

안동 사문암 지대의 식물상에 관한 연구

김용범

중앙대학교 자연과학대학 생물학과

A study on the flora of serpentine area in Andong

KIM, Yong Beom

Department of Biology, Chung-ang University

Abstract

Floristic composition of serpentine area in Andong(36°31' ~ 36°32' N, 128°26' ~ 128°30' E) has studied from August, 1996 to August, 1998. The flora of vascular plants investigated in this survey was composed of 174 taxa belonging to 55 families, 122 genera, 145 species, 26 varieties and 3 formae. They were dominated by Compositae, Gramineae, Rosaceae and Leguminosae. Dominant species of them had a relatively xerophytic character which was *Sanguisorba officinalis*, *Dictamnus dasycarpus*, *Thalictrum aquilegifolium*, and *Themeda triandra* var. *japonica*.

By Raunkiaer's life form spectrum, hemicryptophytes, geophytes, microphanerophytes, nanophanerophytes, therophytes, epiphytes and chamaephytes were showed 43.1%, 17.2%, 17.8%, 10.9%, 9.2%, 1.2%, 0.6%, respectively.

In particular, there was *Astragalus membranaceus* being "the protection plant species" indicated by the Ministry of Environment. Also the naturalized plants were 4 taxa(*Hibiscus trionum*, *Oenothera odorata*, *Erigeron annuus*, and *Erigeron canadensis*) and Urban Index(UI) was 2.2%.

서론

사문암(Serpentine)은 표면이 매끄럽고 녹색을 띠며, 아주 검은 화강암처럼 보이는 초염기성인 관입암으로부터 변성에 의하여 형성된 암석이다. 화학적으로 보면, 이들 암석은 화강암과 같은 산성암과 크게 다르며, 한편으로는 석회암과도 완

전히 다르다. 사문암은 일반적으로 아주 많은 Fe와 Mg를 함유하고 있고, Ni, Cr과 Co를 많이 품고 있으나, Ca, K, Na, Al은 적게 품고 있다. 사문암으로부터 형성된 토양은 다른 토양과 비교해서 원소들의 불균형을 이루어 화학적으로 독특하다. 따라서 이 토양이 지탱하는 식물군 또한 특이하다. 그 특이의 정도는 기후, 지표면의 연

령, 사문암 지대 면적의 크기, 다른 지대와의 근접정도, 그리고 그 사문암의 화학적 조성에 좌우된다(Whittaker, 1975).

남한의 사문암광상은 16개의 광구가 등록되어 있으며 안동지역과 울산지역을 제외하고는 광업지원기관의 탐광 보고서 혹은 도폭 설명서에 간략히 기재된 정도일 뿐, 정밀조사 또는 연구된 기발간된 자료는 전무한 실정이다(최 등, 1990). 남한의 사문암지대는 대한광업진흥공사(1997)의 자료에 의하면 경기의 가평, 경북의 안동, 경남의 울산, 충남의 홍성, 청양, 부여 지역에 분포하고 있다.

안동 사문암 광산주변 지역에는 안동단층이 가로질러져 있으며, 시대미상의 편마암류와 이를 관입한 쥐라기의 흑운모화강암이 안동단층을 경계로 북부지역에 분포하고 있다(Fig. 1). 이들 암층을 부정합으로 덮고있는 백악기 경상누층군의 퇴적암류가 넓게 분포한다. 안동 사문암지역 중생대 경상계의 퇴적암류와 안동 단층 형성 후기에 관입한 초염기성암이 구조적으로 상승하는 도중에 열수변질작용에 의해 사문암화가 진행된 것으로 생각되며, 길이는 약 3.5km, 폭은 약 1.2km의 타원형상이며, 안동단층대를 따라 단층대의 남쪽에 분포한다(옥, 1992; 황 등, 1993).

본 연구는 이제까지 전혀 알려지지 않은 사문암 지대의 식물상을 밝히고, 식물의 다양성, 서식지 보전 연구, 식생연구를 위한 기초적인 자료에 기여함을 목적으로 하고 있다.

조사지 개황

본 연구의 조사지는 남한의 대표적인 사문암 지대로서 경북 안동군 풍천면 광덕동 일대에 분포하고, 위치는 36° 31' ~ 36° 32' N, 128° 26' ~

128° 30' E에 있으며 220m 이하의 산지대로 형성되어 있다. 조사지역의 북쪽으로는 동에서 서로 낙동강이 흐르고 있고, 북동쪽으로는 하회마을이 위치하며, 남서쪽으로는 봉화산(401m), 남동쪽으로는 마늘봉(364m)이 위치하고 있다(Fig. 2). 조사지역으로 부터 약 4km 떨어진 풍천의 측우소(36° 57' N, 128° 50' E)의 기상자료(1993 ~ 1997, 자동기상관측년보)를 이용하면 연평균 기온은 12.4°C이고, 연평균 강수량은 970.2mm이었으며, Yim and Kira(1975)에 의거하여 산출한 온량지수(Warmth Index)와 한랭지수(Coldness Index)는 각각 104.4°C, -16.1°C으로 나타났다. 한편 이와 임(1978)에 의하면 이 지대는 식물구계구분으로 보면 중부아구에 속한다.

현지 주민들에 의하면, 1970년대 이전에 자생한 대추나무(*Zizyphus jujuba* var. *inermis*)는 묘목으로, 원지(*Polygola tenuifolia*)는 한약재로 사용하기 위해 많이 채취되어 '원지산'이라 불렀다고 한다.

