

GIS를 이용한 조류의 서식지 분포모형 개발*

- 설악산 국립공원을 대상으로 -

장우영* · 박종화* · 이우신**

*서울대학교 환경대학원 · **서울대학교 산림자원학과

I. 서론

우리나라의 야생동물 조사는 주로 조사대상지역의 종목록 및 개체수 조사에 국한된다. 환경부의 전국 생태계 기초조사 등에서는 관측된 동물의 위치를 GPS로 측정하지만 야생동물의 서식지 분포를 정확하게 기록하지 못하고 있다. 미국 등지에서는 야생동물 출현지점의 자연환경 및 인간의 간섭 등을 고려하여 야생동물 서식지 적합성을 평가하는 기법이 개발되고 있다. 특히 법적 보호대상 동물의 서식지는 핵심서식지와 완충지역의 경계를 명확히 구획하여 보호지역의 지정 및 환경영향 평가 등의 인허가 단계에서 주요 기준으로 활용하고 있다. 우리나라의 경우 멧돼지(서창완 2000), 산양(최태영 2002) 등은 개별종의 서식지 적합성을 평가하였고, 홍성학(1998)은 하천구간별 어류서식지 적합성 및 종풍부도를 연구한 사례가 있다.

설악산국립공원 (면적 약373Km²)은 1965년에 천연기념물(천연보호구역) 제171호로 지정되었고, 1970년에 국립공원 제5호로 지정되었다. 또한 UNESCO에 의해 한국 유일의 생물권 보존지구로 지정된 곳이다. 그러나 집단시설지구, 관통 및 접근 도로 등에 의한 서식지 축소 및 단편화, 탐방객에 의한 조류서식지 악화 등의 영향을 정확하게 평가하지 못하고 있다. 특히 조류는 텃새의 경우에도 이동성이 크고, 철새의 체류기간이 상이하서 종별 서식지의 범위 및 종 다양도가 특별히 높은 지역에 대한 상세한 정보가 없는 실정이다.

본 연구의 목표는 GIS를 이용하여 설악산에 서식하는 조류의 서식지적합성 모형을 개발하여 법적 보호종이 서식하거나 종풍부도가 높은 지역을 추출하는 것이

다. 이 연구결과는 설악산국립공원의 조류보호계획의 기초정보를 제공하고, 우리나라의 야생동물 서식지 보전 필요성이 높은 지역을 확인하여 각종 개발에 의한 서식지 축소 및 단편화의 피해를 최소화할 수 있다.

II. 연구방법

1. 자료수집 및 DB구축

설악산 국립공원의 백담사에서 대청봉에 이르는 지역과 신흥사에서 대청봉에 이르는 지역에서 등산로를 따라서 2001년부터 선조사법에 의한 조류군집조사를 실시하였다. 선조사법은 시속 1.5~2km 정도로 걸어가면서 그 양쪽 일정 폭에서 노랫 소리, 울음 소리, 목격 등에 의해 확인된 조류의 종 및 개체수를 기록하는 방법이다. 우리 나라와 같이 산악지역이 많은 지역에 적합하며, 일반적으로 이용되는 관찰 폭은 한쪽이 25m 또는 50m이다. 또한 고도는 100m 간격으로 조사를 하였으며, 출현한 조류를 쌍안경과 육안관찰, 울음소리로 종 및 개체 수를 동정한 후 야장에 기록하였다.

GIS분석에 필요한 자료를 위해서 1:25,000의 수치지형도와 임상도, Landsat TM 영상 (2000년 9월 20일) 등을 이용하여 표고, 향, 수계, 임상, 영급을 포함하는 GIS DB를 구축하였다.

2. 조류서식지 적합성 평가 인자의 선정

야생동물의 개체군은 먹이, 커버, 물, 그리고 공간적

*: 본 연구는 한국과학재단 2000년 목적기초연구(과제번호 2000-2-51300-002-3)의 지원에 의하여 수행한 연구성과물의 일부임

인 요구 조건들을 충족시킬 수 있는 환경에 의해서 서식지를 결정한다. 미국의 GAP 프로그램은 관련 문헌과 전문가 의견을 토대로 종의 목록, 분포도, 서식지 요구인자, 등을 고려하여 야생동물서식지관계모형 (Wildlife Habitat Relationship Models)을 광범위하게 이용하고 있다 (Scott et al 1993). 조류서식지는 번식장소 및 주요 먹이섭취지역과 같이 핵심서식지(Core zone)와 보조서식지(Buffer zone)로 구분할 수 있다. 설악산국립공원과 같은 생태적 보전지역은 조류의 핵심 서식지 보호가 중요하기 때문에 본 연구의 서식지 적합성 평가는 핵심서식지와 보조서식지를 구분하여 평가하였다.

