

울릉도 나리분지 주변 산림의 임분구조 및 동태

정재민* · 황선미 · 김유미 · 신재권 · 김명수
국립수목원 산림자원보존과

(2010년 1월 25일 접수; 2010년 3월 25일 수정; 2010년 3월 25일 수락)

Stand Structure and Dynamics in Forests around Nari Basin of Ulleung Island, Korea

Jae-Min Chung*, Sun-Mi Hwang, Yoo-Mi Kim, Jae-Kwon Shin and Myong-Soo Kim

Korea National Arboretum, Sumokwon-ro 832, Soheul-eup, Pocheon-si, Gyeonggi-do 487-821, Korea

(Received January 25, 2010; Revised March 25, 2010; Accepted March 25, 2010)

ABSTRACT

For the sustainable conservation of forests within and around the somma of Nari basin in Ulleung Island, the stand structure and dynamics with the aspect, altitude and stand types were estimated by using analyses of importance value, plant species diversity, Sørensen's similarity index and distributions of diameter classes. Results of the importance value analysis with vegetation stories on each stand showed that *Fagus engleriana* and *Acer okamotoanum* were dominant in most stands regardless of the aspect and altitude of the forest around the somma of Nari basin and the plant species composition among stands was not significantly different. The forest within Nari basin was composed of pine, beech, alder and deciduous-mixed stand. Moreover, the species composition was greatly different among the four stands. The diversity of plant species within stand was in general higher within Nari basin than around the somma, and among stands within Nari basin, the plant species diversity of pine and deciduous-mixed stand showed higher values than that of beech and alder stands. The similarity index among stands with aspect and altitude showed that the index among stands of eastern, western and northern slope in forest around the somma and forest within the basin ranged from 0.68 to 0.69, and the similarity among four stands with altitude was very high having index range from 0.85 to 0.95. The patterns of diameter class distribution of the major dominant species from four altitude classes followed an almost normal bell-shaped distribution. The results were interpreted as an indication that these forests will in general maintain a stable stand structure. Therefore, despite diverse topographic features around Nari basin, the stand structure and plant species composition among stands were not diversified as expected. For the conservation of diversity of forest plant species and of forest ecosystems, a promising and intensive program should be considered.

Key words : Stand structure, Importance value, Plant species diversity, Nari basin, Ulleung Island

I. 서 론

기후변화는 지구의 많은 지역에서 생물 종의 분포와 다양성, 생물계절학, 서식지 면적, 개체군 동태 등에 많은 영향을 주고 있다(Mawdsley *et al.*

2009). 이러한 기후변화는 특히 섬 생물 종의 분포와 다양성 및 생태계에도 심각한 영향을 미칠 수 있다(Ingram and Dawson, 2005). 또한 섬에 격리된 특산생물 종은 대체로 내륙 분포 종에 비해 유전적 다양성이 낮고 유전적 변이의 감소율이 크기

* Corresponding Author : Jae-Min Chung (rhuso@forest.go.kr)

때문에 소멸되거나 멸종될 가능성이 높다(Frankham, 1996).

울릉도는 신생대 제3기 말에서 제4기 초에 화산 활동에 의해 형성된 한반도의 동쪽으로 약 137km 떨어져 있는 면적 7,268ha의 화산섬으로, 기반암은 가장 하부부터 현무암질 집괴암 및 응회암, 하부 조면암, 상부 조면암이 수평을 이루고 그 위를 조면암질 부석 및 화산회가 덮고 있다(Won and Lee, 1984). 또한 내륙과의 원거리 격리와 험준한 지형에 의한 지형적 다양성 및 해양성 기후 등에 의해 주변의 내륙과는 다른 식생과 식물상을 이루고 있으며, 또한 해발고에 의한 수직적 식물의 분포대가 뚜렷한 지형으로 알려져 있으며(Cho *et al.*, 1993), 분포하는 관속식물은 약 560~650종으로 그 중 40여종이 특산식물로 보고된 바 있다(Yang, 1956; Oh, 1978).

울릉도의 산림은 성인봉을 비롯한 고산지역 능선부와 험준한 해안가 절벽 등지를 제외하고는 19세기 중반부터 20세기 초까지 러시아와 일본의 도벌에 의해 느티나무와 섬잣나무, 섬피나무, 향나무 등 대경목들은 벌목으로 대부분 훼손되었으며, 그 후 잔존식생도 화전농업과 화목용으로 많은 부분이 교란되었고(Yim and Ahn, 1973), 현재 대부분의 산림식생은 그 이후에 2차 천이에 의해 형성된 산림으로 추정된다.

성인봉 주변의 원시림은 울릉도 고유 임상의 보존적 가치뿐만 아니라 관광을 위한 주요 탐방지로도 매우 중요한 산림으로서, 섬 내에서 생태적으로 안정된 극상림을 유지하고 있으며, 산림 내에 희귀 및 특산 식물종이 다수 분포하고 있기 때문에 생태적 연구가 많이 이루어져 왔다(Cho *et al.*, 1993; Choi *et al.*, 1998; Han *et al.*, 1998; Lee *et al.*, 2007).

울릉도는 해양성 기후로 기후변화에 민감한 지역으로서(Oh, 1978; Lee *et al.*, 2007), 최근 지구온난화로 인한 기후변화 때문에 산림 식생의 천이가 급속히 진행 됨으로써 식생변화 및 식물 종 다양성이 크게 영향을 받을 것으로 추정된다.

따라서 본 연구는 울릉도 산림유전자원보호림 내 국립수목원 시험림을 중심으로 성인봉과 주변 산림에 대한 균락생태학적 방식으로 식물 종의 조성 및 임분의 구조적 특성을 구명하여 시험림과 주변 산림의 지속가능한 보전 및 복원을 위한 생태적 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

2.1. 조사지 개황

본 조사지는 울릉도의 성인봉을 중심으로 나리분지 일대의 산림으로서 행정구역상으로는 울릉군 북면에 해당하며, 지리적으로는 북위 37° 29' 30"~37° 52' 30", 동경 130° 51' 30"~130° 52' 30"에 위치하고 있다(Fig 1). 나리분지는 성인봉(983.6m)을 중심으로 동쪽으로 말잔등(967.8m)과 천두산(961.2m), 나리령(798m), 그리고 서쪽으로는 미륵산(900.8m)과 형제봉(712.5m), 송곳산(605.6m) 등 외륵산으로 병풍처럼 둘러싸인 칼데라 화구가 함몰하여 형성된 화구원(火口原)이다.

그리고 성인봉을 중심으로 나리분지 외륵의 산림 1,477ha 지역은 산림청 산림유전자원보호림으로 지정되어 집중 관리되고 있으며, 그 중 102.7ha의 산림은 국립수목원 학술연구 목적의 시험림으로 지정되어(2002년) 조사 및 연구가 진행되고 있다.

Fig 2는 울릉도의 47년간 기후변화 자료(KMA, 1961~2008)로서, 연평균 기온은 12.6°C, 최대기온은 30.8°C, 최저기온은 -5.9°C로 기록되었다. 또한 1988년 이후로 연평균최저온도가 9°C, 연평균최고기온이 15°C 이하로 내려가지 않았으며, Fig 2의 추세선을 보면 1961년 이후 약 1.0°C정도 상승한 결과를 볼 수 있다.

2.2. 조사 및 분석방법

조사지역은 성인봉을 중심으로 나리분지의 동, 서,

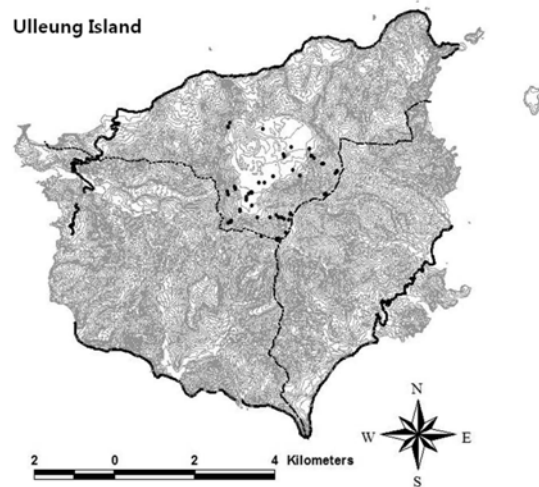


Fig. 1. Map of the study sites around Nari basin of Ulleung Island.

