

GIS로 (지리정보시스템)

야생동물 서식지도 만든다

글_ 박중화 서울대학교 환경대학원 교수 rsgis@snu.ac.kr

우 리 나라의 야생동물은 엄청난 수난을 겪고 있다. 빗간간 보신문화 때문에 수렵은 물론 독극물과 올가미를 이용한 밀렵으로 야생동물의 씨를 말리고 있다. 최근에는 대규모 주거 및 산업용지를 조성하기 위해서 야생동물의 터전이 되는 자연을 마구 잡이로 훼손하고 있다. 또한 고속도로, 철도, 도로 등에 의해서 백두대간은 물론 전국의 자연녹지를 작은 조각으로 토막내어서 대형포유동물의 이동로도 차단하고 있다.

이와 같은 서식지 면적의 축소 및 단편화로 인하여 넓은 서식지 면적을 필요로 하는 호랑이, 표범 등의 야생동물은 멸종되었다. 또한 1970년대까지 가끔 목격 혹은 포획되던 늑대는 동물원의 우리 안에서 명맥을 유지하고, 환경적응력이 뛰어나서 일본과 중국을 포함한 북반구 넓은 지역에 분포하는 여우도 야생상태에서 존재하지 않는 것으로 파악되고 있다. 지리산 국립공원에 반달가슴곰을 복원시키려는 노력도 서식지의 축소 및 단편화의 문제를 극복하는 것이 필수적이다.

서식지 및 이동로 파괴로 포유동물 멸종위기

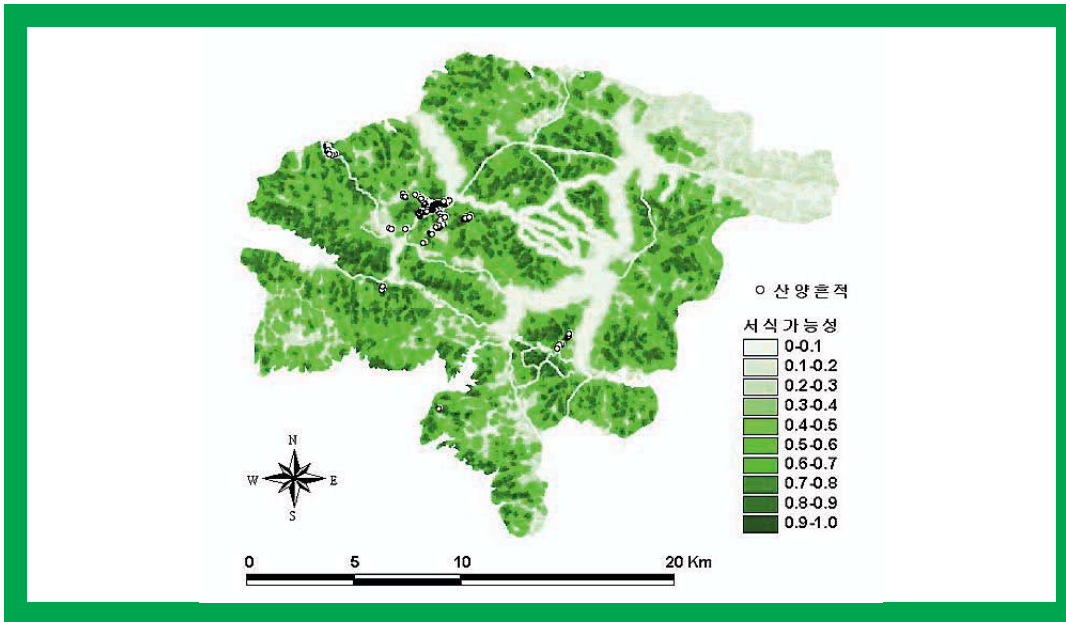
근래에 들어 자연환경 보전을 위한 각종 법규 정비는 그나마 다행스러운 일이다. 희귀종-멸종위기종과 그 서식지는 문화재보호법에 의거하여 천연기념물로 지정-보호되고 있다. 우리 나라에서는 한라산과 설악산의 상당부분이 천연기념물로 지정되었지만 여타

지역은 동물 서식지가 아닌 인간의 경제활동 공간으로 관리되고 있다.

