodsia manchuriensis</i> J.W.Hooker	Man-ju-u-deu-pul	0.02	0.17	0.10

고, 국망봉과 명지산이 각각 55종류로 가장 많았다(Table 3). 조사된 146분류군 중 한국특산식물은 금강초롱꽃을 비롯하여 고려엉겅퀴(*Cirsium setidens*), 분취(*Saussurea seoulensis*), 요강나물(*Clematis fusca* var. *coreana*), 은분취(*Saussurea gracilis*), 지리대사초(*Carex okamotoi*), 참평의다리(*Thalictrum actaeifolium* var. *brevistylum*) 등 7종류였으며, 귀화식물은 달맞이꽃(*Oenothera odorata*), 망초(*Erigeron canadensis*), 미국가막사리(*Bidens frondosa*), 서양민들레(*Taraxacum officinale*) 등 4종류가 출현하였다. 귀화식물은 종다양성을 저하시키며, 특히 지형적으로나 진화적으로 격리되어 있는 경우 자생식물의 존속에 심각한 영향을 줄 가능성이 있으므로(Sherly, 2000) 귀화식물이 조사된 대암산과 백석산은 매우 낮은 피도를 보였다 하더라도 귀화식물의 빠른 번식력을 감안할 때 이에 대한 관리 대책이 필요할 것으로 사료된다. 한편, 자생지 중 설악산과 점봉산의 경우 금강초롱꽃 자생지 주변에는 조릿대(*Sasa borealis*)가 군락을 형성하고 있어 시간이 지남에 따라 조릿대에 의한 물리적 교란(Choi 등, 2000; Kim 등, 1996b)도 우려된다.

자생지에서 조사된 146 분류군의 피도와 빈도를 기초로 상대피도와 상대빈도에 의한 중요치를 산출한 결과는 Table 2와 같다. 중요치는 금강초롱꽃이 8.87%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로는 대사초(*Carex siderosticta*, 8.67%), 단풍취(*Ainsliaea acerifolia* var. *subapoda*, 7.10%), 실새풀(*Calamagrostis arundinacea*, 6.79%), 뱀고사리(*Athyrium yokoscense*, 5.33%), 노루오줌(*Astilbe rubra*, 3.11%) 등의 순으로 높게 나타났고 이 분류군들은 대부분의 지역에서도 높은 값을 보여 금강초롱꽃과 친화도가 높은 종류로 생각된다. 상층 수목 중 교목층의 우점종으로는 신갈나무(*Quercus mongolica*)가 가장 많은 빈도와 피도를 보였으며, 다음으로는 물푸레나무(*Fraxinus rhynchophylla*), 피나무(*Tilia amurensis*),

고로쇠나무(*Acer mono*), 층층나무(*Cornus controversa*) 등이 우점종으로 확인되었다. 아교목층은 당단풍나무(*Acer pseudosieboldianum*), 신갈나무, 까치박달(*Carpinus cordata*), 피나무 등이 우세하였으며, 관목층은 철쭉(*Rhododendron schlippenbachii*), 메역순나무(*Tripterygium regelii*), 당단풍나무와 병꽃나무(*Weigela subsessilis*) 등이 우점하였다. 조사 결과 확인된 우점종들은 Kim 등(1996a)에 의한 신갈나무-금강초롱꽃 군락의 표식종과 일치하여 자생지 전체의 식생 구조는 유사한 것으로 나타났다.

### 종다양도(species diversity), 우점도(dominance) 및 균등도(evenness)

조사된 10개 지역의 종다양도는 평균 1.30으로 산출되었다(Table 3). 생물 군집의 발달에 대해 Odum(1984)은 물리적 환경이 양호할수록 종다양성 등의 복잡성이 증가하며, 종다양성은 군집의 안정성과 정비례한다고 하였다. 본 연구에서도 유명산의 경우 유일하게 계곡과 인접한 사면에 위치하였고, 설악산의 자생지는 조릿대에 의한 물리적 피압이 높은 수준이었으며, 백석산의 자생지는 민통선 안쪽 군부대와 인접해 있어 지속적인 교란이 일어나는 등 제한요인이 존재하는 환경 하에서 생육하는 경우 종다양도는 상대적으로 낮은 값을 보였다. 우점도는 0.9이상일 때 1종이 압도적으로 많음을 의미하고, 0.3-0.7이면 1종 또는 2종이 우점하며, 0.1-0.3일 때는 다양한 종이 우세를 보이는데(Whittaker, 1965) 본 조사결과 모든 지역의 우점도가 0.3미만으로 나타나 여러 분류군들이 함께 우점하는 것으로 확인되었다. 균등도는 1에 가까울수록 분포하는 종들이 균일한 군집을 형성함을 의미하는데(Brower와 Zar, 1977) 조사지역의 균등도는 평균 0.88이며 지역간에도 커다란 차이가 없어 비교적 균일한 식생을 갖는 것으로 판단된다(Table 3).

