

안동 사문암지대의 식물다양성^{1a}

김중현^{2*} · 김선유³ · 정은희² · 김진석² · 노태권² · 배호명^{4†} · 남춘희⁵ · 이병윤²

Floristic Diversity of Serpentine Area in Andong, Korea^{1a}

Jung-Hyun Kim^{2*}, Sun-Yu Kim³, Eun-Hee Jung², Jin-Seok Kim², Tae-Kwon Noh²,
Ho-Myung Bae^{4†}, Chun-Hee Nam⁵, Byoung Yoon Lee²

요약

본 연구는 안동 사문암지대의 관속식물상, 현존식생 및 토양특성에 대한 조사를 수행하였다. 2014년 4월부터 10월까지 총 7회에 걸쳐 현지조사를 실시한 결과 관속식물은 88과 239속 311종 6아종 33변종 6품종 3교잡종으로 총 359분류군이 확인되었으며, 본 연구에서 249분류군의 분포가 새로이 밝혀졌다. 안동 사문암지역은 식물구계학상 온대중부지역에 속하고 낙엽활엽수와 침엽수의 혼합림으로 구성된다. 한반도 고유종은 외대오아리, 은사시나무, 오동나무, 벌개미취가 확인되었다. IUCN 평가기준에 따른 적색목록식물은 7분류군으로 준위협종(NT)에 채고추나물, 원지, 쑥방망이, 관심대상종(LC)에 낙지다리, 솜양지꽃, 창포, 미평가종(NE)으로 먹쇠채가 조사되었다. 식물구계학적 특정식물은 IV등급 2분류군, III등급 5분류군, II등급 4분류군, I등급 7분류군 등 19분류군이 발견되었다. 귀화식물은 34분류군으로 확인되었으며, 귀화율 9.5%, 도시화지수 10.6%로 나타났다. 연구지역의 산림토양은 표층~20cm에서 양토와 미사질양토, 20cm~40cm에서 양토와 미사질점토인 것으로 분석되었다. 토양 내 중금속은 Ni와 Cd의 함량이 높은 것으로 나타났다.

주요어: 식물상, 현존식생, 토양, 고유종

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the flora, vegetation and soil properties of serpentine area in Andong, Korea. The vascular plants identified during the seven-round field surveys were a total of 359 taxa: 88 families, 239 genera, 311 species, 6 subspecies, 33 varieties, 6 forms and 3 hybrids. 249 taxa were newly discovered in this region. The plant composition of serpentine area is the deciduous broad-leaved and conifer-mixed forest which is the common one in the middle part of the Korean peninsula. Four taxa of Korean endemic plants such as *Clematis brachyura*, *Populus × tomentiglandulosa*, *Paulownia coreana* and *Aster koraiensis* were collected. The vascular plants on the red list according to IUCN evaluation basis were found to be seven taxa: Near Threatened (NT) species of *Hypericum attenuatum*, *Polygala tenuifolia* and *Senecio argunensis*, Least Concern

1 접수 2015년 12월 23일, 수정 (1차: 2016년 2월 16일), 게재확정 2016년 2월 17일

Received 23 December 2015; Revised (1st: 16 February 2016); Accepted 17 February 2016

2 국립생물자원관 식물자원과 Plant Resources Division, National Institute of Biological Resources, Incheon 22689, Korea

3 국립낙동강생물자원관 전시교육실 Exhibition and Education Division, Nakdonggang National Institute of Biological Resources, Sangju 37242, Korea

4 자연환경조사연구소 Institute of Ecosystem Survey, Seoul 06580, Korea

5 국립수목원 Korea National Arboretum, Pocheon 11186, Korea

a 본 논문은 정부(환경부)의 재원으로 국립생물자원관의 지원을 받아 수행하였습니다(NIBR201401104; NIBR201501104).

† 공동주저자 Equal contribution

* 교신저자 Corresponding author: Tel: +82-32-590-7443, Fax: +82-32-590-7445, E-mail: kimjh4065@hotmail.com

(LC) species of *Penthorum chinense*, *Potentilla discolor* and *Acorus calamus*, and Not Evaluate (NE) species of *Scorzonera austriaca* ssp. *glabra*. The floristic regional indicator plants found in this area were 19 taxa comprising two taxa of grade IV, five taxa of grade III, four taxa of grade II, and nine taxa of grade I. The naturalized plants were identified as 34 taxa and the percentage of naturalized index (NI) was 9.5 %, and urbanization index (UI) was 10.6 %. Forest soils contained high content of nickel and cadmium. The soil layer consists of loam and silt loam from the surface to a depth of 20 cm and loam and silt clay from a depth of 20 cm to 40 cm.

KEY WORDS: FLORA, VEGETATION, SOIL, ENDEMIC PLANTS

서론

사문암(Serpentine)은 표면이 매끄럽고 녹색을 띠며, 아주 검은 화강암처럼 보이는 초염기성인 관입암으로부터 변성에 의하여 형성된 암석이다(Kim, 1999). 전 세계적으로 매우 광범위하게 분포하고 있으나 우리나라의 경우는 그 분포역이 협소하고 경기도 가평, 경상북도 안동, 울산, 충청남도 공주, 부여, 홍성 등지에 제한적으로 분포하고 있다(Kim *et al.*, 1997; Kim, 1999). 사문암은 일반적으로 K, Na, Al, N, P 그리고 가용성 Mo의 함량은 낮고(Gorden and Lipman, 1926; Vlamis, 1948; Johnson *et al.*, 1952; Walker, 1954; Whittaker, 1975), Cr, Ni, Co의 함량은 높은 특징을 갖는다(Robinson *et al.*, 1935; Birrel and Wright, 1945). 사문암으로부터 형성된 토양은 원소들의 불균형을 이루어 화학적으로 아주 특이하며, 이러한 요인이 독특한 사문암 지역의 불모적인 상관을 유발한다(Proctor and Woodell, 1975). 따라서 사문암으로부터 풍화된 토양에는 생물군의 출현빈도가 매우 낮아서 독특한 생태계를 유지할 뿐만 아니라 그 지역에 나타나는 식물종이나 식물군 역시 특이하다(Sultan *et al.*, 1986). 또한 고유종의 발달을 촉진시키며, 사문암과 비사문암 지역에 출현하는 공통종에서는 생태형의 차이를 보이는 등 특이 생태계를 보유하고 있다(Brooks, 1987; Baker *et al.*, 1992; Kim, 1999). 그 특이의 정도는 기후, 지표면의 연령, 사문암 지대 면적의 크기, 다른 지대와의 근접정도, 화학적 조성에 좌우된다(Whittaker, 1975). 우리나라에서 특이지질지역의 생태학적 연구는 대부분 석회암지역에 국한되어 있으며, 사문암 지질 및 토양의 영향이 생물계에 미치는 생태학적 현상에 대한 연구는 미비한 실정이다(Choi, 2006).

안동 사문암지역에 관한 식물상 연구는 Kim(1999)에 의해 175분류군의 관속식물이 보고된 바 있으며, 식생에 관한 연구는 Kim(1996)이 사문암지역의 식물종과 식물군락의 분포에 관한 연구, Kim(1998)이 사문암지역과 비사문암지

역의 토양, 식물군락 비교, Shim *et al.*(1998)이 소나무림과 조림된 리기다소나무림이 전 지역에 걸쳐 분포한다고 밝힌 바 있다. 이와 같이 본 지역에 대한 식물종 연구는 90년대 후반에 주를 이루며, 그동안 광물채석이 지속적으로 행해지고 있어서 많은 식물상과 식생변화가 예상된다. 또한 기존의 자료는 증거표본의 제시가 없기 때문에 비교·검토에 어려움이 따르며, 정밀조사 역시 불충분한 실정이다. 따라서 현지조사를 통한 증거표본 확보와 그에 따른 상세한 식물목록 작성, 주요 식물의 분포특성과 우점종의 분포현황 및 토양의 이화학적 특성 등을 밝혀 특이지질에서의 식물다양성 연구를 비롯한 생태학적 기초자료로의 활용을 목적으로 한다.

연구방법

1. 연구대상지

본 연구의 대상지는 남한의 대표적인 사문암지대로서 경북 안동시 풍천면 광덕리 일대(E 128°26′~128°30′, N 36°31′~36°32′)의 표고 220m 이하의 구릉형 산지에 위치

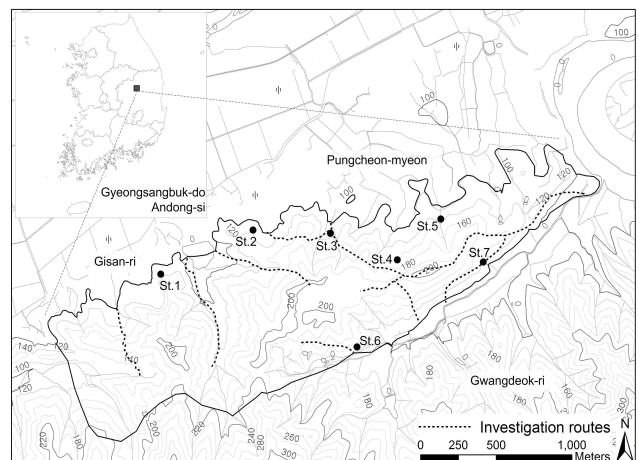


Figure 1. Investigated area in this study

한다(Kim, 1999; Ryou *et al.*, 2010)(Figure 1). 조사지역의 북쪽은 동에서 서로 낙동강이 흐르고 북동쪽으로는 하회마을에 접하며, 남서쪽은 봉화산(401m), 남동쪽으로는 마늘봉(364m)이 위치하고 있다(Kim, 1999). 안동 사문암지역은 중생대 경상계의 퇴적암류와 안동 단층 형성 후기에 관입한 초염기성암이 구조적으로 상승하는 도중에 열수변질작용에 의해 사문암화가 진행된 것으로 장경 4.5km, 단경 1.5km의 타원형상이다(Ock, 1992; Kim, 1999). 사문암 광산주변 지역에는 안동단층이 가로질러져 있으며, 시대미상의 편마암류와 이를 관입한 류라기의 흑운모화강암이 안동 단층을 경계로 북부지역에 분포한다. 이들 암층을 부정합으로 덮고 있는 백악기 경상누층군의 퇴적암류가 넓게 분포하며, 이를 관입한 사문암이 나타난다(Hwang *et al.*, 1993).

안동시는 경상북도 북부내륙에 위치하고 있으며, 북서쪽은 소백산, 동쪽은 태백산맥으로 둘러싸인 분지형으로 기온의 일·연교차가 큰 지역이다. 주변에 안동댐, 임하댐이 위치하고 낙동강 줄기가 시내를 가로질러 흐르고 있어 가을에

안개가 자주 발생한다. 이 지역의 과거(1981~2010년) 기 후평년값은 연평균기온 11.9℃로 인근의 봉화, 의성, 영주, 문경지방보다 다소 높고, 구미, 영덕, 울진지방보다 다소 낮은 편이다. 연강수량은 1,066.5mm로 의성지방보다는 조금 많고, 영주, 문경, 봉화지방보다 적으며, 우리나라의 대표적인 과우(寡雨)지역이다(Table 1). 바람은 연중 서북서풍이 주풍향이고, 그 다음은 동남동풍이 많이 불고 있다. 증발량은 연간 1,253.8mm로서 연강수량보다 187.3mm 높고 7월부터 9월에 걸친 3개월간을 제외하면 강수량보다 큰 값을 가져 건조한 기후를 나타낸다(Korea Meteorological Administration, 2014; Table 1). 월평균최저기온을 나타낸 달은 1월로 월평균기온은 -7.4℃를 기록하였으며, 12월부터 이듬해 3월까지의 최저기온이 영하로 내려가고 30년 중 가장 낮은 일 최저기온은 -20.4℃인 것으로 나타났다(Figure 2).

