

동북아 생태네트워크 구축을 위한 방안 고찰

전성우¹⁾·이명진^{1)*}·강병진²⁾

Study for Building Ecological Network in East-North Asia

Seongwoo Jeon¹⁾·Moungjin Lee^{1)*}·Byungjin Kang²⁾·Ji Young Shin¹⁾

1) 한국환경정책·평가연구원(Korea Environment Institute)

2) 고려대학교 기후환경학과(Dept. of Climate Environment, Korea University)

제 출 : 2009년 6월 3일

승 인 : 2009년 8월 31일

국문 요약

본 연구는 실질적인 동북아 생태네트워크 구축을 위한 추진 방안을 마련하기 위하여 이론적 모형을 제시하였고, 위성영상자료를 분석하여 체계적인 동북아 생태네트워크 분석 및 검증을 수행하였으며, 이를 바탕으로 동북아 생태네트워크 추진방안에 대한 정책적 사항을 제안하였다.

동북아 생태네트워크 분석 결과 한반도의 경우 일부 분산된 핵심지역들이 분포하고 있으며, 중국은 동북 3성 일부에만 핵심지역이 존재하였다. 극동 러시아의 경우 대부분이 핵심지역에 속하며 중에 대한 안정적 서식처로 활용될 수 있을 것이다. 몽골의 경우 중국 동북 3성 지역과 연계되어 핵심지역이 존재하는 것으로 파악되었다.

본 연구에서 제안한 방안은 국가 수준을 넘어서는 생태네트워크의 개념을 동북아지역에 도입하기 위한 방안을 모색하기 위한 연구라고 할 수 있다. 또한 국가 수준을 넘어서는 국제 생태네트워크 구축 및 동북아 생태네트워크 구축을 위한 사례 검증을 제시하였으며, 향후 실제 추진과정에 있어 가이드라인으로 기능할 수 있도록 하였다. 앞으로 시계열 위성영상 및 환경관련 공간정보가 보다 많이 확보된다면 동북아 전체의 토지피복 및 식생에 대한 변화를 분석할 수 있으며, 동북아 생태네트워크 분석 및 구축에 보다 용이할 것이다.

■ 주제어 ■ 동북아 생태네트워크, 위성영상, 공간정보, 우선중, 국제협력기구

Abstract

In the 1990s, when the viewpoint that an ecosystem is a single network within a specific region was adopted, the preservation and management of natural ecosystems was proposed. With regard to Northeast Asia, the expansion of trans-boundary pollution due to rapid development and the swift destruction of the natural environment emphasize the necessity for environmental cooperation.

The Northeast Asia region made up of South Korea, North Korea, three northeastern prefectures in China, the Russian far-east, and parts of Mongolia were selected to be analyzed for an ecological

network. The significance of this study lies in the development of a methodology for building a Northeast Asian ecological network through the use of satellite images. Regarding the methods of analysis, stable habitats for four priority species were selected to be performed using overlay analysis. The result of the analysis of the ecological networks in the whole Northeast Asia region showed that there were key areas partly dispersed in the Korean Peninsula, but whether the key areas would be maintained in the long term is unknown. As for China, key areas were concentrated in the border areas around the Tumen River and in parts of the three northeastern prefectures. Russia had wide-ranging areas that could function as stable habitats for most species. As a result of the actual conditions of the ecological networks, most of the Northeast Asia region, including the Korean Peninsula, was in poor condition, requiring appropriate measures and their operation as soon as possible. Also, it was revealed that further investigation and research was necessary for border areas that were identified to be key areas.

■ **Keywords** ■ Satellite Images, Ecosystem, Northeast Asia

I. 서 론

1970년대 이후 급격한 산업화를 통한 압축 성장은 자연생태계를 훼손하고, 대기, 수질 등의 환경 오염을 수반하였다. 특히 자연생태계 분야에서는 녹지와 생물서식지 등의 훼손과 단편화가 진행되었고, 실제 생물이 서식하는 녹지는 감소하여 생물 다양성은 저하되었다. 이러한 문제점들을 극복하기 위하여 특정 종 및 서식처를 보호하기 위한 노력이 있었으나, 제한적인 효과를 거두는데 그친 실정이다. 근본적인 해결을 위하여 “생태네트워크”를 통한 접근의 목적은 서식처 단절화에 따른 생물종 다양성의 감소를 최소화하는 것이다.

1990년대부터 본격화된 생태네트워크의 구축은 도시 및 지역적 차원의 환경에 제한되다가 점차 광역화되고 있다. 도시적, 지역적 및 국가적 차원으로 확장되는 생태네트워크를 성공적으로 구축하기 위해서는 인간에 의하여 설정된 지역 차원의 “경계”라는 개념에 국한되지 않고 범지구적 관점에서 접근하여야 한다.

개별 국가에서 발생한 환경의 변화는 국가 영역 내에 한하여 발생하거나 영향을 미치는 것에 국한되지 않고, 인접국가에 긍정적 또는 부정적인 영향을 미치게 된다. 환경의 연계성에 의한 인식이 대두되면서 국가간 상호 협력체계 구축이 필요하다는 인식이 등장하였으며, 1992년 리우회담 이후에 전 세계로 확산되었다. 이러한 개념은 실제 유럽 지역의 생태네트워크 구축에 적용되었으며 인접국가 및 국제적 수준에서 공동으로 관련 연구 및 정책을 수립하는 노력이 확산되고 있다.

유럽을 중심으로 하는 국제적인 흐름은 공동 생태네트워크 구축을 위한 본격적인 논의가 진행되고 있는 반면, 동북아 지역은 현재까지 이념적 대립이 지속되어 “국경”이라는 인류에 의하여 만들어진 인위적 인식이 매우 강하게 지배하는 상황이다. 그렇기 때문에 국가간 협조 체계 구축 역시 유럽이나 다른 지역에 비해 초보적 수준에 머무르고 있다. 생태적 측면에서 볼 때 동북아 지역은 많은 종 다양성이 풍부하며 동식물의 안정적 서식처로 인식되었다. 그러나 1990년대 중국의 산업화와 북한 및 러시아의 경제난에 의하여 생태계의 안정성이 급격하게 악화되고 있는 실정이다. 또한 범지구적으로 발생하는 기후변화는 종들의 서식처 감소에 잠재적 영향을 주고 있으며, 동북아의 경우도 이러한 상황에서 자유롭지 못하다.

동북아를 대상으로 생태네트워크에 대한 기존의 연구로는 강만을 대상으로 하여 모델링을 통하여 분석한 Ana Rosa Trancoso(2009) 등의 연구와 서식지 정보를 중심으로 네트워크를 구축한 Ben Raymond(2009) 등의 연구 및 MODIS 위성영상을 활용하여 습지지역 네트워크를 분석한 Bin Zhao(2009) 등의 연구가 있다. 또한 조류를 중심으로 실제 현장조사를 바탕으로 수행된 연구로는 유네스코(2004)에 의한 두만강 하구 접경 생물권보전지역의 핵심보호지역 연구가 있다. 국내의 연구로는 생태네트워크 구축을 위한 목표종 선정에 대한 연구 최희선(2008) 등의 연구 및 경관보전을 위한 생태네트워크의 국제적 동향에 대한 분석한 홍선기(2004)의 연구가 있다. 이러한 기존의 연구들은 생태계의 개별적 대상들을 네트워크 관점에서 분석하였다는 점에서 의미가 있다. 그러나 동북아 전체 생태계를 대상으로 생태네트워크를 분석 및 추진방안을 함께 도출한 연구가 부족한 아쉬움이 있었다.

본 연구의 목적은 실질적인 동북아 생태네트워크 구축을 위한 추진방안을 제시하는 것이다. 이를 위하여 동북아 생태네트워크 구축을 위한 이론적 모형을 제시하고, 위성영상을 활용한 동북아 생태네트워크를 구축하였으며, 기존 연구 및 현장조사를 통한 검증을 실시하였다. 이를 바탕으로 동북아 생태네트워크 추진방안에 대한 정책을 제안하고자 한다.

II. 연구방법 및 내용

1. 동북아 생태네트워크 구축을 위한 이론적 모형

1) 핵심 및 회랑지역 설정

생태네트워크의 기본이 되는 것은 핵심, 완충, 복원, 회랑¹⁾지역의 적절한 선정이다. 이는

동북아 생태네트워크 구축에서도 동일하며, 특히 핵심지역과 회랑지역을 적절히 선정하는 것은 네트워크 기능 발휘에 필수라고 할 수 있다. 이를 바탕으로 동북아 생태네트워크의 구축을 위한 이론적 모형을 제시하고자 한다. 또한, 이 모형을 바탕으로 위성영상을 분석하여 생태네트워크를 구축하고자 한다.

