

오대산 국립공원 진고개 Eco-bridge 식재계획¹

이경재² · 최송현³ · 강현경³

Eco-Bridge Planting Plan in Chingogae of Odaesan National Park¹

Kyong-Jae Lee², Song-Hyun Choi³, Hyun-Kyoung Kang³

요 약

본 연구의 목적은 개발로 인해 고립된 생태계를 잇는 eco-bridge의 식재계획을 제시하는데 있다. Eco-bridge는 생물의 이동을 위해 생태계를 연결하는 통로로써 양쪽의 식생을 연결하기 위해 진고개길 양쪽으로 6개 조사지를 선정하고 16개 조사구(각 조사구는 100m²)를 조사하였다. Eco-bridge 식재계획을 위한 조사·분석결과 진고개지역 식생은 신갈나무에서 서어나무, 까치박달, 물푸레나무, 피나무 등으로 천이가 진행될 것이다. 유사도 분석에서는 인접한 조사지간의 유사도가 높아 식생 연속성이 뚜렷하였다. 종수 및 개체수분석에서 식재 계획 최종단계 목표는 교목층 100m²당 목본 약 15종내외로 교목층 10~12주, 아교목층 17~18주, 관목층 100여주의 밀도를 유지해야 할 것이다. 식재수종은 주변 출현수종을 중심으로 까치박달, 층층나무, 신갈나무 등 교목 12종, 개회나무, 딱총나무, 당단풍 등 아교목 및 관목 12종을 선발하였다.

주요어: Eco-bridge, 식재계획

ABSTRACT

The planting plan for the establishment of eco-bridge were suggested to restore the ecosystem where has been ecologically isolated by road construction in Chingogae of Odaesan National Park. Eco-bridge contributes as a corridors to the faunal movement. To survey the vegetation, 16 plots within 6 sites were selected and 10 by 10 meters in size set up. In the results of Chingogae's vegetation analysis, succession trends was from *Quercus mongolica* to *Carpinus laxiflora*, *Carpinus cordata*, *Fraxinus rhynchophylla*, *Tilia amurensis* and so on. It turned out that the nearer sites had high similarity and vegetation continuity obviously in the similarity index analysis. In the analysis of the number of species and individuals, final step of planting plan needs about 15 species and 10~12 trees, 17~18 subtrees and 100 shrubs in size 100m². Planting species was selected from adjacent sites. The plant species suited for the eco-bridge establishment in this area can be suggested such as *Carpinus cordata*, *Cornus controversa*, *Q. mongolica* etc. and 12 subtree and shrub such as *Syringa reticulata* var. *mandshurica*, *Sambucus williamsii* var. *coreana*, *Acer pseudosieboldianum* and so on.

KEY WORDS: ECO-BRIDGE, PLANTING PLAN

1 접수 2월 25일 Received on Feb. 25, 1996

2 서울시립대학교 문리과대학 조경학과 College of Liberal Arts and Science, Seoul City Univ., Seoul 130-473, Korea

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

서론

지구적 차원에서 환경문제가 심각하게 제기되면서 현대사회의 여러 가지 구조와 기능을 변화시킬 필요가 있다는 인식하에 개발과 보전의 양자를 수용하는 많은 노력이 이루어져 왔고, 이를 환경보전형 생활양식에서 찾는 대안이 제시되었다(김, 1993). 이는 주로 친환경적 개발을 의미하는 것으로 ecopolis, ecocity, ecotown, ecohouse 등의 용어가 탄생했다. Eco-bridge도 최근에 만들어진 신조어로 ecology와 bridge의 합성어이다.

Eco-bridge는 길과 같은 시설물들이 들어서면서 단절된 양쪽의 생태계를 다리로 연결하여 잇되 사람의 이용을 최소화하고, 주 이용은 야생동물이 하게된다. 또한, 우리나라의 자연생태계가 지니고 있는 문제점 중의 하나인 서식지 단편화(habitat fragmentation)를 원상으로 회복하는데 매우 중요한 개념으로 부각되었다. Eco-bridge의 개념의 근원은 ecological corridor에서 찾을 수 있다. Corridor란 땅에 좁은 띠꼴(帶狀)로 생긴 것을 말하는데 보통 길, 고속도로, 철도, 운하 등을 총칭한다(Forman & Gordon, 1986). 여기서 ecological corridor란 생물다리, 방풍림 등 자연 혹은 인공적으로 띠꼴을 갖춘 식생림을 주로 지칭하는데 다른 용어로는 vegetation strip이라고도 하며, 조성된 특성이나 역할에 따라 environmental resource corridors, planted corridors, regenerated corridors 등으로 불리고 이러한 개념에서 최근에 등장한 것이 ecobridge라 할 수 있다. Ecological corridor는 야생동물의 종수가 풍부하고, corridor가 그들의 먹이 공급원 및 이동통로의 역할을 하며, 다양한 생물보전이 가능한 자원으로 간주된다(Forman & Gordon, 1986).

우리나라에서는 단기간에 고도경제성장을 이루기 위해 사회간접자본을 도로망을 확충하는데 대거 투여하였는데, 정부에서는 93년 1월에 2020년까지 총연장 4,523km의 고속도로와 국도를 신설하여 전국에 격자형 간선도로망을 확충하여 전국을 만나질 생활권으로 묶는 장기계획을 발표하였다(조선일보, 1993. 1. 21). 이러한 무분별한 도로개발은 결국 생태계의 단절을 야기하게 될 터인데, 92년 이후 세계적으로 제기되고 있는 친환경적 개발의 일환으로 환경부에서는 95년초 끊어진 생태계를 다시 잇는 '생태연결지대'를 만들겠다는 계획의사를 밝힌 적이 있다(한겨레신문, 1995. 1. 25). 환경단체에서 북한산국립공원을 관통하는 우이령도로 개설을 생태계가 단절된다는 이유로 반대하여 서울시에서는 동물의 이동통로가 확보된 형태인 터널 등을 이용해 공사계획을 추진하겠다고 밝힌 것(조선일보, 1994. 3. 6)은 적절한 사례라 할 수 있다.