2. 조사분석

현장조사는 2014년 4월부터 동년 10월까지 7회에 걸쳐 수행하였으며, 조사지역 내에 생육하는 모든 종의 식물을 채집하고 건조표본으로 제작하여 국립생물자원관 고등식물건조표본수장고 (KB)에 보관하였다. 조사경로는 전 지역을 대상으로 다수 종의 생육이 예상되는 계곡, 산지, 평지, 저수지 등 생태학적 생육지를 고루 포함하였으며, 일부지역은 임도와 농로를 따라 조사하였다. 식물의 동정은 Lee(1980; 2003), Lee(1996a; b), Lee(1996; 2006), Korea National Arboretum(2004; 2008; 2011), Korean Fern Society(2005), Oh(2006), Park(2009), Kim and Kim(2011), Chang *et al.*(2011) 등의 식물도감에 의거하여 실시하였으며, 확증된 증거표본을 바탕으로 소산식물목록을 작성하였다. 이때 사용된 학명과 국명은 Lee *et al.*(2011a)에 준하고 조사된 관속식물 중 식재된 분류군은 식물목록에 별도로 (P)표기하였다(Appendix 1). 관속식물 목록은 Cronquist(1981)의 분류 체계에 따라 정리하고 속 이하의 계급은 알파벳순으로 작성

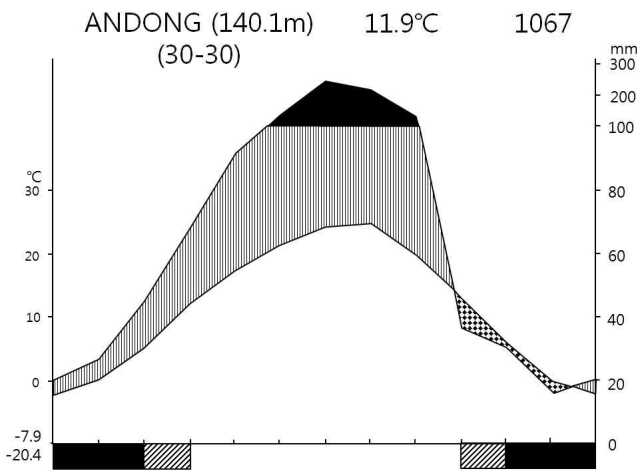


Figure 2. Climate diagram of in this study

Table 1. The climatic characteristics of Andong serpentinite area data from Andong meteorological station (Recent 30 years; 1981~2010)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Mean
Maximum air temp.(℃)	3.6	6.4	11.8	19.4	24.2	27.4	29.0	29.8	25.5	20.3	12.8	6.0	18.0
Mean air temp.(℃)	-2.2	0.2	5.3	12.2	17.4	21.4	24.3	24.8	19.8	13.2	6.1	0.0	11.9
Minimum air temp(℃)	-7.4	-5.3	-0.5	5.2	10.8	16.1	20.6	20.9	15.4	7.7	0.6	-5.2	6.6
Precipitation(mm)	20.1	26.9	44.9	68.2	91.5	136.8	244.3	217.8	131.9	36.9	30.6	16.6	1,066.5*
Evaporation(mm)	50.2	60.8	98.6	144.4	169.7	159.3	130.6	139.9	103.8	89.1	58.7	48.7	1,253.8*
Duration of sunshine(hr)	185.4	183.0	200.6	218.7	224.5	190.4	148.9	167.1	150.9	181.7	164.7	177.8	182.8

*: Amount

하였다. 조사된 식물을 대상으로 한반도 고유종(National Institute of Biological Resources, 2013), 적색목록식물(National Institute of Biological Resources, 2012), 식물구계학적 특정식물(National Institute of Environmental Research, 2012), 귀화식물(Lee *et al.*, 2011b)을 기준으로 정리하였다.

현존식생도는 임상도와 1/5,000 수치지형도를 활용하여 경계를 구분한 후 현장답사를 통해 상층의 우점종을 확인 후 도면화하였다(Figure 3). 소나무림 내 7개 지소에서 최소 면적에 근거하여 100m²의 조사구를 설치하고, 흉고직경 3 cm 이상인 교목층과 아교목층의 수목에 대하여 매목 조사를 실시하였다. 출현 종에 대하여 Braun-Blanquet(1964)의 우점도 계급에 따라 층위별로 피도를 조사하고 조사표를 기록하였다(Appendix 2). 매목조사시 흉고(1.2m) 이하에서 분지한 맹아지는 독립된 개체로 판단하여 조사결과 및 분석에 반영하였다.

토양조사는 총 4개의 조사구에서 토심을 각각 20cm, 40cm로 달리하여 각각 1kg의 토양시료를 채취하였고, 토양이화학적 특성에 대한 분석을 시행하였다. 토양산도(pH)는 pH meter를 이용하였으며, 전기전도도(EC:Electrical Conductivity) EC meter, 유기물 함량(Organic Matter), 유효인산(Available Phosphorus), 규산은 비색법을, 전질소(T-N)는 건식산화법, 양이온교환능력(cation exchange capacity)인 토양 내 주요 원소(Ca, Mg, K)와 중금속(Cd, Cr⁶⁺, Cu, Ni, Pb, Zn, As, Hg)은 ICP 분석을 하였고, 토성은 비중계법을 적용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 관속식물의 종조성

안동 사문암지역은 식물구계 지리학상으로 한반도 중부아구(Lee and Yim, 1978)에 속하고 식생은 냉온대 남부(Yim and Kira, 1975)에 해당되며, 식생지리학적 분포는 대륙형으로서 한반도아형의 중부/산지형에 속한다(Kim, 1992). 1,130점의 식물표본을 확보하고 동정한 결과, 안동 사문암지역에 분포하는 관속식물은 양치식물 7과 8속 9종 1변종의 10분류군, 나자식물 2과 2속 3종의 3분류군, 피자

식물 중 쌍자엽식물 63과 165속 213종 4아종 17변종 4품종 2교잡종의 240분류군, 단자엽식물 16과 64속 86종 2아종 15변종 2품종 1교잡종의 106분류군으로 구성되어 도합 88과 239속 311종 6아종 33변종 6품종 3교잡종으로 359분류군이 확인되었다(Table 2, Appendix 1). 이는 우리나라 관속식물 4,338분류군(Lee *et al.*, 2011a)의 8.3%에 해당되었다. 조사된 관속식물 중 다양성이 높은 상위 10개과는 화본과(50분류군), 국화과(49분류군), 사초과(33분류군), 장미과(18분류군), 콩과(18분류군), 마디풀과(12분류군), 십자화과(11분류군), 미나리아재비과(9분류군), 참나무과(8분류군), 꿀풀과(8분류군) 순으로 전체 소산식물의 60%에 해당된다.

기존 사문암지대의 식물상 연구(Kim, 1999)와 비교·검토한 결과, 본 조사를 통해 새로이 분포가 확인된 종은 쇠뜨기, 거미고사리, 감태나무, 쯤뽕의다리, 석류풀, 채고추나물, 키버들, 개갯냉이, 줄딸기, 쯤돌팔, 여우주머니, 익모초, 개똥썩, 지칭개, 흰꼬리사초, 나도기름새, 잠자리피, 산둥굴레 등 249분류군이며, 이들은 식물목록 앞에 ★로 표시하였다(Appendix 1). 부처손, 꿩의다리, 꽃여뀌, 산벚나무, 산오이풀, 개감수, 개시호, 하늘타리, 숫잔대, 산썩, 옹근나물, 썩부쟁이, 뚝사초 등 62분류군은 확인되지 않았다. 한편 공통적으로 출현한 종은 고사리, 노간주나무, 할미꽃, 싱아, 장대냉이, 바위솔, 이스라지나무, 개싸리, 원지, 시호, 꼬리풀, 삼주, 산비장이, 대새풀, 각시붓꽃 등 113분류군이었다. 새로이 확인된 종의 결과는 기존 조사지역외 기산리 지역의 추가, 양치류, 화본과, 사초과식물의 증가, 귀화식물 유입에서 비롯된 것으로 생각된다. 미확인된 종의 결과는 사문암 채석으로 인한 자생지 파괴와 생물환경 변화에 따른 쇠퇴나 자연도태로 이어져 소멸되었을 것으로 추정되며, 기존문헌에 오동정인 것으로 판단되는 분포 의심종 일부가 포함되어 표본검토가 필요하나 증거표본에 의한 목록과 소장표본관이 명시되지 않아 비교·검토가 불가능하다. 본 연구결과는 채집되어 동정된 증거표본에 기초한 소산식물목록으로 실제 분포하는 분류군 보다는 적을 것으로 판단되며, 다양한 경로와 계절적 시기변경 등 추가연구가 수행되면 이 지역에 분포하는 식물은 더욱 증가할 것으로 생각된다.

조사지역은 소나무군락(*P. densiflora comm*)과 리기다

Table 2. The number of vascular plants distributed in this study

Taxa	Fam.	Gen.	Sp.	Subsp.	Var.	For.	Hybr.	Total
Pteridophyta	7	8	9	-	1	-	-	10
Gymnospermae	2	2	3	-	-	-	-	3
Angiospermae	79	229	299	6	32	6	3	346
Dicotyledoneae	63	165	213	4	17	4	2	240
Monocotyledoneae	16	64	86	2	15	2	1	106
Total	88	239	311	6	33	6	3	359

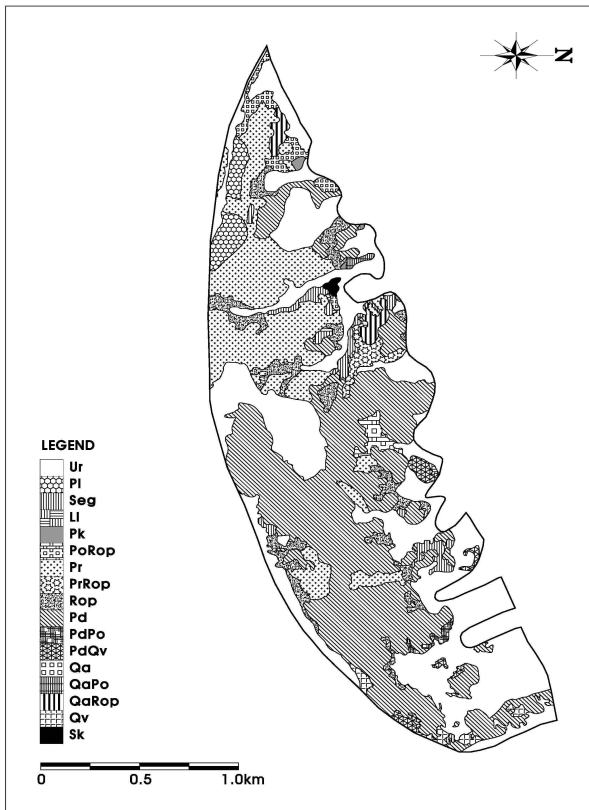


Figure 3. Actual vegetation map of the Andong serpentine area. Legends of the map indicates dominant species of tree layer in each polygon
 Ur, Urban area; Pl, Plantation area; Seg, Secondary grassland; Ll, *Lalix leptolepis*; Pk, *Pinus koraiensis*; PoRop, *Popula euramericana-Robinia pseudoacacia*; Pr, *Pinus rigida*; PrRop, *Pinus rigida-Robinia pseudoacacia*; Rop, *Robinia pseudoacacia*; Pd, *Pinus densiflora*; PdPo, *Pinus densiflora-Popula euramericana*; PdQv, *Pinus densiflora-Quercus variabilis*; Qa, *Quercus acutissima*; QaPo, *Quercus acutissima-Popula euramericana*; QaRop, *Quercus acutissima-Robinia pseudoacacia*; Qv, *Quercus variabilis*; Sk, *Salix koreensis*

소나무군락(*P. rigida* comm.)이 우점하는 지역이며(Kim, 1996; Kim, 1998), 산림 내 상층의 우점종을 구분한 경관에 의한 현존식생도 분석결과는 전반적으로 저산지 상록침엽수림과 인공기원 수종의 산림이 안동 사문암지역을 대별하는 것으로 나타났다.