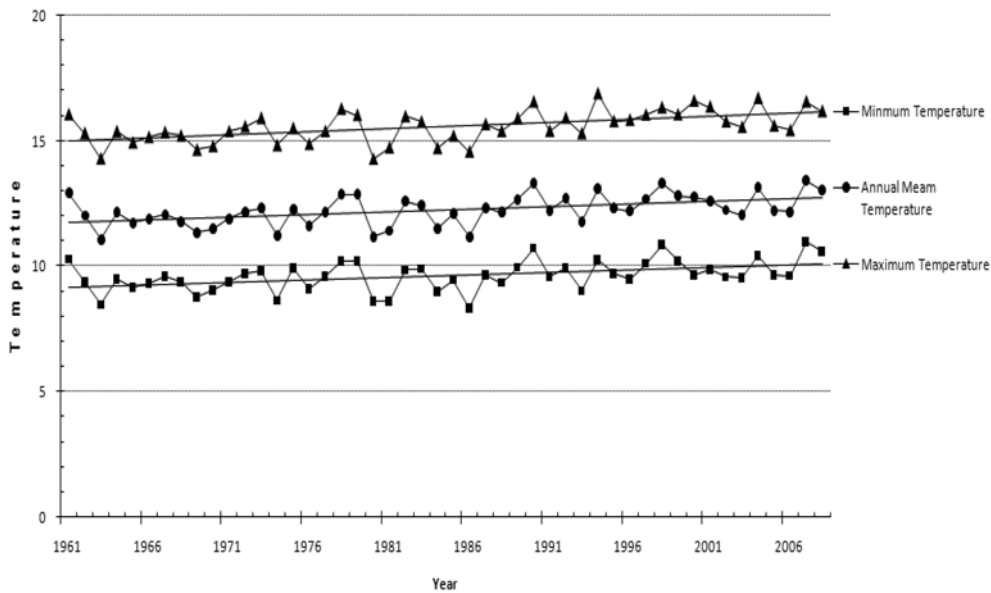


Fig. 2. Annual changes of temperature in Ulleung Island (1961~2008).

북사면과 각 사면별 산록, 산복, 능선부로 구분하였으며, 나리분지는 활엽혼효림과 두메오리나무림, 소나무·해송림, 너도밤나무림으로 구분하여 총 65개소를 조사하였다. 각 조사구역에 대한 방형구의 크기는 교목층의 수고를 고려하여 10m×10m 또는 20m×20m로 구분하여 조사 하였으며, 조사구 내 출현하는 모든 식물을 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층의 계층으로 구분하여 기록하였다. 그리고 흉고직경 2cm 이상의 개체들은 흉고직경과 수고를 측정하여 기록하였고, 흉고직경 2cm 이하는 개체 수를 조사하였다.

각 조사구에 출현하는 초본은 피도를 기준으로 Braun-Blanquet(1964)의 우점도 계급으로 기록하였고, 각 조사구별 환경인자인 해발 높이와 사면의 방향을 측정하고, GPS로 경위도 좌표를 기록하였다.

입분별 식생에 대한 구성종의 값은 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치의 평균치를 백분율로 표시하였으며, 그리고 각 산림의 입분별 매목조사에서 조사된 수종 중 교목층과 아교목층에서 중요치 10% 이상을 점유하는 약 10 수종들을 대상으로 직경급 빈도 분포도를 그래프로 나타내었다. 층위별 식물 구성종의 다양성과 분포 정도를 파악하기 위하여 Shannon (1949)식을 이용하여 다양도지수(1), 최대종 다양도지수(2), 균재도와(3) 우점도(4)를 산출하였으며, Sørensen의 균집유사도 지수를(5) 산출하여 비교분석

하였다.

Shannon(1949)의 종다양도지수를 보면 H' 는 Shannon-Wiener의 다양성 지수로서 n 는 표본층에서 종 i 의 중요치 이며, N 은 표본에서 모든 종의 중요치이다.

$$H' = (N \log N - \sum n_i \log n_i) / N \tag{1}$$

n_i 는 출현 s 개의 수종에 N 개의 개체가 동일한 개체 수로 분포한다고 가정하면 $n_i = N/s$ 가 되고, 최대의 다양성지수값이 산출될 것이다. 다음과 같은 식에 의하여 Shannon-Wiener의 다양성지수의 최대다양성 지수, 균재성 및 우점성이 산출 될 수 있다.

$$\text{최대종다양도지수(Maximum } H'; H'_{\max}.) = \log S \tag{2}$$

$$\text{균재도(Evenness; } J') : J' = H' / H'_{\max} \tag{3}$$

$$\text{우점도(Dominance): } 1 - J' \tag{4}$$

유사도 지수에서 한 군락의 종수(S_1)와 비교자 하군락의 종수(S_2), 군락에 공통으로 있는 종의 수를 나타내며(C), 유사성 지수(Similarity index)가 최대가능값인 1.0을 나타낼 경우에는 수종구성과 개체 수 분포가 동일하다는 것을 의미하며, 0.0을 나타낼 경우에는 공통적으로 출현하는 수종이 없다는 것을 의미하다.

$$\text{유사도 지수(CCs)} = 2C/S1+S2 \quad (5)$$

III. 결과 및 고찰

3.1. 산림 임분의 중요치 및 종 구성

울릉도 나리분지를 중심으로 주변 외륜의 산림에서 각 사면의 방위, 고도 그리고 나리분지 내 임분들을 대상으로 임분 구조와 층위 별 종 조성의 차이를 파악하기 위하여 식생 조사에서 얻은 자료를 토대로 중요치(I.V.)를 산출한 결과는 다음과 같다(Table 1, 2, 3, 4).

나리분지 주변 외륜의 산림에서 교목층에 대한 중요치를 각 조사 지역 별로 비교 분석한 결과(Table 1), 너도밤나무는 나리분지 내 너도밤나무림에서 77.7%가 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 외륜의 북사면 산복부, 산록부, 능선부에서 각각 55.2%, 49.3%, 41.3% 순으로 높게 나타났다. 서사면에서는 산복부와 능선부

에서 37.6%와 20.2%, 동사면의 산복부에서도 11.9%를 보여 성인봉 주변 산림에서는 너도밤나무가 가장 높게 나타났다. 우산고로쇠는 동사면 능선부에서 56.2%로 가장 높게 나타났으며, 나리분지 주변 산림의 모든 교목층에서 고르게 중요치를 나타내어 너도밤나무와 함께 우점하는 경향을 보였다. 당마가목은 나리분지 내 활엽수림에서 28.3%로 가장 높게 나타났으며, 그 외 대부분 지역 산림에서 출현하고 있었다. 풍게나무와 층층나무, 섬벚나무, 섬피나무도 대부분 지역 산림에서 출현하여 나리분지 주변 산림 교목층의 주요 구성 수종으로 나타났다.