핵심지역을 설정하는 방법은 크게 3가지로 구분된다. 자연유산 및 문화유산을 중심으로 하는 방법, 평가지표 및 전문가의 의견을 수렴하여 대상 지역을 점수화하는 방법 및 가장 일반적으로 쓰이는 방법으로 특정지역의 보호종을 선정하고 현존 서식처 및 서식가능지역을 중심으로 설정하는 것이다. 본 연구에서의 핵심지역 설정은 우선종을 선정하여 그 종의 서식가능지역을 중심으로 규정한다. 종은 특별한 지리적 분포를 가지고 있으며 이는 생물종 밀도(species abundance)의 개념으로 구체화될 수 있다. 핵심구역 선정은 이러한 우선종의 분포와 밀접한 관련을 갖고 있다. 핵심구역과 같은 서식가능지역 및 서식처의 연결성에 대하여 Bal과 Reijnen(1997) 및 Foppen과 Chardon(1998)은 네덜란드에서 서식처 면적별 생물종의 생존 가능성에 대해 선행 연구를 수행하였고, 이에 따르면 독립핵심구역과 종속핵심구역으로 나누어진다. 독립핵심구역의 기준은 해당지역에 서식하는 모든 종의 생육 가능 필요면적 5배 이상 지역이며, 주변 패취 및 환경에 영향 없이 독립적인 개체군을 생육할 수 있는 것을 의미한다. 종속핵심구역은 해당지역에 서식하는 모든 종의 생육 가능 필요면적 5배미만 지역이며, 인접한 핵심구역과의 연결을 통해서만이 안정적 서식처로 기능 수행이 가능하다.

생태네트워크에서 회랑은 동물의 이주나 분산을 위한 이동통로 역할을 수행한다. 이는 단순한 먹이를 공급하는 공간으로써만이 아닌 대규모 서식공간이다. 생태네트워크에서 주요한 고려대상이 되는 포유동물의 이동경로 및 분포 경향을 파악하기 위해서는 종별 서식지 및 분포에 대한 자료를 공간적으로 구현하는 것이 필수라고 할 수 있다.

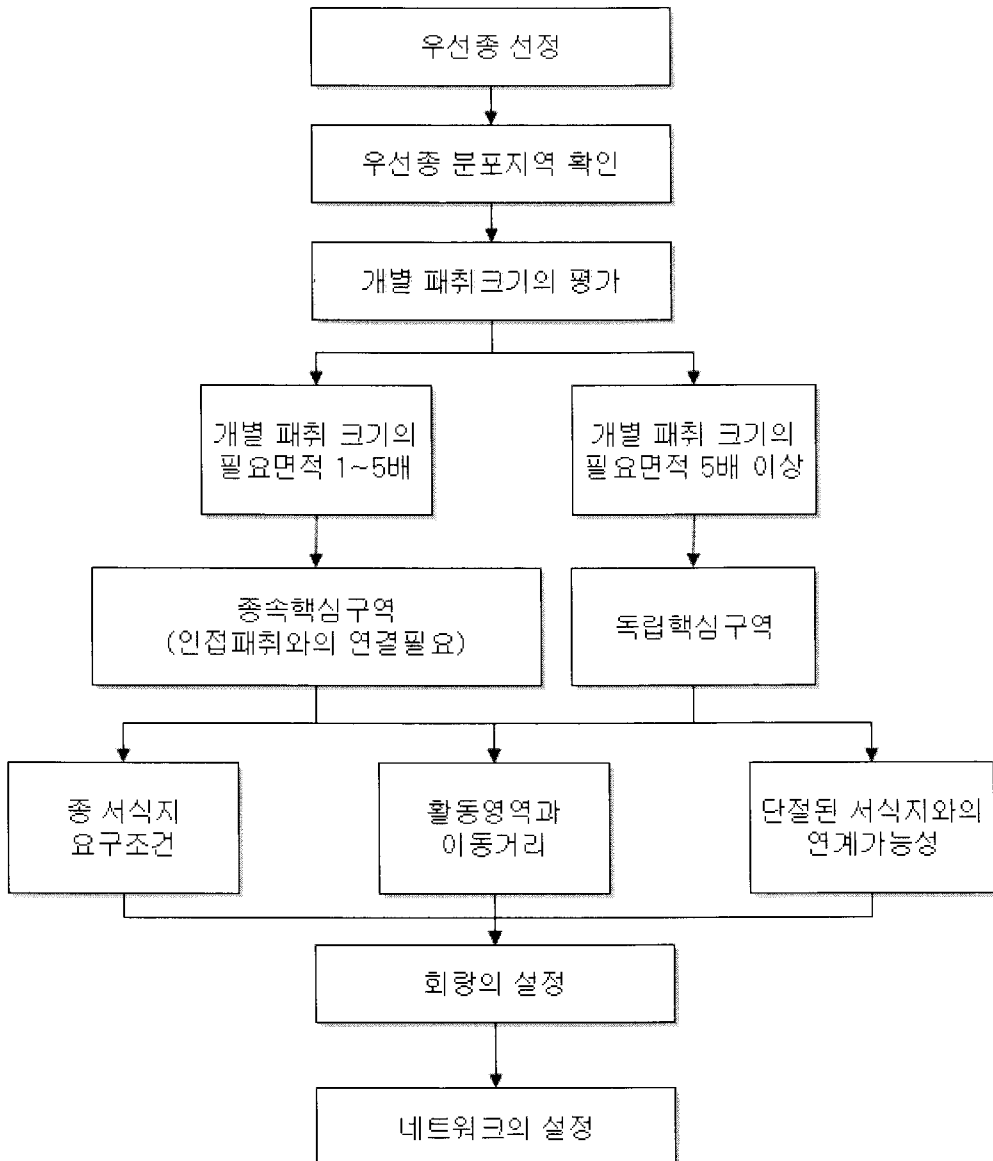
위의 개념을 적용하여 동북아 생태네트워크를 구축하기 위해서는 동북아 지역에 서식하는 포유동물의 분포지역 및 이동통로를 파악하는 것이 주요 평가항목으로 적용될 것이다. 분포 동향 및 이동경로에 대한 네트워크를 구축하기 위해서는 활동영역과 이동거리에 대한 정확한 정보가 필요하다. 특히 대형 포유동물 종들의 이동을 분석하기 위해서는 지역 혹은 지구별로 종이 출현하는 횟수의 누적조사가 필요하며 여기에 덧붙여 km당 분포, 밀도, 개체수, 현 상태 그리고 서식지 요구조건 등의 자료가 필요하다. 이러한 세부 자료가 구축된다

1) 통로(corridor)와 같은 의미이며, 비교적 좁은 띠 모양의 독특한 피복 유형으로 이 통로와 인접한 양면과는 대별되는 공간(홍선기, 강신규, 강호정, 노태호, 이은주, 2005.)

면 핵심지역 및 회랑지역의 선정에 중요한 정보로 활용될 것이다.

그러나 이와 같은 세부 자료의 확보가 어렵다면 우선종들의 서식처 분포를 중첩하여 핵심지역을 선정하고, 종 서식지 요구조건, 활동영역과 이동거리 및 단절된 서식처와의 연계성을 고려하여 회랑지역을 추출할 수 있다.

그림1 동북아 생태네트워크 구축을 위한 이론적 모형



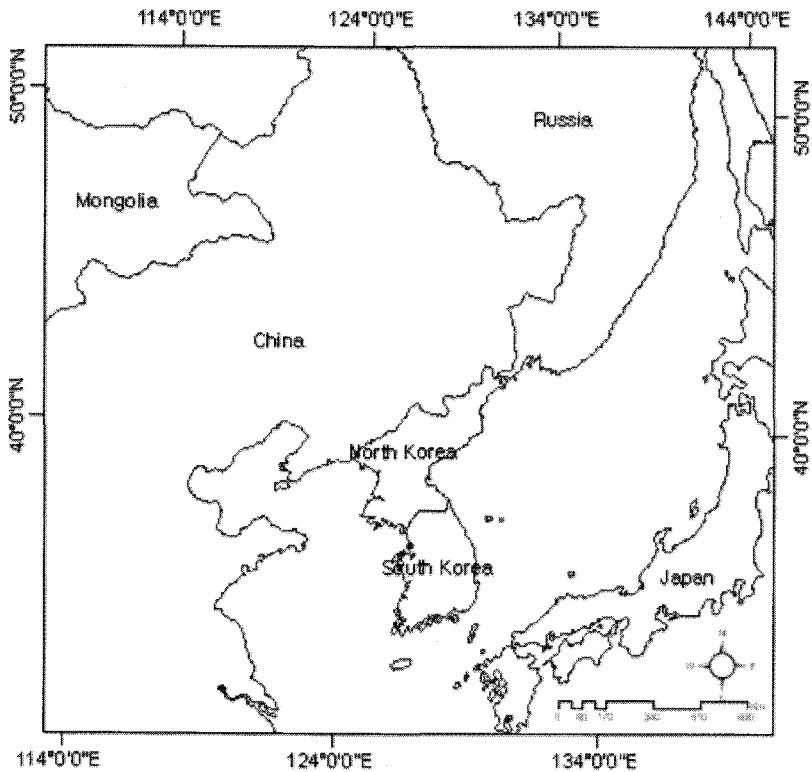
2. 동북아 생태네트워크 구축

1) 연구지역 설정

본 연구에 활용된 동북아 생태네트워크 구축 방법론은 최준영(2005)에 의하여 제시된 “국제 생태네트워크 모델의 개발” 모델을 활용하였다. 연구지역은 전체 동북아시아 중에서 한반도를 중심으로 중국 동북 3성, 극동 러시아 및 몽골 일부로써<그림 2>, 대상지의 면적은 6,984,884km²에서 생태네트워크를 구축하였다.

활용 위성영상은 NOAA AVHRR이며 2007년 1월부터 12월까지의 약 2,500장의 영상을 중첩하였을 때 가장 이상적인 지역을 선정하였다. 활용된 NOAA AVHRR은 1일 4회 이상의 영상을 획득하여 동일지역에 대한 시계열 해상도가 높다. 또한 동북아와 같은 넓은 지역 연구에 활용되어, 지역의 계절적 및 연간 변화를 모니터링하기 쉽다.

