

국립환경과학원 연구보고서 제 2004-16호

성북천 복원사업의 효과평가 연구

국립환경과학원 연구보고서 제 2004-16호

시 정 연
2004-R-16

성북천 복원사업의 효과평가 연구

A Study for Evaluating Effects of
Seongbukcheon Restoration

2004

연구진

연구책임자 • 도시환경연구부 연구위원
연구원이해영 • 도시환경연구부 위촉연구원
여형범 • 도시환경연구부 위촉연구원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

요약 및 정책건의

I. 연구의 목적

1. 연구 배경

- 과거 도시하천은 도시인구밀도와 토지이용압력이 높아지면서 불가피하게 복개되어 도로나 건물부지로 사용되곤 하였음. 이로 인해 하천관리도 소홀해지고, 하수가 배출되면서 수질은 악화되고 악취가 나며, 하천생태계는 파괴되고, 주민들도 휴식공간을 상실하게 되었음.
- 최근 삶의 질에 대한 관심이 높아지면서 하천복원을 요구하는 시민여론도 높아짐. 도시 정책 입안자들도 부족한 공원녹지를 복개하천의 복원에서 찾으려함과 동시에 하천을 복원하여 산책과 조깅 공간, 생태학습장으로 활용하려 함. 이에 따라 복개하천을 복원하는 흐름이 나타나기 시작함. 청계천 복원은 이러한 하천복원의 여론을 형성시키는 중요한 계기이자 복원정책의 출발점이었음.
- 일반하천복원사업은 비교적 적은 비용으로 자연형 하천으로 복원이 가능한데 반해, 복개된 하천을 복원하는 사업은 대체부지 및 이주비 보상, 대체 도로 확보 문제 등을 고려해야 하기 때문에 사업 결정이 쉽지 않은 경우가 많음.
- 하천복원이 이루어진 후 수질과 생태계가 크게 개선되는 효과가 있으나 이런 편익에 대한 평가는 잘 이루어지지 않음. 일반하천 복원의 대표적인 사업인 양재천도 수질, 생태, 치수, 경관, 비용투자분석 등을 수행하지 않았음. 수질, 생태계의 개선을 비용분석으로 환산하기 어렵다는 측면도 있지만 이에 대한 관심이 적어 이루어지지 않은 것으로 판단됨. 특히 복개하천은 하천의 수질과 생태계가 크게 악화된 상황이므로 수질과 생태계 개선에 대한 평가가 중요하게 다루어져야 할 것임.

2. 연구 목적

- 이 연구의 목적은 성북천 복원사업 결과 나타나는 효과를 수질, 생태, 치수, 경관, 경제적 측면에서 평가하고,

- 이를 기반으로 복개하천 복원의 필요성과 타당성을 제시하는데 있음.

3. 연구 범위 및 방법

1) 연구 범위

- 이 연구는 성북천의 복원 구간과 복원 예정구간을 대상으로 함.
- 이 연구에서는 비용측면으로 환산하기 어려운 긴강한 수생태계의 확보 측면과 비용/편익으로 환산이 가능한 경제적 측면으로 나누어서 복원 효과를 분석하였음.
- 수질, 생태, 치수, 경관적 측면은 자연형 하천 시범복원 구간(134m)을 위주로 복원 전과 복원 후의 개선사항 등을 비교 평가하였음.
- 하천복원에 따른 주변 지역의 지가 상승 등의 경제성 평가는 현재 복원 예정인 하천구간(4km)과 주변지역을 포함하여, 복원하천의 환경가치와 복원 전·후 주택 가격 변동을 평가하였음.

2) 연구 방법

- 수질과 생태 측면의 효과 평가를 위해 성북천 지점별로 수질(하천유량, 용존산소, BOD, 대장균수, 총인, 총질소 등)과 식생(식물 종수, 크기, 종다양성 등), 저서생물(출현종수, 종다양성 등)을 조사하였음.
- 치수 측면의 효과 평가는 통수단면, 홍수위, 유속과 치수안전도 평가 자료를 이용하였고, 경관 측면의 효과 평가는 시범구간 복원 전·후의 사진 자료를 이용하였음.
- 경제적 측면의 효과 평가를 위해 환경가치평가와 비용편익분석에 대한 이론을 검토하고 두 가지 방식으로 경제성을 평가하였음. 먼저, 선행 생태계 가치평가 사례연구와 청계천 복원 편익 추정을 이용하여 성북천 유역의 면적, 인구, 가구에 적용하였음. 두 번째는 성북천 인근 지역의 주택가격 변동자료 분석을 통해 복원의 경제적 효과를 평가하였음.

II. 성북천의 현황

1. 성북천의 일반 현황

- 성북천은 청계천의 제1지류, 한강의 제3지류에 해당하는 하천으로, 북악 동쪽 기슭에서 발원하여 남쪽으로 흘러 서울성곽을 따라 내려오다가 신설동 동광교회 옆에서 청계천과 합류하여 중랑천으로 흘러 들어감. 성북구 성북동 13-245번지를 기점으로 청계천과 합류하는 지점까지 하천연장 5.2km, 유로연장 5.450km, 하천면적 130,000㎡, 유역면적 7.41km², 하상경사 1/288~1/35 정도인 하천임.
- 하천 양안은 주택 및 시가지로 밀집되어 있으며, 하구로부터 약 2.3km의 하천 구간은 좌, 우안이 석축으로 호안이 개수가 되어 있어 하천 내 접근이 어려운 실정임. 하상에는 저수로 정비가 이루어져 고수부지가 형성되어 있지만 단면이 콘크리트화 되어 유수의 소통기능을 담당하고 있음. 성북구청을 기점으로 상류부는 복개되어 복합상가 및 도로로 이용되고 있으며, 복개내부는 채광이 되지 않아 생태계는 소멸된 상태임. 하천양안으로 합류식 하수관거가 설치되어 있음.
- 성북천은 성북구와 동대문구에 걸쳐 흐르고 있으며, 총 유역면적 7.41km² 중 성북구에 6.78km²(91.5%), 동대문구에 0.63km²(8.5%)가 속해 있음. 성북천의 유역면적 중 주거지가 70.18%에 해당하는 5.20km²으로 유역 대부분을 차지하며, 임야는 1.42km²을 차지하고 있음.
- 성북구 전체 인구는 2002년도 현재 446,968명이고, 이 중 남자는 224,099명, 여자는 222,869명임. 성북구 가구수는 2002년도 현재 110,753가구임. 성북천 유역에는 성북구 119,489명, 동대문구 8,898명 등 총 49,220세대 128,387명이 살고 있음.

2. 성북천의 복개 현황과 복원 계획

- 청계천 합류지역에서 성암교회(보문로 1가)까지의 구간을 제외하고 성북구청 상류 지역은 모두 복개되어 복합 상가, 도로, 주차장으로 이용되고 있음.
- 성북구청은 한성대 입구부터 대광 초등학교 앞까지 4km 구간을 자연형 하천으로 복원할 계획을 수립하여, 현재 진행 중임. 이 가운데 복개되지 않은

구간이 1.65km, 철거해야 할 복개 구간은 2.35km임. 총 사업비로는 182억원이 소요되는데, 여기에는 복개구간 위에 있는 건물의 철거비와 보상비는 포함되지 않음¹⁾.

- 현재 시범적으로 성북상가아파트지역의 134m에 대해 복원사업을 실시하였음. 성북상가아파트 OB상가는 하천 복개지 위에 1969년도에 지어진 건물로 건물지상권 존속기간이 만료되었고, 노후화되어 1999년 안전진단 결과 D등급(위험건물)의 판정을 받아 안전을 위해 철거가 필요한 건물이었음. 사업비는 17억 5천만원이 소요되었음.

III. 연구 결과

1. 수질·생태적 측면의 복원효과

1) 수질

- 성북천의 유량은 상류로부터 계곡수, 용출 지하수가 흘러들어 다소 양호한 편이나 하수 혼입으로 하상에 유기성 저니의 퇴적이 일어나고 하류로 흘러가는 유량도 부족하여 수환경이 불안정한 편임. 성북구청 하류인 보문 3교 상류부터는 지하철 6호선 역사로부터 지하수가 유입되어 하천수로 이용되고 있으나 하류까지 도달할 수 있는 하천유량으로서는 부족한 실정임.
- 용존산소의 경우 1차, 2차 조사의 평균을 보면 복개수역이 7mg/ℓ, 복원수역이 10.6mg/ℓ로 나타났음. 이는 햇빛에 노출된 복원구간에서 많이 생성된 부착조류에 의한 광합성에 의해 수중의 용존산소가 높아졌기 때문임. BOD의 경우도 평균적으로 복개수역이 4.5mg/ℓ, 복원수역이 4.0mg/ℓ로 나타나 복원수역이 비교적 양호한 수질을 보이고 있음. 대장균군수도 복개수역이 5.3×10^5 MPN/100ml, 복원수역이 1.6×10^5 MPN/100ml로 복원수역의 수질이 복개수역보다 양호한 것으로 조사됨.
- 총인은 복개구간과 복원구간에서 0.192~0.499mg/ℓ로 나타났고, 총질소는 1, 2차 조사에서 7.384~8.510mg/ℓ로 나타나서 비슷한 수질을 나타냄. 복원구간과 복개구간이 바로 옆에 붙어 있어 영양염류에 영향을 미치는 요소가 작용하기 어려웠기 때문으로 판단됨.

1) 60, 70년대에 지어진 이 건물들은 하천복원이라는 측면보다는 안전관리 측면에서 건물 철거와 주민 이주가 불가피한 경우이기 때문임.

2) 식생

- 성북천의 하천변에서 조사된 식물종수는 총 93종이었으며, 그 중 수생식물이 2종(2%), 습생식물이 13종(15%), 육상식물이 78종(83%)임. 복개하천 구간은 식물이 전혀 서식할 수 없는 환경을 지니고 있는 반면 복원구간은 달푸리풀 등 58종이 서식하고 있음.

<표> 성북천의 식생

조사지점	출현종 수	종다양도 지수	균등도 지수
A-1(복원구간)	32	3.03	0.64
A-2(복원구간)	22	2.85	0.67
A-3(복원구간)	16	2.43	0.66
A-4(복개구간)	0	-	-
B(일반직강하구간)	38	3.31	0.76
C(일반직강하구간)	36	3.21	0.71

- A-4 구간과 일부 복개구간은 소량의 하천수가 흐르고 있기는 하지만, 기본적으로 빛이 차단되고 하상 기질이 전부 콘크리트로 되어 있는 등 식물이 전혀 서식할 수 없는 환경조건을 가지고 있음. 하천복원구간인 A-1~A-3 지점과 일반 직강하천구간인 B와 C지점의 식물성장속도에 차이가 있었는데, 복원구간이 식물성장속도가 상대적으로 늦은 것으로 나타남. 이는 개복 후 식물이 하천에 활착하기 위한 충분한 시간적 여유가 없었기 때문으로 판단됨.
- 또한 짧은 복원구간임에도 불구하고 A-1~A-3에서도 식물성장속도에 차이가 나타났는데, 이는 하천복원시 사용된 토양, 복원재료, 식물종류에 따라 차이가 있기 때문임. 자연형 하천 복원구간은 좁은 공간 안에 매우 다양한 식물을 식재한 상태이기 때문에 식물이 현재 하천환경에 적응하기까지 일정기간 관리와 보호가 필요할 것으로 생각됨.
- 종다양성은 군집의 안정도에 대한 척도이며, 여러 가지 종이 다양하게 나타나는 것은 종간의 상호작용이 다양하기 때문이고, 개체군의 상호작용이 다양하다는 것을 의미함. 성북천의 종다양도 지수는 0~3.03으로 나타났는데, A-1 지점에서 가장 높았고, A-4(복개지점) 지점에서 가장 낮았음.

3) 저서생물

- 출현종수는 복개수역, 복원수역 및 하류의 지하수수역에서 각각 1종, 12종 및 13종으로 복원지역과 하류의 지하수수역에서 출현종수가 가장 풍부하였음. 복원수역의 조사지점이 1개 지점인 점을 감안하면 복원지역의 저서동물상이 다른 수역에 비해 상대적으로 양호한 것을 확인할 수 있음.
- 복원수역의 출현종은 배치레잠자리 등 12종으로 비교적 많은 종들이 채집됨. 특히 하루살이목, 꼬마하루살이과의 개똥하루살이와 길쭉하루살이 2종이 복원 수역에서만 출현하고 있으며, 잠자리 목의 경우도 배치레잠자리 1종이 복원 수역에서만 출현하고 있어 복원의 효과를 파악하는 큰 잣대가 될 수 있음.
- 반면에 복개수역의 경우 유기성오염지역에서 출현하는 파리 목의 나방파리류 1종만이 출현하였음. 또한 바닥이 시멘트 구조물로 되어 있어 실지렁이들과 같이 강한 유기오염하수역에서 출현하는 종마저도 채집되지 않았음.
- 1종만 출현한 복개수역의 다양성지수는 0으로 나타나서 다양성이 전혀 없는 것으로 평가되고 있으며, 복원구간은 다양성지수가 1.14로 나타나서 다양성이 비교적 높은 것으로 평가할 수 있음. 또한 종 풍부도 지수도 복원구간이 0.9로 나타나서 복개구간의 0보다 훨씬 개선된 것으로 조사되고 있음. 이러한 평가는 복개하천을 복원함으로써 수생태계는 양호한 상태로 개선되었음을 나타낸다고 할 수 있음.
- 이번 조사에서는 복원 후 기간이 얼마 지나지 않아 고등동물이 출현하지 않았지만, 성북천 대부분 구간이 자연형 하천으로 조성되고 수생태계가 안정화 되면 곤충뿐만 아니라 도롱뇽, 개구리, 어류, 새 등 보다 고등한 동물이 출현하게 될 것이라 예상할 수 있음. 앞으로 지속적인 모니터링을 통해 성북천의 동·식물에 조사와 평가기준 마련이 필요할 것임.

2. 치수적 안전도와 경관적 측면의 복원효과

1) 치수적 안전도

- 복원 전후의 하천단면 변화를 보면 복원으로 인하여 우수소통에 지장이 되는 구조물을 철거하고 좌안의 하폭을 확대하여 통수단면이 개선되었으나, 복원 후 호안 및 고수부지 계획 등에 따라 통수단면적이 감소하였음. 이에 따라 홍수위 및 유속이 증가하는 것으로 나타남.

- 그러나 제방의 치수안전도 평가 결과, 통수단면적 감소로 인하여 복원 후에 홍수위는 증가하지만 복원공사에 의하여 하천의 제방고가 다소 증가하였기 때문에 제방의 치수안전도는 모든 지점에서 A등급으로 나타나서 치수 안전성에는 문제가 없는 것으로 평가됨.

2) 경관적 측면

- 복개하천의 복원에 있어 시민들이 가장 효과를 실감하는 사항이 경관적 측면임. 도로나 건물로 덮여 있던 하천이 복원되어 하천수가 흐르고 있는 경관을 보면 시야가 트이며, 초록빛으로 조성된 하천에서 위안을 얻을 수 있음.
- 성북천의 복원 경우도 경관적으로 크게 향상된 면을 보이고 있음. 과거 복개하천 위에 OB 상가가 위치해 있고 노후화되고 관리되지 않아 낙후된 지역 이미지를 만들던 때와 달리, 복원 후에는 자연형 하천으로 조성되어 시야가 확 트이고 주변 지역 이미지가 새롭게 개선되었음.

3. 경제적 측면의 복원효과

1) 성북천 복원가치 추정 방법

- 성북천 복원의 경제적 가치 추정은 크게 두가지 방법을 사용하였음.
- 첫 번째로 생태계 가치 평가 사례 연구와 청계천 복원의 가치 추정 연구를 이용하여 성북천 유역의 면적, 가구수, 인구 등에 기초해 성북천 복원 가치를 추정하고 비교해 보았음. 즉 성북천 복원이 인접구의 주민에게도 편익을 미친다는 가정 아래, 기존 여러 사례연구가 제시한 생태계(공원)의 가치 추정치를 성북구 및 인접 8개구의 인구와 가구수에 대입하여 성북천 복원의 가치를 추정함. 그리고 청계천의 유역면적과 성북천의 유역면적의 비율인 0.145를 청계천 복원가치의 가구당 추정치에 곱하여 성북천의 가구당 복원가치를 추정한 후 인근 8개구 가구수에 적용하였음.
- 두 번째로 성북천 복원에 직접적인 영향을 받는 동소문동 및 돈암동의 공시지가와 아파트 가격 변동을 통해 간접적인 성북천 복원의 가치를 추정하였음.

2) 환경의 가치 평가 연구를 이용한 성북천의 복원 가치 추정

- 서울특별시·서울시정개발연구원(2003)은 청계천 복원 사업의 사회적 편익

중 환경개선편익에 대하여 매년 가구당 103,309.05원을 지불할 의사가 있는 것으로 추정하였음. 복원되는 청계천 구간 길이는 5.9km인데 복원 후의 성북천의 길이는 약 5.1km이며, 청계천의 경우 저수로의 바닥폭이 6.3~26.3m 인 반면 성북천의 둔치폭은 3.0~5.0m로 매우 좁은 편임. 청계천의 유역면적은 50.96km²이고, 성북천의 유역면적은 7.41km²임.

- 서울특별시·서울시정개발연구원(2003)의 가구당 추정값을 그대로 사용하여 2002년도 성북구 가구수인 110,753가구에 적용하는 경우 연간 가치는 114억 원으로 추정되며, 2002년도 중구, 종로구, 성동구, 동대문구, 강북구, 노원구, 중랑구, 도봉구 등 인접 8개구의 748,670가구를 대상으로 하여 환산하는 경우 약 773억 원으로 추정됨. 하천의 유역면적 비율에 의거하여 가구당 성북천 복원 편익을 가구당 청계천 복원편익의 0.145로 가정하고, 2002년도 성북구 가구수에 적용하는 경우 연간 가치는 16.6억 원으로 추정되며, 인접 8개구를 대상으로 하여 환산하는 경우 약 112.1억 원으로 추정됨.

<표> 청계천 복원 효과로 추정된 성북천 복원의 연간 효과 (단위: 백만원)

구분	청계천 추정치 사용	성북천 유역면적으로 환산한 청계천 추정치 사용*
성북구	11,442	1,659
인접8개구	77,344	11,215

* 청계천 가구당 추정치에 청계천과 성북천의 유역면적 비율인 0.145를 곱함.

- 성북천 복원 사업비가 총 182억 3천만원이고 성북천 복원 후 유지관리비가 연간 1억원 소요되며 성북구 인접 8개구 가구의 1/2에 편익이 미치는 것으로 가정하여, 할인율을 5%~11%로 각각 설정하고 기간을 25년으로 잡아 민감도 분석을 한 결과, 성북천 복원편익의 순 현재가치는 약 282억 원에서 약 594억 원으로 추정됨.

<표> 성북천 복원의 순현재가치(NPV)

(단위: 백만원)

할인율	인접 8개구	인접 8개구 1/2	인접 8개구 1/4
5%	138,424	59,392	198,77
6%	123,857	52,174	16,333
7%	111,300	45,952	13,278
8%	100,420	40,561	10,632
9%	90,948	35,868	8,328
10%	82,661	31,762	6,312
11%	75,378	28,153	4,540

- 동일한 가정 아래, 성북천 복원 사업의 비용과 편익을 현재가치로 할인한 후 비용편익비율(B/C ratio)을 구하면, 비용편익비율은 2.54에서 4.26으로 추정됨. 인접 8개구 전체 가구의 1/4에만 편익을 미치는 것으로 가정한 경우에도 비용편익비율이 1.25에서 2.09 사이로 추정됨.

<표> 성북천 복원의 비용편익비율(B/C ratio)

할인율	인접 8개구	인접 8개구 1/2	인접 8개구 1/4
5%	8.59	4.26	2.09
6%	7.79	3.86	1.90
7%	7.11	3.52	1.73
8%	6.51	3.22	1.58
9%	5.99	2.97	1.46
10%	5.53	2.74	1.35
11%	5.13	2.54	1.25

3) 공시지가 및 아파트 가격 변화에 기초한 성북천 복원 가치 추정

- 성북천 인근 6개 동의 주택 가운데 아파트(4,644~4,900호) 가격이 평균 3,720,000원~3,925,000원씩 높아진다면 아파트 가격 상승이 총공사비인 182억 3천만원을 넘을 것으로 볼 수 있음. 또한, 성북천 양안 0.5km 내에 위치한 아파트(4,638호) 가격이 평균 3,930,000원씩 높아지면 총공사비보다 커질 것으로 예상됨.