성인봉을 중심으로 나리분지 외륜의 동사면과 서사면의 일부 산림의 교목층에서는 Cho *et al.*(1993)의 연구 결과와 같이 너도밤나무가 우점하고 있었으나, 외륜의 산림에서는 고로쇠나무가 생장이 빠르고 능선부까지 빠르게 확산되는 추세이며, 또한 일부 군락에서는 우점하는 경향이 있기 때문에 Han *et al.*(1998)

Table 1. Importance value of major species at tree layers with aspects around and within Nari basin

Species	Aspect		West			East			North			Nari-Basin **			
	Slope*	Ridge	Side	Base	Ridge	Side	Base	Ridge	Side	Base	Deciduous Forest	Alder Forest	Beech Forest	Pine Forest	
<i>Fagus engleriana</i>		20.2	37.6	1.6	-	11.9	1.6	49.3	55.2	41.3	3.3	-	77.7	-	
<i>Acer okamotoanum</i>		26.2	14.4	29.8	56.2	23.5	38.3	16.2	10.9	26.4	8.4	6.2	6.9	10.0	
<i>Sorbus amurensis</i>		18.9	7.0	16.2	4.7	6.6	3.8	14.0	-	3.7	28.3	-	-	7.4	
<i>Cornus controversa</i>		7.0	8.1	2.8	20.0	9.1	9.7	-	14.1	-	18.1	4.9	7.4	-	
<i>Prunus takesimensis</i>		19.2	6.0	8.2	-	6.8	7.0	3.0	9.1	5.5	13.8	-	8.0	12.2	
<i>Celtis jessoensis</i>		-	4.8	6.3	4.6	19.5	11.1	-	4.3	7.0	21.4	4.4	-	7.2	
<i>Alnus maximowiczii</i>		-	-	-	-	1.8	1.3	-	-	-	-	64.6	-	-	
<i>Phellodendron insulare</i>		1.0	5.4	1.4	14.5	5.9	6.8	-	-	3.6	-	6.2	-	-	
<i>Tilia insularis</i>		-	1.5	3.8	-	2.2	7.6	1.8	-	4.1	3.4	4.4	-	14.0	
<i>Acer takesimense</i>		5.3	5.6	3.3	-	3.7	-	9.2	-	-	-	4.7	-	-	
<i>Hovenia dulcis</i>		-	5.4	13.2	-	-	8.8	-	-	4.2	-	-	-	-	
<i>Ulmus laciniata</i>		2.2	4.1	9.0	-	6.3	-	3.5	-	4.2	-	-	-	-	
<i>Pinus densiflora</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.9	
<i>Pinus thunbergii</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.1	
<i>Morus bombycis</i>		-	-	2.7	-	-	-	-	-	-	3.3	-	-	3.2	
<i>Kalopanax pictus</i>		-	-	-	-	2.7	-	-	6.3	-	-	-	-	-	
<i>Picrasma quassioides</i>		-	-	-	-	-	2.5	-	-	-	-	4.6	-	-	
<i>Styrax obassia</i>		-	-	1.7	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-	-	
<i>Hydrangea petiolaris</i>		-	-	-	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-	-	
<i>Prunus sargentii</i>		-	-	-	-	-	1.3	-	-	-	-	-	-	-	
Number of total species		8	11	13	5	12	12	9	6	9	8	8	4	8	
Total		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

*indicate mountain ridge, mountain side and mountain base.

**Alder : *Alnus maximowiczii*, Beech : *Fagus engleriana*, Pine: *Pinus densiflora* and *P. thunbergii*.

Table 2. Importance value of major species at sub-tree layers with aspects around and within Nari basin

Species	Aspect Slope*	West			East			North			Nari-Basin**			
		Ridge	Side	Base	Ridge	Side	Base	Ridge	Side	Base	Deciduous Forest	Alder Forest	Beech Forest	Pine Forest
<i>Acer okamotoanum</i>		23.9	16.6	21.5	24.4	27.2	21.9	5.2	-	36.9	10.2	33.5	12.6	11.4
<i>Fagus engleriana</i>		17.6	26.9	3.4	-	-	5.9	39.9	72.8	13.0	-	-	51.4	-
<i>Acer takesimense</i>		13.1	16.0	16.6	4.4	14.1	15.8	29.2	-	-	5.3	-	19.2	28.0
<i>Sorbus amurensis</i>		24.4	3.8	5.5	10.1	16.0	10.4	11.1	12.1	9.8	16.9	-	-	11.5
<i>Celtis jessoensis</i>		6.3	17.4	4.0	13.6	9.2	10.8	-	8.7	-	20.7	-	-	5.8
<i>Styrax obassia</i>		6.0	-	5.1	8.7	5.0	10.9	-	-	9.8	11.8	-	-	15.8
<i>Sambucus sieboldiana</i> var. <i>pendula</i>		-	-	2.0	-	-	1.1	-	-	-	-	57.6	-	-
<i>Ulmus laciniata</i>		-	3.7	11.0	17.9	7.9	-	8.8	-	-	11.4	-	-	-
<i>Taxus baccata</i> var. <i>latifolia</i>		5.0	3.4	5.8	-	7.6	8.7	-	-	8.2	-	-	16.8	2.5
<i>Tilia insularis</i>		-	-	4.2	8.6	7.8	4.1	5.8	6.4	11.7	-	-	-	3.4
<i>Cornus controversa</i>		1.7	-	-	12.2	-	3.2	-	-	-	11.4	-	-	3.6
<i>Morus bombycis</i>		-	-	12.9	-	-	1.6	-	-	-	7.0	-	-	6.5
<i>Prunus takesimensis</i>		-	-	6.0	-	-	-	-	-	10.8	-	-	-	-
<i>Tsuga sieboldii</i>		-	6.7	1.9	-	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vitis coignetiae</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.9	-	-
<i>Picrasma quassioides</i>		-	-	-	-	-	1.8	-	-	-	-	-	-	4.4
<i>Actinidia arguta</i>		-	3.3	-	-	2.7	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alnus maximowiczii</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.3	-	-	-
<i>Camellia japonica</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.3
<i>Hovenia dulcis</i>		-	2.2	-	-	-	1.3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinus densiflora</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9
<i>Callicarpa japonica</i> var. <i>luxurians</i>		-	-	-	-	-	2.4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinus thunbergii</i>		2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Number of total species		9	10	13	8	10	14	6	4	7	9	3	4	12
Total		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

*indicate mountain ridge, mountain side and mountain base.

**Alder : *Alnus maximowiczii*, Beech : *Fagus engleriana*, Pine: *Pinus densiflora* and *P. thunbergii*.

과 Lee *et al.*(2007)이 보고한 바와 같이 너도밤나무-고로쇠나무가 우점하고 있었으며, 이 지역 전체 산림에서 분포면적이나 밀도, 생장 등을 고려하면, 앞으로 천이 계열에 따라 이 지역의 많은 임분에서 너도밤나무보다 우점할 수 있을 것으로 판단되었다.

나리분지 내 평원의 일부 지역을 제외한 대부분 지역은 1882년 울릉도 개척령이 공포되어 입도 주민이 늘어나면서부터 1970년대 초까지 화전 또는 경작지로 크게 교란되었던 지역으로서, 현재의 산림은 그 이후에 2차 천이에 의해 형성된 것으로서 주변의 환경조건에 따라 다양한 임분들이 발달해 있다.

그중 두메오리나무림에서는 두메오리나무의 중요치가 64.6%로 가장 높게 나타났으며, 너도밤나무림에서는 너도밤나무가 77.7%로서 단순림을 형성하고 있었

다. 소나무림에서는 소나무와 해송이 각각 24.9%, 21.1%로 나타났으며, 그 외 활엽수로서 섬피나무와 섬벚나무, 우산고로쇠가 10%이상의 중요치를 보여 활엽수림으로 천이 계열이 진행 중인 것으로 판단되었다. 활엽혼효림에서는 당마가목이 28.3%, 풍계나무가 21.4%, 층층나무가 18.1%, 섬벚나무가 13.8%의 순으로 혼효되어 있었다.

