

# 방틀둠병을 활용한 어류 및 생물 서식처 조성 방안



안 창 혁 |

한국건설기술연구원 연구원  
chahn@kict.re.kr



주 진 철 |

한국건설기술연구원 수석연구원  
jcjoo@kict.re.kr



권 재 형 |

한국건설기술연구원 연구원  
jhkwon@kict.re.kr



송 호 면 |

한국건설기술연구원 연구위원  
hmsong@kict.re.kr

다. 또한, 계 내부에서는 생물에 필요한 물질들이 끊임없이 순환하여 동적인 구조와 균형을 유지하며, 이에 속한 생명체들은 각기 다른 환경과 서식처 내에서 독특한 그들만의 생존 전략을 구축하여 살아간다.

하천이나 호수생태계에서의 생산자는 수생 및 수변식물과 부착 또는 부유생활을 하는 식물플랑크톤 등이 있다. 이들에서 생산된 에너지는 동물플랑크톤이나 수서곤충 같은 저차소비자로 전달되며 향후 어류 등의 고차소비자로 이어진다. 이러한 메카니즘은 수질이나 서식처의 환경에 직·간접적으로 영향을 주며, 형성된 생물종(species)의 종류 및 밀도에 따라 영양단계 및 생태 등급의 분류가 가능하다.

서식처는 그 규모와 형식에 따라 해당 생태계의 구성요소가 결정되어 지는 경우가 많다. 크기는 미소서식처(cm~m 단위), 중형서식처(10m~수백m 단위), 대형서식처(100m~수 km 단위) 등으로 다양하게 구분되기에 생물서식공간의 확보에 있어 현장조건을 선행 고려한 적절한 기법이 요구된다.

## 1. 서론

생태계의 구성요소는 생산자, 소비자, 분해자로 크게 구분되며 이 중 생산자는 태양의 빛에너지를 화학에너지로 전환하여 소비자와 분해자로 전달한

## 2. 방틀둠병 적용방안

### 2.1 전통 둠병과 방틀둠병

둠병의 사전적인 의미는 웅덩이의 충칭도 방언으

로 정의한다(표준국어대사전, 2010). 과거 전통 농경사회에서는 이수용 농업구조물로 널리 사용되었으며 용수 저장, 홍수 조절, 수질정화, 갈수기 수서생물의 서식처, 생태습지 조성 및 먹이사슬 기능 강화 등을 수행한다고 알려져 있다. 또한, 뚝뚝에서는 어류의 먹이가 되는 플랑크톤 및 저서무척추동물 등 미소생물(meiofauna)이 풍부하고, 포식자가 적으며, 수온이 높아 하천과는 다른 서식환경을 제공한다(Kusuda and Noboru, 2009). 특히 눈에 설치된 뚝뚝 시설의 유무에 따라 미꾸리류(*Misgurnus sp.*)의 서식에 큰 영향을 미치며, 개체군의 안정적인 유지에 직접적으로 관여한다는 선행연구 사례가 있다(Harding et al., 2007). 실제로 전라남도에서는 2007~2009년 동안 약 78개소의 뚝뚝을 인공적으로 복원하여 생물종 수 및 개체수의 확보에 기여했으며 경상남도 고성군에서는 최근 뚝뚝의 보존가치를 인식하여 생태 교육장으로써의 기능을 조사하였다(김 등, 2011; 이 등, 2011; 전남농업기술원, 2010).

하지만 전통 뚝뚝은 농업 구조물이 아닌, 자연 하천이나 호수 등에 생태복원용으로 적용될 경우 갈수기로 인해 유량 공급이 일시적으로 중단되어 생물의 은신처 및 산란공간이 제한되는 등, 지속적

인 유지관리 측면에서 불리한 면도 있다. 따라서 본 기고에서는 전통 뚝뚝의 서식처 중심의 생태적 기능에 착안하여 고안된 생물 서식 공간을 확보한 매립형 구조물인 방틀뚝뚝에 대해서 소개하였다.

