

도로개발에 의하여 훼손된 산림지역 생물이동통로 식재계획^{1*}

이경재² · 한봉호³

Planting Plan of Ecological Corridor at Destroyed Mountain Area as a Result of Road Construction^{1*}

Kyong-Jae Lee², Bong-Ho Han³

요 약

본 연구는 경기도 용인시 학교개지역에서 도로건설에 의하여 훼손된 산림지역의 브릿지형 생물이동통로 식재계획을 수립하고자 실시하였다. 연구내용은 대상지 및 주변지역 자연생태계 조사·분석단계와 식재계획단계로 구분하여 실시하였다. 자연생태계 조사분석은 지형구조, 식물군집구조, 동물서식구조를 분석하였으며, 식재계획은 이동종선정, 식재공간구분 및 개념, 식재종 및 식재밀도를 제시하였고, 식재기본계획도를 작성하였다. 대상지의 지형구조는 산림능선을 훼손한 급경사 지형에 브릿지형의 생물이동통로 유형 조성이 가능하였고 동물의 이동은 생물이동통로 양쪽 끝부분에만 가능한 것으로 판단되었다. 식물군집구조 분석은 도로를 기점으로 동서 지역으로 구분하여 실시하였다. 이들 두 지역 모두 산복과 산록부는 졸참나무와 굴참나무가 우점종인 군집이었으며, 능선부에는 소나무림이 토지극상으로 분포하였고 이들 두 지역간 유사성도 높은 상태이었다. 야생동물서식구조는 야생조류와 일부 포유류를 대상으로 하였으며, 야생조류는 총 7종 57개체, 설치류는 2종 2개체가 관찰되었다. 식재계획에서 이동목표종은 야생조류와 일부 포유류로 설정하였고, 이들 종의 이동을 위한 식재공간은 야생조류 이동 및 서식공간과 포유류 이동지역을 구분하였으며, 세부적으로 완충지역으로 브릿지 입출구 사면지역의 관목식재지, 차폐식재지, 양쪽 산림지역과 연결된 급경사지역 초본식물 군락식재지, 야생동물 유도식재지, 야생조류 이동을 위한 군락식재지, 포유동물 이동을 위한 군락식재지, 야생조류 서식처 조성을 위한 군락식재지로 구분하였다. 식재종은 주변산림지역에서 상재도가 높은 종을 중심으로 선정하였고 각 공간별 식재밀도를 고려하여 식재기본계획도를 작성하였다.

주요어 : 식재공간, 군락식재, 차폐식재, 식재밀도, 식재기본계획도

ABSTRACT

This study was carried out to draw up the planting plan of bridge type ecological corridor for animals migration at Hakgogae(ridge) destroyed by road construction in Yongin, Gyeonggi-do, South Korea. It was conducted with two steps, survey and planting master plan. We surveyed

* 이 논문은 1998년도 서울시립대학교 연구교수 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

1 접수일 9월 30일 Received on Sept. 30, 2002

2 서울시립대학교 도시과학대학 College of Urban Sciences, Univ. of Seoul, 130-743, Korea(ecology@chollian.net)

3 도시생태연구소 L.E.T Eco-Institute of Urban, Seoul, 138-830, Korea(hanho@kebi.com)

the structure of topography, plant community, and animal habitat. We also selected the target species migrate ecological corridor and suggested a concept of each planting area, the planting species, and the planting density based on the analyzed data and finally drew up the planting plan. The structure of topography was a steep slope due to the mountain ridge destruction so the bridge type ecological corridor was could be applied in this study and we supposed that the animals migrate along the both edge of corridor. As the results of analyzed plant community structure in two sides, the dominant woody species, *Quercus serrata* and *Q. variabilis* were distributed on the bottom and the belly of a mountain, while *Pinus densiflora* community was distributed on the mountain ridge as edaphic climax. The similarity between *Q. serrata* - *Q. mongolica* - *Q. variabilis* community on the West of survey site and *Q. serrata* - *Q. mongolica* community on the East of survey site was high in 71.0 percentages. As the results of surveying birds and some mammalia, seven species and fifty-seven individuals of birds were founded in survey area, and two species and two individuals of rodents were founded. We selected birds and some mammals for the migration species that supposed to migrate ecological corridor in drawing up the planting plan. And then we divided the planting areas into bird corridor and habitat, and mammals corridor, also suggested the planting areas in detail as follows: community planting area of shrub at slope adjacent to the bridge exit as a buffer zone, screen planting area, community planting area of herb at steep slope connected with mountain areas, inducement planting area of the animals, community planting area for bird migration, community planting area for mammals migration, and community planting area for bird habitat. We selected the planting woody species which were the constancy ratio based on the analyzed data of plant community around mountain areas was high, and suggested the planting master plan each space.

KEY WORDS : PLANTING AREA, COMMUNITY PLANTING, SCREEN PLANTING, PLANTING DENSITY, PLANTING MASTER PLAN

서론

1980년대 이후 우리나라의 경제발전에 따른 교통 수요의 증가에 따라 자동차가 급증하였고 그에 따라 도로건설 및 확장이 지속적으로 발생하고 있다. 최근 들어 도로건설의 경향은 토지매입에 따른 보상비, 거리에 따른 조성비 등의 이유와 중장비의 발달에 따라 과거에는 건설되지 못했던 산림지역을 직선으로 개발하고 있다. 이러한 대표적인 사례로 우리나라 중심부 산림지역을 남-북으로 관통하는 중앙고속도로, 강원도 산림을 동서로 통과하는 영동고속도로, 서해안고속도로, 대전-통영간 고속도로 등이 있다. 이들 고속도로 개발은 산림지역을 일직선으로 통과하여 산림을 절단하거나 터널로 통과하고 있어 대규모 산림훼손이 발생하고 있다.

산림을 직선으로 통과하는 도로는 시각적인 산림

경관의 훼손뿐만 아니라 야생동물의 서식처를 파괴하는 것이 가장 심각한 문제이다. 서식처의 파괴는 야생동물의 개체수 감소, 생물다양성 저하 등 우리나라 국가차원의 생태계 파괴를 초래한다고 볼 수 있다. 이러한 생태계 훼손에 대한 대책으로 1990년대 초반부터 이동통로에 대한 연구가 시작되었고 환경부(1999b)에서는 생물이동통로 조성의 필요성과 타당성에 대한 검토과정을 거쳐 야생동물 이동통로 설치 지침을 마련하였다.

생물이동통로(Ecological corridor)는 경관생태학에서 발전한 개념으로 방풍림 등 자연 혹은 인공적으로 띠 형태의 식생림을 지칭하는 것으로 조성된 특성이나 역할에 따라 Environmental resource corridor, Planted corridor, Regenerated corridor 등으로 불리우고 있다. 또한 생물이동통로는 야생동물의 종수가 풍부하고, 통로가 그들의 먹이공급원 및

이동통로의 역할을 하며, 다양한 생물보전이 가능한 자원으로 간주되고 있다(Forman and Gordon, 1986).

생물이동통로의 구체적인 역할은 특정종을 위한 서식처 기능, 야생동물의 이동로 제공, 천적 및 대형 교란으로부터 피난처 역할, 주변 환경적·생물적 원천 등(Fleury and Brown, 1997)이며 특히 서식처 단편화에 민감한 야생동물종에 있어서 매우 중요한 역할을 하고, 이는 특정종의 보존에 있어 매우 가치있는 도구이다(Beier and Noss, 1998). 실제적인 효과로는 생물이동통로가 동종의 다른 개체군간의 상호이동과 교배율을 높이는 것으로 연구·보고되고 있다(Aars and Ims, 1999).

생물이동통로의 유형으로는 선형으로 도로, 철도 혹은 하천변 등을 따라 식생을 이용하여 조성하는 통로로 Hedgerow, Fencerow, Shelterbelt 등이 있으며, 육교형으로 횡단부위가 넓은 곳, 절토지역 혹은 장애물 등으로 동물을 위한 통로 조성이 어려운 곳에 만들어지는 통로로 Ecoduct, Overbridge 등이 있다. 터널형으로는 인간의 영향이 빈번한 지역이며, 육상통로를 조성하기 위한 연결지역이 지상이 없는 경우 또는 지하에 중소하천이 있는 경우 만들어지는 통로로 Culvert, Box, Pipe 등이 있다(환경부, 1995).