나리분지 주변 외륜의 산림에서 아교목층의 중요치를 비교 분석한 결과(Table 2), 우산고로쇠가 북사면 산복부를 제외한 전 지역 산림의 아교목층에서 5%이상의 중요치를 보여 가장 높게 나타났으며, 교목성인 너도밤나무와 당단풍나무, 당마가목, 풍계나무도 대부분의 산림에서 높은 중요치로 아교목층을 구성하고 있어 앞으로 이 지역 산림의 잠재적 우점종으로 판단

Table 3. Importance value of major species at shrub layers with aspects around and within Nari basin

Species	Aspect	West			East			North			Nari-Basin**			
		Slope* Ridge	Side	Base	Ridge	Side	Base	Ridge	Side	Base	Deciduous Forest	Alder Forest	Beech Forest	Pine Forest
<i>Hydrangea petiolaris</i>		8.5	22.8	18.6	4.2	23.5	24.1	28.6	7.3	4.3	10.2	3.1	3.1	6.1
<i>Ligustrum foliosum</i>		9.7	12.2	12.4	7.0	14.9	11.8	6.1	4.9	31.6	4.6	26.1	6.8	10.0
<i>Acer okamotoanum</i>		3.7	4.1	6.8	8.8	7.8	5.9	2.6	11.3	1.9	4.8	14.9	5.7	1.9
<i>Schizophragma hydrangeoides</i>		-	3.5	6.6	-	10.1	5.4	4.3	17.4	4.3	5.3	5.0	4.9	6.1
<i>Sorbus amurensis</i>		2.7	3.2	4.9	8.4	1.9	3.5	10.3	6.4	4.3	11.0	1.6	-	6.5
<i>Sasa borealis</i>		33.4	-	-	30.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Styrax obassia</i>		-	3.9	3.4	-	3.0	7.0	3.5	4.5	5.9	4.8	2.2	7.8	12.4
<i>Fagus engleriana</i>		5.3	7.2	0.9	-	-	-	5.0	22.9	-	1.2	-	14.6	-
<i>Acer takesimensis</i>		4.8	7.0	3.8	5.1	1.9	4.4	8.2	2.8	3.4	1.4	-	5.9	6.1
<i>Tilia insularis</i>		6.6	4.3	-	-	4.3	4.1	3.2	7.2	11.8	1.4	-	4.5	5.0
<i>Actinidia polygama</i>		2.9	5.2	2.1	15.0	3.8	0.9	2.6	-	5.9	7.2	-	-	1.3
<i>Morus bombycis</i>		-	-	1.9	6.4	9.3	-	-	-	13.7	1.4	2.5	-	4.8
<i>Cornus controversa</i>		-	-	0.8	1.8	3.5	4.4	8.2	4.5	-	7.1	3.5	-	5.7
<i>Ulmus laciniata</i>		1.3	2.3	4.3	4.1	1.9	1.9	4.8	4.4	-	8.6	1.6	-	2.3
<i>Hedera rhombea</i>		-	-	14.7	-	1.9	7.4	-	-	-	-	1.8	11.2	-
<i>Sambucus sieboldiana</i> var. <i>pendula</i>		6.0	-	0.8	4.6	3.0	2.1	2.9	1.7	-	4.6	10.2	-	-
<i>Celtis jessoensis</i>		-	1.7	2.0	1.8	-	-	-	2.2	2.6	10.2	5.6	-	7.6
<i>Rubus takesimensis</i>		1.2	-	0.5	-	-	0.8	0.8	2.5	-	3.4	13.5	-	2.0
<i>Prunus takesimensis</i>		-	1.2	1.8	-	-	1.8	1.3	-	-	7.8	-	2.9	5.6
<i>Euonymus fortunei</i> var. <i>radicans</i>		6.3	1.2	-	-	-	2.1	1.3	-	-	-	-	7.5	1.3
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> var. <i>heterophylla</i>		-	1.6	2.9	-	3.0	1.5	-	-	-	1.2	1.6	4.5	3.0
<i>Callicarpa japonica</i> var. <i>luxurians</i>		-	0.7	1.4	-	2.2	1.4	-	-	6.0	1.2	-	6.4	-
<i>Ardisia japonica</i>		-	-	-	-	-	0.8	-	-	4.1	-	-	10.1	-
<i>Taxus baccata</i> var. <i>latifolia</i>		4.4	2.2	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	1.9	2.6
<i>Vitis coignetiae</i>		-	1.3	-	-	-	-	2.9	-	-	-	3.5	-	4.1
<i>Hovenia dulcis</i>		-	6.7	3.4	-	-	1.3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Actinidia arguta</i>		-	1.2	1.1	-	-	2.7	-	-	-	1.4	-	-	2.7
<i>Euonymus oxyphyllus</i>		-	3.5	-	-	2.2	-	-	-	-	-	-	2.2	-
<i>Pueraria thunbergiana</i>		-	-	0.8	-	-	-	-	-	-	-	1.9	-	3.1
<i>Rhododendron brachycarpum</i>		1.8	-	-	-	-	-	2.4	-	-	-	-	-	-
<i>Euonymus alatus</i> for. <i>ciliato-dentatus</i>		-	-	1.0	-	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clerodendron trichotomum</i>		-	-	-	-	-	1.7	-	-	-	-	1.5	-	-
<i>Viburnum furcatum</i>		1.3	0.6	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-
<i>Sasa borealis</i>		9.1	1.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syringa velutina</i> var. <i>venosa</i>		-	-	-	-	-	2.9	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alangium platanifolium</i> var. <i>macrophyllum</i>		-	2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Boehmeria spicata</i>		-	-	-	2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clematis apiifolia</i>		-	-	0.8	-	-	-	-	-	-	1.2	-	-	-
Number of total species		17	24	25	13	18	23	19	14	13	21	17	16	21
Total		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

*indicate mountain ridge, mountain side and mountain base.

**Alder : *Alnus maximowiczii*, Beech : *Fagus engleriana*, Pine: *Pinus densiflora* and *P. thunbergii*.

Table 4. Comparison of importance value of major species at herb layers with aspects around and within Nari basin

