

요 약 문

I. 연구개요

- 주남저수지의 습지기능 및 생물다양성의 기반이 되는 수생식물의 분포현황과 주요 우점 종을 파악하고, 겨울철 수위조절에 따른 물새류의 분포현황 비교, 조사 분석하여 주남저수지의 효율적이고 적합한 관리방안을 도출하기 위한 연구이다.

II. 연구의 필요성 및 목적

- 주남저수지는 낙동강 하류 본류의 홍수대에 위치한 배후 습지성 저수지로 본류와 연결성이 높아 습지환경이 우수하며, 가시연꽃 (멸종위기생물 2급)을 포함한 수생생물의 다양성이 높으며, 천연기념물 고니 (201호), 재두루미 (203호), 노랑부리저어새 (205호), 가창오리 등을 포함한 국제적으로 보호받고 있는 이동성 철새들이 매년 찾아와 월동하는 중요한 철새 기착지 역할을 하고 있다.
- 강수량과 농업용수 공급에 따라 철새와 무관한 수위변동 조절은 월동기 물새의 안정적인 분포에 영향을 줄 수 있으나, 문제의 시급성에도 불구하고 주남저수지에 찾아오는 철새를 포함한 습지생물의 전반적인 환경에 미치는 영향을 평가하기 위한 생태학적인 자료가 충분히 축적되지 않아 문제 해결을 위한 과학적인 판단이 제한되고 있다.
- 본 연구는 현재 주남저수지의 습지기능 및 생물다양성의 기반이 되는 수생식물의 분포현황과 주요 우점 종을 파악하고, 겨울철 수위조절에 따른 물새류의 분포현황 비교, 조사 분석하여 주남저수지의 효율적이고 적합한 관리방안을 제시하고자 한다.

III. 연구의 내용 및 범위

- 연구의 시간적 범위는 2019. 05. 31 ~ 2020. 03. 31이며, 공간적 범위는 경상남도 창원시 동읍에 위치해 있으며, 좌표는 북위 35°18' 46", 동경 128°39' 55"이다. 주변에 금병산(271m), 정병산(566m), 구룡산(433m), 백월산(300m)의 지맥을 분수령으로 하여 홍수시에 접수된 물이 낙동강으로 유입되는 것을 막기 위해 형성된

높지대 였던 지역을 1920년에 농업용수 공급을 위해 둑을 만들면서 일정한 수위를 가지게 된 오래된 인공호이다(합과 손, 1998). 주변으로는 넓은 농경지가 형성되어 서식지, 먹이공급원, 이동통로 등 양호한 서식환경을 가진 남부 내륙의 철새도래지로서 농업을 위해서 뿐만 아니라 생물서식처로서도 중요성이 높다(합규황, 2000). 산남저수지(면적 0.7km²), 동판저수지(면적 2.4km²), 주남저수지(면적 2.85km²) 및 인공습지(0.0165km²)로 이루어져 있다(이기숙, 2013).

- 본 연구는 주남저수지 수위변화에 따른 겨울철새의 모니터링이 주요내용으로 겨울철새의 먹이원에 해당하는 수생식물조사와 수위변동에 따른 겨울철새의 저수지 이용패턴을 분석하여 종합적인 관리방안을 제시하는데 목적이 있다. 먹이원 조사를 위하여 저수지 수계 내 수생식물의 분포를 조사하여 식물종 조사와 현존식생도를 작성한다. 수생식물 분포는 현장방문조사, 소형무인항공기(드론)를 이용하여 근접 항공영상을 촬영하고 이를 기반으로 주요 군락의 분포를 기록한다. 영상에 기반한 군락 분류 결과는 현장 조사결과와 종합하여 경계를 수정하고 지도화하여 지도를 완성한다.
- 겨울철새가 많이 이용하는 시기에 인위적으로 수위 조절을 통한 수위에 따른 겨울철새의 저수지 이용패턴 분석하여, 1년차 조사결과를 기반으로 장기적인 생물관리방안을 수립하는 것에는 어려움이 있으나 축적된 경험과, 다양한 자료 조사 및 취합, 분석을 통하여 주남저수지에 적용 가능한 관리 방안을 제안하고자 한다. 또한, 주남저수지의 생물다양성을 위하여 겨울철새와 먹이식물 변화 및 수위, 농경지 이용 등 효과적인 관리 방안을 제시하고자 한다.

IV. 연구결과

- 최근 30년간(1981~2010) 평균값과 과거(1961~1990년, 1971~2000년) 평균을 비교하였다. 기온의 평균값 비교 결과 최근 30년간의 평균온도가 과거에 비해 약 0.1°C 정도 상승한 것으로 나타났다. 월별로 비교를 해도 전체적으로 기온이 상승했음을 알 수 있다.
- 강수량의 경우, 최근 30년간(1981~2010)과 과거(1961~1990년, 1971~2000년)의 강수량 평균값의 변화를 관찰하였다. 강수 평균값이 1,358.1mm, 1,503.7mm, 1,545.4mm 으로 점차적으로 증가한 것으로 나타났다.