우리나라에서는 자연환경법 제 2조에서 생태통로라 하고 도로, 댐, 수중보, 하구언 등으로 인하여 야생 동·식물의 서식지가 단절되거나 훼손 또는 파괴되는 것을 방지하고 야생 동·식물의 이동을 돕기 위하여 설치되는 인공구조물, 식생 등의 생태적 공간으로 정의하고 있으며 1996년 이후 주로 도로와 철도 사업시 환경영향평가 단계에서 저감대책으로 생물이동통로를 조성하고 있다. 그 대표적인 사례로 지리산 국립공원 시암재, 강원도 양양군 서면과 홍천군 내면의 56번 국도 구룡령정상, 경기도 의왕시 오봉산 등의 생물통로가 있다. 이들 생물이동통로는 대상지 선정시 정밀한 자연생태계 조사를 통하여 실제적인 동물이동통로 차단지역과 잠재성이 있는 지역을 대상으로 선정하는 것이 원칙이나 이들 대상지는 공사의 편리성만으로 대상지를 선정하였으며 식물식재시 주변 자연식생과의 생태적 유사성과 이동 목표종의 생태적 특성을 고려하지 않는 식재로 실제 이동하는 동물이 없다는 것이 문제점으로 제기되고 있다.

생물이동통로에 관한 연구 중 이경재 등(1996)은 오대산국립공원 진고개 Ecobridge 식재계획에서 진

고개 동서 산림지역의 자연식생의 식물군집구조를 조사하여 식재종 및 식재밀도를 제시하였으며 김귀곤 등(2000)과 김광두(2000)는 단편화된 서식처의 연결을 위한 야생동물 이동통로 조성연구와 생태통로 조성 사례연구에서 경기도 의왕시 고색-의왕시간 고속도로 생태통로를 대상으로 대상지 선정 및 조성 기법을 제시하였다. 이들 연구는 생물이동통로의 일반적인 조성 기법을 제시하거나 식재계획 중 식재종과 밀도만을 제시하는 등 계획보다는 방안제시의 연구라 할 수 있을 것이다.

우리나라에서는 생물이동통로에 대한 용어를 생태통로, 에코브릿지, 생물이동통로 등으로 사용하고 있다. 본 연구에서는 생물이동통로로 기술하였다.

본 연구는 경기도 용인시 용인대학교 동쪽의 지방도 333호선으로 북쪽의 국도 42호선과 동쪽 국도 35호선간을 왕복 2차선에서 4차선으로 확장하는 학교개 지역의 브릿지형 생물이동통로를 대상으로 생물이동통로 조성에서 중요한 단계인 식물식재계획을 수립하고자 하는 연구이며 대상지 주변의 식물군집구조와 야생동물을 조사 분석하여 실제 이동가능한 목표종을 선정하고 목표종의 생태적 특성과 주변 식물생태계를 고려한 식재계획을 수립하고자 하였다.

연구수행체계 및 방법

1. 연구수행체계

본 연구는 도로에 의하여 훼손된 산림지역의 생물이동통로 조성지역의 식재계획을 수립하기 위한 것으로 조사·분석단계와 식재계획단계로 구분하였다(Figure 1).

조사·분석단계에서는 지형구분분야, 식물분야, 동물분야로 구분하였으며, 지형분야는 생물이동통로 조성지와 연결된 사면지역의 지형단면구조를 조사·분석하였고 식물분야는 현존식생으로 도면작성 및 유형별 면적을 산출하였다. 현존식생을 기초로 식물군집구조는 목본식물군집구조로 상대우점치, 종다양도, 유사도지수, 상재도를 분석하였고, 초본식물군집구조로 출현종의 피도를 조사하였다. 동물분야는 야생조류와 육안으로 현장조사가 가능한 일부 설치류를 조사하였다.

식재계획은 조사분석결과를 활용하여 대상지에서 실제 이동가능성이 있는 이동목표종을 설정하고, 지

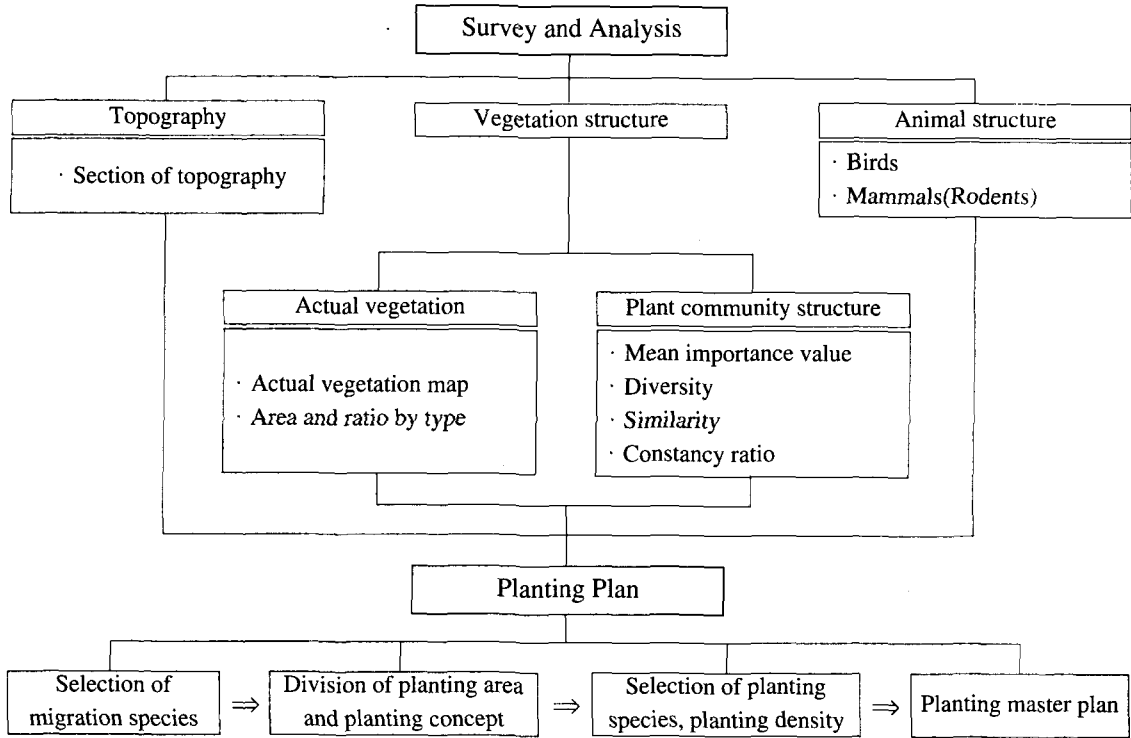


Figure 1. Schematic illustration for planting plan of ecological corridor

형구조와 이동 목표종을 반영하는 식재공간을 구분하고 식재공간별 식재구상을 수립한 후 각 공간별 식재종 및 식재 밀도를 제시하였다. 이상을 종합하여 대상지의 식재계획도를 작성하였다.

2. 조사분석 방법

(1) 대상지 설정

연구대상지는 경기도 용인시 용인대학교 동쪽의 지방도 333호선으로 북쪽의 국도 42호선과 동쪽 국도 35호선간을 왕복 2차선에서 4차선으로 확장하는 지역(Figure 2)으로 환경영향평가 단계에서 생태계 훼손을 저감하는 방안으로 생물이동통로를 조성하는 지역이다.

지방도 333호선은 용인시 역북리와 서리를 연결하는 도로로 해발 403.6m의 부아산(負兒山)자락을 남-북으로 가로지르며, 생물이동통로 조성대상지역은 주능선부인 학교개 지역으로 과거 산림 농선지역에 조성하여 생물이동통로 유형 중 Over-Bridge형으로 조성하도록 계획되었다.

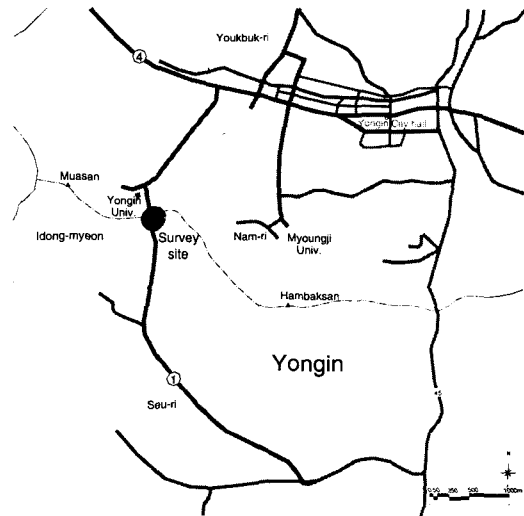


Figure 2. Location map of survey site

(2) 대상지 개황 및 지형구조

연구대상지 개황은 생물이동통로 조성지역의 기상개황을 파악하였다. 기상개황은 대상지와 가장 인

접한 수원시의 기상자료를 활용하여 1961년부터 1990년까지의 평년자료와 1999년도 연평균기온과 강수량을 파악하였다. 기상자료는 연구대상지의 식생대를 파악하여 식재종 선정시 자연림을 유추할 수 있는 근거가 될 수 있다.

지형구조분석은 지형구조상 이동가능한 동물종 선정과 경사에 따른 생육가능한 식재식물 선정에 활용하기 위한 것으로 생물이동통로 조성지역과 이와 연결되어있는 도로개발로 발생된 사면지역의 단면구조를 파악하였다. 단면구조는 생물이동통로의 구조물과 지형조성 계획도를 기초로 작성하였다.