본 연구의 조류 서식지 적합성 평가 모형은 다음의 세 단계로 구성된다. 첫째, 설악산국립공원의 조류 관련 문헌을 검토하여 법적 보호종 및 희귀종, 우점종, 여러 문헌에서 중복되는 종을 선정하고, 현장 조사와 함께 전문가 집단의 자문을 받아서 분석 대상종을 선정하였다. 둘째, 조류도감 등의 문헌 자료 및 조류 전문가와의 면담을 통해서 대상 종의 서식지 요구도를 선정하였다. 셋째, 취합된 자료는 GIS를 이용하여 분석 한 후 개별 종의 서식지 적합성 평가도면을 작성하였다. 넷째, 각 종의 서식지 적합성 도면을 전문가에게 보여주고, 평가인자를 수정하거나 현재상태로는 서식지 적합성 평가의 정확도에 큰 의문이 가는 종은 추후 수정 대상으로 지정하였다.

본 연구에서 GIS를 이용한 각 조류종별 서식지 적합성 평가는 식생, 임연부와의 거리, 수계와의 거리 등을 평가인자로 사용하였다. 조류서식지는 임연부 혹은 수계접근성과 깊은 상관관계가 있다. 박새(*Parus major*)는 주로 활엽수림과 임연부에서 관찰된다는 전문가집단의 의견에 입각하여 분석을 하였으며, 임연부의 공간적 범위에 관한 국내 연구 자료를 발견할 수 없었다. 따라서 미국의 Wisconsin주의 Gap 분석에 사용된 숲의 안팎 9m의 범위를 적용하였다. 또한 본 연구에는 수계를 중심으로 서식하는 물까마귀(*Cinclus pallasii*), 노랑할미새(*Matacilla citreola*)와 큰유리새(*Cyanoptila cyanomelana*)가 포함되고 있다. 물까마귀(*Cinclus pallasii*)는 수계 이외에서 출현하지 않는다는 전문가집단의 의견에 따라서 수변의 버퍼를 설정하지 않았다. 노랑할미새(*Matacilla citreola*)는 얇은 물, 특히 급류의 개울, 호숫가에서 분포하며(원병오 1996), 본 연구에서는 전문가의 의견을 참조하여 주서식지는 1차 및 2차 하천의 양측 경계를 기준으로 15m의 버퍼, 3차 및 4차 하천에서

는 수계 양측 경계를 기준으로 30m의 버퍼를 적용하였다. 보조적 서식지는 1차 및 2차 하천은 30m의 버퍼, 3차 및 4차 하천은 60m의 버퍼를 설정하였다. 큰유리새(*Cyanoptila cyanomelana*)는 조류전문가의 자문에 따라서 주서식지는 1~4차 하천 모두 수계의 15m의 버퍼, 보조적 서식지는 30m의 버퍼를 적용하였다.

3. 설악산 조류서식지 평가 인자의 추출

설악산국립공원의 조류상에 관한 문헌은 비교적 풍부하다. 즉 한국자연보존협회의 조사 (원병오 1980)는 105종, 국립공원관리공단의 조사 (채희영 1997, 1999)는 94종의 조류를 보고하고 있다. 그러나 이들 조사는 종목록을 제시한 것에 불과하고, 관측 지점의 좌표 혹은 서식지 환경에 관한 자료가 미비한 문제가 있다. 따라서 본 연구 대상종은 조류전문가 집단의 검토를 통해서 설악산 지역의 우점종, 법적 보호 대상종 중에서 GIS를 이용하여 서식지 적합성 분석이 가능한 최소한의 기초 자료를 포함(이우신 등, 2002)한 조류 10과 23종을 선정하였다. 이중에 포함된 주요 종은 천연기념물 제242호 까막딱다구리(*Dryocopus martius*), 천연기념물 제324호 소쩍새(*Otus scops*), 천연기념물 제323호 참매(*Accipiter gentilis*), 환경부지정 보호종인 아물쇠 딱다구리(*Dendrocopos canicapillus*), 희귀종인(이우신 외 2002) 진홍가슴(*Luscinia calliope*)의 5종을 포함하고 있다.

