

자연 친화적인 하천 정비사업의 평가방법에 관한 연구

A Study on the Evaluation Method of Close-to-Nature Stream Improvement Works

김 석 규* / 김 철**

Kim, Seok-Gyu / Kim, Chul

Abstract

In the area of such a nature-friendly stream improvement, it is not established yet which engineering method is suitable for stream environment, due to lack of technology. Therefore, although nature-friendly stream improvement was done with expensive engineering method, the effect has not been fully confirmed, which results from the absence of overall valuation tool of stream improvement. In this regard, it is necessary to develop and apply comprehensive and diverse valuation methods covering stream functions to the analysis of stream improvement. In this study, we collected data from years' of monitoring on the Gyeongcheon river, which is located in Sunchang-eup, Jeollabuk-do and recently underwent a nature-friendly stream improvement work. Based on the data, we developed a series of valuation methods such as stream naturalness evaluation, life cycle evaluation, amenity evaluation, and economic benefit analysis to consider the environmental function of stream from a comprehensive perspective. Stream naturalness evaluation is a quantitative analysis of how natural a stream is, and includes additional valuation items such as ecosystem and water quality for the purpose of overall valuation, unlike existing research focusing on physical elements and structural characteristics of a stream. We developed a method of stream valuation with life cycle assessment to river reorganization project. Amenity evaluation method was developed as a means to analyze residents' satisfaction with stream improvement through questionnaires. Economic benefit analysis was developed as a means to determine the attributes of environmental water supply, ecosystem, river maintenance, and water quality and predict economic benefits using contingent valuation method (CVM) and multi-attribute utility analysis (MAUA) method in order to analyze economic benefits brought in by stream improvement. It is considered that the four methods developed in this study make possible to conduct an overall and quantitative analysis of stream improvement.

keywords : stream naturalness evaluation, life cycle evaluation, amenity evaluation, economic benefit evaluation

요 지

현재 하천정비는 하천생태계에 초점을 맞추고 자연하천에 근접할 수 있는 공법을 사용하는 자연 친화적인 하천정

* 국립환경과학원 영산강물환경연구소 전문위원

Research Fellow, Yeongsan-river Environment Research Laboratory, National Institute of Environmental Research, Gwangju, Korea

(e-mail: ksg8493@me.go.kr)

** 호남대학교 토목환경공학과 교수

Professor, Department of civil and environmental engineering, Honam university, Gwangju, Korea

(e-mail: kuchul@honam.ac.kr)

비가 비약적으로 늘어나고 있다. 하지만 자연 친화적인 하천정비는 아직까지 많은 기술이 축적되지 않아 어떤 공법이 하천환경에 적합한 공법인지가 확립되어 있지 않은 상태이다. 또한, 값비싼 공법을 적용하여 하천을 자연 친화적으로 정비하였다 하더라도 하천정비에 대한 종합적인 평가방법이 확립되어있지 않아 자연 친화적 하천정비에 대한 타당성을 객관화하지 못하고 있다. 따라서 하천환경기능을 포함한 종합적이고 다양한 평가방법을 개발하여 정비하천에 대한 평가를 수행할 필요가 있다. 본 연구에서는 자연 친화적으로 정비된 하천에 대해 정비의 타당성과 효율성을 평가하는 평가방법에 대해 연구하였다. 전라북도 순창읍에 있는 경천을 대상으로 2000년~2005년 월별로 모니터링을 수행하여 자료를 수집하였으며, 수집된 자료를 분석하여 하천환경기능을 종합적으로 고려할 수 있는 방법으로서 하천자연도 평가, 전과정 평가, 어메니티 평가, 경제적 편익 평가 등의 평가방법을 개발하였다. 본 연구에서 개발한 4가지의 평가방법은 하천정비사업의 종합적이고 정량적인 평가를 수행할 수 있는 방법으로 판단된다. 하지만 하나의 하천을 대상으로 개발된 방법을 적용하였기 때문에 차후 각 하천마다 갖는 특성을 고려하여 하천정비의 평가방법이 요구된다.

