

# 생태하천조성을 위한 의사결정지원시스템 개발

## Development of Decision Support System for Establishment of Ecological Streams

이정민<sup>1</sup> · 최종수<sup>2</sup> · 이상훈<sup>3</sup> · 진규남<sup>3</sup> · 김미숙<sup>3</sup>

Jung-Min Lee<sup>1</sup>, Jong-Soo Choi<sup>2</sup>, Sang-Hun Lee<sup>3</sup>, Kyu-Nam Jin<sup>3</sup> and Mi-Suk Kim<sup>3</sup>

(Received March 28, 2011 / Revised June 15, 2011 / Accepted June 27, 2011)

### 요 약

하천과 강은 지구상에서 가장 현란하고 복잡한 생태계를 가지고 있는 지구상의 생태 중 하나이다. 최근, 전국적으로 생태하천에 대한 관심이 높아져가고 있는 현실에서 각 지역마다 생태하천 구성을 위한 계획들이 수립되어 시행되고 있다. 생태하천 조성을 위해서는 수질과 연계한 생태하천의 유지용수 확보가 가장 큰 문제임에도 불구하고 너무 많은 변수들로 최적의 의사결정을 도출하기가 쉽지 않다. 본 연구에서는 의사결정자가 주민인식조사와 연계하여 생태하천조성을 위한 의사결정을 지원할 수 있도록 시스템을 개발하였다. 의사결정지원시스템은 수리·수질·생태하천 모의모형과 최적의 생태하천유량 산정방안과 수질개선방안을 제시할 수 있도록 구성하였다.

**주제어** 생태하천, 의사결정지원 시스템, 수리·수질·생태하천 모의모형

### ABSTRACT

Streams and rivers are among the most fascinating and complex ecosystems on Earth. Recently, many plans of ecological streams are developed and performed in several regions. In spite of obtaining of instream water is most important problem to composite an ecological stream, assessment methods for instream water are too various to estimate an optimal result. In this study, we developed decision support system so that decision-maker may can be supported decision making for composite an ecological stream with connecting the satisfaction of residents in stream. Decision support system is composed of hydraulic, water quality, eco-river simulation model and can show optimal instream flow assessment and water quality improvement

**Key words** Ecological Stream, Decision Support System, Hydraulic-water quality-eco-river simulation model

## 1. 서 론

전국적으로 하천 건전화에 따른 수생태계 교란 및 수질악화 등의 근본적인 문제가 발생하고 있다. 최근 정부의 저탄소 녹색성장기조에 따라 조성되고 있는 신도시 등 택지개발사업의 경우는 환경 친화적인 단지조성 요구에 부응하기 위해 기존 도심하천의 복원 및 실개울 등의 인공하천을 친환경 생태하천으로 조성하고자 하는 노력이 시도되고 있다. 그러나 안정적인 생태복원수원확보 방안을 마련하기 어려워 실제 설계에 현실적으로 반영되지 못하고 있다. 현재, 조성하고자 하는 소하천 혹은 실개울 등의 수질보전 및 생태계 보호 등 하천이 본래의 기능을 유지할 수 있도록 생태하천유량을 확보하

는 다양한 기술들은 개발되어 있다. 하지만 공사 유형과 주변 환경에 적합한 생태하천유량 확보 방안을 선정할 수 있는 비구조적 대책마련은 부족한 실정이다.

이러한 현황과 문제점을 고려해 볼 때, 도시 내 자연 및 인공하천에 대해 수변환경을 고려한 생태하천 유량확보 방안 및 평가에 대한 연구수행이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 먼저, 생태하천유량 확보와 하천수질 개선이 필요한 특정 지역 또는 다양한 유형의 공사 지구 내 하천이 정상적인 기능을 수행할 수 있도록 생태하천유량 산정시스템을 구축하였다. 구축된 시스템은 수리해석 모델인 HEC-RAS(River Analysis System), 수질해석 모델인 QUAL2E (Enhanced Stream Water Quality Model), 그리고 PHABSIM

1) 한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원(주저자: andrew4502@lh.or.kr)

2) 한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원(교신저자: jongsoo@lh.or.kr)

3) 한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원

(Physical HABitat SIMulation)을 연계하여 물리서식처 평가 및 합리적인 생태유량을 산정할 수 있도록 하였다. 이를 기초로 가중치부여매트릭스 평가(건설교통부·한국건설교통기술평가원, 2006) 기법을 이용한 최적의 생태하천유량 확보 방안과 수질개선 방안을 제시해 줄 수 있는 의사결정지원 시스템을 개발 하였다. 추가적으로 개발된 의사결정지원 시스템의 현실적인 결과도출을 위해 생태하천에 대한 거주주민의 이용실태와 그에 따른 주민인식을 설문조사하여 개발된 의사결정지원 시스템의 의사결정 지원자료로 활용하고자 하였다.