국내에서 eco-bridge라는 이름으로 처음 만들어진

것은 성남시 분당구 중앙공원과 인근 불곡산을 연결한 오작교(길이 422m)이다. 이 다리는 생태계 연결을 시도한다는 측면에서 다리위에 흙을 덮고, 수목을 식재하였으나 인간중심적 공간으로 형성되어 실효과를 거두지 못하였다. 이를 지적하여 강(1995)은 불곡산과 분당중앙공원을 잇는 eco-bridge가 맥락적으로 연결성을 유지하도록 식생조성안을 제시하였다.

단절된 생태계에 대한 대안이 정부차원에서도 논의되고 있는데, 환경부에서는 최근 태백산맥 등 5대 산맥과 국립공원을 그린네트워크(green network)의 중심으로 해서 전국의 자연생태계와 도시시설을 재구성하는 국토 그린네트워크 계획시안을 확정하고 지방자치단체와 협의하여 96년도부터 추진한다고 한다(동아일보, 1995. 9. 4). 이 계획의 주요 내용은 고립된 녹지공간을 녹지다리를 이용하여 연결하고 동물들의 이동을 보장해 준다는 것이다.

이에 본 연구에서는 도로개설로 인해 생태계가 크게 단절된 오대산 국립공원의 진고개를 대상으로 eco-bridge를 설치할 때 식생의 맥락적 연결성을 확보하는 측면에서 식재계획을 수립하고자 한다. 아울러 본 연구를 통해 국립공원의 식생경관관리 및 복원의 기초자료가 제시될 수 있을 것이다.

조사지 선정 및 조사방법

1. 조사지 설정

오대산 국립공원의 진고개길은 강원도 하진부에서 주문진을 잇는 6번 국도로서 오대산 국립공원을 크게 동서로 양분하여 생태계를 단절시키고 있다. 진고개 정상에서 서쪽으로 동대산, 동쪽으로 노인봉이 나뉘어져 있는데 본 지역을 조사지로 선정하고 진고개길을 중심으로 동대산 쪽으로 2지역 5개 조사구, 노인봉쪽으로 2지역 9개 조사구를 설치하여 전체 4지역 16개 조사구를 개 조사구당 100m²(10×10m)면적으로 설치하였다(Figure 1). 본 조사는 95년 2월의 예비조사를 거쳐 7월에 실시되었다.

2. 환경요인조사

본 조사대상지에 대한 환경요인으로는 일반적 개황을 조사·분석하였다. 일반적인 개황은 조사구별로 해발고도, 방위, 경사도, 수목의 평균수고, 조사구에 출현하는 목본종수를 측정·조사하였다.

3. 군집구조분석

식생조사는 조사구 내에서 흉고직경(DBH) 2cm 이

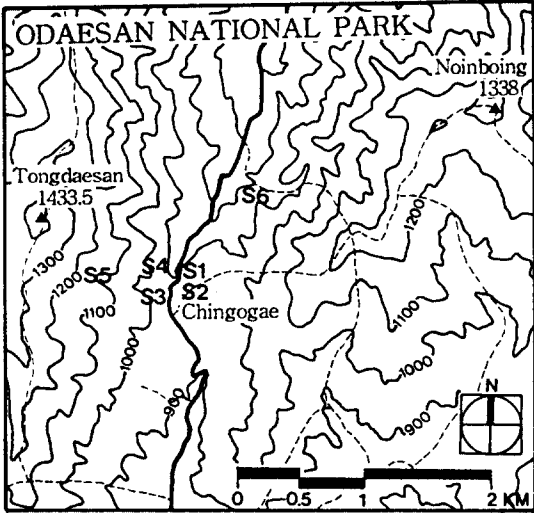


Figure 1. The location of survey sites in Chingogae, Odaesan National Park

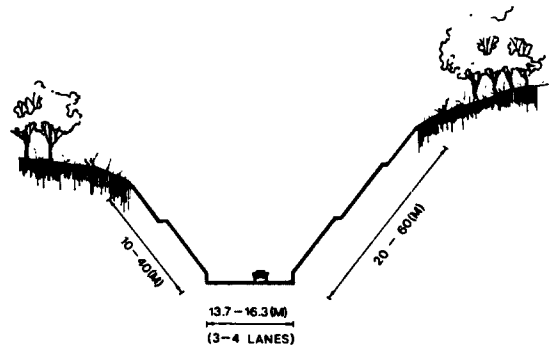


Figure 2. The cross section in Chingogae, Odaesan National Park

상의 목본식물을 대상으로 교목층, 아교목층, 관목층으로 구분하여 수종명, DBH를 측정하였다(박, 1985). 정밀조사를 위하여 위치, 수관폭, 수고 등을 함께 기록하고, 특히, 진고개로 인한 식생변화를 살펴보기 위해 belt-transect를 노인봉쪽과 동대산쪽에 설치하여 조사하였다. 조사된 자료는 Curtis & McIntosh(1951), Pielou(1977)의 방법에 따라 상대우점치(I.V.; importance value), 종다양성지수, 유사도지수를 계산하였다. 기타의 분석은 서울시립대학교 환경생태연구소의 PDAP(plant data analysis package)와 SPSS/PC+를 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

오대산국립공원은 1975년 2월 1일에 국립공원 제 11호로 지정되었으며, 경위도상 동경 128° 30'~128° 46'와 북위 37° 41'~37° 51'에 위치하며, 행정구역상 강원도 평창군 진부면, 도암면, 용평면 및 명주군 연곡면, 홍천군 내면 일대로 3개군 5개면에 걸쳐있으며 총면적은 298.5km²이다(건설부, 1987). 오대산국립공원 주요 지역의 연평균기온('76~'84)은 월정사지역이 6.4℃이고 소금강지역이 12.6℃로 지역간의 온도차가 심하다. 월정사의 해발고가 약 650m, 소금강지역이 약 200여m인데 해발고 증가에 따른 기온 체감율(0.6℃/100m)를 감안하면 해발 950m의 진고개 정상부근의 연평균 기온은 4.5~8.0℃ 정도이다.