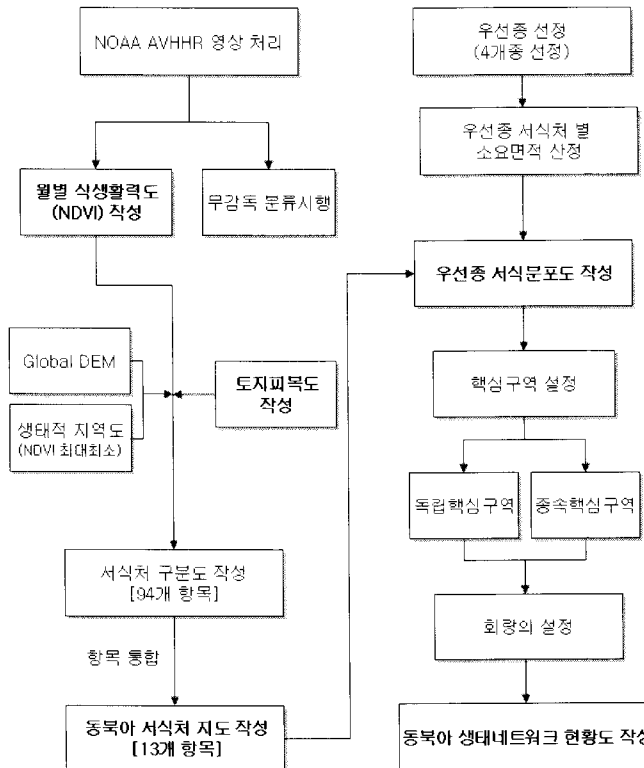
그림2 연구지역



2) 동북아 서식처 지도 작성

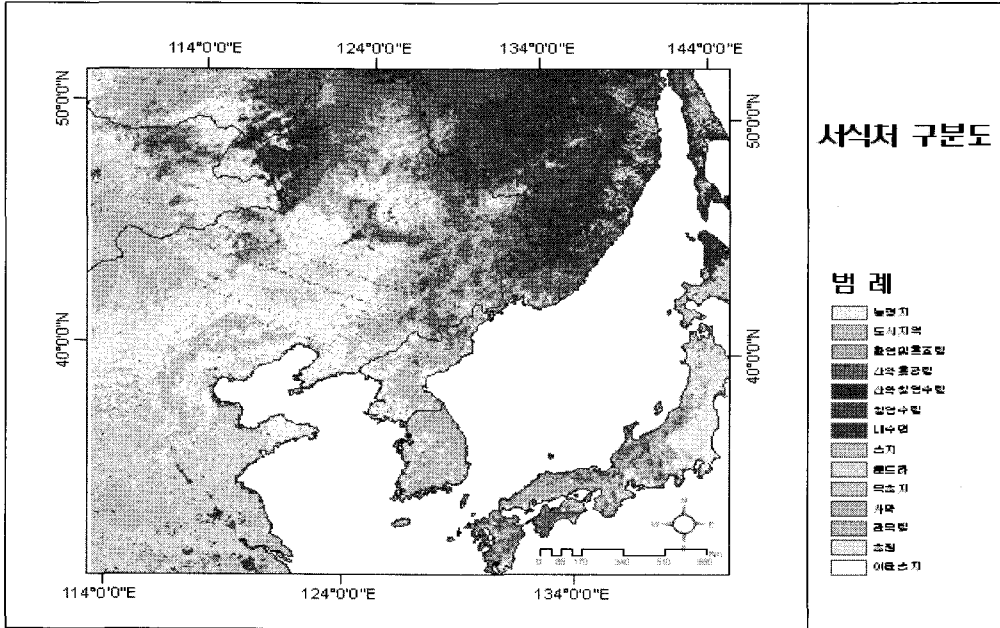
연구내용은 동북아 서식처 지도 작성 및 이를 바탕으로 하는 동북아 생태네트워크 현황도로 나누어진다<그림 3>. 동북아 서식처 지도 작성은 위성영상을 검토하여 구름이 적은 영상을 우선적으로 선정하였으며, 월별 영상을 중첩하여 월별 정규식생지수(NDVI : Normalized Difference Vegetation Index)를 추출하였다. 또한 전체 중첩한 영상을 활용하여 무감독분류를 수행하여 토지피복지도를 작성하였다. 이러한 토지피복지도를 기반으로 SRTM²⁾ DEM(Digital Elevation Model)과 생태적 지역도를 고려하여 Olson(1994)이 제시한 범지구 생태계 범례(Global Ecosystem Legend)를 적용하여 94개 항목의 서식처 구분도를 작성하였다. 마지막으로 선정한 우선종이 서식할 수 있는 항목을 중심으로 14개 항목으로 통합하여 동북아 서식처 지도를 작성하였다<그림 4>.

그림3 동북아 생태네트워크 분석 방법



2) SRTM : Shuttle Radar Topography Mission으로 NASA가 주관이 되어 2000년도에 측정된 전세계 지형 고도를 측정한 자료

그림4 동북아 서식처 구분도



3) 동북아 생태네트워크 현황도

동북아 생태네트워크 현황도는 4개의 우선종을 선정하여, 종별 서식처 면적을 산정하였고, 동북아 서식처 지도를 바탕으로 우선종 서식분포도를 작성하였다. 이론적 모형에서 정의된 핵심구역 구분 방법론을 적용하여 독립핵심구역 및 종속핵심구역으로 분류하였고, 종 서식지 요구조건, 활동영역과 이동거리, 단절된 서식처의 연계성을 고려하여 회랑지역을 추출하였다.

동북아 생태네트워크의 이론적 모형에 적용하기 위해서는 <그림 3>에서 제시한 바와 같이 최우선적으로 우선종의 선정이 이루어져야 한다. 이에 따라 동북아 지역에서의 지역성 또는 특성을 보유한 종, 멸종위기종 및 기타종 등으로 구분하여 우선종을 선정하고자 하였다.

우선종의 선정은 단순히 희귀성만을 고려해서는 부족하며 지리적 분포와 재생산 면적기준이 같이 제시되어야 한다. 동북아 지역에서 우선종을 선정하는 실증적 연구는 매우 부족한 실정이다. 이에 따라 ① 동북아 지역을 대표하며, ② 멸종위기에 직면한 동시에, ③ 안정적인 서식을 위한 재생산 단위 요구면적 등에 대한 기준을 제공할 수 있는 종으로 범위를 국한하여 우선종을 선정하였다. 기준을 충족시키는 종으로써 <표 2>에서 제시한 바와 같이

포유류 4종을 선정하였다. 포유류 4종 가운데 여우의 경우는 아시아의 전 산림지대 및 숲, 초원에 서식한다. 삥의 경우도 중국 북동부, 시베리아 및 한국의 산림지대의 계곡에 서식한다. 그러나 여우와 삥의 경우 한국전쟁과 이후 산업화에 의하여 국내에서는 개체수가 급격히 감소하였으며 삥은 2009년 3월 27일 파주 곡릉천에서 발견되었다(문화일보 2009년 3월 27일). 또한 표범과 호랑이는 중앙아시아, 시베리아, 중국, 한국 등에 분포하였지만 현재는 그 개체수를 셀 수 있을 만큼 멸종되었다. 향후 보전가치를 생각하여 동북아 대표종으로써의 특성을 보유하고 있어 선정하였다.

선정된 우선종들이 안정적으로 서식하는 지역을 선정하기 위해 서식 조건 중 가장 민감한 요소인 면적기준을 적용하였다. ECNC(2002)의 경우 유럽지역에 특성화된 우선종(포유류 19종)에 대한 서식면적을 산정한 바 있다. 그러나 동북아 지역에서는 이러한 실증적 선행연구가 부족한 현실이며 본 연구에서는 ECNC(2002)와 Darman et al.(2003)에서 제시된 각 우선종별 면적을 바탕으로 본 연구에서 제시된 동북아 생태네트워크 구축을 위한 이론적 모형(<그림 1> 참조) 중에서 개별 패취의 필요면적을 적용하여 분류하였다. 본 연구에서 적용된 면적기준(<표 2> 참조)은 단순히 소수의 개체가 생활을 영위할 수 있는 면적이 아닌, 개체군이 안정적으로 재생산이 가능한 수준으로 설정하였으며 이를 다시 단기적, 장기적 지속으로 구분하였다.³⁾

동북아 생태네트워크에서 핵심구역의 설정은 독립핵심구역과 종속핵심구역으로 나뉘어진다. 이러한 핵심구역의 구분은 앞장에서 언급된 “동북아 생태네트워크 구축을 위한 이론적 모형”에 기반을 두었다. 우선종 및 서식처 면적기준은 <표 2>에 제시된 면적을 기준으로 하였으며, 각 면적에 대해 5배 이상의 면적을 독립핵심구역으로 하였다. 그러나 이러한 기준을 단순 적용할 경우 우선종간의 서식면적 편차가 매우 큰 관계로 대부분의 지역이 제외되는 결과를 초래할 수 있다. 그렇기 때문에 호랑이를 제외한 나머지 3개종에 대해 5배 이상의 면적을 제공해 줄 수 있는 면적(장기: 20,000km², 단기 : 4,000km²) <표 3>을 기준으로 <그림 5> 및 <그림 6>와 같은 핵심지역을 1차적으로 선정하였으며 여기에 호랑이 서식처를 모두 포함시켰다.

