

대구 도동측백나무림의 식생군집 분류 및 임분 특성 분석

박병주^{1,2} · 김재진¹ · 이동진¹ · 주성현^{1*}

¹경북대학교 임학과, ²국립산림과학원 산림생산기술연구소

The Analysis of Vegetation Clustering and Stand Structure for *Thuja orientalis* Forest in Dodong, Daegu

Byeong-Joo Park^{1,2}, Jae-Jin Kim¹, Dong-Jin Lee¹ and Sung-Hyun Joo^{1*}

¹Department of Forestry, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

²Forest Resources Research Center, National Institute of Forest Science, Pocheon 11187, Korea

요약: 본 연구는 대구 도동측백나무림을 보전하기 위한 기초 자료를 확보할 목적으로 식생군집 분류 및 임분 특성을 분석하였다. 유집 분석 결과, 굴참나무 군집(A), 굴참나무-신갈나무 군집(B), 소나무 군집(C), 측백나무 군집(D)으로 분류되었으며, D군집의 입지환경은 해발고도가 99.3 m, 경사도 59°, 암석노출도는 68.3%, 흉고단면적은 21.8 m²/이며 사면방위는 북서사면이었다. MRPP-test 결과 적절한 군집으로 분류되었다. 중요치는 D군집에서 측백나무는 85.4%, 굴참나무 1.3%, 소나무 1.3%, 물푸레나무 3.6% 등으로 나타났으며, 대표수종의 흉고직경급 분석 결과 측백나무는 역J자형곡선으로 나타났다. 종다양도(H')는 0.600~0.834, 최대종다양도(H'max) 1.317~1.466, 균제도(J') 0.456~0.594, 우점도(D')는 0.405~0.544로 분석되었다. 지표종 분석 결과 목본류 4분류군, 초본류 9분류군으로 나타났다.

Abstract: This study was investigated to analyze stand structure in Daegu Dodong *T.orientalis* Forest for conservation *Thuja orientalis* forest. Results of cluster analysis, it was classified to *Quercus variabilis* group(A), *Quercus variabilis-Quercus mongolica* group(B), *Pinus densiflora* group(C), *Thuja orientalis* group(D). Charaters of location environments for D group were analyzed that altitude 99.3 m, slope 59°, rock exposure 68.3%, BHA 21.8 m²/ha and North West aspects. The MRPP-test, It classified groups, appropriately. Importance value of D group was *T. orientalis* 85.42, *Q. variabilis* 1.28, *P.densiflora* 1.30, *Fraxinus rhynchophylla* 3.56 etc. DBH classes of D group were expressed inverted-J-shaped curve. H' was resulted in 0.600~0.834, H'max 1.317~1.466, J' 0.456~0.594, D' 0.405~0.544. Indecator species Analysis were conducted that woody plants were 4 taxa, Herbal plants 9 taxa.

Key words: stand structure, cluster analysis, *Thuja orientalis*, indicator species analysis

서론

보전생물학(Conservation biology)은 특정 개체군의 감소 그리고 부족함의 생물학이며 대중의 관심사의 초점이 된다(Krebs, 1985). 또한 특정 생물종을 보존하고 생태계를 보호하기 위한 통합과학으로써 크게 3가지의 목표를 가지고 있다. 첫 번째는 지구상의 생물다양성에 대하여 모든 영역을 기록하는 것, 두 번째는 생물종, 생물군집 그리고 생태계에 미치는 인간 간섭을 조사하는 것, 세 번째는 특정 생물종의 절멸을 방지하고, 생물종 내 유전적 다변성을 유지하며, 생물군집들과 관계하는 생태계 기능을 보

호 및 복원하는 것이다(Wilson, 1992).

측백나무(*Thuja orientalis*)는 중국 북부지역과 러시아 동부 그리고 한국에서 분포하며, 국내에서는 석회암지대나 퇴적암 절벽에서 자생한다(Kim and Kim, 2012). 국내에 분포하는 측백나무 자생지로는 경북 안동 구리 측백나무 숲(천연기념물 제252호), 경북 영양 감천리 측백나무 숲(천연기념물 제114호), 충북 단양 영천리 측백나무 숲(천연기념물 제62호) 그리고 대구 도동 측백나무 숲(천연기념물 제1호)이다. 대구 도동측백나무림은 자연경관이 뛰어나며 국내 측백나무 자생지의 가장 남단에 위치하여 식물지리학적 가치가 높은 숲이다.

측백나무의 자생 군집에 대한 연구는 단양 석문봉 측백나무군집지의 식물상과 희귀식물 보전방안(Oh, 2013)에

*Corresponding author
E-mail: shjoo@knu.ac.kr

대한 내용과, 영천 측백림의 직경 및 흉고단면적 성장 추정(Lee et al., 2007)과 단양군 측백나무림의 구조와 동태에 관한 생태학적 연구(Ahn, 1989), 석회암지역 측백나무군집의 구조와 낙엽생산 및 분해에 관한 연구(Park, 1993) 등이 있다. 본 연구대상지에 대한 연구는 달성측백수림의 식생분석과 보전대책(Yoo, 2003)과 달성측백수림의 현황 분석과 보전대책(Hong, 2003)에서 표조작법에 의한 식별표(differential table)를 작성하여 군집분류를 실시하고 그에 따른 보전대책을 수립하였다. 하지만 연구대상지 내 식생유형을 분석하는데 있어 유집분석(cluster analysis)을 이용한 군집분류 연구는 아직 이루어지지 않았다.