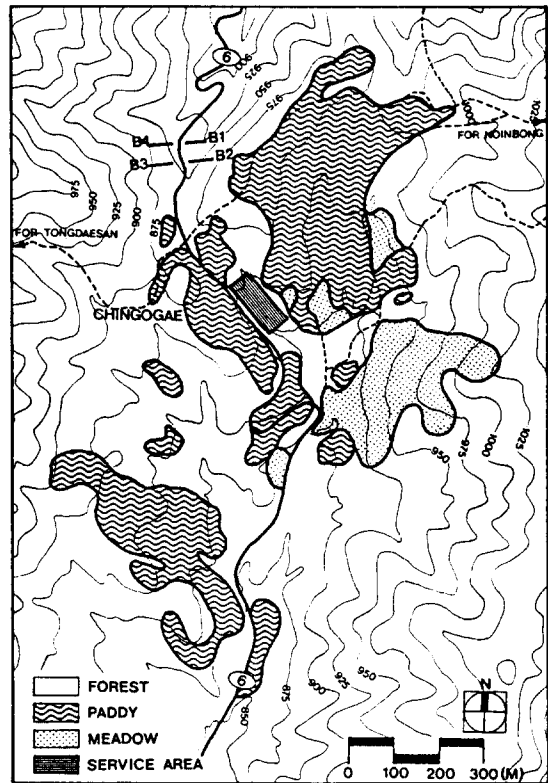


Figure 3. The map of land use and the location of belt-transect in Chingogae, Odaesan National Park

Table 1. Description of the physical features and the structure of each site in Chingogae, Odaesan National Park

Sites Plot Number	I			II			III	
	1	2	3	4	5	6	7	8
Altitude(m)	950	950	950	955	955	955	970	970
Aspect	N45W	N45W	N45W	N45W	N45W	N45W	N80E	N80E
Slope(°)	26	26	26	14	14	14	20	20
Height of tree layer(m)	7	9	9	9	7	8	7	9
Height of subtree layer(m)	3.5	1.5	4	3.5	3	3	3	3.5
Height of shrub layer(m)	1	0.5	1	1	1	1	1	1
Number of woody species	11	10	12	14	12	15	15	16

Table 1. (Continued)

Sites Plot Number	IV			V		VI		
	9	10	11	12	13	14	15	16
Altitude(m)	960	960	960	1080	1204	750	765	772
Aspect	N70E	N70E	N70E	S40E	S15E	N10W	N10W	N10W
Slope(°)	19	19	19	5	5	15	10	10
Height of tree layer(m)	9	8	8	12	10	17	15	18
Height of subtree layer(m)	3	3.5	3.5	8	6	8	7	8
Height of shrub layer(m)	1	1	1	2.5	2.5	1	1	1.2
Number of woody species	23	23	14	15	13	18	24	15

진고개길은 6번국도로 국립공원내 구간이 비포장이었던 것이 1988년에 4차선으로 포장이 완료되었다. 도로가 포장되고 통행량이 많아지면서 양쪽의 생태계단질이 심화된 것으로 보이는데, 진고개길 양쪽사면의 길이가 짧은 곳은 8.5m, 긴 곳은 60m에 이르고 있고, 대부분의 폭이 20~30m로 조류를 제외한 동물들의 통행이 불가능하다(Figure 2). 진고개길 주변의 토지이용현황(Figure 3)을 살펴보면 논밭과 초지, 휴게소가 진고개 정상부근에 산재되어 있고 그 외는 모두 산림이므로 eco-bridge 위치선정 시 주변 토지 상황을 감안하여 진고개 정상북쪽 혹은 진고개정상부근의 일부 토지의 용도변경을 하는 것이 적절할 것이다.

진고개길 근처에 6개 조사지를 선정하고 일반적 개황을 조사하였다(Table 1). 진고개에 인접한 조사지 I~IV의 교목 평균수고는 8m 내외이고 진고개에서 멀어져 위치한 조사지 V와 VI의 교목 수고는 각각 10~12m, 15~18m로 진고개길에서 멀어질수록 교목의 수고가 높아졌다.

2. 군집구조분석

6개 조사지 16개 조사구에 대해 I.V.를 정리하고(Table 2), 조사지별로 종조성을 파악하였다(Table 3).

조사지 I은 까치박달과 당단풍이 우점종인 군집이다. 교목층에는 물푸레나무가 I.V. 25.08%로 우점종을 이루고 있으나 아교목층과 관목층에서는 출현하지 않고 있다. M.I.V.는 당단풍 27.78%, 까치박달 20.03% 순이었다. 신갈나무 역시 교목층에서만 I.V. 10.63%가 조사되었으며, 그 외 층위에서는 나타나지 않았다.

조사지 II는 까치박달-신갈나무-물푸레나무군집이다. 까치박달(M.I.V. 13.07%), 신갈나무(M.I.V. 10.37%), 물푸레나무(M.I.V. 10.03%)가 교목층과 아교목층에서도 비슷한 세력을 유지하고 있다. 조사지 I과 II는 진고개길 동쪽에 인접하여 위치하며 종조성도 유사하게 나타나고 있다. 현재 양조사지는 신갈나무가 점차 까치박달과 물푸레나무에게 밀려나고 있는 것으로 생각된다.

조사지 III은 물푸레나무-신갈나무-당단풍군집으로 교목층에서는 신갈나무(I.V. 33.68%)가 우위를 차지하고 있으나 아교목층과 관목층에서는 관찰되지 않고 있으며, 아교목층에서 세력이 증대되고 있는 고로쇠나무(I.V. 19.71%), 물푸레나무(I.V. 6.36%)에 의해 판도가 변화될 것으로 여겨진다.

조사지 IV 또한 신갈나무가 교목층에서 I.V. 34.72%로 우점종을 이루고 있는 신갈나무-피나무-당단풍군집이나, 신갈나무 세력이 아교목층에서 I.V.

Table 2. Importance value of each plot for site in Chingogae, Odaesan National Park