핵심용어 : 하천자연도 평가, 전과정 평가, 어메니티 평가, 경제적 편익 평가

1. 서 론

하천은 이수·치수기능 뿐만 아니라 다양성이 가장 풍부한 생태계의 보고로서 동·식물의 서식처 기능, 심미적 기능 등의 환경기능이 있다. 이러한 기능 때문에 하천은 생태계의 고유한 공간, 인간의 정서 함양을 위한 공간으로 폭넓게 인식되어 왔다. 하지만 경제발전과 급속한 산업화, 도시화로 인해 하천환경의 기능을 고려하지 않고 만곡 하천을 직선화, 저수로의 주차장 설치 등 치수 위주의 정비와 오·폐수의 무분별한 유입 등으로 하천은 점차 황폐해졌다. 더욱이 도심 공간을 흐르는 소하천의 상당수는 복개되어 사실상 하천형상을 찾아볼 수 없어 이에 따른 많은 문제점이 발생되었다. 이러한 문제점을 인식하면서 하천이 본래 가지고 있는 생물의 양호한 생육환경을 배려함과 아울러 아름다운 자연경관을 보전 및 창출하려는 노력이 「자연형 하천」이라고 하는 자연 친화적 하천에 대한 정비계획이 수립되어 하천정비 사업이 추진되고 있다(김석규 등, 2004). 하지만 국내의 자연 친화적 하천정비는 아직까지 기술적으로 정립되지 않았고, 우리나라 하천환경에 적합한 공법과 재료의 연구개발이 충분히 이뤄지지 않은 상태이다. 하천정비를 평가하기 위해 하천에 대한 주기적인 모니터링을 통해 자료를 축적하면 그들을 이용하여 하천정비에 대해 평가가 가능하리라 판단된다. 이에 본 연구에서는 하천정비를 정량적으로 평가하기 위하여 자연 친화적으로 정비된 하천을 대상으로 정기적으로 모니터링을 수행하여 자료를 수집하였으며 하천환경을 포함한 종합적인 측면을 고려하여 평가방법을 개발하였다.

자연 친화적으로 정비된 하천을 대상으로 하천정비

의 효과와 환경영향, 인문·사회, 경제, 생태계 측면 등을 고려하여 다양한 하천환경기능을 포함한 종합적이고 정량적인 평가를 수행하기 위해 하천자연도 평가, 전과정 평가, 어메니티 평가, 경제적 편익 평가를 선정하고 이들의 평가방법을 개발하였다. 하천자연도 평가는 하천의 자연스러운 정도를 등급화하여 정량적 지수로 평가를 수행하는 방법으로서 하천정비의 종합적인 평가에 맞게 평가부문과 평가항목을 선정하여 평가를 수행하였다. 전과정 평가는 하천정비에 사용된 시설물과 생태계 분야가 어느 정도로 하천환경에 영향을 주었는지에 대해 정량적으로 평가하기 위한 방법이다. 어메니티 평가는 하천정비의 시작에서부터 완료 이후까지 인근 주민들의 만족도를 평가하는 기법이며, 경제적 편익 평가는 하천정비가 어느 정도의 경제적 편익이 있는지를 가상 시장을 설정하여 지불의지액을 묻는 방법으로 평가를 수행하였다. Fig. 1에 연구대상지역을 나타내었다.

2. 연구동향

본 연구에서는 하천환경을 존중하면서 건전한 환경의 유지 및 발전을 지향하는 평가 즉, 인간과 환경의 공생관계를 평가하기 위한 방법으로 생태계와 하천의 수질 등의 자연보전기능, 경관과 같은 시각적인 기능, 인근 주민들의 정서적 기능, 하천이용의 공간적 기능, 환경에 영향을 미치는 환경적 기능, 경제성 유무의 경제적 기능 등 종합적이고 정량적인 평가방법으로 수행하기 위해 하천자연도 평가, 전과정 평가, 어메니티 평가, 경제적 편익 평가를 선정하였다.

본 연구에서 선정한 하천자연도 평가는 생태계, 수질, 하천의 물리적 특성을 고려할 수 있어 자연보전기능, 공간적 기능, 시각적 기능에 충실한 평가방법이고, 전과

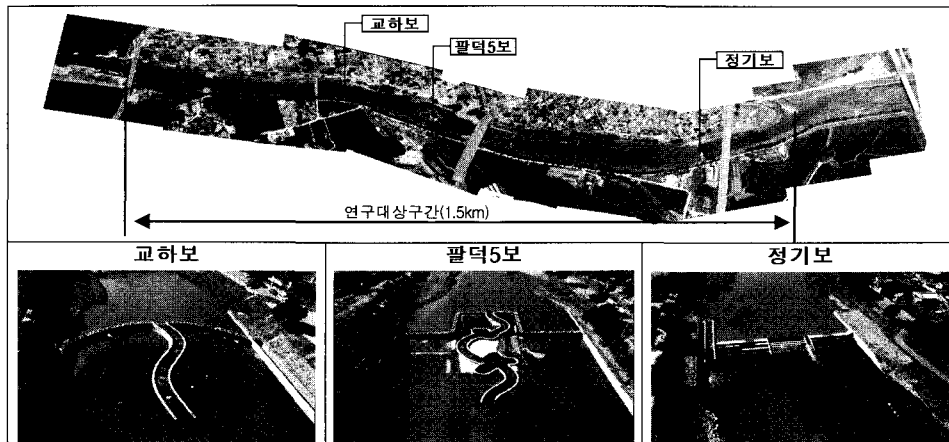


Fig. 1. Study Area

정 평가는 환경에 미치는 영향을 정량적으로 평가할 수 있는 방법이다. 어메니티 평가는 하천정비의 검증차원에서 인근주민들의 정서기능, 친수기능을 평가할 수 있고, 경제적 편익 평가는 하천정비의 경제적 기능에 초점을 두고 경제적 편익을 평가할 수 있는 방법이다.

