

가중치부여매트릭스 평가기법을 이용한 최적의 생태하천유량 확보 방안 도출 시스템 개발

Using Weighting-Factored Matrix Evaluation Method for Development of System Deducing Optimal Ecological Stream Flow Secured Methodology

변동현*, 이종철**, 이경도***정승권****

Dong-Hyun Byun, Jong-Chul Lee, Kyoung-Do Lee, Seung-Kwon Jung

요 지

현재 하천 건천화에 따른 수생태계 교란 및 수질악화 등의 근본적인 문제가 발생하고 있으며, 최근 정부의 저탄소 녹색성장기조에 따라 조성되고 있는 신도시, 소규모 및 대규모 택지개발사업의 경우는 환경 친화적인 단지조성 요구에 부응하기 위해 기존 도심하천의 복원 및 인공하천의 녹색성장을 고려한 친환경적 생태하천으로 조성하고자 하는 다양한 노력이 시도되고 있으나 안정적인 생태복원의 수원확보 방안을 마련하지 못해 실제 설계가 반영되지 못하고 있다. 또한, 조성하고자 하는 소하천 혹은 실개울 등의 수질보전 및 생태계 보호 등 하천이 본래의 기능을 유지할 수 있도록 생태하천유량을 확보하는 다양한 기술들이 개발되어 있지만, 공사 유형과 주변 환경에 적합한 생태하천유량 확보 방안을 선정할 수 있는 비구조적 대책마련이 부족한 실정이다. 이러한 실정과 문제점을 고려해 볼 때, 조성하고자 하는 도시 내 자연하천 및 인공하천 조성 등 수변환경을 고려한 단지조성에 맞는 생태하천유량 확보 방안 및 평가에 대한 연구가 단계적으로 이루어져야 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 생태하천유량 확보와 하천수질 개선이 필요한 특정 지역 또는 다양한 유형의 공사 지구 내 하천이 정상적인 기능을 수행할 수 있도록 적용 가능한 생태하천유량 확보 방안들과 수리해석 모델인 HEC-RAS(River Analysis System), 생태하천유량 산정 모델인 PHABSIM(Physical HABitat SIMulation)을 연계한 물리식처 평가 모듈을 개발하고, 이를 기초로 가중치부여매트릭스 평가(국토해양부, 2006) 기법을 적용한 최적의 생태하천유량 확보 방안과 수질개선 방안을 제시해 줄 수 있는 의사결정지원 시스템을 구축 하고자 한다.

본 연구에서 개발된 최적의 생태하천유량 확보 방안 도출을 위한 의사결정지원 시스템의 활용으로 필요유량은 물론, 기준을 만족하는 수질의 확보가 절실히 요구되는 중·소규모 하천에 실질적으로 적정수질의 생태하천유량을 확보함으로써 하천으로서의 역할을 위한 본 기능의 회복과 동시에 소하천, 도심하천 및 인공하천 등 중·소규모 수계의 수문순환을 정상화하여 하천의 지속 가능한 개발과 관리가 효율적으로 이루어지도록 하는데 이용될 수 있을 것으로 예상되어진다.