**Table 3.** Structural properties of *Hanabusaya asiatica* habitats.

Investigated areas	Species richness	Species diversity	Dominance	Evenness
Gukmangbong	55	1.55	0.04	0.89
Mt. Myeoungji	55	1.49	0.06	0.85
Mt. Yumyeong	13	1.01	0.12	0.91
Mt. Yongmun	33	1.34	0.06	0.88
Mt. Baekseok	18	1.11	0.11	0.88
Mt. Daeam	32	1.38	0.06	0.92
Mt. Ilsan	22	1.21	0.08	0.90
Mt. Seorak	23	1.13	0.12	0.83
Mt. Jeombong	36	1.31	0.09	0.84
Mt. Odae	49	1.45	0.06	0.86
Average	33.60	1.30	0.08	0.88

## 토양 분석

금강초롱꽃 자생지 10개 지역 토양의 물리적 특성을 조사한 결과 토성은 사양토가 6지역으로 가장 많았으며, 양토와 양질 사토가 각각 2지역으로 조사되었다(Table 4). 토양의 모래, 미사, 점토는 각각 82.50-44.06%, 45.31-6.25%, 11.25-3.44%의 구성비를 보였고, 전체지역의 평균은 각각 63.07%, 28.83%, 8.10%로 확인되었다. 이 결과는 우리나라 평균 산림토양의 구성비인 모래 37.3%, 미사 44.8%, 점토 17.9%(Jeong 등, 2002)에 비해 모래의 함량이 높은 비교적 굵은 입자가 많이 포함되어 있는 토양으로 확인되었다. 이러한 토양은 통기가 잘되고 뿌리의 생육에는 유리하나 수분유지능력이 떨어져 미세한 입자로 구성된 토양보다 잠재적인 비옥도가 낮은 특징을 가지고 있다(Kim 등, 2007). 토양 내 수분함량을 나타내는 포장용수량은 평균 23.95%로 나타났으며, 일산이 29.67%로 가장 높았고, 백석산은 16.40%로 가장 낮았다(Table 4).

토양의 화학적 특성 중 유기물 함량은 평균 12.28%로 나타났다(Table 5). 기존 연구(Kim 등, 1996a)에 따르면 금강

초롱꽃 자생지의 유기물함량은 10.23%로 우리나라 밭 토양 및 산림 토양의 평균값인 2%와 3.2%(Lee, 1981; Lee 등, 1987)보다 높아 비옥한 것으로 보고된 바 있는데, 이번 조사 결과에서도 유사한 값을 보여 토양조건은 비교적 양호한 것으로 판단된다. 지역별로는 일산이 18.64%로 가장 높았고, 다음으로는 명지산(17.3%), 용문산(14.79%), 유명산(13.58%) 등의 순으로 높게 나타났다(Table 5). 한편 백석산(4.42%)과 대암산(7.75%)은 상대적으로 낮은 값을 보였는데, 이는 군부대 내에 위치하고 군사도로와 인접해 있어 지속적인 교란을 받는 동시에 경사가 심해 퇴적물이 쌓이지 못하고 토양 유실이 일어났기 때문으로 생각된다.

pH는 5.21-6.67의 범위를 보여 약산성으로 나타났으며, 유효인산함량은 평균  $25.48\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 으로 우리나라 산림토양의 평균인  $25.6\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 과 비슷하였다(Table 5). 유효인산함량은 지역별로 편차가 심할 뿐만 아니라 동일지역에서도 조사 지점의 모암 종류에 따라 차이를 보이는 것으로 알려져 있는데(Jeong 등, 2002), 본 조사결과 역시  $14.23-41.04\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$

