

생태적 유역관리를 위한 댐 홍수터 내 수변생태벨트 적지 및 효과 분석

- 금강 수계 댐 구간 사례 중심으로 -

반권수

고려대학교 대학원 환경생태공학과 박사, K-Water 환경본부 차장

I. 서론

기후변화 및 산업구조 변화 등에 따라 유역관리 정책이 점오염원에서 비점오염원 관리 중심으로 전환되고 있으며, 상수원 주변의 토지계, 축산계 등으로부터 발생하는 다양한 비점오염원에 대한 친환경적인 저감대책이 필요하다. 수변생태벨트는 유역의 불특정 오염원을 친환경적으로 정화하고, 사회, 생태적 연결성을 증진하기 위해 확대가 필요한 자연기반해법이다. 최근 물관리 일원화로 댐 관리가 환경부로 이관되면서 댐 호소 경계를 중심으로 제내지와 제외지로 이원화되어 있었던 수변의 토지관리를 통일성있게 시행할 수 있는 정책적 여건이 형성되었으며, 이를 실천하기 위해서는 우선적으로 댐 홍수터와 수변구역 등을 연계한 통합형 수변생태벨트 구축 방안이 마련되어야 할 것이다. 따라서, 본 연구에서는 이러한 새로운 수변관리 방안의 타당성을 뒷받침하고자 댐 홍수터를 중심으로 한 통합형 수변생태벨트 조성 적지 분석과 시험 조성지에 대한 환경정화 효과를 연구하였다.

II. 연구과정 및 방법

본 연구의 공간적 범위는 4대강 수계 중 전, 답 등 토지계의 비중과 가축 분뇨 발생량이 가장 많아, 댐 호소와 수변지역의 집중적인 비점오염원 관리대책이 필요한 금강 수계 대청호, 용담호 유역을 대상으로 하였다. 첫 번째 연구인 「댐 홍수터 수변생태벨트 조성 적지 분석」의 구체적인 범위는 대청댐 및 용담댐의 저수구역 내 홍수터부터 수변구역의 일반적인 범위인 하천, 호소 경계로부터 1km 이내의 제내지까지를 대상으로 하였으며, 두 번째 연구인 「댐 홍수터 수변림 정화 효과 분석」의 범위는 첫 번째 연구 결과, 적지 상위순위로 도출된 홍수터 중 용담댐 저수구역 내 3곳을 대상으로 하였다.

댐 홍수터에 수변생태벨트 조성 적지를 도출하기 위해 국내외 문헌 분석과 관련 전문가를 대상으로 한 설문을 통해 수변생태벨트의 기능에 영향을 미칠 수 있는 주요 영향인자인 하천과

의 거리, 토지이용, 침수일수, 유입·유출수, 비점오염원 등 총 17개 인자를 도출하고, 관련 문헌에서 제시된 분석기법을 보완하여 GIS분석을 통해 적지 우선순위를 도출하였다. 다음으로 용담댐 홍수터에 2013과 2014년에 시험적으로 조성된 포플러 수변림 3개소와 인근 경작지, 휴경지를 대상으로 토양과 식물체에 대한 T-N, T-P 함량을 분석하고, 수변림의 환경조건에 따른 오염물질 제거량을 비교하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 댐 홍수터 수변생태벨트 적지 분석

첫 번째 연구에서는 유역의 생태적 복원과 수질개선 목적 달성을 위해 보전가치 평가, 오염부하량 우선순위 평가를 먼저 실시하였으며, 제내·외지별, 주요 항목별 GIS 분석으로 적지 우선순위를 도출하였다. 제내지 적지 분석 기준은 하천과의 거리, 단절성, 조성 가능 면적, 경사 등 9개 항목이며, 댐 홍수터 제외지 적지 분석 기준은 제방 차단성, 구거 연결성, 홍수터 면적, 경작지 면적, 적정 경사, 상시만수위 이하 경작지 등 6개 항목을 적용하였다. 실제 수역으로부터 육역까지 횡적인 연결성을 반영하기 위해 제내·외지 각각의 평가 결과를 유역 단위인 소단위 범위로 그룹화하여 통합평가를 실시하고 우선순위를 도출하였다(Figure 1 참조).

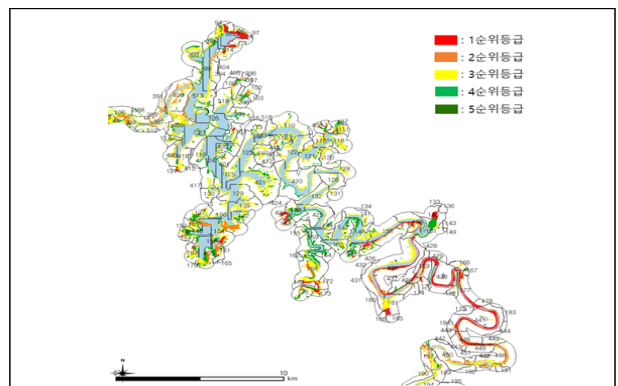


Figure 1. 제내외지 통합 우선 순위 도출 결과(대청댐)

대청댐, 용담댐 유역의 140개 소단위에 대한 적지 우선 순위를 도출하였으며, 분석 결과에 대한 적정성을 확인하기 위해 현장 체크리스트를 작성하여 현장조사, 드론·위성영상 등을 통해 상위 그룹 15개 샘플 대상지에 대한 현장평가를 실시하였다. 홍수터 경작지 오염원 분포, 제내지와 연계성 등에 대한 현장평가 결과, 전반적으로 조성 적지로 검증되어 본 연구에서 도출한 영향인자와 댐 홍수터 수변생태벨트 조성 적지 기법이 유의미함을 확인하였다.