조사방법

안동 사문암 지대의 관속식물을 대상으로 1996년 8월부터 1998년 8월까지 6회에 걸쳐 사문암 전체지역을 현지조사와 채집을 하였으며, 조사 및 채집한 것을 이(1980), 이(1997) 등의 식물도감에 의거하여 동정 및 분류한 후, 식물목록에 사용한 분류체계는 Fuller & Tippo의 분류체계에 의한 이(1980)의 방법에 따라 식물분포목록을 작성하였다(Appendix 1).

그리고 도시화지수(임과 전, 1980)로 이용되고 있는 귀화식물(박, 1995), 환경부지정 멸종위기 및 보호야생식물종(환경부, 1998), Raunkiaer(1934)의 생활형을 검토하였다.

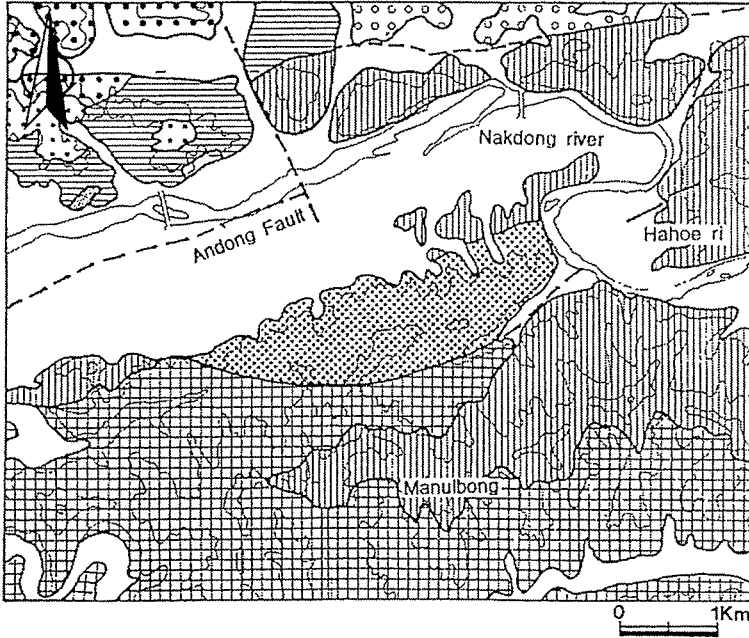


Fig. 1. Geologic map of the study area (Korean Institute of Energy and Resources, 1988).

- | | | | | | | | |
|--|--------------------|--|---------------|--|-----------------|--|-----------------------------|
| | Ilchick fomation | | Serpentine | | Chinju fomation | | Leucocratic granitic gneiss |
| | Hasandong fomation | | Banded gneiss | | Biotite granite | | Limestone |

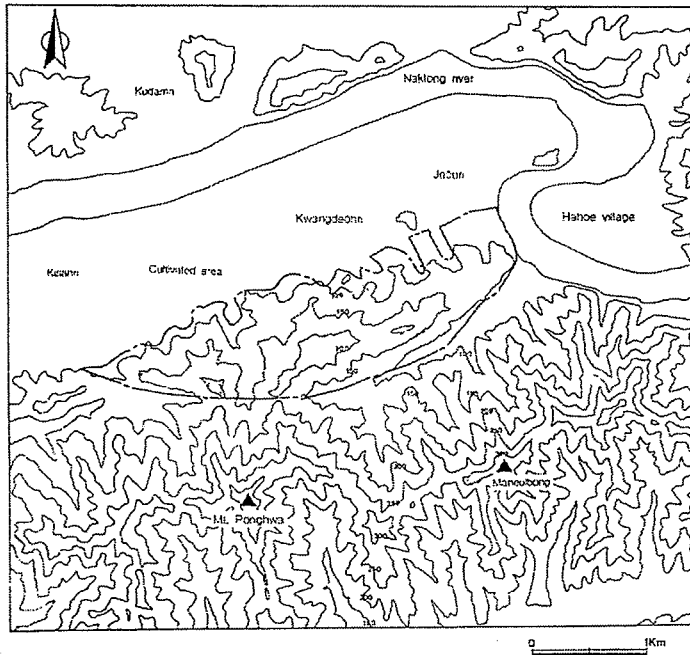


Fig. 2. Topography of serpentine and its surrounding area in Andong.

--- : Boundary of serpentine area

결과 및 고찰

이제까지 국내에서 밝혀진 사문암지대의 식물상 및 식생에 대한 연구는 전무하다. 그러나 현재 밝혀진 외국의 예를 보면, 동일한 기후 하에서의 사문암과 비사문암(Non-serpentine)을 대비하여 본 결과 식생형이 Quebec에서는 Tundra와 Taiga, Oregon에서는 사반나(Savannah)와 관목림(Scrub), California에서는 Chaparral과 참나무소림(Oak woodland), Cuba와 New Caledonia에서는 사반나와 열대림, New Zealand에서는 덩불 초지(tussock grassland)와 남양 너도밤나무림(southern beech forest)으로 대조를 이루고 있다. 사문암 지대의 식생형이 특이할 뿐 아니라, 사문암 군집의 종조성 또한 인접 비사문암 토양에 나타나는 군집과 다르고, 양자사이의 생태형(ecotype)이 다르다는 것이 알려졌다. 또 세계적으로 사문암 지대에는 희귀종이 많은 것이 주목되고 있다. 사문암 지대에 특이한 식생이나 고유종, 특수한 종조성을 가진 군집들이 많이 밝혀졌는데, 성장이 더딘 *Pinus densiflora* 림이나 *Thujopsis* 림 등은 그 예이다.