## 2. 주민인식 조사연구

본 연구에서는 친환경 녹색성장과 연계한 생태하천용수 확보기술적용 의사결정지원시스템의 현실적인 결과도출을 위해 생태하천에 대한 거주주민의 이용실태와 그에 따른 주민만족도 제고를 위하여 주민의 생태 하천에 대한 인식을 파악 하였다. 조사된 주민의식 결과는 생태하천용수 확보기술적용 의사결정지원 가이드라인을 구성하기 위한 기초 자료로 활용하고자 하였다. 주민인식 조사연구는 경기도 용인시 기흥구 신갈동 인근의 생태하천 주변에 거주하고 주민을 주 대상으로 설문 조사하였으며, 일대일 대인면접조사를 실시하였다.

설문의 주요 조사내용은 생태하천 조성에 대한 의견, 생태하천 조성시 주요 고려요인, 생태하천의 적정한 환경, 생태하천 가치에 대한 주민인식으로 구성되어 있으며 자세한 내용은 다음과 같다.

### 2.1 생태하천조성에 대한 의견

생태하천에 조성에 대한 의견에 있어서 찬성하는 의견이 87.7%로 높은 수준으로 나타났으며, 반대 의견은 12.3%로 나타났다. 응답자의 대부분이 생태하천 조성에 대해 긍정적인 것으로 생각하고 있다.

생태하천 조성에 반대하는 이유로 ‘세금부담이 늘어나서’가 71.0%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 ‘국가자원 낭비라서(12.9%)’, ‘세금낭비라서(9.7%)’ 순으로 나타났다. 즉, 생태하천 조성에 필요한 경제적 부담이 늘어나는 것에 대한 우려가 생태하천 조성 반대 의견에 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다.

생태하천 조성 시 벤치마킹했다면 하는 기존 사례로는 ‘부천 시민의강’이 38.3%로 가장 높게 나타났으며 그 다음으로 ‘용인 동백 실개울(26.1%)’, ‘안양천(22.5%)’ 순으로 높게 나타났다.

### 2.2 생태하천 조성 시 주요고려요인

생태하천 조성 시 가장 중요하게 고려해야 할 사항으로 ‘생태하천의 쾌적성’이 65.2%로 가장 높게 나타났으며, 쾌적성

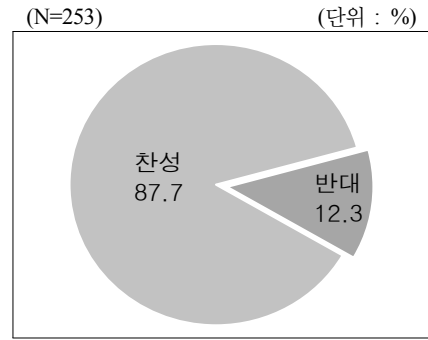


그림 1. 생태하천 조성에 대한 의견

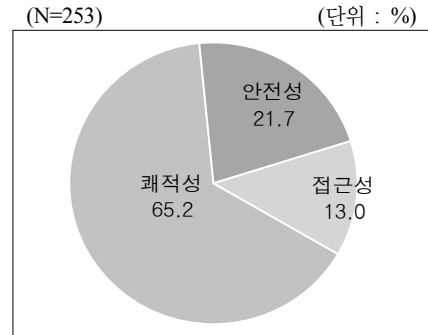


그림 2. 생태하천 조성시 주요고려요인

중 ‘악취가 나지 않아야 함’이 44.2%로 가장 높게 나타났고 다음으로 ‘주변 쓰레기를 잘처리해야 함(17.6%)’, ‘수질 관리를 해야 함(17.0%)’이 순으로 나타났다. 생태하천의 안전성 측면에서는 ‘하천의 깊이가 적절해야 함’이 76.4%로 가장 높게 나타났으며, 생태하천의 접근성 측면에서는 ‘거리가 가까워서 이용이 편리해야함’이 51.1%로 가장 높게 나타났다.

생태하천 조성으로 인하여 거주지 혹은 인근 지역의 집값, 땅값 등 부동산 가격에 미치는 영향력에 대해 전체 84.6%가 ‘(부동산 가격에)영향을 줄 것’ 이라고 응답하였으며, ‘5점 척도 평균 3.85점으로 비교적 높게 나타났다.