연구지역 내 산림지역의 34.6%에 해당하는 소나무림은 표고 100m~250m에 분포하고 있으며, 3층~4층의 층위구조를 나타냈다. 교목층의 높이는 6m~10m이고, 아교목층은 높이 6m, 관목층은 높이 2m~4m, 초본층은 높이 0.5m~1m로 나타났다. 식피율은 조사구 평균 교목층 82.1%, 아교목층 26.7%, 관목층 50%, 초본층 47.1%를 나타내고 있다. 연구지역에 분포하는 소나무림은 DBH 12cm 이하의 개체

가 다수 분포하는 역J형에 가까운 모양을 나타내어 지속적으로 유지될 수 있는 집단이다(Barbour *et al.*, 1999; Do *et al.*, 2012).

2. 한반도 고유종

한반도 고유종은 외대으아리, 은사시나무, 키버들, 오동나무, 벌개미취, 털중나리 5과 6속 6분류군이 조사되었다. 이중에 키버들, 털중나리는 연구자 또는 발표문헌에 따라 한반도 주변국가에서 분포가 확인되거나 고유종 진위여부에 대한 이견이 존재하는 분류군이다(Oh *et al.*, 2005; National Institute of Biological Resources, 2013). 따라서 이견이 없는 한반도 고유종을 4과 4속 4분류군으로 정리하였다(Table 3).

외대으아리는 산지 능선주변에서 불연속적인 개체로 관찰되며, 은사시나무, 오동나무, 벌개미취는 마을주변에서 가로수 및 관상용도로 식재되었다.

사문암지역은 고유종의 발달을 촉진시키며, 사문암과 비사문암 지역에 출현하는 공통종에서는 생태형의 차이를 보인다고 하였으나(Brooks, 1987; Baker *et al.*, 1992) 안동 사문암지대에만 국한되어 분포하는 고유종과 다른 생태형을 보이는 식물은 관찰되지 않았다. 이러한 현상은 우리나라 사문암지대 면적이 국외의 지역과 달리 매우 협소하여 나타난 결과로 생각된다. 또한 사문암의 생성연대, 다른 지대와의 근접정도, 미세기후, 인위적 간섭 등의 요소들이 복합적인 상호작용에 의한 것으로 보인다(Whittaker, 1975; Choi, 2006).

한편 일본 내 사문암지대에서만 유존적분포를 보이며, 일본 고유종으로 알려져 있던 국화과의 *Aster hispidus* var. *leptocladus* (Makino) Mot. Ito & Soejima 식물이 최근 한반도 팔공산에서 발견되어 미기록(긴썩부쟁이)식물로 학계에 보고되었다(Lee *et al.*, 2014). 한반도 자생지는 화강암지대로 두 나라간 특이적 연관성은 없어 보이나, 팔공산지역은 각섬석 화강암지역으로 화학성분상 사문암지역과 유사하다(Lee *et al.*, 2015). 추후 분포지 정밀조사, 토양분석,

Table 3. The list of Korean endemic plants investigated in this study

Family name	Taxa
Ranunculaceae	<i>Clematis brachyura</i> Maxim. 외대으아리
Salicaceae	<i>Populus × tomentiglandulosa</i> T. B. Lee 은사시나무(P)
Scrophulariaceae	<i>Paulownia coreana</i> Uyeki 오동나무(P)
Asteraceae	<i>Aster koraiensis</i> Nakai 벌개미취(P)

*P: Planted plants

Table 4. The list of red list vascular plants investigated in this study

Family name	Taxa	Categories	Habitat
Clusiaceae	<i>Hypericum attenuatum</i> Fisch. ex Choisy 채고추나물	NT	Ridge
Polygalaceae	<i>Polygala tenuifolia</i> Willd. 원지	NT	Slope
Asteraceae	<i>Senecio argunensis</i> Turcz. 쑥방망이	NT	Ridge
Crassulaceae	<i>Penthorum chinense</i> Pursh 낙지다리	LC	Roadside
Rosaceae	<i>Potentilla discolor</i> Bunge 솜양지꽃	LC	Ridge
Acoraceae	<i>Acorus calamus</i> L. 창포	LC	Reservoir
Asteraceae	<i>Scorzonera austriaca</i> ssp. <i>glabra</i> (Rupr.) Lipsch. & Krasch. ex Lipsch. 멧쇠채	NE	Ridge

*Red list plants: NT(Near Threatened), LC(Least Concern), NE(Not Evaluated)

식물지리학적 특성 평가검토, 상호관계 등이 요구될만한 부분이다.

3. 적색목록식물

적색목록식물은 7과 7속 7분류군으로 확인되었다(Table 4). 평가등급에 따라 준위협종(Near Threatened, NT)에 채고추나물, 원지, 쑥방망이 3분류군, 관심대상종(Least Concern, LC)에 낙지다리, 솜양지꽃, 창포 3분류군, 미평가종(Not Evaluated, NE)에 멧쇠채 1분류군이 확인되었다.

준위협종에 속한 채고추나물은 산등성이를 따라 10여 개체가 생육하고 원지는 산등성이와 사면부 등 비교적 넓은 면적에 걸쳐 분포하며, 쑥방망이는 북사면부에서 2개체가 관찰되었다. 관심대상종인 낙지다리는 기산리 마을입구 도로주변에서 100여 개체, 솜양지꽃은 산등성이를 따라 20여

개체, 창포는 석방지 가장자리에서 100여 개체를 확인하였다. 미평가종인 멧쇠채는 산등성이 주변에서 10여 개체가 산발적으로 분포하였다.

사문암지대에 분포하는 적색목록식물은 소수의 개체가 분포하거나 생육환경변화에 매우 취약하며, 약용자원식물 이용에 따른 남획, 타 식물군과 세력경쟁에 의한 도태, 지속적인 사문암 채석 등의 위협요소가 도사리고 있어 자생지 보존과 함께 정확한 개체수 확인이 요구된다.

4. 식물구계학적 특정식물

식물구계학적특정식물 중 생태정밀조사종인 V 등급은 확인되지 않았으며, IV등급에 낙지다리, 원지 2분류군이 확인되었다. III등급은 호비수리, 개아마, 선메꽃, 멧쇠채, 애기감동사초 5분류군, II 등급은 흰대극, 뺨꼭채, 물질경이,

Table 5. The list of floristic regional indicator plants investigated in this study

Family name	Taxa	Grade
Crassulaceae	<i>Penthorum chinense</i> Pursh 낙지다리	IV
Polygalaceae	<i>Polygala tenuifolia</i> Willd. 원지	
Fabaceae	<i>Lespedeza davurica</i> (Laxm.) Schindl. 호비수리	III
Linaceae	<i>Linum stelleroides</i> Planch. 개아마	
Convolvulaceae	<i>Calystegia dahurica</i> (Herb.) Choisy 선메꽃	
Asteraceae	<i>Scorzonera austriaca</i> ssp. <i>glabra</i> (Rupr.) Lipsch. & Krasch. ex Lipsch. 멧쇠채	
Cyperaceae	<i>Carex gifuensis</i> Franch. 애기감동사초	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia esula</i> L. 흰대극	II
Asteraceae	<i>Rhaponticum uniflorum</i> (L.) DC. 뺨꼭채	
Hydrocharitaceae	<i>Ottelia alismoides</i> (L.) Pers. 물질경이	
Liliaceae	<i>Asparagus oligoclonos</i> Maxim. 방울비짜루	
Dryopteridaceae	<i>Cyrtomium fortunei</i> J. Sm. 쇠고비	I
Ulmaceae	<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq. 참느릅나무	
Salicaceae	<i>Salix chaenomeloides</i> Kimura 왕버들	
Primulaceae	<i>Lysimachia barystachys</i> Bunge 까치수염	
Rosaceae	<i>Spiraea pubescens</i> Turcz. 아구장나무	
Rutaceae	<i>Dictamnus dasycarpus</i> Turcz. 백선	
Asteraceae	<i>Cirsium pendulum</i> Fisch. ex DC. 큰엉경귀	
Cyperaceae	<i>Carex nervata</i> Franch. & Sav. 양지사초	

방울비짜루 4분류군, I 등급으로는 쇠고비, 참느릅나무, 까치수염, 백선 등 8분류군이 확인되었다(Table 5).

낙지다리는 전국의 습지에 분포하고 개체수와 개체군도 많은 편이나 자생지 파괴 및 개발, 다른 식물과의 세력경쟁에 밀려 도태할 위험이 있다(National Institute of Biological Resources, 2012). 기산리 마을입구 도로주변 습한 곳에서 100여 개체가 생육하고 있으나 자생지 생육환경 불량으로 개체수 감소가 우려된다. 선메꽃은 기산리 마을입구 논둑 가장자리에서 2개체가 관찰되었으며, 제초방제를 위한 제초작업 또는 제초제 등에 노출되어있다. 뽕꼭채는 건조한 산지 사면부에서 2개체가 생육하며, 자생지 생육환경은 양

호하나 분포하는 개체수가 적다. 쇠고비는 북사면 계곡부에 3개체 정도가 확인되며, 여름철 집중호우로 인한 자생지 토사유출, 퇴적 등 자연재해적인 피해에 취약하다. 백선은 남사면일대 초지와 사면부에 많은 개체군이 분포하고 있어 타 식물군에 비해 안정적인 분포양상을 보이나 약용자원식물(봉삼, 백선의 뿌리)로의 이용가치가 높아 무분별한 채취에 따른 위험이 상존하고 있다.

4. 귀화식물

조사지역의 귀화식물은 가시박, 미국쑥부쟁이 등 생태계

Table 6. The list of naturalized plants investigated in this study

Family name	Taxa	Invasive alien plants
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i> L. 흰명아주	
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium ficifolium</i> Sm. 쯤명아주	
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium glaucum</i> L. 취명아주	
Amaranthaceae	<i>Amaranthus patulus</i> Bertol. 가는털비름	
Caryophyllaceae	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill. 양점나도나물	
Polygonaceae	<i>Fallopia dumetorum</i> (L.) Holub 닭의덩굴	
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> L. 소리쟁이	
Malvaceae	<i>Hibiscus trionum</i> L. 수박풀	
Cucurbitaceae	<i>Sicyos angulatus</i> L. 가시박	□
Brassicaceae	<i>Lepidium apetalum</i> Willd. 다닥냉이	
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i> L. 콩다닥냉이	
Brassicaceae	<i>Thlaspi arvense</i> L. 말냉이	
Rosaceae	<i>Potentilla supina</i> L. 개소시랑개비	
Fabaceae	<i>Amorpha fruticosa</i> L. 족제비싸리	
Fabaceae	<i>Lespedeza thunbergii</i> ssp. <i>formosa</i> (Vogel) H. Ohashi 중국풀싸리	
Fabaceae	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. 아까시나무(P)	
Onagraceae	<i>Oenothera biennis</i> L. 달맞이꽃	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia maculata</i> L. 큰땅빈대	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia supina</i> Raf. 애기땅빈대	
Convolvulaceae	<i>Cuscuta pentagona</i> Engelm. 미국실새삼	
Scrophulariaceae	<i>Veronica arvensis</i> L. 선개불알풀	
Asteraceae	<i>Aster pilosus</i> Willd. 미국쑥부쟁이	□
Asteraceae	<i>Bidens frondosa</i> L. 미국가막사리	
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L. 울산도깨비바늘	
Asteraceae	<i>Centaurea cyanus</i> L. 수레국화	
Asteraceae	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist 망초	
Asteraceae	<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav. 코스모스(P)	
Asteraceae	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers. 개망초	
Asteraceae	<i>Helianthus tuberosus</i> L. 풍단지(P)	
Asteraceae	<i>Senecio vulgaris</i> L. 개쑥갓	
Asteraceae	<i>Xanthium canadense</i> Mill. 큰도꼬마리	
Poaceae	<i>Elymus repens</i> (L.) Gould 구주개밀	
Poaceae	<i>Panicum virgatum</i> L. 큰개기장	
Poaceae	<i>Poa pratensis</i> L. 왕포아풀	

*P: Planted plants

교란야생식물을 포함하여 34분류군이 조사되었다(Table 6). 귀화율(NI: Naturalized Index, 귀화식물의 분류군 수/관속식물의 총 분류군수 \times 100)은 9.5%, 도시화지수(UI: Urbanization Index, 귀화식물의 분류군 수/한반도 귀화식물의 총 분류군 수 \times 100)는 10.6%로 나타났다.

