

최종보고서

현안조사 · 기술개발

(Current issue investigation · Research & Development)

경남지역 호소(두량지, 가산지)의 수생생물 및
호소환경 조사

2020. 12

이 춘 식



환경부지정
경남녹색환경지원센터
GyeongNam Green Environment Center

제 출 문

경남녹색환경지원센터장 귀하

본 보고서를 “경남지역 호소(두량지, 가산지)의 수생생물 및 호소환경 조사”에 관한 최종보고서로 제출합니다.

연구기관명 : 경남과학기술대학교 산학협력단

연구책임자 : 이춘식 교수(건설환경공과대 환경공학과)

연 구 원 : 박현건 교수

차언화, 최태식, 김경근

요 약 문

I. 연구개요

- 경남지역 호소인 두량지, 가산지에 대한 수생태계 환경정책의 효과분석 및 정책수립을 위한 기초자료 확보 및 수질·수생태계 관리 방안 수립이 필요함.
- 본 과업은 낙동강수계 호소환경 및 생태조사로 호소조사의 일환에 포함된다. 호소의 수질개선 및 수생태계 보전을 위하여 호소의 일반현황, 수질 및 수생태계 현황, 호소 유역의 오염원 등에 대한 과학적인 조사와 함께 사회적·경제적 여건 등을 포함하는 주변 환경에 대한 전반적인 조사가 실시되어야 한다. 또한 호소환경 조사 시 조사항목별로 그간의 변화 추이와 특이 사항 등을 분석하는 등 수집된 기초자료에 대한 분석·평가를 병행하고자 함.

II. 연구의 필요성 및 목적

- 두량지와 가산지 호소의 수생생물(식물플랑크톤, 동물플랑크톤, 저서성 대형무척추동물, 어류, 양서류) 및 호소환경(수생식물, 수변환경)의 수생태계 현황 조사.
- 호소의 수질개선 및 수생태계 보전을 위한 기초자료 확보 및 D/B화를 통해 호소별 특성을 고려한 물환경 관리대책 마련.
- 하천·하구에 대해 국내외에서 제시한 건강성 평가지표를 이용하여 호소의 건강성 평가.

III. 연구의 내용 및 범위

- 경상남도는 현재 3개(두량지, 가산지, 밀양호) 호소에 대해 자체 조사를 수행하고 있음. (‘호소환경 조사지침’, 2017.07., 환경부)
- 최근 호소를 포함한 물관리에 있어 ‘생태계 건강성’의 개념이 도입되었다. 호소에서 BOD, 질소 및 인 계열 영양염, 클로로필-a 등을 비롯하여 중금속과 계면활성제 등을 포함하는 28개 수질 항목으로 나타날 수 있는 수환경 오염 및 변화가 미치는 실질적인 영향이 다양한 생물상의 조사를 통해 확인되고 있음.
- 당해 연도 주요 사업 내용 및 범위를 [표 1]에 나타냄.

[표 1] 주요 사업 내용 및 범위

주요 사업내용 및 범위(호소수)	기대효과, 결과의 활용방안 등
일반현황(2)	· 효율적인 호소환경 관리
수질현황(2)	· 효율적인 수질 환경 관리 및 전략 수립 · 취약한 생태계 파악 및 선제적 대응 전략 수립
수생태계현황(2)	· 호소환경생물상 측정 자료 DB 및 활용 · 생물의 분포와 생물다양성 변화 예측 · 생태계 변화 과정과 예측에 대한 정보 축적 · 교육자료 생산 및 홍보자료 활용 · 외래생물에 대한 관리체계 구축으로 관리 비용 절감 방안 도출 · 지속적이며 다양한 호소생태학 연구 성과 도출

