

노랑갈퀴 자생지의 생태학적 특성¹

박윤미^{2*} · 김만조² · 황석인²

The Ecological Characteristics of a Korean Endemic Plant, *Vicia chosensis* Habitat¹

Yun Mi Park^{2*}, Mahn-Jo Kim², Suk-In Hwang²

요약

본 연구에서는 강원도 홍천 지역에 자생하는 노랑갈퀴(*Vicia chosensis*) 개체군을 대상으로 개체군 내 결실에 영향을 미치는 요소를 규명하기 위해 생물적, 무생물적 환경 요소를 조사하였다. 자생지 내 교목 층은 신갈나무가 우점하는 가운데 소나무가 드물게 존재하고 있었으며, 관목층은 생강나무, 조록싸리가 우점하고 있었다. 초본류는 결실이 된 노랑갈퀴와 미 결실된 노랑갈퀴 주변에 공통적으로 우산나물이 가장 많이 분포하였고(21%), 넓은잎외잎쭈(13~18%)과 큰기름새(10~11%)가 다음으로 높은 빈도수를 나타내었다. 자생지의 토양 특성을 분석한 결과, 토양 수분은 20.4~21.9%, 유기물 함량은 8.6~14.9%, 전질소함량은 0.3~0.5%, 유효인산은 12.7~16.9 parts per million, 양이온 치환용량은 22.5~28.5cmol_c kg⁻¹, 평균 산도는 pH 5.3~5.5로 나타났다. 대부분의 노랑갈퀴는 빛이 많이 들어오는 곳에 위치하고 있었으며, 결실이 된 개체가 미 결실된 개체보다 수관의 열림 정도가 크고 상대적으로 광량이 풍부한 숲틈에 분포하였다. 따라서 노랑갈퀴의 개체군 유지를 위해서는 간벌 등을 통해 상층목을 적절히 제거함으로써 숲틈이 유지될 수 있도록 하여야 할 것이다.

주요어: 광량, 결실, 숲틈

ABSTRACT

This study was carried out to identify environmental factor to influence fruiting of *Vicia chosensis* populations distributed in Hongcheon-gun region, Korea. The populations was dominated by *Quercus mongolica* in the tree layer, and *Lindera obtusiloba* and *Lespedeza maximowiczii* in the shrub layer. *Syneilesis palmata*(21%) was abundant around reproductive state points and vegetative state points, and *Artemisia stolonifera*(13~18%) and *Spodiopogon sibiricus*(10~11%) show second high frequency in the both points. It was found that the soil moisture content in the *Vicia chosensis* population was 20.4~21.9%; 8.6~14.9% for organic matter; 0.3~0.5% for the total N; 12.7~16.9 ppm for available phosphorus; 22.5~28.5 cmol_ckg⁻¹ for CEC; 5.3~5.5 for soil pH, respectively. The microhabitat of individuals was restricted to areas high in understory light. Especially, reproductive individuals were more likely to be located than vegetative individuals in canopy gaps. Therefore, our results suggest that a proper forest management maintaining canopy gaps is needed for keeping natural *Vicia chosensis* population.

KEY WORDS: LIGHT, FRUITING, CANOPY GAP

1 접수 2011년 4월 29일, 수정(1차: 2011년 6월 15일, 2차: 2011년 8월 23일), 게재확정 2011년 8월 24일

Received 29 April 2011; Revised(1st: 15 June 2011, 2nd: 23 August 2011); Accepted 24 August 2011

2 국립산림과학원 산림자원육성부 특용자원연구과 Division of Special-purpose Trees, Korea Forest Research Institute, Suwon (441-350), Korea(pym5250@forest.go.kr)

* 교신저자 Corresponding author(pym5250@forest.go.kr)

서론

최근 기후변화 및 인간에 의한 개발 행위에 의해 서식지가 파괴되어 생물종이 감소함에 따라, 생물다양성이 급격히 떨어지고 있다(Falk and Olwell, 1992; Barnes, 1993). 이에 대응하여, 세계 여러 나라에서는 1970년대 이후에 각국의 희귀 및 절멸위험종의 목록(red data book)을 발표하고 있다(Lucas and Synge, 1981). 우리나라에서도 국립수목원에서 특정 종의 입지환경, 분포 및 번식기작에 관련한 생리생태적 특징과 기후자료 등을 종합하여 멸종위기종 144분류군을 발표하였다(Rare Plants Data Book in Korea, 2009). 또한 황근(Ahn, 2003), 히어리(Roh and Mun, 2004), 미선나무(You *et al.*, 2004), 섬시호(Ahan and Lee, 2007) 등 멸종 희귀식물의 자생지에 관한 연구가 2000년대 이후 활발히 이루어졌으나 서식지가 점차적으로 사라지고 있는 300여종의 한국 특산식물의 자생지에 대한 연구는 활발히 진행되지 않았다. 희귀 특산식물은 환경적인 변화와 인간 활동으로 인해 특정 미소서식지(microhabitat)에만 적응해서 살아가고 있으며, 현재 개체군 증식을 위한 환경이 조성되지 않아 심각한 멸종 위기에 처해 있는 종이 많다(Ahn, 2003, Roh and Mun, 2004). 따라서 현재 서식하고 있는 희귀 특산식물 자생지의 생장 및 생식활동 유무를 통해 개체군이 증식할 수 있는 최적의 생태 환경을 찾는 연구가 필요하다.

