

토양깊이에 따른 울산대공원 소나무군집구조 비교¹

이경재² · 한봉호³ · 조현서⁴

Comparison of the Structure of *Pinus densiflora* Community by Soil Depth in Ulsan Grand Park¹

Kyong-Jae Lee², Bong-Ho Han³, Hyun-Seo Cho⁴

요 약

울산대공원 산림의 토양깊이에 따른 식물군집구조를 비교하기 위하여 소나무림에 11개 조사구(10m×10m)를 설정하고 TWINSpan과 DCA기법을 이용하여 식물군집구조 분석을 실시하였다. TWINSpan과 DCA분석 결과 토심이 깊은 군집(군집 A)과 토심이 얇은 군집(군집 B)으로 분리되었다. 군집 A는 기후극상의 생태적 천이 특성을 보여 천이단계가 소나무 → 굴참나무, 밤나무, 굴피나무 → 서어나무로 진행되고 있었으나, 군집 B는 토지극상의 특징을 갖는 소나무림이었다. 수고 성장에서도 차이를 보여 군집 A는 수령 30년생 표본목의 수고가 8.50m이었고, 군집 B는 수령 35년생의 수고가 3.80m이었다. 토양특성과 종다양성지수에 서도 군집 A가 군집 B보다 양호하였다.

주요어 : 소나무, 기후극상, 토지극상, TWINSpan, DCA

ABSTRACT

Eleven plots(10m×10m) were established in *Pinus densiflora* forests and analyzed in with TWINSpan and DCA techniques, to study the comparison of the structure of plant community by soil depth in Ulsan Grand Park. As a result of this analysis, the communities were divided into two groups : Community A which have deep soil structure and Community B which have shallow one. Community A showed climatic climax which have proceeded from *Pinus densiflora* to *Quercus variabilis*, *Castanea crenata*, *Platycarya strobilacea*, and at last to *Carpinus laxiflora*. Community B showed edaphic climax in sere of *Pinus densiflora*. The difference of the growth of tree height was showed significantly between two communities. The sample tree aged 30 in Community A was 8.50m high and the sample tree aged 35 in Community B was 3.80m high. Community A was better than Community B in soil characteristics and species diversity indices.

KEY WORDS : *Pinus densiflora*, CLIMATIC CLIMAX, EDAPHIC CLIMAX, TWINSpan, DCA

1 접수 3월 19일 Received on Mar. 19, 1997

2 서울시립대학교 도시과학대학 College of Urban Science, Univ. of Seoul, Seoul, 130-743, Korea

3 서울시립대학교 대학원 Graduate School, Univ. of Seoul, Seoul, 130-743, Korea

4 진주산업대학 임학과 Dept. of Forestry Chonju Nat'l Univ., Chonju, 660-758, Korea

서론

울산대공원은 경상남도 울산시 남구 신정2동 일원으로 공업탑-학성고등학교-울주구청-옥동공원묘지입구 등의 연결선상의 남쪽에 위치하며 약 117만평 부지로 도시계획상 공원대상지로 지정되어 있는 지역이다. 이 지역의 모암은 한반도에서 가장 최근에 형성된 경상계의 퇴적암인 혈암(shale)과 사암으로 구성되어 있고, 동남쪽 일부 군사시설지역에만 화강암이 관입되어 있다. 혈암과 사암지대는 짧은 풍화역사와 최근의 산림황폐화로 토심이 낮은 것이 특색인데(조성진 등, 1985). 이런 지역이 울산대공원 능선부에 많이 분포하고 있다. 그러나 계곡부에는 혈암이 풍화된 점토 성질의 토양이 퇴적되어 토심이 깊은 지역이 분포한다.

본 연구에서는 울산대공원내에서 토심이 깊은 지역과 토심이 낮은 지역에서 소나무군집을 대상으로 식물군집구조를 조사분석하여 토심에 따른 생태적 구조차이를 밝혀 울산대공원 관리의 기초자료를 제공하는 것을 목적으로 하였다.

조사지 설정 및 방법

1. 조사지 설정

울산대공원에서 토양깊이에 따른 식물군집구조 차이를 조사하기 위하여 전체 대상지에 임의로 조사구 86개를 선정 한 후 ordination 중 DCA기법(Hill, 1976a)으로 분석한 결과, 아까시나무군집,

