

---

경남 멸종위기종 등 야생조류  
건축물 충돌 저감을 위한 최적  
관리방안 연구

---

이 수 동

**경남녹색환경지원센터**

# 요 약 문

## I. 연구개요

도시화가 진행됨에 따라 개발이 가속화됨과 동시에 고층 및 투명 외관의 건축물이 도심 곳곳에 들어서게 되었으며, 이는 야생동물의 서식과 이동을 제약하게 된다. 이로 인해 먹이사슬에서 고차 소비자로서 도시생태계의 건강성을 판단할 수 있는 야생조류가 비행 중 인공구조물과 충돌하게 되는데, 미국에서는 매년 수억 마리가, 국내에서는 800여만 마리가 폐사하는 것으로 보고된 바 있다. 충돌의 주된 원인은 도로변 투명 방음벽과 인공구조물에 사용되는 투명한 유리창으로, 산림이나 녹지가 그대로 투영되어 존재 자체를 인식하는 것이 어렵기 때문이다. 이러한 상황을 개선하기 위해서는 정확한 실태 파악 자료를 바탕으로 정책적인 측면에서 가이드라인과 더불어 법적 개선안을 제시할 필요가 있다.

## II. 연구 필요성 및 목적

야생조류 보호를 위해 제정된 가이드라인은 권장 사항이며, 해외에서도 충돌 예방을 위한 활동은 있으나 법적인 규제는 없는 실정이다. 따라서, 현 상황을 개선하기 위해 가이드라인, 법적 개선방안 등을 수립하고 실제 적용 사례의 효과성에 대한 연구 및 시민들의 관심과 행동이 필요하다.

정책적인 방안을 수립하기 위해서는 야생조류 충돌과 관련된 자료 수집이 우선이라는 판단이다. 이에 본 연구에서는 경상남도 야생조류 건축물 충돌 저감방안 마련을 위해 1단계에서는 현장 및 공공데이터와 같은 충돌 자료 현황 파악에 주안점을 두었다. 2단계에서는 수집된 자료를 바탕으로 경상남도 전 지역을 대상으로 충돌 위험을 등급화 후 관리방안을 제시하고자 한다.

## III. 연구 내용 및 범위

건축물 유리창 및 방음벽과 같은 인공구조물과의 야생조류 충돌 실태에 대한 현황 파악을 중점적으로 수행하였으며, 지형구조, 건물 높이, 도로 및 방음벽 현황 등 충돌환경을 함께 파악하였다. 이를 토대로 토지피복, 건축물 외형 및 구조적인 특성에 적합한 관리방안 제시 및 야생조류 충돌 피해 심각성 홍보, 공공·민간의 조류충돌 저감 조치와 예방사업 추진 필요성에 대한 인식을 제고하고자 한다.

본 연구는 8개 시, 10개 군으로 구성된 경상남도 전역을 대상으로 하였다. 연구기간은 2023년 4월부터 11월까지로 야생조류 충돌 현황 및 환경 조사, 데이터 전처리, 위험지역 예측을 위한 종 분포 모델링, 충돌 예측지 확인 및 모니터링, 공간구조 파악 후 관리방안 제시 순으로 진행하였다.

## IV. 연구결과

경상남도 전체 지역의 토지피복현황은 대분류 기준으로 산림지역(63.39%)이 가장 넓었고, 농업지역(18.83%), 초지(7.70%), 시가화·건조지역(4.73%) 등의 순이었다. 야생조류 충돌을 유발할 수 있는 유형으로는 시가화·건조지역 중 교통지역(1.55%), 주거지역(1.47%), 공업지역(0.68%), 상업지역(0.51%), 공공시설지역(0.43%), 문화·체육·휴양지역(0.09%) 등 순이었다. 보호지역의 경우 국토 전체에서는 33개 유형으로 총 65,558개소, 40,337.35km<sup>2</sup>를 차지하고 있었고, 경상남도에는 26개 유형으로 총 9,702개소, 2,918.32km<sup>2</sup>를 차지하였다.

지형은 해발고도의 경우 지리산이 입지하고 있어 최대 1,915m까지 분포하며, 85% 이내가 500m 이내이었다. 경사는 평탄지(0~5°) 약 18%, 완경사지(5~15°) 약 29%의 면적이 넓었고, 향은 8개 방향이 고루 분포하였다. 경상남도의 경우 백두대간, 지리산국립공원 등이 위치한 서부지역, 양산을 중심으로 분포하는 영남알프스의 해발고가 높고 급경사지였다. 이들 지역을 제외한 중심부에 해당되는 낙동강 및 남강 주변의 평지를 중심으로 도시와 경작지가 넓게 분포하는 지형적인 특성을 나타내었다. 대부분의 도시가 하천을 중심으로 조성되었을 뿐만 아니라 혁신도시 조성, 시가화지역 확산으로 야생조류의 핵심 서식처에 해당하는 산림, 하천 등과 접하고 있어 야생조류 충돌 가능성은 높았다.

