



제주 아고산지대 고유종의 분포 예측과 멸종위험성 평가: 기후변화와 기주식물 감소의 영향



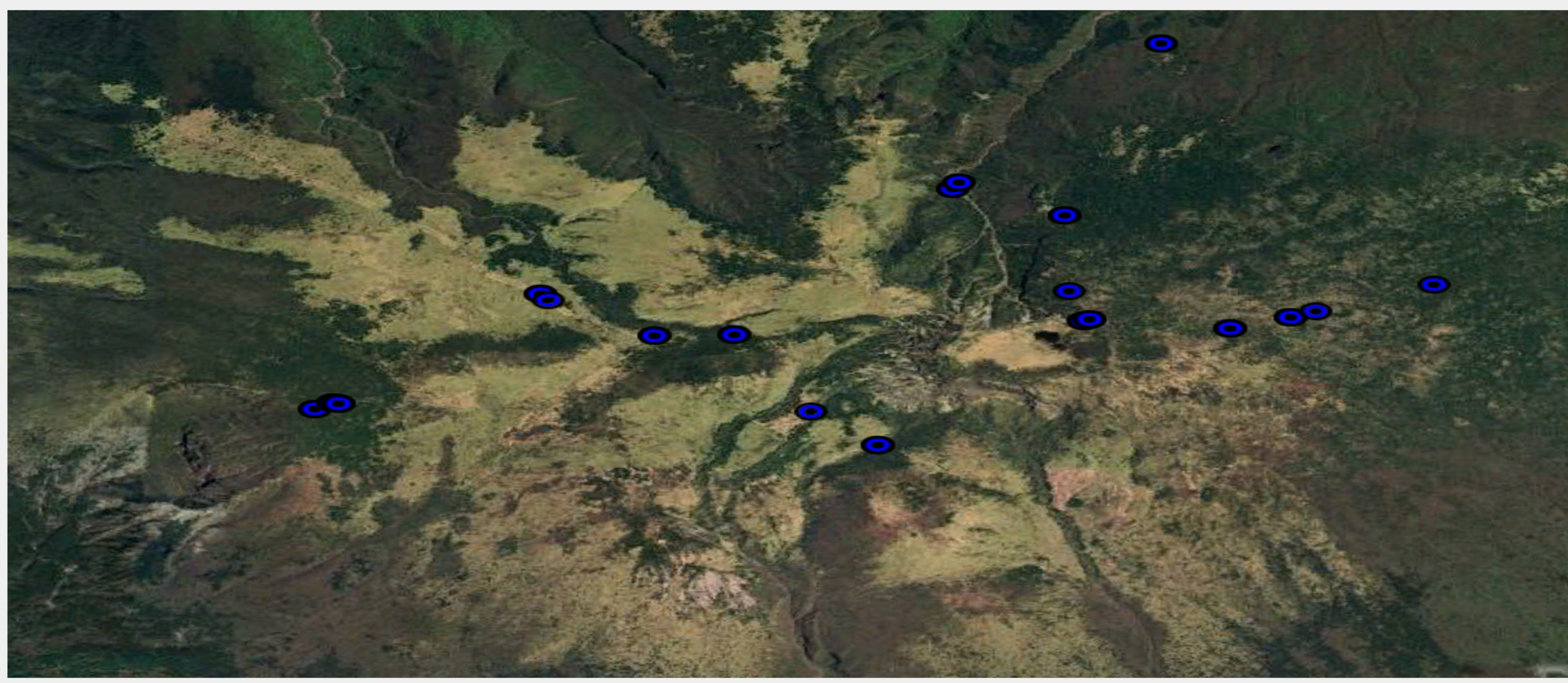
Hyeonho Moon, JaeEun Jung, TaeHwan Kwon, Yeon Woo Kwon, Kiyoon Nam

1.Introduction

- 기후 변화는 전세계에서 오직 제주도 한라산에만 서식하는 제주 밤바구미,비바리밤바구미,한라산밤바구미, 한라상구상나무좀의 분포를 감소시킬 수 있다.
- 이들의 기주 식물인 구상나무 (*Abies koreana*) 와 전나무 (*Abies holophylla*) 의 향후 제주도 내 분포 감소를 예측하기 위해 기후 및 식생 데이터를 변수로 종분포 모형 (SDM) 을 개발했다.
- 예측된 미래 기주식물 분포에 기반, IUCN 적색목록 평가 체계에 따라 제주산 고유종 딱정벌레 네 종의 멸종위험성을 평가했다.