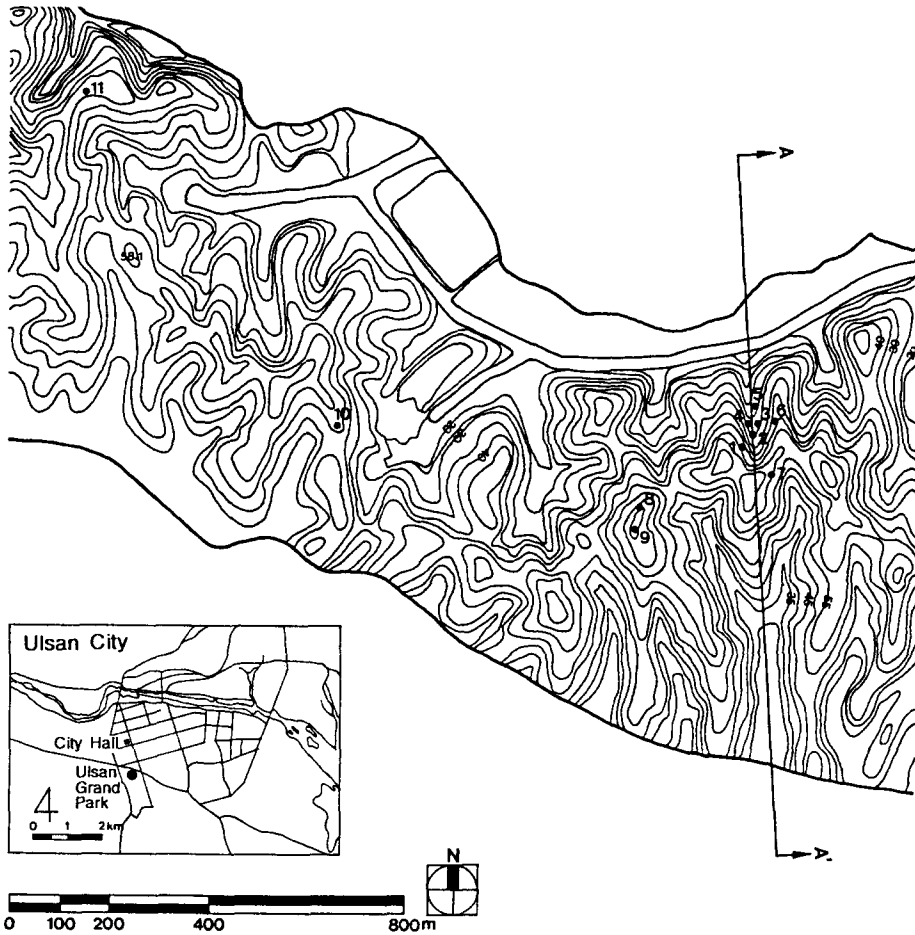


Figure 1. Location of survey plots and of cross section (A-A') in Ulsan Grand Park

사방오리나무군집, 곰솔군집, 참나무류군집, 소나무-서어나무군집, 토심이 얇은 소나무군집의 6개 그룹으로 분리되었다. 이중 토심에 의한 식물군집구조 차이를 조사하기 위하여 소나무-서어나무 군집지역에서 5개 조사구, 토심이 얇은 능선부의 소나무군집 지역에서 6개 조사구를 택하여 분석하였다. 조사구 위치는 Figure 1과 같으며, 1996년 5월에 조사를 실시하였다.

각 조사구의 크기는 10m×10m로 하였으며 조사구내에 출현하는 목본수종을 교목층, 아교목층, 관목층으로 구분하여 식생조사를 하였다.

2. 환경요인조사

환경요인은 조사구별로 일반적 개황과 토양성질을 분석하였다. 일반적 개황은 조사구별로 해발고도, 방위, 경사도, 교목층 및 아교목층군의 평균수고, 평균직경, 평균울폐도, 관목층군의 평균수고와 울폐도를 측정하였다. 토양분석을 위하여 조사구별로 3개소를 택하여 지피층을 걷어내고 광질표층으로부터 15cm 깊이에서 토양을 채취, 3개소 토양을 혼합하여 1kg정도의 시료를 실험실로 운반하였다. 토양산도는 토양과 증류수의 비율을 1 : 5로 하여 유리전극으로 측정하였고, 수분함량은 건조기에서 105℃로 24시간 건조시킨 후 측정하였으며, 유기물함량은 회화로에서 800℃로 4시간 회화후 평량하였다. 치환성칼륨(K⁺), 칼슘(Ca²⁺), 마그네슘(Mg²⁺)은 음전극 2mm 체로 친 토양 2.5g에 CH₃COONH₄ (암모늄아세테이트) 50ml를 가하여 30분간 진탕한 후 Atomic Absorption Spectrophotometer (Perkin Elmer 2380)로 각각 측정(농업기술연구소, 1988)하였다.

3. 식물군집 구조분석

식생조사에서 얻어진 자료로 Curtis & McIntosh(1951)의 방법에 따라 상대우점치(importance value: I.V.)를 계산하였다. 종다양성은 Pielou(1977)방법에 의하여 Shannon의 종다양도(Shannon's species diversity: H'), 균재도(evenness: J'), 우점도(dominance: D), 최대종다양도(maximum of species diversity: H' max)를 분석하였다. 식생자료 중에서 classification 및 ordination에 필요한 합성치를 각각 Hill(1979b), Gauch(1982)의 방법에 따라 구하였다. classification은 TWINSpan (Hill,

1979b)에 의하여 계산하였고, ordination은 DCA 방법(Hill, 1979a)을 이용하였다. 이상의 모든 분석은 서울시립대학교 환경생태연구실에서 개발한 plant data analysis package(PDAP)와 SPSS package 프로그램을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 울산대공원의 일반적 개황

울산시의 최근 30년(1960~1990년)간 기상자료(기상청, 1991)를 살펴보면 연평균기온 13.5℃, 연평균최저기온 0.9℃이었으며, 부산 연평균기온은 14.1℃, 연평균최저기온 2.2℃, 완도 연평균기온은 13.9℃, 연평균최저기온 2.4℃와 큰 차이는 없었다.

우리나라 산림식물대 구분에서 난대림은 연평균기온 14℃이상, 온대남부림은 12~14℃로서 울산지역은 온대남부림에 속하지만 난대림의 특징을 함께 포함하고 있는데 대표적인 예가 울산대공원에서 남동쪽으로 11km 떨어진 곳에 위치하는 천연기념물 제 65호로 지정된 울산시 온산면 소재의 춘도(椿島)의 상록수림이다. 이 섬은 동해안 섬중 유일한 상록수림의 북한지대로 동백나무, 사철나무, 다정큼나무, 송악 등이 우점종이고 이외에 팽나무, 뽕나무, 쥐똥나무, 찔레나무 등이 자라고 있다(오구균과 김용식, 1996).