귀화식물은 저지대지역, 즉 도로와 인접한 임연부, 하천변 가장자리, 광산채굴현장 주변, 석방지, 과수원 등 인위적 간섭이 많은 지역에서 관찰되었다. 외래종은 뛰어난 환경적응력으로 기존에 생육하던 자생식물의 대체나 잡식 등 생태계변화에 큰 변화를 초래한다. 과거 이 지역 귀화식물(Kim, 1999)이 4분류군임을 감안하고서라도 15여 년 동안 30분류군이 증가된 점으로 미루어보아 인위적 교란과 환경변화에 유리한 외래종의 특성으로 인해 쉽게 정착했음을 알 수 있다. 또한 인근지역에 위치한 하회마을 부용대일원의 귀화식물 25분류군, 귀화율 8.3%, 도시화지수 7.8%(Oh *et al.*, 2013)와 비교하여도 안동 사문암지역이 높게 나타나고 있다. 비록, 이 지역의 귀화식물이 한반도 전역에서 확인되는 광역분포종이 대부분이나 현재도 사문암 채석이 진행되고 그로 인한 나출지 형성 등 귀화식물 유입에 필요한 조건이 갖춰지고 있어 외래종은 더욱 증가할 것으로 예상된다. 따라서 모니터링을 통한 개체군 동태파악이 우선적으로 실시하되 제거작업이 동시에 병행되어야 하며, 생육 초기단계부터 관리하는 방안도 마련해야 한다.

5. 토양

안동 사문암지역의 토성은 토심 20cm에서 Silt 47.8%, Sand 31.5%, Clay 20.8%의 구성비를 보여 양토(Loam)~미사질 양토(Silt Loam)의 경향을 보였으며, 토심 40cm에서 Silt 42.1%, Sand 32.1%, Clay 25.8%의 구성비를 보여 양토(Loam)~미사질 식토(Silt Clay)인 것으로 분석되었다. 입도 분포는 토심 20cm와 40cm 모두 모래성분이 다소 부족하고, 미사 및 점토성분이 다소 많게 나타났다.

Table 7. The chemical properties of soil in this study

Community	Depths (cm)	pH (1.5)	O.M. (g/kg)	T-N(%)	Avail.-P (mg/kg)	EC (dS/m)	Exchangeable cation(cmol ⁺ /kg)		
							K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
<i>P. densiflora</i>	20	6.8	24	0.172	3.0	0.2	0.09	6.1	18.2
	40	7.0	12	0.116	2.0	0.1	0.09	5.7	14.7

Table 8. The heavy metal concentrations of soil in this study

Community	Depths (cm)	Cd (mg/kg)	Cr ⁶⁺ (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Hg (mg/kg)
<i>P. densiflora</i>	20	0.07	16.6	2.1	211.8	1.0	20.3	0.23	0.04
	40	0.06	17.0	2.0	227.9	0.8	17	0.19	0.05

조사지역의 토양에 대한 이화학적 특성을 분석한 결과 유기물 함량을 제외한 분석항목에서 토심 20cm와 40cm의 토양분석치가 유사하였다. 유기물 함량은 토심 20cm에서 24g/kg, 40cm에서 12g/kg로 깊은 심도에서 낮은 값을 나타내었다(Table 7).

안동 사문암지역의 토양에 대한 중금속 분석 결과는 Table 8과 같다. Ni를 제외한 토심 20cm와 40cm의 분석치가 유사하게 나타났고, Ni 함유량은 깊은 심도에서 큰 값을 나타내었다.

Kim(1996)은 대체로 사문암지대는 암반이 노출된 지역이 많아 토심이 얇고 수분함량이 낮으며, Amidei(1841)와 Caesalpino(1583), Pancic(1859)은 사문암지역에서 식생이 비정상적으로 빈약하게 성장하고 일반적으로 사문암지역에 분포하는 식생의 특징이 빈약한 종 구성, 왜소한 성장과 목질화 현상, 잎의 황화 및 근계의 신장 등을 나타낸다고 하였다.

사문암 토양의 불모성 원인에 대하여 Baker *et al.*(1992)와 Reeves *et al.*(1983)은 Ni, Cr 및 Co의 독성 때문이라고 하고 Crooke(1956)는 Aberdeenshier의 사문암 토양 불모성에 기여하는 인자로서 Ni의 중요성을 설명하였는데, 연구지역의 Ni의 함유량은 연구지역 주변의 화강암 풍화토양과 비교했을 때 약 70배 이상 높았으며(Hwang, 2001), 금회 분석된 결과와 Hwang(2001)의 연구결과를 비교하여도 약 10배 이상 높은 것으로 분석되어, 해당 중금속이 연구지역 산림의 생육상태에 영향을 미치는 인자인 것으로 나타났다.

6. 제언

국내에서 특이지질과 식생, 관속식물 종조성의 관계 등의 연구는 초기 단계이며, 이들의 상호관계를 어떻게 규명할 것인지, 어떻게 접근할 것인지, 어떻게 해석할 것인지 조차 없는 실정이다. 국외의 경우 지질이 생물다양성에서 매우 중요한 요소이므로 지질과 식생 간의 관계에 대한 연구와

특별한 경우 법적 보호 내지 보전방안을 마련하는 것이 특징이다(Lee *et al.*, 2015). 이러한 시점에서 국내 특이지질과 토양, 식생, 관속식물 간의 연구는 상호관계에 대한 맥락에서 의미가 크다. 그 연구결과가 미비하다 할지라도, 초기연구에서 거쳐야 할 과정이라 생각되며, 앞으로 각 분야 전문가가 협업을 통해 연구가 진행된다면 충분히 보완되리라 판단된다.

안동 사문암지대는 국내에서 가장 현저한 사문암 지질 특성이 생태적으로 반영된 곳으로 독특한 식물상과 식생이 나타나는 지역이다. 현지 식물다양성 조사는 사문암지대 내에 생육하는 모든 종의 식물을 채집하고 동정하여 확증된 증거표본을 바탕으로 한 소산식물목록과 1:5,000의 수치지형도에 수관층의 우점종을 기준으로 한 현존식생도를 작성하였다. 이번 연구에서의 중심은 관속식물에 집중되어 있으나 차후 식물사회화적인 군락분류를 통한 진단종 발굴과 함께 특이적 환경에 대한 지표종에 대한 연구, 비사문암지역의 식생과의 비교연구 등이 보완되어야 할 사항이다. 또한 특이지질지역의 보전을 위한 전략 수립을 위해 중-군락-경관의 위계별 보전방안이 모색되어야 할 것으로 판단된다. 사문암지대 뿐만 아니라 석회암, 감람암, 이암, 화산암 등 특이지질에 대한 생물다양성 후속연구가 지속적으로 수행되어 얻어진 결과물을 바탕으로 생태-경관보전지역(자연환경보전법), 야생생물특별보호구역(야생생물 보호 및 관리에 관한 법률), 천연기념물(문화재보호법) 또는 산림유전자원보호림(산림보호법) 등의 법률(Kim, 2014)을 근거로 보호구역지정 또는 그에 준하는 법적 제재조치, 보호방안이 마련되어야 한다.

REFERENCES

- Amidei, G.(1841). Specie di piante osservate nei terrani serpentines. Atti terza Riunione Sciez. Italy, Firenze: 523-524pp.
- Baker, A.J.M., J. Proctor and R.D. Reeves(1992) The vegetation of ultramafic (serpentine) soils: Proceedings of the 1st international conference on serpentine ecology. Intercept, Andover.
- Barbour, M.G., J.H. Burk, W.D. Pitts, F.S. Gilliam and M.W. Schwartz(1999) Terrestrial plant ecology. 3rd ed. The Benjamin/Cummings Publishing Co. Menlo Park.
- Birrel, K.S. and A.C.S. Wright(1945) A serpentine soil in New Caledonia. N. Z. J. Sci. Tech. 27A: 72-76.
- Brooks, P.R.(1987) Serpentine and its vegetation. A multidisciplinary approach. Dioscorides press, Portland, Oregon. 401pp
- Broun-Blanquet J.(1964) Pflanzensoziologie Grundzuge der Vegetationskunde. Wien. New-York.
- Caesalpinio, A.(1583) De Plantis. Vol. 46 Marescotti, Firenze.
- Chang, C.S., H. Kim and K.S. Chang(2011) Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korea. Vol. 43. Woody Plants. Ministry of Education Science and Technology, Paju, 509pp. (in Korean)
- Choi, M.K.(2006) Studies on element contents of plants distributed on Andong serpentine area. M.S. thesis, Univ. of Chung-Ang. 63pp. (in Korean)
- Cronquist A.(1981) An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia Univ. Press, New York, 1262pp.
- Crooke, W.M.(1956) Effect of soil reaction on uptake of nickel from a serpentine soil. Soil Sci. 81: 269-276.
- Do, M.S., J.H. Lee, J.H. Gwon, and H.K. Song(2012) Vegetation structure and ecological properties of *Picea jezoensis* community. CNU Journal of Agriculture Science. 39(4): 525-534. (in Korean with English abstract)
- Gorden. A. and C.B. Lipman(1926) Why are serpentine and other magnesian soils infertile? Soil science 22: 291-302.
- Hwang, I.H.(2001) Element concentrations of rocks, soils and plants from serpentinite and adjacent area of Andong mine, Kyungpook. M.S Thesis, Univ. of Joongbu, 14-16pp. (in Korean with English abstract)
- Hwang, J.Y., J.J. Kim and S.S. Ock(1993) Genesis and mineralogy of the serpentinite deposits in the Andong area, Korea. Jour. Korean Inst. Mining Geol. 26(1): 1-10. (in Korean with English abstract)
- Johnson C.M., G.A. Person and P.R. Stout(1952) Molybdenum nutrition of crop plants. Plant and soil 4: 178-196.
- Kim, J.S. and T.Y. Kim(2011) Woody Plants of Korean Peninsula. Dolbegae, Paju, 688pp. (in Korean)
- Kim, J.S.(2014) Plant Diversity and Conservation on Algific Slopes in Korea. Ph.D. Dissertation, Univ. of Kyungpook. 150pp. (in Korean)
- Kim, J.W.(1992) Vegetation of northeast Asia. On the syntaxonomy and syngelography of the oak and beech forests. Ph.D. Dissertation, Univ. of Wien. 314pp.
- Kim, M. H., E.S. Min and S.H. Song(1997) Heavy Metal Contents of *Gypsophila oldhamiana* Growing on Soli Derived from Serpentine. Korean J. Ecol. 20(5): 385-391. (in Korean with English abstract)
- Kim, T.J.(1996) The vegetation of Andong serpentine area. M.S Thesis, Univ. of Chung-Ang, 15-20pp. (in Korean with English abstract)
- Kim, Y.B.(1998) Studies on the vegetation structure of serpentine area in Andong, South Korea. Ph. D. Dissertation, Univ. of Chung-Ang, 28-38pp. (in Korean with English abstract)
- Kim, Y.B.(1999) A study on the flora of serpentine area in Andong. J. Kor. Boita 4: 175-188. (in Korean with English abstract)
- Korea Fern Society(2005) Ferns and Fern Allies of Korea. Geobook, Seoul, 399pp. (in Korean)