천연기념물로 지정된 산양, 수달 등의 서식지가 도로개설, 전원주택단지 개설로 파괴되는 사례는 수없이 많다. 자연환경보전법에 의한 생태자연도는 생물다양성이 높은 지역과 희귀 혹은 멸종위기종의 서식지를 개발로부터 보호하도록 규정하고 있다. 또한 2003년 12월에 제정된 야생동·식물보호법은 멸종위기종과 같은 특정 야생동물의 서식지를 특별보호구역으로 지정하여 보호할 수 있는 근거를 제공하고 있다. 우리 나라는 사유토지의 비율이 대단히 높고, 지가가 비싸기 때문에 자연생태계 보전지역의 사유지를 매수하기가 곤란하고, 개발규제를 시행하면 극심한 반발을 초래한다.

선진국에서의 야생동물의 서식지 연구추세는 첫째, 종다양성이 높은 지역 또는 법적 보호대상 종의 도래지와 번식지에서의 종의 풍부도 혹은 개체군의 크기를 조사하고, 서식지내의 환경조건의 공간적 변이를 연구한다.

둘째, 본격적인 서식지 연구는 미국의 야생동물보호청에서 1970년대 중반부터 서식지 평가절차와 서식지 적합성지수 (Habitat Suitability Index)의 개발에서 시작한다. 셋째, 미국의 주단위로 시행된 GAP(Gap Analysis Program)는 GIS(Geographic Information System)를 활용하여 야생동물-서식지 관계모형(Wildlife Habitat Relationship Model)을



〈그림 〉
탐방로와 도로의
영향을 반영한
설악산국립공원의
산양 서식지적합성
평가모형

구축하고, 포유류, 조류, 양서파충류, 어류 등의 분류군의 종별 서식지적합성을 분석하고, 종다양성이 높은 지역 중에서 장기적 보전목적의 관리대상에서 누락된 지역을 추출하여 그 보전방안을 강구하고 있다.

우리 나라는 1994년부터 GIS를 이용한 서식지 적합성평가에 대한 연구를 시작했다. 즉, 1994년부터 3년간 한국과학재단의 특정연구과제로서 ‘생물다양성 보전을 위한 점봉산 자연보전지구의 생태적 구조와 기능분석’ 과제가 선정되어 멧돼지 등의 포유동물 서식지 적합성 분석모형연구를 시작하였다. 이어서 2000년 9월부터 3년간 한국과학재단의 목적기초연구과제로 ‘GIS를 이용한 야생동물 서식지 모형 개발: 설악산 국립공원을 대상으로’가 선정되어 산양, 수달, 조류의 서식지 적합성모형 개발을 통한 야생동물 서식지도 작성 방법론을 개발하였다.

GIS 이용 1:25,000 서식지도 작성

GIS를 이용한 야생동물의 서식지도는 일정한 순서에 의하여 작성된다. 첫째, 연구대상 야생동물의 번

식지 선정, 먹이섭취활동, 인간간섭에 대한 민감성 등의 환경요구도를 문헌조사 및 전문가 면접을 통하여 수집한다.

예를 들면 왜가리는 각종 물고기 및 양서류의 서식 밀도가 높은 하천, 습지, 논 등에서 가깝고, 강풍으로부터 보호되고, 양지 바른 야산 중에서 도로 혹은 취락 등으로부터 상당히 격리된 산림에 등지를 짓는다. 원앙은 하천에 인접한 노목의 수동(樹洞) 즉 구멍에 등지를 틀고, 물총새는 하천변 토사비탈면의 구멍에 등지를 만든다. 따라서 각 생물종의 환경요구도에 입각하여 서식지적합성 인자를 구비한 곳을 GIS를 이용하여 분석한다.

둘째, 수치지형도를 이용하여 환경분석을 위한 지리정보 데이터베이스를 구축한다. 이 과정에서는 지형도, 임상도, 정밀토양도 등의 지도와 지구자원탐사 위성 등의 영상자료를 이용한다. 설악산 등의 산지에 고립되어 생존하고 있는 산양은 급경사 바위, 능선, 소규모 소나무 분포지역, 겨울철의 적설기간 중에는 양지 바른 곳, 도로 및 탐방로에서 상당히 격리된 지

역에 분포하고 있다.