핵심용어: 단기에측강우, RDAPS, 예측유입량

* (주)핵코리아 연구개발사업부 연구사업팀 팀장 · E-mail : bdh0507@hecorea.co.kr - 발표자

** (주)핵코리아 기획전략사업부 부서장 · E-mail : jlee@hecorea.co.kr

*** (주)핵코리아 대표이사 · E-mail : kdlee@hecorea.co.kr

**** (주)핵코리아 연구개발사업부 부서장 · E-mail : jsk@hecorea.co.kr

1. 서 론

현재 하천 건천화에 따른 수생태계 교란 및 수질악화 등의 근본적인 문제가 발생하고 있으며, 최근 정부의 저탄소 녹색성장기조에 따라 조성되고 있는 신도시, 소규모 및 대규모 택지개발사업의 경우는 환경 친화적인 단지조성 요구에 부응하기 위해 기존 도심하천의 복원 및 인공하천의 녹색성장을 고려한 친환경적 생태하천으로 조성하고자 하는 다양한 노력이 시도되고 있으나 안정적인 생태복원의 수원확보 방안을 마련하지 못해 실제 설계가 반영되지 못하고 있다. 또한, 조성하고자 하는 소하천 혹은 실개울 등의 수질보전 및 생태계 보호 등 하천이 본래의 기능을 유지할 수 있도록 생태하천유량을 확보하는 다양한 기술들이 개발되어 있지만, 공사 유형과 주변 환경에 적합한 생태하천유량 확보 방안을 선정할 수 있는 비구조적 대책마련이 부족한 실정이다. 이러한 현황과 문제점을 고려해 볼 때, 조성하고자 하는 도시 내 자연하천 및 인공하천 조성 등 수변환경을 고려한 단지조성의 실정에 맞는 생태하천유량 확보 방안 및 평가에 대한 연구가 단계적으로 이루어져야 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 생태하천유량 확보와 하천수질 개선이 필요한 특정 지역 또는 다양한 유형의 공사 지구 내 하천이 정상적인 기능을 수행할 수 있도록 생태하천유량 확보 방안들과 수리해석 모델인 HEC-RAS(River Analysis System), 수질해석 모델인 QUAL2E(Enhanced Stream Water Quality Model), 그리고 PHABSIM(Physical HABitat SIMulation)을 연계한 물리서식처 평가 및 산정 프로그램을 구축하고, 이를 기초로 가중치부여매트릭스 평가(국토해양부, 2006) 기법을 적용한 최적의 생태하천유량 확보 방안과 수질개선 방안을 제시해 줄 수 있는 의사결정지원 시스템을 개발 하고자 한다.

2. 국·내외 사례조사

2.1 국외 생태하천유량 산정 방법

일본의 경우, 국토교통성 하천국은 “하천에서 유수의 정상적인 기능을 유지하기 위해 필요한 유량”으로써 정상유량을 사용하고 있다. 정상유량은 갈수시를 포함한 년 중 전 기간에 걸쳐 하천 유수의 정상적인 기능 유지를 도모하기 위하여 설정됨에 따라 유량의 변동이 중요한 요소이다. 정상유량은 하천, 유역 및 지역사회를 고려하여 결정하며, 검토 시 기술수준과 행정판단기준은 하천관리자가 관계기관 및 각 분야 전문가의 협력을 얻어 현장조사와 연구를 통해 산정해야 한다(정상유량 검토지침, 2001). 정상유량의 산정절차는 하천환경의 파악, 하천 구분, 항목별 필요유량 검토 방침의 설정, 항목별 필요유량의 검토, 유지유량의 설정, 이수유량의 설정을 거쳐 정상유량을 설정한다. 해당 하천에서 정상유량의 결정은 유입량, 취수량, 회귀수량 등을 고려하여 구간별 유지유량 및 이수유량을 만족하는 유량을 구하고 이 유량을 각 기간별로 유량현황과 비교한 다음 대표지점에서의 정상유량을 설정한다.

미국의 경우, 하천유지유량은 “Instream Flow” 또는 “Minimum Flow”라고 하며, 하천 내 물의 가치와 이용을 허용수준 이상으로 유지하기 위하여 필요한 유량을 나타낸다. 갈수량 및 ‘물의 가치와 이용을 위한 유량’을 고려하는데, 여기에는 ‘물의 가치와 이용을 위한 유량’이란 어류 및 야생동물, 위락, 심미, 수질, 수력발전, 수운, 하구, 하천변 식생과 홍수터, 습지 생태계 유지 등에 필요한 유량을 의미한다. 역사적으로 미국은 하천 하천유지유량 산정 방법 개발과 적용에 있어서 가장 활발한 역할을 해왔다. Tharme(2003)의 조사에 의하면, 2002년 현재 전 세계 44개국에서 207가지의 하천유지유량 산정방법이 개발되었고, 미국은 총 77가지의 방법을 개발하고 적용해 왔다. 표 1은 각 국가의 생태하천유량 설정 방안을 나타낸 것이다.

