

도시 내 자연형 하천 조성을 위한 적정 공간기능 배분과 조성방안 연구[†]

- 서울시 서대문구 홍제천을 사례로 -

정태준* · 이경재** · 한봉호**

*국립환경과학원 자연자원연구과 · **서울시립대학교 조경학과

A Study on the Construction Methods and the Distribution of Proper Spatial Function for Restoring Urban Streams into Close-to-Nature Streams - A Case Study of Hongjecheon(Stream) in Seodaemun-Gu, Seoul -

Jung, Tae-Jun* · Lee, Kyong-Jae** · Han, Bong-Ho**

*Nature Conservation Research Division, National Institute of Environmental Research

**Dept. of Landscape Architecture, University of Seoul

ABSTRACT

The purpose of this study is to propose a plan that properly organizes urban close-to-nature streams by evaluating the city park functions, ecological functions and landscape functions required for urban stream and setting up space function suitable for the space. The site of this study is Hongjecheon located in Seodaemun gu of Seoul City, whose length of channel spans 6.12km in total. The plan for the construction of close-to-nature streams had been established from late 2003, and the construction was completed. Evaluation Categories and indications were deduced from 4 stages. First, based on theoretical examination, we made a list of stream and park evaluation categories and added Category about Characteristic of urban streams. Next, we set Final Evaluation Categories and indications through the process of goal-relevance, indication verification, merging similar category. Final Evaluation Categories were deduced such as usage demand, usability(city park functions), biodiversity, inhabitation potential, rarity(ecological functions), historical cultural elements, and landscape Quality(landscape functions). As a result of allotting space functions, zones 1 through 4, got high grades at usage demand, was classified as a civic resort district; zones 5 through 6, close to major green area and remained original landscape, as ecological conservation and restoration district; zones 7 through 8, get high grades at usage demand and usability, as environmentally-friendly use district; and zones 9 through 10, many historical cultural elements and view points, and high green possession rate, as stream scenic district. In addition, detail space function and construction plan for each zones were proposed. As a result of this study, proposed space function assignment considering natural characteristics, humanities and social characteristics and landscape characteristics and is expected to be utilized at reasonable spatial planning considering various functions required for urban stream.

Key Words: Evaluation of Stream, Urban Stream, Function of Stream, Functional Division

[†]: 이 논문은 저자의 석사학위논문 결과를 발전시킨 것임.

Corresponding author: Tae-Jun Jung, Nature Conservation Research Division, National Institute of Environmental Research, Incheon 404-170, Korea, Tel.: +82-32-560-7557, E-mail: ecology00@korea.kr

국문초록

본 연구는 도시 하천의 자연형 하천 조성을 목표로 도시 하천에 요구되는 이용기능, 생태기능, 경관기능에 대하여 평가를 실시하여 각 공간에 적합한 공간기능을 설정하고, 이에 적합한 조성 방안을 제시하는데 그 목적이 있다. 연구대상지는 서울특별시 서대문구에 위치한 홍제천으로 유로연장은 총 6.12km이며, 2003년 말부터 자연형 하천 조성 계획을 수립하여 정비가 완료되었다. 평가 항목 및 지표는 총 3단계를 거쳐서 선정하였다. 먼저 문헌 검색을 통하여 하천 및 공원 평가 기준을 설정하고, 도시 하천 특성을 나타내는 지표를 추가하였다. 다음으로 목표 적합성, 지표 검증, 유사 항목 병합의 단계를 거쳐 최종 평가 항목 및 지표를 선정하였다. 최종 평가 항목은 이용기능에서 이용요구도, 이용편의성, 생태기능에서 생물다양성, 생물 서식 잠재성, 희귀성, 경관기능에서 역사·문화요소 및 경관성으로 선정되었다. 구간별 평가 결과, 이용요구도가 높게 평가된 구간 1~4는 시민휴양지구, 주요녹지와와의 거리가 가깝고 하천 고유성이 남아있는 구간 5~6은 생태보전·복원지구, 이용요구도가 높고, 이용편의성이 좋은 구간 7~8은 하천 연속성을 고려하여 자연이용지구, 역사·문화자원 및 조망점이 다수 분포하고, 녹시율이 높은 구간 9~10은 하천경관지구로 설정되었고, 각 구간별로 세부 공간기능과 조성방안을 제시하였다. 본 연구에서 제시한 공간기능 배분 결과, 하천의 자연적 특성과 함께 인문·사회적 특성, 주변의 경관적 특성이 반영된 공간기능 배분이 이루어져 도시 하천에 요구되는 여러 가지 기능들에 대한 합리적인 공간계획에 활용될 것으로 기대된다.

주제어: 하천평가, 도시 하천, 하천기능, 기능배분

I. 서론

1990년대 중반까지 국내 하천은 하천의 공학적 기능(치수와 이수)에 초점을 맞추어 정비하여 생물 서식처가 파괴되고, 경관이 단절되는 등 하천의 환경적 기능이 많이 훼손되었다(환경부, 1997). 1980년대 말부터 도시 하천의 공간정비 개념이 도입되어 고수부지에 수목이 식재되고 시설물이 도입되었으나, 생태계 보전이나 하천경관과 같은 고유의 환경 기능은 충분히 고려되지 못하였다. 1990년대 중반 이후부터는 자연형 하천을 표방한 하천정비사업이 대도시를 중심으로 추진되어 중랑천, 우이천, 홍제천, 탄천 등이 자연형 하천으로 정비되었다. 그러나 이러한 자연형 하천을 표방한 사업들은 생물 서식처 보전, 복원, 창조보다는 공원에 초점을 맞추고 있어 하천의 기본적인 환경기능을 충분히 고려하지 못하였다.

하천은 여러 가지 기능을 가지고 있으며, 이러한 기능은 이용 측면과 자연측면으로 나눌 수 있고, 이용측면에서는 이수기능, 치수기능, 친수기능, 공간기능, 자연측면에서는 동·식물 서식처의 제공, 수질정화작용, 물질의 소비지(sink), 공급지(source), 전환자의 기능(transformer), 어류와 야생동물의 이동통로, 그 린네트워드의 근간이 된다(이경렬, 1998). 또한 도시 하천의 기능은 이수기능, 치수기능, 환경기능으로 구분할 수 있고, 이 중 환경기능은 수질 정화나 생태계 서식처로서의 자연보전기능, 수상 위락, 수변 경관 형성, 정서 함양 공간으로서 친수기능, 공간 이용, 피난 및 방재, 지리 분할을 하는 공간기능으로 세분되며, 최근의 자연형 하천 복원에서 가장 중요시되고 있는 기능이다.

이와 같이 도시 하천은 다양한 기능을 가지고 있지만, 기존의 하천 정비 사업들은 시대에 따라 하천의 다양한 기능 중 이수, 치수, 공원화 등 특정 기능만을 고려하여 복원되어 왔고, 따라서 하천이 본래의 기능을 다하는데 이용적, 생태적, 경관적 문제점을 드러냈다. 이에 본 연구는 도시 하천의 적정한 자연형 하천 정비를 위하여 서울을 흐르고 있는 대표적인 도시 하천인 홍제천과 주변 지역을 대상으로 인문·사회적 특성, 생태적 특성, 경관적 특성을 종합적으로 조사·분석하고, 그 결과를 바탕으로 구간별 적정 공간기능을 합리적으로 구분하여 자연형 하천으로 기능할 수 있는 조성 방안을 제시하고자 한다. 도시 하천의 기능에 대한 구간별 평가를 선행하여 구간별 공간기능을 제시함으로써, 향후 하천 복원 시 도시 하천 본래의 기능을 다할 수 있는 조성 방안의 기초자료로 활용될 것으로 판단된다.

II. 연구 방법

1. 연구대상지

연구대상지는 서울특별시 위치한 홍제천으로 유로연장 13.38km 중 서대문구를 지나는 6.12km 구간이다. 서쪽으로 경기도 고양시와 접하고, 북쪽으로 북한산 줄기를 분수령으로 구파발동, 진관외동과 접하며 남동쪽으로는 북한산 및 무악재를 분수령으로 하고 있다. 홍제천은 북한산에서 발원한 후 남서류하다 북한산에서 발원해서 남하한 불광천과 합류되어 한강 하류 우안으로 유입되며, 홍제천 하류 우안에 위치한 난지도, 성산대교에

서 북동쪽으로 유로를 따라 장방향의 유역을 이루는 하천이다. 하천 양안은 옹벽 및 콘크리트 호안이며, 하천횡단교량, 하수관로 및 우수관로 등 많은 구조물이 설치되어 있다. 특히 홍제천 하상에 설치된 내부순환도로의 교량 교각은 홍제천의 경관을 크게 훼손하고 있다(건설교통부, 2000). 홍제천은 생태계 복원 및 쾌적한 친수 공간을 확보하기 위하여 2003년 말부터 자연형 하천조성계획을 수립하여 정비가 완료된 상태이다. 유지유량 확보를 위해 한강 내 하상 여과시설을 활용하고 주요 시설물로는 음악분수, 물레방아, 인공폭포 등이 있으며, 초지, 어류, 조류의 이동로 및 서식처 마련, 자전거 도로 및 산책로, 주민 편의시설 설치 등이 주요 계획 내용이다(http://hongje.sdm.go.kr/).