울산 지역의 연간 강수량은 1,272.4mm이며 전체 강수량의 60.5%가 6~9월에 집중되고 있었다. 평균습도는 72.25%이며, 주풍향은 7~9월은 북동풍, 남풍이고 12~2월은 서풍, 북서풍, 남풍이었다.

울산대공원의 현존식생 면적과 면적비율은 Table 1의 내용과 같다. 울산대공원면적 3,790,800m²(117만평)중 소나무군집이 전체면적의 14.1%로 가장 넓은 면적에 분포하였고, 이외에 소나무-곰솔군집(13.4%), 곰솔-소나무군집(13.3%), 아까시나무군집(10.8%), 곰솔군집(6.0%)이 넓은 면적을 차지하는 주요군집이었다. 상록침엽수인 소나무, 곰솔이 우점종인 군집이 전체면적의 48.0%로서 현존식생의 주종을 이루고 있었는데 대부분 능선부에 분포하였다.

인공식생, 소나무, 곰솔군집에서 생태적 천이가 진행되어 졸참나무 등이 우점종으로 변화된 군집은 계곡부 및 사면부에 주로 분포하였으며, 특히 울산대공원의 산림에서 생태적 천이가 가장 많이 진행된 것으로 판단되는 소나무-서어나무군집이 전체면적

Table 1. Actual vegetation area and rate in Ulsan Grand Park

Plant Community	Area(m ²)	Rate(%)
<i>Pinus densiflora</i>	530,815	14.1
<i>P. densiflora</i> - <i>P. thunbergii</i>	505,697	13.4
<i>P. densiflora</i> - <i>P. rigida</i>	53,165	1.4
<i>P. densiflora</i> - <i>Quercus serrata</i>	22,137	0.6
<i>P. densiflora</i> - <i>Carpinus laxiflora</i>	8,332	0.2
<i>P. thunbergii</i>	227,116	6.0
<i>P. thunbergii</i> - <i>P. densiflora</i>	505,374	13.3
<i>Robinia pseudoacacia</i>	406,598	10.8
<i>R. pseudoacacia</i> - <i>Q. serrata</i>	98,389	2.6
<i>R. pseudoacacia</i> - <i>Alnus firma</i>	46,993	1.2
<i>A. firma</i>	84,211	2.2
<i>A. firma</i> - <i>Q. serrata</i>	69,331	1.8
<i>A. firma</i> - <i>Q. acutissima</i>	23,188	0.6
<i>Q. serrata</i>	75,778	2.0
<i>Q. serrata</i> - <i>A. firma</i>	15,022	0.4
<i>Q. variabilis</i> - <i>Q. serrata</i>	41,777	1.1
<i>Q. acutissima</i>	33,020	0.8
<i>Q. acutissima</i> - <i>Q. serrata</i>	35,817	0.9
<i>Miscanthus sinensis</i>	32,472	0.9
Pond	49,727	1.3
Farmland	604,596	15.9
Other	321,245	8.5
Total	3,790,800	100.0

Table 2. Description of the physical features and the stratum of each plot for classified type by TWINSpan in Ulsan Grand Park

Community Plot Number	A					B					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Altitude(m)	50	37	30	28	21	69	75	79	79	53	77
Aspect	N60E	N60E	N70W	N80E	N60W	N68W	S85E	N50W	S40W	S70E	S20E
Slope(°)	37	23	20	23	17	13	2	5	3	3	2
Height of tree layer(m)	17	18	16	22	18	4	3	3	3	3	3.5
Mean DBH of tree layer(m)	20	20	20	15	15	7	6	8	8	8	6.5
Cover of tree layer(%)	80	80	80	65	85	100	100	100	100	100	100
Height of subtree layer(m)	7	8	7	7	7	2	1.5	-	-	-	-
Mean DBH of subtree layer(cm)	6	6	6	7	7	2	2	-	-	-	-
Cover of subtree layer(%)	40	40	40	40	60	30	40	-	-	-	-
Height of shrub layer(m)	2	2	2	2	2	-	1	0.75	0.75	0.75	0.75
Cover of shrub layer(%)	40	40	40	40	10	-	30	30	30	20	10
Depth of soil (A ₀ +A+B layer: cm)	48.5	65.5	47	58.5	68	8.5	5	13.5	11	8.5	11

의 0.2%(8.322m²)로 북쪽 사면계곡으로 학성고교에 면해 분포하였다. 전 산림지역중 상록활엽수인 사철나무, 팡나무, 목서의 치수가 일부 지역에 분포하여 온대남부림에 출현하는 수종과 일치하였다(임경빈, 1985).