- 실제로 성북구의 2002년부터 2004년까지 공시지가 변동률은 여타 다른 구에 비해 높은 편이었으며, 성북천 복원 시범구간의 공사가 착공된 2002년 5월부터 공사가 완공된 시점까지 동소문동 아파트 사례에서는 약 6,500만원, 2,000만원, 5,500만원의 가격 인상이 있어 성북구 내 다른 동에 비해 약 1,000만원에서 4,500만원의 추가적인 인상이 일어난 것을 알 수 있음.
- 따라서 주변지역의 주택 값 상승은 총공사비 182억 3천만원을 훨씬 상회할 것으로 볼 수 있으며, 인근 상가의 용적률 및 가격 상승을 포함하면 총공사비를 훨씬 상회할 것으로 추정됨.

IV. 정책 건의

1. 복원사업의 결정과정에 경관 및 수생태계 측면을 반영

- 복개하천의 복원사업을 시행 여부를 결정하기 위해서는 대체 부지나 대체도로 확보와 이를 위한 예산반영 등이 이루어져야 하고 지역 주민들의 찬성이 전제되어야 함. 지역 주민들의 공감대를 형성하기 위해 비용편익 계산뿐만 아니라 경관과 수생태계적 효과를 활용하는 것이 필요함.
- 성북천 복원 시범사업의 효과에서 보듯이 복개하천 복원사업의 효과는 수질개선과 식생, 저서생물 종의 증가현상 등의 효과가 있으며, 경관적 효과는 상가건물의 철거로 인해 가시적으로 나타나고 있음. 계량적 측면으로 효과를 측정하기 어려운 수생태계의 복원과 주민 정서에 미치는 영향을 반영할 필요가 있음.

2. 경관 및 수생태계 지표 개발

- 복개하천의 효과 평가를 위한 수생태적 지표를 개발할 필요가 있음. 특히 수질개선 효과와 생태적 효과를 등급화하거나 주변지역의 열환경을 완화하는 효과 등을 지표로 개발할 필요가 있을 것임. 이를 위해 국내 복원사업의 효과에 대한 많은 연구가 이루어져야 하고, 국외의 자료도 참고할 필요가 있음. 복원하고자 하는 하천유역의 고유 특성을 살리는 평가지표 개발에 대한 연구도 필요함.

3. 복원된 하천의 지속적인 모니터링과 관리

- 복원하천은 지역 주민들의 수변여가 공간으로 활용될 수 있을 것임. 이 경우 많은 주민들이 산책과 조깅을 하기 때문에 생태계 훼손을 막고 건강한 환경을 계속해서 제공할 수 있도록 하천의 유지관리가 지속적으로 이루어져야 할 것임. 특히 수생태계의 안정화 및 성숙화에 대한 모니터링을 지속적으로 실시하고 관리하여 수생태계의 건강도를 높이고 가치를 향상시킬 필요가 있음.
- 모니터링 자료를 인터넷이나 학습장 홍보물을 통해 공개하고, 복원하천을 학생과 주민들이 이용하는 생태학습장으로 활용하고, 복원 하천 관리에 주민들이 참여할 수 있도록 함으로써 복원하천 유지·관리에 대한 긍정적인 평가를 끌어낼 수 있을 것임.

4. 하천의 여러 기능을 고려한 복원 평가방법 정립

- 이 연구에서는 한편으로 수생태적, 경관적, 치수적 효과를 비용/편익으로 계량화하지 않고 평가해 보았으며, 다른 한편으로 환경가치나 주택 가격 상승 효과를 경제적 비용/편익으로 계량화하여 평가해 보았음. 수생태, 경관, 치수 효과는 주택 가격 상승이나 환경가치 추정치에 어느 정도 반영되었다고 가정할 수 있으나, 경제성 평가 시 정확하고 충분한 정보를 제공하기 위해서도 복원 하천의 여러 기능을 함께 고려하는 평가방법 정립이 필요할 것임.

5. 복개하천의 복원 및 관리를 위한 제도 개선

- 서울시에 산재해 있는 복개하천을 전반적으로 평가하여 복원에 필요한 사항을 추출하고, 이를 기반으로 중장기적으로 복원 가능한 하천에 대해 대략적인 계획을 수립한 후 해당하천에 대해서는 기본·실시설계를 연차적으로 실시해야 함. 이를 위해 서울시 차원의 「하천복원 지원을 위한 조례」를 제정할 필요가 있음.

목 차

제 I 장 서 론	1
제1절 연구 배경	3
제2절 연구 목적	4
제3절 연구 내용	4
1. 대상적 범위	4
2. 내용적 범위	4
제 II 장 성북천의 현황	7
제1절 성북천의 일반 현황	9
1. 하천 현황	9
2. 행정구역과 토지이용	10
3. 기상	11
4. 인구	12
5. 하도 특성	14
제2절 성북천의 복개 현황 및 복원 계획	15
1. 복개 현황	15
2. 복개하천의 환경 특성	18
3. 복원 계획 및 시범복원 현황	19
제3절 복개하천과 하천복원에 관한 제도적 규정	22
1. 복개하천에 관한 서울시 조례	22
2. 하천법	22
3. 자연형 하천 관리 지침들	24
제 III 장 수질·생태적 측면의 복원효과 평가	29
제1절 수질	31
1. 조사 개요	31
2. 조사 결과	33
3. 평가	40

제2절 식생	40
1. 조사 개요	40
2. 조사 결과	43
3. 평가	63
제3절 저서생물	64
1. 조사 개요	64
2. 조사 결과	68
3. 평가	79
제 IV 장 치수적 안전도와 경관적 측면의 복원효과 평가	81
제1절 치수적 안전도 측면	83
1. 성북천의 복개구간 및 교량 현황	83
2. 복원에 따른 치수효과 분석	84
3. 제방의 치수안전도 평가	89
4. 종합분석	90
제2절 경관적 측면	91
제 V 장 경제적 측면의 복원효과 평가	93
제1절 하천복원의 비용편익 분석 방법	95
1. 비용편익 분석의 개념	95
2. 비용과 편익의 측정 기법	97
3. 생태계가치 평가 선행 연구	100
4. 청계천 복원의 편익 추정 연구	103
제2절 성북천 복원의 가치 추정	104
1. 성북천 복원의 편익 추정 방법	104
2. 환경의 가치 평가 연구에 기초한 복원 편익 추정	105
3. 주택 가격 변화에 기초한 복원 편익 추정	108
제 VI 장 결론 및 정책건의	111
제1절 연구 결과 요약	113
1. 수질·생태적 측면의 복원효과 평가	113
2. 치수적 안전도와 경관적 측면의 복원효과 평가	115

3. 경제적 측면의 복원효과 평가	117
제2절 정책건의	120
1. 복원사업의 결정과정에 경관 및 수생태계 측면을 반영	120
2. 경관 및 수생태계 지표 개발	121
3. 복원도니 하천의 지속적인 모니터링과 관리	121
4. 하천의 여러 기능을 고려한 복원 평가방법 정립	121
5. 복개하천의 복원 및 관리를 위한 제도 개선	121
□ 참 고 문 헌	123
□ 부 록	129

표 목 차

<표 2-1> 성북천 수계 현황	9
<표 2-2> 토지이용현황	10
<표 2-3> 기상관측소 현황	11
<표 2-4> 성북천 유역의 기상현황	12
<표 2-5> 서울기상관측소 월평균 강우량	12
<표 2-6> 성북구 동별 인구	13
<표 2-7> 성북천 유역의 인구	14
<표 2-8> 성북천 유역의 평균고도 및 평균경사	14
<표 2-9> 주요구간별 하도특성	15
<표 2-10> 성북천 복개 및 이용유형	15
<표 2-11> 복개하천의 환경특성	19
<표 2-12> 성북천 복원 계획 및 현황	20
<표 2-13> 성북천 시범복원 계획 및 현황	21
<표 2-14> 도시 관류 하천의 특성과 자연형 하천 정화사업 방향	26
<표 3-1> 성북천의 1차 조사시 지점별 수질 현황	36
<표 3-2> 성북천의 2차 조사시 지점별 수질 현황	37
<표 3-3> 생활형 분류에 따른 정의	42
<표 3-4> 총 출현종의 생활형과 귀화여부에 따른 식물의 비율	44
<표 3-5> 성장형에 따른 식물의 비율	44
<표 3-6> 성북천의 식물목록	46
<표 3-7> 성북천 조사지점 A-1에서 환경	50
<표 3-8> 성북천 조사지점 A-1에서의 식물 피도변화와 횡단모식도	51
<표 3-9> 성북천 조사지점 A-2에서 환경	52
<표 3-10> 성북천 조사지점 A-2에서의 식물 피도변화와 횡단모식도	53
<표 3-11> 성북천 조사지점 A-3에서 환경	54
<표 3-12> 성북천 조사지점 A-3에서의 식물 피도변화와 횡단모식도	55
<표 3-13> 성북천 조사지점 A-4에서 환경	56
<표 3-14> 성북천 B와 C 지점 부근의 복개구간	57
<표 3-15> 성북천 조사지점 B에서 환경	58

<표 3-16> 성북천 조사지점 B에서의 식물 피도변화와 횡단모식도	59
<표 3-17> 성북천 조사지점 C에서 환경	60
<표 3-18> 성북천 조사지점 C에서의 식물 피도변화와 횡단모식도	61
<표 3-19> 성북천에서 식물의 종다양도지수	62
<표 3-20> 조사지점의 개황	66
<표 3-21> 성북천의 저서동물상	69
<표 3-22> 성북천 저서동물의 지점별 출현종수 및 개체수	71
<표 3-23> 성북천 저서동물의 지점별 출현종수 및 개체수	72
<표 3-24> 성북천 저서동물의 전조사기간 출현종수 및 개체밀도	73
<표 3-25> 성북천 저서동물의 지점별 우점종 및 우점도지수	77
<표 3-26> 성북천 저서동물의 지점별 생태지수	78
<표 4-1> 성북천 복원 전·후의 단면 변화	85
<표 4-2> 복원 전·후 최심하상고 변화	86
<표 4-3> 복개 전·후 홍수위 변화	87
<표 4-4> 복원 전·후 유속변화	88
<표 4-5> 제방 치수안전도 평가 기준	89
<표 4-6> 복원 전·후 제방 치수안전도 평가 결과	90
<표 5-1> 기존의 환경가치 평가 연구 정리	102
<표 5-2> 청계천 복원 효과로 추정된 성북천 복원의 연간 효과	106
<표 5-3> 성북천 복원의 순현재가치(NPV) 분석	107
<표 5-4> 성북천 복원의 비용편익비율(B/C ratio) 분석	107
<표 5-5> 6개 동의 단독, 아파트, 연립, 다세대, 다가구의 호수 추정	108
<표 5-6> 성북천 양안 0.5km, 1.0km내에 위치한 단독, 아파트, 연립의 호수 추정	109

그 립 목 차

<그림 1-1> 연구수행 모식도	6
<그림 2-1> 성북천과 주변지역 현황도	10
<그림 2-2> 복개되어 성북상가아파트로 이용	16
<그림 2-3> 복개되어 시장·주차장으로 이용	16
<그림 2-4> 복개되어 주차장으로 이용	16
<그림 2-5> 복개되어 창고로 이용	16
<그림 2-6> 성북천 하천 현황도	17
<그림 2-7> 복개하천 내부	18
<그림 2-8> 하상의 퇴적오니	18
<그림 2-9> OB상가 철거 전 위에서 본 모습	21
<그림 2-10> OB상가 철거 전 모습	21
<그림 3-1> 성북천의 수질 조사지점	32
<그림 3-2> 성북천의 지점별 용존산소 변동	38
<그림 3-3> 성북천의 지점별 생물학적산소요구량 변동	38
<그림 3-4> 성북천의 지점별 총질소 변동	39
<그림 3-5> 성북천의 지점별 총인 변동	39
<그림 3-6> 성북천에 출현한 주요 식물	45
<그림 3-7> 성북천의 저서동물 조사 지점	65
<그림 3-8> 성북천 저서동물의 주요 분류군별 종조성비	70
<그림 3-9> 성북천 저서동물의 주요 서식지별 출현종수	76
<그림 3-10> 성북천 저서동물의 주요 서식지별 개체밀도	76
<그림 4-1> 성북천 유역 복개구간 및 교량 현황도	84
<그림 4-2> 복원 전·후 최심하상고 변화	86
<그림 4-3> 복원 전·후 홍수위 변화	88
<그림 4-4> 복원 전·후 유속 변화	89
<그림 4-5> 성북천 시범복원 전·후 모습	92

第 I 章 서 론

제 1 절 연구 배경

제 2 절 연구 목적

제 3 절 연구 내용

제 1 장 서 론

제 1 절 연구 배경

많은 도시하천이 인구가 집중하고, 불가피하게 개발되면서 복개되어 도로나 건물부지로 사용되었다. 이로 인해 하천관리가 소홀해지고, 하수가 배출되면서 수질은 악화되고, 냄새가 나며, 하천생태계에 악영향을 미치게 되었다. 또한 주민들의 휴식공간도 상실하게 되었다.

이러한 복개하천은 생활의 질이 향상되고, 복원을 요구하는 여론이 높아지면서 하천공원으로 복원되기 시작하였다. 청계천 복원이 이러한 하천복원의 여론을 형성시키는데 중요한 계기로 작용하였고, 복원정책의 출발점이었다.

기존의 일반하천을 자연형하천으로 복원하려는 사업은 전국 곳곳에서 진행되고 있는데, 양재천과 학의천 등이 그 대표적인 사업이다. 현재 하천공원의 확보와 생태계의 다양성 확보 측면에서 주민들에게 좋은 평가를 받고 있다.

이러한 하천복원사업은 비교적 적은 비용으로 자연형 하천으로 복원이 가능하지만, 복개된 하천의 경우에는 여러 부분을 고려하여야 하기 때문에 쉽게 복원사업을 실시하기가 어려운 경우가 많다. 예를 들어 복원 후 대체부지나 도로 확보 문제, 높은 사업비용의 확보 문제, 또한 복원사업의 효과 문제 등이 고려되어야 하기 때문에 사업의 착수가 어려운 실정이다.

일반하천 복원의 대표적인 사업인 양재천도 수질, 생태, 치수, 경관, 비용투자분석 등이 이루어지지 않았다. 특히 하천복원이 이루어진 후 수질과 생태계의 개선은 크게 향상되고 있으나 이에 대한 평가가 이루어지지 않았다. 이러한 수질과 생태계의 개선은 비용분석으로 환산할 수 없는 측면도 있지만 이에 대한 관심이 적어 이루어지지 않은 것으로 판단된다. 또한 복개하천은 하천의 수질과 생태계가 크게 악화된 상태에서 복원이 되므로 이에 대한 평가가 중요하게 다루어져야 할 것이다. 이 연구에서도 비용측면으로 환산하기 어려운 건강한 수생태계의 확보 측면의 개선정도와 비용측면으로 환산이 가능한 경제적 측면으로 나누어서 복원 효과를 분석하였다.

하천부지 위에 상가건물이 들어선 성북천의 경우에는 대체하여야 할 도로 확보의 필요가 없고, 건물지상권 존속기간이 만료되었으며, 상가건물이 노후화되어 안전진단

D등급(위험건물)의 판정을 받아 주민의 이주가 불가피하여 비교적 쉽게 복원이 결정된 경우이다.

제 2 절 연구 목적

청계천 복원사업이 시작된 후 많은 복개하천의 복원사업이 구상되고 있으나 일반 자연형 하천 조성사업과 달리 대체 부지나 도로 확보문제 등으로 사업의 진척을 보이지 못하고 있다. 하지만 최근 들어 삶의 질에 대한 관심이 높아지면서 하천복원을 요구하는 시민여론이 높아지고 있다. 도시의 정책입안자들도 부족한 공원녹지를 복개하천의 복원에서 찾으려 하고 있으며, 하천을 복원하여 산책과 조깅 공간, 생태학습장으로 활용하려 하고 있다.

이 연구에서는 성북천 복원사업 결과 나타나는 수질적 효과, 생태적 효과, 치수적 효과, 경관적 효과, 경제적 효과 등을 평가함으로써 복개하천 복원의 필요성과 타당성을 제시하는데 있다.

제 3 절 연구 내용

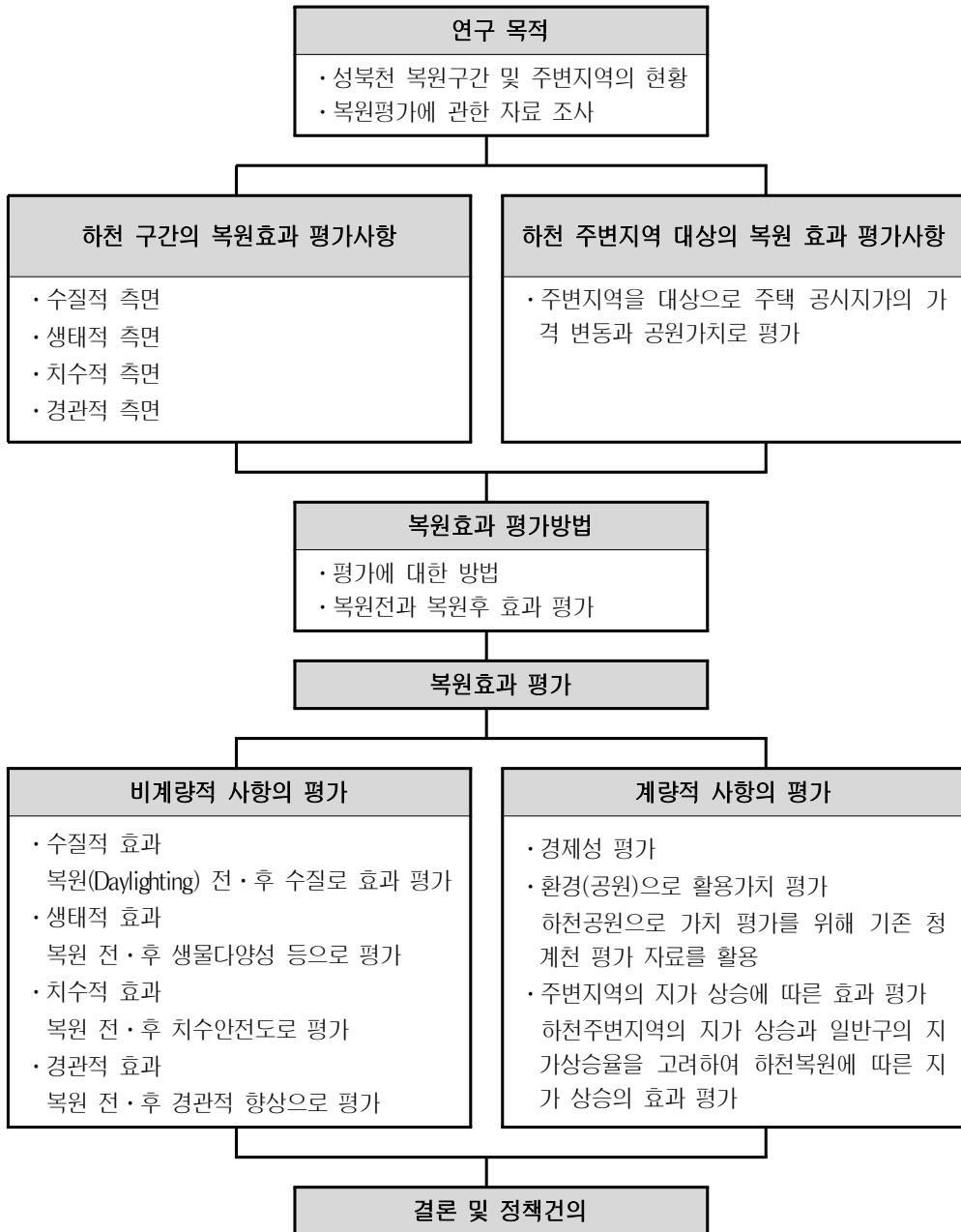
1. 대상적 범위

이 연구는 성북천의 복원 구간과 복원 예정구간을 대상으로 하여, 비용측면으로 환산하기 어려운 건강한 수생태계의 확보 측면과 비용/편익으로 환산이 가능한 경제적 측면으로 나누어서 복원 효과를 분석하고자 한다. 수질, 생태, 치수, 경관적 측면은 자연형 하천 시범복원 구간(134m)을 위주로, 복원 전과 복원 후의 개선사항 등을 복개구간 및 일반하천구간과 비교 평가하였다. 하천복원에 따른 주변 지역의 지가 상승 등의 경제성 평가는 현재 복원 예정인 하천구간(4km)과 주변지역을 포함하여, 복원하천의 환경가치와 복원 전후 주택 가격 변동을 평가하였다.