산림을 다른 군집이나 유형으로 분류하는 것은 산림경영과 산림보전에 있어 매우 중요한 기초 자료가 된다(Newton, 2007). 대구 도동측백나무림은 우리나라에서 가장 남쪽에서 자생하는 것으로 알려져 식물 지리학적으로 중요한 부분을 차지하여 보전할 가치가 있다. 따라서 본 연구는 대구 도동측백나무림의 정량적 식생군집분류와 임분특성 분석을 통해 측백나무 자생군집의 장기적인 보전 계획수립에 있어 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

본 연구 대상지는 행정구역상 대구광역시 동구 도동 산 180번지에 위치하고 있으며, 동경 128° 40' 북위 35° 55'에 위치하고 있다. Cultural Heritage Administration(2014)에서 보고된 연구 대상지의 면적은 35,603 m²며 북쪽으로는 관음사가 자리잡고 있으며, 북서쪽으로는 불로천이 흐르고 있고 연구 대상지를 중심으로 남쪽과 서쪽으로 대구-포항간 고속도로가 있다(Figure 1). 연구 대상지가 속한 지역인 대구는 분지의 특성상 여름에 폭염이 빈번히 발생하며, 30년간의(1981년~2010년) 연평균값 자료를 살펴보면 평균기온은 14.1°C, 최고기온이 19.5°C, 최저기온 9.5°C이다. 1971년에서 2014년까지의 대구의 연도별 일평균기온

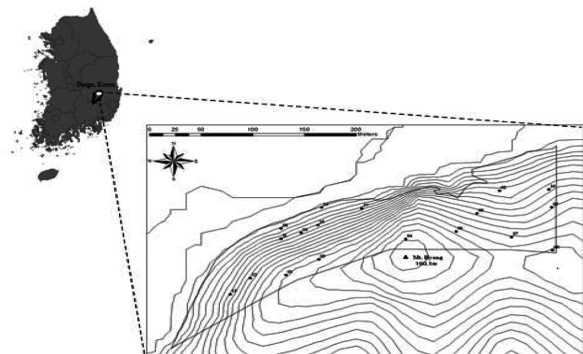


Figure 1. Study sites of *Thuja orientalis* forest in Daegu (Survey plots were indicated in ‘○’).

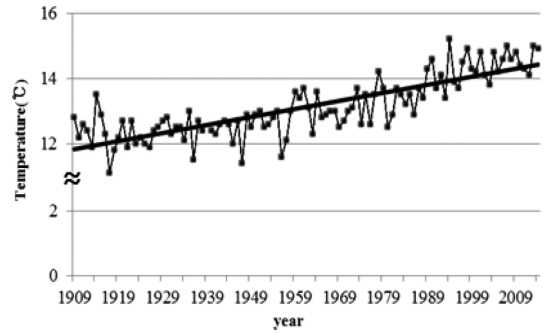


Figure 2. The annual mean temperature in Daegu (1909~2014).

Table 1. Climatic factors in Daegu (1980~2010).

Mean Temp. (°C)	Max. Temp. (°C)	Min. Temp. (°C)	Rainfall (mm)	Humidity (%)
14.1	19.5	9.5	1064.4	61.6

을 살펴보면 해마다 기온이 조금씩 올라가는 추세이며 (Figure 2), 연강수량은 1064.4 mm, 평균습도는 61.6%를 기록하였다(Table 1). 대구는 북쪽의 팔공산(1,193 m)과 남쪽의 비슬산(1,084 m)이 위치하여 높은 산지형태를 이루며 동·서쪽은 비교적 개방된 분지형을 이룬다(Korea Meteorological Administration, 2014).

2. 조사 및 분석 방법

본 연구의 조사는 2014년 7월부터 2014년 9월까지 실시되었으며, 대구 도동 측백나무림의 문화재 지정구역 내 18개소(10 m×10 m)의 정방형 표본 조사구를 입지조건이 균질하며 인접지역에 영향을 받지 않은 곳에 설치하였다. 임분구조 분석을 위해 PC-ORD(5.17 ver.)를 이용하여 유집분석을 실시하였으며, 분석변수는 각 조사구의 중요치값(상대피도+상대밀도)을 이용하였으며 거리척도는 Sorenson을 이용하고 Ward의 방법을 이용하여 dendrogram을 작성하였다. 적정 군집의 분류가 이루어졌는지에 대한 검증은 위해 다중응답순열절차검증(Multi Response Permutation Procedures-test, MRPP-test)을 실시하였다.