Del Moral(1972)은 미국 Washington주의 Wenatchee Mountains에서 사문암과 비사문암 토양에 대한 식생의 다양성유형(diversity pattern)을 제시하였고, Whittaker(1954, 1960)는 미국 서부에 있는 Southern Oregon의 Siskiyou Mountains에서 사문암과 인접한 섬록암 노두지(diorite outcrops)의 식생을 비교하였다. 그에 의하면 섬록암에서는 주로 울폐 상록림(dense evergreen forest)인 *Pseudotsuga taxifolia*, *Chamaecyparis lawsoniana*와 경엽관목(sclerophyllous shrubs)으로 구성되어 있으며, 사문암에서는 *Pinus monticola*로 이루어진 소림(open stands)을 나타내고 그 하층에는 관목(shrubs), 초본(herbs), 소택(bogs)과 습지(marshes)로 구성되어 있다. 사문암에서

는 교목이 출현하지 않았으며 단지 관목만이 분포하였고, 섬록암에서는 소나무가 분포하지 않았다.

본 조사지대는 동서로 뻗은 능선을 경계로 남북 사면으로 구분되고, 정상부의 동부에는 소나무림, 서부에는 조립된 리기다소나무림, 사문암이 노두에 많이 노출된 지역에는 초지가 넓게 분포한다. 사문암 지대의 평지의 일부는 경작지와 주거지로 이용되고 있다. 이밖에 굴참나무림, 물오리나무식재림, 은사시나무식재림, 아까시나무식재림이 분포하며 아까시나무 - 굴참나무림, 굴참나무 - 소나무림이 혼합하여 분포한다.

초지는 주로 사문암이 노출된 암반 주변부와 사문암이 풍화되어 얇은 토양층을 형성하고 있는 능선부에 분포하며, 이것은 자연 또는 이차적으로 형성된 것으로 보인다. 대체로 보아 잔디(*Zoysia japonica*), 새(*Arundinella hirta*), 개솔새(*Cymbopogon tortilis* var. *goeringii*), 솔새(*Themeda triandra* var. *japonica*)의 순으로 우점하고, 장대냉이(*Berteroella maximowiczii*)와 비수리(*Lespedeza cuneata*)가 출현 빈도가 높다. 이들 우점종 외에 방아풀(*Isodon japonica*), 솔나물(*Galium verum* var. *asiaticum*), 산해박(*Cynanchum paniculatum*), 패랭이꽃(*Dianthus sinensis*), 아구장나무(*Spiraea pubescens*), 백선(*Dictamnus dasycarpus*) 등의 종군이 13개 표본구중 7개 표본구에 국한하여 분포하는데 이것은 토심에 기인한 것으로 보인다(Table 1). 한편, 잔디는 식피율이 30~80%, 식물고는 약 30 ~ 100cm이고, 새, 개솔새 그리고 솔새는 식피율이 30~90%, 식물고 약 30 ~ 100cm로 우점하고 있으며 patch 형태를 이루며 분포하는 것이 특징이다. 입지는 사문암 지대의 암석이 노출된 곳이며, 사문암이 풍화되어 얇은 토양층을 이루고 있어서 수분이 매우 부족한 지대이다. 반면에 방아풀, 솔나물, 산해박, 패랭이꽃, 아구장나무, 그리고 백선 등은

Table 1. Floristic composition table of grassland for serpentine area in Andong(김, 1998)

Serial number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Relev number	11	12	13	14	15	9	3	7	8	5	2	10	1
Altitude (m)	200	170	180	180	200	210	190	180	170	180	200	190	180
Slope aspect	-	-	-	-	-	-	W	-	-	-	S	-	SE
Slope degree(°)	L	L	L	L	L	L	30	L	L	L	40	L	30
Quadrat size(m ²)	2.5	4	4	4	4	4	1	21	35	25	25	25	25
Height of herb layer(m)	0.5	0.7	0.3	0.7	0.7	0.7	0.6	1	1	0.7	0.8	1	0.5
Coverge of herb layer(%)	30	40	30	60	80	40	40	70	90	70	80	70	30
Number species	4	7	6	8	9	10	14	17	18	19	21	25	28
<i>Zoysia japonica</i>	3.3	3.3	3.3	4.4	4.4	3.3	3.3	+2	·	·	+2	+2	+2
<i>Arundinella hirta</i>	+	+	+2	2.2	+	+	+2	3.3	4.4	3.3	·	3.3	3.3
<i>Lespedeza cuneata</i>	·	+	+	+2	+	+	·	+	+	+	+2	+	+
<i>Berteroella maximowiczii</i>	·	+	+	+	+	·	+	+2	+	+	+	+	+
<i>Cymbopogon tortilis</i> var. <i>goeringii</i>	+2	+2	+	2.2	+2	+2	+	·	+2	3.3	·	+2	2.2
<i>Themeda triandra</i> var. <i>japonica</i>	·	+2	·	·	+2	+	·	·	2.2	+2	3.3	+2	3.3
<i>Isodon japonica</i>	·	·	·	·	·	·	+	+2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
<i>Galium verum</i> var. <i>asiaticum</i>	·	·	·	·	·	·	+	+2	+2	+2	+2	+	+
<i>Cynanchum paniculatum</i>	·	·	·	·	·	·	+	·	+	+	·	+	+
<i>Dianthus sinensis</i>	·	·	·	·	·	+	·	+	+	+	+	·	·
<i>Spiraea pubescens</i>	·	·	·	·	·	·	+	·	·	+2	+	+2	+
<i>Dictamnus dasycarpus</i>	·	·	·	·	·	·	+	·	·	+	·	+	+

주로 남동사면에 분포하고 있으며 약 5cm 정도의 토양층이 발달하고 있으나 비교적 수분이 부족한 지대이다.