그러나 벌채나 천이과정에 의해 하층식생 환경이 끊임없이 변화하기 때문에, 특정 종에 대한 최적의 생태환경을 구명하기가 쉽지 않다(Maschinski *et al.*, 1997; Lehtila *et al.*, 2006). 특히 천이 초기단계의 개별에서 수관이 울폐되기까지 수관층이 열리거나 닫히는 과정이 반복되어 하층으로 들어오는 빛의 양이 끊임없이 변화하므로, 그에 따른 하층식생의 적정 환경을 찾는 데는 많은 시간과 노력이 필요하다(Halpern and Spies, 1995; Jules *et al.*, 2008). 상층목의 제거로 인해 숲틈이 형성되면 일시적으로 하층에 공급되는 빛의 양이 증가하게 되고, 이는 하층에 서식하는 다년생 초본류들의 생장과 생식활동에 변화를 초래하게 된다. 특히 대부분의 하층 초본의 경우, 빛이 풍부하면 유성생식 활동을 주로 하여 종자를 많이 생산하게 된다는 연구 결과가 많다(Kudoh *et al.*, 1999; Lezberg *et al.*, 2001; Jacouemyn *et al.*, 2005; Vandepitte, *et al.*, 2009). 따라서 수관 울폐도와 그에 따른 임대로 들어오는 빛의 양은 하층 식생의 각 개체군을 유지시키는데 중요한 요소라고 할 수 있으며, 서식지가 점차 줄어들고 있는 특산식물의 최적의 생태환경을 연구하는데 반드시 고려해야 할 사항이다. 국내에서는 숲틈 형성으로 인한 하층식생의 종 다양성 정도와 교목치수의 갱신양상에 대한 연구가 진행된 바 있으나(Hong *et al.*,

2001; Cho *et al.*, 2009), 특정 다년생 초본이 숲틈에 의해 어떠한 영향을 받는지에 대한 연구는 거의 진행되지 않았다.

노랑갈퀴(*Vicia chosonensis*)는 우리나라 특산식물로서 콩과 나비나물속에 속하는 다년생 초본식물로 같은 속에 속하는 광릉갈퀴와 달리 황색 꽃이 피는 특징을 가지고 있다. 현재 강원도, 경남, 충북 지방에 일부 분포하는 것으로 알려져 있으나, 주로 그 개체 수가 많지 않으며 등산로나 임도 주변의 빛이 많이 들어오는 곳에 단독으로 분포하는 것으로 알려져 있다(Paik *et al.*, 1996; Park *et al.*, 1997; Park *et al.*, 1998; Oh *et al.*, 2008). 노랑갈퀴의 어린 새순은 나물로 가치가 높으며, 홍천이나 인제 등 강원 일부 지역에서는 싸리나물로 불리며 고급산채로 애용하고 있으나, 자생지가 제한되어 있고 개체수가 적어 널리 이용되지 않고 있다. 최근에 와서 청정 산채에 대한 이미지 제고로 고품질 산채에 대한 수요가 증가하면서 산림을 활용한 산채 임간재배 면적이 크게 늘어나고 있다. 산채 임간재배는 산지에서 이루어지므로 일반 시설재배와는 달리 관수, 시비 등이 불가능하거나 어려움이 있으므로 최대한 자연 순응의 원칙에 입각하여 자연과 인위의 조화를 추구하여야 한다. 노랑갈퀴는 주로 산속의 반음지에 자생하며, 광량에 대한 적응도가 넓은 편이어서 임간재배 산채품목으로 유망한데, 특히 산채 임간재배 시 인위적인 시비가 어려우므로 다른 산채와의 혼작을 통해 질소를 공급하는 녹비식물로도 활용가치가 매우 높은 산채품목이 될 수 있다.