Site Plot	I			II			III	
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Betula costata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carpinus cordata</i>	8.64	.	29.37	.	14.11	18.42	.	1.76
<i>Carpinus laxiflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Corylus sieboldiana</i>	.	.	.	.	.	9.12	.	0.90
<i>Quercus mongolica</i>	.	.	11.35	4.14	6.39	14.98	23.92	13.26
<i>Ulmus macrocarpa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Magnolia sieboldii</i>	.	.	2.54	.	.	.	.	.
<i>Philadelphus schrenckii</i>	.	1.11	2.20	1.79	8.05	.	.	.
<i>Stephanandra incisa</i>	.	.	.	.	2.90	1.08	4.33	3.83
<i>Pyrus calleryana</i> var. <i>fauriei</i>	5.43	.	.	.	.	.	0.14	1.87
<i>Sorbus alnifolia</i>	.	.	.	10.45	.	7.20	3.91	.
<i>Rubus crataegifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus sargentii</i>	.	.	.	.	.	.	.	2.24
<i>Maackia amurensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euonymus sieboldianus</i>	.	1.54	.	.	.	.	.	.
<i>Celastrus orbiculatus</i>	.	.	.	.	.	.	0.10	.
<i>Staphylea bumalda</i>	2.55	.	2.54	3.58	5.07	.	0.51	1.87
<i>Acer mono</i>	6.50	1.91	1.97	4.13	4.81	4.79	6.02	9.64
<i>A. tschonoskii</i> var. <i>rubripes</i>	.	.	.	.	.	.	3.48	2.40
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	44.73	3.25	30.38	5.28	2.79	6.05	21.83	19.33
<i>A. mandshuricum</i>	.	.	1.37	.	.	1.29	.	.
<i>Tilia amurensis</i>	.	.	5.30	3.12	25.57	4.60	7.07	3.37
<i>Actinidia arguta</i>	4.33	.	.	.	3.62	.	0.92	.
<i>Cornus controversa</i>	2.92	22.55	.	.	.	5.84	.	.
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i> .	4.63	.	.	.	5.88	0.48	4.73	.
<i>Styrax obassia</i>	4.50	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus mandshurica</i>	.	.	.	9.61	5.07	.	2.97	1.12
<i>F. rhynchophylla</i>	6.43	24.05	7.81	18.73	1.77	8.95	15.00	19.43
<i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i>	7.05	6.33	3.74	5.20	.	4.69	.	12.75
<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i>	6.94	33.33	.	6.21	21.26	.	.	.
<i>Sasa purpurascens</i>	.	.	.	.	.	.	5.73	.
Others	.	1.30	1.46	24.17	2.24	6.24	4.51	1.53

0.84%. 관목층에서는 전혀 출현하지 않아 차대형성이 어려울 것으로 보여진다. 반면 조사지 IV는 피나무가 교목층에서 I.V. 18.12%, 아교목층에서 I.V. 10.43%, 관목층에서 1.12%로 우세하게 나타나고 있다. 조사지 III과 IV는 진고개길 서쪽에 인접하여 위치하여 있는데 조사지 I, II와 비교하여 신갈나무가 우세한 양상을 보이고 있다.

조사지 V는 진고개길 서쪽으로 동대산쪽으로 치우쳐 위치하고 있다. 신갈나무가 교목층에서 I.V. 56.09%로 압도적 우위에 있는 군집으로 아교목층에서는 당단풍(I.V. 53.49%)이 우점종이다. 교목층에 출

현하고 있는 주요 수종들은 피나무(I.V. 11.83%), 거제수나무(I.V. 9.65%), 고로쇠나무(I.V. 8.32%), 다릅나무(I.V. 5.90%), 황벽나무(I.V. 4.52%) 그리고 물푸레나무(I.V. 3.69%)로 대부분 극상수종들이다. 따라서 이들 극상수종들이 점차 자리를 잡고 신갈나무의 세력을 잠식하면서 천이가 진행되어 나갈 것으로 생각된다. 아울러 조사지 I~V의 천이흐름은 교목층에서 신갈나무가 점차 도태되어가고 까치박달, 물푸레나무, 피나무 등 극상수종으로 이어질 것으로 보여진다.

조사지 VI은 노인봉쪽에 위치해 있는 서어나무-다릅나무군집으로 서어나무(M.I.V. 14.04%), 다릅나무

Table 2. (Continued)

Site Plot	IV			V		VI		
	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Betula costata</i>	.	.	.	12.96	.	6.76	6.97	12.82
<i>Carpinus cordata</i>	6.75	3.91	2.05	.	.	11.99	4.10	8.58
<i>Carpinus laxiflora</i>	.	.	.	.	.	13.78	20.13	10.61
<i>Corylus sieboldiana</i>	.	0.74	.	.	.	1.19	1.23	.
<i>Quercus mongolica</i>	11.05	0.71	30.19	24.97	34.66	13.35	4.44	.
<i>Ulmus macrocarpa</i>	.	0.71	6.86	1.44	.	2.96	.	.
<i>Magnolia sieboldii</i>	.	.	.	.	0.80	.	2.32	.
<i>Philadelphus schrenckii</i>	.	0.13	.	.	.	0.48	0.09	.
<i>Stephanandra incisa</i>	2.87	1.21	8.29	8.73	5.57	0.48	0.58	.
<i>Pyrus calleryana</i> var. <i>fauriei</i>	0.14	1.82	5.72	2.47	.	.	.	.
<i>Sorbus alnifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus crataegifolius</i>	0.14	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus sargentii</i>	8.82	.	.	.	.	3.57	.	.
<i>Rhus japonica</i>	.	7.19	.	.	.	.	.	.
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	4.30	2.88	.	1.32	0.56	2.27	1.06	.
<i>Euonymus sieboldianus</i>	.	.	2.23	3.74	.	.	0.12	0.50
<i>Celastrus orbiculatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Staphylea bumalda</i>	1.78	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer mono</i>	3.35	3.43	1.45	2.10	6.87	6.38	0.94	3.14
<i>A. tschonoskii</i> var. <i>rubripes</i>	.	1.20	.	.	.	.	.	.
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	21.42	6.40	11.15	18.40	19.01	7.40	5.10	20.16
<i>A. mandshuricum</i>	0.09	.	.	.	.	.	.	1.89
<i>Tilia amurensis</i>	5.16	27.71	7.96	.	13.01	2.50	7.10	.
<i>Actinidia arguta</i>	0.28	0.63	.	.	.	.	.	.
<i>Cornus controversa</i>	2.12	4.60	1.63	.	.	.	.	8.66
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	1.33	2.03	.	.	5.48	.	.	0.91
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	3.21	2.76	7.59	5.35	6.45	0.48	.	.
<i>Styrax obassia</i>	.	.	.	.	.	3.80	6.56	1.10
<i>Fraxinus mandshurica</i>	.	.	3.71	.	.	.	5.32	.
<i>F. rhynchophylla</i>	0.09	6.30	8.69	4.72	.	.	.	2.19
<i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i>	13.24	13.32	2.48	.	.	.	1.06	.
<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i>	0.14	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sasa purpurascens</i>	7.10	10.44	.	.	.	.	9.85	.
Others	8.13	1.90	.	13.81	7.60	22.62	23.11	29.48

(M.I.V. 10.53%), 거제수나무(M.I.V. 9.27%)가 주요 우점종이다. 아교목층에서는 까치박달(I.V. 24.70%), 서어나무(I.V. 18.20%), 당단풍(I.V. 15.47%)이 강세를 보이고 있다. 현재 극상림을 이루고 있지만 점차 서어나무와 까치박달이 주도를 하고, 층층나무, 물푸레나무, 고로쇠나무, 거제수나무, 다릅나무 등으로 구성되는 극상림의 모양을 갖출 것으로 예상된다.