Aspect Species	West			East			North			Nari-Basin			
	Slope* Ridge	Side	Base	Ridge	Side	Base	Ridge	Side	Base	Deciduous Forest	Alder Forest	Beech Forest	Pine Forest
<i>Majanthemum dilatatum</i>	15.6	14.5	12.3	1.3	1.3	18.3	12.4	4.0	27.1	-	3.8	32.5	16.8
<i>Allium victorialis</i> var. <i>platyphyllum</i>	17.4	21.9	6.3	4.5	6.4	6.0	10.3	12.4	12.2	-	-	8.8	-
<i>Disporum sessile</i> var. <i>sessile</i>	2.5	6.7	19.6	5.9	8.8	15.0	4.2	1.3	16.6	2.7	3.3	-	19.3
<i>Dystaenia takeshimana</i>	2.5	0.9	7.1	15.9	3.3	12.7	3.3	-	-	2.7	19.6	3.5	11.8
<i>Phryma leptostachya</i> var. <i>asiatica</i>	4.9	3.1	3.3	4.2	2.6	5.7	4.2	4.5	6.1	7.6	15.1	1.6	4.4
<i>Polystichum braunii</i>	5.1	3.7	2.9	5.0	11.0	3.4	7.9	6.4	6.9	4.9	-	5.8	1.3
<i>Asperula odorata</i>	6.4	3.7	5.9	2.7	6.4	4.6	2.1	4.0	3.0	4.6	5.2	3.9	6.9
<i>Rumohra standishii</i>	-	3.1	-	6.1	19.7	1.4	10.5	5.6	3.0	4.9	-	-	-
<i>Viola takeshimana</i>	4.7	2.4	3.8	4.0	3.8	2.7	4.2	8.8	-	4.0	4.7	-	2.9
<i>Hepatica maxima</i>	6.4	3.2	1.5	4.0	4.5	1.4	4.6	4.8	3.9	1.0	-	7.8	-
<i>Smilax riparia</i> var. <i>ussuriensis</i>	4.6	2.3	3.7	-	3.3	3.7	1.9	1.6	6.1	1.0	4.2	5.8	4.4
<i>Polystichum polyblepharum</i>	1.6	0.6	1.1	14.4	3.9	3.0	7.6	1.6	-	1.4	-	-	-
<i>Lilium hansonii</i>	9.6	2.4	4.1	1.9	-	0.7	1.7	4.0	3.0	-	1.4	3.5	1.5
<i>Trillium tschonoskii</i>	-	2.4	6.6	4.2	2.6	2.6	3.3	1.6	-	-	1.4	-	-
<i>Polystichum retrosopaleaceum</i>	-	1.8	1.4	-	3.8	1.0	-	-	-	11.2	1.4	1.6	-
<i>Polystichum tripterum</i>	-	1.8	1.5	1.1	5.2	0.7	-	1.6	3.0	1.4	1.4	1.6	-
<i>Desmodium fallax</i>	-	1.1	1.5	-	-	1.3	0.6	-	-	2.0	1.4	5.0	2.9
<i>Persicaria filiforme</i>	-	-	-	1.1	-	-	-	3.2	-	6.7	3.3	-	1.5
<i>Adenocaulon himalaicum</i>	-	0.5	1.1	-	-	-	0.7	1.6	-	3.6	8.1	-	-
<i>Rumohra miqueliana</i>	1.6	1.8	0.6	-	-	0.7	2.1	1.6	3.0	-	-	3.9	-
<i>Arisaema takesimense</i>	-	2.4	3.7	1.1	1.3	2.1	0.7	1.6	-	-	-	-	1.5
<i>Athyrium acutipinnulum</i>	0.8	0.6	0.8	4.0	1.3	0.7	1.3	1.6	-	-	-	-	-
<i>Cayratia japonica</i>	-	-	-	2.7	2.3	0.6	-	-	-	1.0	2.9	-	1.5
<i>Aster glehni</i>	-	-	-	-	-	-	0.7	-	-	2.7	4.0	-	2.9
<i>Saussurea grandifolia</i>	-	0.6	-	4.5	1.3	-	-	3.2	-	-	-	-	-
<i>Sanicula chinensis</i>	-	-	-	2.7	-	-	-	1.6	-	4.9	-	-	-
<i>Fallopia sachalinensis</i>	-	-	1.8	1.3	-	1.2	-	-	-	1.0	3.3	-	-
<i>Carex blepharicarpa</i> var. <i>stenocarpa</i>	-	4.7	-	-	-	-	-	1.6	-	-	-	1.9	-
<i>Aruncus dioicus</i> var. <i>kamtschaticus</i>	0.7	1.6	-	-	-	1.3	2.0	2.4	-	-	-	-	-
<i>Pyrola japonica</i> Klenze	-	0.6	-	-	-	-	0.7	1.6	3.0	-	-	1.9	-
<i>Polystichum retroso-paleaceum</i> var. <i>coraiense</i>	-	-	-	-	-	-	-	7.2	-	-	-	-	-
<i>Boehmeria tricuspis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	1.2	-	1.5
<i>Gymnadenia camtschatica</i>	0.7	1.5	1.3	1.9	-	0.6	0.6	-	-	-	-	-	-
<i>Arisaema amurense</i> var. <i>serratum</i>	-	0.5	-	-	1.0	-	1.2	-	-	2.3	-	-	1.3
<i>Equisetum arvense</i>	-	-	0.8	-	-	1.3	-	-	-	4.0	-	-	-
Others(omitted 48 spp.)	5.8	7.5	7.3	5.6	6.4	7.2	11.6	10.3	3.0	20.3	14.7	10.9	17.8
Number of total species	22	26	28	25	24	34	34	32	14	30	25	20	28
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

*indicate mountain ridge, mountain side and mountain base.

**Alder : *Alnus maximowiczii*, Beech : *Fagus engleriana*, Pine: *Pinus densiflora* and *P. thunbergii*.

되었다. 그리고 아교목성 수종인 쪽동백나무와 소테나무, 두메오리나무, 산뽕나무 등은 다소 낮은 중요치로 드물게 출현하고 있었다. 또한 상록침엽수인 회솔나무

는 대부분의 산림 내에서 낮은 밀도로 출현하고 있었으나, 솔송나무는 서사면 산록 및 산북부와 동사면 산북부의 절벽주변에만 매우 낮은 밀도로 출현하고 있으며, 활

엽수류에 비해 상대적으로 생장이 느리기 때문에(Lee *et al.*, 2007) 공간경쟁에 의한 쇠퇴가 우려된다.

그리고 나리분지 내 산림에서는 순림에 가까운 두메 오리나무림과 너도밤나무림의 아교목층에서는 극히 적은 3~4개의 수종만 출현하고 있었으나, 활엽혼효림과 소나무림에서는 보다 많은 약 10여종의 다양한 수종들이 출현하고 있었다. 또한 난대상록성 수종인 동백나무가 나리분지 내 소나무림의 아교목층에 출현하고 있기 때문에 차후 동백나무가 우점하는 상록활엽수림으로 천이가 진행될 것으로 판단되었다.

나리분지 주변 외륜의 산림과 분지 내 산림의 관목층에서는 사면방향과 사면 내 고저를 막론하고 12~25종의 아주 다양한 수종들이 출현하여 높은 다양성을 보였다(Table 3). 특히, 교목성인 고로쇠나무와 당마가목, 너도밤나무, 당단풍나무, 섬피나무, 층층나무 등이 대부분의 산림에서 출현하고 있었으며, 아교목성인 쪽동백나무와 산뽕나무, 난타나무, 왕작살나무 등도 높은 밀도와 빈도로 출현하고 있었는데, 천이과정에 따라 잠재적으로 아교목층의 우점종으로 자리매김할 것으로 판단되었다. 그리고 덩굴성 수종인 등수국과 바위수국, 개대래, 개머루가 거의 대부분의 산림에서 높은 중요치로 출현하여 관목층을 구성하고 있었다. 또한 상록침엽수인 화솔나무는 서사면의 가파른 절벽 주변과 나리분지 내 너도밤나무림에서만 매우 드물게 출현하고 있어서 활엽수림의 공간경쟁에 의한 쇠퇴가 우려되었다.

나리분지 주변 외륜의 산림 내 전 조사지역에서 초본층은 20종 이상이 출현하여 높은 다양성을 유지하고 있었다(Table 4). 그 중에서 큰두루미꽃과 산마늘, 윤판나물아재비, 파리풀, 섬바디는 대부분의 산림에서 대체로 높은 중요치를 나타냈으며, 큰두루미꽃은 일부 지역을 제외한 대부분의 산림에서 10% 이상의 높게 나타났고, 산마늘도 서사면과 북사면의 산림에서 대체로 높은 중요치를 보였다. 그 외에 선갈퀴와 밀나물, 관중, 섬노루귀, 큰줄방제비꽃 등은 대부분의 조사지역에서 고르게 분포하는 경향을 보였다. 나리분지 내 너도밤나무림과 소나무림에서는 큰두루미꽃이 32.5%와 16.8%로 크게 나타났으며, 두메오리나무림에서는 섬바디와 파리풀이 19.6%와 15.1%로 나타났다.

나리분지 주변 산림에서 능선부까지 교목층과 아교목층의 천이가 빠르게 진행됨으로서 높은 피도에 의한 초본층의 식생과 종 다양성은 단순화 될 것으로 추정되며, 특히 수광량이 적은 그늘에 적응력이 높은 큰두루미꽃과 윤판나물아재비 등의 점유율이 높아짐으로서 식용으로 수요량이 높은 산마늘의 개체 수는 급격히 감소하고 있는 추세이며, 또한 그늘에 적응력이 약한 식물 종들은 개체군의 급격한 구획화와 개체수의 감소로 멸실이 우려되는 실정이다.

