

충남-한반도 생태축 복원 사업 타당성 및 조성 방안

정 옥 식

충남연구원 공간·환경연구실 연구위원

oksik@cni.re.kr

이 연구는 한반도 생태축과 충남 생태축 간의 단절 현황을 파악하고 연결 복원 사업 추진의 타당성 검토와 조성 방안을 제시하는 데 목적이 있음

CONTENTS

1. 이론적 배경
2. 충남 산림 생태축 단절 현황
3. 한반도 생태축 복원 추진 방향
4. 기대효과와 결론

요약

- 충남 생태계는 고속도로 개설로 인해 한반도 생태축과 단절되어 섬처럼 고립된 상황이며 고립에 의한 야생동물의 유전자 단절도 확인되었음
- 충남 생태축은 내부적으로 곳곳에 단절 구간이 위치하며 몇몇 지점은 상대적으로 유전자 단절이 높은 상황임
- 단절에 의한 고립 상태가 유지된다면 충남 생태계는 절멸할 가능성이 있으며 한반도 생태축과 외부적 연결과 충남 생태축의 내부적 연결을 통해 지속성을 확보해야 함
- 단절된 지점을 잇는 생태통로는 가급적 면적인 확보가 필요하며 생태통로의 내부는 생태적 이질성 배제와 원활한 동물 이동을 바탕으로 하는 빠른 회복을 위해 인근의 표토를 사용하여 조성되어야 함
- 한반도 생태축 연결 사업을 통해 충남 생태계의 건강한 미래가 보장됨은 물론 한반도 생태축의 다양성 확보와 민족 정서의 회복이 기대됨

01 이론적 배경

1. 섬생물지리학

가. 기본 개념

- 육지와 거리, 섬의 크기로 멸종과 확률이 차이가 나며 이입과 이출의 균형에 의해 서식 종(種)의 수가 결정된다는 가설로 1963년에 MacArthur와 Wilson에 의해 주장되었음
- 이들은 이에 앞서 플로리다 해안의 6개 섬 지역을 조사한 결과 육지와 거리가 가까울수록, 섬의 크기가 클수록 서식종이 다양하다는 것을 발견하였음

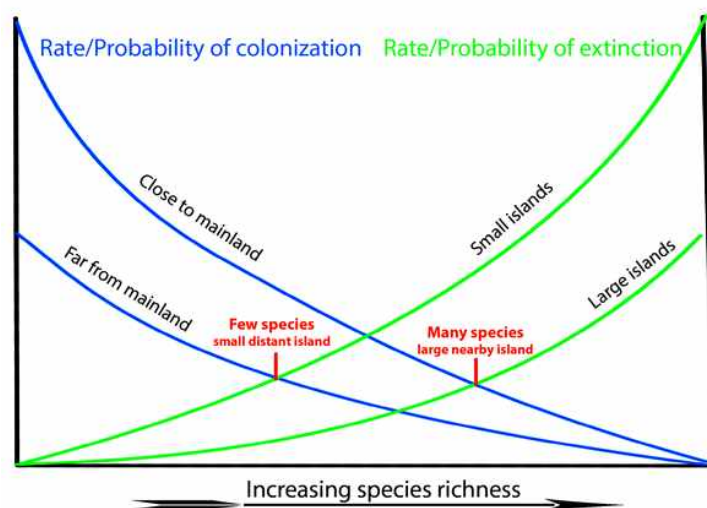


그림 1. 섬생물지리학의 기본 도식

출처 : <http://www.islandbiogeography.org/>

나. 이론의 적용

- 섬생물지리학 측면에서 서식지의 면적과 배치를 달리할 경우 서식 생물종의 다양성이 차이가 남을 추정할 수 있음
- 서식지 면적은 클수록 좋으며 가급적 하나의 패치(patch)로 관리하는 것이 생물 다양성 측면에서 효과적임
- 서식지는 가급적 주변 서식지와 가까이 관리해야 하며 이동통로(corridor)를 통해 잇는 것이 이격된 채 관리하는 것 보다 효과적임

