여우(*Vulpes vulpes*) 복원을 위한 증식 · 복원장 공간 계획에 관한 연구*

– 소백산국립공원 지역을 사례로 –

조동길¹⁾ · 심윤진¹⁾ · 홍진표¹⁾ · 차진열²⁾

¹⁾ 넥서스환경디자인연구원(주) · ²⁾ 국립공원관리공단

Reproducing and Restoring Space Planning for Red Fox (*Vulpes vulpes*) Restoration*

– Focusing on Sobaeksan National Park –

Cho Dong-Gil¹⁾ · Shim Yun Jin¹⁾ · Hong Jin-Pyo¹⁾ and Cha Jin-Yeol²⁾

¹⁾ NEXUS Environmental Design Centre,

²⁾ Korea National Park Service.

ABSTRACT

A species restoration plan requires a process where the first is to thoroughly study the target species, second is to provide them with an onsite reproduction and adaptation period, and finally, third is to release them to their natural habitat. This study focuses on the space planning for target species' successful onsite reproduction and adaptation.

For the study, a site planning near Sobaeksan National Park was implemented with Red Fox's behavior and habitat characteristics in mind for its recovery, reproduction, and natural adaptation. During site selection and planning, the basic aim was to incorporate the existing site as much as possible thus reducing the impact on the environment from the recovery plan. In addition, for a stable recovery of the Red Fox population, the site was classified into three different areas : core area, buffer zone, and transition area. Then, the facilities that help Red Fox's reproduction and adaptation such as

---

* 본 논문은 2011년도 환경부 생태계보전협력금 반환사업의 일환으로 연구되었음.

First author : Cho, Dong-Gil, NEXUS Environmental Design Centre,

Tel : +82-2-578-2930, E-mail : cdgil@chol.com

Corresponding author : Shim, Yun Jin, NEXUS Environmental Design Centre,

Tel : +82-2-578-2930, E-mail : grenatur@hanmail.net

Received : 9 August, 2012. **Revised** : 12 July, 2013. **Accepted** : 19 August, 2013.

reproduction center, foraging site, adaptation training center were planned. Under the condition that the site will be off limit to the public, a limited number of paths for monitoring was provided. For the site's vegetation, the existing species were planted as much as possible with the addition of plants that the Red Fox consume. The facilities included as Red Fox's habitat were fox burrows for hiding and ecological ponds for drinking.

From this study, the recovery of the endangered fox species is expected as well as the contribution to an effort to increase of awareness toward the biological resources in Korea through Nagoya protocol. Furthermore, it has the potential to change the public's attitude toward endangered species recovery projects through publicizing and providing experience to the national park visitors.

Key Words : *Nagoya Protocol, species restoration, adaptation, reproduction.*

I. 서 론

생물다양성 협약과 나고야 의정서 이후 국가의 생물은 단순한 생물에서 자원으로 인식되고 있으며, 생물자원의 효율적 관리를 통해 안정화된 생태계를 유지하기 위해 많은 노력을 하고 있다(Kim *et al.*, 2013).

환경부에서는 「야생생물보호및관리에관한법률」에 의거하여 멸종위기 야생생물을 지정·관리하고 있으며 그 중 포유류는 여우를 포함하여 총 20종에 이른다. 여우(Red fox, *Vulpes vulpes peculiosa*)는 개과(Family Canidae)에 속하는 소형포유동물로, 과거 백두대간 전역 산과 들에 흔하게 분포하였던 종으로 알려져 있었다. 그러나, 1960년대 여우의 먹이가 되는 쥐잡이 운동이나 여우의 모피와 털을 얻기 위한 포획 등으로 개체수가 급감하여(Ministry of Environment, 2009) 절멸 위기에 처해 멸종위기 야생생물 I 급으로 지정·관리하고 있다. 재도입(reintroduction)이나 보충(supplementation)과 같은 적극적인 보전 전략을 적용하지 않을 경우 가까운 장래에 여우의 멸종은 확실할 것으로 판단된다(Ministry of Environment, 2009). 따라서 반달가슴곰, 산양, 사향노루 등 다른 포유류와 더불어 복원이 시급하며(Ministry of Environment, 2006) 여우 복원

관련 연구가 필요하다.