그리고 연구 대상지내 조사구의 수가 적절하게 설치되었는지에 대한 확인으로 종 면적곡선(Species-area curve)을 분석하였으며, Braun-Blanquet(1964)의 식물사회학적 방법으로 식생조사가 수행되었으며 지형, 해발고도, 노암율, 경사도 등을 함께 조사하였으며, 또한 각 조사구내에 흉고직경 2 cm 이상 되는 개체목의 흉고직경과 수고를 측정하였다. 매목조사에서 얻은 자료를 토대로, Curtis and McIntosh(1951)의 방법을 이용하여 중간 상대적인 우세정도를 비교하기 위한 수치로 군집별로 중요치(Importance Percentage)를 상대빈도(Relative frequency), 상대피도(Relative coverage), 상대밀도(Relative density)를 구하였다.

으며, 평균중요치(Mean Importance Percentage)를 비교하여 군집을 명명하였다. 또한 군집별 흥고직경급과 Shannon (1949)의 방법으로 군집별 종다양성을 분석하였다. 통계 분석프로그램은 SPSS(ver 21.)를 사용하였다. 군집별 지표종 분석은 Dufrene and Legendre의 방법을 이용하였으며 4999회의 Monte carlo Simulation을 적용하여 유의수준과 지표종(indicator species)을 분석하였다. 조사지에 출현한 식물은 Lee(2003a; 2003b)의 원색 대한식물도감과 Kim and Kim(2012)의 한국의 나무로 동정하였다. 양치식물은 한국 양치식물 도감(Korea Fern Society, 2005)으로 동정하였다. 학명과 국명은 국립수목원에서 제시한 국가표준식물목록(Korea National Arboretum and The Plant Taxonomic Society of Korea, 2010)에 의거하여 기록하였다.

연구결과

1. 종 면적 곡선(Species-Area Curve)

종 면적 곡선은 표본의 크기에 따른 출현종수의 변화로 정의하며, 표본의 크기는 누적조사구의 면적 혹은 누적조사구의 수 등으로 표현된다(Brewer and McCann, 1982). 본 연구의 조사구에서 발견된 모든 식물종을 대상으로 종 면적곡선을 분석한 결과(Figure 3), 곡선의 기울기가 점차 0에 가까워져 연구 대상지 내 조사구의 수가 적절하게 설치된 것으로 나타났다.

2. 군집 분류 및 입지환경 특성

식생군집유형을 유집분석으로 분류하였으며, 이는 다변량 통계 분석(Multivariate Statistics Analysis)에 속하는 군집 분류 방법으로, 분류 대상을 유사한 집단끼리 모아 군집이나 클러스터를 만드는 분류방법 중 하나이다(Lee, 2002). 유집분석 결과, 굴참나무 군집 4개소(*Quercus variabilis*, group A), 굴참나무-신갈나무 군집 5개소(*Quercus variabilis-Quercus mongolica*, group B), 소나무

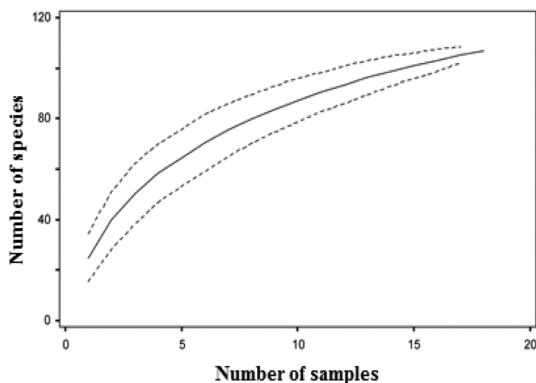


Figure 3. Species-Area Curve of *Thuja orientalis* forest in Daegu.

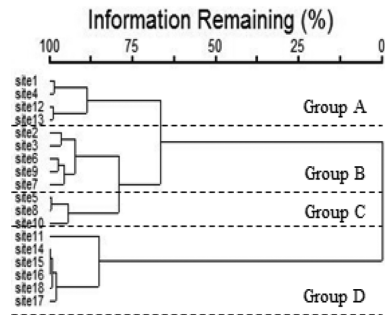


Figure 4. Cluster analysis of *Thuja orientalis* forest in Daegu.

Table 2. The results of MRPP-test.

Group compared	T	A	p
A × B	-3.927	0.365	
A × C	-3.542	0.435	
A × D	-5.449	0.419	All the values
B × C	-3.443	0.295	<0.01
B × D	-5.997	0.440	
C × D	-4.702	0.389	

군집 3개소(*Pinus densiflora*, group C), 측백나무 군집 6개소(*Thuja orientalis*, group D)로 분류되었다(Figure 4).

각 군집이 적절하게 분류되었는지에 대한 검증을 위해 MRPP-test를 실시한 결과 유의한 수준에서 군집 분류가 이루어 졌다고 판단되었다(Table 2).