본 연구는 노랑갈퀴 자생지에 대한 생태적 연구를 통해 자생지의 환경적 특성은 물론 결실에 영향을 미치는 인자를 구명하여 향후 노랑갈퀴의 보전전략 수립 및 산채로서 노랑갈퀴 임간재배 시 적지선정 및 재배관리 등을 위한 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

본 조사지는 지리적으로 북위 37° 52′ 53.3"~54.8", 동경 128° 04′ 30.5"~34.2"에 위치하며, 행정구역상으로 강원도 홍천군 두촌면 자은리에 위치하고 있다(Figure 1). 홍천 지역의 지난 30년간의 기상자료(Korea Meteorological Administration, 1971~2000)에 의하면 연평균기온 10.1℃, 최고기온 17.5℃, 최저기온 4.4℃, 연평균강수량 1291.3 mm으로 조사되었다. 노랑갈퀴의 자생지는 해발 765~795 m의 능선 바로 아래 남서 사면과 북서 사면의 상부 경사 27~32°정도의 가파른 곳에 위치하며, 상층에는 신갈나무가 우점하는 가운데 소나무가 드물게 자라고 있었다(Table 1).



Figure 1. Map of investigated area in Duchon-myeon, Hongcheon-gun, Gangwon-do, Korea.

2. 자생지 환경 조사

노랑갈퀴의 분포와 결실유무에 대한 서식 환경의 중요성을 구명하기 위해 생물적 요소와 무생물적 요소를 노랑갈퀴의 결실기인 9월 초에 측정하였다. 노랑갈퀴의 군락지내에 10 m × 10 m 크기의 네 개의 방형구를 설치하고 방형구내 임의적으로 결실이 된 개체와 미 결실된 개체가 분포하는 곳(reproductive point, vegetative point), 그리고 노랑갈퀴가 없는 지점을 각 조사지점(random point)으로 선정하였다. 각 조사지점 별 노랑갈퀴가 분포한 지점(reproductive point, vegetative point)에서 결실 유무 및 결실량을 측정 한 뒤, 생물적 요소로서 네 방위로 가장 가까운 교목, 관목, 초본까지의 거리를 측정하였다. 교목의 경우는 흉고직경을 함께 측정하였으며, 우점도는 각 종별 개체수를 전체 개체수의 총 합으로 나눈 상대빈도 값으로 산출하였다. 초본의 경우는 노랑갈퀴가 분포한 지점을 중심으로 반지름 150cm 이내에 네 방위로 분포하는 모든 초본 종을 동정 한 후 개체수를 측정하여, 각 종별 개체수를 전체 개체수의 총 합으로 나눈

상대빈도 값을 구하였다. 무생물적 요소로는 노랑갈퀴가 분포한 지점에서 수관 밀도는 Spherical densiometer(Lemmon, 1956)를 이용하여 측정하였고, 토양수분은 Moisture probe meter(MPM 160, ICT international)로 노랑갈퀴의 뿌리가 위치한 깊이에서 한 지점 당 각각 3회 측정하였다. 광도는 휴대용 조도 광도계(DO 9721, Delta OHM)를 이용하여, 9월 초 구름이 끼지 않은 화창한 날 오후 1시에서 2시 사이에 한 조사지점 당 3회 반복 측정하였다.

3. 토양 분석

노랑갈퀴 자생지의 토양 특성을 분석하기 위해 각 조사지점별 3반복으로 A0층을 걷어내고 표층으로부터 10 cm 내외의 깊이에서 토양을 채취하여 분석에 이용하였다. 토성은 비중계법, 토양 pH는 토양시료와 증류수를 1:5의 비율로 섞어 pH meter를 이용하여 측정하였으며, 토양 내 유기물 함량은 건조 직후의 토양의 유기물을 600℃에서 6시간 동안 태운 후, 감소한 무게 차이로 측정하였다. 전질소는 Micro Kjeldahl법(Konen *et al.*, 2002), 유효인산은 Lancaster법(Kuo, 1996), 양이온치환용량은 ammonium acetate법, 칼륨, 나트륨, 칼슘, 마그네슘의 양은 원자흡광광도법을 이용하여 측정하였다(Sumner and Miller, 1996).

4. 자료 분석

노랑갈퀴 개체군내 방형구 및 방형구내 각 조사지점간에, 위와 같이 측정한 생물적 요소(교목, 관목, 초본까지의 거리)와 무생물적 요소(수관밀도, 토양수분, 광량) 및 토양적 특성이 통계적으로 유의한 차이를 보이는 지를 SPSS 12.0K 프로그램(SPSS inc., 2004)을 이용하여 다변량 분석(ANOVA)을 통해 Turkey' test를 이용하여 검증하였다.

Table 1. Site descriptions of four *Vicia chosensis* populations in the investigated area.