2. 평가단위 설정

평가단위는 하천의 현황을 충분히 반영할 수 있어야 하며, 평가에 소요되는 시간과 비용을 고려하여야 한다(송주일 등, 2008). 일반적으로 하천공간평가의 평가단위를 하천 폭의 5~10배 정도(USDA, 1998)로 정하고 있다. 박봉진 등(2005)은 '전국유역조사' 사업의 일환으로 시행된 낙동강유역의 조사결과를 바탕으로 평가단위의 최적 간격을 제시하였고, 이 결과를 송주일과 윤세의(2008)가 2008년 4월에 개정 시행된 하천법의 내용을 적용하여 국가하천과 지방하천으로 단순화하여, 국가하천의 일반구간 5,000~10,000m, 도시통과구간 및 상세조사구간 1,000~2,000m, 지방하천 및 소하천의 일반구간 500~1,000m, 도시통과구간 및 상세조사구간 100~500m로 제시하였다. 연구대상지인 홍제천은 전체 구간이 도시통과 구간으로 도로나 교량에 의해서 공간이 구획되고 있으며, 총 16개의 차량이 통과하는 교량

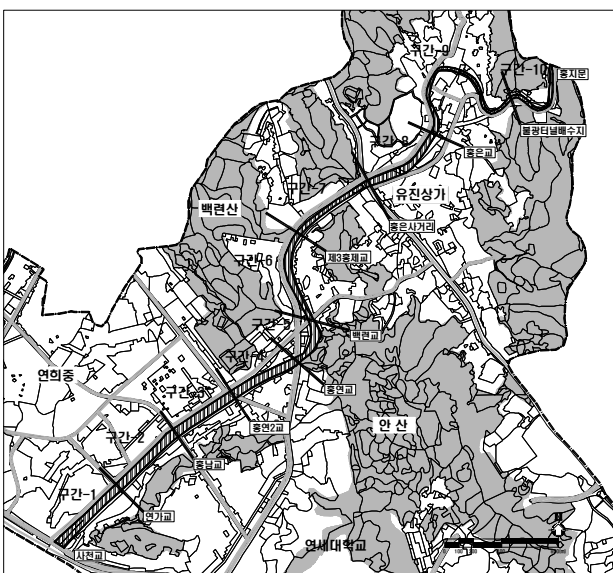


그림 1. 연구대상지 위치 및 평가구간 설정도
 범례: — 구간 경계 ▨ 대상지 경계 - - - - 시대문구 경계

이 하천 공간을 물리적으로 구분 짓고 있다. 따라서 본 연구에서는 대상지가 도시통과구간 임을 고려하여 통과 교량을 기준으로 평가 단위를 구분하였고, 그 간격은 송주일과 윤세의(2008)가 제시한 기준에 부합하도록 하였다(그림 1 참조).

3. 도시 하천기능 평가 지표 선정

1) 하천 공간기능 및 평가 항목 설정

한국토지공사(1997)와 김재우(1998)는 도시 하천의 기능을 이수기능, 치수기능, 환경기능으로 구분하였다. 이 중 환경기능은 수질 정화나 생태계 서식처로서의 자연보전기능, 수상 위락, 수변 경관 형성, 정서 함양 공간으로서 친수기능, 공간 이용, 피난 및 방재, 지리 분할을 하는 공간기능으로 세분되며, 최근의 자연형 하천 복원에서 가장 중요시되고 있는 기능이다. 따라서 본 연구에서는 환경기능을 중심으로 논의를 진행하며, 도시 하천의 기능으로 이용기능, 생태기능, 경관기능을 설정하였다.

도시 하천의 평가 항목 및 지표를 선정하는 과정을 그림 2와 같이 설정하였다. 먼저 국내 32건, 국외 15건, 총 47건의 문헌을 검색하여 하천평가 및 공원평가의 평가 항목을 종합하고, 도시 하천의 특성을 반영하는 항목을 추가하여 정리하였다(표 1 참조). 다음으로 본 연구의 목표에 부합하는 항목을 도출하기 위하여 도시 하천의 기능으로 제시한 이용기능, 생태기능, 경관기능에 해당하는 항목을 추출하여 평가 항목 및 지표를 1차 선정하였다. 다음은 지표 검증의 단계로 각 지표를 고은주(2005)의 연구 결과를 토대로 대표성, 정량화, 측정용이성, 단순성에 대해 5점 척도로 평가를 실시하여 총점이 높은 지표를 2차 선정하였다(표 2 참조). 마지막 단계로 도시 하천 특성을 반영하여 도시 하천에서 평가가 불가능하거나 적합지 않는 항목을 제외하였고, 생태적 평가를 위한 적절한 운용에 대한 6가지 항목 중 비용(시간과 돈)이 생태적 방법의 심도와 통합성에 적절하여야 한다는 Spellerberg(1992)의 연구를 고려하여 기존 연구 고찰을 통한 유사 항목을 병합하여 최종 평가 항목 및 지표를 선정하였다.

기존 연구 고찰과 지표 검증 결과를 반영하여 도시 하천에서 평가가 불가능하거나 적합지 않는 항목을 제외한 뒤, 비용(시간과 돈)에 대한 문제를 고려하여 유사한 항목을 병합, 최종 평가

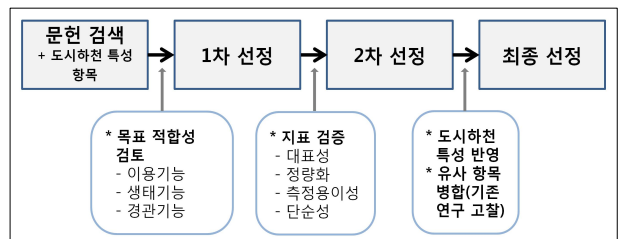


그림 2. 도시 하천 평가 항목 및 지표 선정 과정

표 1. 기존 하천평가 및 공원평가, 도시 하천 특성 항목을 반영한 평가항목 종합

하천 평가	유역특성/수문인자	불투수면적비, 하천유로변경여부, 인구밀도, 하천차수, 하수유입여부, 홍수발생빈도, 유입유량, 취수, 유역의 평균경사, 하천유형, 도달 시간/거리, 유역 평균표고, 초기우수분리배출, 유역경계, 장애물	
	수로특성	수로굴곡, 측방침식, 종사주, 특수한 수로구조, 하상경사, 홍수시 평균유속, 미지형	
	종단면	횡구조물, 횡사주, 흐름의 다양성, 역류/정체, 수위, 배수로, 횡단면유형, 제방안정, 제방재료, 제방경사, 제방고, 폭다양성, 하천깊이, 수면폭/하천폭비, 둔치폭/저수로폭	
	하상구조	저질 다양성, 여울/소/특이한 하상구조, 하상 저질 유형, 하상공, 수심, 굴착 하상노출, 단구	
	저수로변	저수로변 식생, 호안공, 특수한 저수로변구조, 저수로변 종방향배열, 홍수로 식생, 홍수터의 토지이용, 저수로 깊이, 저습지/웅덩이체적	
	하천주변	인접토지이용, 하천변 대상수림, 부자연스런 주변구조, 하천주변 경관, 하천주변 녹화가능성, 수변구간 폭, 문화사적지, 벌채, 친수성, 하천울, 시설적지규모	
	수질	수질, BOD, 물의색, 부유물, 물의 냄새, 조류, 자정생물, 수온의 다양성, 염도, 햇빛 차단정도	
	생태적특성	녹피도/식생의 다양성, 식생 보전상태, 수생식물, 초본/관목/교목식물, 대상분포, 부유류, 어류, 조류, 저서무척추동물/곤충, 특이한식물 유형/희귀종	
하천 구조물	교량/교각, 낙차공/보, 복개구간/압거, 어도/동물이동통로, 어류피난처, 하천시설		
공원 평가	양	면적	녹지율, 1인당녹지면적, 순녹지공간율, 그린타운의 환경지표
		체적	녹지체적
		질량	생체량
		표면적	녹지 표면적
	생태적 기능	수직구조	복층식재비율, 층위지표, 동물서식환경
		수평구조	서식지이질성, 그린네트워크, 최대연결 녹지면적, 감마지수, 유사도지수, 녹지이동비용
		종다양성	종풍부도지표, 중요도, Shannon 다양도, 우점도지수, 균등도지수, Whittaker의 우점도
		활력도	식생활력도지수
		안정성	녹지보전상태, 영급, 경급
		자연성	녹지자연도
		희귀성	희귀성
	환경보전 기능	대기기상	Nox 흡수, Sox 흡수, 탄소흡수, 탄소 저장, 기온저감
		토양	토양보전 기능 계수
		수문	투수성지반면적, 생태면적률, 비옴면적지표
	사회적 기능	활용성	분배도, 접근성, 이용인구, 이용만족도
문화역사		문화역사가치	
경관		경관성	
도시 하천 특성	소음		