이상을 종합하면 진고개지역의 삼림은 신갈나무에서 서어나무, 까치박달, 물푸레나무, 피나무 등으로 천이가 이행되어갈 것이다.

3. 유사도지수분석

6개 조사지간의 유사도분석을 실시하기 위해 각 조사지당 조사구 2개씩을 추출하여 분석을 실시하였다(Table 4). 유사도지수 분석결과 노인봉쪽에 위치하고 있는 조사지 I과 II는 55.62%, 동대산쪽의 조사지 III과 IV는 58.06%를 보여 인접한 조사지간에 식생의 연속성이 있는 것으로 판단되었다. 반면 가장 거리가 멀게 위치한 조사지 V와 VI은 30.16%로 조사지 I과 II, III과 IV에 비해 상대적으로 식생의 불연속성이 뚜렷하게 나타나고 있다. 동대산쪽으로 가장 서쪽

Table 3. Importance value of tree species by the stratum in each site

Site/Species	C	U	S	M		C	U	S	M
SITE I									
<i>Fraxinus</i>					<i>Sambucus williamsii</i>				
<i>rhynchophylla</i>	25.08	0.00	0.00	12.54	var. <i>coreana</i>	0.00	3.18	15.92	3.71
<i>Carpinus cordata</i>	17.23	34.23	0.00	20.03	<i>Pyrus pyrifolia</i>	0.00	3.18	0.00	1.06
<i>Cornus controversa</i>	16.66	0.00	0.00	8.33	<i>Symplocos chinensis</i>				
<i>Acer</i>					for. <i>pilosa</i>	0.00	0.00	10.62	1.77
<i>pseudosieboldianum</i>	16.52	46.55	24.03	27.78	<i>Actinidia arguta</i>	0.00	0.00	10.62	1.77
<i>Quercus mongolica</i>	10.63	0.00	0.00	5.32	<i>Staphylea bumalda</i>	0.00	0.00	8.42	1.40
<i>Tilia amurensis</i>	4.84	0.00	0.00	2.42	<i>Philadelphus</i>				
<i>Acer mono</i>	4.28	0.00	4.58	2.90	<i>schrenckii</i>	0.00	0.00	5.86	0.98
<i>Styrax obassia</i>	1.75	0.00	0.00	0.88	<i>Euonymus sieboldianus</i>	0.00	0.00	3.75	0.63
<i>Syringa reticulata</i>					<i>Magnolia sieboldii</i>	0.00	0.00	3.30	0.55
var. <i>mandshurica</i>	1.53	12.86	7.14	6.24	<i>Deutzia parviflora</i>	0.00	0.00	3.21	0.54
<i>A. mandshuricum</i>	1.48	0.00	0.00	0.74	<i>Tripterygium regelii</i>	0.00	0.00	2.57	0.43
SITE II									
<i>Tilia amurensis</i>	15.84	3.48	4.99	9.91	<i>Sambucus williamsii</i>				
<i>Q. mongolica</i>	15.60	7.72	0.00	10.37	var. <i>coreana</i>	0.00	14.77	2.94	5.41
<i>Carpinus cordata</i>	15.52	15.92	0.00	13.07	<i>Aralia elata</i>	0.00	12.50	1.86	4.48
<i>Fraxinus</i>					<i>Staphylea bumalda</i>	0.00	5.91	0.00	1.97
<i>rhynchophylla</i>	10.67	12.60	2.94	10.03	<i>Symplocos chinensis</i>				
<i>Acer</i>					for. <i>pilosa</i>	0.00	4.83	4.29	2.33
<i>pseudosieboldianum</i>	9.44	0.00	0.00	4.72	<i>Tripterygium regelii</i>	0.00	0.00	26.99	4.50
<i>F. mandshurica</i>	7.83	0.00	0.00	3.92	<i>Philadelphus</i>				
<i>Sorbus alnifolia</i>	7.25	8.02	0.00	6.30	<i>schrenckii</i>	0.00	0.00	17.69	2.95
<i>A. mono</i>	4.94	7.58	0.00	5.00	<i>Actinidia arguta</i>	0.00	0.00	13.73	2.29
<i>Abies holophylla</i>	4.78	0.00	0.00	2.39	<i>Corylus sieboldiana</i>	0.00	0.00	12.26	2.04
<i>Syringa reticulata</i>					<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	6.59	1.10
var. <i>mandshurica</i>	4.45	4.08	0.00	3.59	<i>Callicarpa japonica</i>	0.00	0.00	3.69	0.62
<i>Cornus controversa</i>	3.68	2.59	0.00	2.70	<i>A. mandshuricum</i>	0.00	0.00	2.03	0.34
SITE III									
<i>Quercus mongolica</i>	33.68	0.00	0.00	16.84	<i>Carpinus cordata</i>	0.00	4.25	0.00	1.42
<i>Fraxinus</i>					<i>Morus bombycis</i>	0.00	3.70	0.00	1.23
<i>rhynchophylla</i>	31.14	6.36	0.00	17.69	<i>Corylus sieboldiana</i>	0.00	2.13	0.00	0.71
<i>Acer</i>					<i>Symplocos chinensis</i>				
<i>pseudosieboldianum</i>	13.46	37.30	0.00	19.16	for. <i>pilosa</i>	0.00	1.97	6.86	1.80
<i>Tilia amurensis</i>	9.17	0.00	0.00	4.59	<i>Sasa purpurascens</i>	0.00	0.00	27.51	4.59
<i>Acer mono</i>	3.64	19.71	1.85	8.70	<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	25.51	4.25
<i>Prunus sargentii</i>	2.95	0.00	0.00	1.48	<i>Tripterygium regelii</i>	0.00	0.00	21.87	3.65
<i>Sorbus alnifolia</i>	2.64	0.00	0.00	1.32	<i>Staphylea bumalda</i>	0.00	0.00	4.64	0.77
<i>Syringa reticulata</i>					<i>Pyrus pyrifolia</i>	0.00	0.00	2.86	0.48
var. <i>mandshurica</i>	1.82	15.02	6.16	6.94	<i>Celastrus orbiculatus</i>	0.00	0.00	0.49	0.08
<i>Fraxinus mandshurica</i>	1.50	1.89	0.00	1.38					
<i>A. tschonoskii</i>									
var. <i>rubripes</i>	0.00	7.66	2.24	2.93					

