



문의 : 담당자 연락처(한승주, 이운선 02-888-2744)  
 연구단장/연구책임자 이항 교수(02-880-1274) / 제 1 교신저자  
 연구단/연구진 최성경, 전수원 연구원(02-880-1240) / 공동 제1저자

## “설악산 산양과 울진 산양은 다르다”

- DNA 분석으로 국내 야생산양 개체군의 유전적 구조 처음 규명
- 국내 서식 산양은 유전자 구성이 서로 다른 두개의 소개체군으로 구분됨을 확인
- 한국 산양 복원·관리에 있어 유전자 다양성과 개체군 구조를 고려할 필요가 있음

Genetic diversity and population structure of the long-tailed goral, *Naemorhedus caudatus*, in South Korea

### □ 내용

- 한국 산양(*Naemorhedus caudatus*)은 세계적으로 희귀한 멸종위기종으로, 한반도 백두대간을 중심으로 중국 북동부, 러시아 연해주에만 분포한다. 그러나 지금까지 국내에 서식하는 산양 개체군의 유전적 다양성<sup>(1)</sup>과 유전적 개체군 구조<sup>(2)</sup>에 대한 연구는 지금까지 이루어지지 않았다.
- 서울대학교 수의과대학 야생동물유전자원은행(대표 이항 교수) 연구팀이 국내 최초로 집단유전학 분석법<sup>(3)</sup>을 적용하여 한국산양의 유전자 다양성 분석을 실시하였다. 국내 야생에 서식하는 산양 57개체의 유전자 분석 결과, 우리나라 산양은 대관령을 분기점으로 하여 북부와 남부, 두 개의 소개체군으로 이루어진 유전적 구조를 갖고 있음을 밝혀내었다.
- 북부 소개체군은 고성, 양구, 화천, 설악산을 포함하는 강원 북부지역의 산양 집단으로 이루어져 있고, 남부 소개체군은 삼척, 울진을 포함하는 강원 남부와 경북 북부지역 집단으로 이루어져 있었다.
- 남부 소개체군의 유전적 다양성이 북부보다는 다소 낮았으나, 두 소개체군의 전반적 유전적 다양성은 일본 산양 등 근연종의 다양성 정도와 비슷하거나 높

은 수준을 보였다.

- 이와 같이 두 집단 유전적 분화 현상이 일어난 원인은 두 집단 서식지 사이에 산양의 서식과 이동을 제한하는 장애물이 존재하기 때문일 것으로 생각된다. 즉, 두 집단 사이에 위치한 대관령 지역은 적설량이 높으며, 평탄한 지형을 이루고 있어 산양의 서식지 및 이동 통로로서 적합하지 않은 것으로 알려져 있다. 그러므로 산양의 서식지로서 적합하지 않은 대관령 지역이 오랫동안 북부와 남부 산양 집단 사이의 유전적 교류를 제한하는 생태적, 지리적 장애물로 작용해 왔을 것으로 생각된다.
- 산양 개체군의 유전적 구조가 자연적인 요인에 의한 것일 가능성이 크고, 두 집단이 보통 수준의 유전적 다양성을 유지하고 있는 것을 고려할 때, 현재 상황에서 유전자 다양성 제고를 위해 두 집단 사이에 인위적으로 개체들을 이동시킬 필요성은 크지 않은 것으로 판단된다.
- 한국산양을 포함한 멸종위기종의 효율적 보전을 위해 개체군과 서식지 보전·관리 방안을 수립함에 있어 본 연구와 같은 유전자 다양성과 개체군 유전적 구조에 관한 기본적 정보가 필수적임을 보여준다.
- 또한 이러한 멸종위기 야생동물의 유전자 연구를 위한 유전자 시료의 수집과 보존이 체계적으로 이루어져야 함을 지적한다. 예를 들어, 본 연구를 위한 한국 산양의 유전자 시료는 한국야생동물유전자은행이 폐사한 산양의 조직 시료를 지난 15년에 걸쳐 수집함으로써 이루어졌다.
- 본 연구는 한국연구재단의 연구비 지원으로 이루어졌으며 연구결과는 유전학 분야 국제학술지 <Genes and Genetic Systems> 2015년 90호에 게재되었다.