국제 생태네트워크에 있어 가장 중요한 요소 중 하나는 네트워크가 실질적 기능을 발휘할 수 있도록 하는 회랑을 설정하는 것이다. 동북아 생태네트워크에서의 회랑 설정을 위해서 앞서 선정한 핵심지역을 거점으로 이들을 상호 연결하는 회랑을 설정하였다. 이에 덧붙

3) 구체적 단위 및 면적은 ECNC(2002)와 Darman et al.(2003)을 참조하여 설정하였다.

여 UNDP(2002)에 의해 제시된 호랑이 이동통로 및 두만강 유역지역에서의 생태이동통로 제안 등을 반영하여 네트워크에 대한 회랑을 설정하였으며, 그 결과는 <그림 7>과 같다.

동북아 전체 지역에 대한 생태네트워크 분석 결과 한반도의 경우 일부 분산된 핵심지역들이 분포하고 있으나 장기적 측면에서 볼 때 핵심지역의 존속 여부가 의심되며, 중국의 경우 두만강 유역 국경지역 및 동북 3성 일부에서만 핵심지역이 존재하는 것으로 파악되었다. 러시아의 경우 대부분의 종에 대한 안정적 서식처로서의 기능을 발휘할 수 있는 지역이 폭넓게 분포하고 있어 동북아 생태네트워크에 있어 핵심적인 역할을 수행할 수 있는 것으로 나타났다. 생태네트워크 현황 분석 결과 한반도를 비롯한 동북아 지역은 열악한 상태에 놓여 있어 조속한 대책 마련과 시행이 필요하며, 주요 핵심지역으로 파악된 국경지역에 대한 추가적인 조사 및 연구가 시급한 것으로 나타났다.

표1 동북아 서식처 구분과 범지구 생태계 범례 항목 비교

	동북아 서식처 구분	Global Ecosystem Legend
1	산악침엽수림(Mt. Coniferous forest)	3, 4, 18, 22
2	산악혼효림(Mt. Mixed forest)	23, 24
3	활엽 및 혼효림(Broad leaved and mixed forest)	5, 6, 25, 26, 60
4	침엽수림(Coniferous forest)	21, 27, 61, 62
5	초원 (Grassland)	2, 7, 10, 40, 42
6	관목림(Scrub)	16, 17, 47, 59, 64, 87
7	습지(Wetland)	13, 45, 65, 66, 67, 68, 73, 74, 75
8	이탄습지(Moor marsh)	44
9	내수면(Inland water)	14
10	툰드라(Tundra)	9, 53, 63
11	도시지역(Urban area)	1
12	목초지(Field)	36, 55, 56, 57, 76
13	농경지(Crop)	30, 31, 35, 37, 38, 39, 92, 93, 94
14	사막 (Desert)	8, 11, 50, 51, 52

자료 : 최준영, 2005. 「동북아 생태네트워크 형성을 위한 국제협력방안 연구」의 자료 변형.

표2 우선종 및 서식처 면적 기준 (단위 : 100km²)

서식처	우선종	여우 (Canis lupus)		삾 (Lynx lynx)		표범 (Panthera pardus)		호랑이 (Panthera tigris)	
		장기	단기	장기	단기	장기	단기	장기	단기
산악침엽수림		>20	>4	>20	>4	>40	>8	>200	>40
산악혼효림									
활엽 및 혼효림									
침엽수림									
초원									
관목림	>20	>4							
습지									
이탄습지	>20	>4							
내수면									
툰드라	>20	>4							

자료 : 최준영, 2005. 「동북아 생태네트워크 형성을 위한 국제협력방안 연구」의 자료 변형.

표3 동북아 생태네트워크에서의 핵심지역 구분기준

구분	지정기준	
	장기적 기준	단기적 기준
독립핵심구역	- 여우, 삾, 표범의 공통 서식처로써 면적 20,000 km ² 이상인 지역 - 호랑이 서식구역	- 여우, 삾, 표범의 공통 서식처로써 면적 4,000km ² 이상인 지역 - 호랑이 서식구역
종속핵심구역	- 우선종 서식처로써 면적 20,000km ² 미만인 지역	- 우선종 서식처로써 면적 4,000km ² 미만인 지역

자료 : 최준영, 2005. 「동북아 생태네트워크 형성을 위한 국제협력방안 연구」의 자료 변형.

그림5 핵심지역 구분(단기적 기준 - 4,000km² 기준)

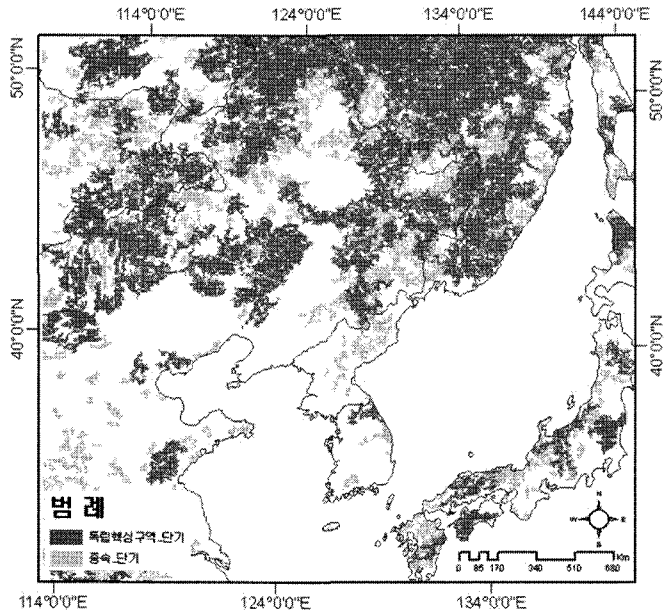


그림6 핵심지역 구분(장기적 기준 - 20,000km² 기준)

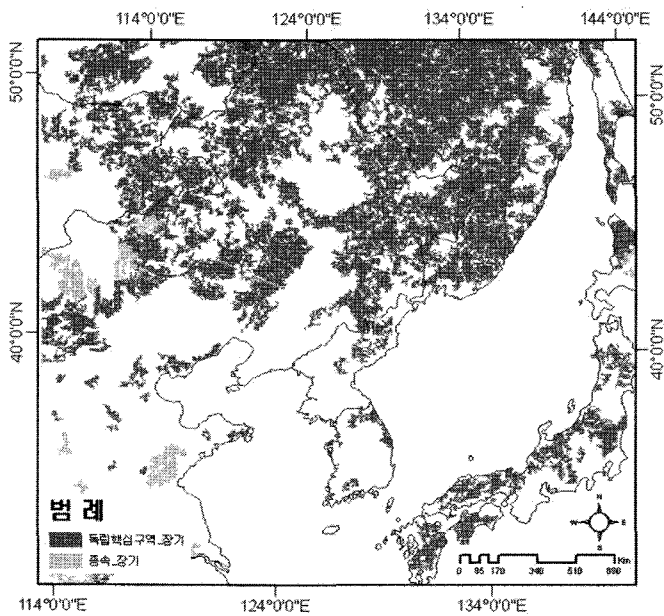
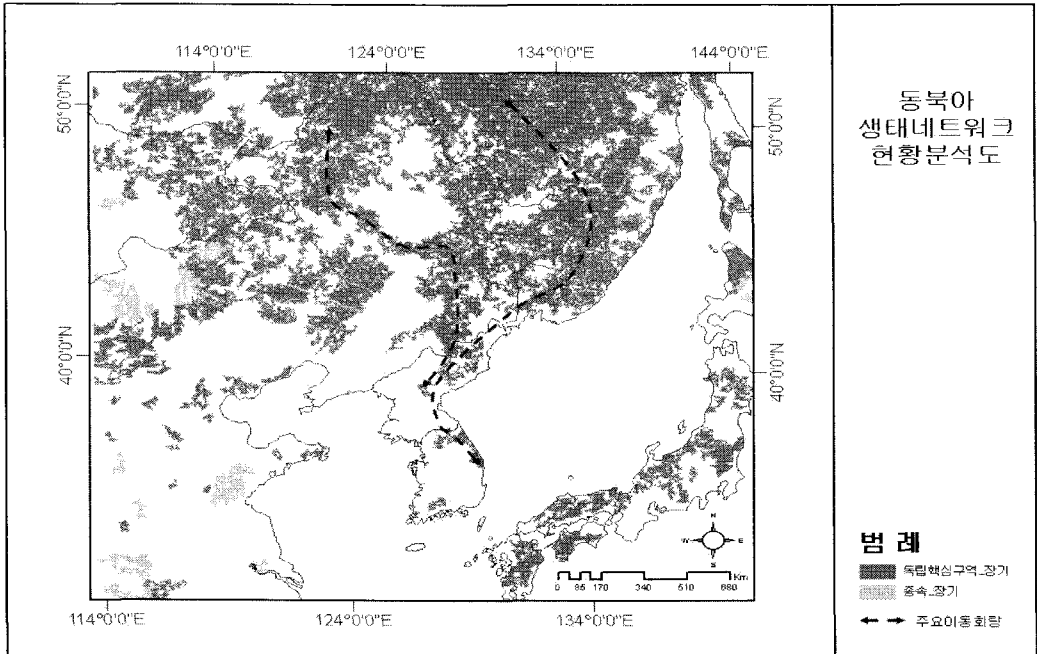


그림7 동북아 생태네트워크 현황 분석도



3. 동북아 생태네트워크 검증

본 연구를 통하여 구축된 동북아 생태네트워크는 2가지의 방법을 통하여 검증하였다. 우선은 기존 연구와의 비교로 최준영(2005)에 의하여 선정된 우선종의 안정적 서식가능지역 구축결과와의 비교이다. 또한 본 연구를 통하여 도출된 동북아 생태네트워크 현황도의 핵심지역인 백두산에 대한 현장조사를 통하여 검증하였다.