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

Table 3. (Continued)

Site/Species	C	U	S	M		C	U	S	M
SITE I									
<i>Quercus mongolica</i>	34.72	0.84	0.00	17.64	<i>Pyrus pyrifolia</i>	0.00	2.84	2.43	1.35
<i>Tilia amurensis</i>	18.12	10.43	1.12	12.72	<i>E. sieboldianus</i>	0.00	1.70	0.00	0.57
<i>Acer</i>					<i>A. tschonoskii</i>				
<i>pseudosieboldianum</i>	10.40	16.91	0.95	11.00	var. <i>rubripes</i>	0.00	1.33	0.29	0.49
<i>Fraxinus</i>					<i>Actinidia arguta</i>	0.00	0.75	0.88	0.40
<i>rhyrachophylla</i>	7.74	1.45	1.40	4.59	<i>lespedeza</i>				
<i>Ulmus macrocarpa</i>	5.53	1.53	0.00	3.28	<i>maximowiczii</i>	0.00	0.69	1.81	0.53
<i>Carpinus cordata</i>	5.43	2.01	0.00	3.39	<i>Sasa purpurascens</i>	0.00	0.00	48.17	8.03
<i>Prunus sargentii</i>	4.90	0.00	0.00	2.45	<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	15.34	2.56
<i>Rhus japonica</i>	3.78	0.00	0.00	1.89	<i>Staphylea bumalda</i>	0.00	0.00	5.52	0.92
<i>Ulmus laciniata</i>	2.86	0.58	0.00	1.62	<i>Tripterygium regelii</i>	0.00	0.00	4.33	0.72
<i>F. mandshurica</i>	2.40	0.78	0.00	1.46	<i>Corylus sieboldiana</i>	0.00	0.00	1.91	0.32
<i>Cornus controversa</i>	2.36	3.76	0.00	2.43	<i>Rubus crataegifolius</i>	0.00	0.00	0.41	0.07
<i>A. mono</i>	1.79	4.98	0.27	2.60	<i>Sambucus williamsii</i>				
<i>Syringa reticulata</i>					var. <i>coreana</i>	0.00	0.00	0.41	0.07
var. <i>mandshurica</i>	0.00	30.59	4.40	10.93	<i>Vitis amurensis</i>	0.00	0.00	0.41	0.07
<i>Symplocos chinensis</i>					<i>Philadelph</i>				
for. <i>pilosa</i>	0.00	7.79	7.06	3.77	<i>schrenckii</i>	0.00	0.00	0.32	0.05
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.00	7.46	1.39	2.72	<i>A. mandshuricum</i>	0.00	0.00	0.27	0.05
<i>Rhododendron</i>					<i>Aralia elata</i>	0.00	0.00	0.27	0.05
<i>schlippenbachii</i>	0.00	3.62	0.66	1.32					
SITE V									
<i>Quercus mongolica</i>	56.09	6.46	6.90	31.35	<i>Symplocos chinensis</i>				
<i>Tilia amurensis</i>	11.83	5.25	0.00	7.67	for. <i>pilosa</i>	0.00	6.46	24.04	6.16
<i>Betula costata</i>	9.65	0.00	0.00	4.83	<i>Euonymus sieboldianus</i>	0.00	4.63	0.00	1.54
<i>Acer mono</i>	8.32	2.65	0.00	5.04	<i>Pyrus pyrifolia</i>	0.00	3.19	0.00	1.06
<i>Maackia amurensis</i>	5.90	0.00	0.00	2.95	<i>Kalopanax pictum</i>	0.00	1.79	0.00	0.60
<i>Phellodendron</i>					<i>Ulmus macrocarpa</i>	0.00	1.69	0.00	0.56
<i>amurensis</i>	4.52	0.00	0.00	2.26	<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.00	1.52	1.51	0.76
<i>Fraxinus</i>					<i>Magnolia sieboldii</i>	0.00	1.46	0.00	0.49
<i>rhyrachophylla</i>	3.69	0.00	1.66	2.12	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	0.00	1.31	1.38	0.67
<i>Acer</i>					<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	45.21	7.54
<i>pseudosieboldianum</i>	0.00	53.49	4.10	18.51	<i>Tripterygium regelii</i>	0.00	0.00	10.21	1.70
<i>Rhododendron</i>					<i>Viburnum dilatatum</i>				
<i>schlippenbachii</i>	0.00	10.08	0.00	3.36	for. <i>pilosulum</i>	0.00	0.00	5.01	0.84
SITE VI									
<i>Maackia amurensis</i>	19.84	1.83	0.00	10.53	<i>A. palmatum</i>	0.00	2.33	0.00	0.78
<i>Betula costata</i>	18.53	0.00	0.00	9.27	<i>Magnolia sieboldii</i>	0.00	1.88	0.00	0.63
<i>Carpinus laxiflora</i>	15.94	18.20	0.00	14.04	<i>Morus bombycis</i>	0.00	1.27	4.59	1.19
<i>Quercus mongolica</i>	9.97	0.00	0.00	4.99	<i>Rhododendron</i>				
<i>B. schmidtii</i>	8.19	0.00	0.00	4.10	<i>schlippenbachii</i>	0.00	0.99	0.00	0.33
<i>Cornus controversa</i>	6.92	0.00	0.00	3.46	<i>E. pauciflorus</i>	0.00	0.81	0.00	0.27
<i>Tilia amurensis</i>	5.10	3.04	0.00	3.56	<i>Sasa purpurascens</i>	0.00	0.00	43.36	7.23
<i>Pinus densiflora</i>	4.93	0.00	0.00	2.47	<i>Corylus sieboldiana</i>	0.00	0.00	5.75	0.96
<i>Phellodendron</i>					<i>Syringa reticulata</i>				
<i>amurensis</i>	4.19	0.00	0.00	2.10	var. <i>mandshurica</i>	0.00	0.00	4.43	0.74
<i>Acer mono</i>	2.37	3.95	1.34	2.73	<i>Acer barbinerve</i>	0.00	0.00	2.73	0.46
<i>Fraxinus mandshurica</i>	2.27	1.78	0.00	1.73	<i>Lindera obtusiloba</i>	0.00	0.00	2.69	0.45
<i>F. rhyrachophylla</i>	1.77	0.00	0.00	0.89	<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	2.60	0.43
<i>Carpinus cordata</i>	0.00	24.70	0.65	8.34	<i>A. mandshuricum</i>	0.00	0.00	2.28	0.38
<i>Acer</i>					<i>Euonymus sieboldianus</i>	0.00	0.00	0.88	0.15
<i>pseudosieboldianum</i>	0.00	15.47	24.06	9.17	<i>Philadelphus</i>				
<i>Styrax obassia</i>	0.00	6.74	3.02	2.75	<i>schrenckii</i>	0.00	0.00	0.72	0.12
<i>Prunus maackii</i>	0.00	5.65	0.00	1.88	<i>Pinus koraiensis</i>	0.00	0.00	0.61	0.10
<i>P. sargentii</i>	0.00	4.66	0.00	1.55	<i>Symplocos chinensis</i>				
<i>Ulmus macrocarpa</i>	0.00	3.74	0.00	1.25	for. <i>pilosa</i>	0.00	0.00	0.33	0.06
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.00	2.95	0.00	0.98					

