

다변하천평가기법의 적용을 통한 부산시 도시하천 평가연구

신현석[†] · 신동수 · 손태석 · 강두기*

부산대학교 사회환경시스템공학부

*낙동수환경방재 기술원

A Study on Urban Streams in Busan through Application of Multilateral Stream Assessment

Hyun-Suk Shin[†] · Dong-Soo Shin · Tae-Seok Shon · Dookee Kang*

School of Civil and Environmental Engineering, Pusan National University

*N'water & Disaster prevention Technology

(Received 7 November 2008, Revised 17 January 2009, Accepted 24 January 2009)

Abstract

The purpose of this study is to offer information about the current river conditions and basic data of streams in Busan city, by selecting 20 underground streams and evaluating their multilateral stream assessment. Concerning the evaluation of streams, 4 sections including the general index, the bank index, the river characteristic index, and the ecological environment characteristic index were evaluated. Ahead of the evaluation, the study divided Busan city into 4 zone for a systematic river investigation. Then, the study allocated code names to each river, and conducted literature research and a field survey of streams. Based on this, the study applied the evaluation of multilateral stream assessment. As a result, out of 4 entire grades, there was no grade 1 or grade 2. Instead, 35% were grade 3, 60% were grade 4, and 5% were grade 5. When looking into the evaluation results by Zone, the Dongbusan Zone showed the highest index, and the Suyeonggang Zone, the Jungbusan Zone, and the Nakdonggang Zone followed, in order.

keywords : Management of river, Multilateral stream assessment, River assessment, River environment, River restoration, Underground streams Urban stream

1. 서론

도시에서 하천의 모습은 시대와 함께 변화하여 왔다. 치수의 대상이 되어 제방이 높아졌고 사람들의 생활에서 조금씩 떨어져 나왔다. 고 밀도화가 진행되는 도시지역에서 치수사업으로 하천정비를 하면서 하도의 직강화 및 콘크리트라이닝이 일반적이 되었고, 하천을 복개하여 주차장이나 도로로 이용하게 되어 도시 생태계를 단절하고 도시인들의 정서를 황폐하게 만들었다.

이·치수 위주의 하천관리의 문제점들이 노출되면서 이를 해결하고자 1990년대 말부터 하천의 환경기능을 강화하는 하천복원사업이 수도권을 중심으로 활발하게 진행되고 있으며 그 대표적인 사례가 청계천이다. 청계천뿐만 아니라 부산의 대표적인 도시하천인 온천천등 현재 진행되었거나 진행 중인 사례는 무수히 많다.

지방자치단체마다 하천복원에 많은 비용과 시간을 들이는 것은 무엇보다도 하천이 그 도시의 얼굴이라는 인식이 강하기 때문이다. 그로 인해 하천에 대한 지방자치단체의

막대한 투자의 관점은 시민공원조성이라는 방향으로 지나치게 유도되고 있다. 도시민에게 녹색의 공간과 휴식처를 제공하는 등의 친수성을 무시할 수는 없지만 도심지역의 생태통로를 복원하고 체계적이고 합리적인 하천관리를 통하여 환경을 보호하는 것이 복원사업의 밑바탕이 되어야 함을 간과해서는 안 된다. 하천을 복원하기에 앞서 대상하천의 실질적인 조사와 전문가적 평가가 반드시 이루어져야 할 것이며, 이를 위해 하천의 생태, 물리적 복원을 위한 진단적 성격의 일환으로 하천자연도 평가에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

국외의 경우 하천현황의 자연 상태를 파악할 목적으로 개발한 하천자연도 평가(建設省 東北地方建設局, 1994), 하천의 보존 가치 평가에 목적을 두고 생태계의 대표성, 희귀유형등을 평가 기준으로 한 PNAP 평가(Collier and McColl, 1993)등이 연구되었다.

국내의 경우 자연 친화적 하천정비사업의 평가방법에 관한 연구(김석규, 2006), GIS를 활용한 하천 자연도 평가에 관한 연구(정경진, 1996), 소하천 환경조성사업의 평가를 위한 소하천자연도 평가(안태진, 2007), 부산지역 도시하천의 실태분석과 환경관리방향에 관한연구(부산발전연구원, 2006) 등이 있으나 현재 부산시에 대한 하천평가에 대한 자세한

[†] To whom correspondence should be addressed.
hsshin@pusan.ac.kr

연구는 이루어지지 않고 있다. 이에 본 연구에서는 부산 도심 복개하천의 현황을 파악하고 평가를 함으로써 하천복원 시 각 하천에 대해 기초자료로서의 제공에 목적이 있다.

2. 연구방법

2.1. 연구범위

부산시에서 관리하고 있는 지방2급하천은 44개소 총 192 km이며 23개소의 하천이 강서구(7개소)와 기장군(16개소)에 위치하고 있다. 본 연구에서는 부산시 복개하천 23개소 중 주요 하천 20개소를 대상으로 하천의 환경실태 조사 및 복개하천이 가지고 있는 물리적, 생태적 특성을 조사하여 하천 별 환경관리 방향 제시와 장기적인 관점에서 보다 종합적이며, 목표 지향적인 하천 본연의 기능 회복을 위한 지표로 사용하기 위해 하천평가를 실시하였다.

하천의 평가에 앞서 부산지역의 하천은 각 지역마다 지리적, 인문, 사회적 요인이 차이를 보이기 때문에 부산시 하천을 하천의 지형, 유수의 특성, 관리 및 정책적 측면을 고려하여 5개의 권역으로 나누어 구분하여 연구하였다. 권역별로 구분된 부산시 하천현황은 Fig. 1과 같다.

동부산권역의 하천들은 주요 산맥들이 북서-남서로 뻗어있고, 북서사면이 급경사, 남동사면이 완경사인 경도지괴산지를 일고 있어 북서쪽에서 발원하여 남동으로 흘러 동해에 이른다. 하천 상류지역의 대부분이 울창한 산림지역으로 되어있으며, 계류하천으로 경관이 빼어나고, 곳곳에 급류와 작은 여울이 있

다. 중류지역은 하상이 넓고 양안에 자연제방이 형성되어 있으며 경작을 하는 곳이 많으나, 최근에는 자연제방이 사라지고 콘크리트 제방이 늘어나고 있다. 하류지역은 잔자갈 또는 모래와 같은 두터운 토사로 퇴적되어 천정천을 이루는 곳이 많으며, 해안의 해수욕장에 모래를 공급하는 주요인이 되고 있다.

수영강권역의 하천 중 회동호로 흘러드는 하천들은 가장 지역을 집수역으로 하고 있어 생태적 건전성을 유지하고 있지만 그 밖의 하천들은 주변의 개발로 인하여 자연성이 상실된 전형적인 도시하천의 모습을 하고 있다. 최근 온천천과 수영강은 하천복원사업이 진행되고 있어 향후 도심지역의 중요한 생태자원으로 이용 가능할 것이다.