방틀뚝뚝은 설치위치 및 형태에 따라 호안형, 하상형, 수제형으로 구분하는데, 호안형은 하천과 호수의 호안, 하상형(호중형)은 호수 바닥, 수제형은 하천의 수제 및 여울을 대상으로 하였다. 크기는 1m<sup>3</sup>을 기본으로 하며 현장상황에 맞게 연계하여 추가 설치 가능하도록 하였다. 상부 슬라브에 타공을 하여 생물 이동통로를 만들었으며 상단에 식생매트를 설치하거나 슬라브를 겹겹이 쌓아 조성할 수도 있다. 이러한 구조적 보강으로 전통뚝뚝과는 달리 사람의 실족으로 인한 사고를 미연에 방지할 수 있다. 어류는 상부 뚜껑을 기준으로 상·하·좌·우 출입이 가능하며 외벽에 타공을 하여 수원의 유입이 가능하도록 하고, 지하수위를 확보해 갈수기에도 생물 서식이 가능하도록 동결심도 이상의 수심을 확보하였다. 재질은 콘크리트 종류(CO<sub>2</sub> 저감용 중성 콘크리트 등)를 기본적으로 사용하며 때에 따라 목재로 구조체를 구성하는 것도 가능하다. 구조물 내부로 유입된 토사는 각도 약 15°로 조성된 경사판 어초로 한곳에 차집하여 일괄 유지관리하며,

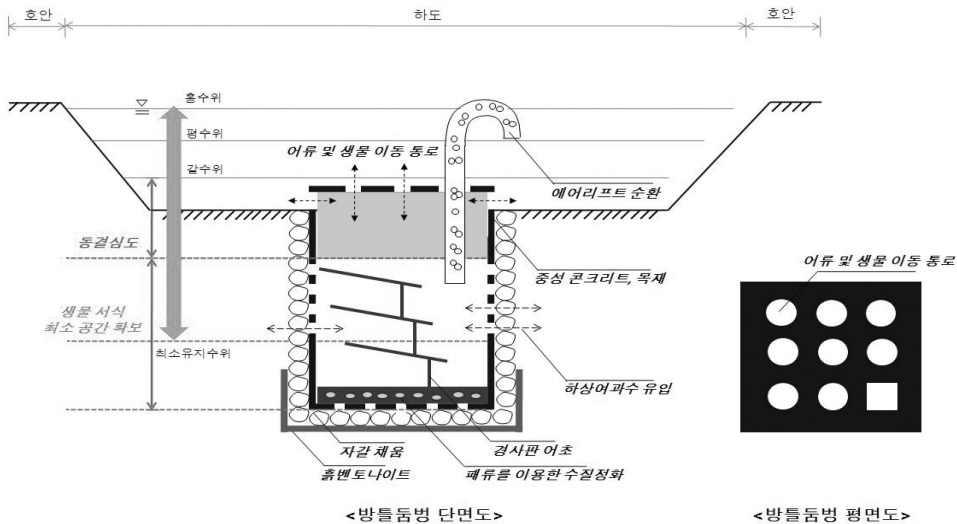


그림 1. 하상형 방틀뚝뚝의 기본 구조도

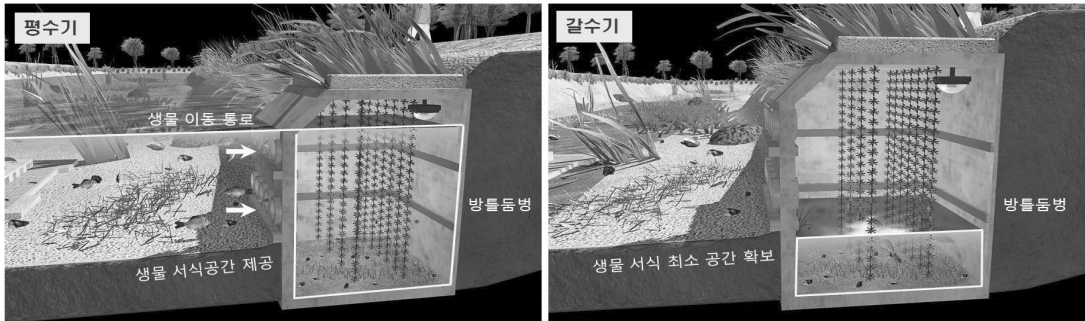


그림 2. 방틀뚝뚝의 생물 서식공간 확보 기능

수질관리는 에어리프트 펌프에 의한 순환, 미디어 등 접촉 시설, 패류 등 생물을 이용한 다양한 수질 정화 방법이 고려될 수 있다(그림 1, 2).