표 1. 각 국가의 생태하천유량 설정 방안

국가	적용 방법
영국	▪ IFIM/PHABSIM, MAF, HABSCORE, RIVPACS
미국	▪ IFIM/PHABSIM, RCHARC, Tennant Method, HEP/HIS, R2-CROSS, RVA
일본	▪ 인위적 생태환경 변화의 영향 평가 연구
호주	▪ 전문가 패널기법, 전체적 접근법, IFIM/PHABSIM
오스트리아	▪ IFIM/PHABSIM, 전문가 패널법
캐나다	▪ 7Q10, Tennant Method, PHABSIM, MMF 기법
체코	▪ IFIM을 기반으로 한 기법
덴마크	▪ 최저 유량 중앙값 적용
프랑스	▪ EVHA (서식처 평가법 ← PHABSIM과 유사)
핀란드	▪ EVHA
네덜란드	▪ PHABSIM, HEP, HIS, Mesohabitat
뉴질랜드	▪ RHYHABSIM
노르웨이	▪ RSS(River Simulation System)
남아프리카	▪ 일유량 기록 사용, 빌딩 블록기법, Biotopes, 지형적 변화
스페인	▪ Palau basic flow 기법, Basque 기법, 서식처 평가
스웨덴	▪ 하천시스템 수치모의를 이용한 하천유량 연구
스위스	▪ Q95
독일	▪ CASIMIR(미소 서식처 모의실험 기법)
이탈리아	▪ Montana 기법, 윤변 방법, IFIM/PHABSIM

2.2 국내 생태하천유량 산정 방법

국내 하천에서는 어류 보전에 필요한 조사가 거의 이루어지지 않았기 때문에 앞에서 제시한 국외의 방법들을 적용하기가 어렵다. 따라서 특정 하도 구간에서 집중적으로 분석하는 방법보다는 ‘간단한 필요유량의 산정 방법’과 같이 일부 지점에 대해 간편법으로 적용되어 어류가 물과 조화를 이루어 서식하는 하천 공간 시스템이 아닌 하도부분의 통과 수로 역할만을 검토한 것이 대부분이다. 이 방법의 단점은 하천 공간 시스템에 대한 전반적인 해석이라기보다는 특정 구간 및 지점에서 어류의 이동에 필요한 수리·수문 조건을 산정하여 제시한 것이기 때문에 어류가 서식하기에 적합한 하천 내 전 구간에 걸쳐 거시적 해석과 함께 한계구간에 대한 미시적인 서식처 공간을 상세하게 검토하지 못한다. 이 방법은 대상구간에서 대표어종과 대리어종이 선정되면, 해당 어종이 요구하는 서식 요구 조건에 맞는 서식처 수리조건을 검토하게 된다. 이때 한계 수심은 가급적 최소치로 선정하며 필요한 경우 성장단계별로 구분하여 선정하는데, HEC-2 등 기존의 부등류 계산 모형을 이용할 수도 있다.

3. 생태하천유량 확보 시스템 개발

본 연구에서 개발하고자 하는 생태하천유량 확보 시스템은 사업지구 내 생태하천 조성 공사에 요구되는 필요 생태하천유량 산정 결과를 제시하고, 이를 토대로 생태계 보전과 친수활동이 가능한 최적의 생태하천유량확보 방안과 수질개선 방안 모두를 고려한 최적대안 도출을 위한 의사결정지원 시스템이다.

3.1 개발 방향

생태하천유량을 확보하는 방법으로서 하천이나 호소수(저수지수) 등의 지표수를 활용하는 방법, 우수 및 지하수를 활용하는 방법, 하수처리장 처리수를 재이용하는 등의 대체수자원을 활용하는 방법이 일반적으로 사용되고 있다. 이들 각 용수원은 계절적으로 확보 가능한 수량 및 수질의 변