항목 및 지표를 선정한 결과는 표 3과 같다. 지표검증 결과, 층위지표, 영급, 경급은 점수는 높으나, 도시 하천에서는 층위구조가 나타나지 않고, 영급 및 경급은 임상도 자료가 하천 내부는 나오지 않아 활용할 수 없어 제외되었다. 또한 이용인구는 기존 통계자료로는 특정 지역 주변의 인구밀도를 산출하기는 어려운 상태이므로 이를 간접적으로 유추할 수 있는 층고를 최종 평가지표로 대체하였다. 도시 내 서식하는 생물 중 야생조류는 생태계 먹이사슬의 상위포식자로 야생조류의 서식은 생태계 구조의 안정성을 나타내는 중요한 척도로서 작용하며, 도시녹지의 질을 평가하는 중요한 항목으로 연구되고 있다(노태환, 2009). 따라서 본 연구에서는 동물상을 대표하는 항목으로 야생조류 출현을 최종 평가지표로 선정하였다.

2) 평가지표 및 기준

이용기능, 생태기능, 경관기능 별로 평가지표 및 기준을 설정하였다. 평가등급을 가급적 축소하고 간단 명료화하여 일반인들의 이해도를 높이기 위해서 5점의 점수체계를 설정하였다(이상호, 2000).

(1) 이용기능

이용요구도의 주변 토지이용유형 측면에서 김영빈과 이호진(1995)은 근린공원을 지역특성에 따라 주거밀집형, 주거+학교형, 주거+상업형, 주거+공공형으로 분류하고, 유형별 행위 활동 분석을 위한 설문조사를 실시하였다. 그 결과, 계절별, 요일별, 시간대별, 이용횟수, 체류시간 등 공원이용빈도 측면에서 주거밀집형, 주거+학교형, 주거+상업형, 주거+공공형 순으로 이용빈도가 높게 판단되었다. 이러한 분류 기준을 연구대상지에 적합하도록 재구성하여 주거밀집형 5점, 주거+상업형 4점, 상업

표 2. 평가항목 1차 선정 결과 및 2차 선정(지표 검증) 평가

평가부문	항목		대표성	정량화	측정용이성	단순성	총점	
하천평가	수로특성	특수한 수로구조	2	2	5	5	14	
	저수로변	저수로변 식생	4	5	4	5	18	
	하천주변	인접토지이용	4	5	5	5	19	
		하천주변 경관	3	2	5	5	15	
		문화사적지	3	2	4	5	14	
	생태적특성	친수성	2	1	2	5	10	
		녹피도/식생의다양성	5	5	3	4	17	
		식생 보전상태	2	3	3	4	12	
		수생식물	5	4	3	5	17	
		초본/관목/교목식물	5	4	4	5	18	
		대상분포	2	2	3	2	9	
		부유류	3	4	2	4	13	
		어류	3	4	4	5	16	
		조류	5	4	4	5	18	
	저서무척추동물/곤충	4	4	3	4	15		
	특이한식물유형/회귀종	4	1	3	4	12		
	공원평가	수직구조	복층식재비율	2	3	3	5	13
			층위지표	4	4	3	4	15
			동물서식환경	1	5	2	5	13
수평구조		서식지 이질성	2	5	3	2	12	
		그린네트워크	3	5	2	3	13	
		최대연결 녹지면적	3	5	3	2	13	
		감마지수	2	5	1	1	9	
		유사도지수	2	5	1	1	9	
		녹지이동비용	4	5	3	3	15	
		종다양성	3	5	2	4	14	
중다양성		중요도	2	5	1	2	10	
		Shannon 다양도 지수	5	5	2	3	15	
		우점도지수	2	5	1	2	10	
		균등도지수	2	5	1	2	10	
		Whittaker의 우점도지수	2	5	1	2	10	
		활력도	3	5	3	2	13	
안정성		식생활력도지수	3	5	3	2	13	
		녹지보전상태	2	3	3	4	12	
		영급	2	4	3	5	14	
자연성		경급	2	4	3	5	14	
		녹지자연도	4	1	2	4	11	
회귀성		향토수종비율	2	3	2	4	11	
		회귀성	4	1	3	4	12	
사회적기능		활용성	접근성	4	5	3	3	15
			이용인구	4	4	3	4	15
		문화역사	문화역사가치	4	1	2	3	10
		경관	경관성	4	2	4	5	15
도시 하천특성		이용기능	소음	3	5	5	5	18

표 3. 하천 기능별 평가 항목 및 지표 설정

구분	최종 평가항목	최종 평가지표	지표 검증 결과 상위 점수의 지표	
도시 하천 기능	이용기능	이용요구도	주변 토지이용유형 주변 층고	인접 토지이용 이용인구
		이용편의성	접근성	접근성
			소음	소음
		생태기능	생물다양성	야생조류
	식생 유형			저수로변 식생, 녹피도/식생의 다양성, 수생식물, 초본/관목/교목식물
	식생 피도			
	생물 서식 잠재성		주요녹지와외의 거리	녹지이동비용
	회귀성	하천 고유성	특수한 수로구조	
	경관기능	역사·문화요소	주변 역사·문화자원	문화사적지, 문화역사적가치
		경관성	조망점	하천주변 경관, 경관성
녹시율				

형 3점, 주거+공공형 2점, 기타 1점을 부여하였다. 층고는 서울특별시(2005)의 토지이용 유형 기준을 재구성하여 11층 이상 5점, 5~10층 4점, 3~5층 3점, 1~2층 2점, 비건폐지 1점을 부여하였다. 주변 토지이용유형과 층고의 평가는 각 폴리곤의 면적을 고려하여 점수를 산출하였다. 이용편의성 측면에서 접근성 부분은, 접근 방해 요소로 제방 상부에 2차선 이상 도로의 유무와 구간별 접근로 개소수, 접근로 형태로 접근로 폭과 간이계단, 계단, 경사로 등 조성방식에 따라서 점수화 하였다. 조사 결과 구간별 접근로 개소수는 0~7개소, 접근로 폭은 0.8~7m로,

이를 5점 척도 등간격으로 점수화 하였다. 조성방식은 경사로, 계단, 간이계단의 3가지 방식으로 나타나, 접근이 용이한 경사로를 5점, 계단 3점, 접근이 불편한 간이계단 1점으로 평가하였다. 소음 부분은 환경정책기본법 시행령(2009년 11월 22일 시행)에 따라서, 홍제천은 도로변지역에 속하며, 제36조 제1항의 규정에 의한 도시지역 중 녹지지역에 속하므로 낮시간 65dB을 기준으로 한다. 또한 조사 결과, 홍제천 내에서 61.2~68.8dB의 범위로 측정되어 환경정책기본법의 기준과 현장 조사 결과를 중첩하여 65dB을 중심으로 2dB씩 5단계로 점수화 하였다(표 4 참조).