1) 동북아 생태네트워크 현황도

기존의 최준영(2005)에 의한 연구는 포유류 4종 및 조류 2종에 대하여 안정적 서식가능지역을 단기적, 장기적 지역으로 구분하여 구축하였다. 본 연구와 비교가 가능한 것은 포유류 4종이며, 여우, 삿, 표범 및 호랑이이다. 기존 연구의 결과는 논문을 통한 그림만이 남아 있으며, 지리정보 자료로는 존재하지 않는다. 그렇기 때문에 본 연구결과와의 비교는 시각적 방법뿐이 없다.

종별 안정적 서식처의 변화를 시각적으로 판단하였을 때, 가장 많은 변화를 나타낸 종은

표범이었다. 단기적, 장기적 측면에서의 지역적 변화는 중국 동부지역의 패취가 손상된 것을 보면 확인할 수 있다. 세부적으로 보면 장기적 서식처에서는 중국 길림성 일부의 지역이 변화한 것을 확인할 수 있으며, 단기적 서식처에서는 중국 동부의 패취가 손상되고 작아지는 것을 확인할 수 있다. <그림 8>, <그림 9>는 장기적 기준에 의한 표범의 안정적 서식처를 비교한 것이며, <그림 10>, <그림 11>은 단기적 기준에 의한 표범의 안정적 서식처를 비교한 것이다.

또한 나머지 3개종에 대해서는 전반적으로 본 연구를 통하여 구축된 안정적 서식처가 넓게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 이러한 차이는 본 연구와 기존 연구 간의 위성영상 처리에서 발생한 것으로 사료된다. 보다 정확한 두 연구 결과의 비교를 위해서 동일한 영상을 시계열로 획득하여 동일한 방법론으로 비교하여야 할 것이다. 또한 자료의 직접적인 중첩 분석을 통한 정량적 분석이 필요하다.

그림8-a 장기적 기준에서의 표범의 안정적 서식처(최준영, 2005)

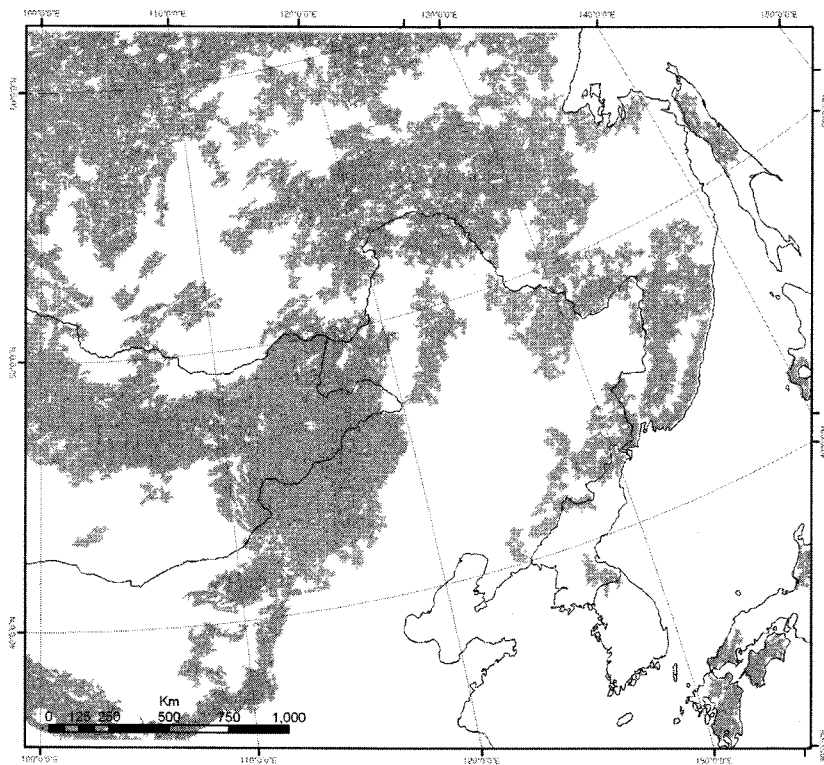


그림8-b 장기적 기준에서의 표범의 안정적 서식처(본 연구)

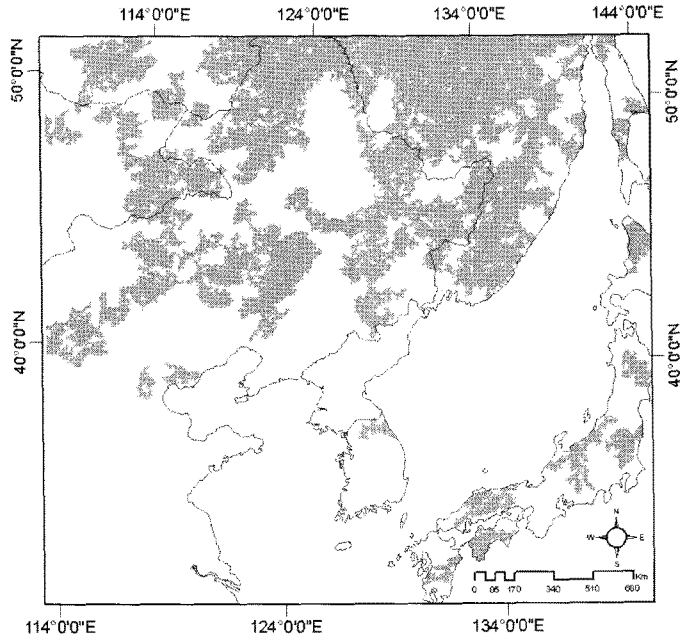


그림9-a 단기적 기준에서의 표범의 안정적 서식처(최준영, 2005)

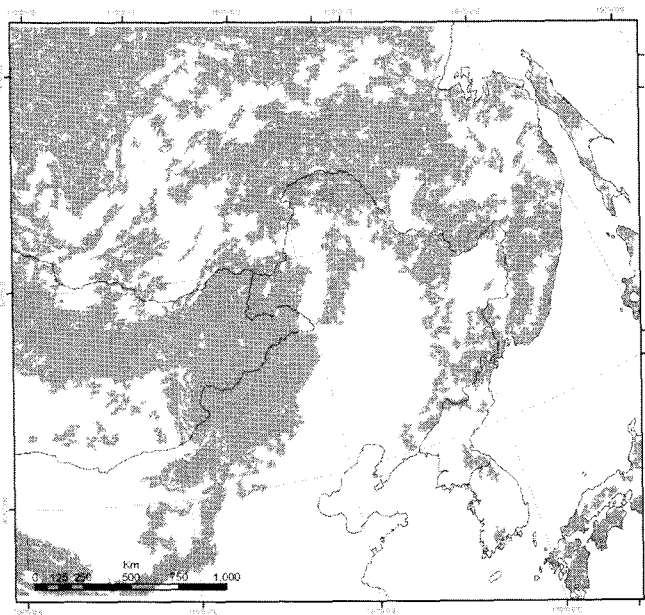
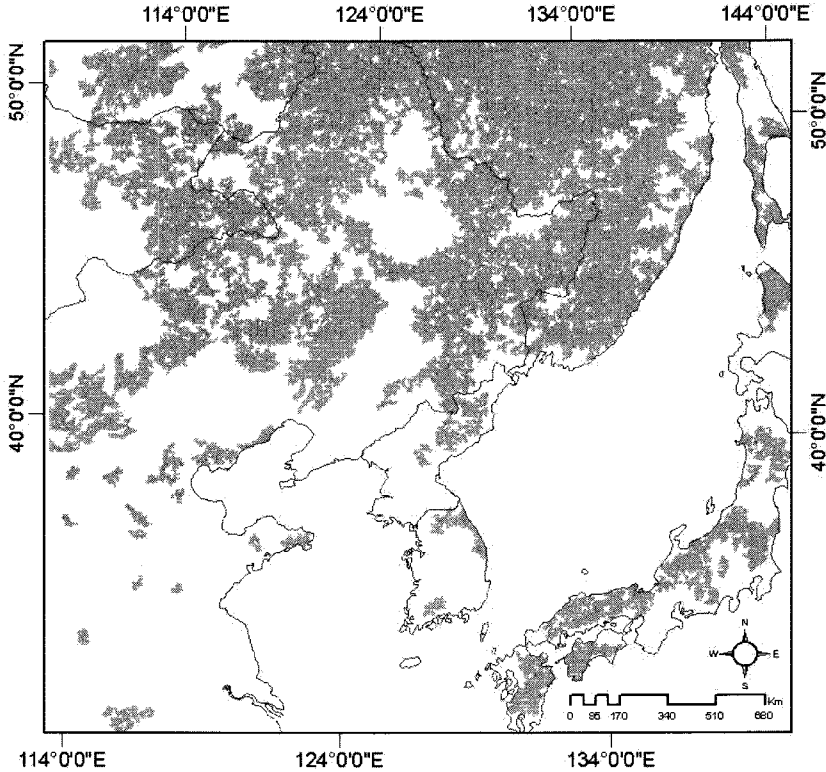


그림9-b 단기적 기준에서의 표범의 안정적 서식처(본 연구)



2) 동북아 생태네트워크 현장조사

추출된 동북아 생태네트워크 정확성 검증을 위하여 현장조사를 수행하였으며, 조사지역은 선정된 4개의 우선종 서식처가 모두 중복되는 지역으로 백두산 일원을 선정하였다. 백두산 일원은 본 연구 결과<그림 5, 6> 장기적, 단기적 기준에 모두 포함되는 지역 및 주요 이동회랑에 포함된다.