2. 조사구 일반적 개황과 토양특성

Table 2는 각 조사구의 일반적인 개황을 나타낸 것이다. 각 조사구는 TWINSpan과 DCA에 의해 2개의 군집으로 분리되었는데, 군집 A는 모두 토심이 깊은 소나무-서어나무군집지역, 군집 B는 모두 토심이 낮은 소나무군집에 위치한 조사구이었다. 군집 A는 계곡부에 위치하는 조사구로 군집 B의 것보다는 위치하는 해발고가 낮았다. 군집 A의 교목층 평균수고와 평균흉고직경은 각각 16~22m, 15~20cm로서 군집 B의 3~4m, 6~8cm와는 비교가 되지 않을 정도로 값이 컸다. 군집 B는 교목층의 수고가 낮아 교목층과 아교목층의 평균수고가 0.75~1m로서 군집 A의 2m보다는 수고가 낮았다. 토양층위 중 낙엽층(A₀), 부식층(A), 광물질층(B)까지의 토심을 측정할 결과 군집 A는 47~68cm이었고, 군집 B는 5~13.5cm로서 토심의 차이가 심하였다.

토심이 극히 얇으면 토양내의 수분과 양료가 부족하고 또한 수목뿌리의 발달이 미약하여 수목생육에 지장을 주며(Miller & Donahue, 1990), 또한 생태적 전이에서 기후극상으로의 발달을 방해하여 결국 토지극상현상이 발생된다(Peet, 1985; Ehrlich & Roughraen, 1987). 토심에 따른 양 조사구 표본목의 수고 성장을 파악하기 위해 양 지역에서 흉고직경이 비슷한 소나무 1주씩을 배어 수고 성장량을 측정할 것이 Figure 2이다. 토심이 10cm인 지역에서 표본목 흉고직경이 4.48cm, 수령은 35년생이었으며, 토심이 100cm인 지역에서는 소나무 흉고직경은 5.38cm, 수령은 30년생이었다. 수고는 토심 10cm지역과 토심 100cm인 지역의 개체목이 각각 3.8m, 8.5m이고 연간 평균수고성장량은 각각 0.11m, 0.28m로서 양 개체간에 현격한 차이가 있

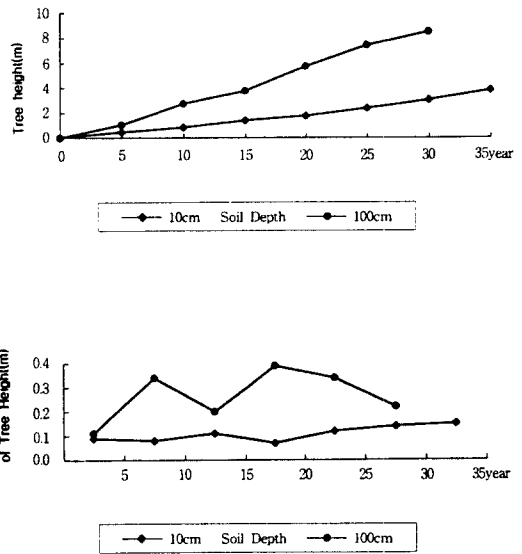


Figure 2. Comparison of tree height and annual growth of tree height by soil depth

었다. 토심이 10cm인 지역의 소나무 연평균 수고성장량은 거의 매년 일정하며 연간 0.1m 내외의 수고 성장을 하였으나, 토심 1m인 지역 조사대상 개체목은 그 지역 평균흉고직경(D = 15~20cm)보다 훨씬 작아 수고성장량도 평균적인 수목보다 작을 것으로 생각된다. 이상의 결과를 종합하면 토심차이에 의해 수고 성장량 차이가 현저하게 발생된다는 것을 알 수 있었다.

토심이 깊은 군집 A와 토심이 얇은 군집 B의 토양분석치는 Table 3과 같다. 유기물질만 제외하고는 모든 분석항목에서 토심이 깊은 군집의 토양분석치가 토심이 얇은 군집보다 양호하였다.

3. 식물군집구조 특성

총 11개 조사구에 대하여 TWINSpan에 의한 classification분석을 실시한 내용이 Figure 3이

Table 3. Soil characteristics for each plant community in Ulsan Grand Park

Community type	pH (H ₂ O) 1 : 5	Water content (%)	Organic matter (%)	Exchangeable bases (m.e./100g)		
				K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
A	5.40	10.95	6.42	0.09	1.53	1.78
B	4.76	6.97	7.15	0.07	0.76	1.38

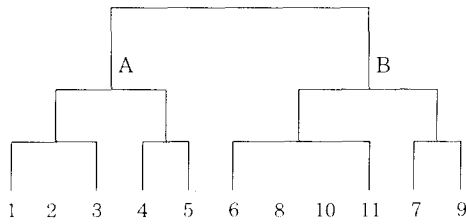


Figure 3. Dendrogram of TWINSpan stand classification of eleven plots in Ulsan Grand Park

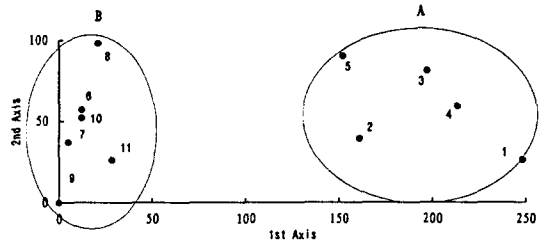


Figure 4. DCA ordination of the sample site in Ulsan Grand Park

다. TWINSpan의 제 1, 2 division에 걸쳐 토심이 깊은 지역 군집 A와 얇은 군집 B로 분명하게 분리되었다. DCA ordination에서도(Figure 4) TWINSpan과 똑같이 분명하게 분리되어 왼쪽에 토심이 낮은 지역에 위치한 조사구(B), 오른쪽에 토심이 깊은 지역에 위치한 조사구(A)들이 배열되었다.

TWINSpan에 의해 분리된 양쪽 군집의 수관층 위별 상대우점치를 계산한 것이 Table 4이다.