### 2.3 생태하천의 적정한 환경

생태하천 조성시 적정한 환경에 대한 선호도에 있어서는 하천폭은 “3~5m(54.9%)”로 가장 높게 나타났으며 그다음으로 “5~8m(27.3%)”가 높게 나타났다. 생태하천의 적정 깊이는 ‘20~25cm’가 적정하다고 응답한 비율이 42.7%로 가장 높게 나타났으며 그 다음으로 ‘15~20m(25.7%)’, ‘30~40cm(19.0%)’ 순으로 나타났다. 생태하천의 평균 유속은 ‘20~30(cm/sec)’가 66.8%로 가장 높게 나타났으며 그 다음으로 ‘30~40(cm/sec)’이 22.5%로 높게 나타났다. 생태하천의 적정 수질로 1급수가 적정하다고 응답한 비율이 57.3%로 가장 높게 나타났다. 생태하천에 서식했다면 하는 물고기로 ‘피라미’가 63.6%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 ‘버들치’가 31.2%로 나타났다.

## 2.4 생태하천에 대한 주민지불의사

생태하천 유지 관리 및 지속적인 보전을 위하여 소요되는 비용을 직접 지불할 의사가 있는지에 대해 전체 응답자의 69.6%가 지불 의사가 있다고 응답하였다. 생태하천의 유지관리비의 적정 지불금액(월기준)에 대해서는 ‘1,000원 미만’이 53.4%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 ‘1,000~2,000원 미만’이 44.9%로 나타났다. 생태하천 유지 관리비를 지불할 수 없는 이유로 ‘세금내는 것이 부담되어서’가 49.4%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 ‘세금으로 충분해서’가 32.5%로 나타났다. 이는 생태하천 조성에 반대하는 이유와 마찬가지로 개인적인 경제적 부담이 늘어나는 것에 대한 우려심이 유지 관리비 지불 의사에 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다.

## 2.5 생태하천 조성 요건

우수하고 활용도 높은 생태하천 조성을 위한 요건으로 ‘충분한 사업비 확보’가 37.9%로 가장 높게 나타났으며 그 다음으로 ‘친환경적인 하천 설계(36.0%)’, ‘우수한 시공성(11.1%)’ 순으로 나타났다(N=253, 복수응답).

주민들의 생태하천 수량확보와 수질확보를 위한 생태 유량 확보 방안에 대한 의견으로는 ‘상류에 댐을 건설하여 활용’이 42.7%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 ‘유량이 풍부한 인근 지역의 광역상수도를 이용하여 도수(41.9%)’, ‘하천여과수를 이용(38.7%)’ 순으로 나타났다(N=253, 복수응답).

## 3. 생태하천 유지유량 산정시스템

생태하천유량이란 생태계를 고려한 하천유지유량으로써 유수의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 수량을 의미한다. 여기서 하천의 정상적인 기능과 상태라 함은 최소한의 자연갈수량, 하천동식물의 생태환경 보호, 하천경관 보전, 하천수질 보전 및 청결한 유수의 유지, 주운 및 수상활동 유지, 염수침입 방지, 하구막힘 방지, 하천시설물 보호, 지하수위 유지와 같은 9가지 기능을 말한다. 이러한 하천유지유량은 인간이 사용하는 물과는 별도로 하천 본래의 기능을 충족시키기 위한 유량으로서 하천의 수량관리에 있어 반드시 고려되어야 할 사항이다.

하천 생태계에서 유량의 변화는 어류뿐만 아니라 하천의 모든 생물에 큰 영향을 미친다. 특히 어류의 서식처, 산란장, 산란한 알 등에는 유량의 변화가 치명적인 영향을 미치기 때문에 하천유지유량을 결정할 때는 어류생태를 우선 고려하여야 한다. 그러나 모든 종의 하천 내 어류를 고려한다는 것은 아직까지 어류에 대한 기초적인 연구 부족으로 모든 생태계를 완전히 이해할 수 없으며, 시간과 경비 등 여러 가지 요인으로 불가능하다. 따라서 우리가 흔히 접할 수 있고 쉽게 이해할 수 있는 대표어종(또는 대표종)을 선정하여 관리함으로

써 어류는 물론 하천 생태계가 보존될 수 있도록 최소한의 수리·수문적 조건을 유지하여야 한다.

최근에 가장 폭넓게 사용되고 있는 방법은 물리서식처평가모형인 PHABSIM으로 흐름 또는 유량의 변화가 하천의 물리서식처에 미치는 영향을 분석할 수 있는 생태수리해석모형이다. 또한 PHABSIM은 치수기능 강화 사업이나 하천환경 개선 사업과 같이 하천의 지형을 변화시키는 사업의 영향 또는 효과를 평가할 수 있다.