Table 4. The similarity indices between sites in Chingogae, Odaesan National Park

Community	Dissimilarity Index					
	I	II	III	IV	V	VI
I	-	44.38	44.14	59.46	62.09	68.99
II	55.62	-	53.07	44.01	62.11	72.35
III	55.86	46.93	-	41.94	44.67	71.35
IV	40.54	55.99	58.06	-	48.87	66.96
V	37.91	37.89	55.33	51.13	-	69.87
VI	31.01	27.65	28.65	33.04	30.13	-

Similarity Index

Table 5. Various species diversity of each sites

Site	(Units: 200m ²)					
	H'(Shannon)	Simpson'	P.I.E.	J'(evenness)	D'(dominance)	H'max
I	1.0344	7.6983	0.8701	0.8406	0.1594	1.2304
II	1.1549	12.3964	0.9193	0.8877	0.1123	1.3010
III	1.0035	7.1727	0.8606	0.7713	0.2287	1.3010
IV	1.0165	6.1244	0.8367	0.7271	0.2729	1.3979
V	0.9505	6.2693	0.8405	0.7306	0.2694	1.3010
VI	0.7286	2.5798	0.6124	0.4885	0.5115	1.4914

* P.I.E. = the Probability of Interspecific Encounter

* Shannon's diversity index uses logarithms to base 10

에 치우쳐 있는 조사지 V는 진고개길 서쪽에 위치한 조사지 III, IV와 각각 55.33%, 51.13%였고, 진고개길 동쪽의 조사지 I, II와는 각각 37.91%, 37.89%로 거리에 따른 조사지간의 식생연속성의 차이가 뚜렷하였다.

4. 종다양성분석

6개조사지의 종다양성분석을 실시하여 종조성 상황을 알아보았다(Table 5). Shannon의 종다양도가 가장 높게 나타난 곳은 진고개동쪽에 위치한 조사지 II로 1.1549였다. 종수를 나타내는 최대종다양도가 가장 높게 나타난 곳은 조사지 VI으로 1.4914이나 조사지 VI은 균재도가 6개 조사지중 가장 낮아 Shannon의 종다양도도 0.7286으로 가장 낮은 값을 보였다. 이는 Shannon의 종다양도지수가 종수와 균재도를 조합하여 고안되었고, 조사지 VI이 비록 종수는 많으나 몇가지 종의 개체수가 편중되어 있기 때문이다. 균재도는 조사지 II가 0.8877로 6개 조사지중 가장 높았고, Simpson지수도 12.3964로 높게 나타나 조사지 2의 종조성이 종수와 개체수가 고르게 분포함을 알 수 있었다.

5. 종수 및 개체수 분석

6개 조사지 16개 조사구에 대해 종수와 개체수분석을 실시하였다. 분석에서 관목층의 조릿대는 오차를 감안하여 제외시켰다(Table 6).

종수는 최소 10종에서 최대 24종까지 출현하였는데 평균 15.7±4.5종이 조사되었고 중앙값과 최빈값도 각 15종으로 복원계획시 조사구 당 15종내외가 적절할 것이다. 개체수는 층위별로 달리 분석하였는데 교목층에서는 평균 12.6±5.9주가 출현하였고 중앙값은 10주, 최빈값은 9주였다. 아교목층은 평균 출현개체수는 18.2±12.0주, 중앙값 17.5주, 최빈값 4주였는데, 최빈값은 편의(偏倚)된 것으로 식재복원시는 평균값이나 중앙값을 따라야 할 것으로 생각된다. 관목층에서는 평균출현개체수가 82.3±72.6주로 중앙값은 58주였다. 전체적으로 한 조사구내에는 평균 133.1±70.5주가 출현하였다.

6. Eco-bridge 식재계획

Figure 4는 진고개를 중심으로 동대산쪽과 노인봉쪽의 식생을 Belt-transect로 나타낸 것으로 진고개길에서 멀어질 수록 식생이 양호해 지는 것을 알 수 있는

Table 6. Number of species and individuals of 6 sites in Chingogae of Odaesan National Park

Site	Plot	No. of Individual				No. of Species
		Upper	Middle	Lower	Total	
I	1	9	4	20	33	11
	2	8	1	36	45	10
	3	22	18	28	68	12
II	4	10	8	44	62	14
	5	10	4	36	50	12
	6	24	11	44	79	15
III	7	12	8	104(80)	124(80)	15
	8	25	27	48	100	16
IV	9	9	30	304(120)	343(120)	23
	10	9	45	172(160)	226(160)	23
V	11	15	28	36	79	14
	12	8	15	80	103	15
VI	13	9	26	68	103	13
	14	7	17	80	104	18
	15	12	22	144(444)	178(444)	24
	16	13	27	72	112	15
Mean		12.6±5.9	18.2±12.0	82.3±72.6	133.1±70.5	15.7±4.5
Median		10	17.5	58	101.5	15
Mode		9	4	36	79	15