Site	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
GPS	37° 52' 54.8" 128° 04' 30.5"	37° 52' 53.7" 128° 04' 32.1"	37° 52' 53.3" 128° 04' 31.6"	37° 52' 53.4" 128° 04' 34.2"
Elevation (m)	765	788	788	795
Aspect (°)	SW255	SW190	SW225	NW275
Slope (°)	29.3	27.0	31.5	27.0
Stand density (#/ha)	250	300	760	600
Mean DBH (cm)	18.68±7.21	28.69±3.96	26.17±5.09	25.77±3.23
Relative frequency (%)	<i>Pinus desiflora</i> (11.1), <i>Quercus mongolica</i> (88.9)	<i>Pinus desiflora</i> (40.0), <i>Quercus mongolica</i> (60.0)	<i>Pinus desiflora</i> (21.1), <i>Quercus mongolica</i> (78.9)	<i>Pinus desiflora</i> (15.4), <i>Quercus mongolica</i> (84.6)
Basal area (m ² /ha)	14.21	17.17	47.03	32.83

결과 및 고찰

1. 자생지 식생 및 입지특성

노랑갈퀴가 자생하고 있는 지역은 주로 능선부 및 남서 사면 상부의 경사가 비교적 급한 지역으로 토양수분 함량은 20.4~21.9%이며, 임분은 5년 전에 숲가꾸기 사업을 통한 간벌로 상층목이 제거되어 평균 흉고직경 18.7~28.7 cm의 교목이 ha당 250~760개체 밀도를 유지하고 있었다. 교목층은 30년생 이상의 평균 흉고직경이 34.0cm(±2.77)의 신갈나무(*Quercus mongolica*)가 높은 상대빈도값을 보였고(78.1%), 평균 흉고직경 24.3(±3.96cm)의 소나무(*Pinus densiflora*)가 21.9%로 드물게 차지하고 있었다(Table 1). 관목층은 생강나무(48%), 조록싸리(40%), 물푸레나무 치수(12%)순으로 상대빈도 값을 나타내었고, 초본류는 결실에 상관없이 공통적으로 노랑갈퀴 주변에 우산나물(*Syneilesis palmata*)이 상대적으로 가장 많았고(21.0%), 넓은잎외잎쭉(*Artemisia stolonifera*)(12.6~18%)과 큰기름새(*Spodiopogon sibiricus*)(10.1~11.0%)가 다음으로 높은 상대빈도 값을 나타내었다(Table 2). 특히 결실된 개체 주변(reproductive point)에서는 꿀풀(*Prunella vulgaris*)이 우세하였으며(14.3%), 미 결실된 개체 주변(vegetative point)에서는 넓은잎외잎쭉(*Artemisia stolonifera*)이 높은 빈도로 나타났다(18%). 한편 공통적으로 나타나지 않는 초본으로는 미 결실된 개체 주변(vegetative point)에서 청미래 덩굴(*Smilax china*), 큰까치수염(*Lysimachia clethroides*), 삼주(*Atractylodes ovata*), 밀나물(*Smilax riparia* var. *ussuriensis*), 양지꽃(*Potentilla fragarioides*)이 분포하였고, 결실된 개체 주변(reproductive point)에서 관중(*Dryopteris crassirhizoma*), 마(*Dioscorea batatus*), 둥글레(*Polygonatum humile*), 노박

덩굴(*Celastrus orbiculatus*), 신감채(*Ostericum grosseserratum*)가 분포하였다. 자생지의 노랑갈퀴 분포 패턴을 보면 능선부 및 사면 상부를 따라 불연속적으로 집중적인 군락을 형성하고 있었으며, 북사면 및 계곡부에는 광랑 및 다른 식생과의 경합 등으로 드물게 나타나는 것으로 보아 건조한 토양조건 및 하층식생과의 경합이 적은 곳을 선호함을 알 수 있었다. 집중 군락지의 노랑갈퀴 분포는 10 m × 10 m 방형구내 평균 30~40개체로 생육 밀도가 높았으며, 결실된 개체와 미 결실된 개체가 비슷한 비율로 혼합되어 있었다.

2. 토양 분석

노랑갈퀴 군락지의 토양을 분석한 결과, 네 개의 방형구에서, pH, 유기물 함량, 전 질소, 유효인, 양이온 치환용량(CEC: cation exchange capacity), 치환성 양이온 함량(K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) 등에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($P \leq 0.01$). pH는 평균 5.4(±0.15)의 약산성을 보였으며, 유기물 함량은 평균 11.7(±2.47)%로 우리나라 강원도 산림토양의 A층의 평균 유기물 함량인 4.9%보다 높은 값을 보였다. 또한 전 질소는 평균 0.4(±0.10)%, CEC는 26.1(±2.71) $cmol.kg^{-1}$ 값으로, 강원도내 분포하는 토양의 평균 값(전질소: 0.21%, CEC: 13.4 $cmol.kg^{-1}$)보다 높은 값을 나타내어 비교적 양분이 풍부한 환경에서 노랑갈퀴가 자생하고 있는 것으로 판단된다(Jeong *et al.*, 2002). 치환성 양이온 함량에서 K^+ 과 Ca^{2+} 은 강원도 평균값보다 높은 값을 Na^+ 과 Mg^{2+} 은 낮은 값을 보였다(K^+ :0.26, Ca^{2+} :3.88, Na^+ :0.29, Mg^{2+} :1.16)(Jeong *et al.*, 2002). Jeong *et al.* (2002)은 1984년부터 1990년까지 전국의 915개 산림토양에 대하여 이화학적 분석을 실시하였는데, 치환성 양이온의 경우 A층을 기준으로 할 때 일반적으로 산림토양에서 $Ca^{2+} > Mg^{2+}$

Table 2. Relative frequency of the common herb species for reproductive points and vegetative points.