각 군집별 환경인자의 특징을 살펴보면, 측백나무 군집(D)과 나머지 세 개의 군집(A, B, C)과 비교하여 일원배치 분산분석(ANOVA)을 실시한 결과, 측백나무 군집의 해발고도는 평균 99.3 m, 경사도는 평균 59°, 암석노출도는 평균 68.3%로 나타났으며, 각 군집별 당 흥고단면적을 비교하면, A군집은 15.1 m²/ha, B군집은 28.6 m²/ha, C군집은 34.4 m²/ha D군집은 21.8 m²/ha로 분석되었으며, 사면방위는 대부분 북서사면으로 조사되었다. 측백나무 군집은 다른 군집에 비하여 경사가 급하고 주로 암반에 위치하였으며 다소 생육이 불량한 것으로 미루어 볼 때 열악한 서식 환경에 분포하는 것으로 분석된다. Kim and Kim(2012)에 의하면, 측백나무 숲의 국내 분포 현황을 보면 석회암 지대 또는 퇴적암 절벽지에서 자생하고 있다고 보고하였고, Yun and Moon(2009)에 의하면 석회암지대의 측백나무 전형군집에서 사면경사도와 노암율이 다른 식생군집에 비하여 높은 수치를 기록하였고, 측백나무속에 속하는 식물은 특정지역에서만 분포하며, 산지대의 열악한 서식처에서 자생하는 것으로 보고되어(Wang et al., 2004; Larson and Kelly, 1988) 본 연구와 유사한 결과를 도출하였다.

도동측백나무림의 군집별 평균 흥고직경을 살펴보면, 상층(수고 8 m이상)의 경우 A군집은 13.9 cm, B군집은 15.6 cm, C군집은 14.5 cm, D군집은 20.3 cm로 나타났으며

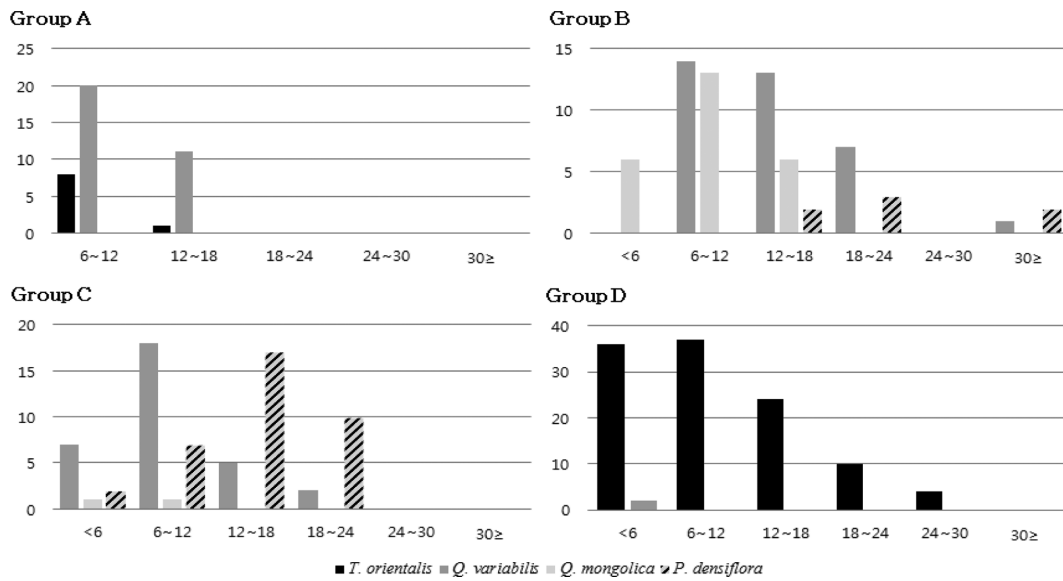


Figure 5. Distributions of DBH classes for representative trees in study site.

Table 3. Environmental factors of each group

		Group			
		A	B	C	D
Factors					
Site number		4	5	3	6
Altitude (m)		130.3±25.5 ^{ab}	121.0±5.7 ^{ab}	134.3±5.7 ^b	99.3±13.3 ^a
		F-value : 26.898 p-value : 0.000			
Slope (°)		32.5±10.5 ^a	36.0±5.7 ^a	24.3±1.5 ^a	59.0±4.2 ^b
		F-value : 4.771 p-value : 0.017			
Rock exposure (%)		27.5±26.0 ^a	9.6±6.2 ^a	8.3±2.9 ^a	68.3±7.5 ^b
		F-value : 22.926 p-value : 0.000			
BHA (m ² /ha)		15.1±5.5 ^a	28.6±7.5 ^{ab}	34.4±11.3 ^b	21.8±7.7 ^{ab}
		F-value : 4.215 p-value : 0.000			
Aspect		NW	N	NW	NW
DBH(cm) Mean/(Min.-Max)	Upper layer	13.9/(7.0-17.5)	15.6/(9.2-39.8)	14.5/(8.7-23.9)	20.3/(19.4-28.0)
	Middle layer	5.7/(3.3-16.7)	6.7/(2.4-16.6)	6.7/(3.0-12.0)	10.2/(6.3-25.5)
	Shrub layer	3.4/(2.0-8.8)	3.0/(2.0-7.3)	4.2/(2.0-7.6)	4.3/(2.0-11.3)
Height(m) Mean/(Min.-Max)	Upper layer	8.7/(8.0-9.1)	10.9/(8.0-14.8)	10.3/(8.3-12.4)	8.4/(8.1-8.7)
	Middle layer	4.8/(4.0-7.8)	6.0/(4.0-7.9)	6.0/(4.0-7.8)	5.8/(4.0-7.9)
	Shrub layer	2.7/(1.5-3.8)	2.7/(1.8-3.5)	3.0/(1.7-3.9)	3.0/(1.7-3.9)