본 초지는 향후 인위적인 간섭 정도에 따라 토양층이 극히 빈약한 곳에서는 지속적으로 유지될 것으로 판단되지만, 토양 발달과 인위적인 간섭 강도가 적은 곳은 보다 키가 큰 억새군락으로 변해갈 것으로 생각된다.

소나무림은 지리적 자연림 또는 이차림으로 보이나 부분적으로 식재된 것인지는 분명치 않다. 초본층에는 오이풀(*Sanguisorba officinalis*), 백선(*Dictamnus dasycarpus*), 핑의다리(*Thalictrum aquilegifolium*), 솔새(*Themeda triandra* var. *japonica*), 갈참나무(*Quercus aliena*) 등이 상재도 III~IV로 우점하고 있다(Table 2).

소나무림에서 교목층의 높이는 4~8m, 식피율은 40~90%이고, 아교목층은 없거나 미약한 상태이다. 관목층의 높이는 대체로 1.2m이하이고, 그 식피율은 5~20%, 초본층의 높이와 식피율은 각각 0.8m이하, 10~90%로 층위 발달이 불량하다. 층위구조는 주로 교목층과 초본층이 뚜렷하나, 아교목층과 관목층은 불분명하다. 출현 종수는 14~40종으로 표본구에 따라 그 차가 크다. 대조구인 비사문암 지대의 소나무림은 벌채 등과 인위적인 간섭 후에, 이차적으로 성장한 이차림이다. 초본층에는 땅비싸리, 솜나물, 세잎양지꽃, 으아리 등이 상재도 III~IV의 빈도로 우점하고 있다(Table 2). 교목층의 높이는 6~8m, 식피율은 70~80%이고, 아교목층의 높이는 3~5m, 식피율은 10~70%로 교목층에 비해 상당히 빈약

하다. 관목층의 높이는 대체로 1.2m이하이고, 식피율은 5~60%, 초본층의 높이는 0.8m이하, 식피율은 20~70%정도이다. 출현 종수는 11~27종으로 표본구에 따라 그 차가 크다.

리기다소나무식재림의 초본층에는 오이풀, 백선, 평의다리, 솔새 등이 상재도 II와 IV로 우점하고 있다(Table 2). 교목층의 높이는 4~8m, 식피율은 35~60%이고, 아교목층은 분포하지 않거나 극히 미미한 상태이다. 관목층의 높이는 대체로 1.2m이하이거나 분포하지 않으며, 식피율은 5~10%로 빈약하고, 초본층의 높이와 식피율은 각각 0.8m이하, 10~90%로 다양하다. 출현 종수는 11~23종으로 나타났다. 대조구인 비사문암 지대의 리기다소나무군락의 초본층에는 땅비싸리, 습나물, 세잎양지꽃, 으아리 등이 상재도 III~V로 우점하고 있다(Table 2). 교목층의 높이는 9~10m, 식피율은 65~90%이고, 아교목층의 높이는 5~8m, 식피율은 10~55%로 교목층에 비해 상당히 빈약하다. 관목층의 높이는 대체로 1.5m이하이고, 식피율은 5~30%, 초본층의 높이는

0.9m이하, 식피율은 20~85%정도이다. 본 군락의 층위구조는 비사문암 지대의 소나무군락과 마찬가지로 교목층과 초본층이 발달하고, 아교목층과 관목층이 빈약한 구조를 나타내고, 출현 종수는 표본구에 따라 16~39종으로 나타났다.

사문암 지대와 비사문암 지대의 소나무군락과 리기다소나무군락은 이차림으로서 우점종군이 다르지만, 양 군락에서 출현하는 우점종은 대부분이 굴참나무군락, 상수리나무군락 등의 건성 입지에도 공통으로 분포한다. 따라서, 사문암 특유의 구성종군이 발견되지 않은 것은 군락의 파괴 강도가 심하고 천이 과정 중에 있는 군락이기 때문에 나타나는 현상으로 생각된다.

본 사문암 지대에 분포하는 식물종은 55과 122속 145종 26변종 3품종으로 기록되었다(Table 3). 이것을 과별 분류군으로 보면 국화과(Compositae)가 17속 23종, 벼과(Gramineae)가 16속 18종, 장미과(Rosaceae)가 7속 17종, 콩과(Leguminosae)가 10속 15종, 백합과(Liliaceae) 8속 11종의 순으로 우세했다(Table 4).

Table 2. Synthesis table of *Pinus densiflora* and *Pinus rigida* community for serpentine and non-serpentine area in Andong(김, 1998)

	Serpentine		Non-serpentine	
	<i>Pinus densiflora</i>	<i>Pinus rigida</i>	<i>Pinus densiflora</i>	<i>Pinus rigida</i>
Floristic composition				
<i>Pinus densiflora</i>	V	.	V	II
<i>Pinus rigida</i>	.	V	.	V
Differential species of serpentine area				
<i>Sanguisorba officinalis</i>	IV	IV	I	II
<i>Dictamnus dasycarpus</i>	IV	IV	.	.
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	III	IV	I	I
<i>Thymus triandra</i> var. <i>japonica</i>	IV	II	.	.
<i>Quercus aliena</i>	IV	.	.	.
Differential species of non-serpentine area				
<i>Indigofera kirilowii</i>	.	II	IV	III
<i>Leibnitzia anandria</i>	.	II	III	V
<i>Potentilla freyniana</i>	.	.	IV	V
<i>Clematis mandshurica</i>	.	I	IV	IV

