

수문지형학적 특성을 고려한 댐습지의 기능평가

Assessment of A Dam-Wetland Functions Considering Hydrogeomorphic Characteristics

김덕길*, 신한규**, 김형수***, 김재근****

Duck Gil Kim, Han Kyu Shin, Hung Soo Kim, Jae Geun Kim

요 지

기존의 댐에 대한 연구는 이·치수 및 전력생산, 환경문제와 같은 댐의 전통적인 기능과 그 파급효과에 대한 연구가 주로 진행되어 왔으나 댐의 친환경적 활용방안 및 댐에 서식하고 있는 동·식물 및 생태계에 대한 연구는 상당히 미흡한 실정이다. 특히, 댐 상류지역 및 주변지역에 위치하고 있는 습지는 댐의 수질개선, 희귀 동·식물의 서식처 확보 등과 같은 생태보존, 위락 경관 생태공원 등의 기능을 제공할 수 있다. 이로 인해 댐 유역에 위치하고 있는 자연습지의 보전뿐만 아니라 훼손에 따른 대체습지(인공습지)의 필요성이 점점되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 현재 운영되고 있는 댐을 대상으로 댐이 지니고 있는 습지의 역할을 검토하고자 수문지형학적 방법인 HGM 방법을 이용하여 댐습지의 기능을 평가하였다.

HGM 방법을 이용하여 댐습지의 기능평가를 수행하기 위해서는 대상습지와 기준습지가 필요하며, 본 연구에서의 대상지역은 댐 유역내 습지지역이 조성되어 있는 보령댐으로 선정하였으며, 기준지역은 보전이 잘 되어 있고 랍사르 협약에 등록된 우포늪으로 선정하였다. HGM 방법에서의 기능 평가는 수문학적, 생지화학적, 식물 서식처 그리고 동물 서식처 측면으로 구분하여 대상지역과 기준지역을 비교하는 방식으로 이루어진다. 그 결과, 댐습지가 지니고 있는 습지의 기능이 자연습지에 비해 평균적으로 약 50%정도의 역할을 하는 것으로 나타났다. 이는 댐습지가 습지로서의 역할을 기능적으로 100% 수행을 못하고 있지만, 댐이 습지의 기능을 어느 정도의 수준까지는 수행을 하고 있음을 알 수 있다.

핵심용어 : 댐습지, HGM, 기능평가

1. 서론

댐은 수자원 확보와 홍수피해 감소 등을 위해 필요한 수공구조물이라고 할 수 있다. 댐의 건설 및 운영은 하천유역 습지의 질과 양적인 측면에 많은 변화를 초래하게 된다. 댐의 친환경적 활용은 하천유역 습지를 어떻게 주변지역의 사회, 문화, 경제 상황과 연계하여 활용하느냐가 중요한 관건이라고 할 수 있다. 특히, 댐 상류지역 및 주변지역에 위치하고 있는 습지는 댐의 수질개선, 희귀 동·식물의 서식처 확보 등과 같은 생태보존, 위락 경관 생태공원 등과 함께 테마 경관 제공 등의 기능을 제공할 수 있다. 따라서 댐 유역에 위치하고 있는 자연습지의 보전뿐만 아니라 훼손에 따른 대체습지(인공습지)의 필요성이 점점되고 있는 실정이다(한국수자원공사, 2009).

기존에 댐이 지니고 있는 습지 기능에 대하여 객관적으로 평가한 사례는 거의 없다. 따라서 본 연구에서는 기존에 습지의 기능을 평가하는데 사용되고 있는 HGM(Hydrogeomorphic Method)을 이용하여 댐이 지니고 있는 습지의 기능을 평가하고자 하였다. 이 평가를 위한 댐습지의 범위는 일반적으로 습지에 있는

* 정회원 · 인하대학교 사회기반시스템공학부 박사과정 · E-mail : k1004dk@hanmail.net
** 비회원 · 서울대학교 생물교육과 석사과정 · E-mail : hankshin@snu.ac.kr
*** 정회원 · 인하대학교 사회기반시스템공학부 교수 · E-mail : sookim@inha.ac.kr
**** 비회원 · 서울대학교 생물교육과 교수 · E-mail : jaegkim@snu.ac.kr

수문학적 특성을 이루고, 이 수문학적 특성을 가진 댐의 각 지역이 식물, 조류, 어류 등을 포함한 생물상에 필요한 서식 조건을 제공하는 댐 저류지역 전체로 정의하였다.