하천유량의 변동은 하천 물리서식처를 변화시키므로 PHABSIM은 수자원 조사 및 설정에 있어 매우 유용한 기법이다. 그러나 PHABSIM 내에서의 물리서식처 모의는 수중 미소서식처의 물리적 특성(즉, 유속, 수심, 하도지수) 변화에 따라 이루어지므로 생물량의 변화는 직접적으로 해석하지 못하는 한계를 가지고 있다. 즉, 수질, 수온, 영양물질, 어류 치사율 같은 다양한 인자를 배제한 PHABSIM의 결과를 신뢰하지 못하는 것이다. 이러한 사실에도 불구하고 Jowett, RailsBack, Nehring 와 Anderson등의 많은 연구결과에 의하면, PHABSIM의 물리서식처 평가 결과는 현장에서 조사된 어류의 분포 및 풍부도 결과와 부합되는 것으로 제시하고 있다(Jowett, 1992; Railsback et al., 1993; Nehring and Anderson, 1993; Bovee et al., 1994).

본 연구에서 구축한 생태하천유량 산정 시스템의 세부내용은 다음과 같다.

### 3.1 하천수리 및 수질해석모형

생태하천에 필요한 유지유량을 산정하기 위한 기초단계로 대상하천의 수리해석을 위해 HEC-RAS 모형을, 수질해석을 위해 QUAL2E 모형을 본 생태하천 유량산정시스템에 구축하였다. HEC-RAS 모형은 미육군공병단에서 개발한 모형으로 하천의 1차원 수면곡선을 분석할 수 있으며, 정상류와 부정류, 유사모의 등을 수행할 수 있는 하천의 수리계산을 위한 종합적인 해석모형으로 표준축차계산법을 지배방정식으로 사용하고 있다.

QUAL2E모형은 미국환경청에서 개발된 1차원 정상상태 하천수질해석모형으로 소구간내에서 수리·지형학적인 특성과 BOD분해율, 저층의 용출율, 조류의 침강속도 등을 모의하며 점·비점오염원, 지류, 용수, 취수 등을 정상상태 또는 동적상태로 모의가 가능하다.

모의가능 수질 항목은 DO, BOD, 온도, Chl-a, NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, CBOD, DO, Organic-N, Organic-P, 대장균, 반응성물질, 보존성물질의 수질항목들이며 1차원 이송-확산 물질방정식을 지배방정식으로 사용한다.

### 3.2 물리서식처해석모형 및 유량산정시스템

Thomas 와 Bovee의 연구에 따르면, 효과적이고 성공적인 서식처 모의를 위해서는 어류상과 서식 환경에 대한 정확한

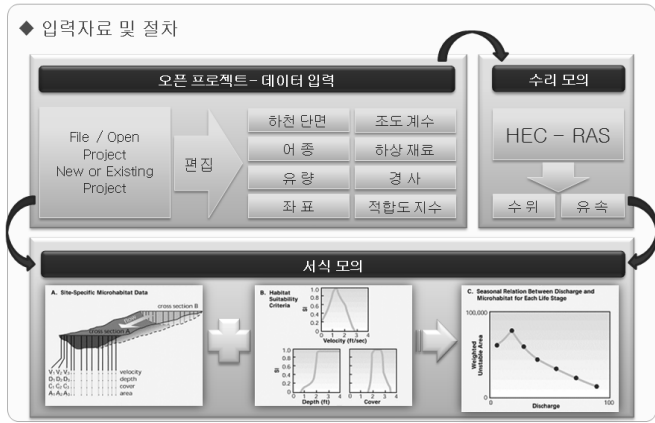


그림 3. 유량산정 시스템 구성 및 절차

• 대상지구 기초 자료 입력	• 사업지구명, 유역면적, 유로연장, 평균유량, 관측유량, 최대갈수량, 하폭, 최대수심, 관측수심, 관측유속
• 목표수질 등급 선택	• I (a) ~ VI 등급으로 설정
• 수질 등급별 어종선택	• 산란, 치어, 성어, 혼합
• 수질등급과 어종에 연계된 수서생물 선택	• 수질등급과 어종에 따라 수서생물이 결정됨
• 서식처 환경 선택	• 1.0(심트: 0.1mm이하), 2.0(모래: 0.1~1.0mm), 3.0(잔자갈: 1.0~50.0mm), 4.0(굵은자갈: 50.0~100.0mm), 5.0(호박돌: 100.0~300.0mm), 6.0(얼반: 300.0mm이상)
• 생태하천유량 산정 프로그램	• 어종별 생태하천유량 산정, Projection File 활용
• 현재 필요한 목표유량 제시	• (생태하천유량 - 현재유량)
• 유량확보방안 선택	• 주변수리구조물 유무 확인
• 목표수질과 현재수질 비교 - 만족도 제시	• DO, BOD, COD, SS, T-P, pH, 대장균수
• 수질개선방안 선택 및 수질 분석·예측	• 일반적인 처리공법, 3차 고도처리, 하천에 직접활용법, QJAL2를 활용한 수질 모델링
• 가중치부여매트릭스평가	• 평가기준항목 선정, 평가항목에 대한 가중치 적용
• 경제성 분석	• 초기사업비용, 유지관리비용
• 목표수질(어종)별 최적 생태하천유량 확보 방안 제시	• 최적 방안에 대한 설명과 함께 유사사례 제시