Table 3. The numbers of vascular plant distributed in serpentine area, Andong

Class	Fam.	Gen.	Sp.	Subsp.	Var.	For.
Pteridophyta	2	2	2	-	1	-
Gymnospermae	2	2	2	-	-	-
Angios- Monocotyledoneae	4	27	27	-	5	1
permae Dicotyledoneae	47	91	114	-	20	2
Total	55	122	145	-	26	3

Table 4. Percentage of plant species for different families distributed serpentine area in Andong

Family	No. Genera	No. species	Percentage
Compositae	17	23	13.22
Gramineae	16	18	10.34
Rosaceae	7	17	9.77
Leguminosae	10	15	8.62
Liliaceae	8	11	6.32
Fagaceae	1	8	4.60
Cyperaceae	2	4	2.30
Polygonaceae	3	4	2.30
Umbelliferae	3	4	2.30
Violaceae	1	4	2.30
Others	54	66	37.93
Total	122	174	100.00

Raunkiaer(1934)의 생활형으로 분류하면 대형 지상식물(Microphanerophytes) 30종(17.2%), 소형 지상식물(Nanophanerophytes) 19종(10.9%), 지표식물(Chamaephytes) 1종(0.6%), 반지중식물(Hemicryptophytes) 75종(43.1%), 지중식물(Geophytes) 31종(17.8%), 일년생식물(Therophytes) 16종(9.2%), 착생식물(Epiphytes)이 2종(1.2%)으로 나타났다(Table 5). 반지중식물과 지중식물의 비율이 높은 반면에 지표식물, 일년생식물, 착생식물이 낮게 나타난 것은 본 사문암 지대가 수분이 충분치 않으며, 대체로 식물 서식환경이 가혹

함을 의미한다. 즉, 본 사문암 지대의 토심은 얇으며, 암석이 노출된 부분이 많아 하절기의 지온이 높기 때문인 것으로 판단된다.

귀화식물은 수박풀(Hibiscus trionum), 달맞이꽃(Oenothera odorata), 망초(Erigeron canadensis), 개망초(Erigeron annuus)의 4종으로 나타났으며(Table 6), 도시화지수를 산출하면 3.6%로 계산되었다. 그리고 환경부 지정 멸종위기 및 보호야생식물종은 황기(Astragalus membranaceus)의 1종으로 조사되었다.

Table 5. Raunkiaer's life spectra of serpentine area in Andong

Area	Life form								
	M	N	E	Ch	H	G	HH	Th	계
Serpentine area	17.2	10.9	1.2	0.6	43.1	17.8	0.0	9.2	100.0

Note : N; Nanophanerophytes(소형지상식물), C; Chamaephytes(지표식물), H; Hemicryptophytes(반지중식물), HH; Hydrophytes(수생식물), G; Geophytes(지중식물), E; Epiphytes(착생식물), T; Therophytes(일년생식물), M; Mega, meso and microphanerophytes(대형지상식물).

Table. 6. The list of naturalized plants for the serpentine area in Andong

Family	Scientific name	Korean name
Malvaceae (아욱과)	<i>Hibiscus trionum</i>	수박풀
Onagraceae (바늘꽃과)	<i>Oenothera odorata</i>	달맞이꽃
Compositae (국화과)	<i>Erigeron annuus</i>	개망초
	<i>Erigeron canadensis</i>	망초

적 요

조사지는 경북 안동군 풍천면 광덕동 일대(36° 31' ~ 36° 32' N, 128° 26' ~ 128° 30' E)에 남한의 대표적인 사문암 지대로서 표고 220m 이하의 산지를 형성하고 있다. 1996년 8월부터 1998년 8월까지 6회에 걸쳐 조사된 관속식물의 총수는 55과 122속 145종 26변종 3품종의 174분류군이였다. 본 사문암지역은 국화과, 벼과, 장미과, 콩과, 백합과의 순으로 분포하였으며, 대부분이 오이풀, 백선, 핑의다리, 솔새 등의 건조성 식물들로 우점하고 있었다.

Raunkiaer(1934)의 생활형으로 분류하면 반지중식물(Hemicryptophytes)이 43.1%, 지중식물(Geophytes)이 17.8%, 대형지상식물(Microphanerophytes)이 17.2%, 소형지상식물(Nanophanerophytes)이 10.9%, 일년생식물(Therophytes)이 9.2%, 착생식물(Epiphytes)이 1.2%, 지표식물(Chamaephytes)이 0.6%로 나타났다.

환경부지정 멸종위기 및 보호야생식물종은 황기의 1종이었으며, 귀화식물은 수박풀, 달맞이꽃, 망초, 개망초 등의 4종이며, 도시화지수는 2.2%로 나타났다.

참고문헌

기상청, 1993 ~ 1997. 자동기상관측월보.
 김용범, 1998. 안동 사문암지역의 식생구조에 관한 연구. 중앙대학교 대학원 박사학위는

문. 111pp
 대한광업진흥공사, 1997. 광업요람. 416pp
 박수현, 1995. 한국귀화식물원색도감. 일조각. 371pp.
 옥수석, 1992. 안동 사문석광상의 성인에 관한 연구. 부산대학교 대학원 박사학위 논문. 113pp
 이영로, 1997. 한국식물도감. 교학사. 1237pp.
 이우철 · 임양재, 1978. 한반도 관속식물의 분포에 관한 연구. 한국식물분류학회지. 8(Appendix) : p1-33.
 이창복, 1980. 대한식물도감, 향문사. 990pp.
 임양재 · 전의식, 1980. 한반도 귀화식물의 분포. 한국식물학회지. 23(3-4): p69-83.
 최수영 · 황진연 · 김정진 · 이윤종, 1990. 울산 사문암체의 광물학적, 지구화학적연구. 한국지질학회지. 26(2):105-118.
 한국동력자원연구소, 1988. 안동도폭지질보고서. 20pp.
 환경부, 1998. 멸종위기 및 보호야생동식물.
 황진연 · 김정진 · 옥수석, 1993. 안동지역 사문암 광상의 구성광물 및 성인에 관한 연구. 한국광산지질학회. 26(1):1-10.
 Del Moral, R, 1972. Diversity pattern in forest vegetation of the Wenatchee Mountains, Washington. Bull. Torrey bot. Club 99:57-64.
 Raunkiaer, C, 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford, 632pp.
 Whittaker, R. H, 1954. The ecology of serpentine

soils. IV. The vegetation response to serpentine soils, *Ecology* 35:275-288.