중부산권역은 부산의 도심권에 위치하고 있어 도심의 발달과 더불어 많은 부분이 복개되고 하천연장이 비교적 짧아 대부분 원래의 하천모습을 찾기가 힘든 실정이다. 대부분의 하천이 상류 일부 구간만이 자연적인 모습을 하고 있으나, 중·하류 구간은 복개되어 시민의 접근이 어려운 상태이다. 부전천 상류의 성지곡수원지와 구덕천 상류를 제외하고는 어류가 거의 살지 않는 것으로 나타나 하천의 생태적 기능은 상실된 상황이다.

낙동강권역 역시 최근의 주변지역의 개발로 직강화, 인공화가 가속화되고 있는 실정이다. 낙동강권역은 또다시 서낙동강과 낙동강권역으로 나뉜다.

2.2. 연구방법

본 연구에 앞서 하천평가를 용이하게 하기 위해 부산시



Fig. 1. River status for each zone.

역 내 하천을 코드화하여 일관된 관리체계를 구축하고, 현장 및 문헌조사를 실시 후 도시하천의 하천평가기법 개발 및 적용(윤세의, 2007)에서 제안한 다변하천평가기법을 부산시 20개소의 복개하천에 대해 적용하였다.

2.2.1. 부산시 하천의 코드명 구축

본 연구는 하천을 평가함에 앞서 부산시의 하천을 효율적으로 관리하기 위한 체계적인 하천분류체계를 구축하였다. 하천의 코드부여를 통해 일관된 관리체계를 구축할 수

Table 1. Busan river's code number

Zone	CODE number	Zone	Name of stream	Mainstream	1st. tributary	2nd. tributary	3rd. tributary	Grade
Dongbusan zone	BR1-1000-2	BR1	Hyoam St.	1				2
	BR1-2000-2		Jangan St.	2				2
	BR1-2100-2		Yongso St.	2	1			2
	BR1-3000-2		Jwagwang St.	3				2
	BR1-3100-2		Deokseon St.	3	1			2
	BR1-4000-2		Dongbak St.	4				2
	BR1-5000-2		Ilgwang St.	5				2
	BR1-6000-2		Jukseong St.	6				2
	BR1-6100-2		Manhwa St.	6	1			2
	BR1-6110-2		Seobu St.	6	1	1		2
BR1-7000-2	Songjeong St.	7					2	
Suyeonggang zone	BR2-1000-2	BR2	Choon St.	1				2
	BR2-2000-2		Suyeong River	2				2
	BR2-2100-2		Imgi St.	2	1			2
	BR2-2200-2		Songjeong St.	2	2			2
	BR2-2300-2		Cheolma St.	2	3			2
	BR2-2310-2		Yigok St.	2	3	1		2
	BR2-2320-2		Guchil St.	2	3	2		2
	BR2-2400-2		Seokdae St.	2	4			2
	BR2-2500-2		Onchun St.	2	5			2
	BR2-2510-2		Dongre St.	2	5	1		2
	BR2-2600-2		Woodong St.	2	6			2
BR2-3000-2	Nam St.	3				2		
Jungbusan zone	BR3-1000-2	BR3	Dong St.	1				2
	BR3-1100-2		Gaya St.	1	1		2	
	BR3-1200-2		Bujun St.	1	2			2
	BR3-1300-2		Junpo St.	1	3			2
	BR3-1400-2		Hogye St.	1	4			2
	BR3-2000-2		Busan St.	2				2
	BR3-3000-2		Choryang St.	3				2
	BR3-4000-2		Bosu St.	4				2
BR3-4100-2	Gudeok St.	4	1			2		
Nakdong gang zone	BR4-0000-0	BR4	Nakdong River			0		1
	BR4-1000-2		Daecheon St.	1				2
	BR4-2000-2		Deokcheon St.	2				2
	BR4-2100-2		Daeri St.	2	1			2
	BR4-3000-2		Hakjang St.	3				2
	BR4-4000-2		Goejeong St.	4				2
Seonakdong gang zone	BR5-0000-0	BR5	Seonakdong River			0		1
	BR5-1000-0		Pyeonggang St.	1				0
	BR5-1100-0		Maekdo River	1	1			0
	BR5-2000-2		Sineo St.	2				2
	BR5-3000-2		Joman River	3				2
	BR5-3100-2		Haeban St.	3	1			2
	BR5-3110-2		Hogye St.	3	1	1		2
	BR5-3111-2		Gusan St.	3	1	1	1	2
	BR5-4000-2		Jisa St.	4				2
	BR5-5000-2		Songjeong St.	5				2

있고, 하천 및 유역자료의 체계적인 관리시스템도 구축될 수 있다. Fig. 1과 같이 부산시 하천을 부산시 권역을 하천의 지형, 유수의 특성을 고려, 5개의 권역으로 구분하고 권역별 번호 1자리, 하천수계별 번호 4자리, 하천등급 1자리로 표현하였으며, 지리적 위치로 동→서쪽으로 위치해 있는 하천 순으로 코드명을 제시하였고, 같은 위치에 있는 하천들을 다시 북→남 순으로 하천번호를 부여하였다. 코드명인 BR은 Busan River의 약자이다. 확정된 부산시 하천 코드는 Table 1에 나타내었다. 일례로 온천천의 경우는 수영강권역(BR2)에 2개의 분류(석대천, 동래천)(2)와 5개의 1지류(5)를 포함하는 하천으로써 하천등급은 2등급(지방2급 하천) (2)인 하천코드 BR2-2500-2로 나타낼 수 있다. 이러한 하천 분류 체계는 차후 부산시의 하천관리를 위한 기초 자료가 될 것이며, 시민단체의 하천 활동 및 기관의 연구를 위한 기반이 될 것이라 판단된다.

2.2.2. 부산 도심 복개하천 현장조사

본 연구에서는 부산시 도심 복개하천 중 조사가 가능한 20개 하천을 대상으로 직접 현장조사를 실시하였다. 조사 대상 하천은 동부산권역의 동백천, 죽성천, 만화천, 서부천이었으며, 수영강권역은 온천천, 석대천, 춘천을 중부산권역의 구덕천을 제외한 모든 하천을, 그리고 낙동강권역의 덕천천, 대리천, 학장천에 대한 현장조사를 수행하였다. 이 현장조사는 주로 하천의 형태 및 변형, 그리고 하천의 유수상황 등을 중점적으로 조사하였다.