Species	Relative frequency (%)	
	Reproductive point state	Vegetative point state
<i>Syneilesis palmata</i>	21.0	21.0
<i>Prunella vulgaris</i>	14.3	3.0
<i>Artemisia stolonifera</i>	12.6	18.0
<i>Spodiopogon sibiricus</i>	10.1	11.0
<i>Rubus crataegifolius</i>	8.4	8.0
<i>Asarum sieboldii</i>	7.6	10.0
<i>Isodon excisus</i>	5.0	6.0
<i>Galium pogonanthum</i>	4.2	2.0
<i>Disporum smilacinum</i>	3.4	9.0
Others	13.4	12.0
Total	100.0	100.0

Table 3. Soil Characteristics of four *Vicia chosonensis* populations in Hong Cheon region, Korea.

Site	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
Soil texture	Sandy loam	Sandy loam	Sandy loam	Sandy loam
pH(1:5, H ₂ O)	5.51±0.02	5.41±0.10	5.52±0.20	5.25±0.02
Organic matter (%)	14.88±0.42	12.11±1.16	11.34±1.61	8.58±0.44
Total N (%)	0.51±0.03	0.42±0.05	0.41±0.07	0.28±0.04
Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	16.89±0.77	12.66±0.59	16.72±1.95	14.38±0.59
CEC(cmol _c kg ⁻¹)	26.81±2.45	28.51±0.57	26.74±0.95	22.45±1.45
K ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0.76±0.07	0.90±0.06	0.77±0.16	0.62±0.10
Na ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0.11±0.01	0.11±0.02	0.12±0.01	0.14±0.02
Ca ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	5.60±0.54	4.96±0.94	4.70±0.90	2.67±0.55
Mg ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	1.04±0.13	0.86±0.15	0.97±0.09	0.55±0.07

K⁺ > Na⁺ 순으로 감소한다고 하였으며, 본 연구결과도 이와 비슷한 결과를 보여주고 있으며, 특히 K⁺과 Ca²⁺이 높은 값을 나타내었다(Table 3).

3. 노랑갈퀴의 결실에 미치는 요인

노랑갈퀴가 자라고 있는 지점에서 주위의 교목, 관목, 초본까지의 평균 거리는 각각 155~185(±85.39) cm, 73~65(±38.36) cm, 86~89(±34.76) cm로 나타났다(Table 4). 미소환경을 한 개체를 둘러싸는 생태적인 조건으로 정의 했을 때(Svenning, 1999; Maliakal-Witt *et al.*, 2005), 주위에 존재하는 초본들은 자원 및 빛에 대해 서로 경쟁함으로써 서로의 무생물적 조건을 변화시킬 수 있게 된다(Mayberry and Elle, 2010). 따라서 본 결과에서 노랑갈퀴의 각 조사지점에서 교목, 관목, 초본까지의 거리가 유의성 있게 차이를 보이지 않아, 노랑갈퀴의 생식 활동에 큰 영향을 미치지 않은 것으로 판단된다. 결실이 된 노랑갈퀴가 위치한 지점에

서 수관의 열린 정도는 3.2%(±1.51)로 결실이 되지 않는 노랑갈퀴보다 높은 값(1.7%(±1.98))을 보였으며, 광도는 노랑갈퀴가 위치한 지점에서 262.2~292.1 μmol/m²s로 노랑갈퀴가 위치하지 않은 지점보다 통계적으로 유의성 있게 높은 값을 보였다(P≤0.01)(Table 4). 또한 결실된 노랑갈퀴의 개체 당 협과 수는 6.3~10.1개로 방형구 및 조사지점 간에 큰 차이를 보이지 않았다(data not shown).