Whittaker, R. H., 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecol. Monogr.* 30:279-338.

Whittaker, R. H., 1975. *Communities and ecosystems*, 2nd Ed. MacMillan Publ. Co.,

Inc., New York.

Yim, Y. J., and T. Kira, 1975. Distribution of forest vegetation and climate in the Korean peninsula. 1. Distribution of some indices of thermal climate. *Jap. Journ. Ecol.* 25:77-88.

Appendix 1. The list of the vascular plants in serpentine area, Andong

Scientific name	Korean name	Life form
Selaginellaceae 부처손과		
<i>Selaginella tamariscina</i> (BEAUV.) SPRING	부처손	E
Petridaceae 고사리과		
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i> UNDERW.	고사리	G
Pinaceae 소나무과		
<i>Pinus nigida</i> MILL.	리기다소나무(재)	M
<i>Pinus densiflora</i> S. et Z.	소나무	M
Cupressaceae 측백나무과		
<i>Juniperus nigida</i> S. et Z.	노간주나무	M
Gramineae 벼과		
<i>Agrostis clavata</i> TRIN.	산겨이삭	Th
<i>Andropogon brevifolius</i> SW.	쇠풀	Th
<i>Arundinella hirta</i> (THUNB.) TANAKA	새	H
<i>Cleistogenes hackelii</i> (HONDA) HONDA	대새풀	H
<i>Cymbopogon tortilis</i> var. <i>goeringii</i> HAND.-MAZZ.	개솔새	H
<i>Eragrostis ferruginea</i> (THUNB.) P. BEAUV.	그령	H
<i>Festuca ovina</i> L.	김의털	H
<i>Isachne globosa</i> (THUNB.) O. KUNTZE	기장대풀	H
<i>Miscanthus sinensis</i> ANDERSS.	참억새	H
<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i> RENDLE	억새	H
<i>Phragmites japonica</i> STEUD.	달뿌리풀	G
<i>Pennisetum alopecuroides</i> (L.) SPRENG.	수크령	H
<i>Setaria viridis</i> (L.) BEAUV.	강아지풀	Th
<i>Spodiopogon cotulifer</i> (THUNB.) HACK.	기름새	H
<i>Spodiopogon sibiricus</i> TRIN.	큰기름새	H
<i>Stipa sibirica</i> (L.) LAMBERT	나래새	H
<i>Themeda triandra</i> var. <i>japonica</i> MAKINO	솔새	H
<i>Zoysia japonica</i> STEUD.	잔디	H
Cyperaceae 사초과		
<i>Carex lanceolata</i> A. GRAY	그늘사초	H
<i>Carex siderosticta</i> HANCE	대사초	H
<i>Carex thunbergii</i> var. <i>appendiculata</i> OHWI	뚝사초	H

<i>Eleocharis acicularis</i> for. <i>longiseta</i> T. KOYAMA	쇠털골	Th
Liliaceae 백합과		
<i>Allium thunbergii</i> G. DON	산부추	G
<i>Allium sacculiferum</i> MAX.	참산부추	G
<i>Asparagus schoberioides</i> KUNTZ	비짜루	G
<i>Convallaria keiskei</i> MIQ.	은방울꽃	G
<i>Hemerocallis fulva</i> L.	원추리	G
<i>Lilium amabile</i> PALIBIN	털중나리	G
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i> OHWI	등굴레	G
<i>Scilla scilloides</i> (LIND.) DRUCE	무릇	G
<i>Smilax nipponica</i> MIQ.	선밀나물	G
<i>Smilax riparia</i> var. <i>ussuriensis</i> HARA et T. KOYAMA	밀나물	H
<i>Smilax sieboldii</i> MIQ.	청가시덩굴	N
Iridaceae 붓꽃과		
<i>Iris rossii</i> BAK.	각시붓꽃	G
버드나무과 (Salicaceae)		
<i>Populus tomentiglandulosa</i> T. LEE	은사시나무(재)	M
Betulaceae 자작나무과		
<i>Alnus japonica</i> STEUD.	오리나무	M
<i>Alnus hirsuta</i> (SPACH) RUPR.	물오리나무	M
Fagaceae 참나무과		
<i>Quercus acutissima</i> CARRUTH.	상수리나무	M
<i>Quercus variabilis</i> BL.	굴참나무	M
<i>Quercus dentata</i> THUNB.	떡갈나무	M
<i>Quercus aliena</i> var. <i>acuteserrata</i> MAX.	졸갈참	M
<i>Quercus mongolica</i> FISCH.	신갈나무	M
<i>Quercus serrata</i> THUNB.	졸참나무	M
<i>Castanea crenata</i> S. et Z.	밤나무	M
<i>Quercus aliena</i> BL.	갈참나무	M
Ulmaceae 느릅나무과		
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> NAK.	느릅나무	M
Moraceae 뽕나무과		
<i>Morus alba</i> L.	뽕나무(재)	M
Cannabinaceae 삼과		
<i>Humulus japonicus</i> S. et Z.	환삼덩굴	Th
Polygonaceae 마디풀과		
<i>Aconogonum polymorphum</i> (LEDEB.) T. LEE	싱아	H
<i>Persicaria conspicua</i> NAKAI	꽃여뀌	H
<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) SPACH	여뀌	Th
<i>Polygonum aviculare</i> L.	마디풀	Th
Chenopodiaceae 명아주과		
<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i> MAKINO	명아주	Th
Caryophyllaceae 석죽과		
<i>Dianthus sinensis</i> L.	패랭이꽃	H