2.3. 평가방법

본 연구에서는 부산시 관할 44개 지방2급하천 중에서 20개의 완전 또는 일부 복개구간이 존재하는 하천에 대한 하천평가를 수행하였다. 이때 사용된 하천평가기법은 도시하천의 하천평가기법 개발 및 적용(윤세의, 2007)에서 개발된 평가항목 및 부분을 적용하였다. 크게 평가항목을 제방지수(하천의 치수안정성을 평가), 하천특성(하천의 변형, 인공화 정도 등을 평가), 그리고 생태환경특성(하천식생, 동식물상 및 수질환경을 평가)의 세 개의 분야로 구성되어 각 항목의 평가를 수행할 수 있도록 하였다.

부산시 각 대상하천들은 하천일람도의 주요구간을 지점별로 평가되어 하천의 흐름방향으로 하천의 평가지수가 산정될 수 있도록 하였으며, 또한 각각의 항목별로 평가를

수행하여 관심 있는 항목의 평가를 살펴 볼 수 있도록 하였다. 이때 각 특성별로 제시된 항목의 지수들은 다시 총합되어 특성별 총괄지수를 산정할 수 있도록 하였다. 마지막으로 3개의 특성지수들은 다시 총합되어 전반적인 도시하천의 상태를 평가할 수 있는 지표로 제시하였다.

인자들이 미치는 영향을 상대적 크기나 강도를 숫자로 나타내기 때문에 의사결정시 객관적 지표로 사용할 수 있다. 또한, 차선의 대안을 수치적으로 비교할 수 있기 때문에 각 대안별로 종합적인 비교·검토가 가능하다는 것이 장점이다. 도시하천평가기법을 계층으로 분류하면 Fig. 2와 같다.

2.3.1. 하천평가 항목

도시하천은 하천의 직강화로 인해 홍수도달 시간이 짧고, 국지적인 집중호우로 극심한 피해가 발행할 수 있다. 치수 측면에서 하천의 제방은 홍수위에 대하여 충분한 여유고를 확보하고 있어야 한다. 제방특성은 크게 제방고, 제방형태, 제방비탈경사, 독마루 폭, 제방침식으로 나누어 평가된다.

제방고는 계획홍수위가 제내 지반고보다 낮고 지형상황으로 보아 치수상 지장이 없다고 판단되는 구간을 제외하고는 계획홍수위에 여유고를 더한 높이 이상으로 하여야 한다. 제방의 형태는 크게 오목, 볼록, 계단진 제방, 낮은 단구형 제방, 아래가 파인제방, 이렇게 5가지의 형태로 나누고 치수적으로 안정하면서도 생태적 연속성에 유리한 형태에 높은 점수를 주었다. 제방은 하천유수의 침투에 대해 안정한 비탈면을 가져야 하는데 이를 위해서는 제방고와 제내지반고의 차이가 0.6 m 미만인 구간을 제외하고는 1:3 또는 이보다 완만하게 설치함을 원칙으로 한다. 단, 지형적인 어려움 등 아주 불가피한 경우 제방특성 등을 면밀하게 조사하고 검토하여 비탈덮기 부분을 포함한 경사를 1:2 또는 이보다 급하게 설치할 수 있다. 제방 비탈경사는 하천 설계기준을 바탕으로 평가기준을 마련하였다. 제방의 독마루 폭은 침투수에 대한 안전의 확보, 홍수시의 방재활동, 친수 및 여가공간 마련이라는 목적을 달성할 수 있도록 결정해야 한다. 독마루 폭의 목적을 달성하기 위해서는 최소 4.0 m 이상을 확보하여야 하며, 친수 및 여가공간 조성시에는 계획홍수량에 따른 최소폭보다 크게 할 수 있다(한국수자원학회, 2005). 이 평가항목에서는 하천제방의 독마루 폭이 계획홍수량에 따라 최소한의 폭의 확보여부를 평가하였다. 제방의 과도한 침식은 제방의 붕괴로 이어질 수 있다. 도시하천에서의 제방붕괴는 재산과 인명에 많은 피해를 야기시킬 수 있다. 침식에 관한 평가는 제방의 침식흔적을

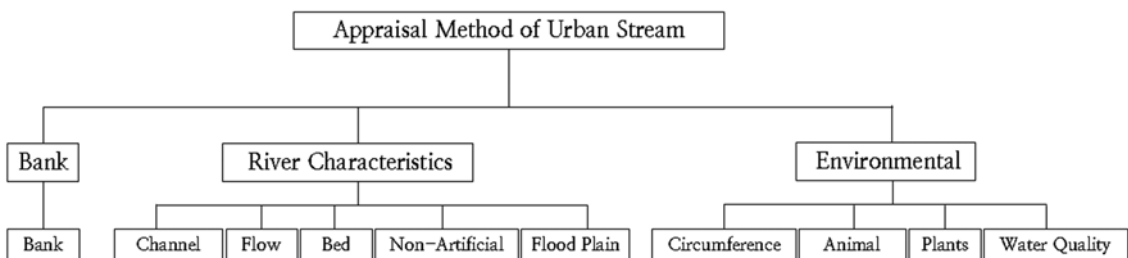


Fig. 2. Appraisal method of urban stream.

근거로 하여 제방의 안정성을 평가하였다. 제방의 특성은 도시하천의 하천평가기법 개발 및 적용(윤세의, 2007)에서 개발된 평가항목 및 부문을 적용하였다.

하천특성은 크게 하천의 수로부문, 흐름부문, 하상부문, 비인공화정도부문, 저수로변과 홍수터부문, 총 5가지의 부문을 나누어 평가하였다.

수로부문은 저수로의 사행, 측방침식, 저수로 폭의 다양성, 특이한 수로구조, 중·횡사주, 수로의 변경을 평가하였으며 흐름부문은 유속/수심, 흐름의 다양성, 수면폭/하천폭비, 저수로의 수심, 홍수시 평균유속을 평가하였다. 그리고 하상부문은 저질의 다양성, 하상재료의 유형, 하도의 침식과 퇴적을 평가하였고 비인공화정도부문, 저수로변 및 홍수터, 부문을 평가하였다. 평가항목과 평가내용, 평가기준은 도시하천의 하천평가기법 개발 및 적용(윤세의, 2007)에서 개발된 평가항목 및 부문을 적용하였다.

하천의 생태적 특성은 하천주변부문, 동물상부문, 식물상부문, 수질부문 4가지 부문을 나누어 평가하였다. 하천주변부문은 하천주변의 토지이용, 하천경관, 하천주변의 공원의 존재여부와 문화사적지의 존재여부를 평가하였고, 동·식물상부문은 어류, 육상곤충, 수생식물, 초본식물의 다양성과 식생의 종방향의 연속성을 평가하였으며, 수질부문은 부작미생물, BOD, 물의 색, 물의 냄새, 햇빛 차단정도와 하수의 유입을 평가하였다. 평가항목과 평가내용, 평가기준은 하천평가기법 개발 및 적용(윤세의, 2007)에서 개발된 평가항목 및 부문을 적용하였다.