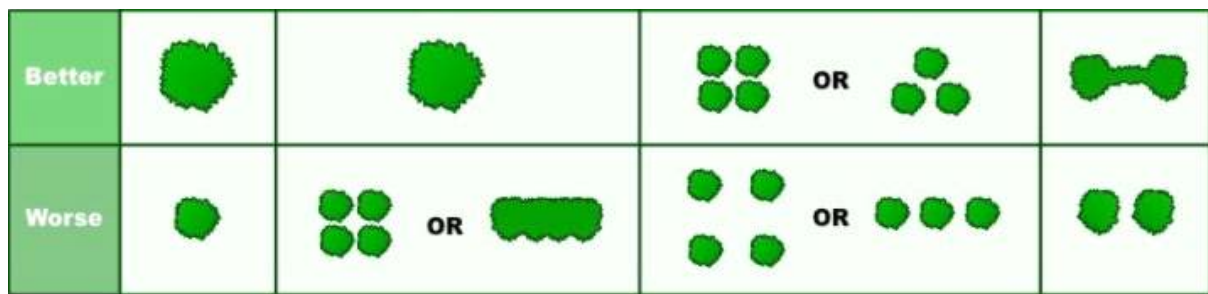


그림 2. 섬생물지리학을 토대로 한 서식지 배치

출처 : <https://ib.bioninja.com.au/>

2. 서식지 단절과 고립의 폐해

- 전 세계 생태계 대부분은 도시 개발과 도로 건설 등으로 서식지 면적이 크게 감소하였으며 특히, 산림 생태계 서식지의 경우 과거에 비해 크게 면적이 상실되었음
- 산림 생태계 훼손은 열대우림에서 한대지역에 이르기까지 광범위하게 진행되고 있으며 파편화되고 단절, 고립화가 가중되고 있음

가. 서식 생물종의 감소

- 단절되거나 파편화, 고립되는 생태계는 온전하게 보전된 생태계 보다 서식 생물 종이 감소하는 것으로 알려져 있음
- 단절된 서식지의 크기가 작을수록, 인근에 접한 서식지와 거리가 먼 경우처럼 고립화가 클수록 생물종 감소 속도는 빨랐음

- 한 연구에 의하면, 100ha에 이르는 비교적 큰 산림 패치(patch)의 경우도 15년 이내에 절반 이상의 서식 생물종이 사라진 것으로 나타났음
- 무엇보다 서식지 파편화는 서식지의 면적을 감소시켜 넓은 면적의 서식지를 필요로 하는 생물종의 타 지역으로 이동을 유발하고 동시에 습도, 광도 등의 환경적 변화를 일으켜 내부 서식종의 절멸을 일으킴
- 도로에 의해 단절된 지역의 경우 300m 이상 내부에 까지 열과 바람, 광선 등의 영향을 미치며 이로 인해 내부에 서식하는 많은 식물종이 사라지는 것으로 나타났다