표 4. 평가지표 및 기준

평가 항목	평가 지표	평가 기준(점)	평가 방법	
이용기능	주변 토지이용유형	· 주거밀집형(5), 주거+상업형(4), 상업형(3), 주거+공공형(2), 기타(1)	$\Sigma(\text{폴리곤별점수} \times \text{폴리곤별면적}) / \text{구간별면적}$	
		· 11층 이상(5), 6~10층(4), 3~5층(3), 1~2층(2), 비건폐지(1)		$\Sigma(\text{폴리곤별점수} \times \text{폴리곤별면적}) / \text{구간별면적}$
	이용편의성	접근성	· 접근 방해 요소	· 접근방해요소+접근로개소수+접근로형태(폭)+접근로형태(조성방식) / 4
			· 접근로개소수	
			· 접근로 폭	
· 접근로 형태				
· 조성방식	· 경사로(5), 계단(3), 간이계단(1)			
소음(dB)	· 60~62dB(5), 62~64dB(4), 64~66dB(3), 66~68dB(2), 68~70dB(1)	구간별 점수화		
생태기능	생물 다양성	야생조류	· 종다양도지수 0.7800~0.9000(5), 0.6600~0.7800(4), 0.5400~0.6600(3), 0.4200~0.5400(2), 0.3000~0.4200(1)	구간별 점수화
		식생유형	· 습지성자생초지(5), 건조지성자생초지(4), 녹화지(3), 관리대상초지(2), 나지 및 기타지역(1)	$\Sigma(\text{폴리곤별점수} \times \text{폴리곤별면적}) / \text{구간별면적}$
		식생피도	· 80~100%(5), 61~80%(4), 41~60%(3), 21~40%(2), 0~20%(1)	$\Sigma(\text{폴리곤별점수} \times \text{폴리곤별면적}) / \text{구간별면적}$
	생물 서식 잠재성	주요녹지 외의거리 (m)	배후녹지	· 산림과 연결(5), 0~500m(4), 500~1,000m(3), 1,000~1,500m(2), 1,500~2,000m(1)
거점녹지			· 산림과 연결(5), 0~100m(4), 100~200m(3), 200~300m(2), 300~400m(1)	
회귀성	고유성	· 고유경관 2개소 이상(5), 1개소(3), 없음(1)	구간별 점수화	
경관기능	주변 역사·문화자원	· 역사·문화자원 2개소 이상(5), 1개소(3), 없음(1)	구간별 점수화	
	조망점	· 경관조망점 2개소 이상(5), 1개소(3), 없음(1)	구간별 점수화	
	녹시율	· 40~50%(5), 30~40%(4), 20~30%(3), 10~20%(2), 0~10%(1)	구간별 점수화	

표 4와 같은 기준으로 구간별 평가한 후 주변 토지이용유형, 층고, 접근성, 소음을 동일한 가치로 종합하여 이용기능을 평가하였다.

$$\text{이용기능 평가 종합} = \frac{\text{주변 토지이용유형} + \text{주변 층고} + \text{접근성} + \text{소음}}{4} \quad (\text{식1})$$

(2) 생태기능

김석규(2006)는 하천자연도 평가에서 야생조류 평가를 종다양도지수(Shannon and Weaver, 1949) 1 이하, 1~2, 2~3, 3~4, 4 이상의 단계로 구분하여 평가하였다. 하천의 자연성 평가에서 종다양도지수를 이용한 야생조류 평가는 의미가 있지만, 도심지를 관통하는 인공화된 홍제천에 김석규(2006)의 기준을 적용하는 것은 적합하지 않았다. 따라서 본 연구에서는 홍제천 내의 종다양도 분석결과인 0.394~0.881까지를 등간격으로 구분하여 5점 배점기준을 적용하였다. 식생 유형에 대한 평가지표는 日本建設省東部地方建設局(1994)에서 제시한 하천구조와 식생유형으로 습지성자생초지 5점, 건조지성자생초지 4점, 녹화지 3점, 관리대상초지 2점, 나지 및 기타지역 1점으로 평가지표를 선정하였다. 또한 식생 피도에 대한 평가지표는 하천 내 야생동물의 서식잠재성에 대한 중요한 지표(日本建設省東部地方建設局, 1994)로 식생피도 0~100%를 등간격으로 구분하여 5점 배점기준을 적용하였다. 배후녹지 및 거점녹지와외의 평가지표는 홍제천 내에서 분석결과, 산출된 값인 배후녹지와외의 거리 0~1,642m, 거점녹지와외의 거리 0~342m를 각각 500m, 100m로 등간격 구분하여 5점 배점기준을 적용하였다. 주요녹지와외의 거리 평가는 배후녹지와외의 거리와 거점녹지와외의 거리의 평균치를 구하였으며, 배후녹지의 중요성을 인정하여 배후녹지와외의 거리 점수에 가중치 100%를 부여하였다. 하천 고유성 평가지표는 홍제천 내에서 고유성이 나타나는 곳이 구간별로 0~1개소로 조사되어, 각 구간별로 조사된 개소수를 기준으로 고유성이 나타나지 않은 구간은 1점, 1개소 3점, 2개소가 분포하는 경우 5점을 부여하였다(표 4 참조).

표 4와 같은 기준으로 구간별 평가한 후 야생조류, 식생유형, 식생피도, 주요녹지와외의 거리, 고유성을 동일한 가치로 종합하여 생태기능을 평가하였다.

$$\text{생태기능 평가 종합} = \frac{\text{야생조류} + \text{식생유형} + \text{식생피도} + \text{주요녹지와외의거리} + \text{고유성}}{5} \quad (\text{식2})$$

(3) 경관기능

홍제천의 경관기능을 평가하기 위한 지표로 하천 주변에 분

포하는 역사·문화자원, 하천 내에서 관찰되는 우수 조망점, 하천 내에서 보여지는 녹시율을 선정하였다. 역사·문화자원, 조망점은 조사결과, 구간별로 0~2개소가 관찰되어 이를 5점척도 등간격으로 점수화 하였다. 구간 내 나타나지 않은 경우 1점, 1개소 3점, 2개소 이상 5점을 부여하였다. 녹시율은 각 구간별 산책로에서 눈높이 위치에서 찍은 사진 바탕으로 실내에서 녹시율을 분석 결과, 홍제천은 구간별로 9.2~49.9%로 분석되었다. 이에 따라 녹시율 0~50%를 5개 등급 등간격으로 점수를 부여하였다(표 4 참조).

표 4와 같은 기준으로 구간별 평가한 후 역사·문화자원, 조망점, 녹시율을 동일한 가치로 종합하여 경관기능을 평가하였다.

$$\text{경관기능 평가 종합} = \frac{\text{주변 역사·문화자원} + \text{조망점} + \text{녹시율}}{3} \quad (\text{식3})$$

4. 조사분석방법

이용기능에서는 이용요구를 평가하기 위하여 주변 주변 토지이용유형을 조사하였다. 토지이용 유형 분류기준은 서울특별시(2005)의 토지이용 유형을 재구성하여 주거밀집형, 주거+상업형, 상업형, 주거+공공형, 기타로 조사하였으며, 층고를 함께 조사하였다. 주변 토지이용 및 층고 분석 범위는 대상지로부터 근린공원 유치권거리 500m를 1차 기준으로 하고, 도로에 의한 구획을 2차 기준으로 하여 토지이용현황을 작성하고 면적 및 비율을 산출하였다. 접근성을 평가하기 위하여 접근방해요소로 2차선 이상의 제방 상부 도로 현황을 파악하고, 접근로 개소수, 접근로의 폭과 조성방식을 구간별로 조사하였다. 소음 환경 평가를 위하여 전체 구간에 대하여 150m 간격으로 총 39개소에 측정점을 설정하였다. 조사시기는 이용자가 비교적 많은 주말 2009년 11월 21일(토)에 오전(10시~12시 30분)과 오후(2시~4시 30분)에 RION NA-24를 사용하여 각 측정 별로 총 10회의 소음을 측정하여 그 평균값을 산출하였다.

생태기능에서는 대상지의 야생조류 서식 현황을 분석하기 위해 Line transects 방법과 Point counts 방법(Colin *et al.*, 1997)을 병행하여 일출 후부터 홍제천 내부의 조사경로를 걸어가며 나타나는 야생조류를 육안 및 쌍안경을 이용하여 관찰하고, 울음소리, 나는 모양 등으로 동정하고, 구간별로 종, 개체수를 파악하였다. 조사시기는 계절별로(2009년 2월, 5월, 9월) 3차례 실시하여 야생조류상 목록을 작성하고, 종다양도지수를 구하였다. 종다양도지수는 종풍부도와 종균등도를 하나의 수치로 나타낸 것이며(이영만, 2002), Shannon의 종다양도(H')는 Shannon and Weaver(1949)가 제시한 것으로 군집 연구에 가장 많이 이용되고 있으며, 희소종의 중요성을 인정해 주는 지수로 식4와

같은 식을 이용하여 구하였다.

$$H' = -\sum p_i \log p_i \quad (\text{식4})$$

여기서 p_i 는 n_i/N , N 은 한 조사지역내의 출현한 총 개체수, n_i 는 한 조사지역내의 출현한 한 종의 개체수를 말한다.