조용현(1997)은 「우리나라 중소하천 코리도의 자연성 평가기법 연구」에서 국내의 중소하천의 생태적 복원을 위한 진단적 성격의 평가방법을 개발하려는 목적으로 물리적 구조에 관점을 두고 하천의 물리적 형태 및 구조의 복원을 위해 물리적 구조의 질을 파악하였다. 안홍규, 天田高白, 市原恒一(1997)은 우리나라 하천의 하반식생을 파악하여 하반식생의 파괴 및 변형을 막고 나아가 하천이 가지고 있는 본래의 하반식생·자연도가 높은 하천경관을 정량화 하였다. 정정채 외(1998)는 중·소도시 하천의 친환경적 잠재력을 평가하기 위한 모델을 제시하고 평가를 수행하였다. 배영(2002)은 자연 친화적 하천 정비사업이 완료된 하천에 대해 이용자들의 만족도와 이에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 서울시정개발연구원(2004)은성북천 복원의 효과를 평가하기 위해 수질효과, 생태효과, 치수효과, 경관효과, 경제효과에 대해 평가를 수행하여 복개하천의 복원 필요성과 타당성을 제시하였다. Fry(1994)는 토지이용의 의사결정을 보조할 하천수변 지역에 대한 평가로 미국 아리조나의 Agua Fria River를 대상으로 하천평가를 실시하였다. 松崎浩憲, 白川直樹(2001)는 자연 친화적으로 정비된 일본의 다마천에 대해 Indicator-99 소프트웨어를 이용하여 LCA를 수행하였다. 黒川信敏, 水野雅光, 北川晴彦(2003)은 자연 친화적 하천의 평가기준이 정립되지 않은 문제점을 인식하고 자연 친화적으로 정비한 일본 자하현의 하천들을 답사하고 하천 특성에 입각하여 자연 친화적으로 조성된 쿠리노 하천에 대해 생물다양성과 이용측면에 대해 정량적 평가방법의 구축을 시

도하였다.

3. 하천자연도 평가

하천정비의 환경기능을 고려한 평가방법을 개발하기 위하여 하천의 물리적 요소 및 구조적 질의 특성, 생태계 특성을 포함한 다양한 환경요소를 고려하여 하천자연도 평가방법을 개발하였다. 평가부문 및 평가항목은 지속적인 모니터링을 통해 하천의 구조와 기능, 하천정비의 환경기능을 고려하여 선정하였다. 연구대상지역은 도시하천이므로 변화요인이 많고 주변환경에 영향을 크게 받을 뿐만 아니라 생물의 생태적 서식처를 확보하기 위한 어도, 여울, 수제, 하중도, 실개천, 켄대 등 다양한 수리구조물을 설치하였기 때문에 하천이 일물적이지 않다. 따라서 세밀하고 정확한 자료를 수집하여 하천자연도 평가를 위하여 30m의 횡간격으로 동일하게 분할하고 GIS를 이용하여 실측자료를 구축하고 하천자연도 평가를 수행하였다. 본 연구의 평가부문은 물리적 요소와 구조적 질의 특성, 생태계와 하천의 수질 등 자연보전기능을 고려한 하천환경기능을 종합적으로 평가하기 위하여 종단면(수로의 굴곡, 하상경사, 흐름의 다양성, 횡구조물, 세굴 및 퇴적, 하상재료), 횡단면(횡단면 유형, 재방재료, 호안공, 상부구조물, 평수위, 하천폭/저수로폭), 하천주변(재내지 토지이용, 하천변 대상수림), 수질(탁도, BOD, 부유물, 물의 냄새, 조류), 생태계(식생, 어류, 조류) 등 5개의 평가부문과 24개의 평가항목을 설정하였다. 평가단위의 문제는 크게 두 가지 측면을 고려하였는데, 우선 하천의 정확한 실상을 반영할 수 있는 충분한 정밀도를 가질 수 있는 단위가 되도록 하였으며, 두 번째는 조사 및 평가 목적 달성 측면에서의 효율성에 초점을 두었다. 공간적인 평가단위의 규격은 종적인 변이보다는 횡적인 변이의 우세를 고려하고 하천의 공간적 정보를 상실하지 않고 수리구조물에 따른 하