3.2. 종 다양도 분석

나리분지와 주변 산림에서 사면 별로 분류된 군락의 성숙도와 안정도 등의 간접적인 군락의 속성을 파악하

Table 5. The diversity index of plant species at the four vegetation layers for the major stands with aspects around Nari basin

Layer	Tree Layer				Sub-tree Layer				Shrub				Herb			
	Slope	East	West	North	Flat	East	West	North	Flat	East	West	North	Flat	East	West	North
H'	0.80	0.87	0.61	1.02	0.92	0.96	0.75	1.06	1.32	1.37	1.25	1.41	1.46	1.45	1.50	1.62
H_{max}'	1.15	1.11	1.15	1.18	1.15	1.23	1.00	1.23	1.43	1.52	1.36	1.48	1.60	1.66	1.65	1.77
J'	0.70	0.78	0.54	0.86	0.81	0.78	0.75	0.86	0.92	0.90	0.92	0.95	0.91	0.87	0.91	0.92
$1-J'$	0.30	0.22	0.46	0.14	0.19	0.22	0.25	0.14	0.08	0.10	0.08	0.05	0.09	0.13	0.09	0.08

Table 6. The diversity index of plant species at the four vegetation layers for the major stands within Nari basin

Layer	Tree Layer				Sub-tree Layer				Shrub				Herb				
	Stand	Deciduous Forest	ALMA Forest	FAEN Forest	PIDN Forest	Deciduous Forest	ALMA Forest	FAEN Forest	PIDN Forest	Deciduous Forest	ALMA Forest	FAEN Forest	PIDN Forest	Deciduous Forest	ALMA Forest	FAEN Forest	PIDN Forest
H'		0.83	0.27	0.16	0.84	0.98	0.32	0.53	0.90	1.28	1.18	1.18	1.31	1.46	1.35	1.27	1.40
H_{max}'		1.00	0.90	0.60	0.90	1.04	0.48	0.60	1.08	1.32	1.23	1.20	1.34	1.52	1.40	1.32	1.45
J'		0.83	0.29	0.27	0.93	0.94	0.68	0.88	0.84	0.97	0.96	0.98	0.97	0.96	0.96	0.96	0.97
$1-J'$		0.17	0.71	0.73	0.07	0.06	0.32	0.13	0.16	0.03	0.04	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03

*LMA : *Alnus maximowiczii*, FAEN : *Fagus engleriana*, PIDN : *Pinus densiflora*.

기 위하여, 각각의 조사지에서 Shannon's diversity(H'), 최대 종 다양도(H_{max}), 균재도(J'), 우점도($1-J'$)를 분석한 결과는 Table 5와 6과 같았다.

Table 5에서 보는 바와 같이, Shannon의 종 다양도(H')는 교목층과 아교목층, 관목층에서 모두 나리분지 내 산림에서 가장 높았고, 외륜의 북사면이 가장 낮은 결과를 보여 나리분지 내 평탄지가 주변의 외륜 사면의 산림에 비해 높은 종 다양도를 유지하고 있음을 보여 주었다. 또한 초본층에서는 외륜 3개 사면이 서로 매우 유사한 종 다양도를 보였으나, 나리분지는 주변의 사면에 비해 다소 높은 종 다양도를 유지하고 있었다.

최대 종 다양도(H_{max})는 교목층과 아교목층, 관목층, 초본층에서 모두 나리분지와 외륜 3개 사면에서 모두 유사한 수준이었으나, 나리분지 내 산림에서 다소 높은 수준을 보였다. 균재도(J')도 최대종다양도(H_{max})와 마찬가지로 교목층과 아교목층, 관목층, 초본층에서 모두 나리분지와 외륜 3개 사면이 모두 유사한 수준을 보였다. 우점도($1-J'$)는 교목층과 아교목층에서 북사면이 가장 높고, 나리분지가 가장 낮은 수준이었으나, 관목층과 초본층에서는 서사면이 대체로 높았으며, 나리분지가 가장 낮은 결과를 보였다.

나리분지 내 평탄지의 산림이 물리적 환경이 단순함에도 불구하고 주변 외륜의 사면보다 교목층과 아교목층, 관목층 및 초본층에서 종 다양도 및 최대 종 다양도가 대체로 높은 결과를 보였는데, 이는 나리분지 내 평탄지의 산림은 주변의 외륜에 비해 면적이 넓고 비옥할 뿐만 아니라 주변 외륜의 산림으로부터 매우 다양한 식물 종들이 유입되어 다양한 임분들이 형성되었기 때문으로 추정된다.

나리분지 내 활엽혼효림과 두메오리나무림, 소나무림, 너도밤나무림에 대한 종 다양도의 비교분석한 결과는 Table 6과 같았다. Shannon의 종 다양도(H')중 교목층에서는 소나무림과 활엽혼효림이 0.84와 0.83으로 높았으나, 두메오리나무림과 너도밤나무림은 각각 0.27과 0.16로서 매우 낮은 결과를 보였다. 아교목층에서도 활엽혼효림과 소나무림은 0.98과 0.90으로 높은 다양도를 보였으나, 너도밤나무림과 두메오리나무림이 0.53과 0.32로 대조적인 결과를 보였다. 관목층과 초본층에서는 임분간에 유사한 다양도를 보였다. 그리고 최대 종 다양도(H_{max})는 교목층에서 너도밤나무림이 0.60로 가장 낮았으나 나머지 3임분은 유사한

결과였고, 아교목층에서는 소나무림과 활엽혼효림은 1.08과 1.04로서 높았으나 너도밤나무림과 두메오리나무림은 0.60과 0.48로 대조적인 결과를 보였다. 관목층과 초본층은 역시 임분간 차이가 많지 않았다. 균재도(J')는 교목층에서 소나무림과 활엽혼효림은 0.93과 0.83으로 높았으며, 너도밤나무림과 두메오리나무림이 각각 0.29와 0.27로서 매우 낮은 결과를 보였다. 아교목층에서는 두메오리나무림이 0.68로서 다소 낮은 결과를 보였으나, 3임분은 0.84-0.94 범위의 유사한 결과를 보였다. 관목층과 초본층은 역시 임분간 유사한 균재도를 보였다. 우점도($1-J'$)는 각 식생층위별로 임분간에 균재도와는 상반된 결과를 보였다.

나리분지 내 평탄지의 산림에서 교목층과 아교목층은 활엽혼효림과 소나무림이 다양도와 최대 종 다양도에서 두메오리나무림과 너도밤나무림보다 상대적으로 매우 높은 결과를 보였는데, 이러한 결과는 두메오리나무림과 너도밤나무림은 순림에 가까울 정도로 우점율이 상대적으로 높은 반면, 활엽혼효림과 소나무림은 다양한 수종들이 다소 고르게 구성되어 분포하기 때문인 것으로 판단된다.

반면 관목층과 초본층에서는 네 임분 간 종다양도와 최대종다양도에서 모두 매우 유사한 수준의 결과를 보였는데, 이는 교목층과 아교목층이 매우 높게 울폐됨으로서 그들에 적응력이 높은 식물 종들만 주로 잔존하거나 출현하게 되어 임분간 구성종이 유사해지고 또한 다양한 종들이 고른 분포를 보이기 때문으로 판단되었다.

3.3. 군집유사도 분석

나리분지 주변 외륜사면의 방위 별 그리고 사면의 고저 별, 나리분지 내 산림에서 출현하는 모든 식물종을 이용하여 사면의 방위 별 그리고 나리분지 내 임분 간 유사성을 추정하기 위해서 Sørensen의 유사도계수(CCs)를 비교 분석한 결과는 Table 7, 8, 9와 같았다.

우선, 사면의 방위 별 군락 유사도를 비교 분석한 결과(Table 7), 나리분지 내 산림과 주변 외륜의 동, 서, 북 사면 산림과의 군락유사도 지수가 0.68~0.69의 범위로서 다소 높은 유사성으로 거의 차이가 없었으나, 3개의 외륜사면 간에는 0.58~0.65로서 다소 이질적으로 사면 간 군락구조의 차이를 보였다. 그리고 외륜의 사면 능선부와 산복부, 산록부 및 나리분지 내 평원의

Table 7. The community similarity among forests with different aspects around Nari basin

Aspect	East	West	North	Nari basin
East	-			
West	0.63	-		
North	0.58	0.65	-	
Nari basin	0.68	0.69	0.69	-

Table 8. The community similarity among the stands with elevational gradients around Nari basin

Slope	Mountain ridge	Mountain side	Mountain base	Nari basin
Mountain ridge	-			
Mountain side	0.55	-		
Mountain base	0.48	0.54	-	
Nari basin	0.85	0.93	0.95	-

군락 유사도지수를 비교분한 결과(Table 8), 나리분지 내 평원과 외륜사면의 능선부 산북부, 산록부와의 유사도 지수는 0.85~0.95의 범위로서 각각 매우 높은 유사성을 보였다. 반면 능선부와 산북부, 능선부와 산북부, 산북부와 산록부간 유사도 지수는 0.48~0.55의 범위로서 사면 내 높이에 따른 임분 간에는 상당히 이질적인 군락이었다.