김영숙 등(2002)은 주변토지이용에 의한 고립이 외부에서의 야생조류 유입에 영향을 준다고 하였다. 고립도는 시가화지역에서 배후녹지를 기반으로 이동하는 야생조류의 이동 및 서식에 중요한 영향요인으로 대상지의 야생조류 서식 잠재성을 파악하기 위하여 각 구간별 3개의 측정 위치를 선정하여 배후녹지와의 최단거리와 거점녹지를 포함한 주요 녹지와의 최단거리를 산출하였다. 주요녹지는 비오톱 유형분류에 의해 구분된 배후녹지 및 거점녹지로 하였으며, Arc-view GIS 3.3 프로그램을 이용하여 거리를 산출하였다. 하천 식생의 자연성 및 잠재성을 분석하기 위하여 홍제천 제외지의 식생유형 및 식생피도를 조사하였다. 식생유형은 하천에 출현하는 우점종에 따라 구분하였고, 습지성자생초지, 건조지성자생초지, 녹화지, 관리대상초지, 나지 및 기타지역으로 구분하였고, 피도는 구간별 면적 대비 식생 피복 비율로 0~100%까지로 분석하였다. 홍제천의 도시화가 진행되기 전 산림경관, 자연하안 등 원형이 남아있는 곳을 파악하기 위하여 2009년 2월, 2009년 5월, 2009년 9월 현장조사를 실시하여, 하천 고유 경관이 남아있는 곳의 위치를 표시하였고, 그 내용을 조사하였으며, 사진촬영을 실시하였다.

경관기능에서는 문헌고찰을 통하여 역사·문화자원의 분포 위치 및 현황을 파악하고, 이를 바탕으로 2009년 2월, 5월, 9월 현장조사를 실시하여 위치를 표시하고, 그 내용을 조사하였으며, 사진촬영을 실시하였다. 우수한 경관조망점 파악을 위하여 2009년 2월, 5월, 9월 현장조사를 실시하고, 홍제천 내 산책로를 따라 양방향으로 이동하며 양호한 산림경관을 중심으로 경관조망점의 위치를 표시하고, 조망되는 경관의 내용을 조사하였으며 사진촬영을 실시하였다. 녹시율이란 '일정 지점에서 있는 사람의 시계(視界)내에서 녹지가 점하고 있는 비율' 즉, 사람의 눈에 보이는 장면에서 녹지가 보이는 면적을 환산한 것을 말한다. 실제로 녹시율을 계량화 하는 것은 현실적으로 어려움이 있으므로, 현장조사를 통한 사진촬영 및 영상처리시스템을 활용하여 측정하는 것이 일반적인 방법이다(성현찬과 민수현, 2003). 본 연구에서 사진촬영시 사용한 카메라는 Nikon D100이며, 렌즈구경은 Tamron AF 18-200mm F/3.5-6.3을 사용하였다. 사진촬영 후 식5에 의하여(한봉호, 2000) 면적 비율을 계산하였다.

$$\text{녹시율}(\%) = (\text{사진상의 식물 잎의 면적/가로경관 사진면적}) \times 100 \quad (\text{식5})$$

홍제천의 구간별 기능 배분을 하기 위하여 먼저 각 구간 내 이용기능, 생태기능, 경관기능 점수를 등급화하였다. 각 평가항목별 등급의 분류 범주는 지수의 최소치와 최대치 범위를 등간격으로 나누는 방법(조용현, 1997)을 이용하여 3개 등급으로 구분하였다. 가장 낮은 점수인 1.0 이상 2.3 이하를 III등급, 가장 높은 점수인 3.6 초과 5.0 이하를 I등급으로 등급분류를 실시하였다. 등급분류 이후 이용, 생태, 경관기능 중 등급이 높은 2개 항목으로 그 기능유형을 설정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 도시 하천 기능 평가

1) 이용기능 평가

주변 토지이용유형 평가 점수별 분포를 살펴보면 상류 지역과 하류 지역의 토지이용의 차이가 명확히 드러나 단독주거지 등 5점으로 평가된 지역이 하류에 구간에 넓게 분포하고 있었고, 반면 상류지역은 산림의 면적이 넓게 형성되어 1점으로 평가된 지역이 넓게 분포하였다. 주변 층고 평가 점수별 분포는 층고 1~2층과 3~5층의 건물이 구간 10을 제외한 지역에서 넓은 면적으로 분포하였고, 비건폐지 등 1점으로 평가된 지역은 상류로 갈수록 급격히 면적이 늘어나 구간 10은 1점으로 평가되었으며, 안산, 백련산과 만나는 구간 5, 6, 7에서도 1점으로 평가된 면적이 넓게 분포하였다. 하천의 구역구분시 기본적인 고려사항인 하천이 위치한 배후지의 특성, 주민들의 사회적 요구(건설교통부, 1996)를 주변 토지이용유형과 주변 층고를 이용하여 간접적으로 평가한 결과, 중·고층 주거지가 밀집한 하류와 산림 면적이 넓고, 저층 주거지가 나타나는 상류 및 중류의 평가 결과의 차이가 명확히 드러났다. 접근성 평가 점수별 분포는 접근방해요소 평가 결과, 1점으로 평가된 구역은 구간 1과 3, 5점으로 평가된 구역은 구간 5, 그 외 3점으로 평가된 구간에는 모두 제방 편측에 2차선 이상 도로가 있는 상태이었다. 접근로 현황 평가 결과, 구간 2, 3을 포함한 하류 구간이 비교적 많은 접근로가 분포하였고, 접근로 폭에서도 구간 3, 4가 포함된 하류 구간이 점수가 높게 평가되었다. 접근로 조성방식에 있어서는 경사로가 주로 조성되어 있는 구간 7, 8에서 5점으로 높은 점수가 나타났다. 이용편의성에 대하여 도시공원의 이용자들의 질적, 양적 욕구 수준에 부응하지 못하고, 실제 이용자들은 공원과 녹지를 부족하다고 인식하고 있으며(성현찬, 1998; 손상락과 윤병구, 2002), 이는 실제적인 시민의 효율적 이용이나 도시 내에서의 접근이 용이하지 않은 채 조성된 것이 대부분이기 때문이었다(허미선 등, 1995). 평가 결과, 종합에서도 전반적으로 이용기능 점수가 낮고 생태기능 점수가 높은 구간 5, 6에서 오히려 접근성 점수가 높게 나와, 현재 조성 방식

의 문제점을 드러내고 있었다. 홍제천의 소음 환경 분석 결과, 둔치폭이 좁아 주변 도로와 산책로가 가까운 구간, 인공시설물(방송 시설 등)이 있거나 공사가 진행 중인 구간에서 측정값이 크게 나타났다. 구간별로 살펴보면 구간 3, 8에서 4점으로 소음 환경이 가장 안정한 것으로 나타났고, 방송이 시설이 있는 구간 5와 산책로가 없어 도로 변에서 소음을 측정할 구간 10이 1점으로 평가되었다. 공원은 환경정책 기본법에 분류되어 있는 녹지지역, 관광휴양지역으로 정온한 소음 레벨이 요구되어진다(홍병국 등, 2004). 하지만 현재 도시 하천은 제방 상부가 도로로 활용되는 경우가 많고 방송 시설을 운영하는 등 소음에서 문제가 발생하는 것으로 나타났다.

홍제천의 이용기능 평가 결과를 종합하여 이용기능점수를 산출한 결과, 구간 8이 3.395로 가장 높게 평가되었고, 구간 10이 1.196으로 가장 낮았으며, 하류구간 중 구간 2, 3과 상류구간 중 구간 8, 9의 점수가 높게 나타났다. 구간 1은 제방 상부에 광폭의 도로가 이용됨으로 인해 접근성 평가 결과가 낮게 산출되어 이용기능점수가 전반적으로 낮아졌다. 반면, 구간 8은 접근성 면에서 도로가 분포하고 있지 않아 이용기능점수가 전반적으로 높게 평가되었다(표 5 참조).