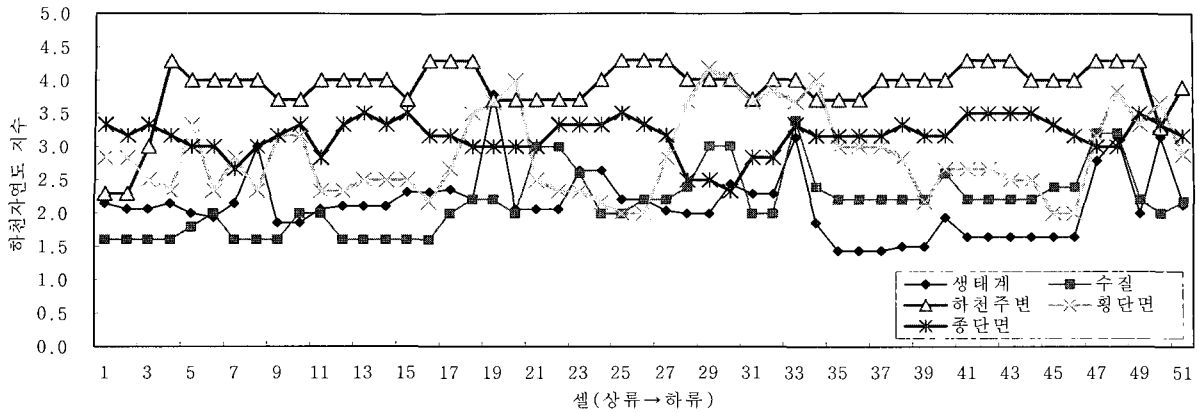


Fig. 2. Distribution Table of Evaluation Index

천의 변화를 반영한 정도를 확보하기 위해 30m의 동일한 횡간격으로 결정하였다. 사용된 척도는 등간척도로서 하천자연도 저감정도에 따라 5점의 점수를 부여하였고 부문간, 항목간 가중치는 동일하게 부여하였다. 하천자연도 평가를 수행한 결과, 전체평균지수 2.8로 나타났으며 부문별로는 하천주변(3.9)이 가장 큰 평가지수가 나타났고 중단면(3.2), 횡단면(2.9), 수질(2.2), 생태계(2.1) 순으로 나타났다. 이는 생태계 부문이 가장 자연스럽고 하천주변이 가장 인위적이라는 의미를 나타낸다. Fig. 2에 전체 평가부문의 평가지수 분포표를 나타내었다.

4. 전과정 평가

정비하천에 대해 전과정 평가(LCA, Life Cycle Assessment)를 수행하는 방법을 개발하고자 시설물, 생태계 분야에 대해 각각의 환경영향을 평가하였다. 하천정비에 사용된 시설물이 환경에 미치는 영향을 평가하기 위해 시설물 정비시 사용된 원부자재를 분석하였고, 시공시 사용되는 중장비의 에너지 사용을 고려하여 산업자원부에서 개발한 한국형 환경영향평가지수 방법론을 사용하였다. 고려한 영향범주는 자원고갈, 지구온난화, 오존층 파괴, 산성화, 부영양화, 광화학산화물 형성, 인간독성, 생태독성 등 모두 8개 영향범주를 고려하여 특성화, 정규화를 수행하였다. 정비전과 정비후의 환경부하에 가중치를 두고 환경영향을 정량적으로 분석하였다. 생태계 분야는 어류, 조류, 식생의 종풍부도와 대상하천의 면적을 고려하여 생태지수와 생태손상지수를 개발하여 LCA를 수행하였다. 생태정량화에 적용된 면적은 하천정비구간 길이와 하천폭 및 식생 서식구간을 200m로 가정하여 도심지, 도로, 논 등을 포함한 30ha의 면적으로 하였으며, 하천정비 구간의 변화를 살펴 국소

적인 부분의 생태계를 평가하였다. 시설물의 LCA를 평가한 결과, 원·부자재의 사용에 의한 자원고갈 문제와 더불어 원·부자재를 생산하기 위해 사용된 에너지 및 시공시 사용된 에너지 등은 지구온난화에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며 원·부자재의 경우 레미콘, 돌, 모래, 자갈 순으로 환경영향이 크게 나타난 것으로 분석되었다. 따라서 기존의 인공하천의 주재료가 콘크리트인 것을 고려하면 자연 친화적인 하천 정비후 하천환경개선을 기대할 수 있다. 시설물의 환경 Damage 지수는 정비전 512Pt에서 정비후 120Pt로 환경 Damage 지수가 392Pt 감소하였다. 생태계의 LCA는 생태지수와 생태손상지수를 고려하여 정량적으로 평가한 결과, 정비전 환경 Damage 지수는 428Pt에서 정비후 348Pt로 80Pt 개선효과가 있었다. 시설물과 생태계의 LCA 평가를 통합한 결과, 정비전 환경 Damage 지수가 940Pt에서 정비후 468Pt로 472Pt가 감소되어 50.2%의 환경저감 효과가 있었다. Fig. 3에 LCA의 결과를 나타내었다.