현장조사는 총 17개 지역의 지점을 조사하였으며, 조사 방법은 본 연구 결과의 해당 지역 장기적, 단기적 기준 도면 및 GPS를 이용한 현장조사를 실시하였다. 본 연구에서는 “<표 2> 우선종 및 서식처 면적 기준”을 기본으로 하여 우선종의 안정적 서식처를 추출한 것으로, 현장조사 때에는 이러한 구분에 적정성 및 분류 정확성을 기준으로 하여 조사하였다. 즉 현장조사는 위성영상을 통하여 분류한 서식처의 조건의 적정성을 검토한 것으로 영상에서 분류된 식생 정보와 현장조사의 결과가 일치하는 것이 매우 중요하다(<표 4> 현장조사

결과 정리).

위성영상 처리를 통한 식생의 분류는 현장조사지역이 산악침엽수림, 침엽수림, 산악혼효림, 활엽 및 혼효림으로 구분된다. 현장조사 결과는 17곳 중에서 15곳이 가문비나무, 전나무, 분비나무의 침엽수로 조사되었다. 나머지 2곳은 활엽 및 혼효림지역으로 사스레나무인 활엽수로 조사되었다<표 4>.

본 연구 결과는 현장조사를 통하여 검증한 결과 위성영상을 통한 식생분류가 비교적 정확한 것으로 파악되었다. 이러한 결과는 본 연구 전체의 정확성을 대변하는 것은 아니지만 식생 분류 및 우선종 서식처 선정 등의 정확성을 일정 부분 증명할 것으로 사료된다. 현장 조사는 본 연구에서의 우선종 서식처 구분의 기본이 되는 영상을 통한 식생 분류의 정확성을 검토한 것이다. 본 연구의 현장조사와 같은 방법론 및 기존 종들에 대한 서식처 지도를 바탕으로 광범위한 조사가 필요할 것으로 사료된다.

그림10 백두산 일원 현장조사

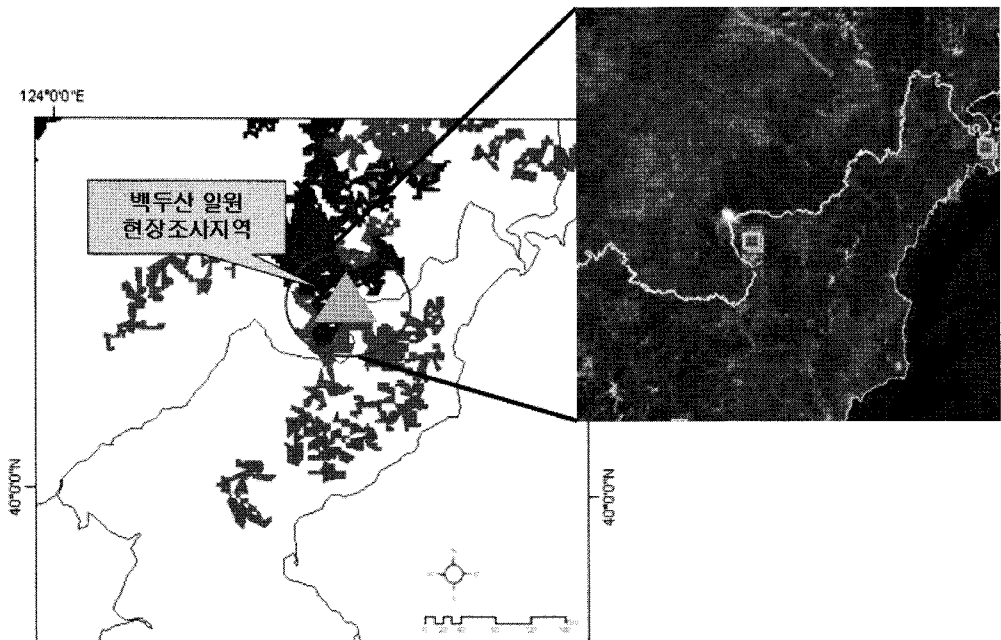


표4 현장조사 결과 정리

번호	국가	좌표(X)	좌표(Y)	조사일자	영상처리	현장조사
1	중국	429095.06	4657901.02	2008년 11월 06일	산악침엽수림	가문비나무
2		436683.49	4657597.49		산악침엽수림	가문비나무
3		433041.05	4658204.56		산악침엽수림	가문비나무
4		421506.64	4658508.10		산악침엽수림	가문비나무
5		417864.19	4656990.41		산악침엽수림	가문비나무
6		417560.65	4653347.97		산악침엽수림	가문비나무
7		417560.65	4652740.89		침엽수림	전나무
8		415132.36	4648491.37		침엽수림	전나무
9		414828.82	4647884.30		침엽수림	전나무
10		421203.10	4653651.50		침엽수림	전나무
11		421506.64	4649705.52		산악혼효림	분비나무
12		415739.43	4646973.69		산악혼효림	분비나무
13		410579.30	4641813.56		산악혼효림	분비나무
14		433041.05	4663668.23		산악혼효림	분비나무
15		424845.54	4661847.01		산악혼효림	분비나무
16		415132.36	4659722.25		활엽 및 혼효림	사스레나무
17		408151.00	4649705.52		활엽 및 혼효림	사스레나무

4. 동북아 생태네트워크 구축을 위한 정책제안

본 연구에서는 위성영상을 활용하여 동북아 생태네트워크를 분석하였다. 이러한 이유는 각 국가에서 구축된 공간정보를 획득하기 어려우며, 구축 방법, 자료 형태 및 세부항목들이 상이하게 다르기 때문이다. 향후 보다 정확하고 정밀한 동북아 생태네트워크를 구축하고 분석하려면 보다 실직적이며, 다양한 정보 및 협력체계를 구축할 필요가 있다. 이를 위하여 동북아 생태네트워크 구축 실천을 위해서 단계별로 추진하는 것을 제안하였다. 기간 중심으로는 3년 이내를 단기, 단기 완료 후 3년 이내를 중기, 중기 완료 후를 장기로 구분하였다. 또한 역할을 중심으로 추진주체, 원칙 및 기준, 자료구축, 협력 네트워크 구축 및 현장조사의 5가지 단계로 구분하였다.

1) 추진주체

추진주체의 기본은 국제협력기구이다. 단기 전략으로는 현재 가장 활발한 활동을 수행하

고 있는 EABRN⁴⁾을 기준으로 국가별 IUCN에 등재되어 있는 기관들을 우선 네트워크화하여 협의체를 구성하여야 한다. 그 후 협력범위 및 조직체계를 검토하고 하위 인프라를 구축하여 동북아 생태네트워크를 추진하기 위한 기반을 마련하여야 한다.

중기 전략으로는 추진주체의 상황 변화에 따른 협의체를 보완하고 국가별 상황을 고려하여 추진주체를 전반적으로 보완하여야 한다. 동북아 생태네트워크는 생태계 보전 및 순환뿐만 아니라 정부, 기업, 단체 및 개인의 환경보전능력 배양과 정책, 생산 및 생활방식의 변화를 통해 각 주체가 자발적으로 협력하여 자연환경을 보전·이용하는데 있다. 그러기 위해서는 국가간 생태네트워크의 수요를 파악하고 각국이 당면하고 있는 자연환경 현안을 파악하여 중점 협력 분야를 선정하여 협력을 추진할 필요가 있다.

또한 추진주체는 안정적 재원조달 방안을 마련하여 동북아 생태네트워크를 추진함에 있어 자금지원이 안정적으로 이루어질 수 있도록 해야 한다.

장기 전략으로는 동북아 생태네트워크를 시작으로 동아시아 차원으로 추진주체를 확대하여야 한다. 동북아 생태네트워크를 전략적으로 강화하여 이러한 성과를 동아시아로 확대해 나갈 뿐만 아니라 이를 바탕으로 동아시아, 아시아, 태평양 더 나아가 지구 차원의 생태네트워크를 마련할 필요가 있다.

2) 원칙 및 기준

단기 전략은 동북아 생태네트워크 추진을 위한 원칙 및 기준의 국가간 합의를 통한 Database 표준화 작업이다. 중기 전략으로는 생태 자원의 조사 및 Database 구축과 그 결과를 활용한 원칙 및 기준을 보완하고자 한다. 장기 전략으로는 추진주체가 보완·확대됨에 따라 원칙 및 기준이 보완되어야 할 것이다.

3) 자료 구축

광활한 면적을 차지하는 동북아는 현재 국가의 개념으로 국경이 분할되어 있으며, 기존 의 자연 및 환경과 관련된 공간정보의 구축은 동북아 전체의 특성을 고려하기보다는 개별

4) 1994년부터 시작된 동북아 지역의 생물권보전지역 협력사업의 결과, 1995년 서울에서 열린 동북아 생물권보전지역 회의에서 동북아 생물권보전지역 네트워크(EABRN)가 공식 설립되었다. 현재 한국, 북한, 중국, 일본, 몽골, 러시아 연방 등 6개국이 회원국으로 활동하고 있다. EABRN은 동북아 지역의 자연보전 분야 전문가와 정부기관 관계자가 참여해 지속적으로 활발한 활동을 벌이고 있는 이 지역 내 유일한 네트워크라 할 수 있다. 특히 북한과 한국이 함께 사업에 참여함으로써 이 분야 남북간 이해와 교류의 가능성을 넓히는데 기여하고 있다. EABRN의 주요 관심주제는 생태관광, 보전정책, 점경보전에 관한 협력 등이며, 네트워크 회의 개최, 공동연구, 자료 발간 등의 활동을 통해 정보 교류, 보전지역간 협력을 수행해 왔다.