여우 복원과 관련한 연구로 Ministry of Environment(2009), Korea National Park Service(2010)은 여우의 생태적 특성을 바탕으로 향, 표고, 경사도, 수계로부터의 거리, 식생, 도로로부터의 거리, 인간활동 지역 분석 등을 통해 여우의 서식요소 및 서식환경을 분석하였다. Korea National Park Service(2010), Lee *et al.*(2012a)는 여우의 서식요소 및 서식환경 분석을 바탕으로 복원 대상지에 대한 선정을 연구하였다. 또한 Lee *et al.*(2012b)는 소백산국립공원을 대상으로 여우 개체군의 생존력 평가 및 요인분석에 대하여 Vortex 프로그램 활용을 통해 모델링하여 최소존속개체군 형성 등 생존력을 증대시키기 위한 요소들을 추출하고 효율적인 관리방안을 마련하였다. 그 외 Ministry of Environment(2009)는 여우의 원종확보, 증식기법 및 질병관리에 대하여 연구를 하였다. 지금까지 서식요소 및 서식환경 분석에서 대상지 선정, 원종확보, 증식 및 질병관리까지 다양한 연구를 수행하였으나, 여우 복원을 위한 증식 및 복원 공간 계획에 대한 연구 및 사례는 미흡한 실정이다.

포유류를 대상으로 하는 멸종위기종 증식·복원은 자연적응훈련을 통해 스스로 야생에서 생존할 수 있는 능력을 구비하도록 해야 한다

(Ministry of Environment, 2006). 즉, 야생화 훈련 기술 개발 및 개체군 모니터링 등 자연으로의 복원 연구가 필요한데(Cho, 2011), 이를 위해서는 증식·복원장의 공간적인 계획에 대한 연구가 필요하다. 이러한 공간적인 계획을 토대로 개체나 개체군의 적응과정에 대한 평가, 위협요인 해소방법의 적합성과 효과 평가, 예상치 못한 상황에 대한 대처, 서식지 보호·복구 방법, 수의학·원예학적 조사, 필요시 개입여부, 계획의 수정 등과 관련된 모니터링 및 사후관리 에 대한 지속적인 조사·연구와의 연계가 가능 하다(Ministry of Environment, 2006).

멸종위기종 증식·복원장에 대하여 포유류를 중심으로 유사 사례를 살펴보면, 국립공원관리공단 종복원기술원은 반달가슴곰을 대상으로 지리산국립공원에 반달가슴곰 복원사업 홍보 및 생리적 특성 모니터링을 위해 2,880m² 규모의 생태학습장, 지리산 자연 환경 적응 훈련시설을 목적으로 5,500m² 규모의 자연적응훈련장, 부상당한 곰의 치료 및 임시 보호시설 목적의 255m² 규모의 계류장 등을 도입하였다. 또한, 산양을 대상으로 설악산국립공원에 산양복원사업 홍보 및 생리적 특성 모니터링을 위해 1,500m² 규모의 산양생태학습장, 산양 증식·생리적 특성 모니터링 및 방사 전 적응훈련시설 목적으로 7,600m² 규모의 산양 증식·적응장, 산양 치료·재활 및 임시 보호시설 목적으

로 500m² 규모의 계류장 등을 도입하였다(http://bear.knps.or.kr). 그러나 이러한 복원 계획은 멸종위기종에 대한 증식 및 복원 기술개발을 바탕으로 원종확보와 대상지역 선정을 토대로 증식·복원장에 대한 종합적인 공간 계획을 수립하여 실행되기 보다는 부분적인 계획에 의해 실행된 것이다.

이에 본 연구에서는 여우의 생태적 특성과 서식지 요구조건을 기초로 하여 기존 관련 사례를 바탕으로 여우 복원을 위한 공간적인 계획을 제시하는데 주된 목적이 있다.

II. 연구의 범위 및 방법

1. 연구 대상지 선정

연구대상지는 Korea National Park Service (2010)의 자료를 바탕으로 선정하였다. 국립공원관리공단은 2010년 3월부터 12월까지 우리나라의 생태축을 형성하고 있는 백두대간 내 주요 국립공원인 덕유산, 소백산, 오대산을 대상으로 여우의 서식환경 및 먹이자원을 조사하였다. 그 결과, 여우의 서식에 영향을 미치는 표고, 경사, 향, 수계, 임상 및 도로와의 거리 등 서식지 환경요인은 3개 국립공원 모두 비슷하게 나타났다. 그 중 소백산이 여우의 주요 먹이자원 중의 하나인 소형 포유류의 서식밀도 및 개체군의 크기가 가장 높은 것으로 조사되었다. 또한 포도

Table 1. Survey result of habitat and environmental characteristics for Red Fox (*Vulpes vulpes*) restoration.

Division	Deogyu National Park	Sobaeksan National Park	Odae National Park
Habitat suitability evaluation	0.76	0.77	0.77
Small mammal density (individual/ha)	17.2	26.4	14.1
Population size (individual)	14.25	68.15	30.3
Birds (species)	42	63	52
Herptiles (species)	20	23	18
Plants (species)	27	34	35

Source : Korea National Park Service, 2010, Reconstruction.