**Table 4.** Physical characteristics of soil in *Hanabusaya asiatica* habitats.

Investigated area	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Soil texture	Field capacity (%)
Gukmangbong	51.50	40.25	8.25	Loam	27.39
Mt. Myeoungji	55.25	37.75	7.00	Sandy loam	26.98
Mt. Yumyeong	82.50	6.25	11.25	Loamy sand	25.80
Mt. Yongmun	44.06	45.31	10.63	Loam	28.79
Mt. Baekseok	80.00	16.25	3.75	Loamy sand	16.40
Mt. Daeam	63.13	26.87	10.00	Sandy loam	19.50
Mt. Ilsan	62.50	29.37	8.13	Sandy loam	29.67
Mt. Seorak	59.58	31.25	9.17	Sandy loam	21.26
Mt. Jeombong	70.94	25.62	3.44	Sandy loam	20.42
Mt. Odae	61.25	29.37	9.38	Sandy loam	23.32
Average	63.07	28.83	8.10		23.95

**Table 5.** Chemical characteristics of soil in *Hanabusaya asiatica* habitats.

Investigated area	Organic matter (%)	pH	Available phosphorus ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )
Gukmangbong	14.10	5.95	18.49
Mt. Myeoungji	17.30	5.74	33.08
Mt. Yumyeong	13.58	5.21	37.71
Mt. Yongmun	14.79	5.73	20.52
Mt. Baekseok	4.42	6.67	18.49
Mt. Daeam	7.75	5.91	41.04
Mt. Ilsan	18.64	5.48	28.71
Mt. Seorak	10.57	5.86	14.54
Mt. Jeombong	10.25	5.50	27.98
Mt. Odae	11.35	5.83	14.23
Average	12.28	5.79	25.48



으로 지역간 편차가 큰 것으로 나타났다.

### 상관분석

금강초롱꽃 자생지의 환경특성과 식생 및 토양분석 결과 간의 상관분석을 실시하였다(Table 6). 그 결과 환경요인과 토양분석 결과는 각 지표들과 상관성을 보이지 않은 반면 상층수목의 피도는 종풍부도, 종다양도, 우점도, 균등도 및 금강초롱꽃의 피도와 연관성이 높은 것으로 나타났다. 즉, 교목층과 아교목층의 피도가 높을수록 금강초롱꽃의 피도가 높은 것으로 확인되었고, 종풍부도와 종다양도 역시 교목층과 아교목층의 피도에 대해 정의 상관관계를 보였으며, 상대적으로 우점도는 부의 상관을 형성하였다. Yoo 등(2000)은 금강초롱꽃의 재배시 차광이 금강초롱꽃 생육에 긍정적인 영향을 주는 것을 실험적으로 증명하였는데 실제 자생지에서도 상층수목에 신갈나무, 물푸레나무, 고로쇠나무 등 낙엽활엽수에 의한 차광이 이루어진 지역이 나뉘어져 있는 지역에 비해 높은 피도를 보여 생육상태가 양호한 것으로 나타났다. 금강초롱꽃과 친화도가 높은 초본류들 역시 일정한 차광 하에서 원활한 생육을 보였다.

### 초 록

특산 식물인 금강초롱꽃 자생지의 환경요인과 식생을 조사하여 보존 및 복원 시 기초자료를 제공하고자 하였다. 금강초롱꽃은 해발 580-1,396m에 위치하였고, 경사는 5-80°

로 대부분 북사면에 군락을 형성하였다. 10개 지역 32개 방형구를 조사한 결과 금강초롱꽃의 중요치는 8.87%로 가장 높았으며, 다음으로는 대사초(8.67%), 단풍취(7.10%), 실새풀(6.79%), 뱀고사리(5.33%), 노루오줌(3.11%) 등이 높게 나타나 이 종류들이 금강초롱꽃과 비슷한 환경을 선호하는 것으로 판단된다. 상층수목은 교목층에 신갈나무, 아교목층에 당단풍나무가 우점하였으며, 관목층에서는 철쭉과 메역순나무가 높은 출현 빈도와 피도를 보였다. 종다양도는 평균 1.30, 우점도와 균등도는 각각 0.08과 0.88로 산출되었다. 토양의 토성은 사양토가 우세하였고, 포장용수량은 평균 23.95%로 확인되었으며, 유기물함량은 12.28%, pH는 5.79, 그리고 유효인산함량은 25.48 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 으로 나타났다. 환경특성과 식생조사 및 토양분석 결과를 바탕으로 한 상관분석에서는 상층수목의 피도가 종풍부도, 종다양도, 우점도, 균등도 및 금강초롱꽃의 피도와 높은 연관성을 보였다.