도로는 크게 고속도로, 일반도로로 구분되며, 일반도로는 일반국도, 지방도, 시군도로 나뉜다. 2021년 기준 미개통 도로를 포함하여 고속도로 561,940m, 일반국도 1,539,194m, 지방도 2,522,289m이며, 야생조류 서식처인 산림, 하천, 습지 등을 단절하거나 파편화시킬 가능성 높다. 또한, 고속도로와 국도에 투명창이 포함된 방음벽의 길이는 고속도로 104,960.87m, 국도 72,055.62m이었다. 지방도를 비롯한 시군구도로를 대상으로 확인한 결과, 총 17,936.21m가 조성되어 있다.

추가적으로 분광지수, DSM 및 농업·수역·산림과의 거리를 구하였다. 분광지수는 Landsat 8 영상을 활용하여 건강한 식생상태를 확인하기 위해 NDVI를, 건축면적을 보기위해 DBI를, 수체를 찾기 위해 NDWI를, 건축물을 포함한 해발고를 확인하기 위해 ALOS 30m급 DSM을 대상지역 경계에 맞추어 전처리를 실시하였다. 영남 알프스 구간과 백두대간, 지리산 국립공원 등 산림일대를 따라 NDVI 수치가 높았고, 낙동강, 남강 인근으로는 도시화지역, 논경작지 등이 입지하여 상대적으로 낮았다. NDWI는 수체인 낙동강과 남강, 섬진강 일대가 수치가 높게 나타났으며, DSM은 지리산국립공원 인근 서쪽이 1,744m까지 분포하고 있으며 신불산 일대, 낙남정맥 등의 산림이 입지한 지역이 높았다. 농업·수역·산림과의 거리를 살펴보면, 해당 항목과 500m 이내에 80%이상 분포하는 것으로 나타났다. 특히, 산림은 500m 이내에 98.8%가 분포하여 도시, 농촌 상관없이 산림과 인접하고 있음을 보여주고 있다.

충돌 데이터는 2023년 9월까지 수집하였으며, 네이처링에서 2009년부터 2023년까지 4,105건 4,165개체에 대한 정보를 확보하였다. 그 외에 경남야생동물센터에서 2021년부터 2023년까지 244건 244개체, ECOBANK에서 2009년부터 2023년까지 619건 640개체에 자료를 수집하였다. 현장조사에서는 2020년부터 2023년까지 308건 308개체에 대한 충돌이 확인되어 이들 자료를 취합하여 분석에 활용하였다. 동정이 불가능한 종을 제외하고 자료를 분석한 결과, 2022년에는 멧비둘기가 202개체(13.15%)로 가장 많았고 직박구리(47개체), 새매(43개체), 참새(34개체), 호랑지빠귀(32개체) 등의 순이었다. 2023년에도 멧비둘기가 71개체(8.46%)로 가장 많았고, 참새(41개체), 직박구리(40개체), 붉은머리오목눈이(37개

체), 물까치(35개체), 새매(29개체) 등의 순으로 충돌 피해 종이 많아 2022년과 유사한 것으로 분석되었다. 대분류 토지유형별로 충돌 현황을 살펴보면, 시가화·건조지역이 1,183개체(49.8%)로 가장 많은 충돌이 발생하였다. 그 외에 초지 521개체(21.9%), 나지 368개체(15.5%), 농업지역 254개체(10.7%), 산림지역 34개체(1.4%), 수역 9개체(0.4%), 습지 6개체(0.3%) 순이었다. 주로 차량의 이동이 많은 시가화·건조지역에 충돌이 발생한 것으로 관찰되었으며, 산림, 수역 등은 투명창 물체(방음벽 등)와 인접한 것으로 관찰되었다.

법정보호종으로는 멸종위기야생생물Ⅱ급인 새매(72개체), 참매(16개체), 수리부엉이(5개체), 매(5개체), 팔색조(3개체), 조롱이(2개체), 큰말뚝가리, 양비둘기, 새호리기, 물수리, 독수리가 각 1개체씩 관찰되어, 총 11종 108개체가 피해를 받은 것으로 나타났다. 천연기념물인 솔부엉이(26개체), 소쩍새(16개체), 황조롱이(12개체), 큰소쩍새(3개체)로, 총 4종 57개체가 확인되었다. 토지피복 유형별로는 멸종위기야생생물과 천연기념물 모두 시가화·건조지역에서 가장 많이 충돌한 것으로 분석되었다.