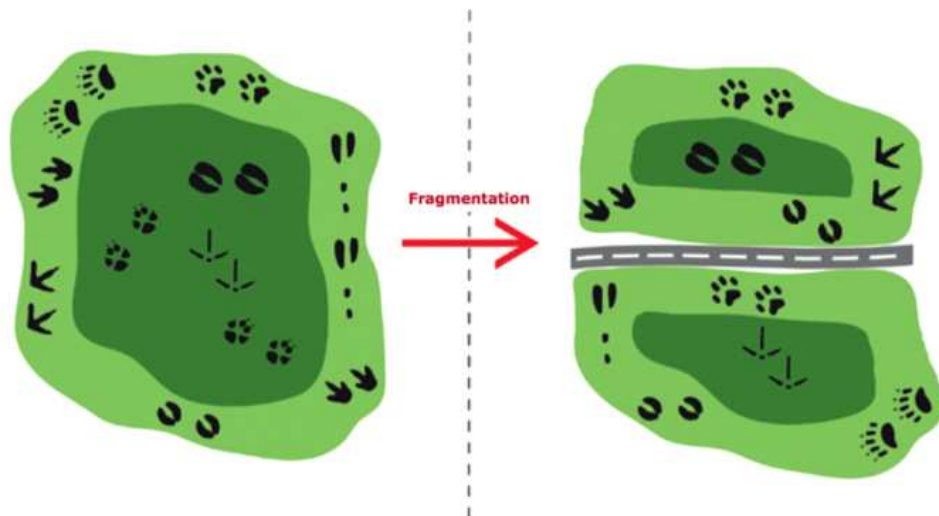


그림 3. 파편화로 인한 서식 종의 감소 현상

출처 : *Institute of Food and Agricultural Sciences and University of Florida*

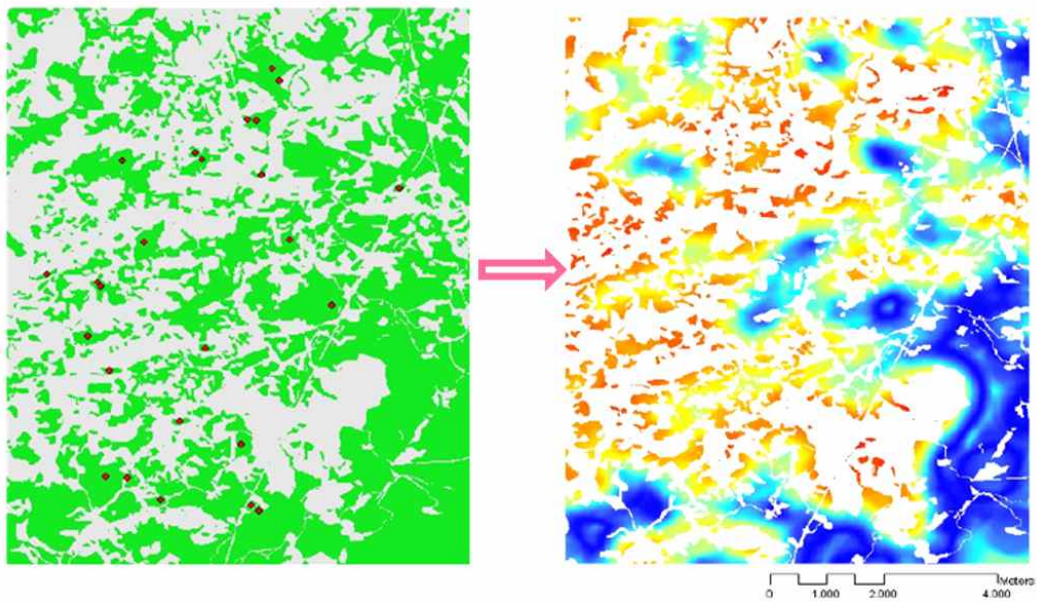
나. 생태계 지속성 감소

- 서식지 파편화와 고립이 지속될 경우 서식 생물종은 절멸로 이어지며 종국에는 생태계가 황폐해지고 붕괴하게 됨
- 브라질 론도니아 지역의 경우 30여년동안 도시화와 도로 건설로 인해 산림의 파편화와 고립이 가중되었으며, 파편화되고 고립된 산림 생태계는 생물종이 서식하지 않거나 황폐화되는 등의 결과를 낳았음
- 실제, 해당 지역에 대한 서식지 지속성 분석 결과, 큰 면적의 단일 패치(patch)와 서로 연결된 패치 이외의 단절되고 파편화된 패치는 대부분 소실하는 것으로 나

타났음



그림 4. 브라질 론도니아(Rondonia) 지역의 산림 변화(좌:1975년 / 우:2001년)
출처 : Landsat images courtesy USGS.



산지 분포(브라질)

산림 생태계 지속성 분석

그림 5. 산지 단절 정도(좌)와 산림생태계 지속성 분석결과(우)

02

충남 산림 생태축 단절 현황

1. 충남 산림 생태축의 구성

- 충남 산림생태축은 칠갑산과 계룡산을 중심으로 N자 형태를 형성하고 있음
- 충남의 산림생태축은 한반도 생태축과는 크게 북서 방향과 남서 방향, 두 곳에서 연결됨
- 우선 홍천-양평-용인-안성, 원주-음성-진천으로 이어 지는 두갈래 축이 천안 부근에서 하나의 축을 형성하여 충남 산림과 연결되며, 남쪽에서는 지리산과 덕유산을 거쳐 논산 지역에서 연결됨