2. 내용적 범위

수질·생태적 측면의 효과 평가를 위해 성북천 지점별로 수질(하천유량, 용존산소, BOD, 대장균수, 총인, 총질소 등), 식생(식물 종수, 크기, 종다양성 등)과 저서생물(출

현중수, 종다양성 등)을 조사하였다. 치수적 측면의 효과 평가는 통수단면, 홍수위, 유속과 치수안전도 평가 자료를 이용하였고, 경관적 측면의 효과 평가는 시범구간 복원 전후의 사진 자료를 이용하였다. 경제적 측면의 효과 평가를 위해 환경가치평가와 비용편익분석에 대한 이론을 검토하고 두 가지 방식으로 경제성을 평가해 보았다. 먼저, 선행 생태계 가치평가 사례연구와 청계천 복원 편익 추정을 이용하여 성북천 유역의 면적, 인구, 가구에 적용하였다. 다음으로 성북천 인근 지역의 주택가격 변동자료를 분석을 통해 복원의 경제적 효과를 평가하였다. 연구 수행 모식도는 다음과 같다(<그림 1-1> 참조).



<그림 1-1> 연구수행 모식도

第Ⅱ章 성북천의 현황

제 1 절 성북천의 일반 현황

제 2 절 성북천의 복개 현황과 복원 계획

제 3 절 복개하천과 하천복원에 관한 제도적 규정

제 II 장 성북천의 현황

제 1 절 성북천의 일반 현황

1. 하천 현황

성북천은 청계천의 제1지류, 한강의 제3지류에 해당하는 하천으로, 북악 동쪽 기슭에서 발원하여 남쪽으로 흘러 서울성곽을 따라 내려오다가 신설동 동광교회 옆에서 청계천과 합류하여 중랑천으로 흘러 들어간다(<그림 2-1> 참조).

성북구 성북동 13-245번지를 기점에서 청계천과 합류하는 지점까지 하천연장 5,200m, 유로연장 5,450m, 하천면적 130,000m², 유역면적 7.41km², 하상경사 1/288~1/35 정도인 하천이다(<표 2-1> 참조).

하천양안은 주택 및 시가지로 밀집되어 있으며, 하구로부터 약 2.3km의 하천 구간은 좌, 우안이 석축으로 호안이 개수가 되어 있어 하천 내 접근이 어려운 실정이다. 하상에는 저수로 정비가 이루어져 고수부지가 형성되어 있지만 단면이 콘크리트화 되어 유수의 소통기능을 담당하고 있다.

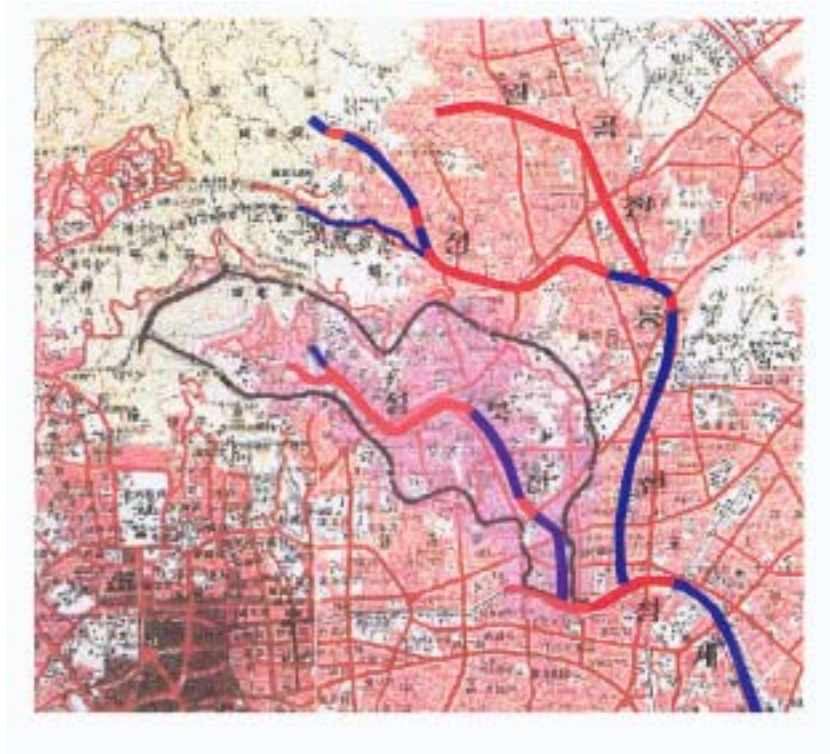
성북구청을 기점으로 상류부는 복개되어 복합상가 및 도로로 이용되고 있으며, 복개내부는 채광이 되지 않아 생태계는 소멸된 상태이다. 하천양안으로 합류식 하수관거가 설치되어 있다.

<표 2-1> 성북천 수계 현황

하천	위치							유로 면적 (km ²)	유로 연장 (km)	하천 연장 (km)	유역 평균폭 A/L(km)	형상 계수 AL ²	하천 밀도 (ΣL/A)
	기점			종점									
	시	구	동	시	구	동	합류점						
성북천	서울	성북	성북	서울	동대문	신설	청계천	7.41 (7.26)	5.45 (5.20)	5.20 (5.20)	1.36	0.25	0.74

※ 주 : ()내의 내용은 “2001.12.31 기준 한국하천일람-건설교통부”의 내용임

자 료 : 서울시(2002), 하천정비 기본계획(성북천, 정릉천, 월곡천, 방학천)



<그림 2-1> 성북천과 주변지역 현황도

2. 행정구역과 토지이용

성북천은 성북구와 동대문구에 걸쳐 흐르고 있으며, 총 유역면적 7.41km² 중 성북구에 6.78km²(91.5%), 동대문구에 0.63km²(8.5%)가 속해 있다.

성북천의 유역면적 중 주거지가 70.18%에 해당하는 5.20km²으로 유역 대부분을 차지하며, 임야는 1.42km²을 차지하고 있다(<표 2-2> 참조).

<표 2-2> 토지이용현황

(단위: 면적-km², 비율-%)

	계	주거지		아파트		운동장		상업지		임야	
		면적	비율	면적	비율	면적	비율	면적	비율	면적	비율
성북천	7.41	5.20	70.18	0.04	0.54	0.22	2.97	0.53	7.15	1.42	19.16

3. 기상

성북천 유역은 서울관측소에 인접하여 있으며, 기상관측소 현황은 <표 2-3>과 같다. 이 서울관측소에서 측정한 기상자료는 <표 2-4>와 같다.

<표 2-3> 기상관측소 현황

관측소	수계명	관측종별	위치			해발고 (E.L.m)	관측 개시일	비고
			지명	경도	위도			
서울	한강	자기	서울시 종로구 송월동 1번지	126°58′	37°34′	85.5	1907.7.7	기상청

연평균기온은 12.2℃이고, 최고기온은 38.4℃('94. 7. 24), 최저기온은 -19.2℃('86. 1. 5)로 나타났으며, 평균기온은 8월이 25.4℃로 가장 높고 1월이 -2.6℃로 가장 낮게 나타났다.

천기일수를 보면 연평균 강수일수(≥ 0.1 mm)는 107일, 강설일수는 24일, 맑은 일수는 97일, 흐린 일수는 108일, 결빙일수는 112일로서 대륙성 기후의 영향을 받고 있다(<표 2-4> 참조).

서울기상관측소에서 관측된 최근 30년간(1972년~2001년)의 연평균 강수량은 1,345.1mm이고 강수량은 가장 많은 달은 8월로 349.0mm이며, 가장 적은 달은 1월로 22.2mm이다. 6월~9월 사이의 강수량이 950.5mm로 전체 강수량의 72% 정도가 대체로 여름철에 집중되고 있다.<표 2-5> 참조).

<표 2-4> 성북천 유역의 기상현황

구분 월별	기 온 (℃)			평균 상대습도 (%)	24 시간 평균풍속 (m/s)	증발량 (mm)	천기일수 (일)				비고
	평균	최고	최저				강수	맑음	흐림	결빙	
1	-2.6	13.4	-19.2	62	2.8	37.5	7	12	6	29	
2	-0.3	17.4	-16.8	61	3.2	46.0	6	11	6	25	
3	5.3	22.0	-11.5	61	3.3	82.8	7	9	8	16	
4	12.2	29.4	-4.3	59	3.1	120.5	8	9	8	2	
5	17.4	32.2	1.8	64	2.9	143.1	9	8	9		
6	21.9	35.0	8.8	71	2.5	137.3	10	4	12		
7	24.9	38.4	12.9	79	2.5	115.2	15	2	18		
8	25.4	37.0	15.7	77	2.3	123.0	14	3	14		
9	20.9	32.8	6.3	71	2.2	109.3	9	7	9		
10	14.5	29.2	-2.0	66	2.3	88.4	7	11	6	2	
11	6.9	23.5	-11.1	64	2.5	54.0	9	10	6	13	
12	0.5	14.8	-18.5	63	2.6	39.5	7	11	6	25	
전년	12.2	38.4	-19.2	67	2.8	1096.6	107	97	108	112	

자 료 : 서울기상대 (1972~2001년)

<표 2-5> 서울기상관측소 월평균 강우량

(단위 : mm)

관측소	월별 평균 강우량 (mm)												년평균 강우량	비고
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월		
서 울	22.2	24.3	45.0	75.7	98.7	134.0	333.5	349.0	134.0	51.1	52.8	24.9	1345.1	

자 료 : 서울기상대 (1972~2001년)

4. 인구

성북구 전체 인구는 <표 2-6>과 같이 446,968명이고, 이 중 남자는 224,099명, 여자는 222,869명이다. 동별 인구는 <표 2-6>과 같다.

<표 2-6> 성북구 동별 인구 (2002년)

	세 대	인 구		
		합 계	남	여
서울특별시	3,623,929	10,280,523	5,144,833	5,135,690
성북구	159,810	446,968	224,099	222,869
성북1동	2,841	7,995	3,940	4,055
성북2동	3,110	9,021	4,464	4,557
동소문동	4,222	12,063	5,876	6,187
삼선1동	4,691	12,242	6,059	6,183
삼선2동	5,892	15,734	7,787	7,947
동선1동	3,268	7,373	3,435	3,938
동선2동	3,095	8,204	4,029	4,175
돈암1동	6,142	18,235	8,989	9,246
돈암2동	3,986	12,268	6,030	6,238
안암동	7,306	17,472	8,955	8,517
보문동	6,469	17,117	8,599	8,518
정릉1동	7,407	22,132	10,815	11,317
정릉2동	6,494	18,499	9,313	9,186
정릉3동	7,319	20,315	10,269	10,046
정릉4동	6,601	18,589	9,304	9,285
길음1동	3,638	9,628	4,805	4,823
길음2동	2,405	6,878	3,525	3,353
길음3동	6,974	19,418	9,615	9,803
종암1동	5,527	15,489	7,826	7,663
종암2동	7,330	20,858	10,569	10,289
월곡1동	6,056	16,675	8,435	8,240
월곡2동	3,521	9,758	4,988	4,770
월곡3동	1,480	3,626	1,921	1,705
월곡4동	433	1,199	636	563
상월곡동	3,670	11,236	5,607	5,629
장위1동	9,410	27,931	13,997	13,934
장위2동	8,330	24,408	12,370	12,038
장위3동	6,769	18,796	9,670	9,126
석관1동	10,503	30,435	15,492	14,943
석관2동	4,921	13,374	6,779	6,595

자 료 : 서울특별시(2003), 『서울통계연보』

도시하천의 특성상 하천유역에 사는 인구를 구분하여 산정하는 것은 중요하지 않다. 교통이 발달하여 하천유역에서 벗어나 살아도 생활권으로 포함되는 경우가 많기 때문이다. 여기서 유역 내 인구를 면적을 제시하는 것은 5장의 경제성 분석에서 청계천 유역과 비교하여 환경가치를 평가하기 위해서이다.

성북천 유역에 사는 인구는 2002년에 성북구의 119,489명, 동대문구의 8,898명으로 총 128,387명이 살고 있는 것으로 조사되었다(<표 2-7> 참조).

<표 2-7> 성북천 유역의 인구

하천	행정구역	면적 (km ²)	인구(인)		
			남	여	계
성북천	성북구	6.78	59,174	60,315	119,489
	동대문구	0.63	4,606	4,292	8,898
	계	7.41	63,780	64,607	128,387

자 료 : 『주민등록 인구통계-2002』, 서울특별시 참조

5. 하도 특성

성북천 주요 지점에서의 평균고도와 평균경사는 <표 2-8>과 같고, 주요구간의 하도특성은 <표 2-9>와 같다.

<표 2-8> 성북천 유역의 평균고도 및 평균경사

지 점	평균고도 (m)	평균경사 (%)
성북천 하구	98.67	19.3
안암2교 지점	107.39	19.4
성암교회 앞 교량	112.35	20.6
삼선교역 지점	139.62	24.0
성북초등학교 앞	150.00	28.9

<표 2-9> 주요구간별 하도특성

구간	거리 (m)	하폭 (m)	높이 (m)	하상경사 (i)
성북천 하구 ~ 안암2교 지점	1,099.5	32~20	3.82	1/260
안암2교 지점 ~ 성암교회 앞 교량	1,194.0	32~24	6.07	1/197
성암교회 앞 교량 ~ 삼선교역 지점	1,372.9	24~14	13.28	1/103
삼선교역 지점 ~ 성북초등학교 앞	793.4	14~6	10.12	1/78
성북초등학교 앞 ~ 시점	739.3	5~2	21.02	1/37

제 2 절 성북천의 복개 현황과 복원 계획

1. 복개 현황

성북천 전 구간은 저수로의 경사진 면과 둔치 및 제방이 콘크리트와 자연석 및 흙으로 잘 정비되어 있으며, 청계천 합류지역에서 보문동 1가 성암교회까지 구간을 제외한 상류 지역은 모두 복개되어 도로와 주차장으로 이용되고 있다(<그림 2-2~5> 참조). 또한 현재 성북천의 주요구간의 현황은 <표 2-10>, <그림 2-6>과 같다.

<표 2-10> 성북천 복개 및 이용유형

구간	복개여부	폭(m)	길이(m)	이용유형	내용	관리기관
삼청동산2-1(삼청터널) ~227(명수초교)	미 복 개	3	650	하천	삼청터널 상부에서 시작됨	성북
삼청동227(명수초교) ~안암동1-1(안암1교)	복 개	20	2,550	도로	완전복개하여 성북동길로 이용	"
안암동1-1(안암1교) ~보문동사무소	미 복 개	25	650	하천	-	"
보문동사무소 ~대광초교	복 개	35	150	창고	성북구청 치수방재과에서 자재창고로 이용	"
대광초교 ~청계천합류점	미 복 개	25	1,080	하천	-	"



<그림 2-2> 복개되어 성북상가아파트로 이용



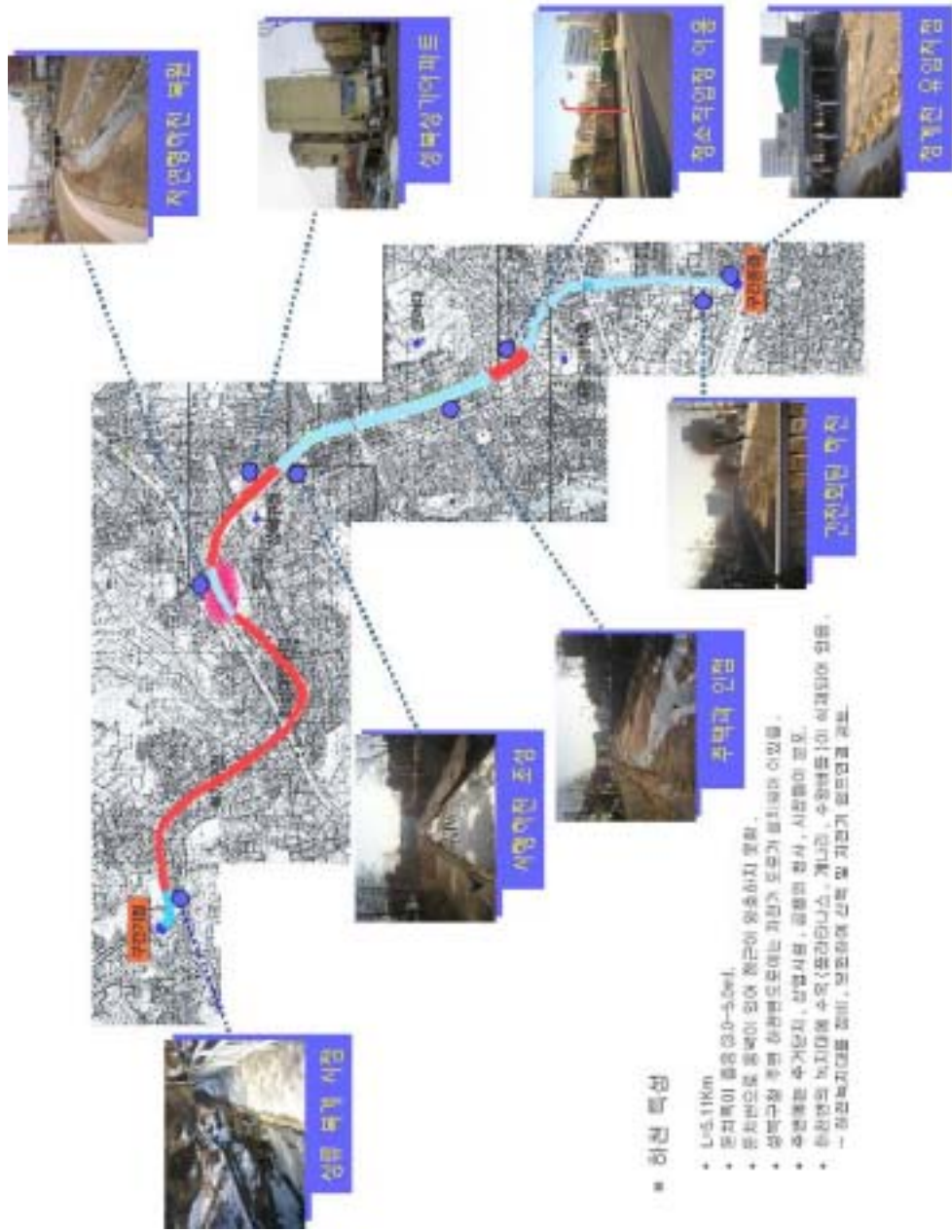
<그림 2-3> 복개되어 시장·주차장으로 이용



<그림 2-4> 복개되어 주차장으로 이용



<그림 2-5> 복개되어 창고로 이용



<그림 2-6> 성북천 하천 현황도

2. 복개하천의 환경 특성

하천을 복개하게 되면 식물이 광합성 하는데 필요한 빛 에너지 차단과 주변지역에서 생활하수 등의 유입으로 식생형성이 불가능하며 하천은 혐기성 상태로 전환된다. 이러한 환경 속에서는 실지렁이 등과 같은 오염에 대해 내성이 강한 생물만이 살아남게 되며, 이는 하천 생태계의 먹이 사슬에도 영향을 주어 결국 하천을 죽게 만든다. 또한 하천의 자연요소가 사라지고 식생 공간도 상실되어 생물서식공간이 심각하게 파괴된다. 하천 생태계의 파괴로 인해 하천은 자정능력을 상실하게 되어 하천의 기능을 더 이상 유지 못하게 된다. 복개하천의 자정능력을 초과하는 양의 오염물질은 혐기성 분해가 이루어지고, 메탄가스와 같은 유해가스를 배출하게 되어 하천을 각종 악취가 나는 더러운 곳으로 만들게 된다(<그림 2-7, 8> 참조). 복개하천의 환경특성을 요약하여 정리하면 <표 2-11>과 같다.