토심이 깊은 군집 A의 교목층에서는 소나무, 굴참나무, 밤나무, 서어나무가 우점종이고 아교목층에서는 국수나무, 가막살나무, 졸참나무, 회잎나무, 진달래 등이 우점종이었다. 군집 A는 현재 우리나라 온대지방 생태적 천이단계에서 주 수종인 소나무, 참나무류, 서어나무가 함께 성장하며 경쟁하고 있는 기후극상의 단계를 형성하고 있다(이경재 등, 1996). 반면 토심이 얇은 군집 B는 교목층 및 아교목층에서 우점종은 소나무뿐이었고 관목층에서는 조록싸리의 상대우점치가 51.6%나 되어 절대적인 세력이었으며 이 외에 졸참나무 정도가 우점종이었다. 온대지방 기후극상에서 우점종인 서어나무는 출현하지도 않았으며 관목층에서 자라고 있는 졸참나무가 소나무의 다음 대를 이을 수 있는지는 판단이 곤란하였다. 이와 같이 소나무림이 30년이 지나도 생태적 천이가 기후극상단계로 발전하지 않는 것은 얇은 토심 등 토양의 성질이 불량한 것에 기인하므로 이를 토지극상(edaphic climax)이라고 부를 수 있다(임경빈, 1985).

이와 같은 생태적 단계를 점검하기 위하여 두 군집별로 층위별 세력이 큰 수종에 대한 흉고직경급별 빈도분포를 Table 5에 나타내었다.

군집 A의 교목층에서는 흉고직경이 큰 소나무 개체목이 서어나무, 밤나무, 굴참나무 등보다 많아 소나무의 세력이 컸으나 아교목층에서는 소나무가 출

현하지 않고 서어나무가 밤나무, 굴참나무, 굴피나무 등과 경쟁을 하고 있어 생태적 천이가 소나무 → 굴참나무, 밤나무, 굴피나무, 서어나무로 진행하고 있었다. 그러나 군집 B에서는 교목·아교목층에서 소나무의 세력이 절대적이고 기후극상에서 소나무 다음에 세력을 형성하는 졸참나무나 굴참나무의 개체수는 관목인 조록싸리보다도 적어 생태적 천이가 진행되기가 힘들어 보였다. 그러므로 군집 B는 생태적 천이가 중단되었다고 판단되는데 그 원인은 토심이 얇은 것에 기인하는 것으로 생각된다.

특히 기후극상으로의 생태적 천이가 진행되고 있는 지역인 군집 A는 계곡부에 위치하고, 토지극상인 군집 B는 능선부에 일부 조사구가 위치하여 양 군집을 통과하는 식생 단면구조를 그림으로 표현한 것이 Figure 5이다.

북사면 계곡부에 기후극상림이 위치하고 이 지역에서 불과 15m 정도 떨어진 지역에 토지극상림이 분포하고 있었다. 아울러 각 군집의 수관투영도 및 입면도를 Figure 6, 7에 나타냈다.

군집 A와 B의 종다양도지수를 비교한 것이 Figure 8이다. 군집 A와 B사이에 Shannon의 종다양도, 최대종다양도, 균재도의 차이가 토심과 깊은 관계가 있었다. 즉 토심이 낮은 군집 B에서는 종다양성이 토심이 깊은 군집 A보다 단순하였고, 또한 군집 B에서는 소나무의 세력이 커서 우점도가 군집 A보다 높았다. 군집 A의 Shannon의 종다양도지수는 0.8~1.0의 수준으로 경기도 및 강원도의 중부지방에서의 값 1.0~1.4(이경재와 조우, 1995; 이경재 등, 1996)보다는 낮았다.

Table 6, 7은 군집 A와 B에 대하여 주요 출현수종의 상대우점치로 상관관계분석을 실시한 것이다. 식물군집 내에서 수종간의 상관관계는 이들 수종이 서로 같은 서식처를 선택하거나 같은 유기 및 무기환경을 요구하게 될 때 생기게 된다(Ludwig &

Table 4. Importance value of woody plant species by the stratum of classified types by TWINSpan in Ulsan Grand Park