노랑갈퀴 개체군내 방형구 및 방형구내 각 조사지점간에, 생물적 요소(교목, 관목, 초본까지의 거리)와 무생물적 요소(수관밀도, 토양수분, 광량)가 통계적으로 유의한 차이를 보이는지를 다변량 분석을 통해 알아본 결과는 Table 5와 같다. 첫째, 방형구간에는 수관의 열린 정도와 관목까지의 거리에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다(P≤0.0001, Table 5). 이는 숲가꾸기로 인한 상층목 제거 정도가 달라, 각 방형구 별로 수관의 울폐정도에서 차이를 보인 것으로 판단되며, 각 방형구 별로 관목의 개체 수 차이로 인해 노랑갈퀴가 위치한 조사지점에서 관목까지의 평균 거리에서도

Table 4. The characteristics for the effect of point state(reproductive individuals, vegetative individuals and random points).

	Reproductive point state	Vegetative point state	Random point
No. of point state	55	55	45
Soil moisture(%)	20.42±4.62 ^a	21.85±4.70 ^a	22.55±5.30 ^a
Canopy openness(%)	3.16±1.51 ^a	1.67±1.98 ^b	1.71±1.49 ^b
Light intensity(μmol/m ² /s)	292.14±389.75 ^a	262.23±521.35 ^{ab}	99.48±198.82 ^b
Diameter at breast height of nearest tree(cm)	25.20±6.20 ^a	24.69±6.72 ^a	22.12±6.26 ^a
Distance of nearest tree(cm)	185.44±92.05 ^a	155.34±77.73 ^a	
Distance of nearest shrub(cm)	72.64±40.08 ^a	64.56±36.85 ^a	
Distance of nearest herb(cm)	89.07±39.08 ^a	86.11±30.19 ^a	
Distance of nearest coarse woody debris(cm)	31.48±28.17 ^a	39.12±33.94 ^a	
No. of shoots	1.11±0.37 ^a	1.24±0.58 ^a	

* Values followed by different letters within a column indicate significant differences (P≤0.01) between substrates for that parameter using ANOVA analysis

Table 5. Analysis of variance results for the effect of point state (reproductive individuals, vegetative individuals, and random points) and site and their interactions on four *Vicia venosissima* populations ($P \leq 0.0001$).

	Point state			Site			Point state*site		
	MS	F	P	MS	F	P	MS	F	P
Canopy openness	41.69	13.54	0.000	23.80	12.12	0.000	2.08	0.959	0.455
Light intensity	2.94	10.63	0.000	0.18	0.64	0.595	1.15	5.278	0.000
Soil moisture	0.02	2.07	0.129	0.03	2.58	0.063	0.01	0.799	0.573
Nearest tree				0.07	1.34	0.269			
Nearest shrub				0.44	7.11	0.000			
Nearest herb				0.07	1.89	0.141			

MS: Mean square F: F-value

차이를 보인 것으로 판단된다. 둘째, 조사지점별로는 노랑갈퀴가 위치한 상층부의 수관의 열림 정도와 들어오는 빛의 양에서 큰 차이를 보였으며, 이를 통해 수관 율폐도와 광량이 노랑갈퀴의 위치 및 결실 유무에 큰 영향을 미친 것으로 사료된다($P < 0.0001$, Table 5). 광은 임상 내에 존재하는 초본류의 성장을 좌우하는 중요한 요소 중에 하나로 많은 초본류들의 유성생식 활동에 큰 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Maschinski *et al.*, 1997; Lindh, 2005). 또한 벌목으로 인한 숲틈 형성에 의해 증가한 빛의 양에 따른 다년생 초본의 생식전략에 대한 연구는 최근에 많이 제시되고 있다(Pages and Michalet, 2006; Kanno and Seiwa, 2004). *Uvularia perfoliata*의 경우는 수관이 율폐된 환경에서는 개체군 내에서 꽃이 피는 개체가 전혀 없었는데, 숲틈이 형성됨에 따라 개화 활동이 활발하게 일어나는 등 유성번식 활동이 증가하였다(Kudoh *et al.*, 1999). 또한 백합과의 *Trillium kamschaticum*의 경우는 상층 교목에 의해 수관이 율폐된 지역에서는 유성번식에 관련되는 기관에 대한 바이오매스 분배량은 줄이고, 무성번식에 관련되는 기관(지하경)의 생중량을 늘려 무성생식의 비율을 높이는 것으로 보고되었다(Routhier and Lapointe, 2002). 따라서 본 연구 결과도 유성생식 활동이 활발히 일어나기 위해서는 빛의 양이 충분해야 한다는 상기와 같은 결과에 부합하는 것으로 판단된다.

콩과의 나비나물속 대부분 식물들은 덩굴성의 다년생으로서 양지에서 자라는데, 갈퀴나물은 하천 주변에 햇빛이 잘 드는 곳에 군락을 이루고 있으며(Park *et al.*, 1999), 열치기 완두, 새완두, 살갈퀴 등은 하천 주변이나 국도변 인근에 군락을 이루고 자생하고 있다(Cho *et al.*, 2009). 노랑갈퀴와 광릉갈퀴는 줄기가 곧게 자라며 산속의 반음지에 주로 자생하는데, 임도 주변이나 임분 내 광량이 풍부한 곳에 분포하며 광에 대한 적응도가 넓은 편이다.