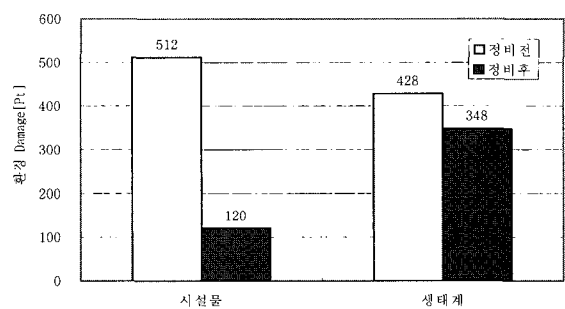


Fig. 3. Damage Index

5. 어메니티 평가

하천은 인근 주민들에게 생활 및 정서의 다양한 측면에서 어메니티를 제공한다. 하지만 하천이 주는 긍정

적인 측면에도 불구하고 유역개발, 하천개수와 댐·사방사업, 골재채취 등의 인위적 조작으로 인해 하천환경 기능이 변하고 있다. 하천정비가 시행되고 정비된 하천에 대해 인근주민이나 이용자들이 어떻게 평가하고 있는가는 하천정비사업에 매우 중요하다. 특히 자연 친화적 하천정비에 대한 기준이 설정되지 않은 상황에서 하천에 직접 접하면서 하천이 생활의 일부가 되는 주민들의 만족도는 지속적인 하천정비사업의 중요한 요인이 될 수 있다. 하천에 대한 만족여부의 평가에 대한 기존 연구는 이용자 측면을 대상으로 수행한 연구가 약간 있지만 인근 주민들을 대상으로 하천정비에 대한 평가를 수행한 연구는 찾아볼 수가 없다. 따라서 본 연구에서는 주민들의 측면에서 하천환경의 속성을 결정하고 각 속성과 전체 하천환경에 대한 만족도를 분석하고 자연 친화적인 하천정비에 대한 개념 및 인식, 개선방향에 대해 분석하여 종합적인 어메니티를 평가하였다. 분석 방법은 설문조사를 통해 이루어졌으며 설문항목에 대한 정확한 이해를 통해 응답의 신뢰도를 직접 높이기 위한 방법으로 조사원이 직접 거주민을 대상으로 일대일 대인면접방법을 이용하여 설문조사를 수행하였다. 설문지는 응답자가 직접 응답하도록 하는 자기기입식 설문조사기법을 이용하였으며, 설문지는 현장에서 직접 회수하는 방법을 사용하였다. 설문조사는 유효표본수(202명)를 대상으로 하였으며 연령, 직업, 거주기간, 성별 등을 고루 분포하게 하였다. 만족도는 4개 조사 요소에 대한 항목별 만족도와 전체 만족도로 나누어 매우만족, 만족, 보통, 불만족, 매우 불만족의 5단계 리커트척도로 구성하였으며, 매우 만족의 경우를 1로, 만족을 2, 보통을 3, 불만족을 4, 매우 불만족의 경우를 5로 표기하였다. 통계 처리시에는 역으로 매우 만족을 5점, 만족을 4점, 보통을 3점, 불만족을 2점, 매우 불만족을 1점의 척도로 재조정하여 통계수치로 처리하였다. 본 연구의 만족도에 대한 속성은 크롬비알파가 상당히 높게 나타나 각각의 속성마다 신뢰도가 높으며 하나의 척도로 종합하여 분석할 수 있는 결과가 나타났다. 또한, 유량 및 수질 만족도와 생태계 만족도에 대한 상관관계가 가장 큰 것