Ranunculaceae 미나리아재비과		
<i>Clematis mandshurica</i> RUPR.	으아리	N
<i>Pulsatilla koreana</i> NAKAI	할미꽃	G
<i>Thalictrum aquilegifolium</i> L.	평의다리	G
Menispermaceae 방기과		
<i>Cocculus trilobus</i> DC.	댕댕이덩굴	N
Lauraceae 녹나무과		
<i>Lindera obtusiloba</i> BL.	생강나무	M
Cruciferae 십자화과		
<i>Berteroella maximowiczii</i> (PALIBIN) O.E. SCHULZ	장대냉이	Th
Crassulaceae 돌나물과		
<i>Orostachys japonicus</i> A.BERGER	바위솔	E
<i>Sedum kamtschaticum</i> FISCH.	기린초	H
Rosaceae 장미과		
<i>Agrimonia pilosa</i> LEDEB.	짚신나물	H
<i>Potentilla discolor</i> BUNGE	숨양지꽃	H
<i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i> MAX.	양지꽃	H
<i>Potentilla freyniana</i> BORNM.	세잎양지꽃	H
<i>Potentilla chinensis</i> SER.	딱지꽃	H
<i>Prunus japonica</i> var. <i>nakaii</i> (LEV.) REHDER	이스라지	N
<i>Prunus sargentii</i> REHDER	산벚나무	M
<i>Rubus crataegifolius</i> BUNGE	산딸기	N
<i>Rubus parvifolius</i> L.	명석딸기	N
<i>Rubus phoenicolasius</i> MAX.	곰딸기	N
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	오이풀	H
<i>Sanguisorba tenuifolia</i> var. <i>alba</i> TRAUTV. et MEYER	가는오이풀	H
<i>Sanguisorba hakusanensis</i> MAKINO	산오이풀	H
<i>Spiraea prunifolia</i> for. <i>simpliciflora</i> NAKAI	조팝나무	N
<i>Spiraea cantoniensis</i> LOUR.	공조팝나무(재)	N
<i>Spiraea pubescens</i> TURCZ.	아구장나무	N
<i>Stephanandra incisa</i> ZABEL	국수나무	N
Leguminosae 콩과		
<i>Albizzia julibrissin</i> DURAZZ.	자귀나무(재)	M
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	죽제비싸리(재)	H
<i>Astragalus membranaceus</i> BUNGE	황기(재)	H
<i>Indigofera kirilowii</i> MAX.	명비싸리	N
<i>Kummerowia striata</i> (THUNB.) SCHINDL.	매듭풀	H
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i> MIQ.	참싸리	N
<i>Lespedeza bicolor</i> TURCZ.	싸리	N
<i>Lespedeza pilosa</i> (THUNB.) S. et Z.	팽이싸리	H
<i>Lespedeza cuneata</i> G. DON	비수리	Ch
<i>Lespedeza virgata</i> (THUNB.)	좁싸리	N
<i>Lespedeza tomentosa</i> S.	개싸리	N
<i>Pueraria thunbergiana</i> BENTH.	취	M

<i>Robinia pseudo-acacia</i> L.	아까시나무(재)	M
<i>Sophora flavescens</i> AIT.	고삼	H
<i>Vicia cracca</i> L.	등갈퀴나물	G
Geraniaceae 쥐손이풀과		
<i>Geranium sibiricum</i> L.	쥐손이풀	H
<i>Geranium koreanum</i> KOM.	등근이질풀	H
Linaceae 아마과		
<i>Linum usitatissimum</i> L.	아마(재)	Th
<i>Linum stelleroides</i> PLANCH.	개아마	Th
Rutaceae 운향과		
<i>Dictamnus dasycarpus</i> TURCZ.	백선	H
<i>Zanthoxylum schinifolium</i> S. et Z.	산초나무	M
Simaroubaceae 소태나무과		
<i>Picrasma quassioides</i> (D. DON) BENN.	소태나무	M
Polygalaceae 원지과		
<i>Polygola japonica</i> HOUTT	애기풀	G
<i>Polygola tenuifolia</i> WILLD.	원지	G
Euphorbiaceae 대극과		
<i>Euphorbia sieboldiana</i> MORR. et DECNE.	개감수	G
<i>Securinega suffruticosa</i> REHDER	광대싸리	N
Anacardiaceae 율나무과		
<i>Rhus chinensis</i> MILL.	붉나무	M
Celastraceae 노박덩굴과		
<i>Celastrus orbiculatus</i> THUNB.	노박덩굴	M
<i>Euonymus sachalinensis</i> (FR. SCHM.) MAX.	회나무	M
<i>Euonymus alatus</i> (THUNB.) SIEB.	화살나무	N
Rhamnaceae 갈매나무과		
<i>Zizyphus jujuba</i> var. <i>inermis</i> REHDER	대추(재)	M
Malvaceae 아욱과		
<i>Hibiscus trionum</i> L.	수박풀	Th
Hypericaceae 물레나물과		
<i>Hypericum ascyron</i> L.	물레나물	H
<i>Hypericum erectum</i> THUNB.	고추나물	H
Violaceae 제비꽃과		
<i>Viola dissecta</i> var. <i>chaerophylloides</i> (REGEL) MAKINO	남산제비꽃	H
<i>Viola mandshurica</i> W. BECKER	제비꽃	H
<i>Viola variegata</i> FISCH.	알록제비꽃	H
<i>Viola variegata</i> var. <i>ircutiana</i> REGEL	청알록제비꽃	H
Elaeagnaceae 보리수나무과		
<i>Elaeagnus umbellata</i> THUNB.	보리수나무	M
Lythraceae 부처꽃과		
<i>Lythrum anceps</i> (KOEHNE) MAKINO.	부처꽃	H
Onagraceae 바늘꽃과		