IV. 연구결과

1. 수생생물 조사결과

- 경상남도 소재 2개 호소에 대해 식물플랑크톤, 동물플랑크톤 조사는 계절별(3월, 6월, 9월, 12월)로 4회 실시하였으며 어류, 담수무척추동물, 양서류, 수생식물 및 수변환경 조사는 3월, 9월 등 2회 실시하였음.
- 두량지의 수생생물 조사 결과
 - 계절별로 4회 조사기간 동안 두량지에서 정성조사를 통해 관찰된 식물플랑크톤은 전체 66종으로 규조류 29 종(43.9%), 녹조류 24 종(36.4%), 기타조류 7 종(10.6%), 남조류 6 종(9.1%)이었음. 조사기간 동안 정량조사에 따른 평균 현존량은 907 cells/mL이었으며, 규조류 316 cells/mL(34.9%), 녹조류 230 cells/mL(25.4%), 기타조류 198 cells/mL(21.9%), 남조류 162 cells/mL(17.9%) 등으로 나타났음.
 - 조사 시기별로 식물플랑크톤 정성조사 결과 3월에는 전체 17 종으로 녹조류 10 종(58.8%), 기타조류 4 종(23.6%), 규조류 3 종(17.6%)이었으며, 6월에는 전체 52 종으로 규조류 28 종(53.8%), 녹조류 15 종(28.9%), 기타조류 6 종(11.5%), 남조류 3 종(5.8%)이었음. 9월에는 전체 45 종으로 녹조류 21 종(46.7%), 규조류 16 종(35.6%), 기타조류 5 종(11.1%), 남조류 3 종(6.7%)이었으며 12월에는 전체 26 종으로 규조류 14 종(53.8%), 녹조류 10 종(38.5%), 기타조류 2 종(7.7%)이었음.
 - 조사 시기별로 식물플랑크톤 정량조사 결과 3월 현존량은 406 cells/mL이었고, 분류군별 현존량은 기타조류 212 cells/mL(52.2%), 녹조류 99 cells/mL (24.4%), 규조류 95 cells/mL(23.4%)이었음. 6월 현존량은 1,003 cells/mL이었고, 분류군별 현존량은 규조류 395 cells/mL(39.3%), 기타

조류 298 cells/mL(29.8%), 녹조류 271 cells/mL(27.0%), 남조류 39 cells/mL(3.9%)이었음. 9월 현존량은 1,849 cells/mL이었고, 분류군별 현존량은 남조류 609 cells/mL(32.9%), 규조류 577 cells/mL (31.2%), 녹조류 414 cells/mL(22.4%), 기타조류 249 cells/mL(13.5%)이었음. 12월 현존량은 368 cells/mL이었고, 분류군별 현존량은 규조류 198 cells/mL(53.8%), 녹조류 136 cells/mL(37.0%), 기타조류 34 cells/mL(9.2%)이었음.

- 조사기간 동안 출현한 동물플랑크톤은 총 12종으로 원생동물 1종, 유행동물 4종, 지각류 2종, 요각류 4종, 십각류 1종으로 구성되었음. 시기별로 3월 4종, 6월 7종, 9월 6종, 12월 5종으로 평균 5.5종이 확인되었음.
- 동물플랑크톤 현존량 조사 결과 유행동물은 3월 58.9 개체/L, 6월 27.8 개체/L, 9월 75.4 개체/L, 12월 134.7 개체/L이며 지각류는 3월 2.8 개체/L, 6월 12.2 개체/L, 9월 8.5 개체/L이며 요각류는 3월 8.9 개체/L, 6월 50.4 개체/L, 9월 55.6 개체/L, 12월 25.4 개체/L이며 원생동물은 9월 24.5 개체/L, 12월 10.4 개체/L이며 십각류는 12월에 22.6 개체/L으로 확인되었음.
- 담수무척추동물의 경우 6월 조사 시 5문 5강 11목 14과 17종 161개체이며 9월 조사 시 4문 4강 10목 13과 18종 285개체로 조사되었음.
- 6월 조사 시 출현한 어류는 총 7종 104개체이며 9월 조사 시 8종 319개체가 관찰되었으며 환경부 지정 법정보호종 및 멸종위기 야생생물(I·II)은 확인되지 않았으나, 생태계교란생물인 배스와 블루길 2종이 관찰되었음.
- 양서류 조사결과 6월 조사 시 3과 4종이 확인되었으며, 9월 조사 시 1과 3종이 확인되었음. 환경부 지정 법정보호종 및 멸종위기 야생생물(I·II)과 생태계교란생물은 관찰되지 않았음.
- 6월 조사 시 수생식물은 총 65과 128속 135종 4아종 15변종 1품종으로 총 155분류군이 관찰되었음. 이 중 습생식물(HG)이 17분류군으로 11%를 차지하였으며, 정수식물(EM) 9종(6%), 부엽식물(FF), 부유식물(FL), 침수식물(SM) 각각 2종(1%)으로 두량지의 습생·수생식물은 총 32분류군으로 나타났음.
- 9월 조사 시 수생식물은 총 65과 130속 148종 3아종 5변종 1품종으로 총 157분류군이 관찰되었음. 이 중 습생식물(HG)이 17분류군으로 10.8%를 차지하였으며, 정수식물(EM) 9종(5.7%), 부엽식물(FF), 부유식물(FL), 침수식물(SM) 각각 2종(1.3%)으로 두량지의 습생·수생식물은 총 32분류군으로 나타났음.