2.3.2. 하천평가 기준

각 하천별, 구간별, 항목별 산정된 하천평가지수 I는 하천평가기법 개발 및 적용(윤세의, 2007)에서 제안한 지수의 최소치 1과 최대치 5범위에서 등 간격으로 나누었으며 1등급의 원 자연 상태에서 5등의 자연적 요소가 거의 없는 하천으로 순차적으로 등급을 나누었고 평가기준은 Table 2와 같다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 온천천의 개황 및 조사현황

온천천은 수영강의 제1지류로서 금정산에서 발원하여, 동남방향으로 유하하다가 남산동, 구서동, 장전동, 명륜동의 시가지 주거지역을 남류하여 통과하면서 동래천 등 크고 작은 하천이 합류하고 유하하다가 수영강으로 합류한다. 하천의 총 연장은 14.85 km이고 복개구간은 1000 m로 복개율은 7.1%이며 복개된 구간은 도로 및 주차장으로 사용되

고 있다. 조사구간은 청룡교 지점부터 최하류인 수영강 본류 합류점까지 약 10 km를 하천의 주요지점 9개의 구간으로 나누어 평가하였다.

3.2. 하천평가 결과

전반적으로 온천천의 하천평가등급은 3등급의 분포를 보이고 있다. 온천천의 평가구간 1지점 약 800 m구간은 3등급으로 다른 지점 평가지수와는 큰 차이를 보이지 않았으며, 이는 복개구간의 영향이 크지 않음을 나타내고 있다. 그러나 전반적으로 온천천은 최근의 자연형 하천정비사업과 상류 청룡교를 통한 유지용수확보 등의 영향으로 비교적 다른 도시하천보다 하천상태가 양호하며, 지수분포는 2.60~3.20을 보이고 있다.

제방부문의 평가지수는 평균 3.56으로 3등급에 해당한다. 각 평가항목들의 평균지수를 확인해 보면 제방고와 제방침식, 독마루 폭의 점수가 높은 것을 확인할 수 있는데 이는 대부분의 조사구간이 굴입식 하도로 제방사면은 사석을 축조하고 콘크리트로 고정된 형태이고, 금정중학교 앞 지점 1 이후 중·하류부는 인공화되어 침식이나 붕괴의 가능성은 매우 낮으며 이는 제방비탈경사가 수직에 가깝기 때문이다. 조사지점 8이하 구간은 자연형 하천으로 정비되어 제방경사면이 오목하면서 초본식물로 채워져 있어 다른 지점보다는 제방의 침식이 일어날 가능성이 많아 보인다. 제방특성지수는 3.2~3.8로 9개 조사구간 모두 3등급으로 치수적 안정성은 확보하고 있는 것으로 평가되었다.

하천특성지수는 평균 2.54로 4등급에 해당한다. 하천특성평가결과 특성지수는 2.30~2.90으로 나타났고 복개구간이 4등급으로 평가되었다. 중·상류구간은 인공수로로서 여울과 소가 잘 발달되어있지 않으며, 또한 저질은 일관화되어 있고, 구간의 대부분이 콘크리트로 라이닝되어 있어 하상에 대한 평가도 대부분의 조사구간에서 높게 평가되지 않았다. 그리고 저수로의 측방침식이 거의 일어나지 않고 저수로의 사행 또한 미소한 것으로 평가되었다.

생태환경특성의 평가결과 평균은 2.48로 4등급에 해당한다. 생태환경특성지수는 1.49~3.19로 평가되었고 복개구간은 5등급으로 평가되었다. 중하류부분을 제외한 대부분의 구간에서생태특성평가가 빈약한 것으로 평가되었고, 우천시 하수가 유입되는 구간이 많아 하천수에 큰 영향을 끼치고 있다. 식생의 경우 중류부 수로의 콘크리트라이닝에 인한 수생식물과 초본식물이 다양하지 않고 무성하지도 않지만 조사지점 7~8부분은 자연형 하천정비로 인해 다양한 것으로 나타났다. 목본식물의 차폐율은 낮은 것으로 평가되었

Table 2. Evaluation criteria for river

Assessment grade	Scope of index I	Meaning
Grade 1	4.2 < I ≤ 5.0	Conditions of the original nature
Grade 2	3.4 < I ≤ 4.2	Partially have limited factors though conditions of nature are kept
Grade 3	2.6 < I ≤ 3.4	Conditions of nature appear generally, but have a lot of limited factors
Grade 4	1.8 < I ≤ 2.6	Have a few elements of nature by serious damage
Grade 5	1.0 < I ≤ 1.8	Have few elements of nature by artificial and extreme damage

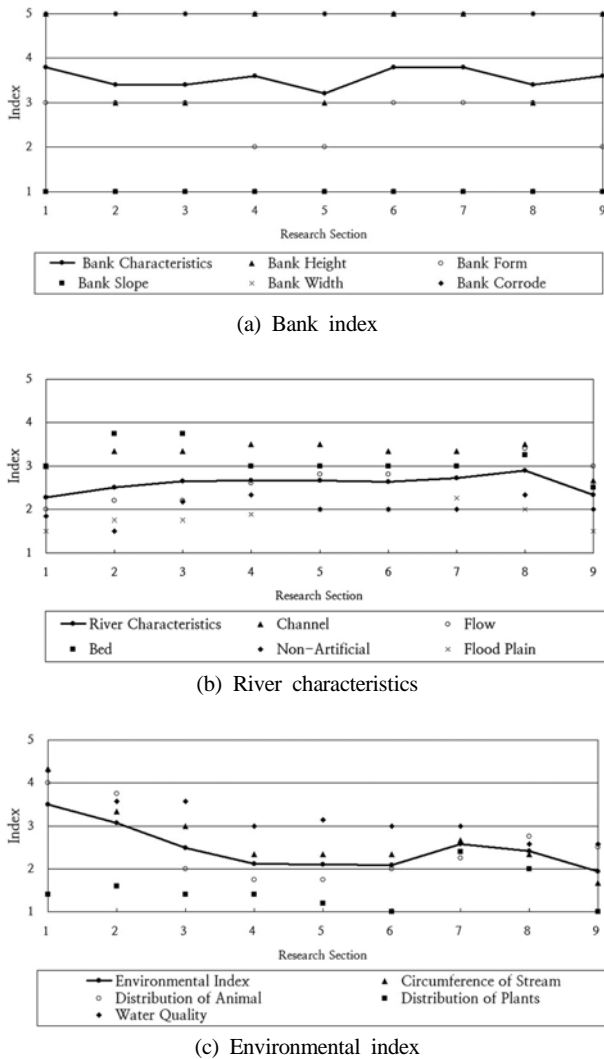


Fig. 3. Appreciation index for Onchun stream

다. 특히, 조사지점 4~6의 구간은 하천의 고수부지가 90% 이상 콘크리트화되어 있어 동·식물은 찾아볼 수가 없었다. 또한 대부분의 평가구간의 하천주변이 거주지 및 시가지로 이용되고 있어 하천주변 부분지수도 낮은 결과를 보였다.