Figure 1. Map of study area.

처럼 겹겹질이 얇고 과즙이 많은 장과류와 밤·호두와 같은 견과류, 양서·파충류 등 다른 먹이자원 또한 소백산이 가장 많이 분포하는 곳으로 조사되어 여우 복원의 최적지로 분석되었다(Korea National Park Service, 2010).

연구 대상지는 경상북도 영주시 풍기읍 미곡리 소백산국립공원 자락 일대에 해당하며, 향후 증식 및 복원 장소에서 자연적응에 성공한 개체는 소백산에 방사할 것을 고려하였다.

2. 현황 조사 및 분석

대상지역에 대한 현황 조사 및 분석은 광역적 맥락, 역사적 맥락, 생태기반환경 그리고 생태환경 조사 및 분석으로 진행하였다. 광역적 맥락은 대상지역의 입지를 생태축 연결, 토지이용 등의 측면에서 지역적으로 분석하였으며, 역사적 맥락은 국토공간영상정보서비스 자료를 활용하여 과거에서부터 현재까지의 대상지 토지이용 패턴 및 녹지의 연결성을 분석하였다. 생태기반환경의 조사 및 분석에서는 기상 및 기후, 지형 및 지세, 수리·수문환경, 토양환경, 국토환경성 평가 및 생태자연도 등으로 구분하

여 분석하였다. 기상 및 기후는 Yeongju Korea Meteorological Administration(2011)의 최근 10년간(2001~2010) 기상자료를 활용하여 분석하였으며, 지형 및 지세는 ArcView 3.2 버전 및 환경부 환경공간정보서비스 자료를 이용하고 대상지역과 주변 지역을 포함하여 표고와 경사 등을 분석하였다. 수리·수문환경은 수치지형도를 이용하여 대상지역 주변과 대상지역에서의 주요 물 흐름 관계를 분석하였다. 토양환경은 한국토양정보시스템 자료를 활용하여 토성, 배수, 토심 등을 분석하였다. 환경적 가치에 대한 분석을 위하여 환경부 환경공간정보서비스에서 제공하는 국토환경성평가도와 생태자연도를 이용하였다. 생태환경의 조사 및 분석은 여우의 서식처 및 먹이자원을 중심으로 식물상과 동물상으로 구분하여 조사하였다.

3. 증식·복원장 조성 방안 및 공간 계획

여우 복원 증식·복원장의 기본 방향은 대상지역에 대한 광역적 맥락, 역사적 맥락, 생태기반환경, 생태환경 조사 및 분석 결과를 토대로 설정하였다. 또한 여우의 먹이, 물, 은신처 등 서

식처 요구 조건 분석을 토대로 대상지역에 필요한 공간 및 시설, 활용 프로그램을 도출하였다.

증식·복원장 공간 계획에서는 토지이용 및 동선계획 수립을 바탕으로 식재 계획, 자연적응장 계획, 실내외 증식·복원장 계획 등으로 구분하여 제시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 대상지역의 현황 조사 및 분석

1) 광역적 맥락

대상지역은 경상북도 영주시 풍기읍 미곡리 일대로 백두대간 생태축에 속하는 소백산 자락에 위치하고 있으며 북서측으로는 소백산국립공원과 금계호가 인접하고 동측으로는 송학산이 위치하고 있다. 주변으로 구릉성 산림, 초지 등이 산재하고 있어 종다양성이 높고 야생동물의 이동이 원활하게 이루어질 것으로 예상되며, 대상지역 동측으로는 931번 지방도가 인접하고 있다. 또한, 구릉성 산림과 초지 사이에 농경지들이 분포하고 있어 도로와 농경지로 인한 비점오염원의 유입, 지속적인 개발로 인한 서식처 단절 및 파편화가 이루어질 것으로 예상되어 이에 대한 보전이 필요하다.

2) 역사적 맥락

1980년대 대상지역 주변의 전반적인 자연생태계 훼손은 미비하였으나 소백산이 국립공원

으로 지정된 1987년 이후부터 방문객 등 유동인구의 증가와 농경지의 확장으로 인해 소백산국립공원의 전이지역이라고 할 수 있는 대상지역 주변의 산림녹지가 점차 감소하였다. 이로 인하여 녹지의 연결성을 위협받게 되었으며 2005년 위성사진 분석 결과, 녹지의 단절이 일어나 대상지역은 농경지로 둘러싸인 점적 녹지로 남게 되었다. 따라서 백두대간의 전이지역에 해당되는 대상지역에 추진하는 멸종위기종 복원사업이 자연생태환경 보전을 통한 백두대간의 생태적 연결성 확보, 생태축 기능 향상, 소백산국립공원의 보전에 기여할 수 있는 방향을 모색할 필요가 있다.