○ 가산지의 수생생물 조사 결과

- 계절별로 4회 조사기간 동안 가산지에서 정성조사를 통해 관찰된 식물플랑크톤은 전체 64종으로 규조류 25 종(39.1%), 녹조류 23 종(35.9%), 남조류 10 종(15.6%), 기타조류 6 종(9.4%) 이

있음. 조사기간 동안 정량조사에 따른 평균 현존량은 7,965 cells/mL이었으며, 남조류가 평균 현존량 7,518 cells/mL(94.4%)로 가산지에서 출현한 식물플랑크톤 현존량에 있어 가장 우점하는 분류군으로 조사되었음.

- 조사 시기별로 식물플랑크톤 정성조사 결과 3월에는 전체 16 종으로 녹조류 7 종(43.8%), 규조류 6 종(37.5%), 기타조류 3 종(18.8%)이었으며, 6월에는 전체 38 종으로 녹조류 14 종(36.8%), 규조류 11 종(28.9%), 남조류 9 종(23.7%), 기타조류 4 종(10.5%)이었음. 9월에는 전체 39 종으로 녹조류 15 종(38.5%), 규조류 17 종(43.6%), 남조류 3 종(7.7%), 기타조류 4 종(10.3%)이었으며 12월에는 전체 14 종으로 녹조류 2 종(14.3%), 규조류 11 종(78.6%), 기타조류 1 종(7.1%)이었음.
- 조사 시기별로 식물플랑크톤 정량조사 결과 3월 현존량은 264 cells/mL이었고, 분류군별 현존량은 규조류 96 cells/mL(36.4%), 기타조류 87 cells/mL (32.9%), 녹조류 81 cells/mL(30.7%)이었으며, 6월 현존량은 29,558 cells/mL이었고, 분류군별 현존량은 남조류 29,126 cells/mL(98.5%), 녹조류 197 cells/mL(0.7%), 기타조류 127 cells/mL(0.4%), 규조류 108 cells/mL(0.4%) 이었음. 9월 현존량은 1,703 cells/mL이었고, 분류군별 현존량은 남조류 947 cells/mL(55.6%), 녹조류 337 cells/mL(19.8%), 규조류 305 cells/mL(17.9%), 기타조류 114 cells/mL(6.7%)이었으며 12월 현존량은 335 cells/mL이었고, 분류군별 현존량은 규조류 267 cells/mL(79.7%), 기타조류 42 cells/mL(12.5%), 녹조류 26 cells/mL(7.8%) 이었음.
- 조사기간 동안 출현한 동물플랑크톤은 총 10종으로 윤형동물 4종, 지각류 3종, 요각류 3종으로 나타났음. 시기별로 3월 4종, 6월 3종, 9월 5종, 12월 4종으로 평균 4종이 출현하였음.
- 동물플랑크톤 현존량 조사 결과 윤형동물은 3월 4.2 개체/L, 6월 0.5 개체/L, 9월 12.7 개체/L, 12월 24.5 개체/L이며 지각류는 3월 49.9 개체/L, 6월에는 나타나지 않았으며, 9월 117.8 개체/L, 12월 22.6 개체/L이며 요각류는 3월 58.4 개체/L, 6월 1.9 개체/L, 9월 2.8 개체/L, 12월 2.4 개체/L가 확인되었음.
- 담수무척추동물의 경우 6월 조사 시 2문 3강 8목 15과 15종 120개체이며 9월 조사 시 2문 3강 6목 7과 8종 187개체로 조사되었음.
- 6월 조사 시 출현한 어류는 총 6종 75개체이며 9월 조사 시 8종 538개체가 관찰되었으며 환경부 지정 범정보호종 및 멸종위기 야생생물(I·II)은 확인되지 않았으나, 생태계교란생물인 배스와 블루길 2종이 관찰되었음.
- 양서류 조사결과 6월 조사 시 3과 4종이 확인되었으며, 9월 조사 시 2과 2종이 확인되었음. 환경부 지정 범정보호종 및 멸종위기 야생생물(I·II)과 생태계교란생물은 관찰되지 않았음.
- 6월 조사 시 수생식물은 총 68과 137속 158종 3아종 6변종 1품종으로 총 168분류군이 관찰되었음. 이 중 습생식물(HG)이 20분류군으로 11.9%를 차지하였으며, 정수식물(EM) 10종(6.0%),