본 논문의 노랑갈퀴 자생지는 능선을 중심으로 남서사면을 따라 군락형태로 산재되어 있기는 하나 전체면적이 약

1ha에 달할 정도로 상당히 넓은 면적에 자생하고 있어 현재 까지 보고된 노랑갈퀴의 자생지로는 국내 최대규모이다. 5년 전 숲가꾸기 사업을 통한 상층목과 관목층의 제거로 노랑갈퀴의 생육환경이 좋아지면서 유성생식이 활발히 이루어져 개체군이 크게 증가되어 온 것으로 보이나, 점차 상층의 교목층과 하층의 관목층의 생장으로 수관의 율폐도가 증가하면서 관목층 아래 및 주변의 노랑갈퀴는 광량의 부족으로 결실이 되지 않은 개체가 많이 분포하였다. 따라서 우리나라 특산식물인 노랑갈퀴의 자생지에서 개체군 유지를 위해서는 임내에 도달하는 광량을 확보하기 위하여 상층목의 일부를 적절히 제거하고 3~4년마다 주기적으로 관목층을 잘라줌으로서 노랑갈퀴의 유성생식을 촉진시키는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

인용문헌

- Ahan, Y.H. and S.J. Lee(2007) Ecological Characteristics and Distribution of *Bupleurum latissimum* in Ulleung Island. Journal of Environmental Science 16: 751-761. (in Korean with English abstract)
- Ahn, Y.H.(2003) Distribution of Native *Hibiscus hamabo* and Ecological Characteristics of Naturally inhabited Areas in Jeju Island. Kor. J. Horti. Sci. Technol. 21(4): 440-446. (in Korean with English abstract)
- Barnes, B.(1993) Landscape ecosystem approach and conservation of endangered spaces. End. Species UPDATE 10: 13-19.
- Cho, J.L., C.S. Kim, C.K. Kang, C.M. Byeong and J.E. Park(2009) Distribution, Ecological Habits and Weed Suppressive Ability of Winter Annual Belonged to Genus *Vicia* in Korea. Kor. J. Weed Sci. 29(1): 62-67. (in Korean with English abstract)
- Cho, Y.C., J.S. Kim, J.H. Lee, H.H. Lee, H.S. Ma, C.S. Lee, H.J. Cho and K.H. Bae(2009) Early Responses of Planted *Quercus serrata* Seedlings and Understory Vegetation to Artificial Gap Treatments in Black Locust Plantation. Jour. Korean For. Soc. 98(1): 94-105. (in Korean with English abstract)