<그림 2-7> 복개하천 내부



<그림 2-8> 하상의 퇴적오니

<표 2-11> 복개하천의 환경특성

환경 특성	설 명
식생형성 불능과 생물서식공간 파괴	<ul style="list-style-type: none"> · 광합성에 필요한 공기와 빛 에너지를 차단하고 생활하수 등에 의한 오염으로 식물생장이 곤란 · 암거화에 따라 고수부지 등 자연요소가 사라지고, 식생 공간도 상실되어 생물서식공간이 심각하게 파괴됨
수질오염과 유량감소	<ul style="list-style-type: none"> · 생활하수가 복개하천을 통해 배제됨에 따라 오염 가중 · 복개구간 종점의 하천 차집으로 하천 본류의 유량감소 · 하천바닥이 시멘트 콘크리트 등으로 덮여 지하수가 스며 나오지 못함 · 복개구간이 도로로 이용되면서 주변지역의 시가화가 더욱 촉진되고 우수 유출률은 증가하는 반면 지하수 함양량 감소
악취발생	<ul style="list-style-type: none"> · 하천 자정능력을 초과하는 양의 오염물질 유입으로 악취발생 · 바닥에 퇴적된 오염물질의 혐기성 분해 등에 따른 악취발생
생태계 단절	<ul style="list-style-type: none"> · 생활하수 등에 의한 오염으로 생물서식공간 파괴 · 소하천과 실개천을 통한 생태네트워크 단절
기타	<ul style="list-style-type: none"> · 하천단면 축소로 수로에서 체류시간은 단축된 반면, 유속증가로 상류 지역의 우수배제 능력만 증가시켜 하류지역의 침투유량 증가

3. 복원 계획 및 시범복원 현황

1) 성북천의 복원 계획

성북구청은 한성대 입구부터 대광고교 앞까지 4km 구간을 자연형 하천으로 복원할 계획을 수립하여, 현재 진행 중에 있다. 이 가운데 복개되지 않은 구간이 1.65km, 철거해야 할 복개 구간은 2.35km이다. 총 사업비로는 182억원이 소요되는데, 여기에는 복개구간 위에 있는 건물의 철거비와 보상비는 포함되지 않는다.¹⁾ 복원 계획의 개요는 <표 2-12>와 같다.

1) 60, 70년대에 지어진 이 건물들은 하천복원이라는 측면보다는 안전관리 측면에서 건물 철거와 주민 이주가 불가피한 경우이기 때문이다.

<표 2-12> 성북천 복원 계획 및 현황

구 분	내 용	비 고
위 치	성북천 (한성대 입구역 ~ 대광고교앞)	
연 장	4km (복개 2.35km, 개거 1.65km)	철거계획 구간 2.35km (한성대입구역~성북경찰서)
총사업비	18,230백만원	공사비 17,400, 설계 및 감리비 830
시범사업	1,750백만원	기투자액 800백만원, 2003년 950백만원
추진현황 및 계획		연장 134m
2002년 5월	성북천 복원 시범구간 공사 착공	
2003년 6월	성북천 복원 시범구간 공사 완공	
2003년 1~ 12월	성북 C,D,E 동 상가 보상	
2004년	성북 C,D,E 동 상가 철거, 삼익, 삼선상가 보상	
2005년	삼익, 삼선상가 철거	
2004년~2005년	성북천 복원 기본 및 실시설계 용역 실시	
2006년	성북천 복원화 사업 착공	

2) 성북천의 시범복원 현황

현재 시범적으로 성북상가아파트지역의 134m에 대해 복원사업을 실시하였다. 60~70년대 하천을 복개하여 지어진 상가아파트의 지상권 존속기간이 만료됨에 따라 시민의 안전을 위해 자연형 하천으로 복원하는 사업이다. 성북상가아파트 OB 상가는 하천 복개지 위에 1969년도에 지어진 건물로 건물지상권 존속기간이 만료되었고, 노후화되어 1999년 안전진단 결과 D등급(위험건물)의 판정을 받아 안전을 위해 철거가 필요한 건물이었다. 사업비는 17억 5천만원이 소요되었다(<표 2-13>, <그림 2-9, 10> 참조). 현재 추진 중인 청계천 복원사업과 연계되면 긍정적인 효과를 가져올 것으로 예상된다.

<표 2-13> 성북천 시범복원 계획 및 현황

구 분	내 용	비 고
위 치	성북구 동소문동 3가 1 ~ 5가 118	연장 134m
상가아파트 규모	지상 4층, 연면적 4,438m ² (1,342평)	성북상가아파트 OB동1개동
입주현황	주택 78호, 점포 31호	
사 업 비	1,750백만원	
개 요	<p>성북천의 하천복개지 위에 1969년도에 지어진 건물로 건물지상권 존속기간이 만료되었음. 건물상태가 벽체 및 하부구조물 균열 등 노후 불량하여 보수보강에 의한 내구연한 연장이 불가능한 상태로 99년도 안전진단결과 D급 판정(위험건물)을 받았음. 성북천의 복개된 지역에는 이와 유사한 건물이 6개 동이 더 있으며, 앞으로 순차적으로 철거하여 하천기능을 회복토록 조치할 것임.</p>	



<그림 2-9> OB상가 철거 전 위에서 본 모습



<그림 2-10> OB상가 철거 전 모습

제 3 절 복개하천과 하천복원에 관한 제도적 규정

1. 복개하천에 관한 서울시 조례

‘서울특별시도로등주요시설물관리에관한조례’에서는 하천복개구조물을 “하천법에 의한 하천(육천, 청계천 포함)을 복개하여 도로, 주차장 등의 타 용도로 사용하는 일체의 구조물(기초, 기둥, 상판, 벽체 등)”로 정의하고 있다. 그리고 5장에서 하천복개구조물의 점용자 지정(제35조)을 다루고 있으며, 점용자로 하여금 안전점검(제36조), 시설물 순찰(제37조) 등 관리 의무를 부여하고, 하천 복개 공사를 시행할 경우 하천정비기본계획에 의해 시행해야 하며, 하천관리위원회의의 심의를 받도록 하고 있다(제38조).

2. 하천법

1) 하천법의 목적

하천법은 다음과 같은 목적으로 제정되었다.

“하수(河水)로 인한 피해를 예방하고 하천사용의 이익을 증진시키기 위하여 하천의 지정, 관리, 사용 및 보전과 비용에 관한 사항이므로 하천관리의 적정을 기하여 공공복리의 증진에 기여함을 목적으로 한다.”

2) 하천법에 따른 하천의 종류와 관리책임

지방2급 하천인 성북천은 하천법(제2조, 12조)에 따라 국가하천 또는 지방1급 하천에 유입하거나 이에서 분기되는 지류로서 시·도지사가 국가하천 또는 지방1급 하천에 준하여 관리하는 하천이다. 서울에는 총 36개소 238,936m의 하천이 있다. 기타 비 법정 하천은 규모가 작거나 경제적 중요도에서 다소 떨어지는 하천으로서 하천법이 아닌 소하천정비법 등에 의해 따로 관리된다.

3) 복개구간의 관리 규정

서울시에서 국가하천이나 지방 1, 2급 하천으로 분류된 하천이 복개되었을 경우 그 복개된 부분은 하천으로 관리되고 하천법을 따른다. 본 연구 대상인 성북천의 경우 지방2급 하천으로 관리되어 복개된 구간도 하천법에 따라 관리된다. 반면, 하천법으로 규정되지 않는 기타 하천을 복개한 부분은 통상 하수구로 관리되어 서울시 도로관리사업소에서 도로시설물로서 관리하곤 한다. 가령, 청계천 복원 사업구간인 총 5.76km의 복개구간 가운데 지방1급 하천으로 지정되어 있던 성북천 합류점에서 신답철교까지의 약 1.31km를 제외한 나머지 구간은 청계천 복원 사업 전에는 하천이 아닌 하수구로 관리되고 있었다.

4) 하천관리

하천을 관리하는 기관(관리청)은 하천의 정비에 관한 기본계획(이하, 하천정비기본계획)을 수립해야 하고, 하천정비기본계획을 수립하거나 변경하고자 할 때에는 미리 관계 행정기관의 장과 협의한 후 하천관리위원회의 심의를 거쳐야 하며, 수립·변경시 이를 고시해야 한다(하천법 제17조).

또한 하천법은 하천의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위하여 필요한 최소한의 유량(이하, 하천유지유량)을 정하여 유지하도록 하고 있다(하천법 제20조).

하천공사를 시행할 경우 하천공사의 시행에 관한 계획(이하, 하천정비시행계획)을 수립하여 고시하여야 한다(하천법 제27조).

그리고 하천법은 하천정비시행계획을 수립·고시하였을 경우 관리청이 관계 행정기관의 장과 협의한 사항에 대해서는 당해 인·허가 등을 받은 것으로 보며, 하천공사 실시계획 인가를 고시했을 경우도 관계 법률에 의한 고시 또는 공고를 한 것으로 간주한다²⁾(하천법 제32조). 하천법에 따라 하천사업을 일관성 있게 추진할 수 있게 함이

2) 관련 법률에는 공공시설 등의 입지에 관한 협의 또는 승인(국토이용관리법 제20조), 토지의 분할·형질변경 등의 허가, 도시계획의 결정, 도시계획사업 시행자의 지정, 도시계획사업 실시계획의 인가(도시계획법 제4조, 제12조, 제23조, 제25조), 도로관리청과의 협의 또는 승인, 도로구역의 결정, 도로관리청이 아닌 자에 대한 도로공사의 시행허가, 도로점용의 허가(도로법 제8조, 제25조, 제34조, 제40조), 골재채취허가(골재채취법 제22조), 건축위원회의 심의, 건축허가, 건축신고, 가설건축물의 건축허가(건축법 제4조, 제8조, 제9조, 제15조 1항), 지하수

목적이지만, 그만큼 하천사업이 많은 부문에 영향을 미침을 보여주는 것으로서 사전 검토나 협의가 충실히 이행되어야 함을 반증하는 것이기도 하다.

5) 하천에 관한 금지행위

1997년부터 서울시는 하천의 복개나 하천 제방 위의 도로 건설을 엄격히 제한하기로 했고, 하천복개는 물론 시민들의 하천 이용을 막는 제방 도로 건설도 제한하겠다고 밝힌 바 있다. 1998년 하천법이 개정되면서 하천환경 개선을 위한 하천관리로서 하천 정비기본계획으로 정한 것 외에는 하천의 복개행위가 금지되었다(하천법 제71조).

3. 자연형 하천 관리 지침들

환경부, 건설교통부, 행정자치부는 각기 하천을 자연친화적으로 관리하기 위한 지침을 내놓고 있다. 가령, 환경부의 ‘자연형 하천 정화사업 추진지침’, 건설교통부의 ‘자연친화적 하천관리 지침’, 행정자치부의 ‘자연형 하천정비기법’이 그것이다. 환경부와 건설기술연구원은 ‘하천복원 가이드라인’을 펴내기도 하였다. 이들 지침들은 대체로 하천이 지닌 여러 특성들(이·치수 기능, 수질정화·친수·생태 기능, 유역의 토지이용 등)에 대한 철저한 사전 조사와 평가를 토대로 종합계획을 세우고, 하천 특성에 가장 잘 맞는 방법을 사용하며, 전문가와 여러 이해당사자를 포함하여 꾸준한 모니터링과 사후관리 방안을 함께 마련할 것을 제안하고 있다. 이 지침들 가운데 환경부의 ‘자연형 하천 정화사업 추진지침’과 건설교통부의 ‘자연친화적 하천관리 지침’이 제안하는 내용을 간략히 살펴보도록 한다.

1) 환경부의 자연형 하천 정화사업 추진지침

환경부는 자연형 하천 정화사업 추진지침(오염하천정화사업)에서 그간 하천정비사업이 퇴적오니 준설이란 명목으로 골재채취가 성행하고, 체육시설, 공원, 주차장 등을

개발·이용의 허가(지하수법 제7조), 매립기본계획의 수립, 매립기본계획의 변경 또는 폐지, 매립면허, 실시계획의 인가, 협의 또는 승인(공유수면매립법 제4조, 제8조, 제9조, 제15조, 제38조), 점용·사용의 허가(공유수면매립법 제5조), 공공하수도공사시행의 허가와 공공하수도의 점용허가(하수도법 제13조, 제20조) 등이 있다.

설치하여 고수부지(둔치)를 위락공간화하고, 호안과 제방을 콘크리트로 타설, 하상을 인위적으로 정리하여 어류 서식처를 파괴하고, 저수로를 직강화 하는 등 하천 생태계에 대한 고려가 부족하여, 그 결과 대부분의 도심하천에서 생물의 서식환경이 파괴되고 수질이 오염되어 사람들이 접근하기 꺼려하는 자연성이 사라진 흉물스러운 하천으로 남게 되었다고 지적한다. 때문에 환경부는 앞으로 하천정화사업은 이·치수는 물론 하천이 가지는 수질정화기능, 친수기능, 생태적 공간기능 등 하천 본래의 기능을 살리는 방향으로 조성하여, 자연과 사람이 어우러지며 풍부한 수량의 깨끗한 물이 흐르는 자연스런 모습의 하천을 만들어 나가는 자연형 하천정화사업으로 추진되어야 한다고 밝히고 있다.

환경부는 10개년 단위로 자연형 하천정화사업 종합계획을 수립하도록 하고 있다. 계획수립 과정에서는 유역환경과 하천환경의 현황, 하천환경에 관련된 계획을 파악하고, 대상하천의 점·비점오염원의 산정과 하천수계에 미치는 영향을 조사·분석하고, 자연형 하천정화사업의 목표를 설정하고 수질, 수생동·식물 서식·분포 등의 지표를 설정하며, 하천에 서식 생육하는 생물생태와 하천의 물리적 환경과 생물생태와의 관계를 조사·연구하고, 하천로의 형상 변화나 식생과 지형 형성에 미치는 영향 등을 조사·연구하고, 재해방지대책도 마련하며, 하천 및 환경관련 전문가(교수), 연구소 등의 참여 또는 자문을 받도록 하고 있다. 계획(안)에 대해서는 시·도 자연형하천정화심의회 및 유역(지방)환경청의 심의를 받도록 하고 있다.

자연형 하천정화사업은 조사, 계획, 설계, 시공, 유지관리, 점검, 평가 등 각 단계별로 체계적으로 추진하도록 하고 있으며, 도시하천의 경우 자연형 하천 정화사업의 방향을 <표 2-14>와 같이 제시하고 있다.

<표 2-14> 도시 관류 하천의 특성과 자연형 하천 정화사업 방향

하천의 특성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생활하수에 의한 오염부하가 크다. ○ 불투수층의 증대로 하천 고유유량은 감소한 반면 생활하수 유입으로 오염이 심화된다. ○ 강우 직후에 수질이 가장 좋고, 갈수기의 수질이 가장 나쁘다. ○ 하수도정비상황에 따라 수질이 크게 좌우된다. ○ 초기우수에 의한 관거 내 퇴적물과 지표면에 축적된 오염물질 유입으로 오염이 심화된다. ○ 단순한 저급생태계이다.
사업추진방향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인구밀집지역 및 시설이용구간의 수질개선을 목표로 한다. ○ 생활하수 유입의 차단이나, 오·우수 분리시설의 설치를 우선적으로 고려한다. ○ 초기우수에 의한 오염물 제어방안을 강구한다. ○ 하천단면의 단순화로 인하여 훼손된 생태계 복원방안을 강구한다 ○ 자연형 하천공법을 적극 도입한다. ○ 정화용수도입 등 생태적 측면에서의 하천자류량 회복방안을 강구한다. ○ 하수도정비가 어려운 취약지구에서는 오수배수로 및 간이처리시설 설치방안을 강구한다.

2) 건설교통부의 자연친화적 하천관리 지침

건설교통부는 각 기관에서 다양하게 추진되고 있는 하천환경정비 관련 사업에 대한 통합지침으로써 향후 중앙행정기관 및 지방자치단체 등에서 하천환경과 관련된 계획수립 및 사업추진 시 활용토록 하기 위해 ‘자연친화적 하천 관리지침’을 수립하여 배포하였다.

‘자연친화적 하천 관리지침’은 하천과 주변 지역의 자연생태계를 보전하고, 자연생태공간인 하천 주변 내에 다양한 생물서식공간을 확보하며, 친수 기능을 부여함으로써 국민의 삶의 질을 향상시키고, 지역사회와 연계된 하천관리를 수행하는 것을 목적으로 삼고 있다. 그리고 자연하천만을 강조해서는 하천의 치수와 이수 기능을 상실할 수 있으므로 자연친화적 하천계획을 위해 다음과 같은 기본방향을 제시하고 있다.

- 하천의 제반 기능이 조화된 체계적인 하천관리
- 하천이 갖는 자연성 유지 및 하천생태계의 보전과 복원
- 수환경과 하천공간과의 일체화된 정비 및 유지관리
- 친수성 회복과 지역사회의 요구에 부응하는 하천관리
- 거시적인 안목과 지속적인 유지관리

‘자연친화적 하천 관리지침’은 자연환경적 하천관리는 장기적이고 종합적인 안목에서 가꾸어지고 관리되어야 한다는 전제 하에, 하천 생태계와 지역사회 모두를 고려한 정비주제와 방향을 설정하고, 자연친화적 하천정비에 필요한 기초적인 물리, 화학, 생물 등의 자료를 구축하는 수변조사를 거쳐, 유역 전반에 대한 체계적인 검토를 통해 하천 특성에 적합한 자연친화적 하천정비를 시행하고, 적용된 계획과 설계와 시공이 하천환경에 미치는 영향을 평가토록 제시하고 있다. 모니터링 정보를 이용하여 성공사례는 전파하고 실패사례를 모아 원인을 분석하고, 유지관리를 위한 구체적인 방안을 설정해 개선된 하천환경이 다시 훼손되는 일이 없도록 해야 한다고 제안한다. 또한 하천이 갖는 역동성, 연속성, 다양성, 개성을 보장할 수 있는 자연친화적 하천관리계획을 수립하여 하천정비기본계획 및 소하천정비종합계획 수립 시 반영토록 하고 행정단위가 아닌 유역단위로 계획하여 상·하류, 인근 하천과 조화되도록 하고, 하천환경관리협의회를 설치·운영하여 환경정비에 관한 지역주민과 전문가의 의견을 수렴할 것을 제안하고 있다.

第Ⅲ章 수질·생태적 측면의 복원효과 평가

제 1 절 수질

제 2 절 식생

제 3 절 저서생물

제 III 장 수질 · 생태적 측면의 복원효과 평가

제 1 절 수질

하천의 이화학적인 수질상태는 하천생물의 서식에 큰 영향을 미치는 중요한 인자이므로 적절한 수질관리를 위한 기초자료로서 매우 중요한 의미를 갖는다(Allan, 1995). 하천의 수질을 개선하기 위해서는 하천수질의 자정능력을 초과하는 오염물질이 발생원으로부터 유입되지 않도록 관리하여야 하며 이를 수원으로 사용하기 위해서는 용도에 맞게 적절한 처리와 관리를 하여야 한다. 성북천의 짧은 시범 복원구간은 상류로부터의 계곡수, 용출 지하수가 흘러들어 다소 양호한 편이나 하수 혼입으로 하상에 유기성 저니의 퇴적이 일어나고 하류로 흘러가는 유량도 부족하여 수환경이 불안정한 편이다. 중·하류의 성북구청 하류인 보문 3교 상류부터는 지하철 6호선 역사로부터 지하수가 유입되어 하천수로 이용되고 있으나 하류까지 도달할 수 있는 하천유량으로서는 부족한 실정이다.