본 연구에서는 미공병단이 제시한 HGM 습지 기능평가 방법(Smith et al., 1995)을 이용하여 보령댐 지역을 대상지역으로 우리나라의 대표적인 습지인 우포늪이 가지는 습지의 기능과 비교하여 보령댐이 가지는 습지로서의 기능을 평가하였다.

2. HGM(Hydrogeomorphic Method) 이론

본 연구에서 이용한 HGM 방법은 습지에 대한 수문학적 특징과 지형학적 특징을 고려하여 하천변 습지, 경사습지 등으로 분류하고 있다. HGM 방법을 이용한 기능평가는 평가 대상인 대상습지와 비교 대상이 되는 기준습지를 선정하여 이루어지며, 그 결과는 습지가 수행하고 있는 기능별로 지수화하여 나타낸다 (Brinson, 1993). 습지의 기능평가는 크게 수문학적 측면, 생지화학적 측면, 그리고 식물과 동물 서식처 측면으로 총 4가지로 구분되어 이루어진다.

표 1. HGM 방법에서의 습지 기능평가 항목

기능평가 항목			
수문학적 측면	생지화학적 측면	식물 서식처	동물 서식처
-단기지표수 저류 -장기 지표수 저류 -에너지 감쇄 -지표하 저류량 -적정 지하수	-양분순환 -이입된 원소와 화합물의 제거 -미립자의 보유 -유기탄소 이출	-특징적인 식물 군집의 유지 -특징적인 잔재 생체량의 유지	-서식처의 공간적 구조 유지 -산재와 연결성의 유지 -무척추동물의 분포와 수도 유지 -척추동물의 분포와 수도 유지

3. 적용 및 분석

3.1 대상지역

본 연구의 대상지역은 충남 보령시에 위치하고 있는 보령댐과 경남 창원군에 위치하고 있는 우포늪이다. 두 지역 중에서 습지의 기능을 평가할 지역은 보령댐지역이며, 우포늪은 습지의 기능평가에 있어서 기준이 될 기준습지이다. 보령댐에는 댐 건설로 인해 형성된 3곳의 습지지역이 있으며, 습지지역의 형태는 늪형과 소택형 습지로 구분할 수 있다(그림 1). 우포늪은 종 다양성이 풍부한 자연습지로 우리나라를 대표할 수 있는 습지라 할 수 있어 본 연구의 기준습지로 선정하였다.