post-hoc-Tukey-test

중층(수고 4 m 이상 8 m 미만)은 각각 5.7 cm, 6.7 cm, 6.7 cm, 10.2 cm로 관목층은 3.4 cm, 3.0 cm, 4.2 cm, 4.3 cm로 조사되었다. 군집별 평균 수고는 상층의 경우 각각 8.7 m, 10.9 m, 10.3 m, 8.4 m로 중층은 4.8 m, 6.0 m, 6.0 m, 5.8 m로 관목층은 2.7 m, 2.7 m, 3.0 m, 3.0 m로 조사되었다. 군집별 사면방위는 대부분 북서사면으로 조사되었다.

3. 중요치 분석

본 연구대상지의 층위별 중요치가 어떤 차이점이 있는지 파악하기 위하여 비교적 인위적 간섭이 적은 18개소의 조사구에서 실시한 매목조사 결과 얻은 자료를 토대로 Cutis와 McIntosh(1951)에 의한 각 수종의 상대밀도, 상대빈도, 상대피도로 중요치를 산출한 후 평균상대중요치를 계산하였다.

1) 굴참나무 군집(*Quercus variabilis* group)

굴참나무 군집에서 평균상대우점치는 굴참나무가 71.9%, 측백나무 12.0%, 소태나무가 9.8%, 아까시나무가 3.3% 등으로 나타났다. 굴참나무의 경우 상층, 중층, 관목층에서 83.1%, 69.0%, 43.9%로 모든 층위에서 높은 수치를 나타내고 있었으며, 측백나무의 경우 상층은 나타나지 않았으며 중층은 21.2%, 관목층이 29.6%로 나타나 주로 굴참나무와의 경쟁에서 열세인 것으로 사료된다. 따라서 산불, 산사태 또는 인위적 교란 등이 나타나지 않을 경우, 굴참나무가 우점하고 측백나무는 쇠퇴할 것으로 추정된다.

2) 굴참나무-신갈나무 군집(*Quercus variabilis-Quercus mongolica* group)

굴참나무-신갈나무 군집의 평균상대우점치는 굴참나무가 28.6%, 신갈나무 19.4%, 소나무 10.7%, 소태나무 10.6%, 팔배나무 10.2%, 진달래 2.4%, 물푸레나무 3.8% 등으로 분석되었다. 굴참나무 상층은 43.4%, 중층 20.5%, 관목층은 나타나지 않았으며, 신갈나무의 경우 모든 층위에서 출현하였으며, 상층은 16.7%, 중층은 27.0% 관목층은 12.5%로 나타났다.

3) 소나무 군집(*Pinus densiflora* group)

소나무 군집의 평균상대우점치를 살펴보면, 소나무 41.1%, 굴참나무 35.6%, 소태나무가 11.2%, 신갈나무가 4.6%, 팔배나무가 3.0% 등으로 분석되었다. 소나무의 경우 상층은 55.2%, 중층 26.5%, 관목층이 27.7%로 모든 층위에서 출현하였으나, 굴참나무의 경우 상층 31.0%, 중층 50.1%, 관목층 27.7%로 소나무와 굴참나무 사이에 경쟁이 일어나고 있었다. 천연활엽수림의 경우 북서사면에서는 주로 졸참나무, 소나무, 신갈나무, 굴참나무의 세력이 높았다(Yang and Kim, 2002). 굴참나무와 소나무 혼효림의 경우, 굴참나무는 소나무에 비하여 수고 성장이 빠르며, 동일 흉고직경일 때 생산능률이 높아서 두 종간경쟁에 있어 우세하였다(Park and Moon, 1999). 따라서 굴참나무가 우점함으로써 극양수인 소나무의 어린나무가 생육하는데 불리한 환경이 조성될 것이며, 소나무가 쇠퇴하고 굴참나무로의 천이가 예상된다.

4) 측백나무 군집(*Thuja orientalis* group)

측백나무 군집에서의 평균상대우점치는 측백나무가 85.4%, 굴참나무가 1.3%, 소나무가 1.3%, 물푸레나무가 3.6%로 측백나무가 압도적으로 높았다. 굴참나무의 경우 관목층에서만 7.7%로 나타났으며, 측백나무는 모든 층위에서 중요치가 높게 나타났다.

4. 군집별 흉고직경급 분석

임분구조(Stand structure)를 평가하는 것은 임목의 분포양상을 분석하는 것으로, 이는 산림을 보전하는데 기초적인 자료가 된다. 흉고직경급 분포 형태 분석은 해당 지역 개체군의 지속적인 유지 여부를 판단하는데 있어 중요한 자료가 된다(Lee and Cho, 1993).