(3) 대상지 주변 생태계 구조

1) 현존식생

현존식생조사 대상지는 도로개발에 따른 영향범위로 판단되는 지역으로 도로에 의하여 분할되는 동쪽지역과 서쪽지역으로 구분하여 생물이동통로 조성 대상지 도로로부터 도상직선거리 300m, 남북으로는 주요계곡을 경계로 대상지를 선정하였다.

현존식생조사는 대상지에 분포하는 식물종 중 교목층 우점종의 식생상관(physiognomy)에 의하여 유형을 구분하고, 1/5,000축척의 지형도를 기초로 도면화 하였으며 각 유형별 면적 및 비율을 산정하였다.

2) 식물군집구조

식생조사를 위하여 현존식생을 기초로 각 현존식생유형의 대표지역에 방형구법(Quadrats Method)을 이용하여 10m×10m(100㎡) 조사구를 28개소

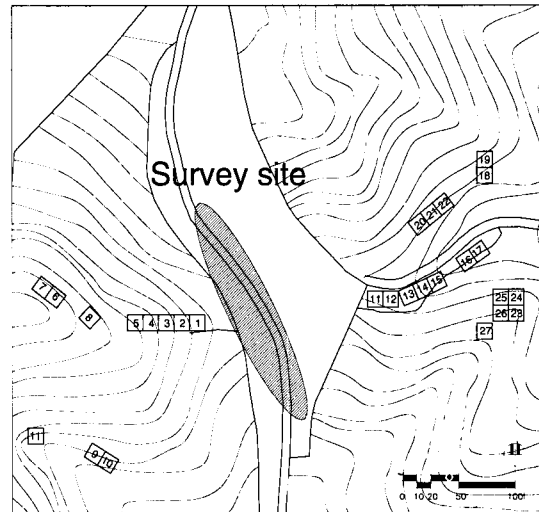


Figure 3. Location map of survey plots

를 설정하였다(Figure 3). 식생조사는 각 조사구에 출현하는 목본식물종을 대상으로 수고 2m, 흉고직경 2cm 이상의 수목을 교목층과 아교목층으로, 그 이하를 관목층으로 구분하여 흉고직경을 측정하였고, 초본식물은 출현종의 피도를 산정하였다. 현장조사는 1999년 9월에 실시하였다.

식생조사 자료를 이용하여 목본식물군집구조로 Curtis & McIntosh(1951) 방법을 이용한 이경재 등(1990)의 방법으로 층위별 상대우점치(Importance Value: I.V.)와 평균상대우점치(Mean Importance Value: M.I.V.)를 분석하였으며, 중

Table 1. General description of weather in Suwon(Yongin), Gyeonggi-do

Month	Average air temperature(°C)		Precipitation(mm)	
	1961~1990	1999	1961~1990	1999
1	-3.9	-1.1	26.6	7.3
2	-1.8	0.4	28.3	1.8
3	3.7	6.0	49.1	54.0
4	10.9	12.8	95.3	73.6
5	16.5	16.9	84.7	121.3
6	20.9	22.4	121.6	76.7
7	24.4	25.5	328.9	345.0
8	25.1	25.9	290.9	338.4
9	19.8	22.9	148.4	402.2
10	13.0	13.9	57.7	92.3
11	5.7	7.3	54.7	25.3
12	-1.2	-0.1	20.8	18.2
Ann.	11.1	12.7	1,307.0	1,556.1

다양도는 Pielou(1975)의 수식을 이용하여 샤논의 종다양도(H'), 최대종다양도(H'_{max}), 우점도(D), 균계도(J')를 구하였다. Whittaker (1956)의 수식을 이용한 유사도지수(S.I.: Similarity Index)를 분석하였고, 또한 상재도를 분석하였다. 이상의 분석은 서울시립대학교에서 개발한 PDAP(Plant Data Analysis Package)를 이용하여 분석하였다.

3) 야생동물 서식구조

야생동물 서식구조는 야생조류를 중심으로 일부 설치류를 포함하여 조사하였다. 야생조류 조사는 선조사법(Line transect method)을 이용하여 조사통로 좌·우 약 25m 정도 이내에 출현하는 야생조류를 육안과 쌍안경으로 관찰하고 나는 모양, 울음소리 등으로 식별하여 야생조류 종명, 개체수, 행동, 관찰지역 식생개요를 기록하였다. 일부 설치류는 야생조류 조사와 병행하여 출현하는 종명, 개체수, 관찰지역의 식생개요를 작성하였다. 조사시기는 1999년 9월이었다. 조사된 자료를 이용하여 야생조류 중에 대하여 우점도(Hooper *et al.*, 1973)와 각 종별 Guild분석을 하였다. Guild는 유사한 방법으로 동일한 자원을 이용하는 종의 모임이라고 정의되고 있으며(Root, 1967), 둥지와 관련된 영소(營巢)길드(nesting guild), 먹이자원 이용에 관련된 채이(採餌)길드(foraging guild)로 구분된다. 이러한 개념을 이용하여 야생조류 종의 다양성을 서식처(둥지, 먹이자원이용) 다양성으로 변환한 박찬열(1994)의 기준을 응용하고, 원병오(1981)의 한국동식물도감 제 15권 동물편(조류생태)의 자료를 이용하여 영소(營巢)길드를 수간(hole), 교목·아교목 수관층(canopy), 관목층(shrub), 초본 및 지면(bush), 하천, 논 등 수역(water), 도시 및 인가(artificial)로 구분하며, 채이(採餌)길드는 수간, 교목·아교목 수관층, 관목층, 초본 및 지면, 하천, 논 등 수역, 도시 및 인가로 구분하여 서식처의 다양성을 판단하였다.

평균온은 11.1℃이며, 한랭지수(C.I.: Coldness Index)는 -23.2℃/month로서 우리나라 산림대는 냉온대 중부낙엽활엽수림의 기후적 특성을 나타내고 있다(Yim and Kira, 1975). 따라서 본 연구대상지는 서어나무, 신갈나무, 졸참나무, 팔배나무, 때죽나무 등이 적합한 기후조건을 가지고 있다(임경빈, 1985). 연강수량을 살펴보면 평년 1,307.0mm이었으며, 강우는 여름철에 집중되어 6~9월의 4개월간의 강수량이 연강수량의 68%에 이르고 있다.

1999년 기상자료를 살펴보면 기온은 평년 연평균기온 보다 1.6℃ 높아졌으며, 강수량도 1,556.1mm로 증가하였다.

생물이동통로 조성 대상지역의 지형구조를 살펴보면 산림지 능선부지역으로 대상지 중앙부(Section 2)는 법면의 수직 높이가 서쪽은 24m, 동쪽은 31m

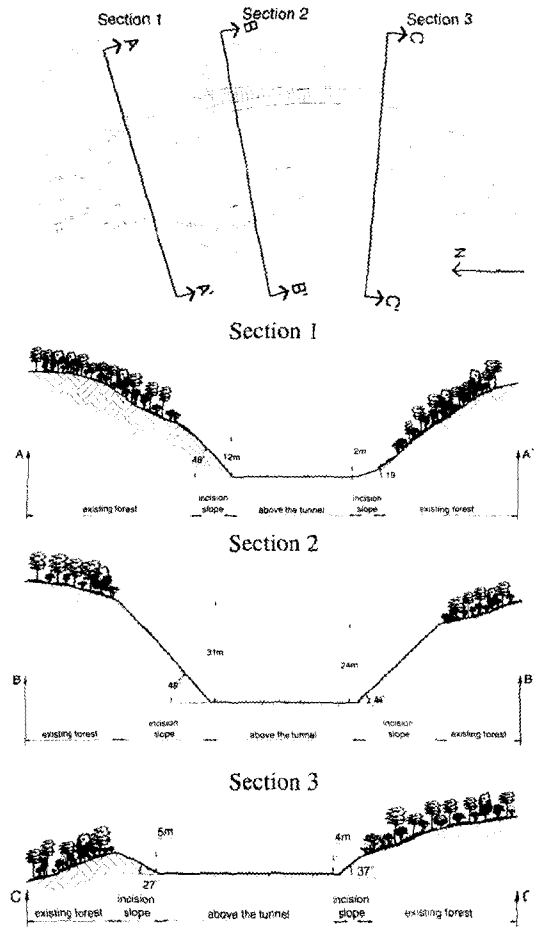


Figure 4. The cross section at ecological corridor and around

결과 및 고찰

1. 기상개황 및 지형구조

본 대상지의 기상개황은 가장 인접한 지역인 수원시의 기상자료를 이용하여 1961~1990년(30년간)의 평년 연평균기온과 연강수량을 파악하였다. 연평

이며, 경사도는 각각 44°와 49°로 급경사이었으며, 생물이동통로 좌우 지역은 법면의 수직 높이가 2~12m이며 경사도 비교적 완경사 이었다(Figure 4). 따라서 본 생물이동통로는 중앙부는 실제로 야생동물이동과 수목식재가 불가능할 것으로 판단되었으며 대상지 좌우지역은 생물이동이 가능하고 수목식재도 가능할 것으로 판단되었다.