그림 4. 의사결정지원 시스템의 기본절차

자료를 수집하여 대상 어종의 실제에 가까운 서식처 적합도 기준(곡선 또는 지수)을 작성하여 적용하는 것이라고 제시하고 있다(Thomas and Bovee, 1993; Bovee et al., 1998). 현재까지 어류 서식처 적합도 곡선은 어류 상호 작용보다는 특정 어종의 각 서식 조건에 따른 조사 지점의 출현 개체수를 대상으로 한다.

물리서식처 모의 시스템은 유량 변화와 관련된 물리 미소서식처(physical microhabitat)의 변화를 모의 및 예측한다. PHABSIM은 하천의 물리 미소서식처 구조의 특징을 규명하고, 목표종의 생물학적 반응과 생명단계를 반영하여 유량에 따른 물리서식처의 특징을 분석한다.

생태하천 유량산정시스템을 요약하여 전술하면, 본 연구에서 구축한 생태하천 유량산정시스템은 크게 수리·수질·물리 서식처 모의모형의 3가지로 구성되어 있다. 예를 들어 생태하천 조성을 위해 목표종(피라미)을 선정하게 되면 먼저 해당하천에 대한 수리해석모형을 통해 하천의 수리학적 해석을 수행하게 된다. 수리학적 해석은 하천의 폭과 수심, 유속 등의 물리적인 결과를 도출하게 된다. 다음으로 수질해석모형을 통해 해당 목표종의 수질과 관련된 결과를 도출할 수 있다. 최종적으로 목표종의 물리서식처 평가를 통해 목표하고자 하는 생태하천의 유량을 산정할 수 있다. 이러한 과정에는 2장에서 전술한 주민인식조사의 결과가 직·간접적으로 기여할 수 있다.

전술한 바와 같이 본 생태하천유량 산정시스템은 주요 3가지 모형으로 구축되어 있으며, 각각 모형의 결과를 유기적으로 다른 프로그램의 입력자료 및 매개변수산정에 입력할 수 있도록 구성하였다. 그림 3에 본 연구에서 구축한 생태하천유량 산정 시스템의 구성 및 절차를 간략히 나타내었다.

#### 4. 생태하천유량확보 최적방안 의사결정지원시스템

본 연구에서 개발한 의사결정 지원시스템은 대상하천의

주민 만족도 제고를 위한 설문조사를 통해 대상하천에서 요구되는 생태하천의 목표 모델을 설정할 수 있다. 그리고 해당하천의 조성을 위해 유량확보 및 공법, 수질개선 공법, 공사비에 대한 경제성 등 의사결정자가 최적의 의사결정을 하도록 지원할 수 있다. 주민설문조사의 경우 의사결정자가 조성하고자 하는 생태하천의 쾌적성, 하천폭, 수심, 유속, 수질, 유량확보방안, 서식어종 등은 직접적으로 의사결정에 반영할 수 있으며, 기타 설문항목의 경우 정성적인자료 간접적으로 반영할 수 있다. 요약하면, 1단계로 주민만족도 설문조사결과를 반영한 생태하천조성의 목표종(피라미 등)과 생태하천 조성의 방향이 설정될 수 있다. 2단계로 이러한 목표종과 방향에 대한 해당하천의 수리·수질·물리서식처 해석을 수행할 수 있으며, 결과를 토대로 목표한 생태하천조성의 최적 생태하천 유량과 수질을 산정할 수 있다. 이러한 단계가 끝나면 최종단계로 의사결정자가 목표한 생태하천의 최적유량과 수질개선에 대한 방안을 선정하기 위한 의사결정이 필요하다. 이러한 의사결정을 위해 본 연구에서 개발한 의사결정지원 시스템의 메인 절차는 그림 4와 같다.

#### 4.1 최적인 선정기법

조성하고자 하는 생태하천의 유량과 수질에 대한 목표를 도출하게 되면 수많은 방안과 공법들 중 최적의 안을 도출할 수 있어야 한다. 본 연구에서는 의사결정을 위한 최적인 선정기법을 적용하기 위해 가중치부여매트릭스 평가법을 사용하였다. 매트릭스 평가법은 각 대안에 대해서 대안이 실행되었을 때 영향을 받을 평가항목을 결정하고 영향도에 대해 점수를 매긴다. 점수의 범위는 가장 빈약한 것은 1점에서 가장 좋은 영향을 주는 대안에 5점으로 각 대안의 합계점수를 구해서 가장 점수가 높은 대안을 최적인으로 한다. 평가항목으로

는 대안이 평가항목에 주는 영향도를 고려하여 결정한다.