3) 생태기반환경

대상지역은 경북 북부 산악지대에 위치하여 대륙성 기후의 특징인 한서의 기온차가 심한 편이며 봄, 가을이 상대적으로 짧다. 계절풍의 관계로 여름의 우기와 겨울의 건기로 구분되는 것은 우리나라 기후의 특징과 비슷하며, 최근 10년간(2001~2010) 기상자료를 이용하여 기온, 강수량, 풍속, 일조시간 등의 기상개황을 조사한 결과, 연평균 기온은 11.55°C, 10년간 평균최고기온 17.42°C와 평균최저기온 6.12°C로 11.30°C의 기온차를 보이고 있으며, 연평균 강수량은 1,355.22mm로 2003년에 최대강수량(2,018.90mm)을 기록하였다. 또한, 상대습도는 65.79%, 연중 일조시간은 2,370.57hr로 조사되었

Figure 2. Historical context of study area (source : <http://air.ngii.go.kr>).

Figure 3. Elevation, Slope and Direction of study area (Source : <http://egis.me.go.kr>).

다(Yeongju Korea Meteorological Administration, 2011).

지형 및 지세는 국토지리정보원에서 제작한 수치지형도(1 : 5,000)를 Arc View 3.2로 분석한 결과, 대상지역의 표고는 대부분 270~300m에 분포하며 지형경사는 10~20°가 약 47%를 차지하고 있다. 대상지역의 향은 광을 잘 받을 수 있는 동향과 남향이 많은 것으로 분석되었다. 햇빛을 잘 받을 수 있는 지형과 적절한 경사로 인하여 경사지에 남향이나 남서향을 향해 여우굴의 주출입구를 만드는 여우의 특성을 고려하면(Ministry of Environment, 2009) 여우 복원시, 야생훈련을 위한 자연적응장 조성에 매우 유리할 것으로 분석되었다.

수리·수문환경은 연구대상지 내부를 직접적으로 통과하는 하천이나 배수로로는 없으며 강우에 의한 계곡수가 유일한 수원지로 파악되며 별도의 수자원 저장 및 유지공간이 없는 것으로 나타났다. 따라서 여우의 음수를 위한 최소한의 수자원이 필요하므로(Ministry of Environment, 2009) 수자원 확보를 위한 습지 도입이 필요하다고 판단된다.

연구대상지 내 유효토심은 대부분 보통이며, 표토 토성은 대부분 사양토로 이루어져 있어, 본능적으로 굴을 파는 여우의 습성을 고려하면(Ministry of Environment, 2009) 여우의 굴파기 습성을 훈련시키는 것에 유리할 것으로 판단된

다. 배수 등급은 대부분 양호한 것으로 나타나 여우의 음수 활동을 위한 습지 도입시 방수에 대한 고려가 필요하다.

국토환경성평가도와 생태자연도를 분석한 결과, 연구대상지는 2등급이 주를 이루고 있어 전반적인 환경적 가치는 양호한 것으로 조사되어 여우 증식·복원장 조성 시 주변 자연의 훼손을 최소화해야 할 것이다.

4) 생태환경 조사 및 분석

연구대상지 및 주변 지역의 주요 식물상은 5과 9속 34종이 나타났으며(Korea National Park Service, 2010), 식생분포 현황의 경우 굴참나무군락, 신갈나무군락, 신갈나무-소나무군락, 소나무군락, 철쭉군락 등 산림식생이 분포하고 있어(www.knps.or.kr), 다양한 환경을 선호하는 여우의 서식처로서 적합하다고 판단되었다.

동물상의 경우, 여우의 먹이자원인 소형 포유류는 등줄쥐, 비단털들쥐, 흰넓적다리붉은쥐, 땃쥐 등이 확인되어 다양한 먹이 자원이 서식하고 있으며, 여우와의 먹이경쟁자인 중대형 포유류는 족제비, 담비, 오소리, 삥, 너구리 등 5종이 확인되었다(Korea National Park Service, 2010).

5) 분석의 종합

연구대상지는 백두대간에 속하는 소백산맥 자락에 위치한 구릉형 산지 지형으로 동향 및

남향의 비율이 높아 여우가 선호하는 지형 및 향 조건 등 지리적 이점을 갖추고 있다고 판단된다. 토심 및 토성 또한 굴파기 습성을 가진 여우에게 유리하여 여우굴과 흙언덕을 조성하기에 적합할 것으로 판단된다. 소백산의 식물상과 동물상에 있어서 여우가 서식할 수 있는 수림대와 먹이자원이 풍부한 것으로 나타나며 주변의 농경지가 분포하고 있어 설치류의 포획이 용이하여 향후 방사 개체의 생존율이 높을 것이라고 판단된다. 따라서 백두대간에 속하는 소백산맥을 거점으로 녹지축을 통해 향후 여우 복원종의 분산 및 이동이 매우 활발할 것으로 판단되어 결과적으로 여우 복원을 통하여 백두대간의 생물종다양성 증진에도 기여할 것이다.