추가 주요어 : 친화도, 피도, 우점종, 중요치

### 인용문헌

- Ahn, Y.H. and K.Y. Choi. 2002. Ecological characteristics and distributions of Korean native *Rhapontica uniflora* at habitats. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 20:130-137.  
 Allen, S.E. 1989. Chemical analysis of Ecological Materials 2nd. Blackwell Scientific Publications, Oxford.  
 Barbour, M.G., J.H. Burk, and W.D. Pitts. 1987. Terrestrial plant

**Table 6.** Correlation coefficients between environmental factors and structural properties.

	Alt	Slo	pH	Om	Fc	Ric	Div	Dom	Eve	Co(T1)	Co(T2)	Co(T1+2)	Co(S)	Co(H)
Alt <sup>2</sup>	1													
Slo	-0.01	1												
pH	-0.03	0.60	1											
Om	0.24	-0.11	-0.66*	1										
Fc	0.25	-0.03	-0.59	0.95*	1									
Ric	0.28	-0.21	0.05	0.33	0.30	1								
Div	0.30	-0.20	0.07	0.31	0.32	0.96*	1							
Dom	-0.40	0.18	0.01	-0.39	-0.43	-0.86*	-0.96*	1						
Eve	0.39	0.28	-0.05	0.10	0.25	-0.18	-0.01	-0.21	1					
Co(T1)	-0.35	-0.48	-0.46	0.29	0.19	0.32	0.24	-0.13	-0.68*	1				
Co(T2)	-0.09	-0.27	-0.13	0.42	0.43	0.88*	0.83*	-0.73*	-0.22	0.50	1			
Co(T1+2)	-0.26	-0.44	-0.35	0.41	0.35	0.69*	0.60	-0.48	-0.53	0.88*	0.85*	1		
Co(S)	0.35	-0.20	0.12	0.26	0.26	0.90*	0.93*	-0.86*	-0.06	0.11	0.69*	0.45	1	
Co(H)	0.06	-0.38	-0.53	0.60	0.47	0.54	0.44	-0.40	-0.20	0.59	0.67*	0.73*	0.21	1

<sup>2</sup>Alt, altitude; Slo, Slope degrees; pH, pH; Om, Organic matter; Fc, Field capacity; Ric, Richness; Div, Species diversity; Dom, Dominance; Eve, Evenness; Co(T1), Coverage of tree layer; Co(T2), Coverage of subtree layer; Co(T1+2), Co(T1)+Co(T2), Co(S), Coverage of shrub layer; Co(H), Coverage of *H. asiatica*.

\*Indicate significance at 5% level.