* Parentheses include the number of *Sasa Purpurascens*

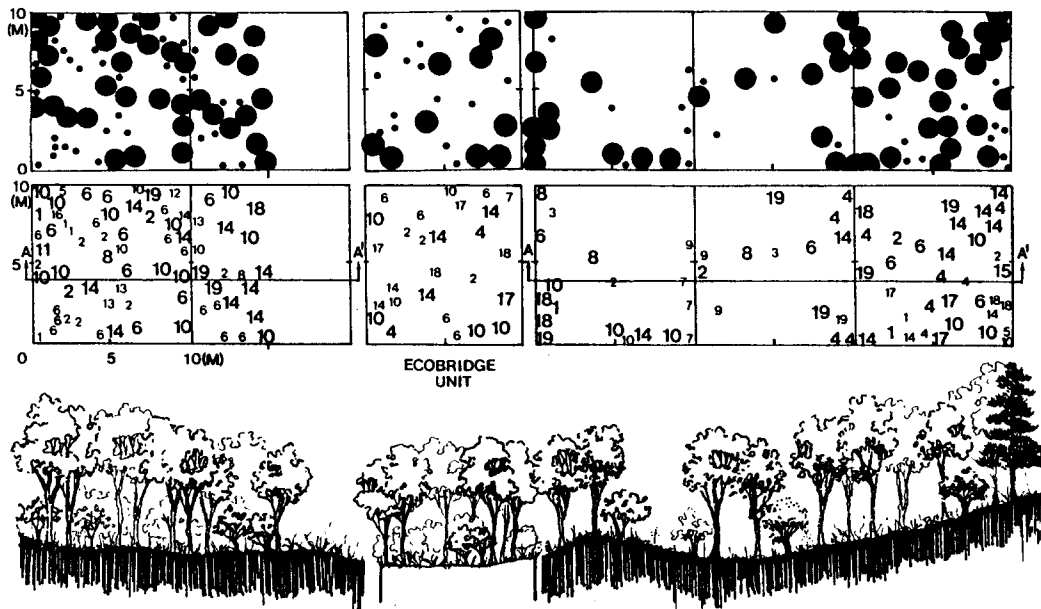


Figure 4. The change of vegetation as the distance from Chingogae and alternative planting plan of eco-bridge(1. *Syringa reticulata* var. *mandshurica*, 2. *Acer mono*, 3. *Staphylea bumalda*, 4. *Carpinus cordata*, 5. *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, 6. *A. pseudo-sieboldianum*, 7. *Aralia elata*, 8. *Fraxinus mandshurica*, 9. *Sambucus williamsii* var. *coreana*, 10. *F. rhynchophylla*, 11. *Prunus sargentii*, 12. *Morus bombysis*, 13. *A. tshonoskii* var. *rubripes*, 14. *Quercus mongolica*, 15. *Abies holophylla*, 16. *Corylus sieboldiana*, 17. *Corus controversa*, 18. *Sorbus alnifolia*, 19. *Tilia amurensis*)

데, 훼손에 따른 식생의 영향이 20~30m에 이르고 있다. 이상의 연구를 통하여 제시된 조건으로 식재대안을 제시하였다. 단, 본 연구에서는 구조, 소음, 하중, 경제성 등의 문제점이 본 Eco-bridge 조성에 제한요인으로 작용하지 않는다는 전제조건에서 식재계획을 제시하였다.

국립공원지역은 자연성이 풍부하므로 도시지역 식생 복원(Tregay, 1979; 이 등, 1994)과는 달리 주변지역에서 자연유입되는 영향을 고려하여 식재초기의 인위적 관리가 중요하며, 이후에는 정기적으로 주변 식생과 균형을 맞추는 관리가 중요하다. 다음은 주요 고려사항을 정리한 것이다.

① Eco-bridge 식재계획 최종단계 목표는 100m²당 목본 약 15종내외로 교목층 10~12주, 아교목층 17~18주, 관목층 100여주의 밀도를 유지한다.

② 주요 주변지역 수종으로는 생태적 특성상 교목인 까치박달, 층층나무, 물푸레나무, 신갈나무, 고로쇠나무, 복장나무, 피나무, 들메나무, 산벚나무, 느릅나무, 서어나무, 거제수나무, 아교목 및 관목으로 개회나무, 딱총나무, 당단풍, 시닥나무, 고추나무, 노린재나무, 참개암나무, 산뽕나무, 참회나무, 국수나무, 고팡나무, 철쭉 등을 고려하여 가급적 주변지역에서 종자를 채취하여 종자발아 시키거나, 발아된 유묘를 식재한다.

③ 토양은 공원내의 토양을 사용하는 것을 원칙으로 하되 외부에서 들여올 때에는 살균하고, 주변토양환경을 조사하여 토성에 맞게 조제한다.

인 용 문 헌

강현경(1995) 녹지축 연결을 통한 생태공간조성계획 - 성남시 분당 Ecobridge 지역을 중심으로 -. 서울시

립대학교 대학원 석사학위논문. 77쪽.

건설부(1987) 오대산 국립공원계획. 253쪽.

김귀곤(1993) 생태도시계획론 -에코폴리스 계획의 이론과 실제-. 대한교과서주식회사. 360쪽.

동아일보(1995. 9. 4) 야생동물 이동통로 만든다

박인협(1985) 백운산지역 천연림생태계의 삼림구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문. 48쪽.

이경재, 최송현, 강현경(1994) 생태적 접근방법에 의한 식생복원 및 관리계획. 응용생태연구 8(1): 58-67.

조선일보(1993. 1. 21) 도로망 4천 5백km 신설 -남북 7개축, 동서 9개축 [거미줄]연결. 2020년 전국 [반나절 생활권] 묶기로-

조선일보(1994. 3. 6) 북한산 우이동~양주군신설도로 동물이동통로 확보

한겨레신문(1995. 1. 25) 끊어진 생태계 다시 잇는다 -환경부 '생태연결지대' 추진 ... 잘린 동물이동로 복원. 대관령 진부령 터널화·자병산 광산 폐지 등 구체화-

Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin, Ecology 32: 476-496.

Forman, R.T.T. & M. Gordon(1986) Landscape Ecology. John Wiley & Sons, Inc., 619p.

Pielou, E.C.(1977) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, N.Y., 385p.

Tregay, R.(1979) Urban woodlands, in Nature in cities - The natural environmental in the design and development of urban green space, edited by I. C. Laurie. p 267-295.