2. 여우 복원 증식·복원장 조성 방안

1) 기본 방향

본 연구는 여우의 자연적응장, 실내·외 증식 및 복원장을 제공하기 위한 것으로서 기본적으로 여우의 형태·생태·행태적 특성에 기초하여 자연지역에 방사하기 전까지 필요로 하는 공간과 시설을 제공할 수 있도록 방향을 설정하였다. 또한, 자연지역에서 이루어지는 복원연구임을 감안하여 기존의 자연환경 훼손을 최소화할 수 있도록 하면서도 여우의 서식에 필요로 하는 공간과 먹이 자원을 충분히 제공할 수 있도록 하였다. 이것은 궁극적으로 여우 복원종의 생존율을 높이기 위한 것으로서, 이 방향에 적합한 공간 구성과 프로그램이 계획되도록 하였다.

기본 방향은 여우 복원을 통한 백두대간 생태축 복원, 안정적인 복원과 체계적인 야생적응 훈련, 그리고 복원종에 대한 국민의식 고취 및 복원 사업 공감대 형성 등으로 설정하였으며, 여우 복원 목표 개체 수는 포유동물에 일반적으로 적용하고 있는 최소생존개체군 이론(MVP, 50/500 이론)에 의거 자체적으로 존속이 가능한 50마리를 목표로 하였다(Ministry of Environment, 2011).

2) 목표종의 서식처 요구조건 분석

서식처는 생물들이 존재할 수 있도록 먹이, 물, 은신처 등이 있는 곳이며, 성장하고 번식할 수 있는 장소를 말한다(Adams, 1994). 본 연구에서는 여우의 서식처 요구조건인 먹이, 물, 은신처 등을 중심으로 분석하여 필요한 공간 및 조성 방향을 제시하였다.

첫째, 먹이는 가장 분명한 구성요소이며 온도, 지역, 계절에 따라 먹이는 변화하며 육식동물에 있어서 먹이 수용능력이 있어야 한다(Shaw, 1985). 여우는 들쥐, 집쥐 등의 설치류와 고라니, 노루 새끼 등의 소형포유류에서 조류, 어류, 양서·파충류, 곤충, 식물열매까지 먹이원의 범위가 방대하며(Ministry of Environment, 2009; Korea National Park Service, 2010) 하루 섭취량은 0.5~1.0kg 정도이다. 계절과 서식환경에 따라 먹는 먹이의 종류에 차이가 있다. Baltrūnaitė(2001)의 연구 결과에 의하면, 소형포유류는 계절에 관계없이 항상 이용하는 주요 먹이로 나타났고, 여름철에는 가장 다양한 먹이를 섭식하였으며, 양서·파충류는 봄철에만 섭식하는 것으로 나타났다. 식물은 결실기인 여름과 가을에 주로 섭식하며 벚나무, 복분자 등의 장과, 핵과와 같은 열매가 열리는 식물과 초본식물을 섭식하였다. 곤충은 겨울을 제외한 봄, 여름, 가을에 섭식하였으며 인간 활동과 관련된 재배 식물과 쓰레기도 먹는 것으로 나타났다.

둘째, 은신처는 위협적인 요소 즉, 날씨와 포식자 등의 적당하지 않은 환경조건을 피하여 휴면이나 피난을 하는 장소를 말하며 수면, 휴식, 출산, 육아 등이 이루어진다. 야생동물은 그들의 생태적 지위와 특성에 따라 서로 다른 형태의 은신처와 피난처를 필요로 한다. 여우는 대부분 수풀이 무성하게 우거져 있는 곳에서 휴식을 취하지만 일반적으로 땅속 굴(den)-여우굴-을 은신처로 이용한다. 여우는 본능적으로 굴을 파는 습성을 가지고 있으나 자발적인 노력에 의한 것보다 이미 조성된 굴을 이용하거나 다른

동물이 사용하던 굴을 넓혀서 재이용하는 경향을 보인다(Ministry of Environment, 2009). 여우는 주로 접근이 용이하지 않은 비탈지역을 등지고 아늑하고 배수가 잘 되는 경사지에 남향이나 남서향을 향해 여우굴의 주출입구를 만든다. 굴출입구는 지름 약 15~20cm, 길이 10m 정도이고 지면에서 1~3m 깊이에 방을 만든다. 출구는 하나를 만들기도 하지만 일본 북해도 여우 서식처의 경우 보통 8~15개의 입구가 관찰되었다(Ministry of Environment, 2009). 굴을 연결

하는 통로들은 다른 휴식장소, 좋아하는 놀이터, 먹이 저장소 등과 연결되어 있다.