Species name	Community stratum	A				B			
		C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Pinus rigida</i>		-	-	-	-	1.48	0.38	-	0.87
<i>P. densiflora</i>		31.75	-	-	15.88	96.68	96.00	-	80.34
<i>Juniperus rigida</i>		-	-	-	-	-	-	2.49	0.42
<i>Euonymus alatus</i> for. <i>striatus</i>		-	0.59	7.87	1.51	-	-	-	-
<i>Platycarya strobilaecca</i>		5.59	3.58	1.26	4.20	-	-	-	-
<i>Alnus firma</i>		-	-	-	-	0.94	-	-	0.47
<i>Carpinus laxiflora</i>		17.66	41.46	4.41	23.39	-	-	-	-
<i>Castanea crenata</i>		20.33	19.32	2.48	17.02	-	-	0.31	0.05
<i>Quercus acutissima</i>		-	-	-	-	-	-	0.31	0.05
<i>Q. variabilis</i>		23.18	9.77	2.51	15.27	-	1.31	0.43	0.51
<i>Q. aliena</i>		-	0.58	0.69	0.31	-	-	-	-
<i>Q. mongolica</i>		-	2.53	2.65	1.29	-	-	-	-
<i>Q. serrata</i>		-	12.67	10.68	6.00	0.45	-	28.07	4.90
<i>Celtis sinensis</i>		-	1.49	0.00	0.50	-	-	-	-
<i>Akebia quinata</i>		-	-	2.06	0.34	-	-	-	-
<i>Stephanandra incisa</i>		-	-	33.40	5.57	-	-	-	-
<i>Rosa multiflora</i>		-	-	0.30	0.05	-	-	8.88	1.48
<i>Prunus sargentii</i>		1.50	0.00	0.35	0.81	-	-	0.15	0.03
<i>Lespedeza maximowiczii</i>		-	1.73	0.99	0.74	-	-	51.61	8.60
<i>L. cyrtobotrya</i>		-	0.00	1.34	0.22	-	-	1.32	0.22
<i>Robinia pseudoacacia</i>		-	-	-	-	0.45	0.96	0.00	0.55
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>		-	-	-	-	-	-	0.73	0.12
<i>Rhus trichocarpa</i>		-	4.43	3.19	2.01	-	-	1.23	0.21
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> var. <i>heterophylla</i>		-	-	1.04	0.17	-	-	-	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i>		-	-	6.32	1.05	-	1.34	2.05	0.79
<i>Rh. yedoense</i> var. <i>poukanense</i>		-	-	0.30	0.05	-	-	-	-
<i>Styrax japonica</i>		-	-	1.33	0.22	-	-	-	-
<i>Viburnum erosum</i>		-	0.70	0.00	0.23	-	-	-	-
<i>V. dilatatum</i> for. <i>pilosulum</i>		-	1.15	14.39	2.78	-	-	-	-
<i>Smilax china</i>		-	-	2.02	0.34	-	-	2.41	0.40
<i>S. sieboldii</i>		-	-	0.43	0.07	-	-	-	-

* C : Canopy importance value, U : Understory importance value, S : Shrub importance value, M : Mean importance value

Table 5. DBH class distribution of major woody plant species by the community type classified by TWINSpan in Ulsan Grand Park

Community type	Species name	D ≤ 2	2 < D ≤ 7	7 < D ≤ 12	12 < D ≤ 17	17 < D ≤ 22	22 < D ≤ 27	27 < D ≤ 32	32 < D ≤ 37	37 < D ≤ 42	42 < D ≤ 47	47 < D
A	Pd	-	-	-	-	3	1	1	3	-	-	1
	Pls	8	2	1	2	1	-	-	-	-	-	-
	Cl	12	32	9	4	2	-	-	-	1	-	-
	Cc	32	11	4	7	2	2	-	-	-	-	-
	Qv	28	2	3	6	2	1	1	-	1	-	-
	Qs	92	14	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	Si	108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Rt	28	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	Vd	128	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sc	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	Pd	-	192	144	27	1	-	-	-	-	-
Qv		12	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Qs		376	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Rm		116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lm		928	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rs		-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Rt		28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rhm		16	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* Pd : *Pinus densiflora*, Pls : *Platycarya strobilacea*, Cl : *Carpinus laxiflora*, Cc : *Castanea crenata*, Qv : *Quercus varianbilis*, Qs : *Q. serrata*, Si : *Stephanandra incisa*, Rm : *Rosa multiflora*, Lm : *Lespedeza maximowiczii*, Rs : *Robinia pseudoacacia*, Rt : *Rhus trichocarpa*, Vd : *Viburnum dilatatum* for. *pilosulum*, Sc : *Smilax china*, Rhm : *Rhododendron mucronuatum*

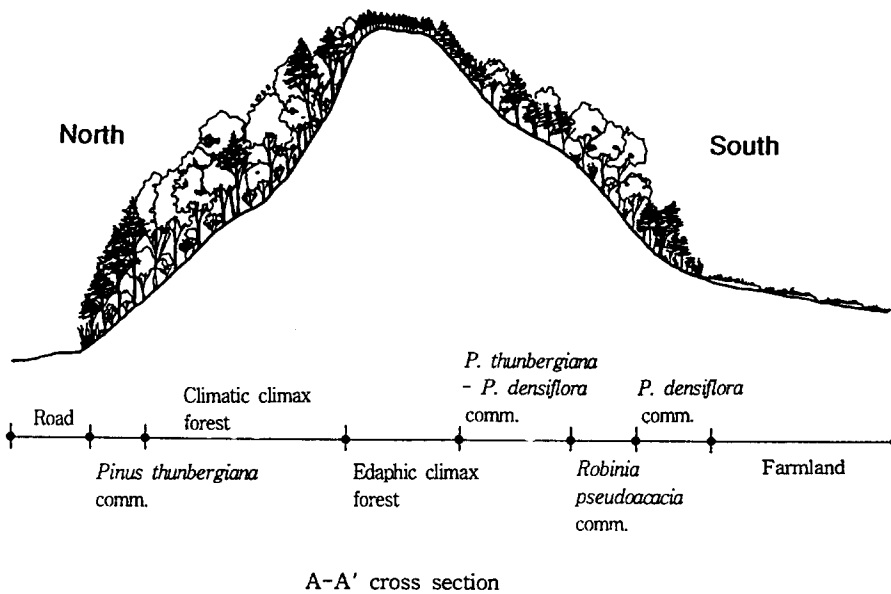


Figure 5. Comparison for structure of vegetation community by slope in Ulsan Grand Park