부엽식물(FF), 부유식물(FL), 침수식물(SM) 각각 2종(1.2%)으로 가산지의 습생·수생식물은 총 36분류군으로 나타났다.

- 9월 조사 시 수생식물은 총 69과 140속 161종 3아종 6변종 1품종으로 총 171분류군이 관찰되었음. 이 중 습생식물(HG)이 20분류군으로 11.7%를 차지하였으며, 정수식물(EM) 10종(5.8%), 부엽식물(FF), 부유식물(FL), 침수식물(SM) 각각 2종(1.2%)으로 가산지의 습생·수생식물은 총 36분류군으로 나타났다.

2. 호소환경 조사결과

○ 두량지의 호소환경 조사 결과

- 두량지의 수질을 ‘환경정책기본법’ [별표]의 호소 생활환경기준에 따라 평가 해보면, COD는 5.2(IV)~10.1(VI) mg/L, 평균 6.9(IV) mg/L, TOC는 2.6(I b)~4.8(III) mg/L, 평균 3.6(II) mg/L, T-N은 0.744(IV)~2.662(VI) mg/L, 평균 1.538(VI) mg/L, T-P는 0.011(I b)~0.116(V) mg/L, 평균 0.046(III) mg/L, 클로로필-a는 2.2(I a)~68.0(V) mg/m³, 평균 18.7(III) mg/m³로 조사되었음.
- 한국형 부영양화 지수를 사용하여 두량지의 부영화를 평가해 본 결과 조사기간 내 종합TSIKO 46~72으로 두량지의 경우 ‘중영양~부영양’ 상태를 나타내는 것으로 파악됨.

○ 가산지의 호소환경 조사 결과

- 가산지의 수질을 ‘환경정책기본법’ [별표]의 호소 생활환경기준에 따라 평가 해보면, COD는 4.8(III)~10.6(VI) mg/L, 평균 6.6(IV) mg/L, TOC는 3.0(I b)~14.3(VI) mg/L, 평균 4.7(III) mg/L, T-N은 0.493(III)~1.680(VI) mg/L, 평균 0.920(IV) mg/L, T-P는 0.016(I b)~0.131(V) mg/L, 평균 0.036(III) mg/L, 클로로필-a는 0.0(I a)~35.9(V) mg/m³, 평균 10.4(II) mg/m³로 조사되었음.
- 한국형 부영양화 지수를 사용하여 가산지의 부영화를 평가해 본 결과 조사기간 내 종합TSIKO 46~60으로 가산지의 경우 ‘중영양~부영양’ 상태를 나타내는 것으로 파악됨.

V. 연구결과의 활용계획

- 호소에 대한 수생태계 보전을 위한 환경정책 효과분석 및 정책 수립을 위한 기초자료로 활용
- 국내 호소 수생태계의 특성을 반영한 건강성 평가자료 체계 구축
- 지리정보서비스를 이용하여 호소 수생태계 건강성 평가 결과 공개 및 호소 등의 수생태계 건강성 증진 방안 마련을 위한 자료 제공