이 절에서는 성북천 복원수역으로 유입되어 흘러가는 하천수와 중하류의 지하철 지하수 수역의 수질환경을 파악하고, 복원구간 전·후 수질의 공간적 변동특성과 이들 변동에 미치는 요인을 파악하였다.

1. 조사 개요

1) 조사 일시

성북천의 수질조사는 2차에 의해 이루어졌으며, 1차 조사는 2004년 4월 16일에, 2차 조사는 2004년 6월 2일에 실시되었다.

2) 조사 지점

수질현황을 파악하기 위해 저서동물 조사지점과 동일하게 복개수역 1개 지점, 복원수역 1개 지점, 중·하류의 지하수수역 3개 지점 등 모두 5개 지점의 수질을 분석하였

다(<그림 3-1> 참조).

- 지점 1 : 성북구 동소문동 3가 시범 복원구간 상류의 복개 지점
(복개 입구에서 30m 진입 구역)
- 지점 2 : 성북구 동소문동 3가~5가 시범 복원구간 (노출 구역)
- 지점 3 : 성북구 안암동 3가 보문3교 (지하철 지하수가 유입되는 노출 구역)
- 지점 4 : 성북구 보문동 7가 보문초등학교 옆
(지하철 지하수가 유입되는 노출 구역)
- 지점 5 : 성북구 용두동 청계천 유입부



<그림 3-1> 성북천의 수질 조사지점

3) 분석 방법

수질분석 항목은 수질오염공정시험방법주해(최 등, 2000)에 준하여 분석하였으며, 경시변화가 심한 수온, 수소이온 농도, 용존산소 및 전기전도도는 현장에서 측정하였다. 그 외에 생물화학적산소요구량, 화학적산소요구량, 부유물질, 총인, 총질소는 실험실로 옮겨와 단기간에 분석하였다.

2. 조사 결과

1) 수계 특성

성북천은 상류와 중·하류 모두에서 일정구간 복개 구역이 있어 하천수의 자정 능력을 크게 떨어뜨리고 있다. 유역의 대부분이 불투수층으로 유량이 절대적으로 부족하여 수심 저하와 유속감소가 나타나고, 이로 인해 자정능력 감소 및 수환경이 급격히 변화하기 쉬우며, 상당구간의 하상은 강우 시 외에는 건천 상태로 하천생물이 전혀 서식할 수 없는 실정이다. 건천화에 따른 상·하류 간 단절과 적은 유량에 의한 수환경의 급변으로 성북천은 하류 유입부 부근에서만 강우 시 중랑천, 청계천을 통해 소상한 붕어 및 버들치 등 일부 어류들이 분포하고 있는 실정이며, 그 외의 전 지점에서는 어류의 서식과 소상을 확인할 수 없었다.

수로의 미확보는 어류와 같은 수중 서식생물이 이동할 수 없으며, 하천의 연속성이 단절되고 있음을 말해주고 있다. 또한 복개수역은 에너지원인 빛이 도달할 수 없어 일체의 식물이 서식할 수 없는 박스형 수로로 수질의 정화능력이 노출수역에 비해 현저하게 떨어질 수밖에 없을 것이다. 또한 하천에 서식하는 수서곤충류와 같은 하등 무척추동물이나 어류와 같은 고등척추동물이 서식할 수 없는 환경을 제공하고 있어 하천의 기능을 개선하기 위해서는 복원과 더불어 유량 확보가 필수적인 복원 과제가 되고 있다.

2) 하천유량

(1) 상류 복개수역과 복원수역의 수원

성북천 복원 수역의 하천수는 상류의 계곡수와 복원수역 상류의 복개수역 우안에서 흘러들어온 지하수가 혼합되어 흘러들어와 복원구간 134m 까지는 어느 정도 하천유량을 유지하고 있다. 이들 하천수는 곧바로 성북구청의 복개수역으로 흘러들어가나 성북구청 이후의 하류 노출수역까지 하천수가 유지되지 못하고 성북구청 하류의 일부 구간은 하상에 물이 없는 건천 상태를 이루고 있다.

(2) 하류수역의 수원

보문 3교 상류로 유입되는 지하철 6호선 보문역사의 지하수가 성북천으로 유입되어 하천수로 흐르고 있다. 이들 지하수는 대광초교 옆의 보문1교까지는 최대수심 40cm 정도로 유량이 많으나 용두동 안암제2교 하류에 이르러서는 하상이 건조된 건천 상태를 유지하고 있다. 이들 지하수는 하류 유입부에 이르러서 소량 용출되어 정체된 하천수를 이루고 있어 대기 온도와 같은 외부 환경에 따라 수질이 큰 변동을 보이고 있다.

3) 수질의 공간적 변동

성북천의 수질은 봄철과 여름철인 4월 16일과 6월 2일 2회 현장 채수하여 분석하였으며, 그 결과는 <표 3-1, 2>, <그림 3-2~5>와 같다.

(1) 일반 수질오염물질

pH는 1차 조사시에 복개수역과 복원수역 모두 7.7이었으나 하류 지하수수역에서는 7.8~8.8로 모두 약알칼리를 나타냈다. 수중에서 일어나는 모든 화학 및 생물학적 변화에 대한 주요 지표인 pH는 하류지점인 지점 4와 지점 5에서 각각 8.8과 8.3으로 더 높게 나타난 것은 하상의 부착조류에 의한 영향인 것으로 보인다. 2차 조사시의 pH도 7.7~8.5로 높게 나타나 약알칼리도를 나타냈으며, 최하류의 유입부에서 가장 높게 나타났다.

용존산소는 1차 조사시 복개지점이 6.2mg/l로 복원지역의 11.4mg/l에 비해 매우 낮게 나타났다. 복개수역의 용존산소가 복원수역의 근접 상류에 있으면서 상당히 낮게 나타난 것은 햇빛에 노출된 시범 복원수역의 경우 하상에 많이 성장하고 있는 1차생산자인 부착조류의 광합성 작용에 의해 수중의 용존산소가 크게 높아졌기 때문이다. 하류 지하수수역에서도 8.2~12.3mg/l로 복개수역에 비해 높게 나타났다. 2차 조사에서도 용존산소는 복개지점이 7.8mg/l이었으나 복원수역은 9.7mg/l로 더 높게 나타났으며, 하류의 지하수수역에서도 9.3~10.9mg/l로 복개지점에 비해 높게 나타났다(<그림 3-2> 참조).

생물화학적산소요구량은 수중의 유기물질이 호기성 미생물에 의해 분해될 때 소비

되는 산소소비량을 나타내는 것으로 하천의 유기물질 오염도를 평가하는 중요한 지표이다. 1차 조사시 복개수역과 복원수역의 BOD는 각각 7.1과 6.1로 다소 높게 나왔으나, 2차 조사시에는 1.9 및 1.8로 상대적으로 낮게 나타나 조사시기에 따른 차이를 보이고 있다. 이와 같은 차이는 강우에 의해 하상이 안정된 2차 조사시기에 수질이 안정되었기 때문이다. 하류 지하수 수역의 지점 3과 지점 4는 1, 2차 조사시에 1.4~2.9 mg/l로 수질이 양호하였으나, 지점 5는 지하수가 복류되어 하류 유입부에 정체 상태고여 있으며 1차 조사시에 6.4mg/l, 2차 조사시에는 35.1mg/l로 매우 혼탁한 상태를 나타냈다(<그림 3-3> 참조).

부유물질은 정체수역에 가까운 하류 유입부가 1, 2차에서 16mg/l 및 19mg/l으로 나타났으며, 지점 1에서 지점 4에 이르는 수역은 0.4~2.8로 상당히 낮았다. 2001년 조사(서울시, 2002)에서는 지점 3과 거의 동일한 지점인 보문2교의 평균 BOD는 4.1mg/l, 성북천 유입구에서는 평균 4.7mg/l로 지점 3과 지점 4의 BOD는 금번조사 결과치가 2001년 조사에 비해 수질이 개선된 것으로 나타났으며, 하류 유입부에서는 더 나빠진 것으로 조사되었다.

(2) 영양염류

총인은 수역의 부영양화를 지배하는 주요 인자이다. 하천의 인 공급원은 지질적인 것, 생물의 유해, 공장 및 생활하수 등이 있으며, 도시하천의 경우 대부분 생활하수의 영향을 가장 많이 받는다. 조사지점이 인접한 복개 수역과 시범 복원수역은 1차 조사시에 각각 0.499mg/l 및 0.413mg/l로 중랑천 및 탄천보다는 다소 낮으나 상당히 오염된 수체 농도였으며, 2차 조사시에는 0.192mg/l 및 0.221mg/l로 다소 낮아졌다. 하류의 지하수 수역 중 지점 3과 지점 4는 지하철 6호선 보문역사에서 용출되어 나오는 지하수로 1, 2차 조사에서 0.043~0.091mg/l로 낮게 나와 상류 복개수역에서 나오는 하천수와 지하수가 흘러든 곳보다 상대적으로 양호한 것으로 나타났다. 하류 유입부의 정체수역은 1차 0.274mg/l, 2차 0.504mg/l로 상당히 높아졌다(<그림 3-4> 참조). 질소는 인과 더불어 수중의 1차 생산자의 증식에 중요한 영양원이 되고 있다. 복개수역과 시범 복원수역의 총질소는 1, 2차 조사에서 7.384~8.510mg/l로 서로 비슷하게 나타났다. 하류의 지하수 수역에서는 지점 4가 1, 2차 조사시 4.517mg/l 및 5.752mg/l로

가장 낮고 지점 5가 9.920mg/ℓ 및 9.084mg/ℓ로 가장 높았으며, 오염된 수역의 영양염류 농도를 보여주고 있다(<그림 3-5> 참조).

(3) 중금속 및 유해화학물질류

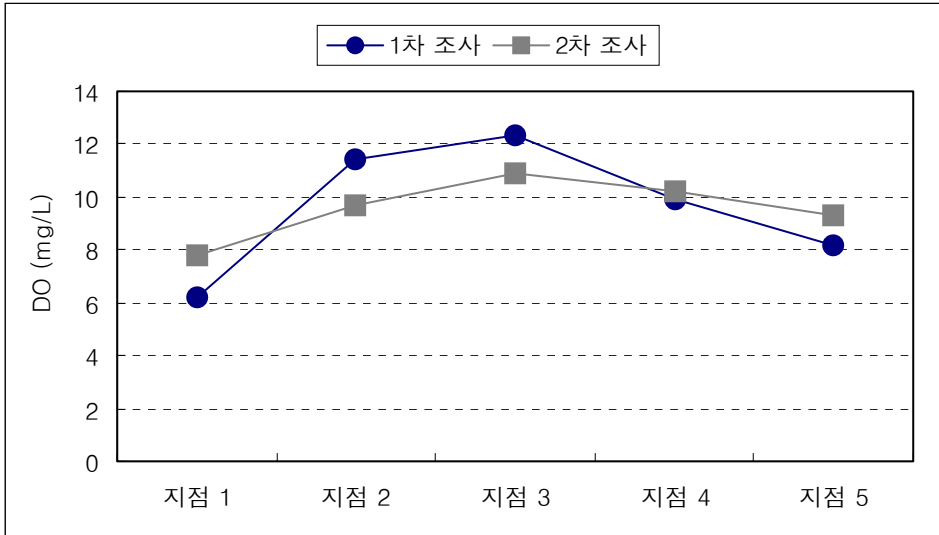
카드뮴, 6가크롬, 수은, 납, 비소 및 시안 등의 유해물질을 분석한 결과 1, 2차 조사의 전 지점에서 모두 검출이 되지 않았다. 이는 성북천 유역의 생활하수는 모두 차집되어 하수처리장으로 유입 처리되고 있기 때문이다.

<표 3-1> 성북천의 1차 조사시 지점별 수질 현황 (2004. 4. 16)

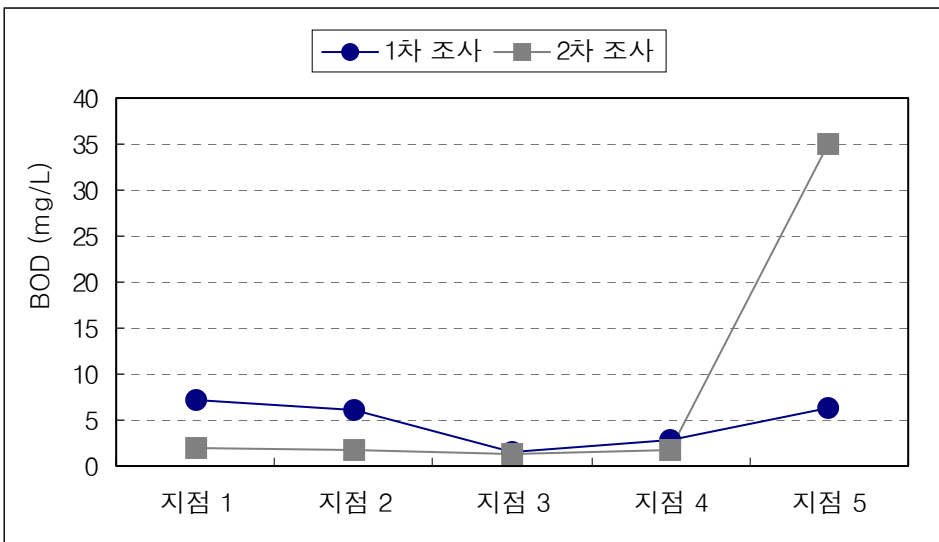
항목	지점	복개수역	복원수역	하류 지하수수역		
	지점 1	지점 2	지점 3	지점 4	지점 5	
수온 (°C)	14.6	16.8	16.1	19.2	19.4	
pH	7.7	7.7	7.8	8.8	8.3	
DO (mg/ℓ)	6.2	11.4	12.3	9.9	8.2	
전기전도도 (μS/cm)	404	539	475	450	466	
BOD (mg/ℓ)	7.1	6.1	1.5	2.9	6.4	
SS (mg/ℓ)	2.8	2.8	1.6	0.4	16.0	
NH ₃ -N (mg/ℓ)	1.701	0.844	0.033	0.092	1.043	
NO ₃ -N (mg/ℓ)	4.29	4.68	7.11	3.57	0.70	
T-N (mg/ℓ)	8.462	8.510	7.781	4.517	9.920	
T-P (mg/ℓ)	0.499	0.413	0.053	0.043	0.274	
Cd (mg/ℓ)	ND	ND	ND	ND	ND	
Cr ⁶⁺ (mg/ℓ)	ND	ND	ND	ND	ND	
Hg (mg/ℓ)	ND	ND	ND	ND	ND	
Pb (mg/ℓ)	ND	ND	ND	ND	ND	
As (mg/ℓ)	ND	ND	ND	ND	ND	
CN (mg/ℓ)	ND	ND	ND	ND	ND	
대장균군수 (MPN/100mℓ)	9.4×10 ⁴	2.2×10 ⁴	2.4×10 ³	2.1×10 ²	4.0×10 ³	

<표 3-2> 성북천의 2차 조사시 지점별 수질 현황 (2004. 6. 2)

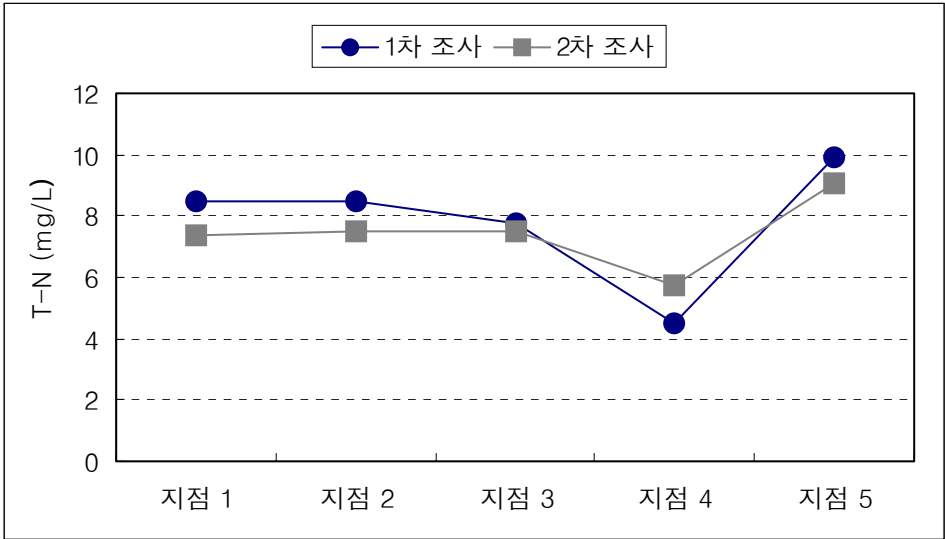
항목	지점	복개수역	복원수역	하류 지하수수역		
		지점 1	지점 2	지점 3	지점 4	지점 5
수온 (°C)		18.4	20.1	19.9	22.1	28.0
pH		7.7	7.9	7.8	7.9	8.5
DO (mg/ℓ)		7.8	9.7	10.9	10.2	9.3
전기전도도 (μS/cm)		333	390	456	457	560
BOD (mg/ℓ)		1.9	1.8	1.4	1.7	35.1
SS (mg/ℓ)		1.2	1.4	0.8	0.8	19.0
NH ₃ -N (mg/ℓ)		0.397	0.597	0.137	0.170	8.705
NO ₃ -N (mg/ℓ)		6.625	5.057	6.289	4.415	0.224
T-N (mg/ℓ)		7.384	7.472	7.528	5.752	9.048
T-P (mg/ℓ)		0.192	0.221	0.062	0.091	0.504
Cd (mg/ℓ)		ND	ND	ND	ND	ND
Cr ⁶⁺ (mg/ℓ)		ND	ND	ND	ND	ND
Hg (mg/ℓ)		ND	ND	ND	ND	ND
Pb (mg/ℓ)		ND	ND	ND	ND	ND
As (mg/ℓ)		ND	ND	ND	ND	ND
CN (mg/ℓ)		ND	ND	ND	ND	ND
대장균군수 (MPN/100ml)		1.1×10 ⁵	9.0×10 ⁴	4.0×10 ³	9.0×10 ³	1.7×10 ⁵



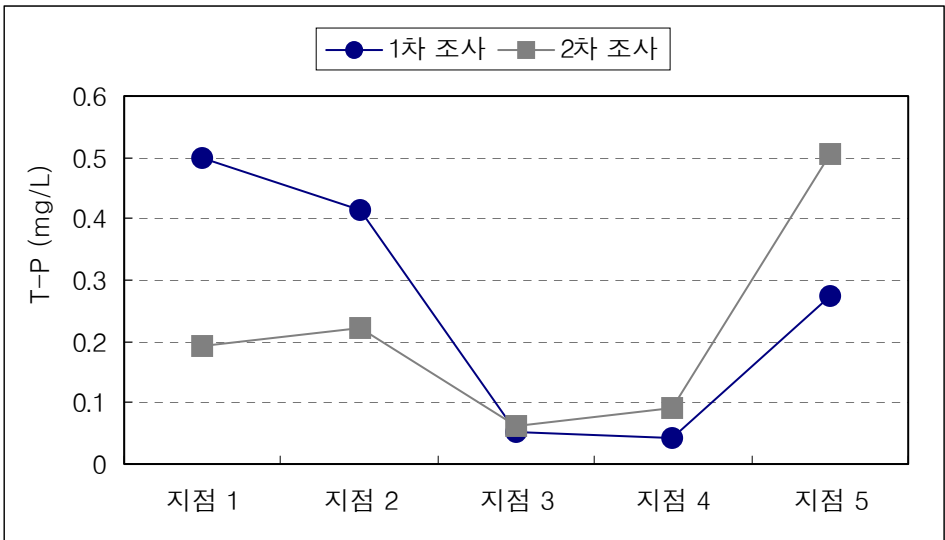
<그림 3-2> 성북천의 지점별 용존산소(mg/ℓ) 변동



<그림 3-3> 성북천의 지점별 생물학적산소요구량(mg/ℓ) 변동



<그림 3-4> 성북천의 지점별 총질소(mg/ℓ) 변동



<그림 3-5> 성북천의 지점별 총인(mg/ℓ) 변동

3. 평가

1) 일반 수질오염물질

용존산소의 경우 1, 2차 조사의 평균을 보면 복개수역이 7mg/ℓ, 복원수역이 10.6mg/ℓ로 나타났다. 햇빛에 노출된 복원구간에서 많이 생성된 부착조류에 의한 광합성에 의해 수중의 용존산소가 높아졌기 때문이다. BOD의 경우도 평균적으로 복개수역이 4.5mg/ℓ, 복원수역이 4.0mg/ℓ로 나타나 복원수역이 비교적 양호한 수질을 보이고 있다. 또한 대장균군수도 복개수역이 5.3×10^5 MPN/100ml, 복원수역이 1.6×10^5 MPN/100ml로 나타나서 복원수역의 수질이 양호한 것으로 나타나고 있다.