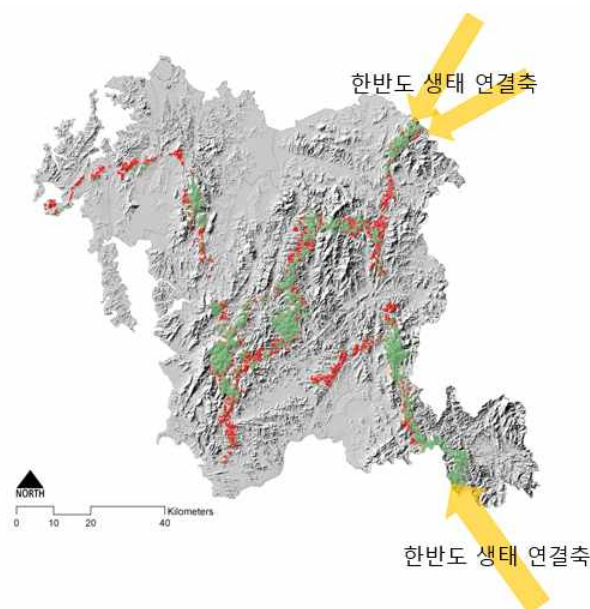


그림 6. 충남 광역생태축(N자형)과 한반도 생태 연결축

2. 한반도 생태축과 단절 : 외부적 단절

- 충남 광역축의 경우 한반도 생태축과 연결 지점인 천안과 논산 지점의 경우 경부고속도로와 논산고속도로에 의해 단절되어 있음
- 특히 단절지점의 경우 고속도로 뿐 만 아니라 지방도로에 의해 80~100m 폭으로 격리되어 있음

3. 충남 광역생태축의 파편화 : 내부적 파편화

- 충남도는 2009~2010년까지 충남도 생태계의 건강성과 지속성 확보를 위해 광역생태축을 설정하였으며 핵심생태축에 대해서는 연결성 확보를 우선에 두고 있음
- 2009년부터 2011년까지 정밀 조사 결과 핵심생태축의 경우 94개 지점에서 단절이 발생함에 따라 산림이 파편화되고 있음을 확인하였음
- 이러한 내부적 단절로 인해 산림은 파편화가 지속되고 있으며 이로 인해 충남의 (산림)생태계는 건강성과 산림 공간 내 서식 생물종의 지속성을 보장하기에는 한계가 있음



그림 7. 충남 광역생태축(네트워크)과 한반도 생태축 단절 지점

- 단절에 의한 피해 정도와 규모 등을 분석하여 연결 및 복원이 우선시 되는 지점 14곳을 선정하여 연결 사업을 추진하고 있음

4. 물리적 단절로 인한 유전자 교류 단절 확인

- 충남 광역생태축의 우선 복원 지점 14곳에 대한 유전자 조사에서 실제 유전자 격리가 발생하고 있으며 3곳에서는 뚜렷한 상황임(2012년 연구결과)
- 14곳에 대해 단절 구간 양측에서 설치류(등줄쥐, 흰넓적다리붉은쥐 등)포획하고 양측 개체군간 유전자 단절 정도를 측정하였으며 3지점에서 상대적으로 높은 차이를 보였음