- Korea Meteorological Administration(2014) Climatological stand normals of Korea. <http://www.kma.go.kr>
- Korea National Arboretum(2004) Illustrated Grasses of Korea. KNA, Pocheon, 534pp. (in Korean)
- Korea National Arboretum(2008) Illustrated Pteridophytes of Korea. KNA, Pocheon, 547pp. (in Korean)
- Korea National Arboretum(2011) Illustrated Grasses of Korea (Revised and Enlarged Edition). KNA, Pocheon, 600pp. (in Korean)
- Lee, B.Y., G.H. Nam, J.Y. Lee, C.H. Park, C.E. Lim, M.H. Kim, S.J. Lee, T.K. Noh, J.A. Lim, J.E. Han and J.H. Kim(2011a) National List of Species of Korea (Vascular Plants). NIBR, Incheon, 633pp. (in Korean)
- Lee, K.H., E.M. Sun, B.A. Kim and H.T. Im(2014) *Aster hispidus* Thunb. var. *leptocladus* (Makino) Mot. Ito et Soejima (Compositae): unrecorded plant to Korea. Korean J. Pl. Taxon. 44(3): 188-190. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.J., M.J. Lee, K.R. Kang, S.Y. Kim, K.Y. Oh and D.E. Han(2015) Analysis of Relationship Between Geology and Plants of Baekdudaegan Ridgeline. Korea Environment Institute, Seoul, 195pp. (in Korean)
- Lee, T.B.(1980) Illustrated Flora of Korea. Hyangmunsa, Seoul, 791pp. (in Korean)
- Lee, T.B.(2003) Coloured Flora of Korea. Vol. I, II. Hyangmunsa, Seoul, 914pp, 910pp. (in Korean)
- Lee, W.T. and Y.J. Yim(1978) Studies on the distribution of vascular plants in the Korea Peninsula. Korean J. Pl. Taxon. 8(Appendix) 1-33. (in Korean with English abstract)
- Lee, W.T.(1996a) Lineamenta Florae Koreae. Academy Press, Seoul, 1688pp. (in Korean)
- Lee, W.T.(1996b) Standard Illustrations of Korean Plants. Academy Press, Seoul, 624pp. (in Korean)
- Lee, Y.M., S.H. Park, S.Y. Jung, S.H. Oh and J.C. Yang(2011b) Study on the current status of naturalized plants in South Korea. Korean J. Pl. Taxon. 41(1): 87-101. (in Korean with English abstract)
- Lee, Y.N.(1996) Flora of Korea. Gyohaksa, Seoul, 1237pp. (in Korean)
- Lee, Y.N.(2006) New Flora of Korea. Vol. I, II. Gyohaksa, Seoul, 974, 885pp. (in Korean)
- National Institute of Biological Resources(2012) Red Data Book of Endangered Vascular Plants in Korea (Red Data Book 5). Econature, Incheon, 391pp. (in Korean)
- National Institute of Biological Resources(2013) Endemic Species of Korea. NIBR, Incheon, 912pp. (in Korean)
- National Institute of Environmental Research(2012) A Guide to the 4th National Natural Environment Research. NIER, Incheon, pp. 173-226. (in Korean)
- Ock, S.S.(1992) A study on the origin of the Andong serpentinite deposits. Ph. D. Dissertation, Univ. of Pusan, Pusan. 113pp. (in Korean)
- 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, 205pp. (in Korean)
- Oh, H.K., J.H. Rho and Y.H. Choi(2013) A study on the vegetation landscape and management methods of Buyongdae on Hahoe village, Andong. Journal of the Korean Institute of Traditional Landscape Architecture 31(1): 13-27. (in Korean with English abstract)
- Oh, Y.C.(2006) Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korea. Vol. 41. Monocotyledoneae, Cyperaceae, Ministry of Education and Human Resources Development, Seoul, 757pp. (in Korean)
- Pancic, J.(1859) Die Flora der Serpentinberge in Mittle-serbian. Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien, 9: 139-150
- Park, S.H.(2009) New Illustrations and Photographs of Naturalized Plants of Korea. Ilchokak, Seoul, 575pp. (in Korean)
- Proctor, J. and S.R.J. Woodell(1975) The ecology of serpentine soils. Adv. Ecol. Res. 9: 255-366.
- Reevers, R.D., R.M. MacFarlane and R.R. Brooks(1983) Accumulation of nickel and zinc by western North American genera containing serpentine tolerant species. Am. J. Bot. 70: 1297-1303.
- Robinson W.O., G. Edgington and H.G. Byers(1935) Chemical studies of infertile soils derived from rocks high in magnesium and generally high in chromium an nickel. U. S. Dept. Agr. Tech. Bull. 471.
- Ryou, S.H., J.M. Kim, S.S. Cha and J.K. Shim(2010) Decomposition of leaf litter containing heavy metals in the Andong serpentine area, Korea. Kor. J. Env. Eco. 24(4): 426-435. (in Korean with English abstract)
- Shim, J.K., T.J. Kim and Y.B. Kim(1998) Ecological studies of a serpentine area in Korea. Proceedings of the 7th international congress of ecology. 388pp.
- Sultan, M., R.E. Arvidson and N.C. Strushio(1986) Mapping of serpentinites in the eastern desert of Egypt by using landsat thematic mapper data. Geology 14: 995-999.
- Vlams J. and H. Jenny(1948) Calcium deficiency in serpentine soils as revealed by adsorbent technique. Science. 107: 549.
- Walker, R.B.(1954) The ecology of serpentine soils. II. Factors affecting plants growth on serpentine soils. Ecology 35: 259-266.
- Whittaker R.H.(1975) Communities and ecosystems (2nd ed.). Macmillan, New York. 385pp.
- Yim, Y. J. and T. Kira(1975) Distribution of forest vegetation and climate in the Korea peninsula I. Distribution of some indices of thermal climate. Jap. J. Ecol. 25:77-88.

Appendix 1. The list of vascular plants in this study

Taxa	Collection number	Remark
Equisetaceae 속새과		
★ <i>Equisetum arvense</i> L. 쇠뜨기	SMY30	
Ophioglossaceae 고사리삼과		
★ <i>Botrychium ternatum</i> (Thunb.) Sw. 고사리삼	SMY767	
Dennstaedtiaceae 잔고사리과		
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i> (Desv.) Underw. ex A. Heller 고사리	SMY314	
Aspleniaceae 꼬리고사리과		
★ <i>Asplenium incisum</i> Thunb. 꼬리고사리	SMY16	
★ <i>Asplenium ruprechtii</i> Sa. Kurata 저미고사리	SMY44	
Athyriaceae 개고사리과		
★ <i>Athyrium niponicum</i> (Mett.) Hance 개고사리	SMY620	
Thelypteridaceae 처녀고사리과		
★ <i>Thelypteris palustris</i> (Salisb.) Schott 처녀고사리	SMY673	
Dryopteridaceae 관중과		
★ <i>Cyrtomium fortunei</i> J. Sm. 쇠고비	SMY129	I
★ <i>Dryopteris chinensis</i> (Baker) Koidz. 가늘은잎제비고사리	SMY554	
★ <i>Dryopteris sacrosancta</i> Koidz. 애기족제비고사리	SMY268	
Pinaceae 소나무과		
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. 소나무	SMY7	
<i>Pinus rigida</i> Mill. 리기다소나무	SMY145	P
Cupressaceae 측백나무과		
<i>Juniperus rigida</i> Siebold & Zucc. 노간주나무	SMY6	
Lauraceae 녹나무과		
★ <i>Lindera glauca</i> (Siebold & Zucc.) Blume 감태나무	SMY196	
<i>Lindera obtusiloba</i> Blume 생강나무	SMY5	
Ceratophyllaceae 붕어마름과		
★ <i>Ceratophyllum demersum</i> L. 붕어마름	SMY660	
Ranunculaceae 미나리아재비과		
★ <i>Clematis apiifolia</i> DC. 사위질빵	SMY252	
★ <i>Clematis brachyura</i> Maxim. 외대으아리	SMY144	E
<i>Clematis terniflora</i> var. <i>mandshurica</i> (Rupr.) Ohwi 으아리	SMY208	
<i>Pulsatilla cernua</i> var. <i>koreana</i> (Yabe ex Nakai) U. C. La 활미꽃	SMY24	
★ <i>Ranunculus chinensis</i> Bunge 짓가락나물	SMY164	
★ <i>Ranunculus japonicus</i> Thunb. 미나리아재비	SMY120	
★ <i>Ranunculus sceleratus</i> L. 개구리자리	SMY209	
★ <i>Ranunculus silerifolius</i> H. Lévl. 왜짓가락풀	SMY658	
★ <i>Thalictrum minus</i> var. <i>hypoleucum</i> (Siebold & Zucc.) Miq. 쯤평의다리	SMY489	
Menispermaceae 새모래덩굴과		
<i>Cocculus trilobus</i> (Thunb.) DC. 덩덩이덩굴	SMY211	
★ <i>Menispermum dauricum</i> DC. 새모래덩굴	SMY138	
Papaveraceae 양귀비과		
★ <i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i> (H. Hara) Ohwi 애기똥풀	SMY48	
Ulmaceae 느릅나무과		
★ <i>Ulmus parvifolia</i> Jacq. 참느릅나무	SMY852	I
Celtidaceae 팽나무과		
★ <i>Celtis sinensis</i> Pers. 팽나무	SMY442	
Cannabaceae 삼과		
<i>Humulus japonicus</i> Siebold & Zucc. 환삼덩굴	SMY181	
Moraceae 뽕나무과		
★ <i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Her. ex Vent. 꾸지나무	SMY500	
<i>Morus alba</i> L. 뽕나무	SMY133	P
Fagaceae 참나무과		
<i>Castanea crenata</i> Siebold & Zucc. 밤나무	SMY256	P
<i>Quercus acutissima</i> Carruth. 상수리나무	SMY463	
<i>Quercus aliena</i> Blume 갈참나무	SMY179	
<i>Quercus dentata</i> Thunb. 떡갈나무	SMY173	
<i>Quercus mongolica</i> Fisch. ex Ledeb. 신갈나무	SMY398	
<i>Quercus serrata</i> Murray 졸참나무	SMY191	
<i>Quercus variabilis</i> Blume 굴참나무	SMY278	
★ <i>Quercus</i> × <i>mccormickii</i> Carruth. 떡갈참나무	SMY67	
Betulaceae 자작나무과		

Appendix 1. (Continued.)