2) 영양염류

총인은 복개구간과 복원구간에서 0.192~0.499mg/ℓ로 나타났고, 총질소는 1, 2차 조사에서 7.384~8.510mg/ℓ로 나타나서 비슷한 수질을 나타내고 있다. 이러한 상태는 복원구간과 복개구간의 경우 바로 옆에 인접해 있어 영양염류에 영향을 미치는 요소가 작용하기 어려웠기 때문으로 판단된다.

제 2 절 식생

1. 조사 개요

이 조사대상지는 성북천 복원사업구간인 한성대입구역에서 대광고교앞 4km 구간이다. 이 구간에는 성북천 복개구간과 하천구간 모두가 존재하고 있으며, 특히 복개구간의 일부는 최근 다시 복원되어 자연형 하천(한성대입구역과 성신여대역 구간)으로 조성되었다. 이 식생조사에서 현장조사는 복원된 자연형 하천구간과 과거에 하상정비가 이루어진 직강화 하천구간(보문2교에서 대광초등학교 구간)으로 나누어 중점 조사하였다. 조사내용은 다음과 같다.

- 출현종의 종목록 작성

- 출현종의 생태적 특성(생활형, 성장형, 귀화여부 등) 파악
- 식물군집구조 및 특징
- 하천의 물리적 구조 환경 파악
- 생물다양성 평가
- 주요 식물 종의 사진 촬영

1) 조사 일시

식생분야의 현장조사는 하천의 물리적 환경파악과 현존 식생 및 식물상 조사를 총 3회에 걸쳐 실시하였다. 1차 조사는 4월 24일에 실시하였으며, 하천현황 파악 및 예비 조사를 실시하였다. 2차 조사는 5월 1일, 3차 조사는 5월 2일에 실시하였으며, 하천의 물리적 환경 파악과 식생 및 식물상 조사를 실시하였다.

2) 조사 지점

조사 지점은 대상지의 식물상, 식물군집구조, 하천의 물리적 환경 등을 파악하기 위하여 성북천의 자연형 하천복원구간 3개소(A-1, A-2, A-3 지점)와 복개구간 1개소(A-4지점), 직강화 하천구간 2개소(B, C지점) 등 총 5개 지점을 현지 답사하여 조사하였다. 현장조사시 생육지 환경, 지리적 환경, 주변 토지이용 현황 등을 조사하였고, 조사대상은 하천의 수변부와 둔치지역으로 한정하였다.

3) 조사 방법

식생조사는 하천을 중심으로 서식하는 수생식물, 습생식물, 수변 및 하천제방사면까지의 육상식물을 대상으로 하였으며, 제방(둑) 위 가로수와 화단조성 등과 같은 인위적 조경식재종은 조사목록에서 제외하였다.

(1) 식물상 조사

조사 대상지에 출현하는 식물종은 현지에서 기록하거나, 좀 더 자세한 관찰을 요하

는 좋은 연구실로 운반하여 동정하였다. 식물종 목록의 작성은 수생식물, 습생식물 및 육상식물의 생활형으로 구분하여 정리하였고(<표 3-3> 참조), 명명은 이창복(1999)과 박수현(1999)에 따랐다.

식물의 귀화여부는 박수현(1999)과 국립환경연구원의 “한국의 외래식물 종합검색시스템(<http://nier.go.kr:9000/alien-plants>) DB” 를 이용하였다.

<표 3-3> 생활형 분류에 따른 정의

생활형	특징	예
수생식물	생육기의 일정기간에 식물체에 전체 혹은 일부분이 물에 잠겨 생육하는 식물로서, 식물체에 공기를 전달 혹은 저장할 수 있는 통기조직이 발달되어 있는 식물	갈대, 애기부들, 노랑꽃창포, 개구리밥 등
습생식물	물에서 서식하지는 않지만 습한 토양에서 생육하는 식물로서 통기조직이 발달되어 있지 않아서 장시간의 침수에 견딜 수 없는 식물	갯버들, 속속이풀, 큰물통이, 황새냉이 등
육상식물	수생 및 습생 식물을 제외한 나머지 식물	쑥, 환삼덩굴, 꽃다지 등

(2) 식물군집조사

조사지점에 좌안으로부터 우안방향으로 라인 트란섹트(Line Transect)를 설치하여, 일정한 간격으로 식물상과 환경의 변화, 종별 피도 등을 측정하였다. 종별 피도는 Braun-Blanquet의 피도단계에 따랐고, 지형과 식생을 식생단면도로 모식화하여 나타내었다.

(3) 하천의 물리적 구조 환경 파악

하천의 물리적 구조 환경을 파악하기 위하여 하천구조, 하천자연도, 하천경관 등을 조사하였는데, 그 측정방법은 조강현(1999)³⁾의 하천의 환경요인측정법을 따랐다. 현장 조사시 본 조사대상지가 하천 양변으로 주택 및 시가지로 밀집되어 있는 도시지역 내 하천임을 감안하여 조사목적에 적합한 조사방법으로 일부 수정하여 조사하였다(<부록 1> 참조).

3) 조강현. 1999. 『유입하천 및 호소 생태조사』. 농어촌연구원. pp.11~15.

(4) 종다양성분석

조사지점별 식생구조와 우점종을 알아보기 위하여, 아래의 식에 따라서 각 종의 상대피도(RC_i), 상대밀도(RF_i) 및 중요치(IV_i)를 산출하였다.

$$RC_i (\%) = 100 C_i / \sum C_i$$

C_i = 각 종의 피도

$$RF_i (\%) = 100 F_i / \sum F_i$$

F_i = 조사 방형구 수에서 해당 종이 출현한 방형구 수

$$IV_i (\%) = (RC_i + RF_i) / 2$$

또한 각 조사지점별 생물다양성을 비교하기 위하여 Shannon과 Wiener의 종다양도 지수(H')와 종균등도지수(E')를 다음 식에 의하여 산출한다(여천생태연구회, 1997).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

p_i = 모든 종의 중요치에 대한 각 종의 중요치 비율

$$E' = H' / \ln k$$

k = 출현 종수

2. 조사 결과

1) 식물상

성북천에서 하천변에서 조사된 식물종수는 총 93종으로 나타났으며, 그 중 미나리와 애기부들 등의 수생식물이 2종(2%), 개구리자리, 물억새, 달뿌리풀, 황새냉이 등의 습생식물이 13종(15%), 김의털, 뱀딸기 등의 육상식물이 78종(83%)으로 조사되었다. 총 출현종 중 소리쟁이, 큰개불알풀, 콩다닥냉이 등 귀화식물은 25종으로 성북천의 귀화율은 27%로 조사되었다(<표 3-4, 5>, <그림 3-6> 참조). 2001년 이유미 등(2002)⁴⁾이 중

4) 이유미, 박수현, 정승선. 2002. 서울 중랑천의 식생구성과 식물상. 『한국환경생태학회지』. 16(3) : 271~286.

랑천을 대상으로 한 조사에서 중랑천 귀화율이 29.2%인 것과 비교해보면, 지류천인 성북천의 귀화율은 중랑천과 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

<표 3-4> 총 출현종의 생활형과 귀화여부에 따른 식물의 비율

생활형	종수	백분율(%)
수생식물	2	2%
습생식물	14	15%
육상식물	77	83%
총 계	93	100%
귀화식물	25	27%

생장형에 따른 식물의 비율은 개기장, 뿌리맹이, 제비꽃 등의 초본식물이 80종(86%), 갯버들, 쯤깨잎나무, 뽕나무 등 목본식물이 11종(12%), 담쟁이덩굴, 인동 등 덩굴성목본이 2종(2%) 출현하는 것으로 조사되었다(<표 3-5, 6> 참조).

<표 3-5> 성장형에 따른 식물의 비율

생장형	종수	백분율(%)
초본식물	80	86%
목본식물	11	12%
덩굴성목본	2	2%
총 계	93	100%



<그림 3-6> 성북천에 출현한 주요 식물

<표 3-6> 성북천의 식물목록

생활형	학 명	국 명	생장형*	귀화 여부	분포**	
					복원	직강
수생 식물	<i>Oenanthe javanica</i>	미나리	Hb		○	○
	<i>Typha angustifolia</i>	애기부들	Hb			○
습생 식물	<i>Ranunculus sceleratus</i>	개구리자리	Hb		○	○
	<i>Salix gracilistyla</i>	갯버들	Wd		○	○
	<i>Phragmites japonica</i>	달뿌리풀	Hb		○	
	<i>Barbarea orthoceras</i>	나도냉이	Hb		○	
	<i>Commelina communis</i>	닭의장풀	Hb		○	○
	<i>Sedum sarmentosum</i>	돌나물	Hb			○
	<i>Echinochloa crus-galli</i>	돌피	Hb		○	
	<i>Alopecurus aequalis</i> var. <i>amurensis</i>	뚝새풀	Hb		○	○
	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	물억새	Hb		○	
	<i>Rorippa islandica</i>	속속이풀	Hb		○	○
	<i>Stellaria aquatica</i>	쇠별꽃	Hb		○	○
	<i>Persicaria hydropiper</i>	여뀌	Hb		○	○
<i>Boehmeria spicara</i>	좀깨잎나무	Wd			○	
<i>Cardamine flexuosa</i>	황새냉이	Hb		○	○	
육상 식물	<i>Lactuca scariola</i>	가시상치	Hb	○		○
	<i>Ailanthus altissima</i>	가죽나무	Hb	○		○
	<i>Galium spurium</i>	갈퀴덩굴	Hb		○	○
	<i>Brassica juncea</i>	갓	Hb			○
	<i>Rorippa indica</i>	개갓냉이	Hb		○	○
	<i>Panicum bisulcatum</i>	개기장	Hb		○	
	<i>Forsythia koreana</i>	개나리	Wd			○
	<i>Artemisia annua</i>	개똥쑥	Hb		○	○
	<i>Erigeron annuus</i>	개망초	Hb	○	○	○
	<i>Agropyron tsukushiense</i> var. <i>transiens</i>	개밀	Hb			○
	<i>Potentilla supina</i>	개소시랑개비	Hb			○
	<i>Senecio vulgaris</i>	개쑥갓	Hb	○	○	
	<i>Youngia sonchifolia</i>	고들빼기	Hb		○	○
	<i>Lamium amplexicaule</i>	광대나물	Hb			○
	<i>Festuca ovina</i>	김의털	Hb			○

* 생장형 : Hb - 초본식물, Wd - 목본식물, Wv - 덩굴성목본

** 분포 : 복원 - 자연형하천복원구간, 직강 - 직강화하천구간

<표 3-6> 계속

생활형	학 명	국 명	생장형*	귀화 여부	분포**	
					복원	직강
육상 식물	<i>Draba nemorosa</i> var. <i>hebecarpa</i>	꽃다지	Hb		○	○
	<i>Trigonotis peduncularis</i>	꽃마리	Hb		○	○
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	냉이	Hb		○	○
	<i>Oenothera biennis</i>	달맞이꽃	Hb	○	○	○
	<i>Bilderdykia dumetora</i>	닭의덩굴	Hb	○	○	○
	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	담쟁이덩굴	Wv		○	○
	<i>Rumex obtusifolius</i>	돌소리쟁이	Hb	○	○	○
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> var. <i>elatior</i>	돼지풀	Hb	○		○
	<i>Erigeron canadensis</i>	망초	Hb	○	○	○
	<i>Persicaria perfoliata</i>	며느리배꼽	Hb			○
	<i>Chenopodium album</i> var. <i>centronubrum</i>	명아주	Hb		○	○
	<i>Hibiscus syriacus</i>	무궁화	Wd			○
	<i>Panicum dichotomiflorum</i>	미국개기장	Hb	○	○	
	<i>Metaplexis japonica</i>	박주가리	Hb			○
	<i>Duchesnea chrysantha</i>	뱀딸기	Hb		○	○
	<i>Salix</i> sp.	버드나무 sp.	Wd		○	○
	<i>Aster koraiensis</i>	별개미취	Hb			○
	Gramineae sp.	벼과sp.	Hb		○	
	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	벼룩이자리	Hb		○	
	<i>Stellaria media</i>	별꽃	Hb		○	
	<i>Persicaria vulgaris</i>	봄여뀌	Hb			○
	<i>Youngia japonica</i>	뽕리뱅이	Hb		○	○
	<i>Morus alba</i>	뽕나무	Wd			○
	<i>Poa annua</i>	새포아풀	Hb		○	
	<i>Taraxacum officinale</i>	서양민들레	Hb	○	○	○
	<i>Veronica arvensis</i>	선개불알풀	Hb	○	○	
		선향나무	Wd			○
	<i>Rumex crispus</i>	소리쟁이	Hb	○	○	○
	<i>Agropyron ciliare</i>	속털개밀	Hb	○		○
	<i>Equisetum arvense</i>	쇠뜨기	Hb			○
<i>Pennisetum alopecuroides</i>	수크령	Hb		○		

* 생장형 : Hb - 초본식물, Wd - 목본식물, Wv - 덩굴성목본

** 분포 : 복원 - 자연형하천복원구간, 직강 - 직강화하천구간

<표 3-6> 계속

생활형	학 명	국 명	생장형*	귀화 여부	분포**	
					복원	직강
육상 식물	<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	쑥	Hb		○	○
	<i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i>	애기뫄풀	Hb		○	○
	<i>Platanus occidentalis</i>	양벚나무	Wd			○
	<i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i>	양지꽃	Hb			○
	<i>Paulownia coreana</i>	오동	Wd			○
	<i>Dactylis glomerata</i>	오리새	Hb	○		○
	<i>Rudbeckia bicolor</i>	원추천인국	Hb	○		○
	<i>Cerastium glomeratum</i>	유럽잡나도나물	Hb	○	○	
	<i>Brassica campestris</i> subsp. <i>napus</i> var. <i>nippo-oleifera</i>	유채	Hb			○
	<i>Ginkgo biloba</i>	은행나무	Wd			○
	<i>Leonurus sibiricus</i>	익모초	Hb			○
	<i>Lonicera japonica</i>	인동	Wv		○	
	<i>Viola mandshurica</i>	제비꽃	Hb		○	○
	<i>Viola</i> sp.	제비꽃sp.	Hb			○
	<i>Cardamine flexuosa</i> var. <i>fallax</i>	좁쌀냉이	Hb		○	
	<i>Viola papilionacea</i>	종지나물	Hb	○		○
	<i>Mazus japonicus</i>	주름잎	Hb		○	○
	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	쥐똥나무	Wd			○
	<i>Hemistepta lyrata</i>	지칭개	Hb		○	○
	<i>Plantago asiatica</i>	질경이	Hb		○	
	<i>Persicaria tinctoria</i>	쪽	Hb	○	○	
	<i>Carex breviculmis</i>	청사초	Hb		○	
	<i>Lepidium virgicum</i>	콩다닥냉이	Hb	○	○	○
	<i>Veronica persica</i>	큰개불알풀	Hb	○	○	○
	<i>Festuca arundinacea</i>	큰김의털	Hb	○		○
	<i>Bromus tectorum</i>	털밭새귀리	Hb	○		○
	<i>Trifolium repens</i>	토끼풀	Hb	○	○	○
	<i>Poa sphondylodes</i>	포아풀	Hb		○	○
	<i>Humulus japonicus</i>	환삼덩굴	Hb		○	○
	<i>Chenopodium album</i>	흰명아주	Hb	○	○	

* 생장형 : Hb - 초본식물, Wd - 목본식물, Wv - 덩굴성목본

** 분포 : 복원 - 자연형하천복원구간, 직강 - 직강화하천구간

2) 식물군집 구조

성북천에서 라인 트란섹트(Line transect)에 의해 식생을 조사한 결과를 하천환경표 및 종단모식도와 함께 <표 3-7~18>에 나타내었다.


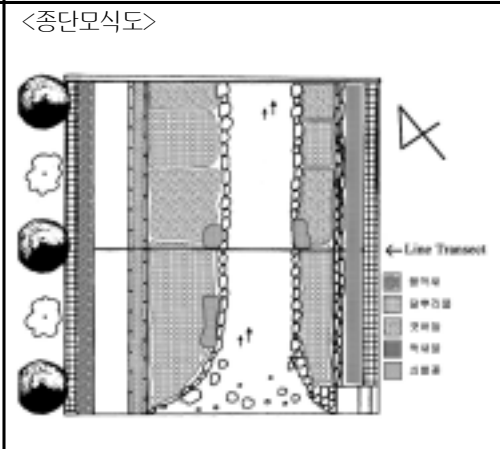




자연형 하천복원구간인 A-1~A-3 지점과 직강화 하천구간인 B와 C지점의 식물생장속도에 차이가 있었는데, 자연형하천복원구간이 식물생장속도가 다소 늦은 것으로 조사되었다. 이는 개복 후 아직 식물이 하천에 활착하기 위한 충분한 시간적 여유가 없었기 때문으로 판단된다. 식재종 군락으로 달뿌리풀, 물억새, 뚝새풀 등이 다른 식물에 비해 성장속도와 활착정도가 양호한 모습을 보여주고 있다.

A-4 지점과 사진을 통해 소개된 일부 복개구간(표 3-13, 14)은 소량의 하천수가 흐르고 있기는 하지만, 기본적으로 빛이 차단되고 하상 기질이 전부 콘크리트로 되어 있는 등 식물이 전혀 서식할 수 없는 환경조건을 가지고 있었다.

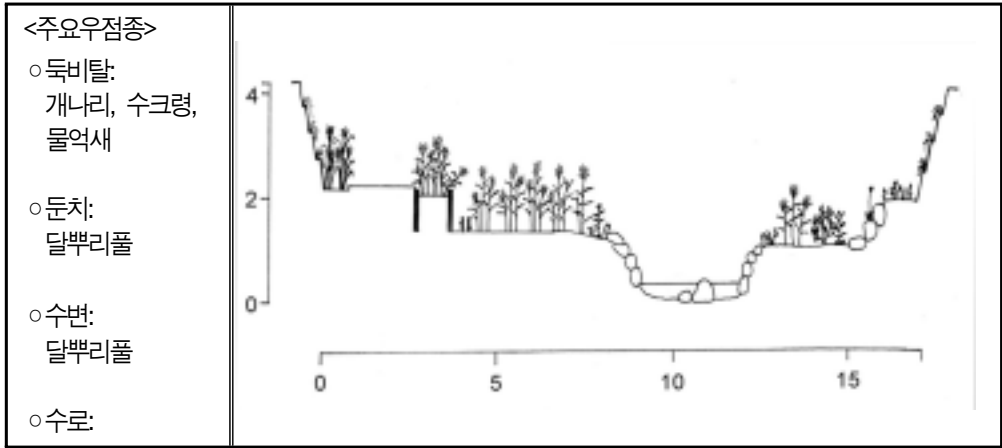
직강화 하천구간인 B구간과 C구간은 도시 주거지를 흐르는 하천임에도 불구하고 접근성이 매우 떨어져서 하천 둔치에 식물군락이 각각 크게 발달하고 있었다. B구간의 경우에는 좌안에 털빓새귀리, 우안에 개망초 등이 C구간의 경우에는 좌안에 소리쟁이 등의 귀화식물 군락만이 크게 발달하여 식생이 매우 단순한 상태인 것으로 조사되었다.