셋째, 물은 모든 생물들에게 필수불가결한 조건이며, 서식처에 변화를 주는 간접적인 요소이다(Cho, 2011). 여우의 특별한 물에 대한 습성은 발견되지 않으나 음수를 위한 최소한의 수자원이 필요하다. 또한 물이 있는 곳에 습지가 형성되고 소생물권이 형성됨으로써 곤충 및 조류에게 중요한 서식처 역할을 할 뿐만 아니라 여우에게 다양한 먹이를 제공하는 역할을 한다.

Table 2. Space, Facilities and Activities program.

Space	Detailed space	Facilities	Activities program	Construction plan
Core	Natural adaptation space	Red fox den(soil hill), ecological wetland, quarantine center, excretion yard	Artificial reproduction research, monitoring	- Conservation of shrub and grass land - Construction of Red Fox habitat through installing soil hill - Minimization of human disturbance through installing fence
Buffer	Reproducing and restoring space	Interior reproducing and restoring space, outdoor reproducing and restoring space, research center	Artificial reproduction research, monitoring	- Using natural materials and color similar to the natural environment when constructing the buildings - Installing rooms(4m×5m size) according to population size of Red Fox
Transition	Observatory, learning center	Observatory, ecological learning center	Ecological learning, ecological experience	- Construction of ecological learning center and rest area for observation and nature education

Figure 4. Space concept diagram.

Figure 5. Master plan.

3) 공간/시설/활동프로그램 선정

연구대상지와 주변 환경의 요인들을 고려하여 크게 UNESCO MAB에 의한 핵심지역(서식처)과 완충지역, 전이지역 3개로 공간을 구분하고 그 안에서 세부공간을 제시하였다.

여우 증식 및 복원을 목적으로 공간에 도입되는 주요 시설로는 자연적응장, 실내외 증식·복원장, 연구동, 전망대, 생태학습장 등이 있으며 주요 프로그램은 인공증식 연구를 통한 여우의 복원, 생태적 습성의 파악을 위한 모니터링, 생물종다양성과 멸종위기종 복원의 필요성을 홍보하는 역할인 생태학습장이다. 다만, 생태학습장의 경우에는 본 연구지역과 이격시켜서 조성하는 것으로 설정하였으며, 본 연구대상지역

에서는 핵심 및 완충 기능만을 하며, 향후 일반인들에게는 공개되지 않는 공간으로 방향을 설정하였다.

3. 여우 복원 증식·복원장 공간 계획

1) 토지이용 및 동선계획

도입하는 공간은 여우가 처음 연구지역(핵심지역)으로 도입될 때 거치는 검역동, 여우 배설물을 처리하기 위한 배설물적치장, 자연방사를 하기 전 자연적응 훈련을 위한 자연적응장, 실내 및 실외 증식·복원장 및 연구동 등으로 구성하였다. 연구대상지 내에서 방사한 여우를 모니터링을 위한 관찰 동선과 여우의 탈출을 막기 위한 펜스를 설치토록 계획하였으며 모니터링

을 위한 관찰 동선은 마사토나 나무 데크를 활용하여 포장하는 것으로 계획하였다. 일반인들을 위한 생태학습장은 본 대상지역과 이격시켜서 조성하도록 하였다.

2) 식재 계획

기존의 식생을 최대한 보전하되, 비교적 저밀도의 숲을 선호하는 여우의 특성을 고려하여 최소한의 선택적 벌목으로 수림대를 형성하도록 하였다. 단순림보다는 혼효림이 되도록 벌목하고, 벌목된 공간에는 벚나무, 돌배나무 등을 식재하며, 관목림의 경우 으름, 다래, 머루 등 덩굴성 식이식물을 함께 식재하여 여우의 채식활동 훈련을 유도하되 무리한 경쟁을 피하기 위하여 두 지점 이상으로 분산, 조성하는 계획을 수립하였다. 다양한 생태계 유형을 재현하기 위하여 교목림, 관목림과 함께 초지를 조성하고 여우가 여가시간을 보낼 수 있도록 충분한 공간을 확보하도록 하였다.