따라서 수치지형도를 이용하여 이러한 환경조건을 구비한 지역을 추출하고, 위성영상 분석 혹은 항공사진 판독을 통하여 적합한 지피식생분류도면을 마련한다. 이 경우에 야생동물 서식지도의 축척은 그 사용목적에 따라서 다르게 결정된다. 미국의 GAP는 주단위의 종다양성 우수지역 및 추가적인 보전지역 지정 우선순위가 높은 지역을 추출하는 것이 목적이었기 때문에 1:100,000 이하의 소축척 지도를 사용할 수가 있다.

우리 나라에서는 서식지도 작성에 필수적인 임상도, 토양도 등의 자연환경 관련 주제도는 1:25,000으로 제작되기 때문에 이 축척을 이용하고 있다. 그러나 국립공원의 경계선은 1:5,000 지도로 표시하고, 법적보호대상 동물의 서식을 이유로 사유지의 개발을 규제하고자 할 경우에는 1:5,000 이상의 대축척 지도에 그 경계선을 표시하여야 실효성을 얻게 되지만 기초도면 제작에 너무나 큰 비용이 소요되는 문제점이 있다.

셋째, GPS를 이용한 현지조사를 통하여 연구 대상 종의 출현 지점의 좌표를 수집한다. 야생동물의 대부분은 인간의 접근을 두려워하여 도주하기 때문에 차선택으로 흔적조사를 시행한다. 즉 배설물, 먹이섭취 흔적, 번식 및 휴식지의 흔적, 영역표시 등 지점의 좌표를 GPS를 이용하여 측정, 기록한다. 산양은 서식지의 특정 장소에서 반복적으로 배설하기 때문에 배설물 분포지역의 좌표를 측정한다. 멧돼지는 다람쥐 등에 의한 도토리 매장지역 혹은 얼레지 등의 구근 분포지역을 파헤친 곳 혹은 흙탕목욕 흔적의 좌표를 기록한다.

〈그림 1〉에 제시한 설악산국립공원의 산양서식지 적합성모형 연구의 경우에는 백담계곡의 지류인 흑선동 계곡(유역면적 10km²)에서 139개 흔적의 좌표를 수집하여 적합성 모형 구축에 사용하고, 공원의 여타

지역에서 47개의 좌표를 수집하여 모형의 정확도 검증에 이용하였다.

넷째, 각 야생동물 종별 서식지 적합성을 평가하기 위한 환경변수의 유용성 검증과 GIS 분석모형을 구축한다. 야생동물의 서식지 이용 및 유용성(availability)의 관점에서 서식지의 선호 혹은 기피 여부를 평가하는 것이 필요하다. 수치지형도와 위성영상에서 얻은 잠재적인 환경변수의 주제도와 연구대상 야생동물의 흔적 밀도분포를 비교하여 정규분포를 이루는지의 여부 및 x2검정을 실시하여 서식지 환경변수로서의 유용성을 검증하였다.

미국 등의 선진국에서는 로지스틱 회귀모형과 다기준평가기법을 야생동물 GIS분석모형으로 이용하고 있다. 로지스틱 회귀모형은 설명변수로 연속형과 범주형 자료를 모두 활용할 수 있는 장점을 갖고 있다. 그러나 이 모형은 비출현 자료 선정에서의 객관성을 유지하기 곤란하고, 폭 넓은 현장 관측자료를 필요로 하기 때문에 방대한 조사비용과 시간을 필요로 하는 단점을 지니고 있다.

다기준평가모형은 퍼지집합이론(fuzzy set theory)을 이용하여 기존 회귀모형에 의한 정보손실을 최소화할 수 있고, 전문가 지식을 활용하여 변수들의 가중치를 적용할 수 있다.

위성으로 위치 파악해 생태통로 만들어야

마지막으로 서식지적합성평가모형의 정확도를 평가한다. (그림1)의 설악산국립공원의 산양서식지 적합성 모형의 경우에는 산양의 서식지 적합도를 0-1의 스케일로 표시하였고, 서식지 적합도가 높은 곳은 짙은 색상으로 표시하였다. 모형구축에 이용된 산양 흔적 좌표의 93.9%가 서식지 적합도 0.5 이상으로 평가된 지역에 분포하고, 모형의 정확도 검증 목적으로 수집된 47개 흔적 중에서 45개도 서식지 적합도 0.5 이상 지역에 분포하여 본 평가모형은 높은 정확