2. 현존식생

대상지 주변 현존식생은 도로확장에 따라 분할되는 동쪽지역과 서쪽지역으로 구분하고 양방향으로 도로로부터 도상 300m 거리까지를 대상으로 조사 분석하였다.

동쪽지역의 현존식생을 살펴보면 총 9개 유형으로 구분되었으며, 이중 산림 유형이 5개 유형이었고, 기타 유형은 4개 유형으로 논, 묘지, 도로법면(공사지역), 산림내 도로이었다. 산림유형 5개 유형 중 졸참나무-굴참나무-상수리나무림이 동쪽지역 전체면적의 37.1%로 가장 넓게 분포하였으며, 졸참나무-신갈나무림이 27.0%로 주로 졸참나무를 위주한 참나무류림이 넓게 분포하였다. 그 이외에 졸참나무-밤나무림, 소나무림, 소나무-굴참나무-졸참나무림이 각각 0.6%이었다. 기타 4개 유형 중에서는 묘지가 13.6%로 넓게 분포하였다.

분포 위치는 산림 유형 대부분을 차지하고있는 참나무류림 유형은 산복, 산록 등 사면부에 주로 분포하였고 소나무림은 능선을 따라 대상으로 분포하였다.

서쪽지역 현존식생은 11개 유형으로 구분되었고, 이중 산림유형이 6개 유형, 기타 5개 유형이었다. 산림 6개 유형은 굴참나무-졸참나무림이 서쪽지역 전체면적의 29.3%로 가장 넓게 분포하였고, 굴참나무-졸참나무-밤나무림(22.5%), 졸참나무-신갈나무-굴참나무림(19.5%)이 주로 분포하여 동쪽지역 산림

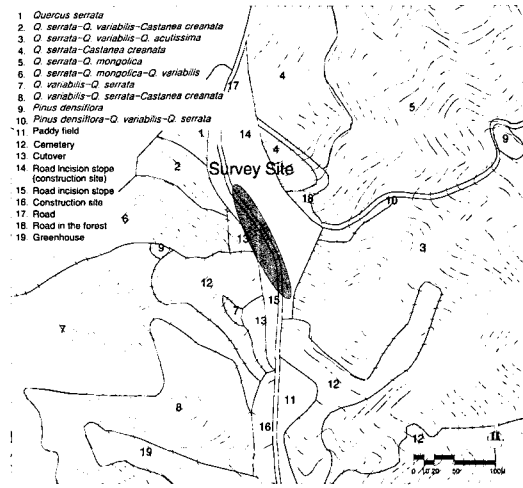


Figure 5. Actual vegetation map of survey site

Table 2. Area and ratio of actual vegetation type at survey site

East area			West area		
Community name	Area(m ²)	Ratio(%)	Community name	Area(m ²)	Ratio(%)
1. <i>Quercus serrata</i> - <i>Q. variabilis</i> - <i>Q. acutissima</i>	69,070	37.1	1. <i>Quercus serrata</i>	4,057	3.3
2. <i>Q. serrata</i> - <i>Castanea crenata</i>	19,429	10.5	2. <i>Q. serrata</i> - <i>Q. variabilis</i> - <i>Castanea crenata</i>	4,641	3.8
3. <i>Q. serrata</i> - <i>Q. mongolica</i>	50,244	27.0	3. <i>Q. serrata</i> - <i>Q. mongolica</i> - <i>Q. variabilis</i>	24,080	19.5
4. <i>Pinus densiflora</i>	1,015	0.6	4. <i>Q. variabilis</i> - <i>Q. serrata</i>	36,088	29.3
5. <i>P. densiflora</i> - <i>Q. variabilis</i> - <i>Q. serrata</i>	1,118	0.6	5. <i>Q. variabilis</i> - <i>Q. serrata</i> - <i>Castanea crenata</i>	27,686	22.5
6. Paddy field	3,523	1.9	6. <i>Pinus densiflora</i>	321	0.3
7. Cemetery	25,348	13.6	7. Cemetery	9,650	7.8
8. Slope(construction site)	12,643	6.8	8. Cut over	2,722	2.2
9. Road in the Forest	3,570	1.9	9. Slope	4,945	4.0
			10. Construction site	3,028	2.5
			11. Green house	6,040	4.9
Total	185,962	100.0	Total	123,258	100.0

현존식생 유형과 유사한 경향으로 참나무류림이 주로 분포하였으며, 분포위치도 동일한 경향이였다.

이상의 현존식생 분석결과 조성대상지 주변 산림 지역의 과거 도로개발 이전에는 사면지역은 졸참나무를 위주한 참나무류림이 연결되었을 것이며, 능선부는 소나무림이 대상으로 연결되었을 것이고 도로개발로 인하여 단절된 상태로 판단할 수 있었다. 결국 생물이동통로조성지역의 식물식재시에는 참나

나무류림에서 생육하는 식물을 식재하는 것이 타당할 것으로 판단되었다.

3. 식물군집구조

(1) 상대우점치 및 초본식물피도

식물군집구조 분석은 생물이동통로 조성에 있어서 이동 동물의 이동을 유도하기 위한 식물 식재시

Table 3. Importance value of major woody species by the stratum at three communities(%)(West area)

Community name	Cut Over				<i>Quercus serrata</i> - <i>Q. mongolica</i> - <i>Q. variabilis</i>				<i>Quercus variabilis</i>				
	Layer	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Pinus densiflora</i>	-	-	-	-	6.4	4.7	-	4.8	-	-	-	-	-
<i>Castanea crenata</i>	-	-	8.2	1.4	6.4	3.8	3.0	5.0	-	6.3	1.8	2.4	-
<i>Quercus acutissima</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	-	-	0.4
<i>Q. variabilis</i>	-	-	-	-	30.1	5.4	0.7	17.2	84.1	20.0	-	48.8	-
<i>Q. dentata</i>	-	-	-	-	1.1	-	-	0.7	-	-	0.8	0.1	-
<i>Q. aliena</i>	-	-	10.3	1.7	1.1	-	1.2	0.7	0.8	0.5	1.6	0.8	-
<i>Q. mongolica</i>	-	-	0.4	0.1	30.5	13.1	6.8	20.7	6.4	6.3	20.3	5.6	-
<i>Q. serrata</i>	-	-	11.1	1.8	21.4	31.4	17.2	24.0	6.4	33.5	23.6	18.3	-
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	-	9.4	1.6	-	2.1	9.7	2.3	-	3.1	2.6	1.5	-
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	-	6.24	1.0	-	5.6	14.2	4.2	0.8	5.2	14.1	4.5	-
<i>Prunus sargentii</i>	-	-	2.9	0.5	2.7	1.6	-	1.9	-	2.8	-	0.9	-
<i>Indigofera kirilowii</i>	-	-	2.4	0.4	-	-	-	-	-	-	16.8	2.8	-
<i>Rhus trichocarpa</i>	-	-	10.2	1.7	-	25.0	6.8	9.5	0.8	12.5	7.1	5.7	-
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	-	-	-	-	-	0.8	-	0.3	-	2.9	3.6	1.6	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	-	14.8	2.5	-	6.1	24.1	6.0	-	2.5	15.2	3.4	-
<i>Styrax japonica</i>	-	-	0.4	0.1	-	-	-	-	-	4.6	0.7	1.6	-
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	-	-	3.5	0.6	-	-	2.5	0.4	-	4.6	0.7	1.6	-
<i>Paulownia coreana</i>	-	-	2.8	0.5	-	-	-	-	-	4.6	0.7	1.6	-
<i>Smilax sieboldii</i>	-	-	3.1	0.5	-	-	-	-	-	4.6	0.7	1.6	-
<i>Smilax china</i>	-	-	6.0	1.0	-	-	4.0	0.7	-	-	-	-	-
Other Species. name		<i>Euonymus alatus</i> for. <i>ciliato-dentatus</i> , <i>Corylus sieboldiana</i> , <i>Maackia amurensis</i> , <i>Tilia amurensis</i> , <i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i> , <i>Viburnum erosum</i>				<i>Corylus heterophylla</i> , <i>Corylus sieboldiana</i> , <i>Juniperus rigida</i> , <i>Maackia amurensis</i> , <i>Viburnum wrightii</i> ,				<i>Corylus heterophylla</i> , <i>Corylus sieboldiana</i> , <i>Lespedeza cyrtobotrya</i> , <i>Zanthoxylum schinifolium</i> , <i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i> , <i>Weigela subsessilis</i>			
No. of total species		21				20				21			