Taxa	Collection number	Remark
<i>Alnus hirsuta</i> Turcz. ex Rupr. 물오리나무	SMY118	P
Chenopodiaceae 명아주과		
★ <i>Chenopodium album</i> L. 흰명아주	SMY779	N
<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubum</i> Makino 명아주	SMY981	
★ <i>Chenopodium ficifolium</i> Sm. 좁명아주	SMY46	N
★ <i>Chenopodium glaucum</i> L. 취명아주	SMY462	N
Amaranthaceae 비름과		
★ <i>Achyranthes japonica</i> (Miq.) Nakai 쇠무릎	SMY663	
★ <i>Amaranthus patulus</i> Bertol. 가는털비름	SMY695	N
Portulacaceae 쇠비름과		
★ <i>Portulaca oleracea</i> L. 쇠비름	SMY768	
Molluginaceae 석류풀과		
★ <i>Mollugo pentaphylla</i> L. 석류풀	SMY171	
Caryophyllaceae 석죽과		
★ <i>Arenaria serpyllifolia</i> L. 벼룩이자리	SMY13	
★ <i>Cerastium glomeratum</i> Thuill. 양점나도나물	SMY92	N
<i>Dianthus chinensis</i> L. 패랭이꽃	SMY187	
★ <i>Silene firma</i> f. <i>pubescens</i> (Makino) Ohwi & Ohashi 털장구채	SMY518	
★ <i>Silene firma</i> Siebold & Zucc. 장구채	SMY899	
Polygonaceae 마디풀과		
<i>Aconogonon alpinum</i> (All.) Schkuhr 상아	SMY172	
★ <i>Fagopyrum esculentum</i> Moench 메밀	SMY693	P
★ <i>Fallopia dumetorum</i> (L.) Holub 닭의덩굴	SMY570	N
<i>Polygonum aviculare</i> L. 마디풀	SMY190	
<i>Polygonum hydropiper</i> L. 여뀌	SMY826	
★ <i>Polygonum lapathifolium</i> L. 흰여뀌	SMY465	
★ <i>Polygonum lapathifolium</i> var. <i>salicifolium</i> Sibth. 솔흰여뀌	SMY481	
★ <i>Polygonum longisetum</i> Bruijn 개여뀌	SMY680	
★ <i>Polygonum sagittatum</i> var. <i>sieboldii</i> (Meisn.) Maxim. ex Kom. 미꾸리남시	SMY755	
★ <i>Polygonum senticosum</i> (Meisn.) Franch. & Sav. 머느리말뚝개	SMY200	
★ <i>Rumex crispus</i> L. 소리쟁이	SMY447	N
★ <i>Rumex japonicus</i> Houtt. 참소리쟁이	SMY237	
Clusiaceae 물레나물과		
★ <i>Hypericum attenuatum</i> Fisch. ex Choisy 채고추나물	SMY229	R
Tiliaceae 피나무과		
★ <i>Corchoropsis tomentosa</i> (Thunb.) Makino 수까치깨	SMY810	
Malvaceae 아욱과		
<i>Hibiscus trionum</i> L. 수박풀	SMY498	N
Violaceae 제비꽃과		
★ <i>Viola phalacrocarpa</i> Maxim. 털제비꽃	SMY112	
★ <i>Viola yedoensis</i> Makino 호제비꽃	SMY11	
Cucurbitaceae 박과		
★ <i>Sicyos angulatus</i> L. 가시박	SMY745	N
Salicaceae 버드나무과		
<i>Populus × tomentiglandulosa</i> T. B. Lee 은사시나무	SMY127	E, P
★ <i>Salix chaenomeloides</i> Kimura 양버들	SMY379	I
★ <i>Salix gracilistyla</i> Miq. 갯버들	SMY9	
★ <i>Salix korensis</i> Andersson 버드나무	SMY8	
★ <i>Salix koriyanagi</i> Kimura ex Goerz 키버들	SMY479	
Brassicaceae 십자화과		
<i>Berteroella maximowiczii</i> (Palib.) O. E. Schulz 장대냉이	SMY188	
★ <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik. 냉이	SMY17	
★ <i>Cardamine fallax</i> (O. E. Schulz) Nakai 좁쌀냉이	SMY139	
★ <i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl 재속	SMY97	
★ <i>Dontostemon dentatus</i> (Bunge) Ledeb. 가는장대	SMY72	
★ <i>Draba nemorosa</i> L. 꽃다지	SMY29	
★ <i>Lepidium apetalum</i> Willd. 다닥냉이	SMY370	N
★ <i>Lepidium virginicum</i> L. 롱다닥냉이	SMY45	N
★ <i>Rorippa cantoniensis</i> (Lour.) Ohwi 좁개갯냉이	SMY98	
★ <i>Rorippa indica</i> (L.) Hiern 개갯냉이	SMY957	
★ <i>Thlaspi arvense</i> L. 말냉이	SMY26	N

Appendix 1. (Continued.)

Taxa	Collection number	Remark
Ericaceae 진달래과		
★ <i>Rhododendron mucronulatum</i> Turcz. 진달래	SMY3	
Pyrolaceae 노루발과		
<i>Pyrola japonica</i> Klenze ex Alef. 노루발	SMY42	
Ebenaceae 감나무과		
<i>Diospyros lotus</i> L. 고욤나무	SMY216	
Primulaceae 앵초과		
★ <i>Androsace umbellata</i> (Lour.) Merr. 봄맞이꽃	SMY28	
<i>Lysimachia barystachys</i> Bunge 까치수염	SMY231	I
★ <i>Lysimachia davurica</i> Ledeb. 좁쌀풀	SMY471	
Crassulaceae 돌나물과		
<i>Orostachys japonica</i> (Maxim.) A. Berger 바위솔	SMY732	
★ <i>Penthorum chinense</i> Pursh 낙지다리	SMY606	R, IV
Rosaceae 장미과		
<i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb. 짚신나물	SMY619	
★ <i>Duchesnea indica</i> (Andr.) Focke 민뺨딸기	SMY130	
<i>Potentilla chinensis</i> Ser. 딱지꽃	SMY265	
<i>Potentilla discolor</i> Bunge 솜양자꽃	SMY50	R
<i>Potentilla fragarioides</i> L. 양지꽃	SMY19	
★ <i>Potentilla supina</i> L. 개소시랑개비	SMY137	N
★ <i>Prunus armeniaca</i> var. <i>ansu</i> Maxim. 살구나무	SMY10	
<i>Prunus japonica</i> var. <i>nakaii</i> (H. Lévl.) Rehder 이스라지나무	SMY1	
★ <i>Prunus persica</i> (L.) Batsch 복숭아나무	SMY2	
★ <i>Prunus salicina</i> Lindl. 자도나무	SMY4	P
★ <i>Pyrus ussuriensis</i> Maxim. 산돌배나무	SMY149	
★ <i>Rosa multiflora</i> Thunb. 찔레나무	SMY40	
<i>Rubus crataegifolius</i> Bunge 산딸기	SMY34	
★ <i>Rubus oldhamii</i> Miq. 줄딸기	SMY33	
<i>Rubus parvifolius</i> L. 명식딸기	SMY147	
<i>Sanguisorba officinalis</i> L. 오이풀	SMY492	
<i>Spiraea pubescens</i> Turcz. 아구장나무	SMY65	I
<i>Stephanandra incisa</i> (Thunb.) Zabel 국수나무	SMY35	
Fabaceae 콩과		
★ <i>Aeschynomene indica</i> L. 자귀풀	SMY506	
<i>Albizia julibrissin</i> Durazz. 자귀나무	SMY272	P
<i>Amorpha fruticosa</i> L. 족제비싸리	SMY238	N
★ <i>Glycine soja</i> Siebold & Zucc. 돌콩	SMY521	
<i>Indigofera kirilowii</i> Maxim. ex Palib. 땅비싸리	SMY69	
<i>Lespedeza cuneata</i> (Dum. Cours.) G. Don. 비수리	SMY646	
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i> Miq. 참싸리	SMY183	
★ <i>Lespedeza davurica</i> (Laxm.) Schindl. 호비수리	SMY325	III
★ <i>Lespedeza inschanica</i> (Maxim.) Schindl. 청비수리	SMY791	
★ <i>Lespedeza thunbergii</i> ssp. <i>formosa</i> (Vogel) H. Ohashi 중국풀싸리	SMY741	N
<i>Lespedeza tomentosa</i> (Thunb.) Siebold ex Maxim. 개싸리	SMY508	
<i>Lespedeza virgata</i> (Thunb.) DC. 좁싸리	SMY545	
<i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi 쑥	SMY177	
<i>Robinia pseudoacacia</i> L. 아까시나무	SMY37	N, P
<i>Sophora flavescens</i> Aiton 고삼	SMY210	
★ <i>Vicia amoena</i> Fisch. 갈퀴나물	SMY241	
★ <i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb. 얼치기완두	SMY150	
★ <i>Vigna minima</i> (Roxb.) Ohwi & H. Ohashi 좁돌팥	SMY513	
Haloragaceae 개미탑과		
★ <i>Myriophyllum verticillatum</i> L. 물수세미	SMY873	
Lythraceae 부처꽃과		
★ <i>Lagerstroemia indica</i> L. 배롱나무	SMY704	P
<i>Lythrum anceps</i> (Koehne) Makino 부처꽃	SMY676	
Onagraceae 바늘꽃과		
<i>Oenothera biennis</i> L. 달맞이꽃	SMY182	N
Santalaceae 단향과		
★ <i>Thesium chinense</i> Turcz. 제비풀	SMY100	
Celastraceae 노박덩굴과		

Appendix 1. (Continued.)

Taxa	Collection number	Remark
<i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb. 노박덩굴	SMY36	
★ <i>Euonymus alatus</i> f. <i>ciliatodentatus</i> (Franch. & Sav.) Hiyama 회잎나무	SMY359	
Euphorbiaceae 대극과		
★ <i>Acalypha australis</i> L. 개풀	SMY248	
★ <i>Euphorbia esula</i> L. 흰대극	SMY74	II
★ <i>Euphorbia humifusa</i> Willd. ex Schldt. 땅빈대	SMY185	
★ <i>Euphorbia maculata</i> L. 큰땅빈대	SMY226	N
★ <i>Euphorbia supina</i> Raf. 애기땅빈대	SMY635	N
★ <i>Phyllanthus ussuriensis</i> Rupr. & Maxim. 여우주머니	SMY615	
<i>Securinega suffruticosa</i> (Pall.) Rehder 광대싸리	SMY132	
Rhamnaceae 갈매나무과		
<i>Ziziphus jujuba</i> Mill. 대추나무	SMY403	P
★ <i>Ziziphus jujuba</i> var. <i>spinosa</i> (Bunge) Hu ex H. F. Chow 뿔대추나무	SMY205	
Vitaceae 포도과		
★ <i>Ampelopsis brevipedunculata</i> f. <i>ciliata</i> (Nakai) F. Y. Lu 털개머루	SMY586	
Linaceae 아마과		
<i>Linum stelleroides</i> Planch. 개아마	SMY683	III
Polygalaceae 원지과		
<i>Polygala japonica</i> Houtt. 애기풀	SMY105	
<i>Polygala tenuifolia</i> Willd. 원지	SMY80	R, IV
Anacardiaceae 옷나무과		
<i>Rhus javanica</i> L. 불나무	SMY515	
Simaroubaceae 소태나무과		
★ <i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle 가중나무	SMY244	
<i>Picrasma quassioides</i> (D. Don) Benn. 소태나무	SMY439	
Rutaceae 윤향과		
<i>Dictamnus dasycarpus</i> Turcz. 백선	SMY57	I
<i>Zanthoxylum schinifolium</i> Siebold & Zucc. 산초나무	SMY178	
Balsaminaceae 봉선화과		
★ <i>Impatiens textori</i> Miq. 물봉선	SMY702	
Araliaceae 두릅나무과		
★ <i>Aralia elata</i> (Miq.) Seem. 두릅나무	SMY675	
Apiaceae 미나리과		
★ <i>Angelica cartilaginomarginata</i> (Makino ex Y. Yabe) Nakai 처녀바디	SMY685	
<i>Bupleurum falcatum</i> L. 시호	SMY603	
<i>Peucedanum terebinthaceum</i> (Fisch. ex Trevir.) Fisch. ex Turcz. 기름나물	SMY727	
Gentianaceae 용담과		
★ <i>Gentiana squarrosa</i> Ledeb. 구슬봉이	SMY104	
<i>Swertia pseudochinensis</i> H. Hara 자주쓴풀	SMY728	
Asclepiadaceae 박주가리과		
<i>Cynanchum paniculatum</i> (Bunge) Kitag. 산해박	SMY219	
★ <i>Cynanchum wilfordii</i> (Maxim.) Maxim. ex Hook. 큰조롱	SMY227	
★ <i>Metaplexis japonica</i> (Thunb.) Makino 박주가리	SMY254	
Solanaceae 가지과		
★ <i>Solanum lyratum</i> Thunb. 배풍등	SMY578	
★ <i>Solanum nigrum</i> L. 까마중	SMY245	
Convolvulaceae 메꽃과		
★ <i>Calystegia dahurica</i> (Herb.) Choisy 선메꽃	SMY258	III
★ <i>Calystegia hederacea</i> Wall. 애기메꽃	SMY350	
★ <i>Calystegia sepium</i> var. <i>japonica</i> (Choisy) Makino 메꽃	SMY259	
★ <i>Cuscuta pentagona</i> Engelm. 미국실새삼	SMY197	N
Boraginaceae 지치과		
★ <i>Bothriospermum tenellum</i> (Hornem.) Fisch. & C. A. Mey. 꽃받이	SMY956	
★ <i>Trigonotis peduncularis</i> (Trevis.) Benth. ex Baker & S. Moore 꽃마리	SMY153	
Lamiaceae 꿀풀과		
<i>Isodon inflexus</i> (Thunb.) Kudó 산박하	SMY547	
★ <i>Lamium amplexicaule</i> L. 광대나물	SMY18	
★ <i>Leonurus japonicus</i> Houtt. 익모초	SMY575	
★ <i>Mentha arvensis</i> var. <i>piperascens</i> Malinv. ex Holmes 박하	SMY982	
★ <i>Perilla frutescens</i> (L.) Britton 들깨	SMY819	P
<i>Prunella asiatica</i> Nakai 꿀풀	SMY166	

Appendix 1. (Continued.)