대구 도동측백나무림의 흉고직경급 분석을 위하여 연구대상지 내 주요 수종인 측백나무, 굴참나무, 신갈나무, 소나무에 대하여 각 군집별 흉고직경급을 조사하였다. 측백나무는 A군집과 D군집에만 나타났다. C군집은 유목(幼木)과 성목(成木)의 개체가 적으며 12이상 18미만의 개체가 가장 많아 정규분포 형태를 보이고 있었으며, 유목의 개체가 많고 성목으로 갈수록 개체수가 적어지는 굴참나무의 경우 역J자형의 분포를 보이고 있었다. 소나무 군집의 경우 굴참나무가 역J자형의 흉고직경급으로 나타났고 소나무는 중형의 흉고직경급을 나타낼 경우 굴참나무 군집으로 천이될 것으로 추정된다(Jang and Song, 1997).

흉고직경급 분포도에서 역J자형 모양은 동령림에서 경쟁이 일어나고 있는 상태이며(Ford, 1975; Mohler et al., 1978), 동령림이 아니면 침입 집단 또는 극상림 집단의 특징으로 당분간 지속적으로 유지될 수 있는 집단을 의미한다(Barbour et al., 1987). D군집에 생육하는 측백나무는 전형적인 역J자형의 분포의 이령림으로 앞으로의 측백나무 순림을 유지할 것이다. 하지만, 굴참나무의 피압에 의한 측백나무 고사목이 발생할 수 있어 지속적인 모니터링이 요구된다.

5. 종다양성 분석

Table 4는 군집별 상층부 목본류의 종다양도(H'), 최대종다양도(H'_{max}), 균제도(J'), 우점도(D)를 분석한 결과이다. 군집별 종다양도는 0.600~0.834, 최대종다양도(H'_{max})는 1.317~1.466, 균제도(J')는 0.456~0.594, 우점도(D)는 0.405~0.544로 분석되었다. 종다양도(H')는 교란이 일어나거나 생육 환경이 복잡하면 높아진다(Krebs, 1985). 측백나무 군집이 다른 군집보다 종다양도와 최대종다양도가 높게 나타난 것으로 보아 측백나무 군집의 생육환경이 다양하고 복잡한 것으로 판단된다.

6. 지표종 분석

조사구내 출현한 식물종을 바탕으로 지표종 분석(Indicator species Analysis)을 실시하였다. 이는 I.V(Indicator Value)가 클수록 현존하는 종을 나타내어(McCune and Grace, 2002), 측백나무 군집 보전 및 관리에 필요한 종이므로 특별한 관리 대상이 되는 종이다. 분석 결과 목본류의 경우 A군집에 굴참나무(63.5), B군집에 신갈나무(67.6), C군집에 소나무(86.3), D군집에 측백나무(61.2)가 지표종으로 분

Table 4. The Importance Value of each group.

Species	Group	A				B			
		UL	ML	SL	MIV	UL	ML	SL	MIV
<i>Thuja orientalis</i>		-	21.2	29.6	12.0	-	-	-	-
<i>Quercus variabilis</i>		83.1	69.0	43.9	71.9	43.4	20.5	-	28.6
<i>Pinus densiflora</i>		-	-	4.5	0.8	21.4	-	-	10.7
<i>Quercus mongolica</i>		-	-	3.5	0.6	16.7	27.0	12.5	19.4
<i>Rhododendron mucronulatum</i>		-	-	-	-	-	-	14.4	2.4
<i>Picrasma quassioides</i>		16.9	-	8.2	9.8	5.6	13.9	19.0	10.6
<i>Lindera obtusiloba</i>		-	-	-	-	-	-	10.5	1.8
<i>Robinia pseudoacacia</i>		-	9.8	-	3.3	-	-	-	-
<i>Sorbus alnifolia</i>		-	-	-	-	-	17.9	25.2	10.2
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>		-	-	-	-	3.1	6.7	-	3.8
<i>Quercus aliena</i>		-	-	-	-	-	-	-	-
omitted sp.		0.0	0.0	10.3	1.6	9.8	14.0	18.4	12.5
Total		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Species	Group	C				D			
		UL	ML	SL	MIV	UL	ML	SL	MIV
<i>Thuja orientalis</i>		-	-	-	-	100.0	72.4	67.8	85.4
<i>Quercus variabilis</i>		31.0	50.1	20.4	35.6	-	-	7.7	1.3
<i>Pinus densiflora</i>		55.2	26.5	27.7	41.1	-	3.9	-	1.3
<i>Quercus mongolica</i>		4.5	7.2	-	4.6	-	-	-	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i>		-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Picrasma quassioides</i>		4.4	16.2	21.4	11.2	-	-	-	-
<i>Lindera obtusiloba</i>		-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Robinia pseudoacacia</i>		-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sorbus alnifolia</i>		-	-	18.2	3.0	-	-	-	-
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>		-	-	-	-	-	10.7	-	3.6
<i>Quercus aliena</i>		4.9	-	4.1	3.1	-	-	-	-
omitted sp.		0.0	0.0	8.2	1.4	0.0	13.0	24.5	8.4
Total		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

UL:Upper layer ML:Middle layer SL:Shrub layer

Table 5. Species diversity indicates of 4 group in Study site.