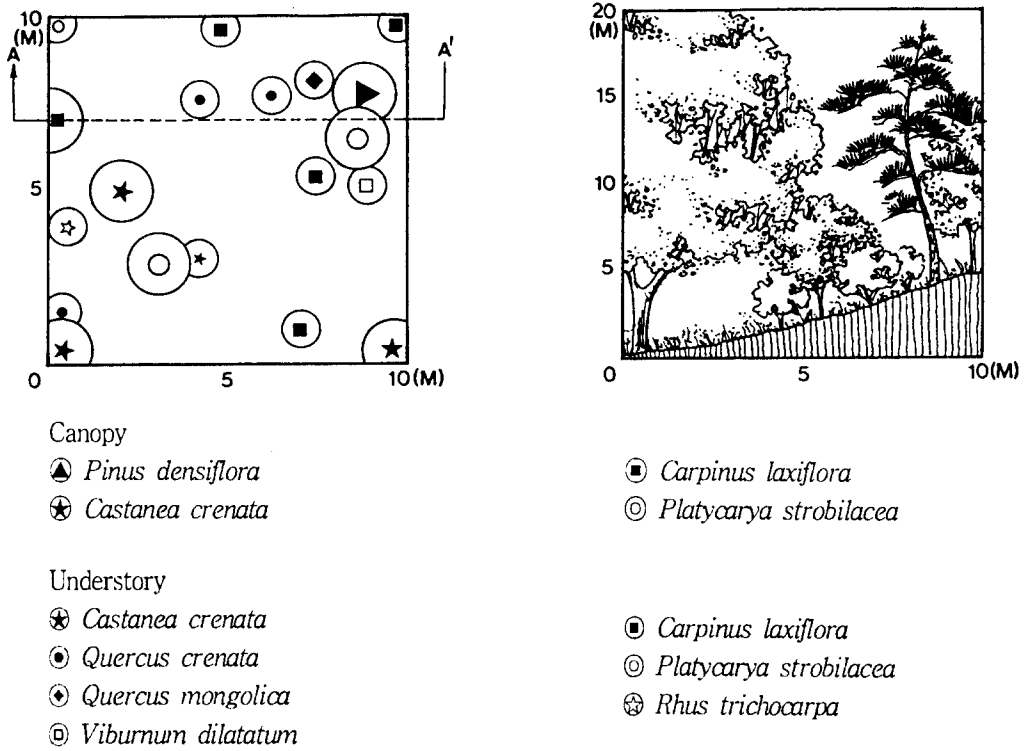


Figure 6. Crown projection and bisect of *Pinus densiflora* - *Carpinus laxiflora* community

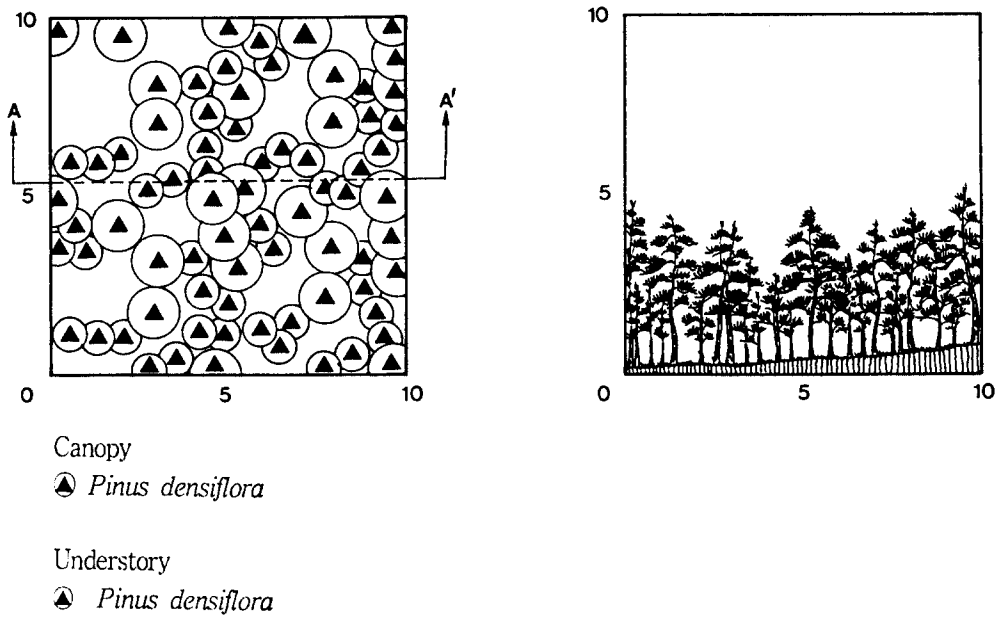


Figure 7. Crown projection and bisect of edaphic climax forest of *Pinus densiflora*

Table 6. Correlation between importance value of the major woody species in climatic climax site, Ulsan Grand Park

	Pd	Ea	Pls	Cl	Cc	Qv	Qa	Qs	Cs	Aq	Rm	Ps	Lm	Lc	Rt	Ab	Rhm	Rhy	Sj	
Ea
Pls
Cl
Cc
Qv
Qa
Qs
Cs	.	++	--
Aq
Rm	+
Ps	++
Lm	++
Lc	+	.	+	++	+
Rt	.	.	+
Ab	+	+
Rhm	+	.	++	.	++	.	-
Rhy	++	.	++	.	+	.	+
Sj	++	.	++	.	+	.	+	.	.	++	.
Vd	.	.	.	-