III. 연구 결과 및 고찰

1. 조류 종별 서식지 적합성 평가

본 연구대상 23종의 서식지 적합성을 아래의 박새과 조류 평가와 유사한 방법으로 수행하였다. 한반도 전역과 제주도 및 울릉도에서 번식하는 대표적 산림성 조류인 박새(*Parus major*)는 원병오(1981, 1996), 이우신(1994, 2000)에 의하면 산림과 임지에서 서식하는 기록되고 있다. 이 기준을 적용하면 설악산의 대부분을 박새서식지로 평가하게 된다. 그러나 박새(*Parus major*)는 주로 활엽수림과 임연부에서 관찰된다는 전문가집단의 의견에 입각하여 활엽수림과 임연부를 분석 인자로 선택하였다. 임연부의 공간적 범위는 전술한 바와 같이

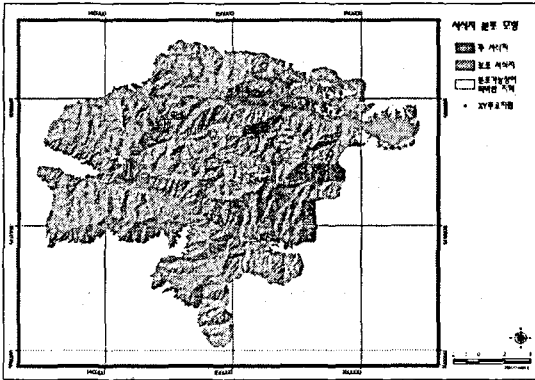


그림 1. 박새(*Parus major*)의 서식지 적합성 평가

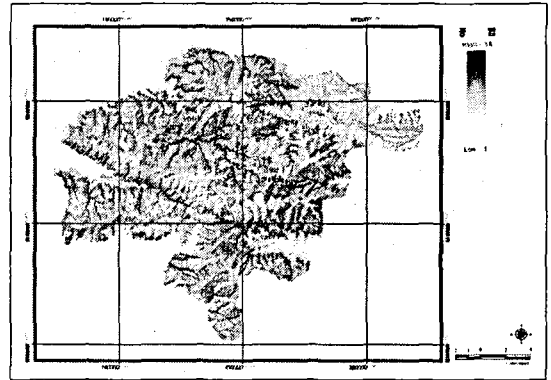


그림 2. 설악산 국립공원 조류종 풍부도

미국의 Wisconsin주의 Gap 분석에 사용된 숲의 안팎 9m의 범위를 적용하였다. 설악산에서의 조류조사 결과(이우신 외 2002)에 의하면 박새(*Parus major*)는 해발 700m 이하에서 주로 관찰되고, 해발 900~1000m에서도 일부 관찰되었다. 따라서 박새(*Parus major*)의 핵심서식지는 표고 700m 이하로 하고, 보조서식지는 700~1100m까지의 범위로 선정하였다. 그 결과는 그림 1과 같이 설악산 국립공원의 박새(*Parus major*)의 주서식지 (259.15km²), 보조적 서식지(91.27km²) 및 분포 가능성이 희박한 지역의 면적은 14.58km²로서 각각 전체면적의 71%, 25% 및 4%를 점유한다.

진박새(*Parus ater*)는 산림(원병오 1996) 중 침엽수림을 선호한다(이우신 2000)는 기록과 주로 고지대에 위치한다는(윤무부 1997) 기록에 입각하여 침엽수림, 고도, 임연부(원병오 1996)의 세 가지 평가기준을 이용하여 분포 모형을 만들었다. 또한 곤줄박이(*Parus varius*)는 산림에서 서식하고 수동에 등지를 만들어 번식한다는 문헌(원병오 1996, 이우신 2000)과, 설악산 조류조사팀이 관찰한 활엽수림 고도 선호도를 평가기준으로 이용하였다.