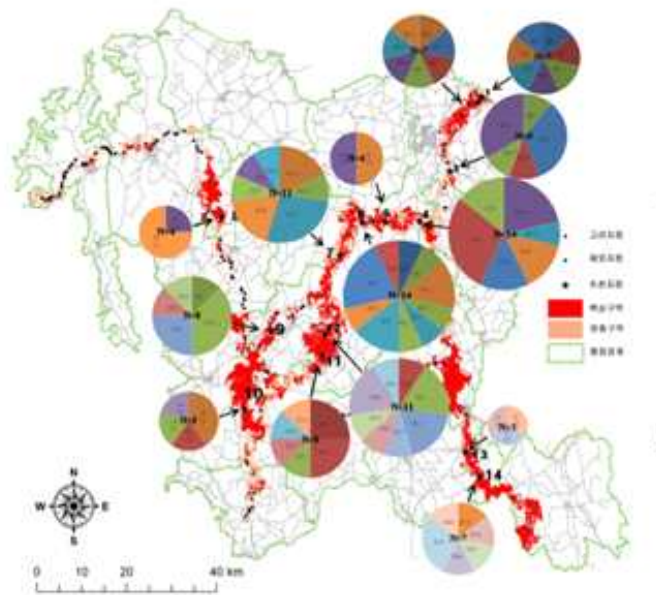


그림 8. 충남 산림생태축 단절 지점의 유전자 격리 정도

- 한반도 축과 단절된 경부선과 호남선 지역에 대한 유전자 검사 결과 실제 유전자 격리가 현저하게 발생하고 있음을 확인하였음(2019년 연구결과)
- 단절 구간에서 도로 양측의 두 곳에서 등줄쥐를 포획하여 개체군별 유전자 격리 정도를 파악한 결과 도로 양측 개체군간 유의미한 유전자 차이를 보였음
- 경부선 단절 구간이 호남선 단절 구간보다 격리 정도가 심한 상황임

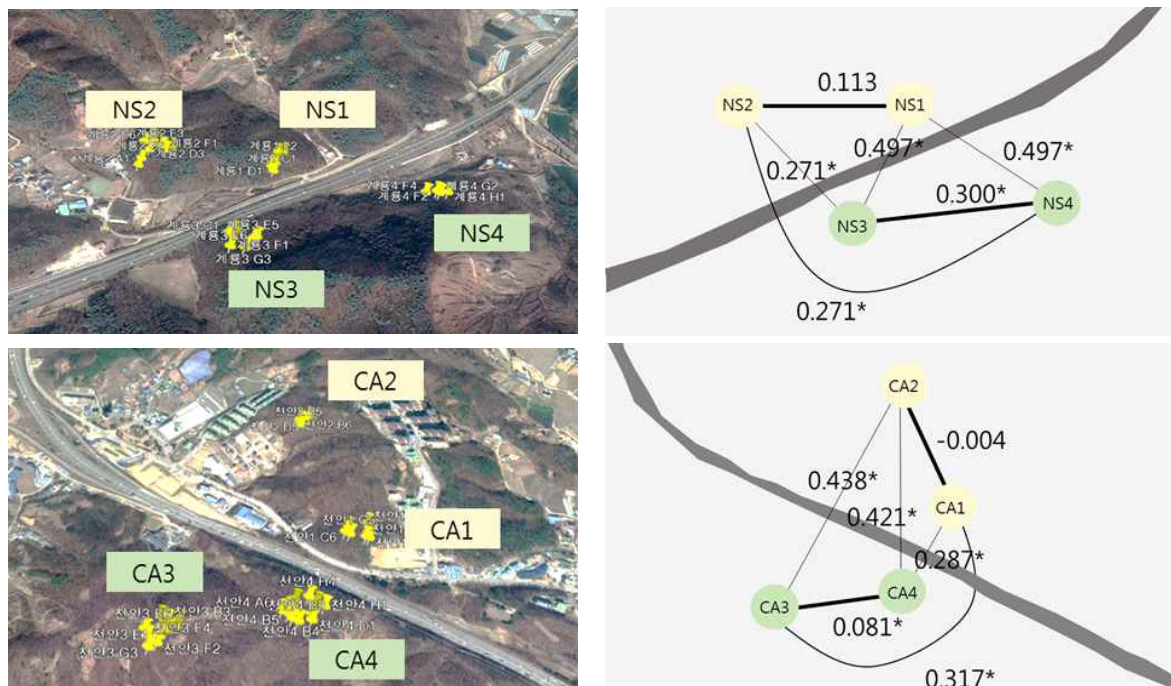


그림 7, 경부고속도로(상)와 호남고속도로(하) 단절 지점 양측 개체군의 유전자 거리 정도

1. 생태축 복원 필요성

- 충남 생태축과 한반도 생태축 사이의 물리적 격리에 의해 야기된 생태적 단절로 인해 유전적 격리가 발생하고 있는 상황이며 이로 인해 섬처럼 고립된 충남 (산림)생태계는 건강한 미래를 보장하기 힘든 상황임
- 따라서, 외부적으로는 한반도 생태축과 연결 확보와 더불어 내부적으로는 충남 광역생태축의 복원 및 연결을 통해 야생동물의 분산과 이동에 대한 보장이 요구됨