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

Table 4. Dominance and sociability of herb species at three communities(West area)

Community name	Species name	Coverage(%)
Cut over	Pteridaceae, <i>Festuca ovina</i> , <i>Melampyrum roseum</i> , <i>Carex siderosticta</i> , <i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i> , <i>Dioscorea batatas</i> , <i>Artemisia keiskeana</i> , <i>Erigeron canadensis</i> , <i>Digitaria sanguinalis</i> , <i>Erechtites hieracifolia</i> , <i>Carex humilis</i> , <i>Epimedium koreanum</i> , <i>Artactylodes japonica</i> , <i>Smilax nipponica</i> , <i>Disporum smilacinum</i> , <i>Veratrum maackii</i> var. <i>japonicum</i> , <i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i> , <i>Syneilesis palmata</i> , <i>Hemerocallis fulva</i> , <i>Spodiopogon sibiricus</i> , <i>Viola albida</i> (21 species)	35
<i>Quercus serrata</i> - <i>Q. mongolica</i> - <i>Q. variabilis</i>	Pteridaceae, <i>Carex siderosticta</i> , <i>Festuca ovina</i> , <i>Pyrola japonica</i> , <i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i> , <i>Artemisia keiskeana</i> , <i>Carex humilis</i> , <i>Epimedium koreanum</i> , <i>Artactylodes japonica</i> , <i>Smilax nipponica</i> , <i>Disporum smilacinum</i> , <i>Syneilesis palmata</i> , <i>Hemerocallis fulva</i> , <i>Asarum sieboldii</i> , <i>Spodiopogon sibiricus</i> , <i>Disporum viridescens</i> (16 species)	10~35
<i>Q. variabilis</i>	<i>Ligularia fischeri</i> , <i>Festuca ovina</i> , <i>Pyrola japonica</i> , <i>Artemisia keiskeana</i> , <i>Carex humilis</i> , <i>Epimedium koreanum</i> , <i>Artactylodes japonica</i> , <i>Smilax nipponica</i> , <i>Disporum smilacinum</i> , <i>Convallaria keiskei</i> , <i>Asarum sieboldii</i> , <i>Spodiopogon sibiricus</i> (12 species)	10~30

주변 식생구조와 유사한 구조로 조성하는 것이 바람직하다는 것으로 미루어 볼 때 조성 대상지 주변 식생구조를 정밀하게 파악하는 분석 기법이라 할 수 있다.

Table 3은 목본식물을 대상으로 상대우점치를 분석한 것이며, Table 4는 초본식물을 대상으로 우점도와 군도를 분석한 것이다. 24개 조사구는 목본식물의 평균상대우점치 분석에 의하여 6개 군집으로 구분하였다. 이중 벌채지, 졸참나무-신갈나무-굴참나무군집, 굴참나무군집은 서쪽지역이었으며, 소나무군집, 졸참나무-신갈나무군집, 졸참나무-굴참나무군집은 동쪽에 위치하였다.

군집별 상대우점치와 우점도, 군도 분석을 서쪽지역과 동쪽지역으로 구분하여 살펴보면 먼저 서쪽지역 벌채지는 1개 조사구로 교목층과 아교목층은 벌채하여 관목층에만 총 21개종이 출현하였다. 21개 출현종 중 진달래(I.V.:14.8%), 졸참나무(I.V.:11.1%), 갈참나무(I.V.:10.3%), 개웃나무(I.V.:10.2%), 생강나무(I.V.:9.4%)등이 주요 출현종이었다. 이중 교목성상의 종은 졸참나무, 갈참나무이므로 과거 벌채 이전의 교목층 우점종은 졸참나무로 판단할 수 있었다.

졸참나무-신갈나무-굴참나무군집은 5개 조사구로 대상지 서쪽의 북사면에 위치하며 총 20종이 출현하

였다. 교목층에서는 신갈나무(I.V. : 30.5%), 굴참나무(I.V.: 30.1%), 졸참나무(I.V.: 21.4%)가 경쟁상태이었으나, 아교목층에서 졸참나무(I.V.: 31.5%)가 우점종이며 다른 2개종의 세력이 미약하고 개웃나무(I.V.: 25.0%)가 주요출현종이었다. 관목층에서는 진달래(I.V.: 24.1%)가 우점종이었으며, 졸참나무, 팔배나무, 생강나무, 개웃나무 등이 주요 출현종이었다. 초본층에서는 총 20종이 출현하였고 애기나리가 피도 10% 이상으로 우점종이었다.

굴참나무군집은 5개 조사구로 대상지 서쪽 남사면에 분포하며 총 21종이 출현하였다. 상대우점치를 살펴보면 교목층에서는 굴참나무(I.V.: 84.1%)가 세력이 큰 우점종이나 아교목층은 졸참나무(I.V.: 33.5%)가 우점종이고 굴참나무(I.V.: 20.0%), 개웃나무(I.V.: 12.5%)가 주요 출현종이었다. 관목층에서는 졸참나무(I.V.: 23.6%), 신갈나무(I.V.: 20.3%)가 우점종이었으며, 땅비싸리(I.V.: 16.8%), 진달래(I.V.: 15.2%), 팔배나무(I.V.: 14.1%)등이 주요 출현종이었다. 초본식물은 총 13종이 출현하였고, 애기나리와 큰기름새가 주요 출현종이었으며, 산림 중 계곡부 또는 사면저지대 토양 습도가 높은 지역에서 생육하는 은방울꽃과 죽도리풀이 1개조사구에서 출현한 것이 특징이었다.

Table 5. Importance value of major woody species by the stratum at three communities(East area)

Community name	<i>Pinus densiflora</i>				<i>Quercus serrata</i> - <i>Q. mongolica</i>				<i>Quercus serrata</i> - <i>Q. variabilis</i>				
	Layer	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Pinus densiflora</i>		64.4	54.2	-	50.3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Juniperus rigida</i>		-	7.5	2.0	2.9	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corylus sieboldiana</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.5	3.0	1.3
<i>Castanea crenata</i>		2.9	1.7	2.1	2.3	8.5	6.5	0.9	6.6	1.7	4.2	7.0	3.4
<i>Quercus acutissima</i>		-	-	-	-	3.2	-	-	1.6	21.5	4.0	-	12.1
<i>Q. variabilis</i>		10.1	2.0	5.4	6.6	8.4	-	0.9	4.3	26.4	21.9	3.5	21.1
<i>Q. dentata</i>		0.4	3.7	14.8	3.9	-	-	-	-	-	3.1	2.8	1.5
<i>Q. aliena</i>		0.5	-	-	0.3	-	-	-	-	-	1.6	13.7	2.8
<i>Q. mongolica</i>		1.8	8.4	29.6	16.8	33.8	-	1.0	18.6	1.8	4.1	6.6	3.4
<i>Q. serrata</i>		3.2	13.5	18.6	9.2	44.2	14.3	1.5	27.1	48.6	50.4	38.0	47.4
<i>Lindera obtusiloba</i>		-	-	0.8	0.1	-	2.0	4.0	1.3	-	-	1.9	0.3
<i>Stephanandra incisa</i>		-	-	5.2	0.9	-	2.0	4.0	1.3	-	-	1.9	0.3
<i>Sorbus alnifolia</i>		-	-	-	-	-	14.7	29.5	9.8	-	-	-	-
<i>Prunus sargentii</i>		0.4	1.3	0.6	0.7	0.9	9.3	-	3.6	-	3.2	-	1.1
<i>Indigofera kirilowii</i>		-	-	0.8	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhus trichocarpa</i>		-	0.5	3.5	0.8	-	12.0	17.6	6.9	-	3.8	11.1	3.1
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>		-	-	-	-	1.1	16.4	12.5	8.1	-	-	-	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i>		-	4.9	13.5	3.9	-	6.0	9.2	3.5	-	1.2	5.4	1.3
<i>Styrax japonica</i>		-	-	1.5	0.3	-	17.2	-	5.7	-	-	-	-
<i>Smilax china</i>		-	-	0.8	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Others species name		<i>Lespedeza cyrtobotrya</i> , <i>Maackia amurensis</i> , <i>Zanthoxylum schinifolium</i> , <i>Ligustrum obtusifolium</i> , <i>Viburnum wrightii</i>				<i>Euonymus alatus</i> for. <i>ciliato-dentatus</i> , <i>Fraxinus rhynchophylla</i> , <i>Viburnum wrightii</i> , <i>Smilax sieboldii</i>				<i>Corylus heterophylla</i> , <i>Lespedeza cyrtobotrya</i> , <i>Zanthoxylum schinifolium</i> , <i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i> , <i>Ligustrum obtusifolium</i> , <i>Smilax sieboldii</i>			
No. of total species		20				17				18			

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

이상 서쪽지역 3개 조사구의 상대우점치 및 초본 식물 피도 분석 결과를 종합하면, 교목층은 졸참나무와 굴참나무가 우점종이며, 아교목층은 참나무류와 개울나무 등이 주요 출현종이었고 관목층은 진달래, 생강나무, 팔배나무 등이 주요 출현종이었다. 식물은 피도가 낮았으며 애기나리와 큰기름새가 주요 출현종이었다.