2. 조류 종 풍부도 예측

본 연구에서는 10과 23종의 조류 서식지 적합성 평가를 실시하였다. 그러나 쇠유리새(*Luscinia cyane*)와 산술새(*Phylloscopus coronatus*)의 서식지 적합성 예측결과는 조류 전문가 집단의 검토과정에서 정확도가 의문시된다는 판정을 받았다. 따라서 총 21종의 서식지 적합성 모형을 종합하여 그림 2와 같이 설악산 국립공원

의 조류 종 풍부도를 예측하였다. 이것은 공원 내 해당 지점에서 출현할 것으로 예상되는 종의 수를 표현한다. 각 종의 서식지 적합성 모형은 핵심서식지, 보조서식지, 분포가능성이 희박한 지역의 3단계로 구분하였다. 이를 통합하기 위해서 핵심서식지 2점, 보조서식지 1점, 분포가능성이 희박한 지역을 0점으로 점수를 부여한 후, 각 지도를 GIS의 도면 중첩기법을 이용하여 통합하였다. 상기 예측 결과치를 등간격 기준으로 상, 중, 하의 3단계로 구분한 결과 각각 전체면적의 44.23%, 51.11%, 및 4.66%를 점유한다. 백담사, 백담산장, 영시암을 잇는 백담계곡 방향으로 조류 종 분포가 높게 나타났으며, 대청봉, 중청봉, 소청봉 등의 주요 능선의 조류종 풍부도는 중간으로 평가되었다.

3. 조류보호 우선순위가 높은 지역의 추출

조류보전계획의 우선순위는 다음의 기준을 적용할 수 있다. 첫째 기준은 법적 보호종의 핵심서식지로 평가된 모든 지역을 대상으로 할 수 있다. 특히 2종 이상의 보호종의 핵심서식지 및 보조서식지는 최우선 순위를 부여하여야 한다. 중청대피소 부근의 고지대는 참매(*Accipiter gentilis*) 및 진홍가슴(*Luscinia calliope*)의 관찰로 인하여 중요도가 가장 높은 것으로 평가되었고, 그 면적은 전체 면적의 4.22%를 점유한다. 또한 전체면적의 52.27%는 1 ~ 2종의 핵심서식지 및 보조서식지로 예측되어 조류보전계획의 우선순위가 높은 것으로 평가되었다.

둘째 기준은 핵심서식지의 면적이 협소한 것으로 예측된 조류종을 선정하는 것이다. 본 연구에서 핵심서식

지 면적이 설악산국립공원 면적의 10% 이하인 것으로 평가된 종은 수계접근성이 중요 평가인자로 선정된 물까마귀(*Cinclus pallasii*), 노랑할미새(*Motacilla citreola*), 큰유리새(*Cyanoptila cyanomelana*)의 3종, 천연기념물인 참매(*Accipiter gentilis*) 및 소쩍새(*Otus scops*), 희귀종인 진홍가슴(*Luscinia calliope*) 및 잣까마귀(*Nucifraga caryocatactes*)의 7종이다. 진홍가슴(*Luscinia calliope*)은 희귀종으로 조사 시 관찰빈도가 낮았고, 따라서 평가 인자도 제한적이어서 핵심지역의 면적이 좁은 것을 알 수 있다. 참매(*Accipiter gentilis*)와 진홍가슴(*Luscinia calliope*)의 핵심서식지는 대청봉 일대의 작은 조각형태로 분포하고 있다. 진홍가슴(*Luscinia calliope*)의 핵심서식지는 눈잣나무 분포지역이기 때문에 식생군집보호의 중요성이 크다. 잣까마귀(*Nucifraga caryocatactes*)는 눈잣나무 군락에서 주로 관찰되기 때문에 평가모형의 정확도는 높은 반면에 핵

심서식지의 면적이 협소한 것으로 평가된 것으로 판단된다.

인용문헌

1. 서창완(2000) GIS와 로지스틱 회귀분석을 이용한 멧돼지 서식지 모형개발. 서울 대학교 박사학위논문.
2. 원병오(1996) 한국의 조류, 서울: 교학사.
3. 윤무부(1997) 한국의 텃새, 서울: 대원사.
4. 이우신(1994) 우리가 정말 알아야 할 우리 새 백 가지, 서울: 현암사.
5. 이우신, 임신재, 허위행(2002) 설악산국립공원지역에서 고도별 조류군집의 특성, 한국생태학회지 106호, pp109-117.
6. 최태영(2002). 설악산국립공원의 산양특별보호구역 설정, 서울대학교 환경대학원 석사학위논문.
7. 홍성학(1998) GAP analysis 기법을 이용한 중소하천의 어류다양성 예측, 서울대학교 환경대학원 석사학위논문.
8. Scott J. M. et. al. (1993) Gap Analysis: A geographical approach to protection of biological diversity. Wildlife Monographs.