2) 생태기능 평가

생태적인 측면에서는 하천생태계를 평가하려는 수많은 시도들 가운데 특히 강조되는 자연성 평가항목으로서는 변형 정도, 다양성, 희귀성과 독특한 특징이나 종 등을 들 수 있고(Collier & McColl, 1992; Spellerberg, 1992), 이 중 다양성에 대해 야생조류 출현을 평가하였다. 야생조류 평가 방법 중 종다양성은 녹지의 안정성을 유추할 수 있으며, 서로 다른 지역의 종다양성을 같은 척도로 비교할 수 있다(驚谷 等, 1996). 평가 결과에서도 양안 모두 산림과 인접하고 멸종위기종 새홀리기가 관찰된 구간 6에서 5점으로 가장 높게 평가되었으며, 현장조사 시 하천 조성 공사가 시행중이고 평상시 이용자가 많은 구간 8에서는 관찰된 종수 및 개체수가 매우 적게 나타나, 기존 연구 결과를 반영하는 평가 결과가 나타났다. 소생물권의 기능을 맡은 기초구조로서의 식생(自然環境復元研究會, 1994)에 대하여 식생 유형과 피도를 평가하였다. 평가 결과를 보면 식생 유형 부분에서는 둔치 폭이 넓어 식재가 넓게 이루어진 구간 1~3과 자연식생이 분포하는 구간 9, 10에서 높은 점수로 평가되었다. 식생 피도 부분에서 역시 둔치 폭이 넓어 식재가 넓게 이루어진 구간 1~4와 자연식생이 분포하는 구간 9, 10에서 높은 점수가 나타나, 기존의 자연식생뿐만 아니라 자생종의 식재 역시 생태기능에서 중요한 역할을 하는 것으로 판단되었다. Tilghman(1987)은 조류의 다양성 및 풍부도에 미치는 영향을 파악한 결과, 산림면적, 주변 건물수, 관목층 밀도, 인간간섭 정도 순으로 영향을 받으며, 인접지역에 호수 또는 하천이 있는 산림에서

다양성과 풍부도가 더욱 증가한다고 밝혔다. 홍제천은 상류부에는 백련산, 안산, 북한산 등 배후녹지가 넓게 분포하고 있으며, 하류부에도 잔존산림이 가까이에 위치하고 있는 특징이 있고, 이러한 환경은 배후녹지와 거리 및 주요녹지와 최단거리가 야생조류 출현과 유의성이 있음을 인정한 확장인(2007)의 연구 결과와 같이 야생조류 이동에 큰 영향을 미치는 것으로 판단되었다. 평가 결과, 대체적으로 배후녹지와 거리에서 상류구간은 백련산, 안산, 북한산 등과 매우 근접해 있지만, 하류구간은 그 거리가 1,000m가 넘는 위치에 있었다. 산림과의 최단거리에서는 공동근린공원이 위치하고 있는 구간 1~4는 109~156m로 일정하게 분석되었고, 상류구간에서는 산림과의 거리에 따라 0~342m까지 격차가 벌어졌다. 따라서 생태기능에 있어서 배후녹지 및 산림과의 최단거리가 가깝게 평가된 상류구간이 야생조류 이동 등 생태적 측면에서 양호한 환경에 있다고 판단할 수 있었다. 전체 구간이 정비된 홍제천에서 정비되기 이전의 하천 고유의 모습은 안산 산림 고유 경관이 남아있는 구간 5와 하상과 하안의 암반 고유 경관이 남아있는 구간 10이 3점, 고유 경관 자원이 분포하지 않는 그 외 구간은 모두 1점으로 평가되었다. 결과적으로 홍제천은 하천의 대부분이 이미 변형된 상태이고, 고유 경관이 남아있는 지역의 보전 대책이 필요할 것으로 판단되었다.

홍제천의 생태기능 평가 결과를 종합하여 생태기능점수를 산출한 결과, 구간 10이 3.016으로 가장 높게 평가되었고, 구간 5 2.740, 구간 6 2.727, 구간 3 2.689 순으로 나타났으며, 구간 8이 1.790으로 가장 낮게 평가되었다(표 5 참조).

3) 경관기능 평가

홍제천에는 보도각백불, 홍지문과 탕춘대성, 홍지문 오간수문 등 3개소의 역사·문화자원이 분포하고 있으며, 이들은 모두 상류인 구간 10에 위치하고 있어 구간 10은 점수 5점으로 평가되었고, 그 외 역사·문화자원이 분포하지 않는 구간은 모두 1점으로 평가되었다. 조망점은 안산, 북한산 등 산림 조망경관점이 5개소가 분포하고 있으며, 구간 10과 구간 9는 각각 조망점이 2개소 분포하는 구간으로 5점으로 평가되었고, 구간 5는 조망점이 1개소 분포하여 3점으로 평가되었다. 그 외 구간에서는 조망점이 조사되지 않아 모두 1점으로 평가되었다. 녹시율 분석 결과, 둔치 및 제방에 식재가 많이 이루어진 구간 1, 3, 8과 산림이 조망되는 구간 5, 9에서 5점으로 평가되었고, 제방이 옹벽으로 조성되고 반복개가 되어 있는 구간 7이 1점으로 가장 낮게 평가되었다. 녹시율에 있어서도 기존의 산림의 역할뿐만 아니라, 제방이나 둔치의 식재지 역할이 큰 것으로 나타났다.

홍제천의 경관기능 평가 결과를 종합하여 경관기능점수를 산출한 결과, 구간 10에서 4.667로 가장 높게 평가되었고, 구간 9 3.667, 구간 5 3.000, 구간 1, 3, 8 2.333 순으로 나타났으며, 인

표 5. 홍제천 구간별 이용기능, 생태기능, 경관기능 평가 종합

구간	이용기능				생태기능					경관기능			종합		
	주변 토지이용 유형	주변 층고	접근성	소음 환경	야생 조류	식생 유형	식생 피도	주요 녹지와의 거리	하천 고유성	주변 역사·문화 자원	조망점	녹시율	이용 기능	생태 기능	경관 기능
구간 1	3.028	2.076	2.625	3.000	1.000	2.361	3.000	1.667	1.000	1.000	1.000	5.000	2.682	1.806	2.333
구간 2	3.574	2.336	3.500	3.000	2.000	2.093	3.000	2.333	1.000	1.000	1.000	2.000	3.103	2.085	1.333
구간 3	3.457	2.042	3.072	4.000	4.000	2.447	3.000	3.000	1.000	1.000	1.000	5.000	3.143	2.689	2.333
구간 4	3.099	2.425	3.650	2.000	1.000	1.822	3.000	3.667	1.000	1.000	1.000	4.000	2.794	2.098	2.000
구간 5	2.095	1.556	3.500	1.000	2.000	1.701	2.000	5.000	3.000	1.000	3.000	5.000	2.038	2.740	3.000
구간 6	2.901	1.791	3.083	3.000	5.000	1.966	2.000	3.667	1.000	1.000	1.000	4.000	2.694	2.727	2.000
구간 7	2.570	2.208	2.750	2.000	2.000	1.508	2.000	4.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2.382	2.102	1.000
구간 8	3.631	2.697	3.250	4.000	1.000	1.951	2.000	3.000	1.000	1.000	1.000	5.000	3.395	1.790	2.333
구간 9	3.275	2.243	3.050	5.000	2.000	2.000	3.000	3.667	1.000	1.000	5.000	5.000	3.392	2.333	3.667
구간 10	1.189	1.093	1.500	1.000	3.000	2.079	3.000	4.000	3.000	5.000	5.000	4.000	1.196	3.016	4.667

공화가 가장 많이 진행되어 있는 구간 7이 1.000으로 가장 낮았다(표 5 참조).

2. 도시 하천 공간기능 배분 및 자연형 하천 조성 방안

홍제천의 구간별 기능 배분을 하기 위하여 등급분류를 실시한 결과, 구간 1, 2, 4, 7, 8의 5개 구간에서 등급 II-III-III으로 이용기능이 우세하고, 생태기능, 경관기능이 동일하게 평가되었다. 구간 3, 6은 등급 II-II-III으로 이용기능, 생태기능이 높게 나타났고, 경관기능이 상대적으로 낮게 분석되었다. 구간 5는 등급 III-II-II로 생태기능, 경관기능이 높았으며, 구간 9는 등급 II-III-I로 경관기능이 가장 높았으며, 이용기능이 그 다음 순으로 나타났고, 구간 10은 등급 III-II-I로 경관기능이 가장 높고, 생태기능, 이용기능 순으로 평가되었다(표 6 참조).

홍제천의 등급유형별 기능유형을 설정한 결과, 총 5가지의 기능유형이 나타났고, 이를 자연성과 인공성 측면에서 분류하고 관리방향을 설정하였다. 등급유형별로 살펴보면, III-II-II 유형

표 6. 홍제천 구간별 등급 분류

구간	이용기능	생태기능	경관기능	등급 분류
구간 1	2.7	1.8	2.3	II-III-III
구간 2	3.1	2.1	1.3	II-III-III
구간 3	3.1	2.7	2.3	II-II-III
구간 4	2.8	2.1	2.0	II-III-III
구간 5	2.0	2.7	3.0	III-II-II
구간 6	2.7	2.7	2.0	II-II-III
구간 7	2.4	2.1	1.0	II-III-III
구간 8	3.4	1.8	2.3	II-III-III
구간 9	3.4	2.3	3.7	II-III-I
구간 10	1.2	3.0	4.7	III-II-I

은 생태-경관기능으로 나타났다. 이 유형은 자연성이 높은 지역으로 생물서식처로서의 잠재성이 가장 크며, 생태계 보전·복원 및 경관 관리가 요구되는 지역으로 설정하였다. III-II-I 유형은 경관-생태기능으로 분류되었고, 다양한 경관 요소가 분포하며, 생태계 보전·복원이 요구되는 지역이었다. II-II-III, II-III-I 유형은 이용-생태, 경관-이용기능으로 이용요구와 자연성이 서로 상충되는 지역으로 자연체험 활동 등 소극적 이용이 필요한 지역이었다. II-III-III유형은 이용기능지역으로 가장 인공성이 강한 지역이며, 높은 이용요구를 반영하여 적극적인 시설도입을 설정하였다(표 7 참조).