동쪽지역 3개 군집의 군집구조를 살펴보면(Table 5, 6) 소나무군집은 7개 조사구로 능선부에 위치하

였고, 목본식물 총 20종이 출현하였다.

교목층과 아교목층에서 소나무가 우점종이었으며, 관목층에서는 신갈나무(I.V.:29.6%)가 우점종이었고, 졸참나무(I.V.:18.6%), 떡갈나무(I.V.:14.8%), 진달래(I.V.:13.5%)등이 주요 출현종이었다. 소나무군집은 능선부의 토심이 낮은 곳에 분포하여 토심에 의한 토지극상에 가까운 산림으로 판단되었다. 초본식물은 총 12종이 출현하였고 큰기름새가 주요 출현종이었다.

Table 6. Dominance and sociability of herb species at three communities(East area)

Community name	Species name	Coverage(%)
<i>Pinus densiflora</i>	Pteridaceae, <i>Ligularia fischeri</i> , <i>Festuca ovina</i> , <i>Melampyrum roseum</i> , <i>Artemisia keiskeana</i> , <i>Carex humilis</i> , <i>Artactylodes japonica</i> , <i>Disporum smilacinum</i> , <i>Miscanthus sinensis</i> , <i>Spodiopogon sibiricus</i> (10 species)	5~35
<i>Quercus serrata</i> - <i>Q. mongolica</i>	Pteridaceae, <i>Ligularia fischeri</i> , <i>Festuca ovina</i> , <i>Pyrola japonica</i> , <i>Carex siderosticta</i> , <i>Viola collina</i> , <i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i> <i>Artemisia keiskeana</i> , <i>Smilax nipponica</i> , <i>Disporum smilacinum</i> , <i>Hemerocallis fulva</i> , <i>Spodiopogon sibiricus</i> (12 species)	5~30
<i>Q. serrata</i> - <i>Q. variabilis</i>	Pteridaceae, <i>Ligularia fischeri</i> , <i>Festuca ovina</i> , <i>Pyrola japonica</i> , <i>Viola collina</i> , <i>Artemisia keiskeana</i> , <i>Carex humilis</i> , <i>Artactylodes japonica</i> , <i>Disporum smilacinum</i> , <i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i> , <i>Asarum sieboldii</i> , <i>Spodiopogon sibiricus</i> (12 species)	5~10

줄참나무-신갈나무군집은 5개 조사구로 대상지 동쪽 북사면에 위치하였다. 목본식물은 총 17종이 출현하였고 교목층에서는 줄참나무(I.V.:44.2%), 신갈나무(I.V.:33.8%)가 우점종이었으며, 아교목층에서는 때죽나무(I.V.:17.2%), 당단풍(I.V.:16.4%), 팔배나무(I.V.:14.7%), 줄참나무(I.V.:14.3%)등이 주요 출현종이었다. 관목층에서는 팔배나무(I.V.:29.5%)가 우점종이었고 개웃나무(I.V.:17.6%) 당단풍(I.V.:12.5%)등이 주요 출현종이었다. 초본식물은 총 13종이 출현하였으며, 피도는 매우 낮은 상태이었다.

줄참나무-굴참나무군집은 5개 조사구로 대상지 동쪽 남사면에 위치하였다. 목본식물은 총 18종이 출현하였고, 교목층, 아교목층, 관목층에서 모두 줄참나무가 우점하였고 교목층에서는 굴참나무와 상수리나무, 아교목층에서는 굴참나무, 관목층에서는 갈참나무와 개웃나무가 주요 출현종이었다. 초본식물은 총 12종이 출현하였고 피도는 낮은 상태이었다.

이상 동쪽지역 3개 식물군집구조를 살펴보면 사면지역은 서쪽지역과 동일하게 줄참나무를 우점종으로 하는 군집으로 아교목층은 개웃나무, 팔배나무, 당단풍, 때죽나무 등이 주로 출현하였다. 능선부는 소나무군집이 토심에 의한 토지극상 형태이었다.

생물이동통로 조성 대상지 동쪽과 서쪽 식물군집 구조는 유사한 구조로 줄참나무를 중심으로한 참나무류가 우점하는 군집이었다.

(2) 종다양도 및 유사도지수

Table 7은 6개 군집의 종다양도를 나타낸 것이다. 샤논의 종다양도를 살펴보면 6개 군집중 벌채지가 가장 높은 종다양도 지수를 나타내었다. 이는 교목층과 아교목층이 훼손된 후 관목층에 양호한 광조건이 확보되면서 다양한 종이 출현하였기 때문으로 판단되었다. 자연상태의 군집 중에서는 줄참나무-신갈나무-굴참나무군집이 가장 높은 종다양도를 나타내었으며, 소나무군집이 가장 낮게 나타났다. 줄참

Table 7. Diversity indices of six communities(Unit area: 100m²)

Community name	H' (Shannon)	J(evenness)	D' (dominance)	H' max
Cut Over (West area)	1.1736	0.8876	0.1124	1.3222
<i>Quercus serrata</i> - <i>Q. mongolica</i> - <i>Q. variabilis</i> (West area)	0.9554	0.8677	0.1323	1.1017
<i>Q. variabilis</i> (West area)	0.8782	0.8534	0.1466	1.0295
<i>Pinus densiflora</i> (East area)	0.7862	0.7831	0.2169	0.9963
<i>Quercus serrata</i> - <i>Q. mongolica</i> (East area)	0.8658	0.8453	0.1547	1.0262
<i>Quercus serrata</i> - <i>Q. variabilis</i> (East area)	0.8225	0.8129	0.1871	1.0130

Table 8. Similarity indices between communities

Community name	Cut Over (West area)	<i>Quercus serrata</i> - <i>Q. mongolica</i> - <i>Q. variabilis</i> (West area)		<i>Pinus densiflora</i> (East area)	<i>Quercus serrata</i> - <i>Q. mongolica</i> (East area)
		<i>Q. variabilis</i> (West area)	<i>Q. variabilis</i> (West area)		
<i>Quercus serrata</i> - <i>Q. mongolica</i> - <i>Q. variabilis</i> (West area)	12.8	-	-	-	-
<i>Q. variabilis</i> (West area)	12.2	60.7	-	-	-
<i>Pinus densiflora</i> (East area)	7.9	46.8	30.0	-	-
<i>Quercus serrata</i> - <i>Q. mongolica</i> (East area)	11.5	71.0	50.0	38.3	-
<i>Quercus serrata</i> - <i>Q. variabilis</i> (East area)	9.3	55.5	53.0	26.9	45.7

Table 9. Constancy ratio of major woody species at twenty eight plots

Contancy Ratio	Character				No. of Species
	Tree	Subtree	Shrub		
<20%	<i>Tilia amurensis</i> , <i>Paulownia coreana</i> , <i>Quercus acutissima</i> , <i>Maackia amurensis</i> (4 species)	-		<i>Viburnum erosum</i> , <i>Corylus heterophylla</i> , <i>Euonymus alatus</i> for. <i>ciliato-dentatus</i> , <i>Stephanandra incisa</i> , <i>Weigela subsessilis</i> , <i>Corylus sieboldiana</i> , <i>Indigofera kirilowii</i> , <i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i> , <i>Viburnum wrightii</i> , <i>Lespedeza cyrtobotrya</i> , <i>Smilax sieboldii</i> , <i>Smilax china</i> , <i>Lespedeza maximowiczii</i> , <i>Zanthoxylum schinifolium</i> , <i>Ligustrum obtusifolium</i> (15 species)	19
21~50%	<i>Fraxinus rhynchophylla</i> , <i>Pinus densiflora</i> , <i>Quercus aliena</i> , <i>Q. dentata</i> (4 species)	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i> , <i>Styrax japonica</i> , <i>Sorbus alnifolia</i> , <i>Juniperus rigida</i> (4 species)	-		8
51~70%	-	<i>Prunus sargentii</i> (1 species)	<i>Lindera obtusiloba</i> , <i>Rhododendron mucronulatum</i> (2 species)		3
71%≤	<i>Castanea crenata</i> , <i>Quercus variabilis</i> , <i>Q. mongolica</i> , <i>Q. serrata</i> (4 species)	<i>Rhus trichocarpa</i> (1 species)	-		5

나무-신갈나무-굴참나무군집이 가장 높은 이유는 잠재적인 종다양도 지수인 최대종다양도가 높았으며, 균재도도 높아 샤논의 종다양도가 높았다. 소나무군집의 샤논의 종다양도가 낮은 이유는 출현종수가 적

고 소나무에 의한 우점도가 높아 상대적으로 균재도가 낮았기 때문이었다.