* 1-tailed signif., +, - : p < 0.05, ++, -- : p < 0.01

Pd : *Pinus densiflora*, Ea : *Euonymus alatus* for. *straitus*, Pls : *Platycarya strobilacea*, Cl : *Carpinus laxiflora*, Cc : *Castanea crenata*, Qv : *Quercus variabilis*, Qa : *Q. aliena*, Qs : *Q. serrata*, Cs : *Celtis sinensis*, Aq : *Akebia quinata*, Rm : *Rosa multiflora*, Ps : *Prunus sargentii*, Lm : *Lespedeza maximowiczii*, Lc : *L. cyrtobotrya*, Rt : *Rhus trichocarpa*, Ab : *Ampelopsis brevipedunculata* var. *heterophylla*, Rhm : *Rhododendron mucronulatum*, Rhy : *Rh. yedoense* var. *poukhanese*, Sj : *Styrax japonica*, Vd : *Viburnum dilatatum* for. *piosulum*

Table 7. Correlation between importance value of the major woody species in edaphic climax site, Ulsan Grand Park

	Pr	Pd	Jr	Af	Cc	Qa	Qv	Qs	Rm	Ps	Lm	Lc	Rs	Zs	Rt	Rhm
Pd	--
Jr
Af
Cc	.	.	++
Qa	.	.	++	.	++
Qv
Qs
Rm
Ps	++
Lm	.	.	.	++
Lc
Rs
Zs	+
Rt	++	.	++
Rhm	++	--
Sc	.	.	++	.	++	++

* 1-tailed signif., +, - : p < 0.05, ++, -- : p < 0.01

Pr : *Pinus rigida*, Pd : *P. densiflora*, Jr : *Juniperus rigida*, Af : *Alnus firma*, Cc : *Castanea creanata*, Qa : *Quercus acutissima*, Qv : *Q. variabilis*, Qs : *Q. serrata*, Rm : *Rosa multiflora*, Ps : *Prunus sargentii*, Lm : *Lespedeza maximowiczii*, Lc : *L. cyrtobotrya*, Rs : *Robinia psedoacasia*, Zs : *Zanthoxylum schinifolium*, Rt : *Rhus trichocarpa*, Rhm : *Rhododendron mucronulatum*, Sc : *Smilax china*

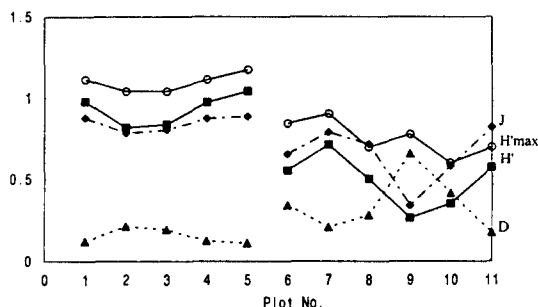


Figure 8. Value of various diversity in each community for classified by TWINSpan (H': Shannon's diversity, H'max: maximum of species diversity, J': evenness, D: dominance)

Reynolds, 1988). 기후극상림인 군집 A에서는 졸참나무, 갈참나무 등이 관목인 으름덩굴, 참싸리, 산철쭉, 때죽나무 등과 생태적 지위가 동일하였다. 그러나 토지극상림인 군집 B에서는 노간주나무가 밤나무, 갈참나무, 청미래덩굴 등과 생태적 지위가 동일하였는데 양 군집간에는 차이가 있었다.

인용문헌

가상청(1991) 한국기후표 제 II 권 -월별 평년값(1961~1990)-. 서울, 418쪽.
 농업기술연구소(1988) 토양화학분석법 -토양·식생체·토양미생물-. 농촌진흥청, 수원, 450쪽.
 오구균, 김용식(1996) 난대기후대의 상록활엽수림 복원 모형 (I) -식생구조-. 환경생태학회지 10(1): 87-102.
 이경재, 조우(1995) 도시 및 공업단지 주변의 Green 복원기술개발. 환경부, 서울, 278쪽.
 이경재, 조우, 황서현, 임경빈(1996) 오대산 국립공원 동대산지역의 사면·해발고에 따른 식물군집구조.

환경생태학회지 9(2): 133-146.
 임경빈(1995) 신고 조림학 원론. 향문사, 서울, 369쪽.
 조성진, 박천서, 임대익(1985) 토양학. 향문사, 서울, 396쪽.
 Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
 Ehrlich, P.R. and J. Roughgarden(1987) The Science of ecology. Macmillan Pub. Co. N.Y., 710pp.
 Gauch, H.G.(1982) Multivariate analysis in community ecology. Cambridge Univ. Press, England, 298pp.
 Hill, M.O.(1979a) DECORANA-a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology and Systematics, Cornell Univ., Ithaca, N.Y., 52pp.
 Hill, M.O.(1979b) TWINSpan-a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attribute. Ecology and Systematics, Cornell Univ., Ithaca, N.Y., 99pp.
 Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds(1988) Statistical Ecology. John Wiley and Sons, N.Y., 337pp.
 Miller, R.W. and R.L. Donahue(1990) An introduction to soils and plant growth. Prentice-Hall, Inc., N.J., 768pp.
 Peet, P.K.(1985) Plant community ecology. Dr. W. Junk Pub., Netherlands, 332pp.
 Pielou, E.C.(1975) Ecological diversity. John Wiley and Sons, Inc., N.Y., 165pp.
 Satoo, T.(1994) Stand structure and dynamics of wave-type *Abies sachalinensis* coastal forest. Ecological Research 9: 77-84.