매트릭스 평가법의 변형인 가중치 부여 매트릭스 평가법은 특정 공정의 여러 대안 가운데서 최적안을 선정할 때 가장 널리 사용되고 있다. 매트릭스 평가법에서는 “각 평가항목의 중요도가 같다”라는 전제가 있다. 그러나 각 항목의 중요도가 모두 같은 경우는 드문 것이므로, 이 방법에서는 각 평가항목에 가중치를 부여한다. 각 대안의 평가점수는 평가항목별 점수에 평가항목의 가중치를 곱한 점수를 합계해서 계산한다. 자세한 내용은 아래와 같다.

4.1.1 평가항목의 선정

최적안 선정을 하기에 앞서 우선 평가항목을 결정해야 한다. 이때 품질모델과 FAST 다이어그램(Function Analysis System Technique; 기능계통도)을 참고로 하여 평가항목을 결정한다.

평가항목은 보통 5~10항목 정도이다. 그리고 각 항목은 상호 독립적이어야 한다. 만약 항목의 내용이 서로 중첩되면, 특정 항목의 가중치가 편중이 되게 된다. 예를 들면 생애주기 비용과 건설사업비용이 같이 평가되면 후자는 전자의 일부이므로 후자에 과중한 수치가 부여될 수 있다.

본 절에서 적용하는 평가항목은 단지 가이드라인을 제공하기 위한 것이기 때문에 실무에서는 프로젝트의 특성에 맞는 평가항목을 VE(Value Engineering)팀 구성원들의 합의에 의해 선정하여야 한다.

4.1.2 최적인 선정

최종안 선정을 위한 선정표는 크게 평가항목 점수표와 대안 평가표로 구분된다. 여기서 평가항목 점수표는 평가항목끼리의 상호비교를 통하여 평가항목별로 가중치를 부여하기 위한 양식이며, 평가표는 각 대안의 평가항목에 대한 만족도를 종합적으로 평가하여 상대적으로 가장 우수한 대안을 최적인으로 선정하기 위한 양식이다.

4.1.3 최적인 선정절차

최적인 선정을 위한 평가항목 및 매트릭스 평가표 작성 절차는 그림 5와 같다.

표 1. 면진장치의 특성 값

평가기준	평가항목
경제적 요인	건설사업비용
	운용 및 유지관리비
경제외적 요인	미적 성능
	기능성
	편리성
시공성	작업성
	안전성
	유지관리 성능

- ① 중요한 평가기준 항목들을 평가항목란에 나열한다.
  - 1순위 : 기존시설물활용도
  - 2순위 : 기능성
  - 3순위 : 물순환건전화효과
  - 4순위 : 미적성능
  - 5순위 : 초기투자비용
  - 6순위 : 유지관리비
- ② 평가항목들은 서로 쌍방으로 비교되고, 가중치 측정기준을 참고하여 「A-4」(A : 평가기준 항목, 4 : A평가항목이 비교되는 다른 평가항목보다 최상위로 중요한 경

표 2. 최적인 선정을 위한 평가항목

평가항목

A. 미적 성능	B-2	C-3	A-1	A-2	F-1
	B. 기능성	C-1	B-3	B-4	B-1
		C. 기존시설물 활용도	C-4	C-5	C-2
			D. 초기투자 비용	D-1	F-2
				E. 유지관리비	F-3
					F. 물순환 건전화효과