3) 자연적응장 계획

(가) 여우굴 및 습지

자연 상태의 흙을 주재료로 활용하여 여우의 굴파기 습성을 유도할 수 있도록 여우굴을 조성하되, 여름철 집중 강우시 침수될 가능성이 있으므로 지면보다 1m정도 높게 성토한 후 조성하도록

계획하였다. 터파기 등에서 발생한 사업 대상지 내 토양을 활용함과 동시에 여우굴 조성 후 지피류를 식재하여 강수에 의한 흙의 유실을 저감하도록 하였다. 여우굴은 남향을 주출입구로 삼고, 여러 개의 굴을 파는 습성과 북측의 계곡수 유입을 고려하여 서측에 부출입구 조성을 통하여 여우의 활동에 지장이 없도록 하고 추가적인 굴은 여우 스스로 팔 수 있도록 유도하였다. 여우굴의 규격은 복원 개체의 크기에 적합하도록 설정하되, 출입구는 너비 0.2m × 높이 0.2m, 여우굴 방은 너비 1m × 높이 0.5m로 조성하고 지표와 여우굴 사이의 토심은 0.3m~0.4m 정도로 조성하도록 하였다. 또한, CCTV를 설치하여 포유, 육아 등 여우굴 내부에서 나타내는 생태적 특성을 보다 심층적으로 관찰할 수 있도록 계획하였다.

한편, 여우의 음수 활동을 돕기 위해서 습지를 조성토록 계획하였는데, 습지는 최소한의 물만 도입할 수 있도록 하였다. 습지 주변으로는 식이 식물을 도입하고, 필요할 경우 양서류 등의 산란지로서 역할을 할 수 있도록 계획하였다.

자연적응장은 여우의 우발적 탈출을 방지하기 위한 헨스를 설치하는 것 이외에는 기존의 자연상태를 그대로 활용토록 하였다. 다만, 여우가 나무를 잘 타기 때문에 헨스 주변으로 2m 이내의 수목들은 제거하는 것으로 계획하였다.

Figure 6. Details of Red Fox den.

(나) 탈출 방지 헨스

여우의 탈출을 방지하기 위한 헨스는 연구대상지 전체 경계부에 설치하였다. 여우의 굴파기 습성을 통한 탈출을 막기 위해서 지하부로 1m를 매설하였으며, 타고 오르는 능력을 고려하여 지상부는 3m의 높이로 하였다. 특히, 상부 헨스의 중간 1m 구간은 폴리카보네이트를 설치하여

여우가 쉽게 상부로 올라갈 수 없도록 하였다. 또한, 지표면으로는 헨스 근처에서 탈출을 위한 굴파기를 막기 위해서 수평으로 2m 가량 철망을 묻도록 하였으며, 헨스는 아연합금으로 내구성을 확보하였다. 지상부를 제외한 철망은 PVC 코팅제이며, 아연합금망의 망눈은 5cm, PVC 망의 망눈은 10cm 규격으로 조성하였다.

Figure 7. Fence details.

Figure 8. Details of interior reproducing and restoring space.

4) 실내외 증식·복원장

(가) 실내 증식·복원장

복원된 종의 증식, 계류, 치료 등을 위한 공간으로서, 외부와의 직접적인 접촉을 차단하는 방안이 필요하여 자연적응장으로 가기 전 혹은 자연적응장 내에서의 부적응이나 부상을 당한 여우들이 머무를 수 있도록 독립된 공간을 확보하였다. 증식·적응장은 실내/실외로 구분하여 조성하고 점진적인 적응과 훈련을 통하여 야생에서의 생존능력을 배양시키도록 계획하였다.

(나) 실외 증식·복원장

복원개체의 야외 활동 적응을 위해 실내 증식·복원장과 연계하였으며 실외 증식·복원장은 자연적응장 이전 단계의 여우와 치료, 재활 과정의 여우를 구분하여 사용할 수 있도록 실외 증식·복원장 1, 2로 나누어 조성하고 복원개체의 효과적인 관리를 도모하도록 하였다.

5) 기타 계획

연구대상지는 여우의 증식 및 복원, 자연 적응 등을 연구 목적으로 하는 공간으로 연구대상지 주요 지점에 CCTV를 설치하였으며, 여우굴 내부에도 CCTV를 함께 도입하였다.

또한 유지 및 관리와 관련해서는 야생성이 강한 여우의 생활환경을 보호하기 위해서 자연적응장 내의 출입을 엄격히 제한하도록 하였다. 각종 시설 및 연구 기자재 등은 주기적인 관리를 통해서 이루어지도록 하였다. 특히 멸종위기종의 복원을 위한 연구공간이기 때문에 국립공원관리공단 중복원기술원의 여우팀 인력이 상주하면서 관리할 수 있도록 하였다.