2. 복원 사업의 추진 방향

1) 면적인 연결 확보

- 많은 연구에서는 생태축 연결시, 면적인 연결은 선적인 연결보다 이동로로서 활용도 뿐 만 아니라 부가적으로 서식지 기능 효과도 있어 연결 사업의 효과가 높은 것으로 제시되고 있음
- 공사 난이도와 더불어 예산 확보의 효율성을 우선시하여 규모를 축소하고, 좁은 폭의 선적인 연결 사업으로 종결될 경우 생태적 연결 기능은 배제된 채 사람의 왕래만 이뤄지는 육교로 전략될 가능성이 큼
- 최소 50m 이상의 면적인 연결이 확보될 경우 생태적 연결 기능 강화와 더불어

연결 통로 공간 자체가 생물 서식지 기능을 수행과 동시의 시민들의 녹지공원 역할도 수행할 수 있음



그림 8. 면적인 생태축 연결 사례(좌 : 구상도/우: 실제 적용-싱가포르)

2) 생태통로 주변 생태환경 이질성 배제

- 생태통로 내부는 외부에서 도입된 재료가 아닌, 단절구간 좌우의 토양층 (매토 식물 종자와 미생물 포함)과 식물을 사용하여 환경적 이질성을 최소화함
 - 조성되는 생태통로 내부를 양측 산림의 표토층을 활용하여 채울 경우 빠른 식생 정착과 더불어 야생동물의 분포 확산을 용이하게 함
 - 더불어 생태통로 내부의 서식지 기능이 빠르게 회복함
- 환경 이질성을 가급적 배제하고 생태통로의 서식지 기능 강화를 위해 단순 경관 조성을 위한 초화류 식재, 조경수 식재 등의 공사는 가급적 자제해야 함



그림 9. 주변 산림 표토층을 활용하여 조성된 생태통로 내부

3) 충남 광역생태축과 연결 확보

- 충남 내부에 위치한 산림 생태축의 핵심축이 단절되어 있는 상황이므로 외부적으로는 한반도 생태축 연결과 더불어 내부적으로는 충남 핵심축의 연결도 함께 추진되어야 함
- 한반도 축 연결이 우리 몸의 대동맥을 잇는 것이라면 광역축의 핵심축 연결은 단절된 동맥을 잇는 격임
- 유전자 단절 정도가 상대적으로 높은 3지점(천안, 공주, 청양)을 우선으로 연결 사업을 추진하는 것이 바람직함

04 기대 효과와 결론

1. 사업 추진 기대효과

1) 건강한 충남, 한반도 생태계 지속 기대

- 한반도 생태축과 연결을 통해 충남 생태계의 지속성을 확보함
 - 한반도 산림과 단절, 파편화 개선으로 충남 산림의 지속성이 확보되며 백두산 호랑이가 칠갑산까지 유입이 가능함
- 더불어 한반도 생태축 또한 충남 생태계와 연결됨으로써 면적인 확장과 다양성과 건강성을 확보함
 - 한반도 생태계는 충남 생태계와 연결을 통해 지역적 생태계 다양성을 확보하여 지속성이 더욱 보장됨

2) 민족 정서의 회복

- 민족의 정서인 맥(脈) 연결을 통해 백두의 정기가 칠갑산까지 이어지게하며 걸어서 칠갑산에서 백두산까지 닿을 수 있는 심리적 기대감을 증폭시킴

2. 결론

- 충남 생태계는 고속도로 개설로 인해 한반도 생태축과 단절되어 섬처럼 고립된 상황이며 고립에 의한 야생동물의 유전자 단절도 확인되었음
- 충남 생태축은 내부적으로 곳곳에 단절 구간이 위치하며 몇몇 지점은 상대적으로 유전자 단절이 높은 상황임
- 단절에 의한 고립 상태가 유지된다면 충남 생태계는 절멸할 가능성이 있으며 한반도 생태축과 외부적 연결과 충남 생태축의 내부적 연결을 통해 지속성을 확보해야 함
- 단절된 지점을 잇는 생태통로는 가급적 면적인 확보가 필요하며 생태통로의 내부는 생태적 이질성 배제와 원활한 동물 이동을 바탕으로 하는 빠른 회복을 위해 인근의 표토를 사용하여 조성되어야 함
- 한반도 생태축 연결 사업을 통해 충남 생태계의 건강한 미래가 보장됨은 물론 한반도 생태축의 다양성 확보와 민족 정서의 회복이 기대됨