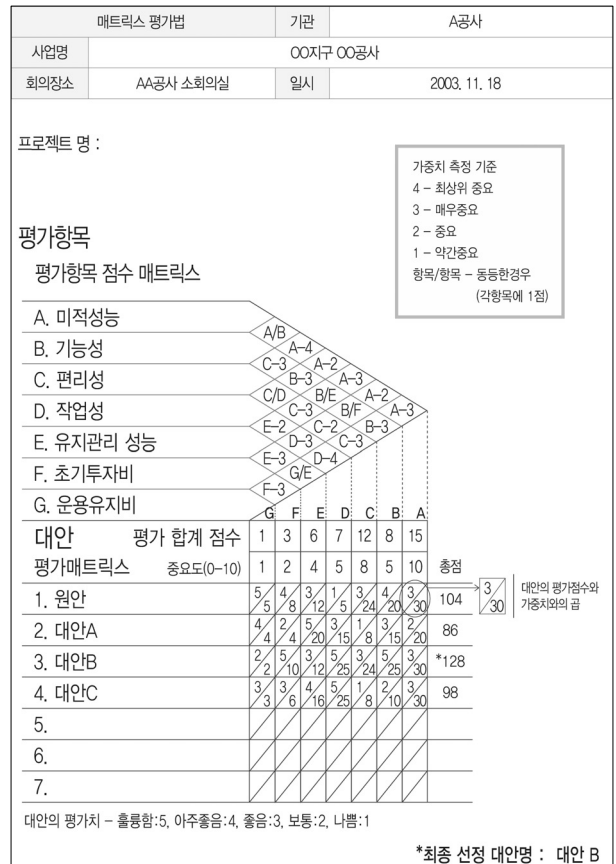


그림 5. 매트릭스 평가표 작성 절차

우)와 같은 형식으로 그 비교정도를 오른쪽에 기입한다. 만약에 두 평가항목의 중요도가 동일하게 평가되었을 때에는 A/B와 같은 방법으로 표기한다.

- ③ 평가항목에 대한 점수를 합산하여 평가 합계 점수란에 기입하게 되는데, 그 점수합산 방법은 같은 평가항목을 가진 점수를 모은 다음, 전부 더하여 계산한다.  
예를 들면, B항목의 점수는  $(B-3)+(B/E)+(B/F)+(B-3)=8$ , C항목의 점수는  $(C-3)+(C/D)+(C-3)+(C-2)+(C-3)=12$ , E항목의 점수는  $(E-2)+(E-3)+(G/E) = 6$  등이다.
- ④ 평가항목에 대한 가중치를 구하기 위해서 합산된 점수는 10등급으로 나뉘어진다. 가장 높은 점수를 받은 항목을 10으로 두고 이를 기준으로 하여 남은 항목들은 비례 환산한다.
- ⑤ 평가 매트릭스에서 대각선으로 표시된 란 중 왼쪽에는 각 평가항목에 대한 대안의 평가치를 5점 척도(예 - 훌륭함 : 5, 아주 좋음 : 4, 좋음 : 3, 보통 : 2, 나쁨 : 1)를 사용하여 나타내게 된다.
- ⑥ 대각선으로 표시된 란 중 오른쪽란에는 각 평가항목의 가중치와 대안의 평가치를 곱한 값을 기입하고, 그 합계를 총점란에 기입한다.
- ⑦ 각 대안의 총점을 구한다.
- ⑧ 가장 높은 점수를 확보한 대안을 최종 대안으로 선정한다.



그림 6. 의사결정 지원시스템 메인화면

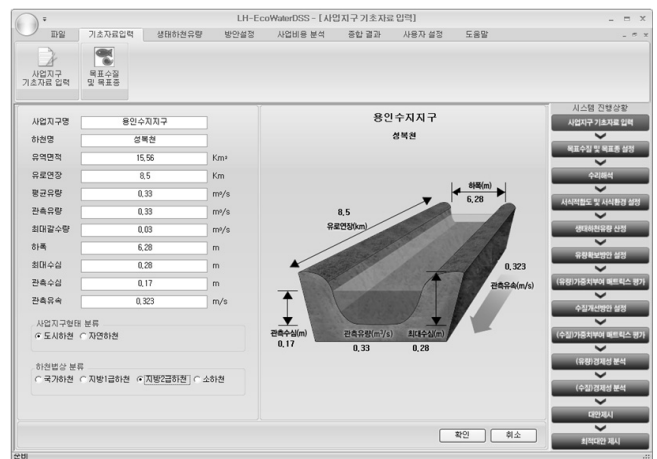


그림 7. 의사결정지원시스템 진행절차



그림 8. 의사결정 결과예시화면

#### 4.2 의사결정 지원시스템 개요

본 연구에서는 기 전술한 일련의 절차를 바탕으로 생태하천조성 의사결정지원 시스템을 개발하였다. 먼저 현실적인 의사결정을 위한 주민설문조사의 경우 의사결정자가 조성하고자 하는 생태하천의 쾌적성, 하천폭, 수심, 유속, 수질, 유량 확보방안, 서식어종 등은 직접적으로 기타 설문항목의 경우 간접적으로 반영할 수 있도록 하였다. 그리고 하천수리해석 모형인 HEC-RAS, 수질해석모형인 QUAL-2E, 생태 물리서식처 해석모형인 PHABSIM 프로그램을 연결하여 구축한 생태하천 유량산정 시스템의 결과를 반영할 수 있도록 하였다. 마지막으로 산정된 유량을 확보할 수 있는 여러 가지 방안에 대하여 4.1에서 기술한 최적안 선정방법으로 가중치 부가 매트릭스방법을 이용하여 수질과 유량에 대한 각각의 최적공법을 선정할 수 있도록 의사결정지원 시스템을 구축하였다. 추가적으로 수질과 유량에 대한 각각 공법의 경제성을 초기건설비용과 유지관리비용에 대한 개략공사비를 산정하여 평가할 수 있도록 본 시스템에 구현하였다. 산정된 수질과 유량에 대한 최적공법의 총점과 경제성에 대한 개략공사비에 대한 1순위 선정결과를 조합하여 마지막으로 최적의 생태하천조성에 대한 의사결정을 할 수 있도록 본 시스템을 구현하였다.