IV. 결 론

본 연구는 우리나라에서 생물다양성 증진 및 멸종위기종의 복원을 위한 노력의 하나로써 환경부 생태계보전협력금 반환사업의 일환으로

수행하였다. 지리산의 반달가슴곰과 월악산의 산양에 이어서 세 번째로 이루어지는 중 복원 사업으로 중 복원은 목표종에 대한 기본적인 연구가 진행된 이후 현장에서의 실제 증식과 적응을 통하여 최종적으로 자연지역에 방사하는 과정을 거치게 된다. 본 연구는 이 과정 중에서 현장에서의 증식 및 자연 적응을 위한 공간을 계획하기 위한 것이다.

이를 위해서 대상지역으로 선정된 소백산국립공원의 인근 지역에 여우의 생태·행태·형태적 특성을 고려하여 여우의 증식 및 복원, 자연 적응을 위한 공간들을 배치하는 계획을 수립하였다. 기본적으로 기존 자연지역을 여우가 최대한 활용할 수 있도록 복원을 통한 훼손은 최소화하도록 하였다. 더불어서 여우의 안정적인 복원을 위해서 핵심지역과 완충지역, 그리고 전이지역으로 공간을 구분한 후, 여우의 증식 및 복원에 필요한 자연적응장과 실내외 증식·복원장 등의 공간을 도입하였다. 동선 계획은 학술 모니터링을 위한 동선만을 도입하였으며, 식재 역시 기존의 자연지역에 있는 수종을 최대한 활용하고, 대상지역에서 부족한 여우의 식이식물만을 최소한으로 도입하는 계획을 수립하였다. 여우를 위한 서식처로서 별도로 도입한 것은 여우의 피난처 역할을 할 여우굴과 최소한의 음용을 위한 생태습지로 한정하였다.

본 연구는 여우 증식 및 복원을 위한 효과적인 공간계획을 제시하여 향후 성공적인 여우 복원을 통한 백두대간 내 먹이사슬 및 생태계의 건전성을 발전시키며 단절된 백두대간의 생태축 회복에 기여할 수 있다고 판단된다. 또한, 다른 멸종위기종 복원 사업에 대한 공간 계획에 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다. 그러나 앞으로 본 연구를 통해 조성된 공간을 바탕으로 지속적인 모니터링을 통해 공간 계획에 대한 검증 및 향후 수정·보완이 이루어져야 할 것이다.

인 용 문 헌

- Adams, Lowell W. 1994. Urban wildlife habitats : a landscape perspective. Minneapolis; London : University of Minnesota Press.
- Baltrūnaitė. 2001. Feeding habits, food niche overlap of red fox (*Vulpes vulpes* L.) and pine marten(*Martes martes* L.) in hilly moraine highland, Lithuania. *Ekologija*. 2 : 27-32.
- Cavallini P. 1996. Ranging behaviour of red foxes during the mating and breeding seasons. *Ethology, Ecology & Evolution* 8 : 57-65.
- Cho, D. G. 2011. Ecological restoration plan and design. NEXUS Environmental design centre, Seoul. (in Korean)
- Kim, S. R. · Lee, J. H. · Song, J. Y. · Jang, M. H. · Sung, H. C. and Cho, D. G. 2013. A study on the habitat restoration model for *Chinemys reevesii*. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 16(2) : 115-125. (in Korean with English summary)
- Korea National Park Service. 2010. Survey of Habitat and Environmental Characteristics for Red Fox (*Vulpes vulpes*) Restoration. (in Korean)
- Lee, H. J. · Jung, C. W. · Kim, S. D. · Lee, Y. W. · Lee, B. K. · Yang, D. H. 2012a. A Study on Suitable Site Selection for Red fox Restoration. *Proceedings of the Korean Society of Environment and Ecology Conference* (Oct). (in Korean)
- Lee, H. J. · Jung, C. W. · Yang, D. H. · Kim, Y. C. and Kwon, K. H. 2012b. Population Viability Analysis of Red fox(*Vulpes vulpes*) Restoration. *Proceedings of the Korean Society of Environment and Ecology Conference* (Oct). (in Korean)

- Ministry of Environment. 2006. Reproduction and restoration masterplan for Endangered Wildlife (2006~2015). (in Korean)
- Ministry of Environment. 2009. Development of reintroduction and reproduction strategies for red fox (*Vulpes vulpes*) to Korean ecosystem. (in Korean)
- Ministry of Environment. 2011. Masterplan for Red fox Restoration(internal data). (in Korean)
- Shaw, J. H. 1985. Introduction to wildlife management. McGraw-Hill.
- Yeongju Korea Meteorological Administration. 2011. 2001~2010 Meteorological Yearbook. (in Korean)
- <http://air.ngii.go.kr>
- <http://asis.rda.go.kr>
- <http://bear.knps.or.kr>
- <http://egis.me.go.kr>
- <http://www.knps.or.kr>