<표 3-7> 성북천 조사지점 A-1에서 환경

No. A-1

<p>▪ 하천명 : 성북천</p>	<p>▪ 행정지명 : 서울시 성북구 동소문동</p>
<p><위치도></p> 	<p><종단모식도></p> 
<p>① 하천횡단</p>	<p>② 하천종단</p>
	
<p>③ 좌안</p>	<p>④ 우안</p>
	
<p><하천횡단구조></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 하천폭 : 17m ▪ 인도폭 : 1.8m ▪ 수로폭 : 2.8 m ▪ 수변폭 : (좌) 6m (우) 3m ▪ 둔치폭 : (좌) 3m (우) 1m ▪ 둑경사 : (좌) 80° (우) 80° <p>▪ 하천자연도 등급 : 3</p>	<p><하천경관></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 인접부 : (좌) 상업지, 도로 (우) 주거지, 도로 ▪ 주변부 : 주거지, 상업지 ▪ 제 방 : 돌, 흙, 인공블록 ▪ 교 란 : 오염, 하안정리 <p><하상환경></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 하상기질 : 암석, 모래 ▪ 암석노출 : 5~25%

<표 3-8> 성북천 조사지점 A-1에서의 식물 피도변화와 횡단모식도5)




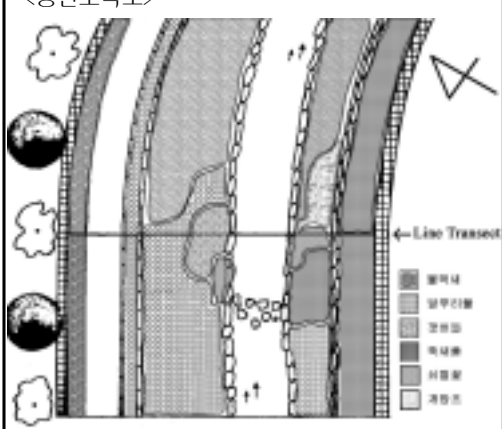




식물명	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
높이(m)	0.5			0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7				0.2	0.7	0.6	0.5	0.6	
물억새	40																	
망초	5			5	5			5						1	5	10		
황새냉이	5			1				5	5					10	5	5		
달뿌리풀				30	30	30	30	30	10					30	20	20		
쇠별꽃				5	5	10	10	10	20				30	10	10	10		
뚝새풀				5	5									1	1	5		
별꽃				5	5	5	5	5					10	10				
개망초					5	5	10	5	20							5	10	5
속속이풀					1	5	5	5	5							5	5	
꽃마리					10	10	10	1	10					5	10	5		
개갯냉이					1		5	1										
주름잎					1	1		5										
지칭개						1	10	10	10									
질경이						5		5	1									
뽕리뱅이						5	10	5										
서양민들레						5			5									
쭈						1	5							1				
애기똥풀									1								1	
갯버들									5						1	5		
소리쟁이									10						5			
돌소리쟁이									10	10				10				
냉이													10			5		
유럽점나도나물															1	5		
개쑥갓															5	10		

○기타출현종 : 4m - 고들빼기, 큰개불알풀, 새포아풀; 5m - 뽕딸기; 13m - 꽃다지, 닭의당굴; 14m - 갈퀴당굴; 16m - 수크령

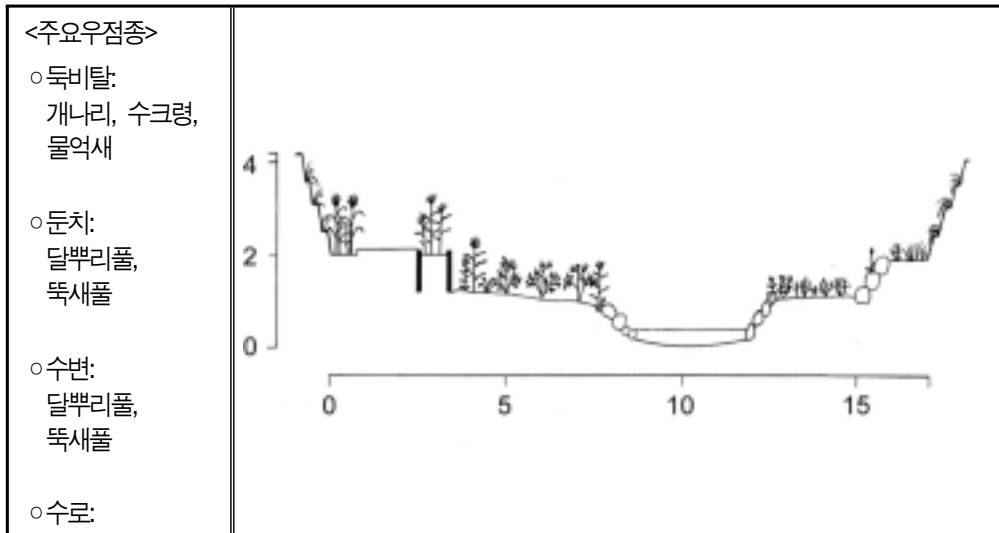
5) 횡단모식도에서 모식화한 식물은 성숙한 모습을 그린 것으로 조사시기의 실제크기와 차이가 있으며, 실제크기는 표에 별도 기입하였음.

<표 3-9> 성북천 조사지점 A-2에서 환경

No. A-2

<p>▪ 하 천 명 : 성북천</p>	<p>▪ 행정지명 : 서울시 성북구 동소문동</p>
<p><위치도></p> 	<p><종단모식도></p> 
<p>1 하천횡단</p>	<p>2 하천종단</p>
	
<p>3 좌안</p>	<p>4 우안</p>
	
<p><하천횡단구조></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 하천폭 : 17m ▪ 인도폭 : 1.8m ▪ 수로폭 : 3.5 m ▪ 수변폭 : (좌) 5m (우) 3m ▪ 둔치폭 : (좌) 3m (우) 1m ▪ 둑경사 : (좌) 80° (우) 80° <p>▪ 하천자연도 등급 : 3</p>	<p><하천경관></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 인접부 : (좌) 상업지, 도로 (우) 주거지, 도로 ▪ 주변부 : 주거지, 상업지 ▪ 제 방 : 돌, 흙, 인공블록 ▪ 교 란 : 오염, 하안정리 <p><하상환경></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 하상기질 : 암석 ▪ 암석노출 : 1~5%

<표 3-10> 성북천 조사지점 A-2에서의 식물 피도변화와 횡단모식도6)


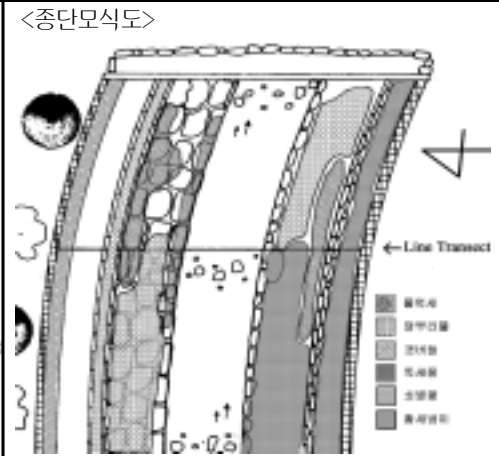






식물명	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
높이(m)	0.6			0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2				0.2	0.3	0.2	0.3	0.3
물억새	30																
개망초	10					5	5							5	5	10	10
개쑥갓	10																
황새냉이	10				1	5									5		1
뽕리뽕이	5								5								20
달뿌리풀				10	10	10	5		5				5	5	10		
뚝새풀					5								10	20	10	20	
유럽점나도나물					1												
꽃마리						5	10	5								10	
쇠별꽃						1	5						10	10	10		
쑥						1			1							1	1
갯버들							10	10	10					5	5		
지칭개								5									
개갯냉이								5					5				
새포아풀								1									
갈퀴당굴								1					5	5			
주름잎							1	1									
망초									1				1	5		1	1
애기똥풀													20	1	5		
냉이														5	5		
벼과 sp.																	30

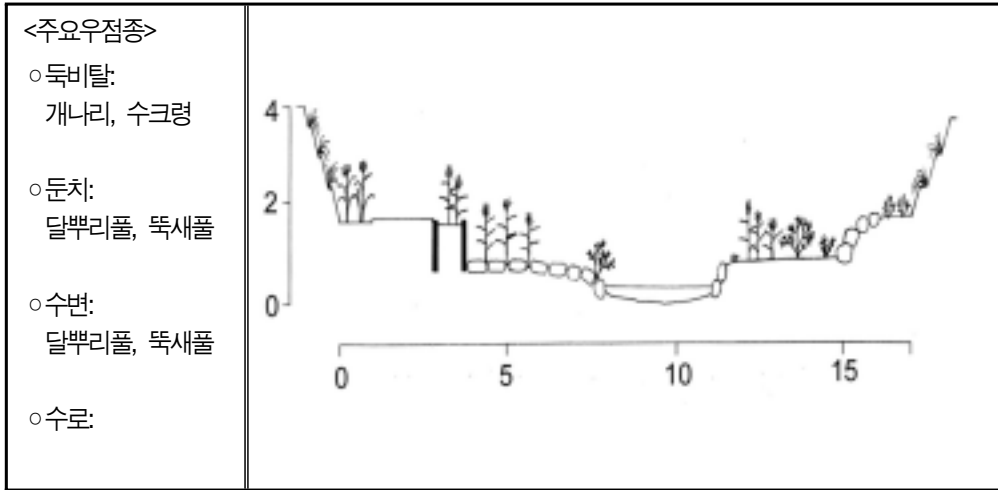
6) 횡단모식도에서 모식화한 식물은 성숙한 모습을 그린 것으로 조사시기의 실제크기와 차이가 있으며, 실제크기는 표에 별도 기입하였음.

<표 3-11> 성북천 조사지점 A-3에서 환경

No. A-3

<p>▪ 하 천 명 : 성북천</p>	<p>▪ 행정지명 : 서울시 성북구 동소문동</p>
<p><위치도></p> 	<p><중단모식도></p> 
<p>1 하천횡단</p>	<p>2 하천종단</p>
	
<p>3 좌안</p>	<p>4 우안</p>
	
<p><하천횡단구조></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 하천폭 : 17m ▪ 인도폭 : 1.8m ▪ 수로폭 : 3.7m ▪ 수변폭 : (좌) 3.4m (우) 3.7m ▪ 둔치폭 : (좌) 3m (우) 1m ▪ 독경사 : (좌) 80° (우) 80° ▪ 하천자연도 등급 : 3 	<p><하천경관></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 인접부 : (좌) 상업지, 도로 (우) 주거지, 도로 ▪ 주변부 : 주거지, 상업지 ▪ 제 방 : 돌, 흙, 인공블록 ▪ 교 란 : 오염 <p><하상환경></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 하상기질 : 암석, 자갈 ▪ 암석노출 : 5~25%

<표 3-12> 성북천 조사지점 A-3에서의 식물 피도변화와 횡단모식도7)








식물명	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
높이(m)	0.3			0.3	0.3	0.3	0.3						0.1	0.2	0.2	0.3	0.7	0.2
물역새	30																	
달뿌리풀				5	5	5	5						30	10	20			
갯버들					5		10						5		10	30	10	
황새냉이													20		5		1	
멍아주												1	5					
꽃마리													5		10			
갈퀴덩굴													1		1	5		
개망초													1	5		5		1
환삼덩굴															5		10	
망초														5				
독새풀														5	5		10	30
별꽃																5		
버드나무 sp.																	10	
뽕리뱅이																		5
주름잎																		1
큰개불알풀																		1

7) 횡단모식도에서 모식화한 식물은 성숙한 모습을 그린 것으로 조사시기의 실제크기와 차이가 있으며, 실제크기는 표에 별도 기입하였음.

<표 3-13> 성북천 조사지점 A-4에서 환경

No. A-4

<p>▪ 하 천 명 : 성북천</p>	<p>▪ 행정지명 : 서울시 성북구 동소문동</p>
<p><위치도></p> 	<p><중단모식도></p>
<p>① 좌안입구</p>	<p>② 우안입구</p>
	
<p>③ 내부 1</p>	<p>④ 내부 2</p>
	
<p><하천횡단구조></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 하천폭 : 17 m ▪ 인도폭 : m ▪ 수로폭 : m ▪ 수변폭 : (좌) m (우) m ▪ 둔치폭 : (좌) m (우) m ▪ 독경사 : (좌) ° (우) ° 	<p><하천경관></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 인접부 : (좌) 상업지, 도로 (우) 상업지, 도로 ▪ 주변부 : 주거지, 상업지 ▪ 제 방 : 벽돌, 콘크리트 ▪ 교 란 : 오염, 인공기질
<p>▪ 하천자연도 등급 : 5</p>	<p><하상환경></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 하상기질 : 콘크리트 ▪ 암석노출 : 5~25%


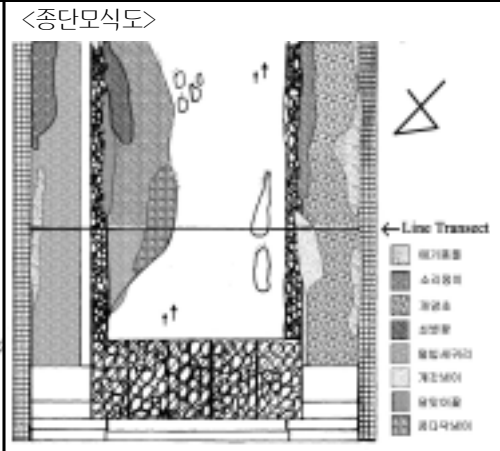




<표 3-14> 성북천 B와 C 지점 부근의 복개구간

복개구간

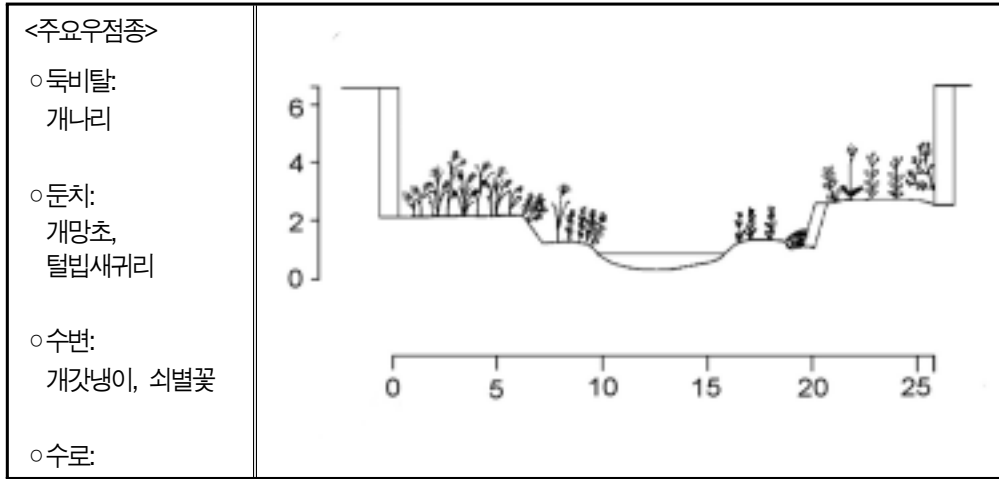
<p>▪ 하 천 명 : 성북천</p>	<p>▪ 행정지명 : 서울시 성북구</p>
<p><위치도> 조사지점 B</p> 	<p><위치도> 조사지점 C</p> 
<p>① 좌안입구</p> 	<p>① 좌안입구</p> 
<p>② 우안입구</p> 	<p>②우안입구</p> 

<표 3-15> 성북천 조사지점 B에서 환경

No. B

<p>▪ 하천명 : 성북천</p>	<p>▪ 행정지명 : 서울시 성북구 보문동</p>
<p><위치도></p> 	<p><중단모식도></p> 
<p>① 하천횡단</p>	<p>② 하천종단</p>
	
<p>③ 좌안</p>	<p>④ 우안</p>
	
<p><하천횡단구조></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 하천폭 : 25.5m ▪ 인도폭 : m ▪ 수로폭 : 9 m ▪ 수변폭 : (좌) 1.5m (우) 0.5m ▪ 둔치폭 : (좌) 5.8m (우) 5.5m ▪ 독경사 : (좌) 80° (우) 80° ▪ 하천자연도 등급 : 4 	<p><하천경관></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 인접부 : (좌) 상업지, 도로 (우) 주거지, 도로 ▪ 주변부 : 주거지, 상업지 ▪ 제 방 : 돌, 흙 ▪ 교 란 : 오염, 인공하안, 배수 <p><하상환경></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 하상기질 : 모래, 콘크리트 ▪ 암석노출 : 1~5%

<표 3-16> 성북천 조사지점 B에서의 식물 피도변화와 횡단모식도8)




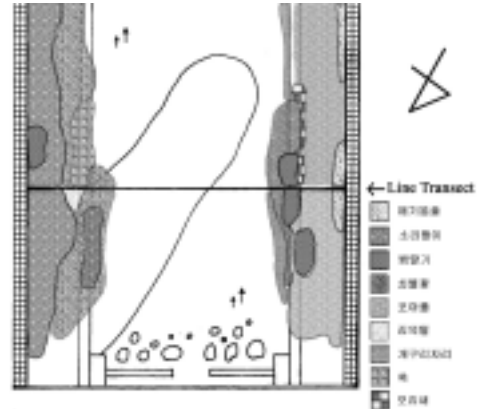




식물명	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
높이(m)	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6				0.5	0.4	0.5	0.6	0.6
애기똥풀	30		10	5							10		5
명아주	20	5	1		5								5
달그이덩굴	5												5
갈퀴덩굴	5										5		10
고들빼기	1	5	1	5									5
개망초	1	10	10	5	5					5			
꽃마리	1	5								10			
봄여뀌	1	5			5						5		
망초		5	5	5									
갯버들		5							50				
쇠별꽃			10	5	10					10			
냉이			1								5	10	
개갯냉이				10	20								
황새냉이					20								
뚝새풀					10								
갯									10				
유채									10				
돌피									10				
콩다닥냉이									30		5		
달맞이꽃										10	20		
제비꽃										5			5
털법새귀리										1	30	70	40
큰김의털									10		10		
오리새											10		
소리쟁이													20

○기타출현종 : 0m - 환삼덩굴, 질경이; 4m - 서양민들레, 지칭개, 돼지풀; 6m - 뿌리뱅이, 광대나물; 18m - 속털개말; 20m - 별꽃; 22m - 김의털; 24m - 쭉, 닭의장풀, 포아풀

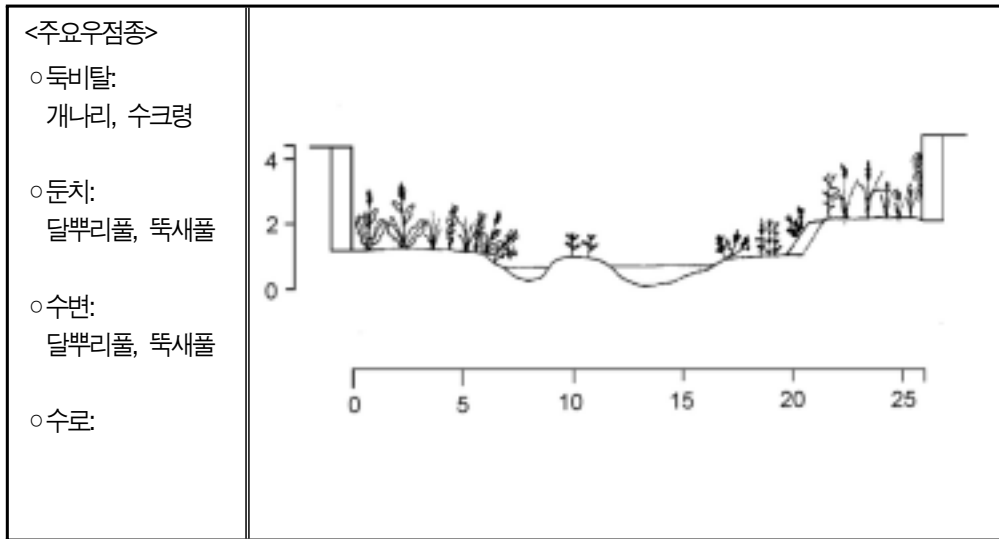
8) 횡단모식도에서 모식화한 식물은 성숙한 모습을 그린 것으로 조사시기의 실제크기와 차이가 있으며, 실제크기는 표에 별도 기입하였음.