Taxa	Collection number	Remark
★ <i>Salvia plebeia</i> R. Br. 배암차즈기	SMY376	
★ <i>Teucrium japonicum</i> Houtt. 개곽향	SMY240	
Plantaginaceae 질경이과		
★ <i>Plantago depressa</i> Willd. 털질경이	SMY253	
Oleaceae 물푸레나무과		
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> Hance 물푸레나무	SMY564	
★ <i>Ligustrum obtusifolium</i> Siebold & Zucc. 쥐똥나무	SMY571	
Scrophulariaceae 현삼과		
★ <i>Lindernia procumbens</i> (Krock.) Borbás 발독외풀	SMY262	
★ <i>Mazus pumilus</i> (Burm. f.) Steenis 주름잎	SMY476	
★ <i>Paulownia coreana</i> Uyeki 오동나무	SMY789	E, P
★ <i>Phtheirospermum japonicum</i> (Thunb.) Kanitz 나도송이풀	SMY705	
<i>Pseudolysimachion linariifolium</i> (Pall. ex Link) Holub 꼬리풀	SMY591	
★ <i>Veronica arvensis</i> L. 선개불알풀	SMY151	N
Acanthaceae 쥐꼬리망초과		
★ <i>Justicia procumbens</i> L. 쥐꼬리망초	SMY657	
Lentibulariaceae 통발과		
★ <i>Utricularia tenuicaulis</i> Miki 참통발	SMY661	
Campanulaceae 초롱꽃과		
<i>Adenophora stricta</i> Miq. 당잔대	SMY736	
<i>Platycodon grandiflorum</i> (Jacq.) A. DC. 도라지	SMY602	
Rubiaceae 꼭두선이과		
★ <i>Galium pogonanthum</i> Franch. & Sav. 산갈퀴	SMY887	
<i>Galium verum</i> var. <i>asiaticum</i> Nakai 솔나물	SMY194	
★ <i>Rubia akane</i> Nakai 꼭두선이	SMY945	
<i>Rubia cordifolia</i> var. <i>pratensis</i> Maxim. 갈퀴꼭두선이	SMY623	
Caprifoliaceae 인동과		
<i>Lonicera japonica</i> Thunb. 인동	SMY430	
Valerianaceae 마타리과		
<i>Patrinia scabiosifolia</i> Fisch. ex Trevir. 마타리	SMY487	
<i>Patrinia villosa</i> (Thunb.) Juss. 뚝갈	SMY527	
Asteraceae 국화과		
★ <i>Artemisia annua</i> L. 개똥쑥	SMY761	
★ <i>Artemisia codonocephala</i> Diels 참쑥	SMY976	
★ <i>Artemisia indica</i> Willd. 쑥	SMY803	
<i>Artemisia japonica</i> Thunb. 제비쑥	SMY296	
★ <i>Artemisia keiskeana</i> Miq. 맑은대쑥	SMY821	
★ <i>Artemisia sacrorum</i> var. <i>iwayomogi</i> (Kitam.) M. S. Park & G. Y. Chung 더위지기	SMY868	
<i>Aster ciliolus</i> Kitam. 개쑥부쟁이	SMY390	
★ <i>Aster incisus</i> Fisch. 가새쑥부쟁이	SMY895	
★ <i>Aster koraiensis</i> Nakai 별개미취	SMY560	E, P
★ <i>Aster pilosus</i> Willd. 미국쑥부쟁이	SMY749	N
<i>Atractylodes ovata</i> (Thunb.) DC. 삼주	SMY313	
★ <i>Bidens biternata</i> (Lour.) Merr. & Sherff 털도깨비바늘	SMY559	
★ <i>Bidens frondosa</i> L. 미국가막사리	SMY805	N
★ <i>Bidens pilosa</i> L. 울산도깨비바늘	SMY964	N
★ <i>Bidens tripartita</i> L. 가막사리	SMY809	
★ <i>Breca segeta</i> (Bunge) Kitam. 조뱅이	SMY93	
★ <i>Centaurea cyanus</i> L. 수레국화	SMY348	N
<i>Cirsium japonicum</i> Fisch ex DC. 엉겅퀴	SMY142	
★ <i>Cirsium pendulum</i> Fisch. ex DC. 큰엉겅퀴	SMY989	I
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist 망초	SMY318	N
★ <i>Cosmos bipinnatus</i> Cav. 코스모스	SMY1000	N, P
★ <i>Crepidiastrum denticulatum</i> (Houtt.) J. H. Pak & Kawano 이고들빼기	SMY814	
★ <i>Crepidiastrum sonchifolium</i> (Bunge) J. H. Pak & Kawano 고들빼기	SMY55	
<i>Dendranthema boreale</i> (Makino) Ling ex Kitam. 산국	SMY892	
★ <i>Eclipta prostrata</i> (L.) L. 한련초	SMY212	
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers. 개망초	SMY297	N
★ <i>Eupatorium lindleyanum</i> DC. 골등골나물	SMY184	
★ <i>Helianthus tuberosus</i> L. 뚝단지	SMY939	N, P
★ <i>Hemistepta lyrata</i> Bunge 지칭개	SMY56	

Appendix 1. (Continued.)

Taxa	Collection number	Remark
★ <i>Inula britannica</i> var. <i>japonica</i> (Thunb.) Franch. & Sav. 금불초	SMY677	
<i>Inula salicina</i> var. <i>asiatica</i> Kitam. 버들금불초	SMY690	
★ <i>Ixeridium dentatum</i> f. <i>amplifolia</i> Hiyama 흰씀바귀	SMY71	
★ <i>Ixeris chinensis</i> (Thunb.) Kitag. 노랑선씀바귀	SMY51	
★ <i>Ixeris polycephala</i> Cass. 벌씀바귀	SMY47	
<i>Leibnitzia anandria</i> (L.) Turcz. 송나물	SMY14	
<i>Rhaponiticum uniflorum</i> (L.) DC. 뽕꼭채	SMY156	II
★ <i>Saussurea pulchella</i> (Fisch.) Fisch. ex Colla 각시취	SMY733	
★ <i>Scorzonera albicaulis</i> Bunge 쇠채	SMY469	
★ <i>Scorzonera austriaca</i> ssp. <i>glabra</i> (Rupr.) Lipsch. & Krasch. ex Lipsch. 멧쇠채	SMY32	R, III
<i>Senecio argunensis</i> Turcz. 쑥방망이	SMY724	R
★ <i>Senecio vulgaris</i> L. 개쑥갓	SMY769	N
<i>Serratula coronata</i> ssp. <i>insularis</i> (Hjlin) Kitam. 산비장이	SMY780	
★ <i>Sigesbeckia pubescens</i> Makino 털진득찰	SMY770	
<i>Solidago virgaurea</i> ssp. <i>asiatica</i> Kitam. ex H. Hara 미역취	SMY717	
★ <i>Taraxacum coreanum</i> Nakai 흰민들레	SMY54	
★ <i>Taraxacum platycarpum</i> Dahlst. 민들레	SMY25	
★ <i>Tephroses kirilowii</i> (Turcz. ex DC.) Holub 솜방망이	SMY110	
★ <i>Xanthium canadense</i> Mill. 큰도꼬마리	SMY557	N
<i>Youngia japonica</i> (L.) DC. 뿌리뱅이	SMY108	
Alismataceae 택사과		
★ <i>Sagittaria sagittifolia</i> var. <i>leucopetala</i> Miq. 벼풀	SMY504	
Hydrocharitaceae 자라풀과		
★ <i>Ottelia alismoides</i> (L.) Pers. 물질경이	SMY764	II
Potamogetonaceae 가래과		
★ <i>Potamogeton crispus</i> L. 말즘	SMY453	
★ <i>Potamogeton distinctus</i> A. Benn. 가래	SMY170	
Acoraceae 창포과		
★ <i>Acorus calamus</i> L. 창포	SMY482	R
Commelinaceae 닭의장풀과		
★ <i>Commelina coreana</i> H. Lévl. 좀닭의장풀	SMY494	
Juncaceae 골풀과		
★ <i>Juncus effusus</i> var. <i>decipiens</i> Buchenau 골풀	SMY264	
Cyperaceae 사초과		
★ <i>Bolboschoenus fluviatilis</i> (Torr.) Soják 큰매자기	SMY475	
★ <i>Carex breviculmis</i> R. Br. 청사초	SMY27	
★ <i>Carex brownii</i> Tuck. 흰꼬리사초	SMY101	
★ <i>Carex ciliatomarginata</i> Nakai 털대사초	SMY49	
★ <i>Carex dimorpholepis</i> Steud. 이삭사초	SMY103	
★ <i>Carex dispalata</i> Boott ex A. Gray 삿갓사초	SMY484	
★ <i>Carex gifuensis</i> Franch. 애기감동사초	SMY22	III
★ <i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i> (H. Lévl. & Vaniot) Ohwi 가는잎그늘사초	SMY21	
★ <i>Carex laevissima</i> Nakai 애팽이사초	SMY135	
<i>Carex lanceolata</i> Boott 그늘사초	SMY23	
★ <i>Carex leiorhyncha</i> C. A. Mey. 산팽이사초	SMY405	
★ <i>Carex maximowiczii</i> Miq. 왕비늘사초	SMY473	
★ <i>Carex nervata</i> Franch. & Sav. 양지사초	SMY154	I
★ <i>Carex neurocarpa</i> Maxim. 팽이사초	SMY255	
★ <i>Carex polyschoena</i> H. Lévl. & Vaniot 가지청사초	SMY15	
★ <i>Cyperus difformis</i> L. 알방동산이	SMY613	
★ <i>Cyperus globosus</i> Forssk. 드렁방동산이	SMY617	
★ <i>Cyperus glomeratus</i> L. 물방동산이	SMY864	
★ <i>Cyperus iria</i> L. 참방동산이	SMY633	
★ <i>Cyperus microiria</i> Steud. 금방동산이	SMY610	
★ <i>Cyperus sanguinolentus</i> Vahl 방동산이대加里	SMY746	
<i>Eleocharis acicularis</i> f. <i>longiseta</i> (Svenson) T. Koyama 쇠털골	SMY456	
★ <i>Eleocharis attenuata</i> f. <i>laeviseta</i> (Nakai) Hara 참바늘골	SMY266	
★ <i>Eleocharis congesta</i> var. <i>japonica</i> (Miq.) T. Koyama 바늘골	SMY434	
★ <i>Eleocharis wichurii</i> Boeck. 쯤네모골	SMY261	
★ <i>Fimbristylis autumnalis</i> (L.) Roem. & Schult. 애기하늘지기	SMY624	
★ <i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl 하늘지기	SMY625	

Appendix 1. (Continued.)