하천은 발원지에서 바다에 이르기까지 긴 띠의 형식으로 연결되어 있어 연속성을 갖고 있으며(Vannote *et al.*, 1980), 이러한 하천의 연속성을 파괴하는 것은 결국 국부적인 환경변화로 인해 하천이 원래 갖고 있던 자연을 파괴하는 결과를 낳게 된다. 부분적인 구간계획을 수립할 경우 이상적인 계획이 수립되었다 할지라도 상류의 상황이 변하면 해당구간으로의 입력 특성들이 변하게 되어 그 출력이 달라지므로 결국 이전에 수립된

표 7. 홍제천 등급 유형별 관리 방향 설정

등급 유형 (이용-생태-경관)		기능유형	관리방향
III-II-II	↑ 자연적	생태-경관	생물서식처로서의 잠재성이 있어 생태계 보전·복원, 경관 관리가 요구되는 지역
		경관-생태	다양한 경관 요소가 분포하고, 생태계 보전·복원이 요구되는 지역
		이용-생태	이용요구와 자연성이 상충되는 구역으로 자연체험 등 소극적 이용이 요구되는 지역
II-II-III	↓ 인공적	경관-이용	이용요구가 높게 나타나는 지역으로 적극적인 시설도입이 요구되는 지역
II-III-I		이용	이용요구가 높게 나타나는 지역으로 적극적인 시설도입이 요구되는 지역

계획은 부적절한 계획이 되기 쉽다(권일순, 2007). 따라서 본 연구에서는 표 7에서 설정한 등급유형별 관리방향을 기초로 하고, 하천의 연속성 고려하여 최종적으로 홍제천의 구간별 공간기능 배분과 조성방안을 제시하였다.

공간기능 배분 결과, 구간 1~4는 시민휴양지구, 구간 5~6 생태보전·복원지구, 구간 7~8 자연이용지구, 구간 9~10 하천경관지구로 설정되었다(그림 3 참조). 시민휴양지구로 다시 적극적 이용, 자연관찰·교육, 완충, 소극적 이용 구간으로 세분된다. 적극적 이용 구간에서는 운동시설, 자전거도로, 친수공간, 물소리 감상 및 휴게 공간을 조성하고, 하천으로의 접근성을 용이하게 하며, 제방사면에 공간을 활용하여 꽃이 아름다운 식물을 식재하고 녹시율을 높이도록 하였다. 자연관찰·교육 구간은 환경교육센터, 정화식물원을 조성하고, 도시농업프로그램을 운영하며, 제방사면은 다층구조로 식재를 제안하였다. 완충, 소극적 이용 구간은 물소리를 감상할 수 있는 장소를 만들고, 제방사면에 완충식재를 하고, 식생 유형을 하천에 적합하게 개선하도록 하였다. 생태보전·복원지구는 생물이동통로 및 서식처로서 기능하도록 하기 위하여, 소음 환경 개선, 하천 고유성 복원, 하천구조 및 하안 식생 개선, 야생조류 서식환경 조성, 식생 유형 개선 및 면적 확대, 그리고 이용 동선을 하천 외부로 변경하도록 제안하였다. 자연이용지구는 완충, 소극적 이용 구간과 자연관찰, 교육 구간으로 세분된다. 완충, 소극적 이용 구간에서는 접근성 및 소음 환경을 개선하고, 복개구간 복원, 녹시율 증진, 식생 유형 개선 및 식생 면적 확대, 제방 상부에는 다층구조의 식재를 하도록 하였다. 자연관찰, 교육 구간에는 자연하안 및 퇴적지 복원, 복개구간 복원, 야생조류 서식환경 조성, 식생 유형 개선 및 식생 면적 확대, 그리고 습지식물 생

태학습장을 조성하도록 하였다. 하천경관지구는 자연경관지역과 문화경관지역으로 세분된다. 자연경관지역에는 조망 시설 및 야생조류 서식환경을 조성하도록 하였다. 문화경관지역에는 역사·문화 탐방로를 조성하고, 산림 경관 및 하천 내 인공시설물 등 경관 관리, 소음 환경 개선, 습지 식생 복원을 제안하였다(그림 4 참조).

IV. 결론

본 연구는 도시 하천의 자연형 하천 조성을 위하여 도시 하천에 요구되는 기능을 도출하고, 하천 구간별 기능 평가를 실시하여 적합한 공간 기능 배분과 조성방안을 제시하였다. 하천 평가를 위하여 전체 구간을 하천을 통과하는 교량과 구간별 길이 600m 내외의 10개 구간으로 구분하였다. 그리고 기존 문헌 고찰을 통하여 도시 하천에 필요한 공간 기능을 이용기능, 생태기능, 경관기능으로 설정하였다. 각 기능에 대한 평가 항목으로는 이용기능에서 이용요구도 측면에서 주변 토지이용유형(빈도)과 층고(밀도)를, 이용편의성 측면에서 접근성과 소음으로 설정되었다. 생태기능에서는 생물다양성 측면에서 야생조류 출현, 식생 유형, 식생 피도율, 생물 서식 잠재성 측면에서 주요 녹지와의 거리, 회귀성 측면에서 하천 고유성을 설정하였다. 경관기능에서는 주변 역사·문화자원과 조망점, 녹시율을 평가항목으로 설정하였다. 평가 결과, 생태-경관, 경관-생태, 이용-생태, 경관-이용, 이용의 5가지로 기능유형이 분류되었고, 유형별 관리방향을 설정하였다. 최종적으로 하천 연속성을 고려하여 구간별 공간기능 배분 결과, 구간 1~4는 시민 휴양지구, 구간 5~6은 생태보전·복원지구, 구간 7~8은 자연이용지구, 구간 9~10은 하천경관지구로 설정되었다. 세부적으로 시민휴양지구는 적극적이용, 자연관찰·교육, 완충, 소극적 이용 구간으로, 생태보전·복원지구는 생물이동통로 및 서식처로, 자연이용지구는 완충, 소극적 이용, 자연관찰, 교육 구간으로, 하천경관지구는 자연경관지역, 문화경관지역으로 공간기능을 부여하고, 각 구간별로 조성방안을 제시하였다.

4대강 사업을 비롯하여 수많은 하천 복원 사업이 시행되는 점은 하천이 가지는 중요성에 대한 시대적 공감이가 형성되었다고 볼 수 있다. 하지만 현재의 복원 방식은 계획에서는 생태적 복원이라는 말을 앞세우지만, 결과적으로는 하천의 지역적, 생태적, 문화적 특성을 무시한 획일적인 모습으로 남겨졌다. 도시 하천은 자연보전기능, 친수기능, 공간기능 등 다양한 환경기능으로서 그 역할 점차 증대되고 있다(박익수, 2000). 따라서 하천 계획시에는 이러한 여러 가지 요구되는 기능들이 어떤 공간에 어떤 방식으로 계획되는지가 매우 중요하고, 이에 본 연구에서 제시한 구간별 공간 기능 평가에 의한 적정공간기능 배분은 추후 하천 계획에 관한 연구와 실제 하천 복원 계획 수립