- [붙임] 1. 연구결과      2. 용어설명      3. 그림설명  
4. 연구진 이력사항

## 연구결과

### 한국에 서식하는 산양의 유전자 다양성과 개체군 유전학적 구조

Genetic diversity and population structure of the long-tailed goral, *Naemorhedus caudatus*, in South Korea

Sung Kyoung Choi, Suwon Chun, Junghwa An, Mu-Yeong Lee, Hyeon Jeong Kim, Mi-Sook Min, Soo-Wan Kwon, Tae Young Choi, Hang Lee, Kyung Seok Kim

Genes & Genetic Systems Vol. 90 (2015) No. 1 P 31-41

<http://doi.org/10.1266/ggs.90.31>

산양(*Naemorhedus caudatus*)은 국제적인 멸종위기종이며, 중국 북동부, 러시아 연해주, 한반도 동부지역을 중심으로 분포한다. 한국 내에서 산양 개체군은 작고 불안정한 상태에 있으며, 그에 따른 효율적인 보전정책이 시급한 상황이다. 그동안 산양의 진화 및 계통에 대한 연구는 일부 수행되었으나 효율적인 보전 방안을 위해 필요한 집단유전학 수준의 유전자 다양성 및 개체군 구조는 연구된 바가 없다. 본 연구는 한국 산양의 유전자 다양성과 개체군 구조를 파악하기 위해 서로 다른 지역으로부터 57개체의 야생 산양 시료를 수집하고, 마이크로새틀라이트(microsatellite) 12개 좌위를 이용하여 유전자 분석을 수행하였다. 또한 사육 상태의 산양 11개체의 시료도 추가로 분석하였다. 야생에 서식하는 집단은 보통 수준의 유전자 다양성을 유지하고 있었으나 사육되고 있는 그룹에서는 유전자 다양성이 낮았다. 한국에 서식하고 있는 산양의 유전적 구조는 대관령을 분기점으로 하여 북동부지역 집단과 중동부지역의 두 집단으로 구별되었으며, 이와 같은 두 집단의 유전적 분화는 두 집단 사이의 이동과 분산을 제한하는 생태적 장애가 존재함을 시사한다. 이것은 아마도 두 지역 사이에 위치한 대관령 지역의 높은 적설량과 평탄한 지형 등 자연적인 기후 및 지형적 특성이 산양의 서식지 및 이동 통로로서 적합하지 않음에 기인한 것으로 보인다. 한편, 동물원

에서 사육되고 있는 개체들은 북동부 집단과 비슷한 유전적 특징을 보여주었으며, 이것은 이 개체들이 설악산 지역에서 구조된 개체들에서 유래하였다는 기록을 뒷받침한다. 산양의 유전적인 집단 구조가 자연적인 요인에 의한 것일 가능성이 크고 두 집단이 보통 수준의 유전적 다양성을 유지하고 있는 것을 고려할 때, 현재 상황에서 유전자 다양성 제고를 위해 두 집단 사이에 인위적으로 개체들을 이동시킬 필요성은 크지 않은 것으로 판단된다. 이 연구는 한국산양을 포함한 멸종위기종의 효율적인 보전정책 및 복원 계획을 수립함에 있어 이와 같은 집단유전학적 연구가 매우 중요하다는 것을 보여준다.