3.Results & Discussion

	Model	Accuracy	Precision	Recall	AUC
<i>A.holophylla</i>	RandomForest	0.84	0.905929	0.776268	0.933675
	XGBoost	0.828889	0.873855	0.791345	0.934882
<i>A.koreana</i>	RandomForest	0.881111	0.960322	0.797901	0.939292
	XGBoost	0.884444	0.951336	0.812274	0.937909



(1) 기후변화로 인해 제주도 한라산 침엽수림의 대표적인 기주식물인 구상나무와 전나무림의 분포가 급격히 감소하고 있으며, 이는 고유종 곤충들의 서식지 감소로 이어지고 있음.

(2) 제주도에만 서식하는 곤충 4종의 현재 및 미래 서식지 지수가 IUCN 적색목록 기준 CR 등급에 해당하는 대기준을 충족. EOO 는 100km², AOO는 10km² 이하로 평가됨.

(3) 단일 위협 요인: 기후변화로 인해 기주식물의 감소가 유일한 위협 요인으로 작용하며, 이는 곤충들이 하나의 지소 (location) 에 의존하게 만들.

(4) 지속적인 쇠퇴: 기후변화로 인한 서식지 감소가 장기적으로 지속될 것으로 예측되며, 이는 하위기준 (b)에 따른 지속적 쇠퇴에 해당됨.

(5) 구상나무의 급격한 감소: 구상나무 1990년대 중반 대비 33.3% 감소하였으며, 잎녹병 등 새로운 병이 발견되어 기후변화의 영향을 가속화시킬 수 있음.

4.Conclusion

종 분포 모형(SDM) 을 이용해 연구한 결과, 구상나무와 전나무의 서식지는 한라산에서 꾸준히 감소할 것으로 예측되었으며, 이들에 의존하는 4종 모두 함께 서식지 감소에 처할 것으로 나타났다. IUCN 적색목록 기준에 따라 평가 하였을때, 4종의 고유종 모두 멸종 위험군(VU, EN 또는 CR)으로 분류되었다.

2.Methods

연구대상

- 평가 대상종: 제주밤바구미, 비바리밤바구미, 한라산밤바구미, 한라구상나무좀



- 예측 대상종: 한라산 내 전나무속 수종 (구상나무, 전나무)

기주식물 분포

- 출현 데이터: GBIF, Inaturalist, 환경빅데이터 플랫폼에서 예측 대상종의 GPS 99개 (*A. koreana*), 284개(*A. holophylla*) 확보
- 부재 데이터: 출현 지점에서 1km-50km 떨어져 있고, 출현 기록이 없는 GPS 50000개 무작위 생성
- 환경 변수: 각 출현 지점 반경 50m 이내의 기후 데이터 (Worldclim.org)를 부여

모델 훈련 및 평가

출현/부재 데이터 비율:

- 출현 데이터 지점 수와 동일한 수의 부재 데이터를 랜덤으로 추출하여 훈련 및 평가 시행
- 이때, 부재 데이터 추출 과정의 인위성을 배제코자 50개의 서로 다른 부재 데이터 조합을 생성
- 각 부재 데이터 세트로 훈련된 총 50개 모델의 평균을 SDM 모델의 성능으로 활용

훈련 및 평가

- 데이터 세트의 70%를 훈련에, 30%를 평가에 이용
- Accuracy, Precision, Recall, AUC 지수로 예측 성능 평가

미래 분포 예측

- 미래 환경 변수: 2041-2060년까지의 평균값, 2061-2080년까지의 평균값 이용
- 미래 분포 예측: 제주도의 미래 환경 변수 분포에 기반, 모델이 기주 식물 분포를 예측

멸종위험성 평가

IUCN 적색목록 기준 B란: 서식지 면적이 얼마나 좁은지, 그리고 서식지에 실제로 위협이 존재하는가를 기준으로 멸종위험 수준을 평가

B. B1(출현범위) 그리고/또는 B2(점유면적) 중 한가지 형태의 지리적 서식범위

	위급(CR)	위기(EN)	취약(VU)
B1. 출현범위	< 100 km ²	< 5,000 km ²	< 20,000 km ²
B2. 점유면적	< 10 km ²	< 500 km ²	< 2000 km ²

그리고 다음 3가지 조건 중 2가지에 해당함

(a) 심각한 파편화 또는 지소 수	= 1	≤ 5	≤ 10
(b) 관찰, 추정, 추론 또는 예측된 다음 중 어느 하나의 지속적인 쇠퇴 : (i) 출현범위, (ii) 점유면적, (iii) 서식지 면적, 범위 그리고/또는 서식지 질, (iv) 지소 또는 아개체군 수, (v) 성숙개체 수			
(c) 다음 중 어느 하나의 극심한 변동 : (i) 출현범위, (ii) 점유면적, (iii) 지소 또는 아개체군 수, (iv) 성숙개체 수			