	A	B	C	D	F-value	p
H'	0.600±0.129 ^a	0.805±0.102 ^{ab}	0.704±0.036 ^{ab}	0.834±0.123 ^b	4.233	0.025
H' max	1.317±0.120 ^a	1.356±0.098 ^{ab}	1.390±0.053 ^{ab}	1.466±0.069 ^b	4.150	0.027
J'	0.456±0.103 ^a	0.594±0.073 ^a	0.508±0.043 ^a	0.568±0.068 ^a	2.974	0.068
D'	0.544±0.103 ^a	0.405±0.073 ^a	0.492±0.043 ^a	0.432±0.068 ^a	2.974	0.068

post-hoc-tukey-test

석되었으며, 초본층에서는 A, B군집에는 지표종으로 선정된 종이 없었으며, C군집에 개웃나무(62.5), 굴참나무(66.3), 산초나무(99.0), 삽주(69.9)이고, D군집에는 덩굴닭의장풀(62.4), 바위손(70.0), 주름조개풀(80.9), 측백나무(66.7), 큰기름새(73.9)로 분석되었다.

결론

본 연구는 대구 도동측백나무숲의 식생군집 분류와 임분구조를 분석하였다. 그 결과 식생군집 분류는 4개의 군

집으로 굴참나무 군집, 굴참나무-신갈나무 군집, 소나무 군집, 측백나무 군집으로 분류되었다. 중요치 분석결과 소나무 군집은 참나무류에 의한 치수의 발아가 어려워 쇠퇴하여 굴참나무림으로 천이가 진행될 것으로 판단되었다. 또한 측백나무와 굴참나무의 경쟁이 심화된 상태이므로 앞으로 연구대상지에 대한 지속적인 모니터링이 요구된다. 측백나무 자생지 내 환경은 상대습도가 높고 그늘지며 주로 바위틈에 생육하는 것으로 조사되었다. 또한 본 연구대상지를 포함한 다른 측백나무 자생지에 대한 생리적 특성 및 토양분석 등의 종합적인 연구가 요

Table 6. Indicator Species Values for each group

Species	Groups				P
	A	B	C	D	
Woody plants					
<i>Quercus variabilis</i>	63.5	-	-	-	0.0064
<i>Pinus densiflora</i>	-	-	86.3	-	0.0036
<i>Quercus mongolica</i>	-	67.6	-	-	0.0194
<i>Thuja orientalis</i>	-	-	-	61.2	0.0200
Herbal plants					
<i>Rhus tricocarpa</i>	-	-	62.5	-	0.0172
<i>Quercus variabilis</i>	-	-	66.3	-	0.0084
<i>Streptolirion volubile</i>	-	-	-	62.4	0.0402
<i>Selaginella involvens</i>	-	-	-	70.0	0.0228
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	-	-	99.0	-	0.0034
<i>Atractylodes ovata</i>	-	-	69.9	-	0.0254
<i>Oplismenus undulatifolius</i>	-	-	-	80.9	0.0036
<i>Thuja orientalis</i>	-	-	-	66.7	0.0260
<i>Spodipogon sibiricus</i>	-	-	-	73.9	0.0048

구된다.

독특한 식생 구조와 생물다양성을 지닌 지역을 분석하고 연구하는 것은 특정 생물종을 보전하는데 중요하다. 이는 곧 특정 생물종을 보전하기 위하여 그것이 속한 산림의 특수성을 잘 파악하여야 한다. 이를 위하여 도동 측백나무림 내 정량화된 데이터베이스를 구축하여 측백나무림의 천이방향을 예측하여야 한다. 따라서 전문기관의 지속적인 연구가 필요하며, 수집된 자료로 연구대상지의 생태적 분석결과를 바탕으로 향후 보전을 위한 적절한 임업적 관리가 이루어져야 한다. 이에 본 연구는 도동 측백나무림의 식생군집과 임분구조를 분석하여 연구대상지의 보전방향을 모색하기 위한 기초자료를 마련하는데 의의가 있다.

감사의 글

본 연구는 대구광역시 동구청에서 실시한 대구 도동 측백나무숲 생육환경조사(본교관리번호 : 201414790000) 연구비 지원으로 이루어졌습니다.

References

Ahn, J.S. 1989. An Ecological Study on Structure and Dynamics of *Thuja orientalis* Forest in Danyang, Chungbuk University the Graduate school of Education, Master's thesis.

Barbour, M.G., Burk, J.H. and Pitts, W.D. 1987. Terrestrial plant ecology 2nd ed. The Benjamin/Cummings Publishing Co., Menlo Park. pp. 155-229.

Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde, 3rd ed. Springer, Wien-New York. pp. 865.