Buell *et al.*(1966)은 천이과정 중 극상에 도달하게 되면 종 구성상태가 단순화되므로 군락간의 유사도가 20% 이하이거나 80% 이상이 되며, Cox(1972)에 의하면 20% 이하일 때 이질적인 군락이고 80% 이상이면 동일군락이라 하였으며, 유사도지수가 1이면 두 군락이 완전히 같음을 의미하고, 0이면 완전히 다름을 의미하며, 보통 0.5 이상이면 통례적으로 차이가 없는 군락으로 보았다.

사면 내 고저 별 이질적인 군락 유사도는 산록부와 산북부, 능선부에 따라 천이의 정도와 풍속과 광 조건, 토양습도 등 생태적 미세환경의 차이에 기인한 것으로 추정되어진다. 나리분지 내 평원과 주변 외륜과의 높은 유사성은 나리분지 내 평원의 산림은 화전과 경작지 등 인위적 교란 후 2차 천이에 의해 뒤늦게 형성된 산림으로서, Table 5의 결과에서 보는 바와 같이 주변 외륜의 산림에서 고르게 다양한 종자 산포의 영향을 받아 종 조성이 다양하기 때문인 것으로 판단된다.

또한 나리분지 내에 2차 천이에 의해 형성된 다양한 임분 간의 군락 유사도를 분석한 결과(Table 9), 네개의 임분 간 유사도지수가 0.66~0.88의 범위로서

Table 9. The community similarity among the four major stands in the forest within Nari basin

Stand	Deciduous Forest	Alder Forest	Beech Forest	Pine Forest
Deciduous Forest	-			
Alder Forest	0.66	-		
Beech Forest	0.75	0.88	-	
Pine Forest	0.70	0.68	0.78	-

임분 간 큰 차이를 보이지 않았으며, 또한 다소 높은 유사성을 보였다.

이러한 결과는 Table 1과 2, 3, 4, 6의 결과와 같이 교목층의 우점종은 다소 차이를 보이지만, 평원 내 환경이 유사하기 때문에 그 외의 식생 층위에서는 임분 간 유사성이 다소 높게 유지 되고 동질화 되어가는 것으로 사료되었다.

3.4. 직경급 분포도 분석

나리분지와 주변 산림에서 천이의 진행에 따라 임분구조 및 개체군의 동태를 예측하기 위하여 나리분지 내 임분과 외륜의 능선부, 산북부, 산록부의 임분들의 교목층과 아교목층에서 중요치 약 10% 이상을 점유하는 약 10 수종들을 대상으로 직경 분포도를 작성하여 비교분석하였다(Fig. 3). 이러한 흉고직경의 크기에 따른 분포도의 형태는 군락의 지속성 유지 가능성 및 식생의 천이 계열에 대한 중요한 정보를 제공해 주는 데(Barbour *et al.*, 1987), 직경급 분포도의 형태가 J자형은 동령림에서는 경쟁이 일어나고, 이령림에서는 극상림의 경우로서 지속적으로 유지될 수 있는 군락을 의미한다(Ford, 1975; Mohler *et al.*, 1978). 반면에 역J자 형 과 정규 분포형이 공존하거나, 역 J자형의 개체가 작을 경우 정규분포형 군락은 후자에 의하여 교체되어 천이가 진행되는 것으로 알려져 있다(Barbour *et al.*, 1987).

본 연구의 각 조사지역을 대상으로 작성된 흉고직경 분포도는 지역간에 다소의 형태적 차이는 있었지만 대체로 정규분포형에 가까운 종형(Bell-shape)을 이루고 있었는데, 우선 외륜의 능선부에서는 70cm에 달하는 너도밤나무 대경목도 소수 분포하였으나 대체로 10cm 미만의 어린 개체들부터 45cm까지의 개체들이 대부분을 차지하였고, 16~20cm급의 개체들이 가장 높은 비율로 분포하고 있었다. 주요 수종은 너도밤나무와 고로쇠나무, 당마가목, 섬벚나무, 층층나무 등 대경목으로 성장할 수 있는 수종들로서 앞으로 지속적인 천이

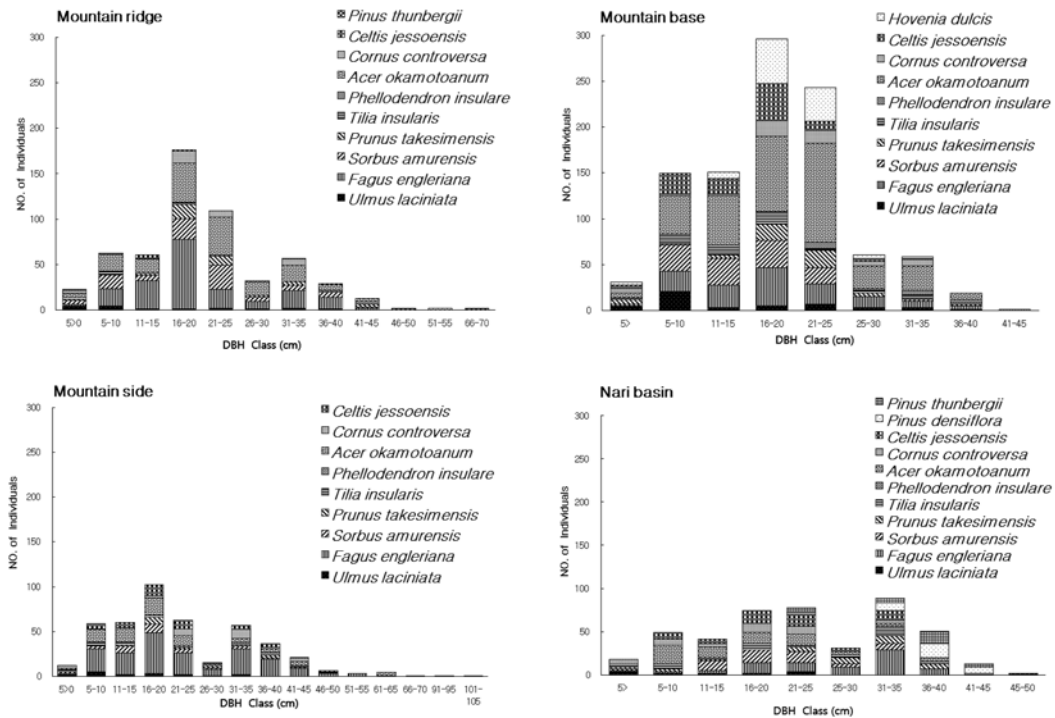


Fig. 3. Class distribution of the Diameter at breast height (DBH) of the major tree species along an elevation gradient in the forests around Nari basin (per 0.4ha).

및 임분구조의 변화가 이루어 질 것으로 판단되었다. 산록부는 너도밤나무와 고로쇠나무, 풍게나무, 층층나무 등이 주요 구성종으로서, 능선부에 비해 16~25cm의 중경급의 밀도가 낮았으나 46cm이상 105cm까지 너도밤나무와 고로쇠나무의 대경목 비율이 높고, 5cm에서 45cm까지 대체로 고른 직경급 밀도 분포를 보여 임분구조가 안정적으로 유지될 것으로 판단되었다. 산록부는 45cm이상의 대경목이 분포하지 않았고, 대체로 층층나무와 당마기목, 헛개나무의 비율이 높아지고 상대적으로 너도밤나무와 고로쇠나무의 비율이 낮아지는 경향으로서 25cm이하의 직경급의 높은 밀도로 대부분을 차지하고 있었다. 이러한 결과는 나리분지 주변 산록부의 산림은 지역 주민들의 증언에 의하면 1970년대 초까지 맷갈 채취나 화전 등으로 크게 교란을 받았던 곳으로서 중·대경목들의 대부분은 벌채되었고, 그 이후 2차 천이에 의해 임분구조가 발달하는 단계로서 주변의 산복부의 영향을 받아 천이가 빠르게 진행될 것으로 판단되었다.