Table 8은 6개 군집간 종구성의 유사성을 나타낸 것으로 유사도지수가 80이상이면 동질한 것이고,

Table 10. Dominance value of bird species and rodent species at survey site

Species name	Migration	West area		East area	
		Indi.	D	Indi.	D
Birds					
<i>Parus major</i>	k	12	54.5	22	62.9
<i>Aegithalos caudatus</i>	k	-	-	10	28.6
<i>Paradoxornis webbiana</i>	k	5	22.7	-	-
<i>Streptopelia orientalis</i>	k	1	4.5	-	-
<i>Garrulus glandarius</i>	k	3	13.6	-	-
<i>Dendrocopos kizuki</i>	k	-	-	2	5.7
<i>Dendrocopos major</i>	k	1	4.5	1	2.9
Total (No. of species/individuals)		5/22		4/35	
Rodents					
<i>Parus major</i>		-	-	1	-
<i>Aegithalos caudatus</i>		1	-	-	-

* D: Dominance value

20이하이면 매우 이질적인 상태라 할 수 있다. 6개 군집 중 관리가 된 벌채지를 제외한 5개 군집간 유사도지수를 살펴보면 소나무군집은 다른 4개 군집과 26.9~46.8로 비교적 이질적인 상태였으며, 나머지 참나무류가 우점종인 군집간에는 유사도지수 45.7~71.0로 비교적 유사한 군집으로 판단할 수 있었다. 특히 대상지 서쪽의 북사면인 줄참나무-신갈나무-굴참나무군집과 대상지 동쪽 북사면의 줄참나무-신갈나무군집은 71.0으로 매우 유사한 상태로 도로개설이전에는 서로 동일한 군집이었던 것으로 판단할 수 있었다.

(3) 상재도

상재도는 전체 조사구 중 특정종이 출현한 조사구 수를 비율로 나타낸 것으로 상재도가 높은 종은 대상지의 환경조건에 적응성이 높은 종으로 판단할 수 있으며, 대상지와 인근지역이 훼손되었을 경우 생태계 복원에서 식재종으로 적당한 종이라 할 수 있다.

본 연구조사지에 출현한 총 목본 종수는 35종이며, 이에 대한 상재도를 살펴보면(Table 9) 상재도 71%이상인 종은 교목으로는 줄참나무, 신갈나무, 굴참나무, 밤나무 4종이었으며 아교목으로는 개울나무 1종이었다. 상재도 51~70%인 종은 교목은 없었으며 아교목으로는 산벚나무, 관목으로는 생강나무, 진달래 2종이었다. 상재도 21~50%인 종은 교목으로는 소나무, 갈참나무, 떡갈나무, 물푸레나무로 4종, 아교목으로는 당단풍, 때죽나무, 팔배나무, 노간주나무로 4종이었다. 이상 16종은 비교적 상재

도가 높은 종으로 본 대상지의 환경조건에 적응성이 높은 종이라 할 수 있을 것이다.

4. 야생동물 서식구조

야생동물 서식구조는 생물이동통로 조성지역으로부터 연결된 동쪽과 서쪽 산림지역 300m 이내에 출현하는 야생조류와 포유류 중 설치류를 대상으로 조사를 실시하였다. Table 10은 야생조류 및 설치류 종의 군집구조를 분석한 것이다. 출현한 총 종수는 야생조류 7종 57개체, 설치류 2종 2개체이었다. 지역별로 살펴보면 서쪽지역 야생조류는 5종 22개이

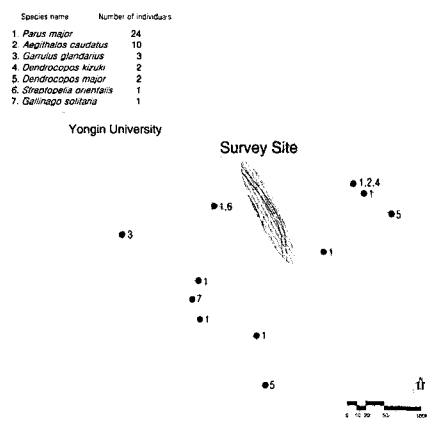


Figure 6. Survey location map of bird species and rodents species at survey site

Table 11. Species name by guild type of Birds at survey site

Guild type	Species name			
	West site		East site	
	Nesting guild	Foraging guild	Nesting guild	Foraging guild
Hole	<i>Dendrocopos major</i>	<i>Dendrocopos major</i>	<i>Dendrocopos major</i> , <i>Dendrocopos kizuki</i>	<i>Dendrocopos major</i> , <i>Dendrocopos kizuki</i>
Canopy	<i>Parus major</i> , <i>Streptopelia orientalis</i> , <i>Garrulus glandarius</i>	<i>Parus major</i> , <i>Garrulus glandarius</i>	<i>Aegithalos caudatus</i> , <i>Parus major</i>	<i>Aegithalos caudatus</i> , <i>Parus major</i>
	<i>Paradoxornis webbiana</i>	<i>Paradoxornis webbiana</i>	-	-
Bush	-	<i>Streptopelia orientalis</i>	-	-
Water	-	-	-	-
Artificial	-	-	-	-

있으며 이중 박새가 우점종이었으며, 붉은머리오목눈이와 어치가 주요 출현종이었다. 동쪽지역 야생조류는 4종 35개체가 출현하였으며 박새가 우점종이었으며 오목눈이가 주요 출현종이었다.

Table 11은 출현한 야생조류 7종에 대한 서식환경을 분석한 것으로 등지나 먹이와 주변환경과의 관계를 밝힌 것이다. 수목의 수간에서 채이와 영소를 하는 종으로는 오색딱다구리와 쇠딱다구리, 교목 수관층에서 활동하는 종은 박새, 어치, 오목눈이, 멧비둘기이며, 관목층에서 활동하는 종은 붉은머리오목눈이 이었다. 본 결과는 이들 종이 이동 할 수 있는 환경을 조성하는데 기초자료가 될 것이다.

5. 생물이동통로 식재계획

생물이동통로 조성의 목적은 야생동물이동통로 계공, 야생동물서식처 조성, 천적 및 대형교란으로부터 피난처조성, 단편화된 생태계의 연결로 생태계 연결성 유지 등이다(Fleury and Brown, 1997). 이러한 목적을 달성하기 위한 계획내용을 살펴보면 첫 단계가 실제 이동가능한 동물종의 선정이다. 본 대상지에서 이동가능한 종은 주로 야생조류 종으로 실제 이동가능한 종은 붉은머리오목눈이, 딱새류, 멧새류, 박새류, 오목눈이 등 관목림에 서식하는 주요종이 될 수 있으며, 이동통로가 없어도 이동가능하나 휴식장소로 이용가능한 종으로는 딱따구리류, 멧비둘기, 어치 등이 될 수 있을 것이다. 포유류 중에서는 다람쥐

와 청설모 등 설치류가 실제로 이동 가능할 것이며, 대상지 인근 산림지역에 주로 관찰되고 있는 고라니, 멧돼지 등이 이동 잠재성이 있을 것이다.

야생조류와 포유류 이동을 위한 생물이동통로 조성에서 식물식재시 고려사항을 살펴보면 야생조류의 이동을 위해서는 식이식물의 식재를 통한 서식유도, 침엽·활엽수·관목이 다층구조를 형성, 최대 폭 50m, 높이 10m 확보 등이며, 포유류이동을 위해서는 소형 포유류의 경우 폭 2~3m 통로, 다층구조 형성을 통한 이동경로 재현 등이다(환경부, 1998; 1999a; 1999b; Fieury & Brown, 1997). 따라서 대상지에 식물을 식재할 경우에는 대상지 전체적으로는 주변에 생육하는 자생종을 다층구조로 식재하여야 할 것이며, 야생조류이동을 위해서는 식이식물식재, 포유류 이동을 위해서는 이동을 위한 초본식재지를 조성해야 할 것이다.

둘째로는 이들 이동가능 동물들의 서식처와 이동로 조성을 위한 공간의 구분이다. 주요공간으로는 도로의 영향으로부터 피난처 역할을 하기 위해서는 영향지역으로부터 일정구간 완충지역이 필요하며, 내부지역은 야생동물이동 유도공간, 실제 이동공간, 이동종의 서식공간이 필요하다.