국가의 자연 및 환경 특성을 고려하여 구축하였다.

동북아 생태네트워크 구축을 위한 공간정보의 구축은 거시적인 관점에서 수행하여야 하며, 이에 필요한 공간정보는 정확하고 세밀한 정보를 바탕으로 공통된 자연 및 환경을 일정 기준으로 구축하는 것이 필요하다. 또한 동북아 지역의 자연환경을 각 국가가 상대적으로 중요시 하는 항목을 선정하여 국가별 특성을 반영하여야 한다<표 5>.

표5 동북아 생태네트워크 발전을 위한 필요 공간자료

구분	항목	보전가치평가 기준
환경 · 생태적 기준	생태·자연 현황도	<ul style="list-style-type: none"> · 생태현황 및 자연상태의 등급 분류 지도 구축 · 동북아 차원에서 절대 보전 지역 선정 · 각 국가 차원의 상대적 보전 지역 선정
	임상도	<ul style="list-style-type: none"> · 임상 현황 분석 지도 구축 · 각 국가의 임상을 상대적 보전 지역 선정
	하천도	<ul style="list-style-type: none"> · 각국의 국가하천 및 주요 하천 지도 구축 · 보전 가치가 있는 하천 경계 및 수변구역 설정 · 절대 보전 지역으로 선정
	습지도	<ul style="list-style-type: none"> · 국가별 보전 가치가 있는 습지도 구축 · 절대 보전지역 산정
	주요종 발견지점 위치도	<ul style="list-style-type: none"> · 포유류: 중대형 포유류, 희귀종 및 멸종위기종 발견지점 반경 10km 지도 구축 · 조류: 희귀종 및 멸종위기종 발견지점 반경 10km 지도 구축 · 국가별 조사를 바탕으로 하며, 절대 보전지역 설정
지형적 기준	정맥	<ul style="list-style-type: none"> · 1차 계류유역 중심 지도 구축 · 동북아 및 국가 차원의 절대적 보전지역 산정
	표고도	<ul style="list-style-type: none"> · 각 국가의 보전 가치 표고 산정 및 상대적 보전지역 산정
	경사	<ul style="list-style-type: none"> · 각 국가의 보전 가치 경사 산정 및 상대적 보전지역 산정
법제적 기준	법정 보호지역	<ul style="list-style-type: none"> · 각 국가의 환경 관련 법규에 의한 보전지역 대상(국립공원 등) 지도 구축 · 각 국가별 구축 및 절대적 보전지역 산정

이러한 자료 구축을 위한 단기 전략으로는 우선 동북아 생태네트워크 추진을 위한 경계를 확정한다. 경계가 확정되면 국가별 주요종 및 서식처 유형에 대한 리스트를 작성하고 문헌리뷰 및 현장조사 등을 통하여 동북아 생태네트워크를 위한 우선종을 선정하고 그에 따른 Database를 구축한다. 또한 국가별 생태네트워크 관련 자료를 종합하여 국가별 특징과 현안을 파악하고 각각의 노하우를 종합하여 동북아 생태네트워크를 구축하기 위한 작업에 적용할 수 있다.

중기 전략으로는 실질적인 조사 및 연구 활동을 실행한다. 동북아 생태네트워크의 우선종 및 서식처, 자연환경 보호구역 등을 조사연구하고 종과 서식처 유형별 연계방안을 마련한다. 특히 국경지역의 서식처 및 우선종 보전을 위한 방안을 모색하고, 선행 연구를 바탕으로 동북아 생태네트워크를 구축한다.

장기 전략으로는 지속가능한 동북아 생태네트워크를 위해 관리방안을 마련하고 꾸준한 모니터링을 통해 네트워크 효과 및 적절성을 검증하여야 한다. 이 결과를 바탕으로 동아시아 등 전 지구차원의 생태네트워크를 시작할 수 있다.

4) 협력 네트워크 구축

동북아 생태네트워크 구축을 위한 협력 네트워크 구축에서 단기 전략으로는 해외 연구기관과 공동 연구 수행을 위한 산·학·연·관의 협력체계를 구축한다. 중기 전략으로는 연구네트워크 이용기관 간의 정보 공유의 장을 마련하고 국가별 전문가 의견을 수렴하는 과정을 통해 보다 질 높고 검증된 생태네트워크를 구축한다. 장기 전략으로는 동북아 지역의 산·학·연·관의 꾸준한 네트워크와 활성화를 도모하고, 동아시아 지역으로 협력 네트워크를 확대·추진한다.

이러한 동북아 환경협력 네트워크에 있어서 행동의 주체로는 국제기구의 역할이 매우 중요하다. 과거 냉전시기에도 UNESCO와 같은 기구에 의해 제시된 Man and the biosphere(MAB) 프로그램 등은 체제의 상이함에도 불구하고 각국으로부터 널리 받아들여졌고, 이를 통해 간접적이거나 각국의 생태계 관련 현황 및 보전체계 등을 알 수 있었다.

동북아 지역에서의 국제협력은 국제기구의 역할이 매우 중요하며 북한의 참여라는 관점에서는 더욱 그렇다. 북한의 경우 양자간 또는 다자간 협력에 있어서도 지극히 소극적 태도를 견지하고 있으나 UNDP, UNEP 등이 참여하는 경우에 있어서는 비교적 협조적인 태도를 보이고 있다.

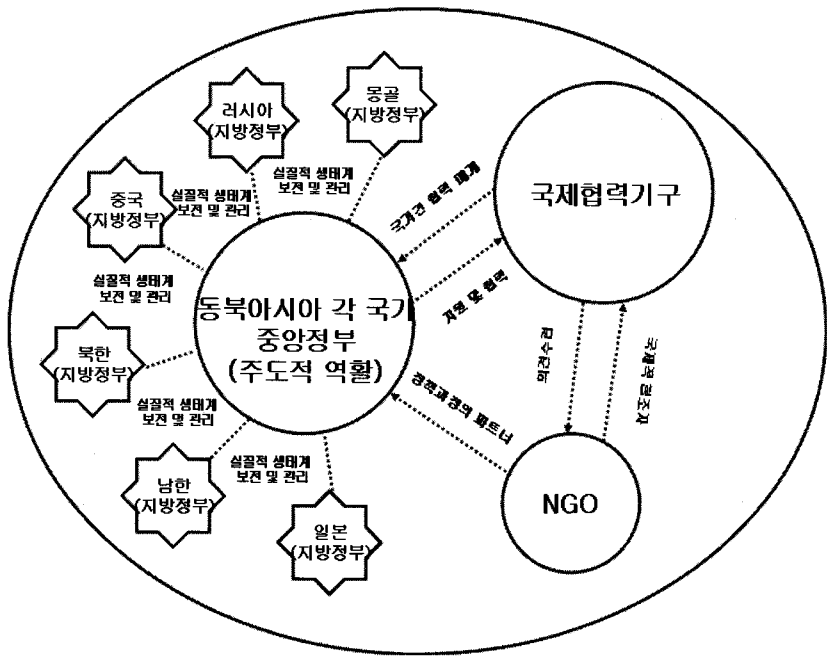
동북아 지역은 아직까지 국경의 개념이 확고히 존재하고 있으며, 이 영향으로 유럽 등의 서구에 비하여 이동 및 활동이 용이하지 않은 형편이다. 본 연구에서 언급된 공간정보 자료 구축 및 단계별 추진 전략의 주체적 역할을 국제협력기구가 수행하여야 한다. 향후 동북아 생태네트워크의 구축을 위한 실질적인 활동으로는 우선종 서식처 조사, 동북아 자연환경 지리정보 구축 및 본 연구를 통해 구축된 네트워크 결과 검증 등이 필수적이다. 이러한 역할 및 연구가 개별 정부에 의하여 수행된다면 조사 방법, 항목 및 인력 등에서 차이가 발생

할 수 있으며, 각 정부의 정치적 입장이 반영될 소지가 있다. 연구 및 조사 이외의 오류를 사전에 방지하며, 일괄된 기준과 목적을 적용하여 공통된 자연환경 지리정보 Database 구축 및 동북아 생태네트워크의 실질적인 구축을 위하여 국제협력기구의 역할을 강화할 필요가 있다.

협력 네트워크 구축을 위한 각 국가 중앙정부, 지방정부 및 국제협력기구의 역할 관계는 <그림 13>과 같다. 협력 범위 및 네트워크에서 고려해야 할 사항 중 간과하지 말아야 할 사항이 지방정부의 참여에 관한 사항이다. 동북아 지역에서의 환경 협력은 각 국가의 중앙정부 수준에서의 협력이 기본이다. 그러나 실제 생태계의 보전과 관리에 대한 많은 책임과 역할은 지방정부에 부여되는 경우가 많으며, 특히 국토면적이 넓은 러시아와 중국의 경우 이러한 경향이 두드러진다.

또, NGO를 통해 정부의 역할을 보완하는 파트너로서의 기능과 지역사회의 관심과 의견을 반영하고 해결하는 주체자로서의 정책제안자 활동, 환경보전 분야에 관한 상호 정보 교환을 통한 전문지식의 집약과 국제적 현안과 국민 간에 내포된 문제의 해결방법을 명확히 하는 등 협조자의 역할을 권장하는 것이 바람직하다.