본 기술의 특징을 간단히 요약하면 구조적 안정성을 고려한 상부 슬라브(뚜껑) 설치로 인한 실족 방지, 어류 서식환경 개선, 시공의 용이성 등이며 “수위조절이 가능한 어초 뚝뚝 및 이를 이용한 어초 뚝뚝 모니터링 시스템”의 제목으로 출원완료 하여 관련 내용을 자세히 수록하였다(출원번호 10-2009-0125793).

## 2.2 방틀뚝뚝의 시공

시공은 기본적으로 현장조사 및 측량→터파기→방틀뚝뚝 시공→측구시공→뚜껑시공→검사→되메우기→완료의 순서로 진행된다. 대부분의 초기 시

공은 해당 수계의 갈수기에 이루어지며 물이 많은 홍수기는 가능한 피한다. 필요시에는 물막이공이나 양수기를 활용하고, 방틀뚝뚝의 타공된 부분은 자갈이나 잡석 등으로 시공하여 막힘을 방지한다. 시공 대상지의 하상이 배수가 잘되는 입자가 굵은 모래 등으로 구성되어 있다면 바닥에 벤토나이트 등으로 부분 차수하여 뚝뚝 내 유량을 확보 할 수도 있다(그림 3).

현재 시공된 Test-bed는 경상북도 안동시에 소재한 한국건설기술연구원 수자원환경실험센터의 호수실험장에 하상형 방틀뚝뚝(4.0m<sup>3</sup>), 호안형 및 수제형 방틀뚝뚝(31.5m<sup>3</sup>)이 시공되었고 대형저류지에 호안형 방틀뚝뚝(6.7m<sup>3</sup>)이 시공되어 운영·관리 중에 있다. 또한, 한국건설기술연구원 본관 옆 커뮤니티 생태연못 내에 하상형 방틀뚝뚝(3.3m<sup>3</sup>)이 시공되어 토종 어류 서식을 위한 생태공간 및 야외