3.3. 동천의 개황 및 조사현황

동천은 부산진구 당감동 선암사에서 발원하여 서면 중심부를 지나 남구 문현동, 동구 병일동 유역을 관류하면서 부산항 7부두로 유입되고 있다. 동천의 유로연장 4.85 km 구간에는 부전천, 호계천, 가야천, 전포천 등의 지방2급하천이 유입되고 있으나 대부분이 복개되어 도로로 이용되고 있다. 광무교 이후 동천삼거리에 이르는 약 2 km의 미복개 구간은 평균 하폭 50 m의 콘크리트 직립호안으로 획일화되어 있다. 하천의 최상류부부터 하천부지를 점용한 밀집된 무허가 건물로부터 하수가 직접 유입되면서 이후 광무교까지의 2.85 km 구간이 복개되어 당감동과 서면을 통과하는 주요 간선도로로 이용되고 있다. 조사구간은 동천시점인 선암사에서부터 최하류인 범일교에 이르기까지 총 7구간으로 나누어 하천평가를 실시하였다.

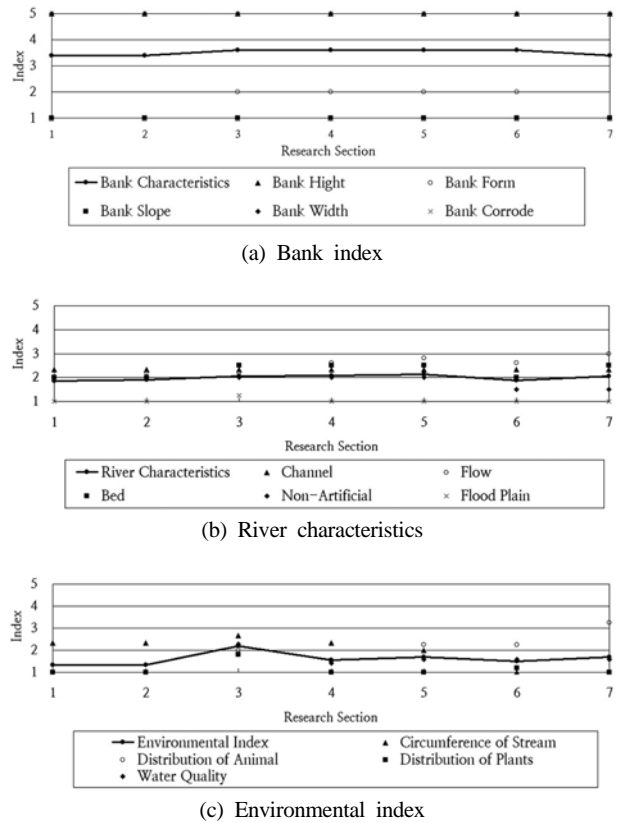


Fig. 4. Appreciation index for Dongchun stream

3.4. 하천평가결과

동천의 하천평가등급은 4등급을 보이고 있다. 평가지수가 2.20~2.48로 복개구간이 끝나는 광무교부터 하류부는 하천유량과 수질이 7부두로부터 유입되는 해수에 의해 좌우된다. 썰물시에는 차집관로에 의한 하수의 유입이 차단되면서 건천화 현상이 심각하고, 범3호교까지 드러난 하상 바닥은 퇴적물의 부패정도가 심각하며 심한 악취가 나고 있다. 동천의 제방은 양안이 콘크리트로 수직에 가깝게 축조되어 있고 제방고와 둑마루 폭이 확보되어 치수적으로 볼 때 안전한 2등급의 평가결과가 나타났다. 하지만 제방지수 외의 하천특성지수, 생태환경지수는 각각 4.5등급으로 부산시 전체 하천등급인 3등급에는 크게 미치지 못한 결과가 나왔다.

3.5. 부산시 하천평가 결과

부산 도심 20개소의 복개하천을 평가한 결과, 총괄지수 1.72~2.88의 지수를 보였다. 이는 부산지역의 복개하천들이 3~4등급임을 보여준다. Table 3은 각 항목별 하천평가지수를 나타내고 있다.

부산의 복개하천평가 결과를 권역별로 보면, 동부산권역은 총괄지수 2.74, 제방지수 3.43, 생태지수 2.30으로 전체등급 3등급으로 타 권역에 비해 높은 결과를 보였다. 동부산권역의 평가결과를 하천별로 살펴보면 동백천은 총괄지수 2.72, 제방지수 3.10, 하천지수 2.72, 생태지수 2.35로 전체등급 3등급에 해당한다. 동백천의 복개구간은 50 m로 전체 하천연장의 2.5%로 복개에 의한 영향이 크지

Table 3. Evaluation index for river

Zone	Stream names	Total index	Bank index	River characteristics	Environmental index	Grade
Dongbusan zone	Dongbak St.	2.72	3.10	2.72	2.35	III
	Jukseong St.	2.60	3.60	2.34	1.86	IV
	Manhwa St.	2.78	3.40	2.35	2.60	III
	Seobu St.	2.85	3.60	2.57	2.39	III
	Average	2.74	3.43	2.49	2.30	III
Suyeonggang zone	Choon St.	2.39	2.80	1.97	2.41	IV
	Seokdae St.	2.74	3.42	2.43	2.36	III
	Onchun St.	2.88	3.73	2.42	2.48	III
	Woodong St.	2.28	3.23	1.57	2.04	IV
	Nam St.	1.91	2.80	1.71	1.21	IV
Average	2.40	3.26	3.38	2.36	IV	
Jungbusan zone	Dong St.	2.35	3.51	1.92	1.61	IV
	Gaya St.	2.46	3.40	2.30	1.67	IV
	Bujun St.	2.26	2.80	1.91	2.07	IV
	Junpo St.	1.98	3.20	1.54	1.21	IV
	Hogye St.	2.65	3.40	2.18	2.38	IV
	Busan St.	2.68	3.37	2.50	2.19	IV
	Choryang St.	2.37	3.20	2.37	1.55	IV
	Bosu St.	2.45	3.20	2.27	1.87	III
Average	2.49	2.00	2.12	1.95	III	
Nakdonggang zone	Deokcheon St.	2.69	3.90	2.19	1.99	III
	Daeri St.	1.72	2.75	1.24	1.17	V
	Hakjang St.	2.66	3.50	2.41	2.08	IV
	Average	2.36	3.38	1.95	1.74	IV
TOTAL AVERAGE		2.47	3.30	2.14	1.97	IV

않다. 하지만 최근 들어 농수로의 발달로 인한 하천의 직강화와 도로공사가 빠른 속도로 진행 중에 있다. 죽성천은 총괄지수 2.60, 제방지수 3.60, 하천지수 2.34, 생태지수 1.86으로 4등급에 해당하며 이는 부산복개하천에 평균에 미치지 못한 결과이다. 이는 기장시장등 인접 상업지역의 영향이 크다고 할 수 있다. 죽성천의 지류인 만화천, 서부천도 마찬가지로 상류는 하폭이 좁고 경사가 급하며, 중류는 부분 복개되고 하상이 콘크리트로 라이닝되어 있으며, 하수의 유입이 빈번하여 하천주변에는 심한 악취가 나고 있다.