으로 분석되었으며, 다음으로는 유량 및 수질 만족도와 전체 만족도의 상관관계가 큰 것으로 분석되었다. 개인 특성으로 성별의 상관계수는 조정시설 만족도에 대한 상관계수가 가장 높게 나타났으며 연령의 다중공선성은 거주기간이 가장 높게 나타났다. 양적으로 측정된 자료는 t-검정을 통하여 분석한 결과 조정시설, 생태계, 유량 및 수질에 대한 만족이 유의수준 1%이내에서 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 둘 이상의 모집단에 어떤 변수의 평균간에 차이가 있는지를 검정하기 위하여 ANOVA분석을 수행하였고 전체만족에 대한 독립변수와 수질 및 유량, 생태계, 조정시설, 수리구조물 등에 대한 만족도에 대해 미치는 효과를 분석하기 위해 일원분산분석을 수행하였다. 회귀모형의 적합성은 결정계수(R^2)로 검정하는데 추정된 회귀모형의 적합성을 평가한 결과, F값이 115.292($p < 0.01$)로 유의성이 매우 높은 것으로 판명되었다. 독립변수 전체만족의 변화가 종속변수 수질 및 유량, 생태계, 수리구조물, 조정시설 만족도가 어떻게 변화하였는지를 파악하기 위해 다중회귀분석을 수행하여 Table 1에 나타내었다. 그 결과, 전체적인 어메니티에 대한 상대적 기여도는 생태계가 가장 높게 나타났다. 따라서 하천환경에 대한 인근 주민들은 생태계가 어메니티에 크게 영향을 주는 것으로 분석되었으며 추후 하천정비를 수행할 때 생태계 측면을 더욱 고려해야 될 것으로 판단된다.

6. 경제적 편익 평가

자연 친화적인 하천정비는 생물공종에 대한 배려가 있어야 하기 때문에 종래의 하천정비에 비해 공사비가 10~20%정도 증가한다(松崎 浩憲, 1998). 자연 친화적 하천정비의 공사비가 상승하면 경우에 따라서는 비용-편익비가 악화되어 사업을 실행하지 않을 경우가 발생하게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 경제적 편익을 평가하여 하천정비가 어느 정도의 경제적 가치가 있는지에 대한 판단을 내릴 수 있어야 한다. 경제적 가치의 근거를 명확하게 함으로서 하천정비에 대한 정확한 이해를 돕고 정책적 분석의 필수적인 자료로 활용

Table 1. Result of Multiple Regression Analysis

	coefficient	t	Sig.
coefficient	-0.288	-1.819	0.070
water quality and discharge	-0.024	-0.476	0.634
ecosystem	0.551	0.514	0.000
hydraulic structure	0.277	0.295	0.000
landscape architecture establishment	0.310	0.292	0.000

Table 2. Attributes of the Value in Money

	average(won)	median(won)
environmental water supply	2,375	1,949
ecosystem	3,341	2,802
river maintenance	2,187	1,777
water quality	2,320	2,011
sum	10,223	8,539

할 필요가 있다. 이에 지가상승 등의 경제적 편익은 고려하지 않고 하천기능에 초점을 맞추어 가상의 시장을 형성하고 인근 주민들을 대상으로 경제적 편익을 분석하였다. 정비하천은 일반 재화와는 달리 시장기구에 의해 그 가치를 제대로 추정할 수 없기 때문에 시장에서 거래되지 않는 비시장재화에 대해 실제로 시장이 존재하는 것처럼 가상적 시장을 설정하고 소비자들에게 지불의지액을 직접 설문하여 그 가치를 구해야 한다. 따라서 본 연구에서는 가상시장을 설정하여 평가하는 방법인 조건부가치평가법(CVM)과 다속성효용평가법(MAUA)을 이용하였다. CVM은 1947년 Ciriacy-Wantrup에 의해 처음 제안된 방법으로 각 개인이 어떤 공공재나 환경재의 이용과 관련된 의사결정을 하여야 할 가상적인 상황을 설정하고 이러한 상황에서 각 개인이 어떤 선택을 할 것인지를 설문조사를 통해 조사하여 공공재와 환경재의 가치를 평가하는 방법이다. 어떤 재화에 대한 가치의 설문은 그 재화의 변화에 대한 가상적인 상황을 설정하고 여러 조건을 달아 응답자들에게 재화질의 가상적인 변화에 대해서 어느 정도의 지불의사가 있는지에 대한 평가이다. 본 연구에서는 CVM의 속성을 환경용수, 생태계, 하천유지, 수질로 설정하였으며 CVM을 통해 추정된 결과, 한가구당 월평균 14,713원의 지불의지액이 있는 것으로 나타났다. 경천의 총편익과 연결시키기 위해서 년간으로 계산하면 한가구당 176,556원의 경제적 편익이 발생하였다. 이를 순창읍 가구수 3,446가구로 계산하면 년간 약 6억원의 경제적 편익이 추정되었다. 한국개발연구원(KDI)은 예비타당성 작성 지침에서 할인율 7.5%를 제안하고 있으므로 본 연구에서도 7.5%의 할인율을 적용하였다. 25년간 7.5%의 할인율을 적용한 결과, 순현재가치(NPV)는 약 24억 3천만원의 가치가 있는 것으로 분석되었다. MAUA는 다속성효용이론(MAUT, multi-attribute utility theory)을 근거로 하고 있다. MAUT는 CVM이 환경재의 다차원적 성격과 인간 선호의 구조적 성격을 충분히 반영하기 어려운 점을 고려하여 특별히 고안된 방법론으로 통계학, 심리학, 경영과학, 의사결정이론 등으로부터 일련의 응용기법과 실증경험에서 개발된 의사결정과정을 포