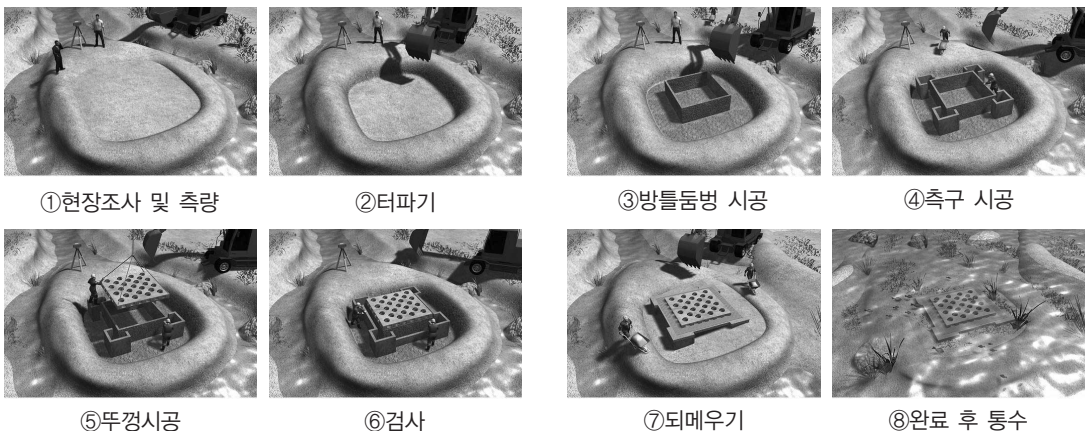


그림 3. 방틀뚝뚝의 시공과정

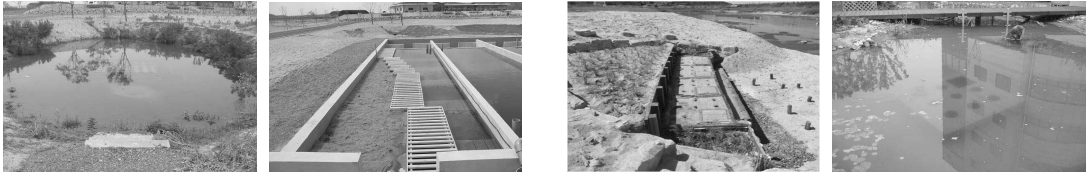


그림 4. 방틀둑병 Test-bed 조성 현황(좌측부터 KICT 수자원환경시험센터 생태연못, 실험수로, 저류지, KICT 커뮤니티 가든 생태연못에 시공된 방틀둑병)

학습장으로 활용되고 있다(그림 4). 현재 관련 지자체와 협의 후 도시 물순환시스템 등의 친수 및 생태 공간에 어류 서식처 공간의 확보를 위해 설치 및 시공을 추진중이다.

### 2.3 기술의 평가

방틀둑병의 평가는 크게 이화학적인 수질 평가와 서식처 평가인 생물지표도 기법(Biological criteria)으로 이루어진다. 미국 환경청은 수자원 및 종합적인 수생태계 평가를 위한 도구로서 식물플랑크톤(algae), 저서생물(benthos) 등을 활용한 생물지표도 기법(Biological criteria)을 도입하였고 특히 어류에 대해서는 1981년 개발된 IBI(Index of Biological Integrity) 및 QHEI(Qualitative Habitat Evaluation Index) 기법을 활용하여 체계화 하였다. IBI 기법은 각종 환경 요인들에 대한 어류의 내성, 영양상태, 풍부도, 분포양상 등을 정량화하는 것이 장점이며 이를 통해 담수 생태계를 평가하고 나아가 복원하는 데에 목적이 있다. 국내에서 이러한 생물지표도 기법을 적용한 사례는 종종 있으며 최근 환경부의 생태환경기

술지침서 등에 제시하여 활용되고 있다 (환경부, 2011; USEPA, 1988; Van Putten, 1989; Karr, 1981).

이러한 기법을 활용하여 KICT 수자원환경시험센터 내 방틀둑병 Test-bed에서 서식처를 정량적으로 평가한 결과 대조구에서의 QHEI 등급은 전체적으로 악화상태(Poor)에서 보통과 양호상태 사이의 등급(Fair~good)을 나타내었으나 방틀둑병은 보통상태(Fair)와 양호상태(Good) 사이로, 1등급 높게 나타나 확연한 차이를 보였다. 그리고 IBI 평가에서 방틀둑병은 모든 값이 양호상태(Good)로 대조군보다 전반적으로 높은 수치를 기록했고, 전체 평가값의 62.5%가 양호상태(Good)에 해당되어 보통등급 이하의 수공간에 적용시 생태 건강성 향상에 기여할 수 있음을 시사했다(그림 5).