수영강권역은 총괄지수 2.44, 제방지수 3.20, 하천지수 2.00, 생태지수 2.10의 결과를 보였다. 하천별로는 춘천의 총괄지수가 2.39, 제방지수 2.80, 하천지수 1.97, 생태지수 2.41의 결과가 나왔다. 생태지수는 부산복개하천 중 비교적 높은 결과를 보였는데, 이는 평가구간의 최상류구간이 호수로 조성되어 많은 영향을 끼쳤다. 석대천은 발원지의 오염원이 적어 수질은 양호한 편이며, 하상은 자갈과 모래로 구성되어 있다. 하지만 중·하류구간의 반송지역을 통과하면서 하수의 유입에 의해 수질이 악화되고, 동부하수처리장 가동에 따른 영향으로 하천유지수량이 부족한 실정이다. 하류구간은 개발제한구역으로 비교적 자연구간으로 상류의 오염된 수질을 정화하는 기능을 하고 있다. 평가지수로는 총괄지수 2.74, 제방지수 3.42, 하천지수 2.43, 생태지수 2.36의 결과를 보였다. 온천천은 총괄지수 2.88로 가장 높

은 지수를 보였다. 상류는 경관이 수려하고 접근성이 양호하나, 중·상류는 주거지 밀집구간으로 일부 하수가 하천으로 유입된다. 하류는 친수공간으로 조성되어 있으며, 현재 많은 시민이 이용하고 있으나, 일부 콘크리트로 조성된 구간을 친환경적인 구조물로 개선이 필요하다. 또한 강우시 차집관거로부터의 하수월류로 인해 하천수질에 많은 영향을 끼치므로 월류량을 줄일 수 있는 방안 마련이 필요하다고 생각된다. 우동천은 총괄지수 2.28, 제방지수 3.23, 하천지수 1.57, 생태지수 2.04이다. 평가구간의 최상류 구간은 수질은 양호한 편이나, 수량이 매우 적고 하상경사가 급하며 주거지역을 지나면서 하수의 유입이 빈번하게 나타나고 있다. 또한 중류에서부터 시작된 하천의 복개는 최하류구간(수영강 합류부)까지 복개가 되어있어 하천의 존재여부조차도 모르고 있는 시민들이 많다. 특히 하수관리정비와 콘크리트 구조물의 개선이 시급한 실정이다. 남천은 총괄지수 1.91, 제방지수 2.80, 하천지수 1.71, 생태지수 1.21로 아파트 밀집지역으로부터 복개되어 도로로 이용되고 있다. 복개시점부터는 하수와 계곡수가 혼입되어 흐르고 바다로 유입된다.

중부산권역은 총괄지수 2.40, 제방지수 3.26, 하천지수 2.12, 생태지수 1.82의 결과가 나왔다. 중부산권역의 하천은 부산의 도심권에 위치하고 있어, 도심의 발달과 더불어 많은 부분이 복개되고 하천연장이 비교적 짧아 대부분 원래의 하천모습을 찾아보기 힘든 실정이다. 거의 모든 하천들

의 상류 일부구간만이 자연적인 모습을 하고 있으나, 중·하류구간은 복개되거나 시민의 접근이 어려울 실정이다. 중부산권역을 하천별로 살펴보면, 동천은 총괄지수 2.35, 제방지수 3.51, 하천지수 1.92, 생태지수 1.61의 결과를 보였으며, 상류주거지구간은 콘크리트 복단면의 수로가 하수관로 역할을 하여 수질오염이 심하고 악취가 발생하고 중·하류구간은 하수차집관로의 월류수에 의해 수질오염이 심각하며 양안은 제방도로가 있고 석축옹벽으로 접근성이 불량하다. 하류구간은 감소하천 구간으로 해수에 영향을 받고 있다. 가야천은 총괄지수 2.46, 제방지수 3.40, 하천지수 2.30, 생태지수 1.67로 4등급에 해당된다. 상류는 수질이 양호한 편이나 인근 식당가에서 생활하수가 다량 발생해 수질에 많은 영향을 끼친다. 가야천은 100% 복개되어 있고, 도로로 사용되고 있어, 하천복원에 대한 시각이 매우 회의적이다. 부천천은 전포천과 함께 4등급으로 부산도심을 관통하고 있으며, 복개구간 내부의 주기적인 환경관리가 필요하다. 특히, 전포천은 하천유지 수량이 매우 부족하므로 수량확보대책의 수립이 필요한 실정이다. 호계천은 악취로

인한 주민불편이 심각한 수준이고 동천 수질오염의 기여율이 높다. 부산천은 총괄지수 2.68로 제방지수 3.37, 하천지수 3.40, 하천지수 2.50, 생태지수 2.19로 4등급에 속하며, 상류의 수질은 1등급을 보이나, 하류의 복개되지 않은 일부구간에서는 수질오염이 심하고 악취도 발생하여 인근 주민의 복개요청이 있을 정도이다. 초량천은 총괄지수 2.37로 4등급에 속하고 복개율이 100%로 하천의 대부분이 복개되어 있다. 하천유지수량이 부족하여 수질이 매우 좋지 않고, 지역주민들은 하천의 존재여부조차도 알지 못했다. 보수천은 총괄지수 2.45로 4등급에 속한다.