- ecology 2nd. The Benjamin Publishing Company. Inc., California.
- Bray, J.R. and J.T. Curtis. 1957. An ordination of the Upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Mono.* 27: 325-349.
- Brower, J.E. and J.H. Zar. 1977. Field and laboratory method for general ecology. Wm. C. Brown Co. Publ. Iowa. p. 1-184.
- Buurman, P., van Langen, and E.J. Velthorst. 1996. Manual for soil and water analysis. Backhuys Publishers, Leiden. pp. 58-61.
- Cho, K.S., J.E. Jang, D.L. Yoo, S.Y. Ryu, and Y.R. Yong. 2001. Effects of low temperature and GA<sub>3</sub> treatments on the growth and flowering of *Hanabusaya asiatica*. *Hort. Environ. Biotechnol.* 42:116-120.
- Choi, S.H., J.O. Kwon, and K.J. Song. 2000. Analysis on the forest community structure of Daewon valley in Chirisan National Park. *Kor. J. Env. Eco.* 13:354-366.
- Feodoroff, A. and R. Betriemieux. 1964. Une method de laboratorire pour la determination de la capacite au champ. *Science du sol.* p. 109.
- Goo, D.H., B.W. Yae, and B.H. Han. 2004. In vitro propagation and enlargement of *Lilium hansonii*. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 22:493-476.
- Jeong, J.H. 1999. The distribution, growth environmental conditions, and morphological characteristics of Korean native *Sedum rotundifolium* at native habitats. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 17:501-503.
- Jeong, J.H., K.S. Koo, C.H. Lee and C.S. Kim. 2002. Physicochemical properties of Korean forest soils by regions. *J. Kor. For. Soc.* 91:694-700.
- Kalra, Y.P. and D.G. Maynard. 1991. Methods manual for forest soil and plant analysis. Forestry Canada, Northwest Region, Northern Forestry Centre. Edmonton, CA.
- Kim, J.H., K.H. Suh, Y.S. Choung, K.S. Lee, S.D. Koh, J.S. Lee, B.S. Ihm, H.T. Mun, K.H. Cho, H.S. Lee, Y.H. You, B.M. Min, C.S. Lee, E.J. Lee, and K.H. Oh. 2007. Current Ecology. Kyomunsa, Seoul.
- Kim, J.Y. and J.S. Lee. 1998. Growth environments of *Cypripedium macranthum* Sw. habitats in Korea. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 16:30-32.
- Kim, J.W., M.Y. Park, E.J. Lee, G.J. Joo, and K.R. Choi. 2006. A primer of conservation biology. World Science Publishing Co., Seoul.
- Kim, W.B., K.S. Choi, B.H. Kim, J.K. Kim, J.K. Kim, J.H. Kim, K.O. Yoo, W.T. Lee, and H.T. Lim. 1996a. Physioecological characteristics of *Hanabusaya asiatica*. *J. Kor. Hort. Sci.* 37:561-567.
- Kim, Y.S., S.H. Chon, and K.H. Kang. 1996b. Floristic study of Odaesan National Park. *Kor. J. Env. Eco.* 9:77-98.
- Kim, J.W. and Y.K. Lee. 2006. Classification and assessment of plant communities. World Science Publ., Seoul.
- Ko, J.Y., J.H. Won, B.U. Cho, B.C. Jeong, K.K. Lee, and J.S. Song. 2003. Selection of native flowers possible for cut flower(II). *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21 (Suppl. I):91. (Abstr.)
- Koh, G.C. and D.O. Lim. 2006. In vitro propagation of Korean native winter Hazel (*Corylopsis coreana*). *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 24:272-278.
- Korea National Arboretum. 2007. A synonymic list of vascular plants in Korea. Korea National Arboretum, Pocheon.
- Lee, K.J., J.S. Kim, and J.S. Woo. 1987. Recreation impacts on soil and vegetation and estimation of psychological carrying capacity in Mt. Bukhan National Park. *Kor. J. Env. Eco.* 1:46-65.
- Lee, S.W. 1981. Studies on forest soils in Korea(II). *Jour. Korean For. Soc.* 54:25-35.
- Lee, T.B. 2003. Colored flora of Korea. Hyangmunsa, Seoul.
- Lee, W.T. 1996a. Standard illustration of Korean plant. Academy Publ., Seoul.
- Lee, W.T. 1996b. Lineamenta florae of Korea. Academy Publ., Seoul.
- Lee, W.T. and Y.J. Yim. 2002. Plant geography. Kangwon National Univ. Press, Chuncheon.
- Lee, Y.N. 2006. New flora of Korea. Gyohaksa, Seoul.
- Odum, E.P. 1984. Basic Ecology. W.B. Saunders Co. Ltd., Philadelphia.
- Oh, B.U., D.G. Jo, K.S. Kim, and C.G. Jang. 2005. Endemic vascular plants in the Korean peninsula. Korea National Arboretum, Pocheon.
- Oh, B.U., D.G. Jo, 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.
- Park, S.H. 1995. Colored illustrations of naturalized plants of Korea. Ilchokak, Seoul.
- Park, S.H. 2001. Colored illustrations of naturalized plants of Korea (Appendix). Ilchokak, Seoul.
- Pearson, K. 1895. Royal Society Proceedings. 58:241.
- Pielou, E.C. 1975. Ecological diversity. Wiley, New York, USA.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1963. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana, Illinois.
- Sherly, G. 2000. Invasive species in the pacific: a technical review and draft regional strategy. South Pacific Regional Environment Program (SPREP), Samoa.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163:688.
- Yoo, D.L., C.W. Nam, J.T. Suh, S.J. Kim, and S.Y. Ryu. 2000. Effects of shading rate on the growth and flowering of *Hanabusaya asiatica*. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 18:722. (Abstr.)
- Yoo, D.L., J.T. Suh, C.W. Nam, S.J. Kim, H.S. Lee, and S.Y. Ryu. 2003. Effect of blue and far-red light on anthocyanin accumulation of leaf in *Hanabusaya asiatica*. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 21 (Suppl. II):89. (Abstr.)
- Yoo, K.O. 1995. Taxonomic studies on the Korean Campanulaceae. Ph.D. Diss., Kangwon National Univ., Chuncheon.
- Whittaker, R.H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. *Science* 147:250-260.