- 기온 및 강수량의 변화 경향을 파악하고자 창원기상대(www.kma.go.kr)의 자료를 활용하였다. 1989년부터 2020년의 기온과 강수를 비교했을 때 기온과 강수량이 일정하게 증가하는 패턴을 나타내었다. 과거 20년간의 월별 강수량을 비교한 결과 6~9월에 60%~70%가 강우하는 여름 집중형을 나타내었다. 연도별로 살펴보면, 2012년 이후 상대적으로 5~6월의 강수량이 부족한 현상을 나타내고 있음을 알 수 있었으며, 이로 인해 저수지의 수심이 얕아져 연꽃이 자라기에 적절한 환경이 조성되었을 것으로 판단된다.
- 뉴스 분석사이트 빅카인즈(www.bigkinds.or.kr)을 통해 1990년도부터 2019년까지 주남저수지와 관련된 주요 키워드 관계망을 구축하였다. 관계망 구축 결과 뉴스에서 주남저수지와 함께 자주 언급되었던 단어로 철새, 연꽃, 습지, 수생식물 등이 있는 것을 확인하였다. 주남저수지는 철새 도래지로 사용되며 매년 철새들이 방문하고 있다. 창원시와 환경부에서는 이 사실을 주목하고 있으며, 철새와 관련된 많은 기사들이 매년 작성되고 있다. 최근 들어 수가 급격하게 증가한 연군락과 관련하여 다양한 연구와 뉴스가 나왔기 때문에 연꽃 역시 주요 키워드에 해당한다. 연군락 확산에 따라 철새들의 먹이원인 수생식물들을 비롯하여 주남저수지의 다양한 식물 종 개체 수가 감소되고 있다. 그 대표적인 예로 야생식물Ⅱ급인 가시연꽃을 들 수 있다. 1980년대부터 2000년대까지 주남저수지에 군락을 이루고 있던 가시연꽃은 2011년과 2013년 규모가 감소하였다. 창원시 측은 2015년부터 연군락 제거를 위해 매년 3,000만원을 투자하였으나 연꽃군락의 확산 속도를 따라잡지 못하여 완벽하게 제거하지 못했음을 밝혔다. 따라서 2018년부터 2020년까지 3년간 3억씩 총 9억을 투자하여 수초제거선과 수륙양용차를 이용, 연꽃군락을 제거하고 있다고 발표하였다.
- 국내 뉴스 자료를 분석하던 중, 2019년 06월 03일 창원시 관련 공무원이 동판저수지에서 기러기목 오리과인 ‘코튼 피그 미구스’ 1개체가 발견된 사실을 확인하였다. ‘코튼 피그 미구스’는 한국에서 발견된 적이 없는 종으로 길 잃은 새로 추정된다.
- 연꽃, 수생식물, 철새에 관련된 국외논문의 동향을 파악하기 위하여 Science Direct에서 Aquatic plant(수생식물)을 검색하여 관련 자료를 수집한 결과 128,838개의 관련기사, 논문을 찾을 수 있었다. 그 중 수생식물의 변화에 관한 논문, 기사를 찾기 위해 추가 키워드로 changes를 넣어 검색한 결과 104,671개의 자료가

나타났다. Aquatic plant를 검색해서 나온 자료에서 wetland를 추가 키워드로 검색한 결과 21,783개의 자료를 찾을 수 있었다.

- Photoscan을 이용하여 이미지를 결합하고 정사영상을 취득하는 과정은 다음과 같다. 해당지역이 넓어 많은 양의 사진을 처리하는데 컴퓨터의 사양과 프로그램의 처리속도 문제가 발생하여 산남, 주남, 동판저수지에 대해 개별적으로 정사영상을 작성하고 병합하여 최종적인 이미지를 확보하였다. 이후 GIS프로그램을 이용하여 지도로 제작하였다.
- 현장조사를 기반으로 과거 문헌자료를 통해 1987, 2012년, 2017년과 2019년 식물상을 비교 분석한 결과, 1987년에는 27종이 관찰되었으며, 2012년 63종, 2017년 16종, 2019년 20종으로 점차 분포한 종의 감소를 확인할 수 있다. 2019년 현존식생도를 이용해 면적과 비율을 구한 결과, 연꽃과 마름의 혼합군락이 가장 우점하는 것으로 나타났으며 전체 면적의 32.37%가 확인되었다. 그 뒤로 마름군락이 전체의 31.41%, 연꽃군락이 21.31% 순으로 나타났으며 수면은 12.57%로 확인되었다.
- 주남저수지의 수심지도 재구성 결과, 동판저수지의 수위가 가장 낮은 것을 확인할 수 있었고, 주남저수지의 수위가 가장 높은 것을 확인할 수 있었다.
- 주남저수지의 연꽃군락의 면적 변화와 철새의 관계를 파악하고자 1999년부터 2020년까지 실시한 환경부 겨울철 동시센서스 자료를 활용하였다. 동시 센서스 자료를 활용하여 1999년부터 2020년까지 매년 1월 관찰되는 철새 개체 수 변화 추이를 분석한 결과 주남저수지에 방문하는 개체 수는 2013년까지 감소하는 추세를 보였으나 2014년부터 점차 증가하는 모습을 보였다. 주남저수지와 밀접해 있는 산남저수지와 동판저수지의 개체 수를 분석한 결과 점차 감소하는 변화 추이를 보이는 것을 확인할 수 있었다. 환경부 겨울철 동시 센서스 자료를 바탕으로 2010년부터 2020년까지 10년간 주남저수지에서 발견된 철새 종수를 분석, 연도별 우점 종을 분석한 결과, 우점 순위의 평균값을 봤을 때, 쇠기러기의 우점 횟수가 가장 많았으며, 다음으로 큰기러기, 큰고니, 청둥오리, 민물가마우지가 순서대로 많이 나타났다.
- 농경지와 저수지에서 철새의 분포를 관찰하였다. 저수지 분포의 경우, 주남, 산남, 동판저수지 모두에서 일정범위의 종과 개체가 확인되었다. 주남저수지와 농경지를 비교하여 분포를 관찰한 결과, 주요 종을 분석하였을 때, 재두루미, 큰고니, 노