낙동강권역의 평균지수는 총괄지수 2.36, 제방지수 3.38, 하천지수 1.95, 생태지수 1.74로 4등급이며 행정구역으로는 북구, 사상구, 사하구, 강서구가 속한다. 특히 북구, 사상구의 공단지역은 인근 학장천의 수질에 많은 영향을 끼친다. 덕천천은 총괄지수 2.69로 3등급에 속하며, 하천의 81.9%가 복개되어 도로와 주차장으로 이용되고 있다. 하류의 수질은 하수에 가까운 수질을 나타내고 있으므로 하수관거정비를 통한 오염원 대책이 필요하다. 대리천은 총괄지수

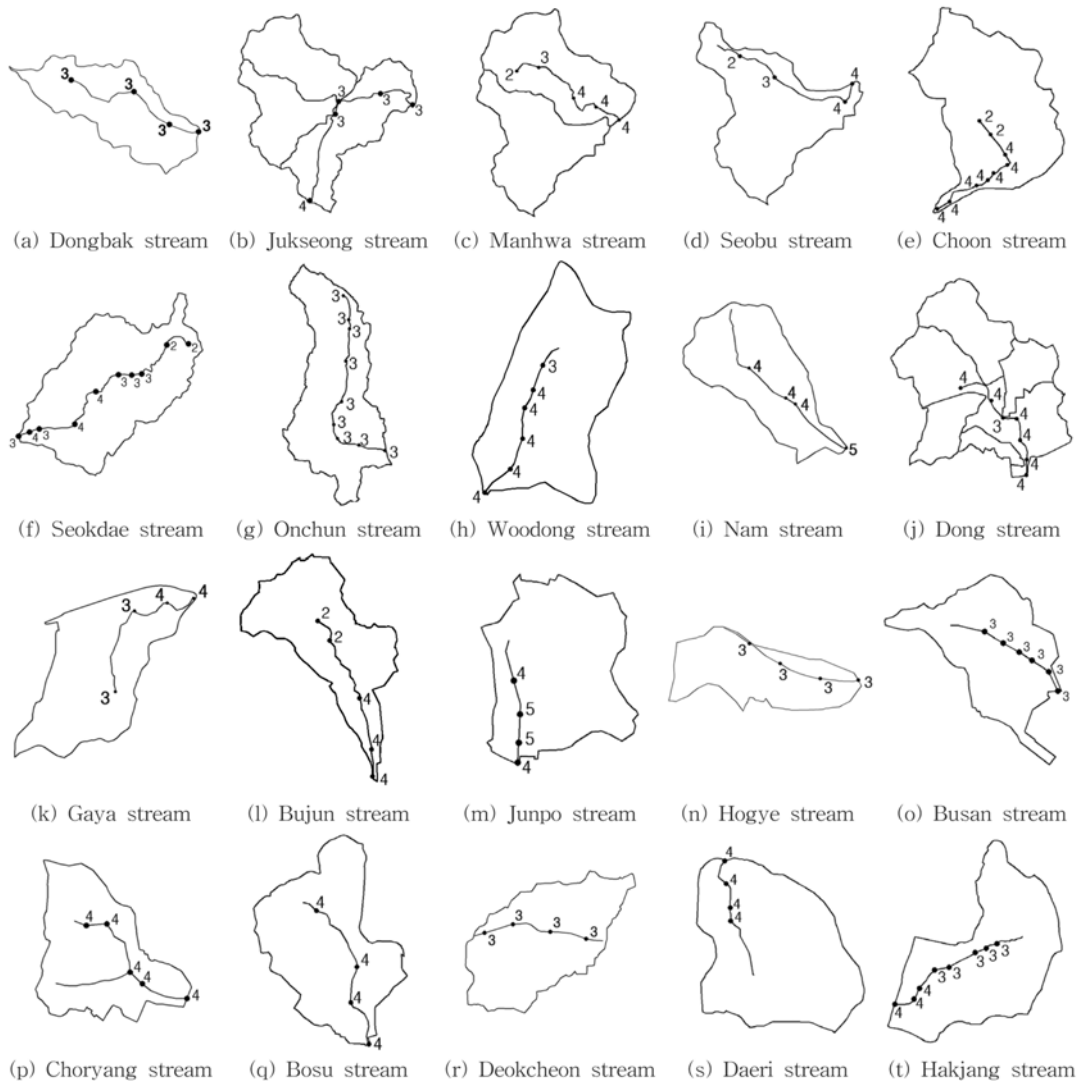


Fig. 5. River evaluations in Budan urban streams.

1.72로 5등급에 해당한다. 학장천은 총괄지수 2.66, 제방지수 3.50, 하천지수 2.41, 생태지수 2.08로 4등급에 속하며, 복개구간 종점부의 고수부지와 저수호안은 콘크리트 라이닝 설치구간이며, 하천 양안에 차집관로가 설치되어 하수를 전량 차집하고 있으나 일부 미차집된 오수가 유입되고 하천유지유량이 부족해 하류구간에서는 심한 악취가 나고 있다. Fig. 5는 각 하천의 유역에 대해 구간별 하천평가를 나타낸 것이다. 대부분의 하천들은 상류에서 하류로 갈수록, 하천의 복개시점부터 복개종점까지의 평가지수들이 낮게 평가되었다. 또한 인근 주변의 토지이용에 따라 평가지수들이 다르게 평가되었다.

3.6. 평가결과 고찰

평가결과를 각 특성지수별로 나타낸 결과 Fig. 6과 같이 나타났다. 특히, 부산도심 복개하천은 다른 평가부문에 비해 제방지수부문에서 높게 평가되었다. 이는 하천의 치수를 가장 중요시 된 과거의 영향을 받았고, 복개하천 외의 하

천유역에 대한 높은 인구밀도도 많은 영향을 끼쳤기 때문이라고 생각된다.

권역별로 살펴보면 총괄지수, 제방지수, 하천지수, 생태지수의 모든 부문에서 동부산권역이 가장 높게 나왔으며, 수영강권역, 중부산권역, 낙동강권역 순으로 평가결과가 나타났다.

부산도심 복개하천의 평가결과를 하천등급별로 나타내면 Fig. 7과 같다. 총괄지수의 평가결과 1,2등급은 없었으며, 3등급이 35%, 4등급이 60%, 5등급이 5%로 대부분 3,4등급으로 부산의 복개하천은 매우 심각한 상황으로 보여진다. 특히 하천지수 부문에서 전체 복개하천 중 80%가 4등급으로 평가되어 인공적인 직강화로 인한 유속의 다양성을 확보하지 못하고 하상구조의 변화를 가져와 수생식물의 서식처는 물론 어·조류와 곤충에 이르기까지 하천생태의 재생에 악영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 또 하상부분의 콘크리트화로 인해 하상의 다양성이 없었음을 알 수 있었다. 결국 이 같은 하상의 구조는 건천화를 가속시켜 학장