2. 댐 홍수터 수변생태벨트 조성 효과

댐 홍수터에 수변생태벨트를 조성할 시 환경정화 효과를 검증하였다. 첫번째로 36개 지점의 토양 조사에서, 수변림의 T-N, T-P 농도는 각각 0.067, 0.036%, 비수변림(경작지, 휴경지)의 T-N, T-P 농도는 각각 0.147%, 0.101%로 유의한 수준의 차이가 있었다(Figure 2, Table 1 참조).

두번째로 수변림 3개소의 포플러의 식물체 재적량은 대상지 순으로 466.46m³, 171.34m³, 75.76m³이었으며, 단위면적당 T-N, T-P 축적량은 1 대상지에서 497.75kg/ha, 112.73kg/ha로 가장 크게 나타났다. 재적량이 큰 지역일수록 식물체 내 T-N, T-P 축적량이 크고 토양내 T-N, T-P 함량은 낮게 나타났다(Figure 3 참조).

세번째로 수변림의 환경조건에 따른 오염물질 제거량 분석에서, 3대상지의 포플러는 총 재적량이 가장 작았으며, 단위면적

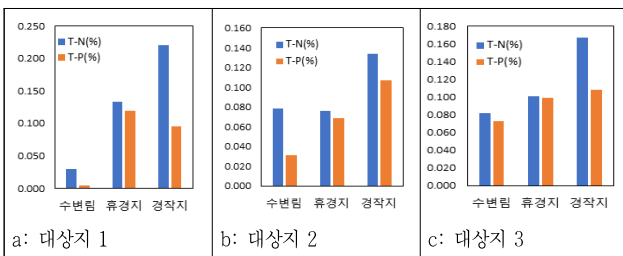


Figure 2. 대상지별 T-N, T-P 평균값 비교

Table 1. *t*-test 검증(수변림과 비수변림간)

구분	Group	N	Mean	SD	<i>t</i>	<i>p</i> -value
T-N	A	12	0.067	0.048	-2.779	0.009
	B	24	0.147	0.093		
T-P	A	12	0.036	0.033	-4.343	0.000
	B	24	0.101	0.046		

Group A: 수변림; B: 비수변림 (휴경지, 경작지)

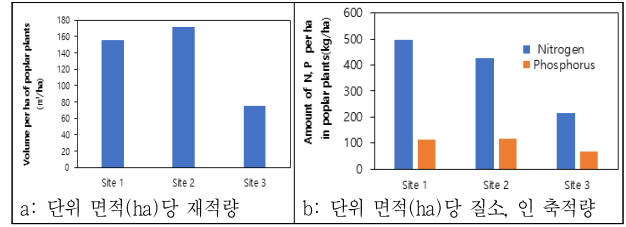


Figure 3. 단위면적당 재적 및 포플러 내 질소, 인 축적량 비교

(ha)당 T-N, T-P 축적량도 평균값의 56%, 68% 수준으로 가장 낮게 나타났다. 면적이 클수록, 하천 저수로부터 거리가 가까울수록, 모래·미사 함량이 높을수록, 오염원과 거리가 가까울수록 토양 내 T-N, T-P 함량은 상대적으로 낮고, 식물체 T-N, T-P 축적량은 높은 경향을 보였다. 수변림 조성 전에 받았던 1, 2 대상지와 3대상지간 차이는 크게 나타났으며, 1, 2대상지간의 토양, 식물체 내 T-N, T-P의 차이는 식재 후 경과년도, 재배작물, 오염원의 유입조건 등 환경차이가 원인으로 보여졌다.

IV. 결론

본 연구 결과를 통해 댐 홍수터에 수변생태벨트로서 수변림을 도입시 토양 내 질소, 인 등 오염물질을 제거하여 유역 수질 정화에 기여할 수 있음을 검증하였다. 또한 수변림 조성 시 환경조건을 충분히 고려하여야 양호한 식물 성장을 유도하며, 정화효율을 높일 수 있을 것으로 판단되었다. 본 연구는 댐 홍수터의 다양한 환경 조건을 고려하고, 수변구역과 연계한 통합형 수변생태벨트 구축을 위한 연구를 최초로 시도했다는 점에 의의가 있다. 이를 통해 댐 유역에 수변생태벨트 확대 구축을 위한 이론적 기반을 제공하여 실효성 높은 수변관리 정책 마련에 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 금강수계관리위원회 (2020). 금강 수질개선을 위한 댐 유입 홍수터 기초조사 및 수변생태구역 활성화 방안 연구(1차년도).
2. 심윤진, 차진열, 박용수, 이동진, 서유희, 홍진표, & 조동길. (2014). 영산강, 섬진강수계 수변구역 토지매수 우선순위 산정에 관한 연구-주요 수변구역을 사례로. 한국환경복원기술학회지, 17(1): 173-184.
3. 여진기, 이원우, 구영분, 우관수, & 변계경. (2010). 하천연변에 식재된 3년생 포플러 클론의 지상부 biomass 의 질소 저장능력 추정추정. 농업생명과학연구, 44(3): 15-21.
4. Bahn, G. S. and B. C. An(2020). Analysis of environmental purification effect of riparian forest with poplar trees for ecological watershed management: A case study in the floodplain of the dam reservoir in Korea. Sustainability, 12(17): 6871.
5. K-water (2020). 통합 물관리 측면의 수변생태벨트 모델 연구 용역.