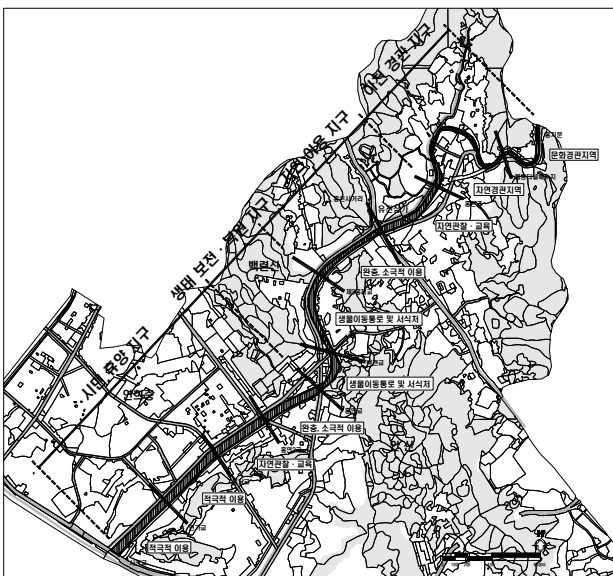


그림 3. 홍제천 구간별 공간기능 배분도

구 간	등급유형 / 기능유형	공간기능	세부 공간기능	조 성 방 안
구간 1	II-III-III / 이용	시민휴양지구	적극적 이용	<ul style="list-style-type: none"> · 운동시설 및 자전거도로 조성 · 물소리 감상 및 휴게 공간, 친수공간 조성 · 접근성 개선 · 제방사면 꽃이 아름다운 식물 식재 · 녹시율 증진
구간 2	II-III-III / 이용			자연관찰 · 교육
구간 3	II-II-III / 이용-생태		완충, 소극적 이용	
구간 4	II-III-III / 이용			생태보전 · 복원지구
구간 5	III-II-II / 생태-경관	자연이용지구	완충, 소극적 이용	
구간 6	II-II-III / 이용-생태			자연관찰, 교육
구간 7	II-III-III / 이용	하천경관지구	자연경관지역	
구간 8	II-III-III / 이용			문화경관지역
구간 9	II-III-I / 경관-이용			
구간 10	III-II-I / 경관-생태			

그림 4. 홍제천 구간별 조성방안

시 매우 유용한 기초 자료로 활용될 것으로 사료된다. 하지만 하천은 매우 다양하고 복잡한 생태적 구조를 가지고 있어, 이에 따르는 분석 항목도 다양하게 반영되어야 한다. 특히 생태기능에서 야생조류 출현, 산림과의 거리, 식생 유형 및 피도, 하천 고유성 이외에도 수질, 하안구조, 물리적 구조, 유속, 치수 안정성 등에 대해서 함께 평가되어야 한다. 또한 본 연구는 하천 평가의 지표 개발보다는 도시 하천에서 요구되는 기능을 설정하고, 각 기능별 적절한 공간기능 배분 및 조성방안에

연구의 목표가 설정되어 있어 지표 개발 분야는 향후 연구에서 통계분석과 설문 및 다른 대상지에 적용하여 검증하는 등의 과정을 통하여 보완되어 보다 구체적이고 실증적인 공간 계획 기법이 마련되어야 하겠다.

인용문헌

1. 건설교통부(1996) 하천공간 정비기법 개발 조사·연구. 건설교통부 보고서.
2. 건설교통부(2000) 하천정비 기본계획 - 단천, 홍제천, 불광천 - 건설교

- 통부 보고서.
3. 고은주(2005) 생태적 기능을 고려한 도시녹지 종합평가 방법 - 울산광역시를 사례로 -. 서울대학교 환경대학원 석사학위논문.
 4. 광정인(2007) 도심 시가지지역 야생조류 서식 기반 조성을 위한 토지이용구조와 녹지구조 개선 방안 연구 - 서울특별시 강동구를 대상으로 -. 서울시립대학교 대학원 석사학위논문.
 5. 권일순(2007) 하천생태 복원을 위한 도시 중·소하천의 자연형 하천 조성에 관한 연구 - 양재천, 홍제천 유역을 중심으로 -. 서울시립대학교 대학원 석사학위논문.
 6. 김석규(2006) 자연 친화적 하천 정비사업의 평가방법에 관한 연구. 호남대학교 대학원 박사학위논문.
 7. 김영빈, 이호진(1995) 지역 특성에 따른 근린공원의 계획 방향에 관한 연구. 대한건축학회지 15(2): 277-282.
 8. 김영숙, 박현우, 권미경, 김수일(2002) 산림환경구조에 따른 조류군집 비교 연구. 한국조류학회지 9(2): 105-114.
 9. 김재우(1998) 중·소하천의 자연형 복원에 관한 연구 - 호안조성기법을 중심으로 -. 한양대학교 환경대학원 석사학위논문.
 10. 노태환(2009) 도심 녹지축 기능 향상을 위한 식재설계기법 연구 - 인천 중앙공원을 대상으로 -. 서울시립대학교 대학원 석사학위논문.
 11. 박봉진, 윤연중, 오윤근, 신종이(2005) 하천공간정비계획을 위한 하천구역구분과 기능공간배치 평가방법. 한국수자원학회지 38(2): 78-88.
 12. 박익수(2000) 자연형 하천복원을 위한 도시중소하천의 하천자연도 평가에 관한 연구 - 수원천, 학의천, 경안천을 대상으로 -. 경희대학교 대학원 석사학위논문.
 13. 서울특별시(2005) 도시생태현황도 정비. 서울특별시 보고서.
 14. 성현찬(1998) 경기도 도시공원의 시민접근성 비교와 향상방안. 경기연구 3: 63-94.
 15. 성현찬, 민수현(2003) 도시녹지의 기능 및 효과에 대한 실증적 연구 - 도시 가로수를 중심으로 -. 한국조경학회지 31(2): 48-57.
 16. 손상락, 윤병구(2002) 도시민의 공원녹지의식에依거한 공원녹지정책에 관한 연구. 국토계획, 37(4): 59-81.
 17. 송주일, 윤세의(2008) 하천공간관리를 위한 하천구역 구분 기법 연구. 국토연구, 59: 61-78.
 18. 송주일, 이준호, 윤세의(2008) 도시 하천의 복원과 관리를 위한 하천평가 기법 개발. 대한토목학회논문집 28(3B) 283-296.
 19. 이경렬(1998) 양재천 자연형 하천 복원 계획. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
 20. 이상호(2000) 안양천의 자연형 하천 설치 구간 선정을 위한 하천평가 기법 적용에 관한 연구. 산업과학연구 9: 90-102.
 21. 이영만(2002) 통계생태학. 광주: 전남대학교출판부, 262쪽.
 22. 조용현(1997) 생태적 복원을 위한 중소하천자연도 평가 방법 개발. 서울대학교대학원 협동과정조경학 박사학위논문.
 23. 한국토지공사(1997) 친수형 단지 기법에 관한 연구. 한국토지공사 보고서.
 24. 한봉호(2000) 생태도시 구현을 위한 도시녹지축의 생태적 특성 평가 및 식재모델에 관한 연구. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.
 25. 허미선(1995) GIS를 활용한 서울시 도시근린공원 접근성의 효율적 측정 지표에 관한 연구. 서울시립대학교 대학원 석사학위논문.
 26. 환경부(1997) 국내 여건에 맞는 자연형 하천 공법의 개발 - 하천생태계의 구조와 기능 -. 환경부 보고서.
 27. 홍병국, 송화영, 양수영, 제현수, 주경민, 이동훈(2004) 노원구 소재 도심공원의 소음실태 조사. 한국소음진동공학회 추계학술대회논문집, pp. 782-785.
 28. 驚鳥いづみ, 矢原徹一(1996). 保全生態學入門. 文一總合出版, 東京.
 29. 日本建設省東部地方建設局(1994) 東北の自然豊かな川づくり-近自然河川改善計画檢討計画書マニコアル-.
 30. 自然環境復元研究會(1994) 水辺ビオトープ.
 31. Collier, K. J. and R. H. S. McColl(1992) "Assessing the natural value of New Zealand Rivers", in P. J. Boon et al., 1992, River Conservation Management, New York: John Wiley & Sons.
 32. Colin, J. B., N. D. Burgess and D. A. Hill(1997) Bird Census Techniques. Academic press limited(4th), London.
 33. Shannon, C. E. and W. Weaver(1949) The Mathematical Theory of Communication, University of Illinois Press, Urbana.
 34. Spellerberg, Ian F.(1992) Evaluation and Assessment for Conservation, London: Chapman & Hall.
 35. Tilghman, N. G.(1987) Characteristics of urban woodlands affecting breeding bird diversity and abundance. Landscape and Urban Planning 14: 481-495.
 36. USDA(1998) Stream visual assessment protocol. National Water and Climate Center Technical Note 99(1): 3.
 37. Vannote, R. L., G. W. Minshall, K. W. Cummins, J. R. Sedell and C. E. Cushing(1980) The river continuum concept. Canada Journal of Fish and Aquatic Science 37: 130-137.
 38. <http://hongje.sdm.go.kr/>

원 고 접 수 일: 2013년 4월 8일
 심 사 일: 2013년 4월 26일(1차)
 2013년 6월 12일(2차)
 2013년 6월 21일(3차)
 개 재 확 정 일: 2013년 6월 22일
 3 인 의 명 심 사 필