### 3. 결론

‘옛것을 익히고 나아가 새것을 안다’는 온고지신(溫故知新)이라는 한자성어가 있다. 현대적 의미에서 둑병은 농업용수 공급 대상의 관점을 벗어나 수

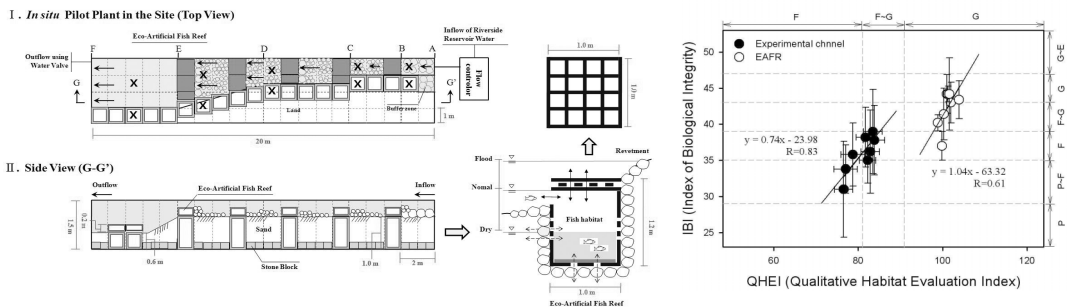


그림 5. 방틀둑병 Test-bed 실험수로(좌)에서 생물지표도 기법 평가 결과(우)

생태계의 건강성을 나타내는 지표로 해석되고 있다. 최근 각광받는 생태관찰대 조성, 친환경 농업 등을 감안할 때 뚝방은 수생태계의 건강성 증진과 지역 문화자원으로써 경관 창출, 문화의 공간을 연계하여 활용방안을 모색할 필요성이 있다. 이러한 관점에서 과거 논에 물을 대기 위해 조상들이 활용했던 농업용수용 구조물인 뚝방이 최근 생태기능 측면에서 부각되고 있는 점은 고무적이라 생각된다. 현재는 1980년대의 생태도시(eco-city)나 지속 가능한 도시(sustainable city) 컨셉에 이어 녹색 도시(green city) 건설에 주력하고 있다. 또한 향후의 녹색도시는 지구 온난화에 따른 기후 변화 대응 뿐만 아니라 자연 고유의 생태 기능 복원을 주요 목

표 중 하나로 인식하고 있어 그 중요성이 점차 대두 될 것으로 사료된다.

인간과 자연의 어우러짐을 위하여 고안된 본 자연공생형 기술은 내부적으로는 어류 서식·피난처 역할을 수행하며 외부적으로는 사람의 접근성을 강화하였다. 또한 자생 생물 다양성 및 개체수 확보를 통한 자연스런 먹이사슬(food chain) 형성의 유도 와 이에 따른 생태적 건강성 증진을 토대로 어류를 중심으로한 깃대종(flagship species) 확보, 생물 서식처 복원, 교육 및 문화의 장 마련에 순기능을 부여할 것이다. 또한, 최소한의 공간 이용으로, 수 생태 기능 개선에 최대한의 효과를 창출함으로써 친환경 녹색도시 조성에 기여함을 기대해 본다. 🌿

### 참고문헌

1. 김재옥, 신현상, 유지현, 이승현, 장규상, 김범철, 논 중간 낙수기에 미꾸라지 피난처로서 뚝방의 기능 평가, 한국환경농학회지, 한국환경농학회, 30(1), pp. 37~42, 2011
2. 최계운 등, 하천설계기준·해설. 설계보고서, 건설교통부, 2005
3. 한국건설기술연구원, 자연공생 하천습지(호소) 기술 개발. 2010
4. (주)생태환경디자인연구소, 고성군 뚝방 실태 조사 보고서, 고성군, 2011.
5. Carolyn J.M. Brown, Brendan W. Knight, Mark E. McMaster, Keely R. Munkittrick, Ken D. Oakes, Grald R. Tetreault, Mark R. Servos, The effects of tertiary treated municipal wastewater on fish communities of a small river tributary in Southern Ontario, Canada, *Environmental pollution*, 159, pp. 1923~1931, 2011
6. Jung Chen Huang, William J. Mitsch, Li Zhang, Ecological restoration design of a stream on a college campus in central Ohio. *Ecological engineering*, 35, pp. 329~340, 2009
7. Kang, S.H, Index of biological integrity for water environmental assesment of nature-friendly river work. Korea Society of Environmental Engineers, 9(4), pp. 168~174, 2004
8. M.T. Southerland, G.M. Rogers, M.J. Kline, R.P. Morgan, D.M. Boward, P.F. Kazyak, R.J. Klauda, S.A. Stranko. Improving biological indicators to better assess the condition of streams. *Ecological Indicators*, 7, pp. 751~767, 2007