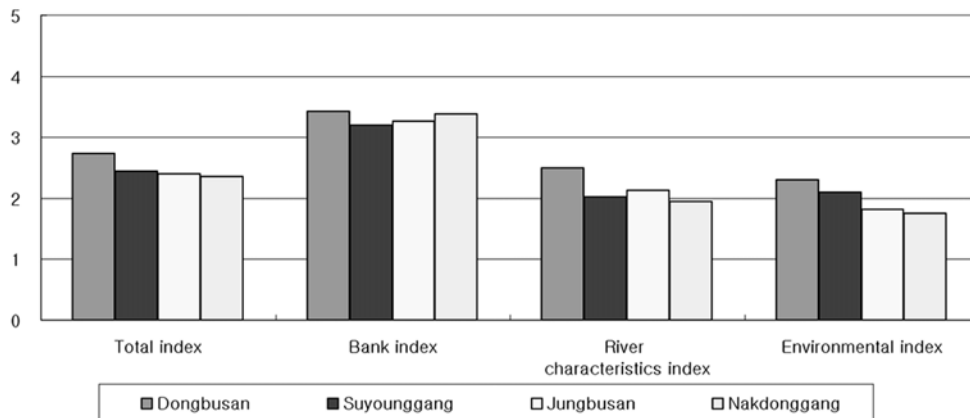


Fig. 6. Evaluation index for zone

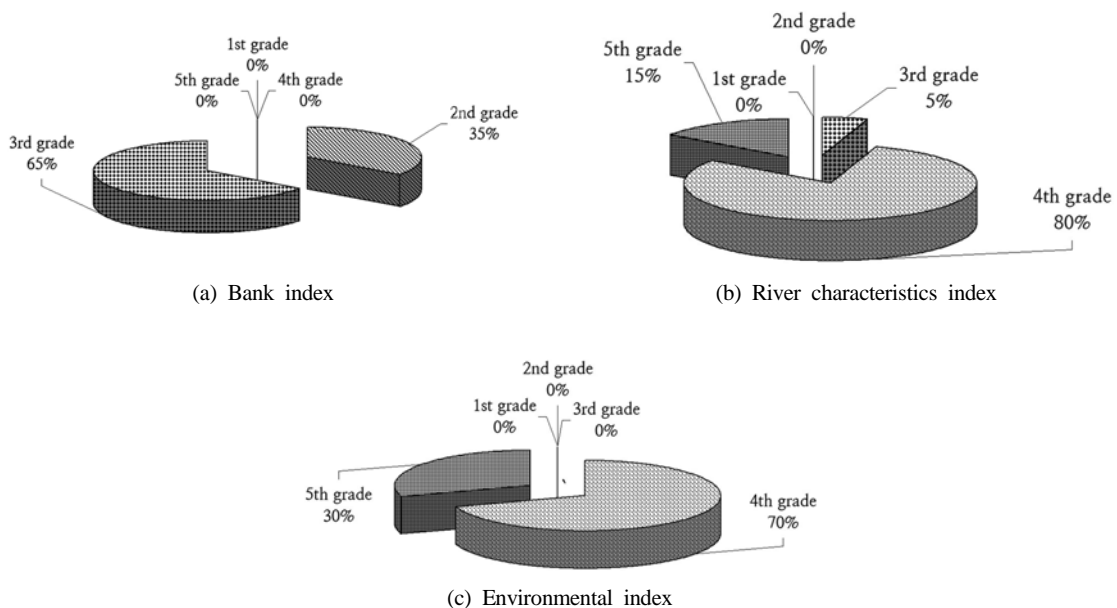


Fig. 7. Evaluation grade for items.

천, 덕천천등 대부분의 복개하천이 갈수기의 수질악화와 그로 인한 악취 등 악순환의 반복을 초래하고 있다. 생태지수 역시 4등급 70%, 5등급이 30%로 심각한 수준으로 평가되었다.

4. 결 론

본 연구를 통해 부산시 하천에 대한 체계적인 하천 분류체계를 작성하였으며, 각 하천별 현장조사와 다양한 문헌 및 사례를 통해 하천평가를 실시해 하천복원시 기초자료로서의 자료를 제공하였다.

본 연구는 부산시 복개하천 20개소를 평가하고 각 특성별 하천평가 지수를 산정하였으며, 효과적인 도심 복개하천의 관리를 위해 하천의 평가지수를 등급별로 표시하여 하천의 현 환경, 치수, 생태, 수질 등의 기본적인 정보사항을 조사·정리함으로써 복개를 이유로 잘 파악할 수 없었던 복개하천의 실태를 살펴볼 수 있는 자료로 제시하였다.

하천복원사업의 시행 절차는 복원주제 및 방향 설정, 수변조사, 계획, 설계 및 시공, 모니터링, 유지관리로 구분할 수 있다. 이는 하천복원사업을 시행함에 있어 효과적이고 구체적인 목적과 목표 달성을 위한 표준 절차이다. 그러나 현재 하천관리 주제별로 추진되는 하천복원사업은 사전조사와 평가, 사업에 대한 모니터링, 지속적인 유지관리 측면에서 미흡한 점이 많은 것이 현실이다. 이 과정에서 특히 하천에 대한 기초 환경조사의 부족을 들 수 있다. 하천복원사업을 효과적으로 시행하기 위해서는 지속성과 연속성을 가지는 하천환경 조사가 필수적이다. 실제 상황에 맞는 하천복원사업을 시행하려면 하천유역에 대한 치수 문제점 및 생태 환경조사를 통한 중장기적인 하천 복원 및 보전을

위한 기본 방향과 투자 우선순위, 사업 추진 방향을 구체화하여야 한다. 또한, 하천은 하도 중심에서 유역 개념으로 상하 좌우가 연계된 계획을 수립하여 선택, 집중 및 우선순위를 설정하여 단계적으로 시행하는 것이 바람직하다고 생각된다.

사 사

본 연구는 2007년도 부산지역환경기술개발센터에서 수행한 “부산시 도심 복개하천 관리 실태 및 복원가능성 평가”의 지원으로 수행된 연구입니다.

참고문헌

- 김석규(2006). 자연 친화적 하천 정비사업의 평가방법에 관한 연구. 박사학위논문, 호남대학교.
- 부산발전연구원(2006). 부산지역 도시하천의 실태분석과 환경관리방향에 관한 연구.
- 안태진(2007). 소하천 환경조성사업의 평가를 위한 소하천 자연도 평가. 한국수자원학회논문집, 40(5), pp. 359-369.
- 윤세의(2007). 도시하천의 하천평가기법 개발 및 적용.
- 정경진(1996). GIS를 활용한 하천 자연도 평가에 관한 연구. 박사학위논문, 경원대학교.
- 한국수자원학회(2005). 하천설계기준해설.
- 建設省 東北地方建設局(1994). 東北の自然豊かな川づくり - 近. 自然化河道改修計画検討, ニマニユアル.
- Collier, K. J. and McColl, R. H. S. (1993). Assessing the Natural Value of New Zealand Rivers. River Conservation and Management, P. J. Boon, P. Calow, and G. E. Petts (eds.), New York, John Wiley & Sond, pp. 195-211.