<i>Oenothera odorata</i> JACQ.	달맞이꽃	H
Umbelliferae 산형과		
<i>Angelica dahurica</i> (FISCH.) BENTH. et HOOKER F.	구릿대	H
<i>Bupleurum falcatum</i> L.	시호	H
<i>Bupleurum longiradiatum</i> TURCZ.	개시호	H
<i>Peucedanum terebinthaceum</i> FISCH.	기름나물	H
Pyrolaceae 노루발과		
<i>Pyrola japonica</i> KLENZE	노루발	H
Primulaceae 앵초과		
<i>Lysimachia barystachys</i> BUNGE	까치수영	H
<i>Lysimachia clethroides</i> DUBY	큰까치수영	H
Ebenaceae 감나무과		
<i>Diospyros kaki</i> THUNB.	감나무(재)	M
<i>Diospyros lotus</i> L.	고욤나무	M
Oleaceae 물푸레나무과		
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> HANCE	물푸레나무	M
Gentianaceae 용담과		
<i>Swertia pseudo-chinensis</i> (BUNGE) HARA	자주쓴풀	Th
Asclepiadaceae 박주가리과		
<i>Cynanchum paniculatum</i> KITAGAWA	산해박	G
Labiatae 꿀풀과		
<i>Isodon japonica</i> (BURM.) HARA	방아풀	H
<i>Isodon inflexus</i> (THUNB.) KUDO	산박하	H
<i>Prunella vulgaris</i> var. <i>ilacina</i> NAKAI	꿀풀	H
Scrophulariaceae 현삼과		
<i>Veronica linariaefolia</i> PALL.	꼬리풀	H
Rubiaceae 꼭두서니과		
<i>Galium verum</i> var. <i>asiaticum</i> NAKAI	솔나물	H
<i>Rubia cordifolia</i> var. <i>pratensis</i> MAX.	갈퀴꼭두서니	G
Caprifoliaceae 인동과		
<i>Lonicera japonica</i> THUNB.	인동	N
Valerianaceae 마타리과		
<i>Patrinia scabiosaefolia</i> FISCH.	마타리	H
<i>Patrinia villosa</i> (THUNB.) JUSS.	뚝갈	H
Dipsacaceae 산토끼꽃과		
<i>Scabiosa mansenensis</i> for. <i>pinnata</i> NAK.	채꽃	H
Campanulaceae 초롱꽃과		
<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i> HARA	잔대	G
<i>Adenophora stricta</i> MIQ.	당잔대	G
<i>Platycoodon grandiflorum</i> (JACQ.) A. DC.	도라지	G
Cucurbitaceae 박과		
<i>Trichosanthes kirilowii</i> MAX.	하늘타리	G
Lobeliaceae 숫잔대과		

<i>Lobelia sessilifolia</i> LAMB.	숫잔대	H
Compositae 국화과		
<i>Artemisia montana</i> PAMPAN.	산쑥	H
<i>Artemisia japonica</i> THUNB.	제비쑥	H
<i>Aster yomena</i> MAKINO	쑥부쟁이	G
<i>Aster ageratoides</i> TURCZ.	가실쑥부쟁이	G
<i>Aster fastigiatus</i> FISCH.	웅긋나물	G
<i>Aster ciliatus</i> KITAMURA	개쑥부쟁이	G
<i>Atractylodes japonica</i> KOIDZ.	삼주	G
<i>Chrysanthemum boreale</i> MAKINO	산국	H
<i>Chrysanthemum indicum</i> L.	감국	H
<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>ussuriense</i> KITAMURA	영정취	G
<i>Echinops setifer</i> ILJIN	절굿대	G
<i>Erigeron annuus</i> (L.) PERS.	개망초	Th
<i>Erigeron canadensis</i> L.	망초	Th
<i>Eupatorium chinense</i> var. <i>simplicifolium</i> KITAMURA	등골나물	H
<i>Gnaphalium japonicum</i> THUNB.	풀숨나물	H
<i>Inula salicina</i> var. <i>asiatica</i> KITAMURA	버들금불초	H
<i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i> (O. KUNTZE) HARA	왕고들빼기	Th
<i>Leibnitzia anandria</i> (L.) NAKAI	숨나물	H
<i>Rhapontica uniflora</i> DC.	빼꼭채	H
<i>Senecio argunensis</i> TURCZ.	쑥방망이	H
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> KITAMURA	산비장이	H
<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>asiatica</i> NAKAI	미역취	H
<i>Youngia japonica</i> (L.) DC.	뽕리뱅이	H

Note : N; Nanophanerophytes(소형지상식물), C; Chamaephytes(지표식물), H; Hemicyptophytes(반지중식물), HH; Hydrophytes(수생식물), G; Geophytes(지중식물), E; Epiphytes(착생식물), T; Therophytes(일년생식물), M; Mega, meso and microphanerophytes(대형지상식물).