그림11 국제협력기구 및 각 정부의 역할



5) 현장조사

단기 전략으로는 동북아 생태계 훼손의 심각성과 보전 필요성이 대두되는 지역을 위주로 조사를 실시할 뿐만 아니라, 조사대상 지역의 선정에서는 각 국가 및 지자체의 중요 자연현황을 고려하여 실시한다. 또한 조사 대상지역 및 결과를 대상국가에 통보하여 자체적인 관리가 가능하도록 유도한다. 중기 전략으로는 생태네트워크 구축으로 인한 효과가 발생하는 지역을 우선으로 선정하여 조사한다. 이를 위하여 네트워크의 생태적 가치를 조사할 수 있으며 동북아 생태네트워크라는 개념적 사항을 현실적 효과로 나타내어 일반인들에게 도식화할 수 있을 것이다. 장기 전략으로는 생태네트워크에 기반한 정보 공유 및 지속적 관리를 위한 현장검증이다. 연구 결과를 통하여 도출된 취약지역에 대한 지속적인 관리가 가능하도록 유도한다.

표6 동북아 생태네트워크 구축의 추진 단계별 전략

	단기	중기	장기
	(추진 후 3년 이내)	(단기 완료 후 3년 이내)	(중기 완료 후)
추진주체	<ul style="list-style-type: none"> EABRN을 기준으로 IUCN 등 재기관과 협의체 구성 협력범위 및 조직체계 검토 (인프라 구축) 	<ul style="list-style-type: none"> 추진주체 상황에 따른 협의체 보완 안정적 자원 조달방안 마련 	<ul style="list-style-type: none"> 동아시아 차원으로 추진주체 확대
원칙 및 기준	<ul style="list-style-type: none"> 동북아 생태네트워크 추진 원칙 및 기준 합의(표준화 작업) 	<ul style="list-style-type: none"> 조사 및 DB 구축 결과를 활용한 원칙 및 기준 보완 	<ul style="list-style-type: none"> 추진주체 확대에 따른 원칙 및 기준 보완
자료구축	<ul style="list-style-type: none"> 동북아 생태네트워크 추진을 위한 경계 확정 국가별 주요 종 및 서식처 DB 구축 - 종과 서식처 유형에 대한 리스트 작성 - 문헌리뷰 국가별 생태네트워크 관련 자료 종합 	<ul style="list-style-type: none"> 조사 및 연구 활동 실행 주요 종 및 서식처, 자연환경 보호구역 조사 종과 서식처 유형별 연계방안 마련 국경지역 보전방안 마련 생태네트워크 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 관리방안 마련 동북아 생태네트워크의 지속적인 모니터링을 통해 네트워크 효과 및 적절성 검증
협력 네트워크 구축	<ul style="list-style-type: none"> 해외 연구기관과 공동연구 수행을 위한 산/학/연/관의 협력체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 연구망 이용기관간 정보 공유의 장 마련 및 의견 수렴 	<ul style="list-style-type: none"> 동북아 지역은 산/학/연/관의 네트워크 활성화 동아시아 지역으로 협력 네트워크 확대 구축 추진
현장조사	<ul style="list-style-type: none"> 동북아 생태계 훼손의 심각성과 보전 필요성 지역에 대한 현장조사 	<ul style="list-style-type: none"> 네트워크 구축으로 인한 효과 연구 및 지역 검증 	<ul style="list-style-type: none"> 생태네트워크에 기반한 정보 공유 및 지속적 관리를 위한 현장검증

VI. 결 론

본 연구는 실질적인 동북아 생태네트워크 구축을 위한 추진 방안을 제시하기 위하여 이론적 모형을 제시하였고, NOAA AVHRR 영상 2,500장을 분석하여 실질적인 네트워크를 분석하여 검증하였으며, 이를 바탕으로 동북아 생태네트워크 추진방안에 대한 정책적 사항을 제안하였다.

동북아 생태네트워크 분석 결과 한반도의 경우 일부 분산된 핵심지역들이 분포하고 있으나 장기적 측면에서 볼 때 핵심지역의 유지가 어려울 것으로 사료되며, 중국은 동북 3성 일부에만 핵심지역이 존재하는 것으로 파악되었다. 극동 러시아의 경우 대부분이 핵심지역에 속하며 종에 대한 안정적 서식처로 활용될 수 있을 것이다. 몽골의 경우 중국 동북 3성 지역과 연계되어 핵심지역이 존재하는 것으로 파악되었다. 한반도 주변의 지역은 생태네트워크에서 열악한 상태에 놓여 있으며 조속한 대책 마련과 시행이 필요하며 추가적인 조사 및 연구가 시급하다.

본 연구는 국가 수준을 넘어서는 생태네트워크의 개념을 동북아지역에 도입하기 위한 방안을 모색하기 위한 연구라고 할 수 있다. 국가 수준을 넘어서는 국제 생태네트워크 구축을 위한 동북아 생태네트워크 구축을 위한 사례 검증을 제시하였으며, 향후 실제 추진과정에 있어 가이드라인으로 기능할 수 있도록 하였다. 이와 같은 의의에도 불구하고 본 연구는 몇 가지 한계를 갖는다. 첫째, 광범위한 지역을 대상지역으로 하여 각각의 개별 지역에 대한 충분한 검토와 평가가 이루어지 못하였다. 둘째, 중국, 러시아, 일본, 몽골 등 국가별 전문가에게 자료 요청을 시도했으나 그럼에도 불구하고 자료 구축에 상당한 어려움이 있었다. 향후 동북아 생태네트워크 분석 및 구축을 위하여 보다 다양한 시계열 위성영상 및 공간정보 자료가 구축된다면, 생태네트워크 구축뿐만 아니라 동북아 전체의 토지피복변화 및 식생변화에 대한 변화를 분석할 수 있으며 이를 통한 정책개발 연구가 병행될 수 있을 것이다.

참고문헌

- 국립환경과학원. 2006. 「생태·자연도 조사체계 개선연구」.
- 서울대학교 농업생명과학대학. 2000. 「북방농업의 개발과 연구협력사업 결과보고서」.
- 유네스코 한국위원회. 2004. 「두만강 하구 접경 생물권 보전지역 설립연구」.
- 최준영. 2005. 「동북아 생태네트워크 형성을 위한 국제협력방안 연구」. 서울대학교 박사학위 논문, p.130.
- 최희선, 김현애, 김귀곤. 2008. “생태네트워크 구축을 위한 목표 중 선정에 관한 연구”. 「한국환경복원녹화기술학회」 11(5): 12-24.
- 통일부. 2000. 「동북아시아 국가의 사막화 현상이 북한 산림생태계 파괴에 미치는 영향과 통일 후 복구계획」.
- 환경부. 2007. 「광역생태축 구축을 위한 연구」.
- 한국환경정책·평가연구원. 2002. 「국토생태네트워크의 추진전략에 관한연구」.
- 한국환경정책·평가연구원. 2004. 「동북아 지속가능발전지표 개발 및 비교연구」.
- 홍선기. 2004. “경관의 보전과 복원일 위한 생태네트워크의 국제적 동향”. 「한국환경복원녹화기술학회」 7(5): 12-25.
- 홍선기 외. 2000. 「경관생태학」.
- UNEP 한국위원회. 2005. 「동북아시아의 지속가능한 발전을 위한 우선과제」.
- Ana Rosa Trancoso *et al.* 2009. “An advanced modelling tool for simulating complex river systems”. *Science of Total Environment*. [Online] Available from: <<http://www.elsevier.com/locate/scitotenv>> [Accessed 6 January 2009]
- Bal, D. and Reijnen. 1997. *Natuurbeleid in uitvoering. Onspanningen, effecten, verwachtingen en kansen*. IKC-Natuubeheer Working Papers 9: 13-15.
- Ben Raymond. and Graham Hosie. 2009. “Network-based exploration and visualisation of ecological data”. *Ecological Modelling* 220: 673-683.
- Bin Zhao *et al.* 2009. “Monitoring rapid vegetation succession in estuarine wetland using time series MODIS-based indicators: An application in the Yangtze River Delta area”. *Ecological Indicators* 9: 346-356.
- Bennett, A. F. 1991. “Habit corridor and the conservation of small mammals in a fragmented forest environment.” *Landscape Ecology* 4: 109-122.
- Fabos, J. G. 1995. “Introduction and overview : the greenway movement, usws and

potentials of greenway”. *Landscape and Urban planning* 33: 1-13.

Darman, Y et al. 2003. *Conservation Action Plan for the Russian Far East Ecoregion Complex : Part 1*. WWF Russia 102.

European Centre for Nature Conservation. 2002. *Indicative Map of the Pan European Ecological Network for Central and Eastern Europe*. Drukkerij Groels 100.

Foppen R.P.B. and Chardon, J.P. 1998. *LARCH-EUROPE a model to assess the biodiversity potential in fragmented European Ecosystems..* IBN-report 98(4).

R. L. Viles and D.J. Rosier. 2001. “How to use roads in the creation of greenways : case studies in three New Zealand landscapes” *Landscape and Urban Planning* 55: 15-27.

Olson, J.S. 1994, “Global ecosystem framework-definitions” *USGS EROS Data Center Internal Report* p.37.

Walmsley, A. 1995. “Greenways and the making of urban form”. *Landscape and Urban Planning* 33: 81-127.

위성정보검색시스템 <http://siss.kma.go.kr/com.Main.do>

Landsat7 Science Data User Handbook

<http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/handbook.html>