함하고 있다. MAUA는 CVM의 장점을 그대로 유지하되 지불의사 유도과정에서 MAUT을 운용함으로써 통상적인 CVM에 비해 응답자에게 요구되는 판단과 결정을 획기적으로 단순화하여 인식상의 부담을 경감시킬 수 있는 유용한 방법이다. 분석의 첫 단계는 속성을 결정하는 것으로 자연 친화적 하천정비의 속성을 결정하기 위하여 CVM의 속성을 검토하였다. CVM에서 사용한 환경용수, 생태계, 하천유지, 수질이 속성으로 타당하다고 판단되어 4가지 속성을 결정하였다. MAUA 방법을 이용하여 지불의지액을 설문조사를 통해 분석한 결과를 Table 2.에 나타내었다. 분석결과, 월 평균 10,223원의 지불의지액이 있는 것으로 나타났다. 따라서 한 가구당 년 평균 122,676원의 지불의지액으로 계산되었으며, 순창읍에 거주하는 주민 3,446가구가 연간 약 4억 3천만원의 지불의지액이 있는 것으로 계산되었다. 25년간 7.5%의 할인율을 적용한 결과, 순현재가치(NPV)는 약 17억 2천만원의 가치가 있는 것으로 분석되었다.

7. 결 론

본 연구에서는 자연 친화적으로 정비된 하천에 대해 정비의 타당성과 효율성을 평가하는 평가방법에 대해 연구하였다. 연구방법은 전라북도 순창읍에 있는 경천을 대상으로 2000년~2005년 모니터링을 수행하여 자료를 수집하고 자연보전기능, 친수기능, 하천공간기능 등 하천환경기능을 종합적으로 고려하여 하천 정비사업을 정량적으로 평가할 수 있는 방법을 개발하였다. 하천정비의 평가는 건전한 환경의 유지 및 발전을 지향하는 측면, 경관과 같은 시각적인 측면, 인근 주민들의 정서적 측면, 하천이용의 공간적 측면, 환경적 측면, 경제적 측면 등의 종합적인 측면을 고려하여 하천자연도 평가, 전과정 평가, 어메니티 평가, 경제적 편익 평가 등의 방법을 개발하였다.

하천자연도 평가는 대상하천이 어느 정도로 자연에 근접하는지를 정량적으로 평가하는 방법으로 하천의 물리적 요소 및 구조적 특성, 수질 및 생태계 특성을 포함한 다양한 환경요소를 고려하여 하천자연도 평가방법을

개발하였다. 개발한 평가방법을 경천에 적용한 결과, 하천자연도 평가지수는 2.8로 나타났다.

전과정 평가(LCA)는 하천 정비사업에 적용하여 하천을 평가하는 방법을 개발하였다. 하천의 시설물, 생태계 분야에 대해 각각 LCA를 수행하고 이를 통합하는 방법을 사용하였다. 개발한 평가방법을 경천에 적용한 결과, 시설물의 환경 Damage 지수는 정비전 512Pt에서 정비후 120Pt로 환경 Damage 지수가 감소하였고, 생태계는 정비전 428Pt에서 정비후 348Pt로 감소하여 전체적으로 50.2%가 감소되었다.

어메니티 평가는 인근 주민들의 하천정비에 대한 만족여부를 설문조사를 통해 평가하는 방법으로 개발하였다. 사전조사를 수행하여 수질 및 유량, 생태계, 수리구조물, 조경시설의 속성을 결정하고, 각 속성의 만족여부를 분석하였다. 그 결과 어메니티에 미치는 영향은 생태계가 가장 크다는 사실이 확인되었다.

하천정비의 경제적 편익 여부를 평가하기 위하여 가상적인 시장을 설정하고 이에 대한 지불의지액을 설문조사를 통해 분석하는 CVM과 MAUA를 이용하는 평가방법을 개발하였다. 설문항목은 환경용수, 생태계, 하천유지, 수질 등의 항목에 대해 인근 주민들을 대상으로 각 항목에 대한 지불의지액을 추산하였다. 경천에 개발한 방법을 적용한 결과, CVM은 약 24억 3천만원의 편익이 발생하였고, MAUA는 약 17억 2천만원의 편익이 발생하였다. 개발한 평가방법은 하천정비의 경제적 타당성을 증명하는데 이용할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서 개발한 4가지의 평가방법은 하천정비사업의 종합적이고 정량적인 평가를 수행할 수 있는 방법으로 판단된다. 그러나 개발된 방법은 하나의 하천에 관한 자료를 이용하였으므로 각 하천이 지니고 있는 특성을 고려할 때 다양한 하천에 대해 동일한 방법을 적용함으로써 제안된 평가방법의 최적화가 이루어져야 할 것이다. 따라서 앞으로 각 하천마다 갖는 특성을 고려하여 여러 하천을 대상으로 본 연구에서 개발한 방법을 적용하는 연구가 필요하며 제안된 평가방법들을 종합하여 평가하는 방법의 개발이 필요하다.