본 대상지의 식물식재를 위한 구체적인 공간을 구분하면(Figure 7) 야생조류 이동로와 포유류 이동로로 구분되며, 완충지역으로 통로 입출구 사면지역의 관목식재지, 차폐식재지, 양쪽 산림지역과 연결된 급경사지역 초본식물 군락식재지, 야생동물 유도

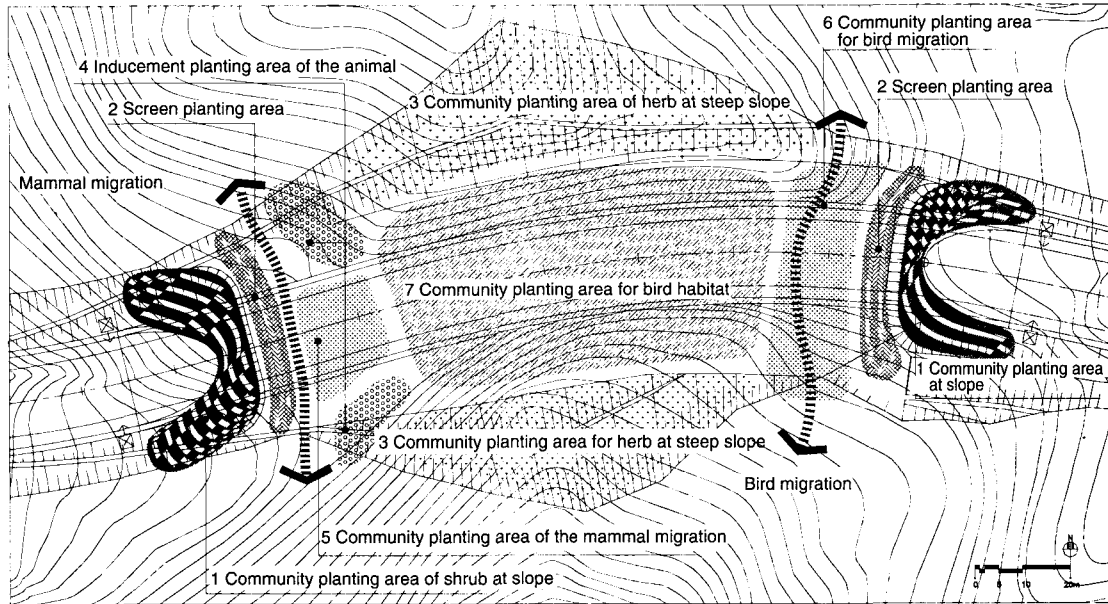


Figure 7. Plan of planting space concept at ecological corridor

Table 12. Planting species and density by the planting area

Planting area	Planting species	Planting density
Community planting area of shrub at slope	· <i>Lespedeza cyrtobotrya</i> , <i>L. maximowiczii</i>	· Coverage 75~90%
Screen planting area	· <i>Juniperus rigida</i> (H: over 2.0m)	· Coverage 100% · 3-Row Planting
Community planting area of herb at steep slope	· Mixed Planting with native Gramineae plants (<i>Spodiopogon sibiricus</i> , <i>Miscanthus sinensis</i> , <i>Festuca ovina</i>) and Compositae plants	· Coverage 75~90%
Inducement planting area of animal	· <i>Weigela subsessilis</i>	· Coverage 100% · Overlapping Ratio ≥ 30%
Community planting area for mammals migration	· Mixed Planting with native Gramineae plants	· Coverage 80%
Community planting area for birds migration	· Understory: <i>Sorbus alnifolia</i> , <i>Lindera obtusiloba</i> , <i>Acer pseudo-sieboldianum</i> , <i>Rhus trichocarpa</i> , <i>Prunus sargentii</i> (H: 2~4m)	· Coverage 30%
	· Shrub: <i>Corylus heterophylla</i> , <i>Stephanandra incisa</i> , <i>Zanthoxylum schinifolium</i> , <i>Rhododendron mucronulatum</i> , <i>Viburnum erosum</i>	· Coverage 30%
Community planting area for bird habitat	· Understory: <i>Sorbus alnifolia</i> , <i>Lindera obtusiloba</i> , <i>Acer pseudo-sieboldianum</i> , <i>Rhus trichocarpa</i> , <i>Prunus sargentii</i> (H: 2~4m)	· Coverage 30%
	· Shrub: <i>Corylus heterophylla</i> , <i>Stephanandra incisa</i> , <i>Zanthoxylum schinifolium</i> , <i>Viburnum erosum</i> , <i>Rhododendron mucronulatum</i>	· Coverage 60%

을 위한 군락식재지는 에코브릿지 내부지역에 주연부 야생조류가 서식할 수 있는 야교목과 관목을 군락식재해야 할 것이다.

Table 12는 각 식재공간별 식재종 및 식재밀도를 나타낸 것이다.

식재종은 대상지 주변 산림지역에서 출현하는 종 중에서 상재도가 높은 종을 우선으로 하며 가급적 사면지역 관목군락식재지는 산림지역 천이초기식물이고 척박지에 적응성이 강한 참싸리, 조록싸리를 피도 75~90%로 식재한다. 차폐식재는 대상지 출현종 중 상록침엽수이며 잎이 치밀한 수종인 노간주나무를 수관이 중복될 수 있도록 3열로 식재한다. 급경사지역 초본 군락식재지는 건조한 조건에 적응성이 있는 식물로 큰기름새, 참억새, 김의털 등과 국화과 식물을 혼합하여 피도 75~90%로 식재한다. 야생동물 유도식재지는 차단효과가 높은 병꽃나무를 피도 100%, 중복을 30%정도로 고밀도 식재한다. 포유동물이동을 위한 군락식재지는 벼과식물 여러종을 혼합식재한다. 야생조류 이동을 위한 군락식재지는 야교목으로 수고 2~4m 정도의 팔배나무, 당단풍, 개웃나무, 생강나무, 산벚나무 등을 피도 30%정도로 군락식재하며, 관목으로 난티잎개암나무, 구수나무, 산초나무, 진달래, 털팽나무 등을 피도 30%정도 군락식재한다. 야생동물서식처 조성을 위한 군락식재지는 앞의 군락식재와 동일한 종으로 식재하고 야교목의 피도는 30%, 관목의 피도는 60%로 군락식재한다. Figure 8은 이상의 계획에 따른 식재기본계획도이다.

인 용 문 헌

- 김광두(2000) 생태통로(Eco-bridge) 조성사례연구 - 고색-의왕시 고속도로 생태통로를 중심으로-. 상명대학교 자연과학계열 대학논문 7: 1-29.
- 김귀곤, 최준영, 손삼기(2000) 단편화된 서식처의 연결을 위한 야생동물 이동통로 조성. 한국조경학회지 28(1): 70-82.
- 박찬열(1994) 야생조류의 서식에 적합한 도시환경립 조성 및 관리방안. 서울대학교 대학원 석사학위논문. 73쪽.
- 원병오(1981) 한국동식물도감 제 25권 동물편(조류생태). 문교부, 1126쪽.
- 이경재, 최송현, 강현경(1996) 오대산국립공원 진고개 Ecobridge 식재계획. 환경생태학회지 9(2): 221-231.
- 임경빈(1985) 조립학원론. 향문사, 491쪽.
- 환경부(1995) 전국그린네트워크화 구상. 203쪽.
- 환경부(1998) 도시지역에서의 효율적인 생물서식공간 조성기술개발 -사람과 생물이 어울어지는 자연환경의 보전·복원·창조기술의 개발-. 서울대학교, 588쪽.
- 환경부(1999a) 도시지역에서의 효율적인 생물서식공간 조성기술개발 -사람과 생물이 어울어지는 자연환경의 보전·복원·창조기술의 개발-. 서울대학교, 858쪽.
- 환경부(1999b) 자연생태계 복원을 위한 야생동물 이동통로 설계 지침.
- Aars, J. and R. A. Ims(1999) The effect of habitat corridor on rates of transfer and interbreeding between vole demes. Ecology 80(5): 1648-1655.
- Beier, P. and R. F. Noss(1988) Do habitat corridors provides connectivity? Conservation Biology 12(6): 1241-1252.
- Curtis J. T. and R. P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
- Fleury, A. M. and R. D. Brown(1997) A framework for the design of wildlife conservation corridors with specific application to southwestern Ontario. Landscape and Urban Planning 37: 163-186.
- Forman, R. T. and M. Gordon(1986) Landscape ecology. John Wiley & Sons, Inc., 619pp.
- Hoepfner, H. and H. Preuss(1926) Flora des Westfälisch-Rheinischen Industriegebietes unter Einschluß der Rheinischen Bucht. Wissenschaftliche Heimatbecher für den Westfälisch-Rheinischen Industriebezirk. Bd. 6a. Dortmund. 381pp.
- Pielou, E. C.(1975) Ecological Diversity. Dalhousie University Halifax, Nova Scotia.
- Root, R. B. (1967) The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. Ecol. monogr. 37:317-350.
- Whittaker, R. H.(1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains. Ecol. Monographs 26:1-80.
- Yim, Y. J. and T.Kira(1975) Distribution of forest vegetation and climate in the Korean Peninsula I. Distribution of some indices of thermal climate. Jap. J. Ecol. 25:77-88.