랑부리저어새는 농경지보다 저수지에서 분포율이 높았으며 흑두루미, 큰기러기, 가창오리는 농경지에서 더 많은 분포율을 나타냈다. 쇠기러기의 경우 농경지와 저수지 모두에서 비슷한 분포율을 나타냈다.

V. 관리방안 및 활용방안

- 습지에서 수위는 모든 생물들에게 커다란 영향을 미친다. 미세한 수위 차이에 따라 우점종이 바뀔 수 있고, 어떤 종은 생존 자체가 어렵다. 특히, 물새는 습지를 잠자리, 휴식, 먹이터, 번식지로 이용하기 때문에 수위에 따른 서식환경에 매우 민감하다.
- 연꽃 분포면적 증가에 따라 식물 종 다양성이 감소하였기 때문에 연꽃의 생육 특성과 주남습지의 생물서식처 교란 및 환경훼손의 가능성이 높지 않은 방법을 선택해야 한다.
- 주남저수지를 포함한 3개의 저수지 수위는 상호보완적으로 조절할 필요가 있다. 예를 들어 월동 초기인 9월 ~ 10월에는 동관저수지의 수위를 먼저 낮추고 본격적으로 월동기에 접어드는 11월에는 주남저수지 수위를 낮추어야 재두루미의 잠자리 확보가 가능하고, 동관저수지에서 부족한 먹이자원을 주남저수지에서 공급 받을 수 있을 것이다. 그리고 저수지 기능의 중요한 부분인 농업용수 공급을 위해서 1월에는 동관저수지에 담수하여 수자원을 보전할 뿐 아니라 여자원도 확보할 필요가 있다. 주남저수지에서 월동하는 물새들은 대체로 2월이면 북상하기 때문에 2월 중순에는 주남저수지의 수위를 높여도 문제없을 것이다. 산남저수지는 어민과 복잡한 관계가 얽혀있어 당장 수위를 조절하는데 무리가 있을 테지만 장기적으로 모든 저수지를 국가습지보호지역으로 지정하고 저수지 내의 행위를 제한해야 한다.
- 조류가 서식처를 이용하거나 회피하는데 복잡한 요인이 작용한다. 주남저수지를 이용하는 200여종의 조류를 모두 평가하는 데는 분명히 한계가 있다. 따라서 매년 월동기인 10월부터 이듬해 2월까지 5개월 정도 지표종을 선정하여 주남저수지, 동관저수지, 산남저수지의 이용실태를 조사·분석하여야 한다.
- 주남저수지와 주변의 생태공원이 철새서식지로서 생태적 기능을 담당할 수 있도록

록 건강한 관리와 활용방안의 마련이 필요하다. 예를들어 시민이해 부족으로 발생하는 생태계 교란행위를 방지하기 위한 안내서 제작이나, 연꽃 사진찍기에 바쁜 시민들에게 연꽃의 침입을 주제로 한 생태계 문제점 안내판 제작 등을 통하여 교육과 홍보가 필요하다.

- 생물다양성 사업의 확대와 시민을 비롯한 학생과 탐방객들의 교육 및 체험학습을 병행하여 주남생태계 관리와 건강한 활용을 동시에 실시할 수 있는 방안마련이 필요하다. 따라서, 건강한 주남생태 관리를 위하여 친환경적인 수변관리를 위한 무농약 자연농법 실시 및 확대와 담당공무원의 일방적 먹이주기가 아닌 시민참여형 먹이주기 체험활동 확대를 제안한다.
- 주남저수지에 적합한 생태관광 안내서 제작과 교육 및 홍보가 필요하다. 생태관광은 대상지의 자연 및 문화환경의 보전과 유지에 공헌하는 '적극적인 참여'로 표현되고, 교육적이고 해설적인 요소를 포함하여 관광객들로 하여금 환경에 대한 부정적인 영향을 최소화할 수 있으며 또 환경문제에 대한 인식을 높인다.