참고 문헌

김석규 (2006). 자연 친화적 하천 정비사업의 평가방법에 관한 연구. 박사학위논문, 호남대학교.
김석규, 김철, 김성환, 정재수 (2005). "자연형 하천정비 공사에 대한 효과분석.", **대한토목학회 학술발표회**, 대한토목학회.

김석규, 김철, 박의정 (2004). "자연형 하천의 만족도 평가.", **대한토목학회 학술발표회**, 대한토목학회.
김석규, 김철, 이창원 (2005). "조건부가치평가법을 이용한 자연형 하천의 경제적 편익분석.", **한국수자원학회 학술발표회**, 한국수자원학회.
김석규, 김철, 정장면 (2005). "하천정비 전후의 하천자연도 평가.", **한국수자원학회 학술발표회**, 한국수자원학회.
김선희 (1994). LCA의 방법론 및 적용에 관한 연구. 박사학위논문, 서울시립대학교.
박봉진, 신종이, 정관수 (2005). "하천의 생물서식처 복원을 위한 하천자연도 평가: I, II 평가방법의 제안.", **한국수자원학회 논문집**, 한국수자원학회, 제38권 제1호, pp.37~57.
배영 (2002). 자연형 하천에 대한 만족도 분석. 석사학위논문 연세대학교.
서울시정개발연구원 (2004). **성북천 복원사업의 효과 평가 연구**.
안홍규, 天田高白, 市原恒一 (1997). "하천상류지역의 하반식생 자연도 및 경관분석에 관한 연구.", **한국조경학회지**, 한국조경학회, 제25권 제3호, pp.222~233.
이건도, 허탁, 김승도 (1998). **환경 전과정평가(LCA)의 이론과 지침**, 한국인정원.
이영성 (2005). **청계천복원사업의 비용·편익과 경제적 효과**, 경제포커스.
정정채, 이상석 (1998). "중·소도시 하천의 친환경적 활용 잠재력 평가에 관한 연구.", **한국조경학회지**, 한국조경학회 제26권, 제1호, pp.96~112.
조용현 (1997). 생태적 복원을 위한 중소하천 자연도 평가방법 개발. 박사학위논문, 서울대학교.
カナダ環境アセスメント廳 (1992). **住民参加マニュアル-住民参加プログラムの計劃と實施**, pp.261.
皆川朋子, 島谷幸宏 (2003). "住民による自然環境評價と情報の影響-多摩川永田地区における河原の復元に向けて.", **土木計劃學會講演集**.
松崎浩憲 (1998). 自然回復型河川整備の計劃・評價に関する研究. 博士學位論文, 東京大學.
松崎浩憲 (2000). "河川環境整備事業の費用便益分析と意思決定に関する一考察.", **河川技術に関する論文集**, 第6卷.
松崎浩憲 (2001). "リスク概念を導入した河川事業の評価と合意形成に関する一考察.", **河川技術論文集** 第7卷, pp.429-434.
松崎浩憲, 白川直樹 (1999). "産業連關表とシステムダイナミクスを用いた河川事業のLCA評価.", **河川技術**

に関する論文集, 第5巻.
玉井信行, 奥田重俊, 中村俊六 (2000). **河川生態環境評價法 潜在自然概念を軸として**, 東京大學出版會.
黒川信敏, 水野雅光, 北川晴彦 (2003). **滋賀縣 多自然型川づくり評價検討**, リゾーフロント研究所報告 第14号.
Arrow, K. J. et. al. (1996). *Intertemporal Equity, Discounting, and Economic Efficiency, in Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change*. Cambridge University Press.
Fry, Jana, Steiner, Frederick R. and Green, Douglas

M. (1994). *Riparian evaluation and site assessment in Arizona. Landscape and Urban Planning*, pp.179-199.
Hironori Matsuzaki and Naoki Shirakawa (2001). *The life cycle assessment and cost-benefit analysis for nature friendly river works*. XXIX IAHR CONGRESS Proceeding.
Leiden University (1999). *The Eco-indicator 99 Methodology Report nr.*

(논문번호:07-29/접수:2007.03.26/심사완료:2007.07.05)