나리분지 내의 산림의 직경분포도는 높이가 낮은 중형으로 50cm이상의 대경목은 분포하지 않으며 전체적으로

5cm이상 45cm미만의 고른 직경급의 분포를 이루고 있었다. 직경급 30cm이상의 수종은 너도밤나무와 소나무, 해송이 거의 대부분을 차지하고 있었으며, 30cm 이하의 경급은 고로쇠나무, 풍게나무, 층층나무, 당마기목, 섬피나무 등이 주요 구성종으로서 대체로 다양한 종들의 고른 분포양상을 보였다. 나리분지내의 산림 지역도 일부 암괴지대를 제외하고는 대부분이 1970년 초까지 화전이나 경작지로 크게 교란을 받았던 곳으로 그 이후에 2차 천이에 의해 임분이 형성되어가는 단계로서 주변의 환경과 영향에 따라 다양한 임분들이 나타나고 있으며, 다양한 수종들이 고른 밀도로 분포하는 것으로 판단되며, 차후 너도밤나무와 소나무, 해송림을 중심으로 고로쇠나무, 층층나무, 풍게나무 등이 우점하는 구조로 천이가 진행될 것으로 추정된다.

적 요

울릉도의 성인봉을 중심으로 나리분지와 주변 산림에 대한 지속가능한 보전을 위한 생태적 기초 자료를 제공하고자 나리분지 내 산림과 외륜의 동, 서, 북사

면의 산림에 대하여 군락생태학적 방법으로 임분 구조 및 종 조성 특성을 조사 분석 하였다.

조사 대상 산림 내 임분의 층위 별 중요치를 산출하여 비교 분석한 결과, 나리분지 외륜산림 방위 및 고저 별 대부분의 임분에서는 너도밤나무와 고로쇠나무가 대체로 우점하는 경향이었으며, 임분간 식물의 조성에서도 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 나리분지내의 산림에서는 너도밤나무림, 두메오리나무림, 소나무림, 낙엽활엽수림의 다양한 임분이 형성되어 있었고, 임분에 따라 종 조성도 큰 차이를 보였다. 그리고 임분의 성숙도와 안정도 등 간접적인 군락의 속성을 파악하기 위하여 종 다양도를 비교 분석한 결과 임분의 각 층위에서 모두 나리분지 내 산림이 외륜의 산림에 비해 높은 종 다양도를 보였으며, 나리분지 내 산림에서는 소나무림과 낙엽활엽수림이 너도밤나무와 두메오리나무림에 비해 각 층위에서 대체로 높은 종 다양도를 보였다. 또한 산림의 방위 및 고저 별 임분에 대한 유사성을 추정하기 위해서 Sørensen의 유사도계수(Cs)를 비교 분석한 결과 동, 서 북사면과 나리분지 내 산림간 유사도 지수는 0.68~0.69의 범위로서 차이가 거의 없었고, 능선부와 산북부, 산록부, 평탄지간 유사도 지수는 0.85~0.95의 범위로서 거의 동일한 임분형을 보였으며, 나리분지 내 네 임분 간 유사도 지수도 0.66~0.88의 범위로 높은 유사도를 보였다.

나리분지 외륜의 능선부와 산북부, 산록부, 평탄지에 대한 산림의 천이의 진행에 따라 임분구조 및 개체군의 동태를 예측하기 위하여 주요 구성종의 직경급 분포도를 작성한 결과 다소의 형태적 차이는 있었지만 대체로 정규분포형에 가까운 종형(Bell-shape)을 이루고 있었으며, 이들 산림 내 임분은 대체로 안정적으로 유지될 것으로 판단되었다.

따라서 성인봉을 포함한 나리분지와 외륜 산림의 임분들은 지형적 특성에도 불구하고 대체로 구조와 종조성에 있어서 높은 유사도를 보였으며, 기후변화에 의한 임분의 단순화가 지속될 것으로 판단되어, 산림 내 생물 종 및 생태계 다양성에 대한 보전과 관리 대책이 필요하다.

감사의 글

본 연구는 국립수목원 연구개발사업과제(KNA1-2-5, 08-5)의 지원에 의해 수행되었습니다.

REFERENCE

- Barbour, M. G., J. H. Burk, and W. D. Pitts, 1987: *Terrestrial plant ecology* (2nd ed.) The Benjamin/Cummings Publishing Co. Menlo Park, 155-229.
- Braun-Blanquet, J., 1964: *Pflanzensoziologie Grundzüge der Vegetation der Vegetation* 3. Auf, Springer-Verlag, Wien, New York, 865pp.
- Buell, M. F., A. N. Langford, D. W. Davidson, and L. F. Ohmann, 1966: The upland forest continuum in northern New Jersey. *Ecology* **47**, 416-432.
- Cho, H. J., K. H. Bae, B. C. Lee, and S. C. Hong, 1993: Ecological studies on the vegetational characteristics of the virgin forests of Songin-bong in Ulreung Island, Korea. *Journal of Korean Forestry Society* **82**(2), 139-151. (in Korean with English abstract)
- Choi, S. H., K. J. Lee, and J. Y. Kim, 1998: Altitudinal vegetation structure of Sunginbong in Ullungdo(Island). *Korean Society of Environment and Ecology* **12**(3), 290-296. (in Korean with English abstract)
- Cox, G. W., 1976: *Laboratory manual of general ecology* (3rd ed.). Wm. C. Brown Company, Iowa, 232pp.
- Curtis and McIntosh R. P., 1951: An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *The Journal of Ecology* **32**, 476-496.
- Ford, E. D., 1975: Competition and stand structure in some even-aged plant monocultures. *The Journal of Ecology* **63**, 311-333.
- Frankham, R., 1996: Do island populations have less genetic variation than mainland populations? *Heredity* **78**, 311-327.
- Han, B. H., D. W. Kim, and H. S. Cho, 1998: Vegetation structure of the Songinbong virgin forest (Natural monument) in Ullungdo, Korea. *Korean Journal of Environment and Ecology* **12**(2), 138-146. (Korean with English abstract)
- Ingram, J. C., and T. P. Dawson, 2005: Climate change impact and vegetation response on the island of Madagascar. *Philosophical Transactions of The Royal Society* **363**, 55-59.
- KMA(Korea Meteorological Administration), 1961~2008: Previous Weather.
- Lee, J. H., H. J. Cho, B. C. Lee, S. H. Oh, and K. H. Bae, 2007: Forest vegetation types and growth characteristics of Seongin-bong in Ulleung Island, Korea. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **9**(1), 37-48. (in Korean with English abstract)
- Mawdsley, J. R., R. O'Malley, and D. S. Ojima, 2009: A review of climate-change adaptation strategies for wildlife management and biodiversity conservation. *Conservation Biology* **23**(5), 1080-1089.
- Mohler, C. L., P. L. Marks, and D. G. Sprugel, 1978: Stand structure and allometry of tree during self-thinning of pure stands. *Journal of Ecology* **66**, 599-614.

- Oh, S. Y., 1978: Floral studies on the vascular plants of the Dagelet Island. *Research Review of Kyungpook National University* **25**, 131-201.
- Shannon, C. E., and W. Weaver, 1949: *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana, 144pp.
- Won, J. K., and M. W. Lee, 1984: The volcanism and petrology of alkali volcanic rocks, Ulrung Island. *Journal of Geological Society of Korea* **20**(4), 296-305.
- Yang, I. S., 1956: The flora of the Ulrungto Island. *Research Review of Kyungpook National University* **1**, 245-275.
- Yim, K. B., and K. Y. Ahn, 1973: Red pine (*Pinus densiflora* S. et Z.) population of Dagelet island in Korea and its importance of gene reservation. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture* **2**, 9-17.