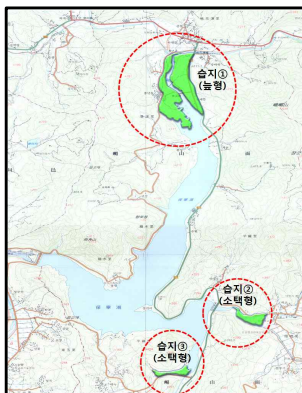


그림 1. 보령댐의 습지 지역 분포

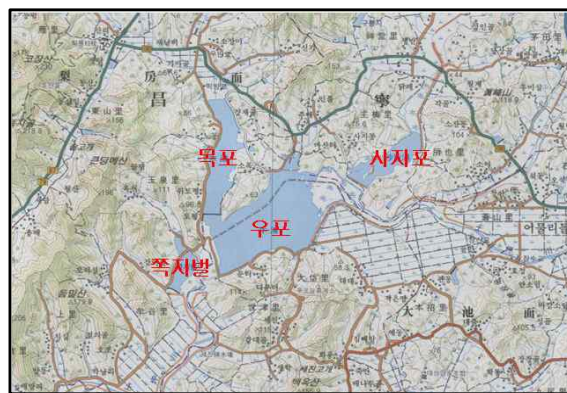


그림 2. 우포늪의 위치도

3.2 HGM 방법을 이용한 기능평가

HGM을 이용한 댐습지의 기능평가는 각 기능별 기능지수(Index of Function, FCI)를 수식으로 계산하여 지수로 나타낸다. 각각의 기능에 따라 기능지수 산정식이 다르며, 산정식마다 사용된 변수는 2~7개이다. 이들 변수들은 대상지역의 여건에 따라서 추가하거나 삭제할 수 있다. 각 변수들의 값은 0.0~1.0까지 분포시키도록 되어 있으며, 기준습지로 선정한 우포늪에 대한 각 변수들의 값을 1.0으로 결정한 후 대상지역인 보령댐습지의 각 변수들을 산정하게 된다. 변수들의 산정은 각 기능의 FCI 산정식에서 이용되는 변수들을 기준습지인 우포늪과 개별적으로 비교분석하여 이루어진다. 각 기능의 정도를 산정하는데 이용된 FCI 산정식은 아래의 표 2와 같다(Brinson et al., 1995).

표 2. 각 기능별 FCI 산정 공식

	기 능	FCI 산정식
수문학적 측면	단기지표수 저류	$FCI = \left[V_{FREQ} \times \frac{(V_{INUND} + V_{MICRO} + V_{SHRUB} + V_{DTREE})}{4} \right]^{1/2}$
	장기지표수 저류	$FCI = \frac{(V_{SURWAT} + V_{MACRO})}{2}$
	에너지 감쇄	$FCI = \left(V_{FREQ} \times \frac{V_{MACRO} + V_{MICRO} + V_{DTREE}}{3} \right)^{1/2}$
	지표하 저류	$FCI = \frac{V_{PORE} + V_{WTF}}{2}$
생지화학적 측면	양분 순환	$FCI = V_{PROD}$
	이입된 원소와 화합물의 제거	$FCI = \left\{ \frac{V_{FREQ} + V_{SURFIN}}{2} + \frac{V_{MICRO} + V_{SORPT}}{2} \right\} / 2$
	미립자의 보유	$FCI = \left(\frac{V_{FREQ} + V_{SURFIN}}{2} \times \frac{V_{HERB} + V_{SHRUB} + V_{DTREE} + V_{MICRO}}{4} \right)^{1/2}$
	유기탄소 이출	$FCI = \left(\frac{(V_{FREQ} + V_{SURFIN} + V_{SURFON})}{3} \times V_{ORGAN} \right)^{1/2}$
식물 서식처 측면	특정적인 식물 군집의 유지	$FCI = \frac{(V_{COMP} + V_{CANOPY} + V_{DTREE})}{3}$
동물 서식처 측면	서식처의 공간 구조 유지	$FCI = \frac{V_{STRATA} + V_{GAPS}}{2}$
	산재와 연결성의 유지	$FCI = \frac{V_{FREQ} + V_{DURAT} + V_{MICRO} + V_{SURFCON}}{4}$
	무척추동물의 분포와 수도의 유지	$FCI = \frac{V_{SNVT} + V_{AQINVT}}{2}$
	척추동물의 분포와 수도의 유지	$FCI = \frac{V_{FISH} + V_{HERP} + V_{BIRD} + V_{MAMM}}{4}$

표 2에서 나타내고 있는 FCI 산정 공식에 사용되는 변수들의 값은 기준습지인 우포늪과 비교하여 산정하게 된다. 각 변수들의 값은 다음과 같이 산정된다. 대상지역의 해당변수를 의미하는 현상이 우포늪의 동일한 현상에 비교하였을 때 그 상태가 75~125%라면, 변수의 값은 1.0으로 산정된다. 이러한 방식으로 비교된 범위가 25~75% 또는 125%이상일 경우의 변수 값은 0.5가 되며, 0~25% 일 때와 그 밖의 기타 경우에는 각각 0.1과 0.0으로 산정된다. 본 연구에서 FCI를 산정하는데 적용된 변수와 그 값들은 아래 표 3과 같다.