MaxEnt를 통해 경상남도의 충돌위험 잠재지역을 살펴본 결과 모형의 AUC 값은  $0.884 \pm 0.005$ 로 높은 모델 적합도를 가진 것으로 분석되었다. 적합도 값에 따라 0.4~0.6을 충돌 잠재지역, 0.6~0.8을 충돌 감시지역, 0.8~1.0을 충돌 우선관리지역 3단계로 분류하였다. 산림과의 거리, NDVI, 농경지와와의 거리가 모델 결과에 큰 영향을 미치는 인자로 나타났으며, NDWI는 기여도에 비해 변수로서의 중요도는 높았다. 전체 시군 중 진주시, 창원시, 김해시, 양산시, 밀양시의 도심지가 충돌 잠재성이 높은 위험지역으로 분류되었다. 지자체별 적합도 값을 확인해보면 대부분의 시 단위 지자체에서는 발생 가능성이 높은 것으로 추정되었다. 군 단위 지역의 경우 대부분 낮은 위험지역으로 분류되지만 창녕군, 함안군의 군청이 위치한 지역은 높은 위험지역으로 나타났다. 다만, 향후 다양한 환경변수를 넣어 변수간의 상관성은 낮추고, 정확도를 올릴 필요가 있을 것으로 판단된다.

지자체별 충돌 개체수 현황을 살펴본 결과, 하동군이 1,322개체, 김해시 806개체, 남해군 527개체, 고성군 502개체, 진주시 480개체, 창원시 467개체 등으로 충돌 발생 빈도가 관찰되었다. MaxEnt에 따르면 창원시나 진주시와 같이 도심지 규모가 커 방음벽이 더 많은 시단위의 도시에서 많이 발생할 것으로 예측되었으나, 실제 조사에서는 하동군, 남해군, 고성군 등 도농복합지역의 충돌 개체가 더 많은 것으로 확인되었다. 발생빈도가 높은 지역과 낮은 지역의 차이는 충돌 방지 스티커 부착 여부, 주변 녹지로 인한 방음벽의 차폐여부 등에 따라 빈도가 달라지는 것으로 확인되었다.

## V. 연구결과의 활용계획

관리방안을 직접적으로 제안하기 보다는 경상남도의 야생조류 충돌 현황의 심각성을 인식시키기 위해 기초자료를 확보하는 것에 초점을 맞추었다. 이에 야생조류 충돌을 위한 기본 목표는 “야생조류 충돌 자료를 기초로 관리가 시급한 지역 도출 및 문헌 자료에 근거한 관리 방안 제시”로 설정하였다. 계획목표 달성을 위한 기본방향은 연구동향 파악, 충돌 위험도 파악, 인식 개선의 3가지로 설정하였다.

연구 동향 파악은 야생조류 충돌 관련해서 중앙부처, 지자체별 및 연구 동향을 살펴본 바 있다. 환경부에서 야생조류 투명창 충돌 저감 가이드라인을 제시한 바 있으며, 이를 바탕으로 국립생태원(2017; 2021), 한국환경정책평가연구원(2018), 환경부(2018), 대전세종연구원(2019) 충돌 관련 기초연구 및 대책수립, 저감방안을 제시하였다. 그 외에 투명구조물

충돌 피해의 실태 및 피해량 규모를 추정한 연구와 조류충돌에 대한 환경영향평가 개선을 위한 기초연구 등의 논문을 토대로 충돌 물체별 관리방안을 도출하였다.

충돌 위험도 파악에서는 종 분포 모델링을 통해 위험지역을 충돌 우선관리지역, 충돌 잠재지역, 충돌 감시지역 3단계로 세분화된 등급에 따른 관리방안을 제시하였다. 흐름도도 함께 제시하였는데, 설치여부, 경관성, 높이, 조망권에 따라 단계별로 고려하여 관리 대책을 선택하도록 하여 효율성을 높이고자 하였다.

야생조류 충돌과 관련된 자료 수집도 하나의 단체, 일부 과학자만 참여하기에는 대상 지역의 범위가 넓다. 결국, 시민들과의 소통, 홍보를 통해 충돌 현황을 수집하고 장기적으로는 저감방안을 제안하기 위해서는 시민 과학자를 양성할 필요가 있다. 또한, 야생조류충돌의 현 상황에 심각성을 인식시키고 자료수집에 시민과학자를 참여시키기 위해 현 상황에 대한 인식 개선 및 충돌 문제에 대해 홍보할 필요가 있음을 시사하였다.

결론적으로 광범위한 영역에 대해 시민들과 함께 데이터를 수집하고, 이를 등급화하여 조치가 시급한 지역부터 차례대로 관리방안을 적용한다면 충돌 빈도 감소뿐만 아니라 예산 절감 효과를 얻을 수 있을 것이다. 다만, 조류의 유형별 행동별 충돌에 의한 폐사가 구분될 필요가 있겠다. 또한, 장기적으로는 투명 방음벽 설치 전과 후, 저감을 위한 스티커 부착 전과 후 등을 비교할 수 있는 모니터링 지역을 설정하는 것을 고려해야 하겠다. 자료 수집과 관련해서는 건축물에 부딪힌 정보 및 건축물 외장재에 대한 정보가 부족한 등 연구의 한계가 존재하는데 진주시, 하동군 등 개별 시 및 군을 대상으로 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단되었다.