본 연구에서 개발된 의사결정 지원시스템의 메인화면은 그림 6과 같으며, 의사결정을 위한 각 단계별 기초자료입력

및 생태하천유량산정, 유량 및 수질공법선정, 사업비용분석, 종합결과 등에 대한 의사결정 지원시스템의 수행절차는 그림 7과 같다. 그림 8은 가상의 하천에 대한 수행결과를 예시화면으로 나타내고 있다.

## 5. 결론

본 연구는 다양한 유형의 공사 지구 내 하천이 정상적인 기능을 수행할 수 있도록 생태하천유량을 확보함으로써 하천으로서의 역할을 위한 본 기능의 회복과 동시에 소하천, 도심하천 및 인공하천 등 중소규모 수계의 수문순환을 정상화하고자 하는 연구이다. 본 연구의 주된 목적은 하천의 지속 가능한 개발과 관리가 효율적으로 이루어질 수 있도록 생태하천 조성위한 의사결정지원 시스템을 개발하는 데 목적을 두고 있다.

이를 위해 수리, 수질, 생태하천유량 산정모델을 연계하여 물리서식처 평가 모듈을 개발하고, 이를 기초로 가중치부여매트릭스 평가(건설교통부, 2007; 건설교통부·한국건설교통기술평가원, 2006) 기법을 적용한 최적의 생태하천 유량확보 방안 및 의사결정지원 방안을 제시하였다.

본 연구에서 제시된 방법론과 개발된 결과는 최근 저탄소 녹색성장 기조에 발맞춰 신도시 및 택지지구 개발시 초기단계에서 보다 현실적이고 경제적인 의사결정을 할 수 있도록 지원할 수 있을 것으로 기대된다. 특히 중소규모 하천에 실질적으로 적정수질의 생태하천유량산정에 수질과 경제성을 고려한 생태하천 유지유량확보방안 수립에 이용될 수 있을 것으로 예상된다.

또한 생태계의 유지, 쾌적한 환경제공, 용수공급, 치수 등과 같은 다양한 기능을 수행할 수 있는 하천으로서의 개선을 위하여 최적의 생태하천유량 확보방안을 제시함으로써 효율적인 하천개발에 최적의 방법론을 제공할 것으로 사료된다. 본 연구에서는 연구기간 및 모니터링 자료에 대한 제약으로 실제 대상하천에 대한 적용 및 검증은 수행하지는 못하였다. 향후 추가적인 대상하천에 대한 모니터링을 수행하여 개발된

시스템의 검증 및 활용성을 제고하고, 보다 실용적으로 개선할 예정이다.

## 참고문헌

1. 건설교통부(2007), 「자연·사회환경 개선을 위한 하천유지유량 산정방안 요약보고서」.
2. 건설교통부·한국건설교통기술평가원(2006), 「하천 생태유량 확보 기술 기술보고서」.
3. Jowett, I. G. (1992), "Models of the abundance of large brown trout in New Zealand rivers", *North American Journal Fisheries Management*, 12: 417~432.
4. Railsback S. F., Blackett, R. F., and Pottinger, N. D. (1993), "Evaluation of the fisheries impact assessment and monitoring program for the Terror Lake hydroelectric project", *Rivers* 4: 312~327.
5. Nehring, R. B., and Anderson, R. M. (1993), "Determination of population-limiting critical salmonid habitats in Colorado streams using the Physical Habitat Simulation System", *Rivers* 4(1): 1~19.
6. Thomas J. A., and Bovee, K. D. (1993), "Application and testing of a procedure to evaluate transferability of habitat suitability criteria, Regulated Rivers", *Research and Management*, 8: 285~294.
7. Bovee, K. D., Newcomb, T. J., and Coon, T. G. (1994), "Relations between habitat variability and population dynamics of bass in the Huron River", Michigan. National Biological Survey, *Biological Report* 21: 63.
8. Bovee, K. D., Lamb, B. L., Bartholow, J. M., Stalnaker, C. B., Taylor, J., and Henriksen, J. (1998), "Stream Habitat Analysis Using the Instream Flow Incremental Methodology", *Information and Technology Report USGS/BRD/ITR-1998-0004*. Fort Collins, CO: U.S. Geological Survey- BRD. p. 130.