표 3. FCI 산정에 이용된 변수

변 수	정 의	변수값	변 수	정 의	변수값
V_{INUND}	평균침수심	0.5	V_{PROD}	지상부 순 1차 생산량	0.5

표 3. FCI 산정에 이용된 변수(계속)

변 수	정 의	변수값	변 수	정 의	변수값
V_{MICRO}	미시지형학적 복잡성	1.0	V_{SURFIN}	지표유입량	0.5
V_{DTREE}	나무밀도	0.5	V_{SORPT}	토양의 흡착 특성	0.1
V_{SURWAT}	지표수 흔적의 지표	1.0	V_{WTF}	수위변화	0.5
V_{MACRO}	거시지형학적 기복	1.0	V_{ORGAN}	습지내 유기물질	0.5
V_{REDVEL}	유속저감	1.0	V_{CANOPY}	수관의 피도	1.0
V_{HERB}	초본의 밀도, 생체량 또는 피복	0.0	V_{PORE}	토양공극	0.0
V_{SHRUB}	관목과 유목의 밀도, 생물량 또는 피복도	0.0	$V_{SURFCON}$	하도를 통한 지표면의 수리학적 연결	0.5
V_{COMP}	목본, 유목, 관목 그리고 지표식물의 종 구성	1.0	V_{STRATA}	초목의 수직적 층의 수와 속성	1.0
V_{GAPS}	숲틈	1.0	V_{DURAT}	월류수 흐름의 지속성	0.1

위에서 언급한 각 기능별 FCI 산정 공식에 해당되는 변수를 적용하여 계산하면 각 기능별 FCI 가 산정되게 된다. 그 결과는 아래 표 4와 같다.

표 4. 각 기능별 기능지수(FCI)

분 류	기능 평가 항목	기능지수(FCI)
수문학적 기능	단기 지표수 저류	0.5
	장기 지표수 저류	1.0
	에너지 감쇄	0.645
	지표하 저류	0.25
	적정 지하수	0.0
생지화학적 기능	양분 순환	0.5
	이입된 원소와 화합물의 제거	0.525
	미립자의 보유	0.5
	유기탄소 이출	0.5
식물 서식처 기능	특정적인 식물 군집의 유지	0.833
	특정적인 잔재물 생체량의 유지	0.0
동물 서식처 기능	서식처의 공간 구조 유지	1.0
	산재와 연결성의 유지	0.525
	무척추동물의 분포와 수도의 유지	1.0
	척추동물의 분포와 수도의 유지	0.875

4. 결론

본 연구에서는 자연습지인 우포늪과 인공적으로 조성된 댐습지의 기능을 평가한 내용으로써 그 결과를 살펴보면 댐습지가 지니고 있는 습지의 기능이 자연습지에 비해 적게는 0%에서 크게는 100%까지 기능을 수행하는 것으로 평가되었으며, 평균적으로 약 50%정도의 역할을 수행하는 것으로 나타났다. 이는 댐습지가 습지로서의 역할을 기능적으로는 100% 수행을 못하고 있지만, 댐이 습지의 기능적인 역할을 어느 정도의 수준까지는 수행을 하고 있음이 밝혀졌다. 이 결과에 의해 지금까지 댐건설에 대한 일반적인 인식이 환경적인 면에서 부정적인 면으로만 평가되어 오던 것을 상당히 긍정적인 면으로 변화시킬 수 있는 계기를 제공해 줄 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 한국수자원공사(2009). 램습지의 기능과 가치평가 방법의 개발.
2. Brinson, M.M.(1993). A Hydrogeomorphic Classification for Wetlands, Wetlands Research Program Technical Report WRP-DE-4, U.S. Army Corps of Engineers.
3. Brinson, M.M., Rheinhardt, R.D., Hauer, F.R., Lee, L.C., Nutter, W.L., Smith, R.D., Whigham, D.(1995). A Guidebook for Application of Hydrogeomorphic Assessments to Riverine Wetlands, Wetlands Research Program Technical Report WRP-DE-11, U.S. Army Corps of Engineers.
4. Smith, R.D., Ammann, A., Bartoldus C., and Brinson M.M.(1995). A Guidebook for Application of Hydrogeomorphic Assessments to Riverine Wetlands. U.S. Army Corps of Engineers.