Taxa	Collection number	Remark
★ <i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl 바람하늘지기	SMY501	
★ <i>Fimbristylis squarrosa</i> Vahl 민하늘지기	SMY664	
★ <i>Fimbristylis tristachya</i> var. <i>subbispicata</i> (Nees & Meyen) T. Koyama 풀하늘지기	SMY628	
★ <i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb. 가시파대가리	SMY263	
★ <i>Schoenoplectiella hotarui</i> (Ohwi) J. Jung & H.-K. Choi 좁을쟁이골	SMY609	
★ <i>Schoenoplectiella juncooides</i> (Roxb.) Lye 올챙이골	SMY631	
Poaceae 화본과		
★ <i>Agropyron ciliare</i> (Trin.) Franch. 속털개밀	SMY425	
★ <i>Agropyron ciliare</i> var. <i>hackelianum</i> (Honda) Ohwi 가는개밀	SMY257	
★ <i>Agropyron tsukushiense</i> var. <i>transiens</i> (Hack.) Ohwi 개밀	SMY372	
★ <i>Alopecurus aequalis</i> Sobol. 독새풀	SMY480	
★ <i>Arthraxon hispidus</i> (Thunb.) Makino 조개풀	SMY784	
★ <i>Arundinella hirta</i> var. <i>ciliata</i> (Thunb.) Koidz. 털새	SMY232	
★ <i>Beckmannia syzigachne</i> (Steud.) Fernald 개피	SMY421	
★ <i>Bothriochloa ischaemum</i> (L.) Keng 바람이새	SMY799	
★ <i>Bromus japonicus</i> Thunb. 참새귀리	SMY41	
★ <i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth 실새풀	SMY754	
★ <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth 산조풀	SMY485	
★ <i>Capillipedium assimile</i> (Steud.) A. Camus 나도기름새	SMY532	
<i>Cleistogenes hackelii</i> (Honda) Honda 대새풀	SMY288	
★ <i>Coix lacryma-jobi</i> var. <i>ma-yuen</i> (Rom. Caill.) Staf ex Hook. f. 울무	SMY975	P
<i>Cymbopogon tortilis</i> ssp. <i>goeringii</i> (Steud.) T. Koyama 개솔새	SMY650	
★ <i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop. 바랭이	SMY507	
★ <i>Digitaria violascens</i> Link 민바랭이	SMY706	
★ <i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) P. Beauv. 돌피	SMY514	
★ <i>Echinochloa crusgalli</i> var. <i>oryzicola</i> (Vasinger) Ohwi 물피	SMY503	
★ <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. 왕바랭이	SMY655	
★ <i>Elymus repens</i> (L.) Gould 구주개밀	SMY412	N
<i>Eragrostis ferruginea</i> (Thunb.) P. Beauv. 그렁	SMY582	
★ <i>Eragrostis japonica</i> (Thunb.) Trin. 각시그렁	SMY857	
★ <i>Eragrostis multicaulis</i> Steud. 비노리	SMY996	
★ <i>Eragrostis pilosa</i> (L.) P. Beauv. 큰비노리	SMY682	
★ <i>Eriochloa villosa</i> (Thunb.) Kunth 나도개피	SMY223	
<i>Festuca ovina</i> L. 김의털	SMY114	
★ <i>Hemarthria compressa</i> var. <i>japonica</i> Hack. 쇠치기풀	SMY267	
★ <i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i> (Retz.) Benth. ex Pilg. 띠	SMY43	
★ <i>Koeleria cristata</i> Pers. 도랑이피	SMY140	
★ <i>Microstegium vimineum</i> var. <i>imberbe</i> (Nees ex Steud.) Honda 큰뜸성이삭새	SMY781	
<i>Miscanthus sinensis</i> Andersson 억새	SMY538	
★ <i>Oplismenus undulatifolius</i> (Ard.) Roem. & Schult. 주름조개풀	SMY247	
★ <i>Panicum virgatum</i> L. 큰개기장	SMY217	N
★ <i>Paspalum thunbergii</i> Kunth ex Steud. 참새피	SMY644	
<i>Pennisetum alopecuroides</i> (L.) Spreng. 수크렁	SMY497	
★ <i>Phragmites communis</i> Trin. 갈대	SMY762	
<i>Phragmites japonica</i> Steud. 달뿌리풀	SMY220	
★ <i>Poa pratensis</i> L. 왕포아풀	SMY126	N
<i>Schizachyrium brevifolium</i> (Sw.) Nees & Büse 쇠풀	SMY796	
★ <i>Setaria glauca</i> (L.) P. Beauv. 금강아지풀	SMY511	
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv. 강아지풀	SMY193	
★ <i>Setaria × pycnocomma</i> (Steud.) Henrard ex Nakai 수강아지풀	SMY330	
★ <i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench 수수	SMY701	P
<i>Spodipogon cotulifer</i> (Thunb.) Hack. 기름새	SMY524	
<i>Spodipogon sibiricus</i> Trin. 큰기름새	SMY598	
<i>Stipa pekinensis</i> Hance 나래새	SMY540	
<i>Themeda triandra</i> ssp. <i>japonica</i> (Willd.) T. Koyama 솔새	SMY233	
★ <i>Trisetum bifidum</i> (Thunb.) Ohwi 잠자리피	SMY59	
<i>Zoysia japonica</i> Steud. 잔디	SMY68	P
Typhaceae 부들과		
★ <i>Typha orientalis</i> C. Presl. 부들	SMY699	
Pontederiaceae 물옥잠과		
★ <i>Monochoria vaginalis</i> var. <i>plantaginea</i> (Roxb.) Solms 물달개비	SMY611	

Appendix 1. (Continued.)

Taxa	Collection number	Remark
Liliaceae 백합과		
<i>Allium sacculiferum</i> Maxim. 참산부추	SMY837	
★ <i>Asparagus oligoclonos</i> Maxim. 방울비짜루	SMY53	II
<i>Lilium amabile</i> Palib. 털중나리	SMY338	
★ <i>Liriope spicata</i> (Thunb.) Lour. 개맥문동	SMY302	
★ <i>Polygonatum thunbergii</i> C. Morren & Decne. 산둥골레	SMY486	
<i>Scilla scilloides</i> (Lindl.) Druce 무릇	SMY537	
Amaryllidaceae 수선화과		
★ <i>Lycoris squamigera</i> Maxim. 상사화	SMY665	P
Iridaceae 붓꽃과		
<i>Iris rossii</i> Baker 각시붓꽃	SMY20	
Smilacaceae 청미래덩굴과		
★ <i>Smilax china</i> L. 청미래덩굴	SMY38	
<i>Smilax riparia</i> A. DC. 밀나물	SMY459	
<i>Smilax sieboldii</i> Miq. 청가시덩굴	SMY128	
★ <i>Smilax sieboldii</i> var. <i>inermis</i> Nakai 민청가시덩굴	SMY440	
Dioscoreaceae 마과		
★ <i>Dioscorea oppositifolia</i> L. 마	SMY175	
Orchidaceae 난초과		
★ <i>Cephalanthera longibracteata</i> Blume 은대난초	SMY63	

*E: Endemic plants; N: Naturalized plants; P: Planted plants; R: Red list of vascular plants; IV, III, II, I: Floristic regional indicator plants; ★: Newly found in this study

Appendix 2. Vegetation Survey questionnaire for each point

No.	1	2	3	4	5	6	7
Elevation(m)	98	99	119	139	125	135	112
Aspect	N	NNW	E	N	NW	SSE	SW
slope(°)	5	5	5	5	5	10	10
T1(m)	8	10	10	6	8	7	6
T1(%)	85	80	90	80	80	80	80
T2(m)	6	6	6				
T2(%)	20	30	30				
S(m)	2	3	3.5	2	4	2.5	2
S(%)	60	60	30	50	50	30	70
H(m)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	1	0.7
H(%)	80	30	30	70	40	20	60
No. of species	44	30	44	30	37	26	20
T1	<i>Pinus densiflora</i>	5	5	5	5	5	5
	<i>Pinus densiflora</i>	1	1	2			
	<i>Quercus acutissima</i>						
	<i>Quercus variabilis</i>		2				
	<i>Quercus mongolica</i>	1					
T2	<i>Celtis sinensis</i>	1	1				
	<i>Diospyros lotus</i>	2					
	<i>Castanea crenata</i>		3				
	<i>Robinia pseudo-acacia</i>	1	1				
	<i>Juniperus rigida</i>			1			
	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	3	3	3	3	3	3
	<i>Quercus mongolica</i>	2			1		
	<i>Quercus serrata</i>	1		+		+	
	<i>Quercus variabilis</i>						+
	<i>Quercus dentata</i>				1	+	
	<i>Robinia pseudo-acacia</i>				1		2
	<i>Rhus chinensis</i>	1					
	<i>Prunus japonica</i> var. <i>nakaii</i>	1					+
	<i>Castanea crenata</i>	1	1	1	1	+	
	<i>Lindera obtusiloba</i>		+	+	1		+
	<i>Diospyros lotus</i>		2	1	1	+	+
	<i>Rhus trichocarpa</i>			+			1
S	<i>Rhododendron mucronulatum</i>		+				
	<i>Stephanandra incisa</i>		1	1			
	<i>Juniperus rigida</i>	+		+	1	1	+
	<i>Picrasma quassioides</i>	+			+		+
	<i>Celtis sinensis</i>	1	+	+			
	<i>Lespedeza bicolor</i>	1			1	1	
	<i>Securinega suffruticosa</i>		+		1		
	<i>Alnus hirsuta</i>				1		
	<i>Spiraea blumei</i>				1		1
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>				1		
	<i>Smilax sieboldii</i>	1	+				
	<i>Rubus crataegifolius</i>	1					
	<i>Elaeagnus glabra</i>			+	+		

Appendix 2. (Continued.)

	<i>Stipa sibirica</i>				1			
	<i>Smilax sieboldii</i>	1	1	1	+	1	+	
	<i>Cocculus trilobus</i>	+	1	+	+		1	1
	<i>Dictamnus dasycarpus</i>	3		1	+	+	+	
	<i>Carex lanceolata</i>	2	1	1	3	3		
	<i>Oplismenus undulatifolius</i>	2	1	3		+		
	<i>Themeda triandra</i> var. <i>japonica</i>							3
	<i>Rubus crataegifolius</i>						+	2
	<i>Spodiopogon sibiricus</i>				2	1		1
	<i>Arundinella hirta</i>	1		+		+	+	
	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	1					+	
	<i>Asparagus cochinchinensis</i>	1		+			+	
	<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>				+	1	+	
	<i>Securinega suffruticosa</i>		2	+	+	+		
	<i>Rubus parvifolius</i>		1					
	<i>Robinia pseudo-acacia</i>		1					
	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	+	1		1		+	
	<i>Smilax china</i>		1		1		+	
	<i>Isodon excisus</i>	+	1	+		+		+
	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i>						2	
	<i>Rosa multiflora</i>	1						
	<i>Galium verum</i> var. <i>asiaticum</i>	+	+	+	+	+		+
	<i>Lindera obtusiloba</i>		+	+	+	+		+
	<i>Quercus serrata</i>	+	+	+	+		+	+
	<i>Sanguisorba officinalis</i>	+	+		+		+	+
	<i>Diospyros lotus</i>	+	+		+	+		
H	<i>Atractylodes japonica</i>	+			+	+	+	
	<i>Thalictrum minus</i> var. <i>hypoleucum</i>	+		+	+			
	<i>Indigofera kirilowii</i>				+	+	+	
	<i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i>		+	+		+		
	<i>Lespedeza cuneata</i>				+	+	+	+
	<i>Castanea crenata</i>	+	+			+	+	
	<i>Agrimonia pilosa</i>	+		+				
	<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i>	+		+	+			
	<i>Polygala japonica</i>	+			+	+		
	<i>Artemisia keiskeana</i>			+	+			
	<i>Iris nertschinskia</i>		+	+		+		
	<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>ussuriense</i>	+		+			+	
	<i>Lespedeza bicolor</i>			+		+	+	
	<i>Juniperus rigida</i>			+				+
	<i>Platycodon grandiflorum</i>	+				+		
	<i>Quercus mongolica</i>	+			+			
	<i>Lonicera japonica</i>			+			+	
	<i>Peucedanum terebinthaceum</i>		+			+		
	<i>Clematis mandshurica</i>	+			+			
	<i>Celastrus orbiculatus</i>	+	+					
	<i>Celtis sinensis</i>	+	+					
	<i>Pinus densiflora</i>						+	+
	<i>Pyrola japonica</i>			+		+		
	<i>Quercus dentata</i>					+	+	
	<i>Rubia akane</i>	+		+				
	<i>Leibnitzia anandria</i>		+			+		

*Companion species that in fewer than 2 stands were omitted (including above cover degree1)