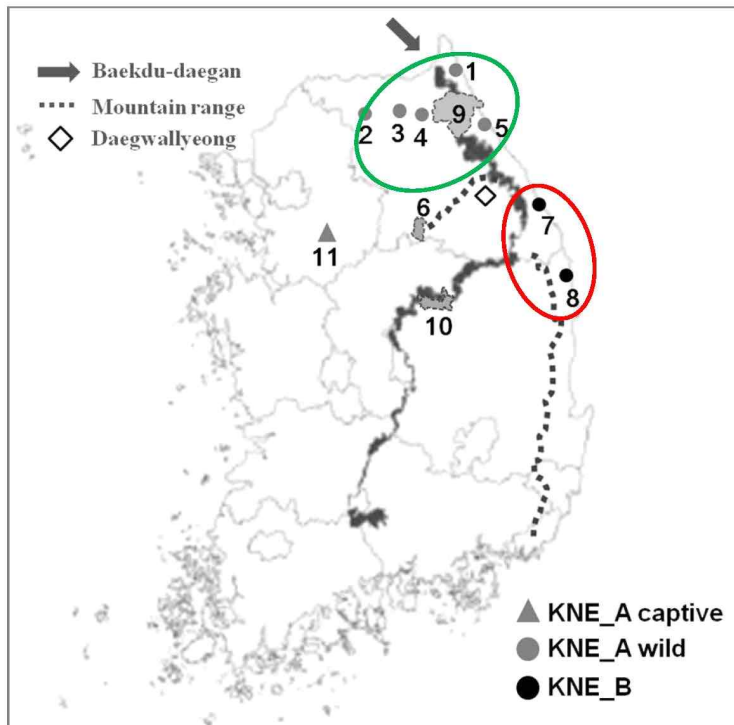
## 용 어 설 명

- (1) <유전적 다양성>이란 개체군 내 개체들 사이에 유전적 변이가 어느 정도나 많은가를 의미한다. 즉, 한 개체군 내 개체 사이에 존재하는 유전적 변이가 많을수록 유전적 다양성은 높으며 이것은 개체군 전체의 환경에 대한 적응력을 높인다.
- (2) <유전적 개체군 구조>란 어떤 개체군 내에 유전적 구성이 서로 다른 소개체군들이 존재하는 현상을 의미한다. 어떤 전체 개체군이 두 개 이상의 소개체군으로 이루어진 유전적 구조를 가지고 있다면, 그 두 개체군 사이에 개체의 이동이 제한됨으로 유전적 분화 현상이 일어나 있다는 것을 의미한다. 오랜 시간에 걸쳐 자연적으로 유전적 분화가 일어난 소개체군들은 각각 별도로 관리해야 하는 독립적인 ‘관리단위(Management Unit)’를 이룬다. 예를 들어 서로 다른 관리단위 사이에 인위적으로 개체들을 함부로 이동시키는 것은 바람직하지 않다.
- (3) 본 연구에서 사용된 <집단유전학 분석법>에서는 마이크로새틀라이트(또는 초위성체)라고 불리는 유전자 마커를 사용하였다. 초위성체는 동식물의 DNA에 존재하는 짧은 염기서열이 반복되는 구조를 말한다. 이 반복 염기서열 구조는 유전체 내에 널리 분포하면서 개체 및 개체군간 변이가 심하여 개체 및 개체군의 유전적 특성을 나타내는 표지 유전자로 유용하며, 개체식별, 친자확인, 법의학 연구, 야생동물의 집단유전학 연구 등에 널리 쓰여지고 있다.

## 그림 설명



그림 1. 한국 산양(*Naemorhedus caudatus*)의 사진. 한국 산양은 한반도 백두대간을 중심으로 중국 북동부, 러시아 연해주 일부 지역에만 분포하는 세계적으로 희귀한 멸종 위기종이다. 위 사진들은 2015년 8월 설악산에서 촬영된 것이다(사진 설악녹색연합 박그림 제공).



1. 고성 (n=6)
2. 화천 (n=6)
3. 양구 (n=4)
4. 인제 (n=6)
5. 양양 (n=1)
6. 치악산 (n=1)
7. 삼척 (n=2)
8. 울진 (n=21)
9. 설악산 (n=5)
10. 월악산 (산양 복원 지역)
11. 에버랜드(n=11)

그림 2. 본 연구에 사용된 한국산양 개체들의 유래지역과 북부 소개체군(녹색 타원) 및 남부 소개체군(붉은색 타원)의 표시. 마름모 형태로 표시된 대관령을 분기점으로 북부 소개체군과 남부 소개체군은 유전적으로 분화되어 있음이 본 연구에 의해 밝혀졌다.

## 연구자 이력사항

<제 1 교신저자>

### 1. 인적사항

- 성 명 : 이 항
- 소 속 : 한국야생동물유전자원은행장  
서울대학교 수의과대학 교수
- 전 화 : 02-880-1274
- E-mail : hanglee@snu.ac.kr



### 2. 학력

- 1983 - 1987    경상대학교 학사
- 1987 - 1992    미국 펜실바니아대학 박사

### 3. 경력사항

- 1993 - 현재 서울대학교 교수
- 2002 - 현재 한국야생동물유전자원은행 대표
- 2011 - 현재 (사)한국범보전기금 대표

### 4. 기타 정보

- 환경부 장관상(야생동물 보전 기여, 2009)



## <제 2 교신저자>

### 1. 인적사항

- 성 명 : 김경석
- 소 속 : 아이오와 주립대학 겸무교수 및 서울대학교 수의과대학 겸임교수
- 전 화 : 1-515-357-7859
- E-mail : kkssky@gmail.com, kkim@iastate.edu

### 2. 학력

- 1987 - 1991: 경북대학교 유전공학과 학사 졸업
- 1991 - 1998: 경북대학교 일반대학원 석사, 박사 졸업 (유전학)

### 3. 경력사항

- 2002 - 2008: 미국 농무부 USDA-ARS 박사후연구원
- 2008 - 2012: 서울대학교 수의과대학 연구교수
- 2013 - 현재: 서울대학교 수의과대학 겸임교수
- 2015 - 현재: 아이오와 주립대학 겸무교수

### 4. 기타 정보

- 67건 논문 발표, 1 북챵터 저자, 연구책임자로 5건 연구비 수주,  
USDA-ARS 다수 수상경력