Brewer, R. and McCann, M.T. 1982. Laboratory and field manual of ecology. Saunders College Pub. New York pp. 269.

Cultural Heritage Administration. 2014. Searching for Cultural Heritage. <http://www.cha.go.kr/> (2014. 12).

Curtis, J.T. and McIntosh, R.P. 1951. An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. Ecology 32(3): 476-496.

Dufrene, M. and Legendre, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. Ecological Monographs 67: 345-366.

Ford, E.D. 1975. Competition and stand structure in some even-aged plant monocultures. Journal of Ecology 63: 311-333.

Hong, S.C. 2003. The Analysis and Conservation of Dalseong *Thuja orientalis* forest. Daegu Donggu. Daegu. pp. 193.

Jang, K.K. and Song, H.K. 1997. Study on the DBH Analysis and Forest Succession of *Pinus densiflora* and *Quercus mongolica* Forests. Korean Forest Society 86(2): 223-232.

Kim, J.S. and Kim, T.Y. 2012. Woody plants of Korean peninsula. Dolbaegae. Paju. pp. 688.

Korea Fern Society. 2005. Ferns and Fern Allies of Korea. Geobook, Seoul. pp. 399.

Korea Meteorological Administration. 2014. Climatological data. <http://www.kma.go.kr> (2014. 12.).

Korea National Arboretum and The Plant Taxonomic Society of Korea. 2010. The list of National standard plant. <http://www.nature.go.kr/kpni> (2014.12).

Krebs, C.J. 1985. Ecology : The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. 3rd ed. Harper and Row, New York. pp. 800.

Larson, D.W. and Kelly, P.E. 1991. The extent of old-growth *Thuja occidentalis* on cliffs of the Niagara Escarpment. Canadian Journal of Botany 69(7): 1628-1636.

Lee, C.S. and Cho, H.J. 1993. Structure and Dynamics of *Abies koreana* Wilson Community in Mt. Gaya. Journal of Ecology and Environment 16(1): 75-91.

Lee, S.H., Lee, H.S., Kim, H., Choi, S.I., Cho, Y.J. and Lim, H.S. 2007. Estimation of Diameter and Basal Area Growth Pattern for *Thuja orientalis* Stand Grown in Yeongcheon. Korean Forest Society 96(1): 29-33.

Lee, T.B. 2003a. Coloured flora of Korea 1 Volimes. Hyangmunsa, Seoul. pp. 914.

Lee, T.B. 2003b. Coloured flora of Korea 2 Volimes. Hyangmunsa, Seoul. pp. 910.

Lee, Y.M. 2002. statistical ecology. Chonnam National University Press. pp. 262.

McCune, B. and Grace, J.B. 2002. Analysis of Ecological Communities. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA. pp. 300.

McCune, B. and Mefford, M.J. 2006. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 5. 17. MJM Software Design, Gleneden Beach, Oregon. U.S.A, pp. 162.

- Mohler, C.L., Marks, P.L., and Sprugel, D.G. 1978. Stand structure and allometry of trees during self-thinning of pure stands. *Journal of Ecology* 66: 599-614.
- Newton, A.C. 2007. *Forest Ecology and Conservation*. Oxford University Press Inc. Newyork, USA, pp. 454.
- Oh, H.K. 2013. Conservation Methods and Vascular Plants of *Thuja orientalis* Community in Seokmun-bong, Danyang, The Korea Society For Environmental Restoration And Revegetation Technology 16(2): 75-92.
- Park, I.H. and Moon, G.S. 1999. Species Competition and Productivity in a Natural Mixed Forest of *Pinus densiflora* and *Quercus variabilis* at Mt. Mohu Area. *Korean Forest Society* 88(4): 462-468.
- Park, J.O. 1993. Community structure, Litterfall, Decomposition, and N and P dynamics Of the Decomposing *Thuja* litter in the *Thuja* stand in the Limestone area, Gongju University master's degree thesis.
- Shannon, C.E. and Weaver, W. 1949. the mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Illinois, U.S.A. pp. 125.
- Wang J.X., Wang, D.H., and Liu, G.Q. 2004. Distribution characteristics of effective root density in the planted *Robinia pseudoacacia* and *Platycladus orientalis* forest site. *Acta Botanica Breali-Occidentalia Sinica* 24(12): 2208-2214.
- Wilson, E.P. 1992. *The Diversity of life*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA. pp. 424.
- Yang, H.M. and Kim, J.H. 2002. Analysis and Comparison of Community Structural Attributes by Topographic Positions and Aspects in the Natural Deciduous Forest. *Journal of Forest Science* 18: 73-86.
- Yoo, S.T. 2003. Vegetational Analysis and Conservation Measures of forest of *Thuja orientalis* in Dal-Sung, Kyungpook National University master's degree thesis.
- Yun, C.W. and Moon, H.S. 2009. Classification of Forest Vegetation Type and Environmental Properties in Limestone Area of Korea. *Journal of Agriculture & Life Science* 43: 1-8.

(Received: January 23, 2015; Accepted: November 23, 2015)