- Falk, D.A. and P. Olwell(1992) Scientific and policy consideration on reintroduction of endangered species. *Rhodora* 94: 287-315.
- Halpern, C.B. and T.A. Spies(1995) Plant species diversity in natural and managed forests of the Pacific Northwest. *Ecological Applications* 5: 913-934.
- Hong, K., Y.C. Choi, B.Y. Kang and Y. Hong(2001) Spatial Genetic Structure of Needle Fir(*Abies holophylla*) Seedlings on the Forest Gap Within a Needle Fir Forest at Mt. Odae in Korea. *Jour. Korean For. Soc.* 90(4): 565-572. (in Korean with English abstract)
- Jacquemyn, H., R. Brys, H. Olivier, M. Hermy and I. Roldan-Ruiz(2005) Local forest environment largely affects below-ground growth, clonal diversity and fine-scale genetic structure in the temperate deciduous forest herb *Paris quadrifolia*. *Molecular ecology* 14: 4479-4488.
- Jeong, J.H., K.S. Koo, C.H. Lee and C.S. Kim(2002) Physico-chemical Properties of Korean Forest Soils by Regions. *Jour. Korean For. Soc.* 91(6): 694-700. (in Korean with English abstract)
- Jules, M.J., J.O. Sawyer and E.S. Jules(2008) Assessing the relationships between stand development and understory vegetation using a 420-year chronosequence. *Forest Ecology and Management* 255: 2384-2393.
- Kanno, H. and K. Seiwa(2004) Sexual vs. vegetative reproduction in relation to forest dynamics in the understory shrub, *Hydrangea paniculata*(Saxifragaceae). *Plant Ecology* 170: 43-53.
- Konen, M.E., P.M. Jacobs, C.L. Burras, B.J. Talaga and J.A. Mason(2002) Equations for predicting soil organic carbon using loss-on-ignition for north central U.S. soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66: 1878-1881.
- Korea Forest Service and Korea National Arboretum(2009) Rare plants data book in Korea. (in Korea)
- Kudoh, H., H. Shibaie, H. Takasu, D.F. Whigham and S. Kawano(1999) Genet structure and determinants of clonal structure in a temperate deciduous woodland herb *Uvularia perfoliata*. *Journal of Ecology* 87: 244-257.
- Kuo, S.(1996) Phosphorus. In: Sparks, D.L. (ed) *Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods*. Soil Science Society of America Book Series Number 5. American Society of Agronomy, Madison, WI, 1390pp.
- Lehtila, K., K. Syrjanen, R. Leimu, M.B. Garcia and J. Ehrlén(2006) Habitat change and demography of *Primula veris*: identification of management targets. *Conservation Biology* 20: 833-843.
- Lemmon, P.E.(1956) A spherical densiometer for estimating forest overstory density. *Forest Science* 2: 314-320.
- Lezberg, A.L., C.B. Halpern and J.A. Antos(2001) Clonal development of *Maianthemum dilatatum* in forests of differing age and structure. *Can. J. Bot.* 79: 1028-1038.
- Lindh, B.C.(2005) Effects of conifer basal area on understory herb presence, abundance, and flowering in a second-growth Douglas-fir forest. *Canadian Journal of Forest Research* 35: 938-948.
- Lucas, G. and H. Synge(1981) *Plant Red Data Book*, IUCN.
- Maliakal-Witt, S., E. Menges and J. Denslow(2005) Microhabitat distribution of two Florida scrub endemic plants in comparison to their habitat-generalist congeners. *American Journal of Botany* 92: 411-421.
- Maschinski, J., T. E. Kolb, E. Smith and B. Phillips(1997) Potential impacts of timber harvesting on a rare understory plant, *Clematis hirsutissima* var. *arizonica*. *Biological Conservation* 80: 49-61.
- Mayberry, R.J. and E. Elle(2010) Conservation of a rare plant requires different methods in different habitats: demographic lessons from *Actaea elata*. *Oecologia* 164(4): 1121-1130.
- Oh, H. K., H. T. Shin, and M. S. Beon(2008) Investigation of Vascular Plants in the Eco-Arboretum Site, Mt. Gumwon. *Korean J. Plant Res.* 21(2): 117-127. (in Korean with English abstract)
- Pages, J.P. and R. Michalet(2006) Contrasted responses of two understory species to direct and indirect effects of a canopy gap. *Plant Ecology* 187: 179-187.
- Paik, W.K., W.T. Lee, W.G. Park and S.D. Aan(1996) Flora and Vegetation of Resources Plants in the Mt. Hansuk(Kangwon-do). 9(2): 121-142. (in Korean with English abstract)
- Park, T., Y. Park, E.J. Song and S.D. Song(1999) Change of Nitrogen Fixation Activity and Heavy Metal Accumulation of *Vicia amoena* Community from Kumho Riverside. *Korean J. Ecol.* 22(3): 131-137. (in Korean with English abstract)
- Park, W.G., W.K. Paik, W.T. Lee and S.D. Ahn(1997) Flora and Vegetation of Resources Plants in the Mt. Mandukbong (Kangwon-do). 10(1): 64-85. (in Korean with English abstract)
- Park, Y.J. and K.O. Yoo(1998) Flora of Kyongpo Provincial Park Area. *Korean J. Ecol.* 12(3): 224-225. (in Korean with English abstract)
- Roh, I. and H.S. Moon(2004) Analysis of Site Characteristics and Vegetation Structure of *Corylopsis coreana* Communities. *J. Agriculture & Life Sciences* 38(2): 41-51. (in Korean with English abstract)
- Routhier, M.C. and L. Lapointe(2002) Impact of tree leaf phenology on growth rates and reproduction in the spring flowering species *Trillium erectum*(Liliaceae). *American Journal of Botany* 89: 500-505.
- Sumner, M.E. and W.P. Miller(1996) Cation exchange capacity and exchange coefficients, pp. 1201-1229. In: D.L. Sparks (ed). *Methods of soil analysis. Part 3: chemical methods*. Soil Science Society of America book series No. 5, 3rd edn., Soil Science Society of America, Madison, WI.

- Svenning, J. C.(1999) Microhabitat specialization in a species-rich palm community in Amazonian Ecuador. *Journal of Ecology* 87: 55-65.
- Vandepitte, K., I. Roldan-Ruiz, L. Leus, H. Jacquemyn and O. Honnay(2009) Canopy closure shapes clonal diversity and fine-scale genetic structure in the dioecious understory perennial *Mercurialis perennis*. *Journal of Ecology* 97: 404-414.
- You, J.H., H.W. Cho, S.G. Jung and C.H. Lee(2004) Correlation Analysis between Growth and Environmental Characteristics in *Abeliophyllum distichum* Habitats. *Kor. J. Env. Eco.* 18: 210-220. (in Korean with English abstract)