<표 3-17> 성북천 조사지점 C에서 환경

No. C

<p>▪ 하 천 명 : 성북천</p>	<p>▪ 행정지명 : 서울시 성북구 보문동</p>
<p><위치도></p> 	<p><종단모식도></p> 
<p>① 하천횡단</p>	<p>② 하천종단</p>
	
<p>③ 좌안</p>	<p>④ 우안</p>
	
<p><하천횡단구조></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 하천폭 : 25.5m ▪ 인도폭 : m ▪ 수로폭 : 7.5 m ▪ 수변폭 : (좌) 0.5m (우) 0.3m ▪ 둔치폭 : (좌) 5.5m (우) 5.2m ▪ 둑경사 : (좌) 80° (우) 80° ▪ 하천자연도 등급 : 4 	<p><하천경관></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 인접부 : (좌) 상업지, 도로 (우) 주거지, 도로 ▪ 주변부 : 주거지, 상업지 ▪ 제 방 : 돌, 흙 ▪ 교 란 : 오염, 하안정리, 배수 <p><하상환경></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 하상기질 : 모래, 콘크리트 ▪ 암석노출 : 1~5%

<표 3-18> 성북천 조사지점 C에서의 식물 피도변화와 횡단모식도9)



식물명	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
높이(m)	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6				0.5	0.4	0.5	0.6	0.6
개망초	10		5										
포아풀	40	60	20										
냉이	10	5	10										
닭의장풀	5						1	1					
꽃마리	5	1	5	5					5			5	5
갈퀴덩굴	5	1											
서양민들레	5			1									
망초	5			1									
애기똥풀	1	5	10								10	10	20
썩	5	1	10	5						50	20	5	
오리새		10	20										
쇠별꽃		5		20			1	1	60		5	10	20
뽕딸기			1	5	20						5	10	10
뽕여뀌			1		5		1						
개갯냉이				20					10				
황새냉이				5			1	1					
개구리자리				40									
고들빼기				5					5				
소리쟁이									20	5	40	50	80
돌소리쟁이									10	10			
큰개불알풀									5				5
김의털										30	5	5	10
여뀌											10	5	

○기타출현종 : 0m - 쥐똥나무; 4m - 청사초; 6m - 뽕리뱅이, 주름잎; 14m - 독새풀, 별꽃; 16m - 개소시랑개비, 주름잎; 18m - 달맞이꽃, 제비꽃, 돌나물; 24m - 무궁화, 개나리

9) 횡단모식도에서 모식화한 식물은 성숙한 모습을 그린 것으로 조사시기의 실제크기와 차이가 있으며, 실제크기는 표에 별도 기입하였음.

3) 생물다양성

종다양성은 군집의 안정도에 대한 척도이며, 군집의 성숙도를 나타낸다. 여러 가지 종이 다양하게 나타나는 것은 종간의 상호작용이 다양하기 때문이고, 개체군의 상호작용이 다양하다는 것을 의미한다.

성북천의 복원구간 및 복개구간의 종다양도지수는 0~3.03 사이에 분포하는 것으로 조사되었다. A-1 지점에서 가장 높게 나타났고, A-4(복개지점) 지점에서 가장 낮게 나타났다(<표 3-19> 참조). 복원구간만 보면 A-1 지점에서 가장 높게 나타났고, A-3 지점에서 상대적으로 낮게 나타났다. 이는 복원한 수변부의 재료에 따라 식물 활착정도에 따른 차이라고 판단되는데, 식물성 재료를 이용한 A-1 지점과 A-2 지점이 암석재를 이용한 A-3 지점에 비해 식물 활착정도가 상대적으로 떨어지기 때문이다.

일반 직강화 하천구간인 B지점과 C지점은 각각 3.31과 3.21로 복원구간과 비교했을 때 다소 높게 나타났다. 이는 복원구간이 복원된 후 시간이 짧아 아직 하천변 식물이 정착하여 안정화되지 않은 단계이기 때문이라고 판단된다. 특히 일반하천구간에서는 비교적 긴 기간 동안 식물이 성장하여 복원구간보다 출현종수가 높은 것으로 판단된다.

균등도지수는 복개구간이 0에 가깝고, 복원구간에서 0.64~0.66으로 지점간에서 큰 차이가 없었고, 일반 직강화 하천구간에서는 0.71~0.76으로 나타나 복개구간과 복원하천구간은 큰 차이를 보이고 있다(<표 3-19> 참조). 개망초, 털뽕새귀리, 소리쟁이 등 귀화식물의 군락이 발달하고 있었던 일반 직강화 하천구간이 하천복원구간보다는 균등도에서 약간 높게 분석되었다.

<표 3-19> 성북천에서 식물의 종다양도지수

조사지점	출현종수	종다양도지수	균등도지수
A-1 (복원구간)	32	3.03	0.64
A-2 (복원구간)	22	2.85	0.67
A-3 (복원구간)	16	2.43	0.66
A-4 (복개구간)	0	-	-
B (일반직강하구간)	38	3.31	0.76
C (일반직강하구간)	36	3.21	0.71

3. 평가

성북천 하천변에서 조사된 식물종수는 총 93종으로 나타났으며, 그 중 수생식물이 2종(2%), 습생식물이 13종(15%), 육상식물이 78종(83%)으로 조사되었다. 생장형에 따른 식물의 비율은 초본식물이 80종(86%), 목본식물이 11종(12%), 덩굴성목본이 2종(2%) 출현하는 것으로 조사되었다.

A-4 구간과 사진을 통해 소개된 일부 복개구간은 소량의 하천수가 흐르고 있기는 하지만, 기본적으로 빛이 차단되고 하상 기질이 전부 콘크리트로 되어 있는 등 식물이 전혀 서식할 수 없는 환경조건을 가지고 있었다(<표 3-13, 14> 참조). 그리고 직강화 하천구간인 B와 C지점의 식물생장속도가 하천복원구간인 A-1~A-3 지점보다 약간 높게 나타나 복원구간의 식물생장속도가 상대적으로 낮은 것으로 관찰되었지만, 이는 개복 후 얼마 지나지 않아 식물이 하천에 활착하기 위한 충분한 시간적 여유가 없었기 때문인 것으로 판단된다.

또한 짧은 복원구간임에도 불구하고 A-1에서 A-3 사이에 식물성장속도가 다른 이유는, 하천복원시 사용된 토양, 복원재료, 식물종류에 차이가 나기 때문인 것으로 보인다. 자연형 하천복원구간은 좁은 공간 안에 매우 다양한 식물을 식재한다는 점에서 식물이 현재 하천환경에 적응하기까지 일정기간 관리와 보호가 필요할 것으로 판단된다.

직강화 하천구간인 B구간과 C구간은 도시 주거지를 흐르는 하천임에도 불구하고 접근성이 매우 떨어지는 편이다. B구간과 C구간 모두 하천 둔치에 식물군락이 발달하고 있으나, 털비새귀리, 개망초, 소리쟁이 등 귀화식물만이 크게 발달하여 군락을 이루고 있는 상태다.

종다양성은 군집의 안정도에 대한 척도이며, 여러 가지 종이 다양하게 나타나는 것은 종간의 상호작용이 다양하기 때문이고, 개체군의 상호작용이 다양하다는 것을 의미한다. 성북천의 종다양도지수는 0~3.03으로 나타났고, A-1 지점에서 가장 높고, A-4(복개지점)지점에서 가장 낮다.

제 3 절 저서생물

도시화에 따른 하천생태계의 영향은 그 하천에 서식하는 생물 군집에도 지대한 영향을 끼쳐 왔으며, 그로 말미암아 하천생태계의 구조와 기능도 큰 변화가 야기되었다(배 등, 1996). 하천의 저서동물은 편형동물, 환형동물, 갑각류, 패류 및 수서곤충을 포함하는 큰 분류군이다. 이 중에서 수서곤충은 전체 곤충류의 3% 미만을 차지하지만, 담수생태계에서는 종류수와 개체수가 가장 다양하고 풍부한 무리로 알려져 있으며, 담수에 서식하는 저서동물의 95% 이상을 차지하는 중요한 분류군이다. 이와 같은 수서곤충은 식물플랑크톤이나 외부로부터 유입된 식물과 고형 유기물을 섭취하여 동물성 단백질로 전환하여 주며, 어류와 같은 고등 척추동물의 주요 먹이원으로 이용되기 때문에 담수생태계의 1차 또는 2차 소비자로서 중요한 역할을 담당한다. 특히 저서성 수서곤충은 몸의 구조 및 서식환경의 선택이 다양하여 수질의 오염정도와 서식처의 보존상태에 따라 출현하는 종류가 달라지며, 개체수와 종수의 분포 등 군집구조의 차이가 뚜렷하기 때문에 하천의 자연 변화의 정도나 현황을 파악할 수 있는 지표 분류군으로서 중요한 역할을 수행할 수 있다.

이 조사에서는 청계천의 주요지류이며, 서울시의 도심에 위치한 성북천 저서동물 군집의 지점별 변동조사를 실시하였다. 성북천 본류는 일부 구간이 완전 복개되거나 부분 복개가 이루어져 하천의 자연성이 크게 훼손된 부분이 많은 도시하천이다. 이 조사의 상류구간 중 일부 구간은 짧은 구간이지만 복개된 지점을 자연하천으로 복원하였는데, 훼손된 복개수역과 복원수역의 생물상 출현정도를 상호 비교하여 복원에 따른 생태계 회복 정도를 파악하였다. 이 조사는 하천의 복개 등으로 생태적 훼손이 심한 이 지역의 저서무척추동물 생물상 및 군집 현황을 처음으로 평가 할 수 있는 계기가 되었다.

1. 조사 개요

1) 조사 일시

저서동물의 조사는 2차에 걸쳐 이루어졌으며, 1차 조사는 2004년 4월 16일에, 2차

조사는 2004년 6월 2일에 실시되었다.

2) 조사 지점

저서무척추동물의 지역별 분포상을 파악하기 위해 복개수역 1개 지점, 복원수역 1개 지점, 하류의 지하철 지하수수역 3개 지점을 포함하여 모두 5개 지점을 선정하여 조사하였다(<그림 3-7> 참조). 조사지점의 개황은 <표 3-20>과 같다.

- 지점 1 : 성북구 동소문동 3가 시범 복원구간 상류의 복개 지점
(복개 입구에서 30m 진입 수역)
- 지점 2 : 성북구 동소문동 3가~5가 시범 복원구간 (노출 수역)
- 지점 3 : 성북구 안암동 3가 보문3교 (지하철 지하수가 유입되는 노출 수역)
- 지점 4 : 성북구 보문동 7가 보문초등학교 옆
(지하철 지하수가 유입되는 노출 수역)
- 지점 5 : 성북구 용두동 청계천 유입부



<그림 3-7> 성북천의 저서동물 조사 지점

<표 3-20> 조사지점의 개황

조사지점	개 황
지점1	시범 복원지역의 상류에 위치한 복개지점으로 박스형 시멘트수로이며, 하상은 약간의 유기물과 모래 등이 퇴적되어 있으나 생물이 서식하기 힘든 환경이다.
지점2	성북천 복원구간 134m 수역으로 상류의 계곡수와 복원지역 바로 상부에서 흘러 들어오는 지하수가 유입되어 육안적 수환경은 비교적 양호한 상태이다. 복원구역의 수로폭은 약 3m, 저수둔치 3.5m, 고수부지 2~3m 정도로 이루어져 있다. 수역의 수심은 5~40cm, 유속은 10~40cm 정도로 흐르는 평지 계류 형태이며, 하상은 자갈과 호박돌이 많이 깔려 있으며, 모래와 호박돌 이상의 큰 돌도 혼재되어 자연성과 이질성이 뛰어난 구조를 가지고 있다.
지점3	지하철 6호선 보문역사에서 용출되어 나오는 지하수가 하천으로 유입되고 있다. 수심은 10~ 40cm, 유속은 10~25cm 정도로 흐르고 있다. 육안적 수질이 도심내의 하천으로서는 다소 양호한 상태로 보이나 하상의 후미진 곳이나 완속부에는 유기성 저니가 상당히 많이 퇴적되어 맑은 수역에서 서식하는 생물들이 다양하게 출현하지 못하고 있다. 하상은 주로 모래층이며, 잔자갈이 약간 깔려있는 양상이다. 주변의 저수호안은 비교적 양호한 초지가 형성되어 있다.
지점4	지하철 6호선 지하수가 흘러드는 수역으로 지점3과 유사한 환경을 이루고 있다. 수심은 30~40cm이며, 유속이 거의 없다, 하천 하상과 수변대에는 유기성 저니가 많이 쌓여 있다.
지점5	성북천 유입부 약 50m 지점으로 하상으로 흘러든 지하수 등이 지대가 낮은 유입부 근처에서 다시 표층으로 나와 약간의 하천수가 있으며, 유속은 거의 없는 상태이다. 하상은 주로 모래이며 곳에 따라 큰 자갈층이 있다. 하상에는 유기성 저니가 많으며, 육안적 수질도 열악하게 보인다. 금년 4월의 1차 조사때에는 성북천 하류 정비공사가 진행중이었다.

3) 조사 방법

저서동물의 채집은 노출수역의 경우 Surber net(50×50cm), 복개수역의 경우 Dredge sampler(바닥 지름 30 cm, 높이 30cm)을 사용하여 하상에서 1m 깊이를 끌어서 채취한 후 망목 0.5cm의 체에 넣어 시료를 걸른 후 이용하였다. 정성채집은 Scoop를 이용하였다. 저서동물의 채집은 pool과 riffle의 미소 서식처를 고려하여 정량채집(McCafferty, 1981; Merritt and Cummins., 1984, 1996, 윤일병, 1988, 1995)을 원칙으로 하였다. 채집된 저서동물은 현장에서 Kahle's 용액에 고정하였으며, 실험실에서 분류하

여 80% ethanol에 보존하였다.

각 분류군중 수서곤충의 경우는 Kawai(1985), Merritt & Cummins (1984, 1996), 윤 등(1988, 1995)을 참고로 동정하였으며, 곤충류중 Chironomidae는 체장, 채색, 구강부의 형태, abdominal tubule의 유무, 강모의 형태와 같은 외부형태의 특징을 고려하여 아과 수준에서 동정하였다(Wiederholm, 1983). 연체동물은 권(1990), 권 등(1993)을, 갑각류는 김(1977)을 참고하여 분류하였다. 저서동물 목록의 배열과 학명은 한국동물명집(한국동물분류학회, 1997)에 따라 정리하였다.

수서곤충 및 저서동물상의 특징을 규명하기 위하여 각 조사구간의 지점별 현존량, 종조성 및 우점종을 파악하였다. 군집의 분석은 정량채집된 자료를 아래의 공식에 의해 우점도지수(dominance index), 종다양도지수(species diversity index), 종풍부도지수(richness index)를 산출하여 그 결과를 이용하였다.

(1) 우점도지수(DI : McNaughton, 1967)

각 조사지점의 개체수에 근거하여 우점종과 아우점종을 선정하였다.

$$DI = \frac{n_1 + n_2}{N}$$

N : 총개체수, $n_1 + n_2$: 제 1, 2우점종의 개체수

(2) 종다양도지수 (H' : Pielou, 1966. 1975)

$$H' = \sum [(n_i/N) \cdot \log_2(n_i/N)]$$

N : 군집내 수서곤충 및 저서동물의 총개체수, n_i : 각 종이 차지하는 개체수

(3) 종풍부도지수 (RI : Magaref, 1958)

$$R = \frac{S-1}{\log(N)}$$

N : 수서곤충 및 저서동물의 총개체수, S : 출현종수

2. 조사 결과

1) 저서동물상

2004년 4월과 6월의 2차에 걸친 조사에서 성북천의 저서동물은 총 16 종으로 자연 하천의 출현상에 비해 상당히 적은 것으로 나타났다(<표 3-21, 24> 참조). 수서곤충류는 9종만이 출현하고 있으며, 목별로는 하루살이목 2종, 잠자리목 1종, 노린재목 2종, 파리목 4종이 채집되었다. 비곤충류는 6종으로 환형동물문 4종, 연체동물문 2종이 채집되었다. 수서곤충류 중에서는 맑은 수역에서 출현하는 강도래류나 날도래류는 출현하지 않았으며, 다양한 서식처를 좋아하는 딱정벌레류 등도 전혀 채집되지 않았다. 하루살이류 중에서는 상대적으로 오염된 수역에서 출현하는 꼬마하루살이 2종만이 출현하였으며, 가장 오염된 수역에서 출현하는 파리류도 4종만이 출현하여 생물상이 상당히 빈약한 것으로 나타났다. 중학천과 백운동천까지 조사된 청계천의 저서동물상은 총 26종(수서곤충 18종, 비곤충류 8종)이나 상류의 2개 지천을 제외한 본류 지점들에서는 12종이 출현하여(수서곤충 7종, 비수서곤충 5종) 청계천 본류와만 비교한다면 성북천의 출현종이 약간 더 많은 것으로 나타났다(서울시 보건환경연, 2003). 정릉천의 저서동물은 모두 55종(수서곤충 40종, 비곤충류 15종)이나 상류의 정릉공원 지점을 제외한 본류 지점의 경우 16종(수서곤충 8종, 비곤충류 8종)으로 성북천과 동일한 출현종수를 보이고 있다(서울시 보건환경연구원, 2003). 정릉천 본류는 지하철 6호선(고려대 역사)에서 방출되는 지하수가 제기2교에서 하류유입부까지 흘러가 하천유지용수가 되고 있으며, 성북천의 중·하류 지하수수역과 유사한 수환경으로 저서동물 출현종수도 두개의 하천이 동일한 것으로 나타났다.

조사시기별로는 4월에는 총 11종이 채집되었으며 수서곤충류가 5종, 비곤충류가 6종으로 나타났다. 6월에는 총 16종이 채집되었으며 수서곤충류가 10종, 기타 비곤충류가 6종으로 봄철에 비해 출현종수가 다소 증가하였다(<표 3-22, 23> 참조).

주요 분류군별 종 조성비는 수서곤충류는 모두 62.5%이었으며, 이중 파리 목이 31.2%로 구성비가 가장 많고 하루살이 목, 노린재 목, 잠자리 목이 각각 12.5%, 12.5%, 6.3% 순으로 나타났다. 비곤충류는 37.5%이었으며, 환형동물 문이 25.0%, 연체동물 문이 12.5%를 차지하였다(<그림 3-8> 참조).

<표 3-21> 성북천의 저서동물상 (2004. 4. 16~6. 2)

Phylum Arthropoda 절족동물 문

Class Insecta 곤충 강

Order Ephemeroptera 하루살이 목

Family Baetidae 꼬마하루살이 과

1. *Baetis fuscatus* Linnaeus 개똥하루살이
2. *Alaninites muticus* Linnaeus 길쭉하루살이

Order Odonata 잠자리 목

Family Libellulidae 잠자리 과

3. *Lyrithemis pachygastra* 배치레잠자리

Order Hemiptera 노린재 목

Family Nepidae 장구애비 과

4. *Ranatra unicolor* 방개아재비

Family Gerridae 소금쟁이 과

5. *Gerris latiabdominis* 애소금쟁이

Order Diptera 파리 목

Family Psychodidae 나방파리 과

6. *Psychoda* KUa 나방파리 KUa

Family Chironomidae

7. Chironominae sp.1 깔따구 sp.1
8. Chironominae sp.2 깔따구 sp.2
9. Chironominae sp.3 깔따구 sp.3
10. Chironominae sp.4 깔따구 sp.4

Phylum Annelida 환형동물 문

Class Oligochaeta 빈모 강

Order Haplotaxida 빈모강

Family Tubificidae

11. *Limnodrilus socialis* 실지렁이
12. *Limnodrilus* sp. 실지렁이 sp.

Family Naididae 물지렁이과

13. Naididae sp. 물지렁이 sp.

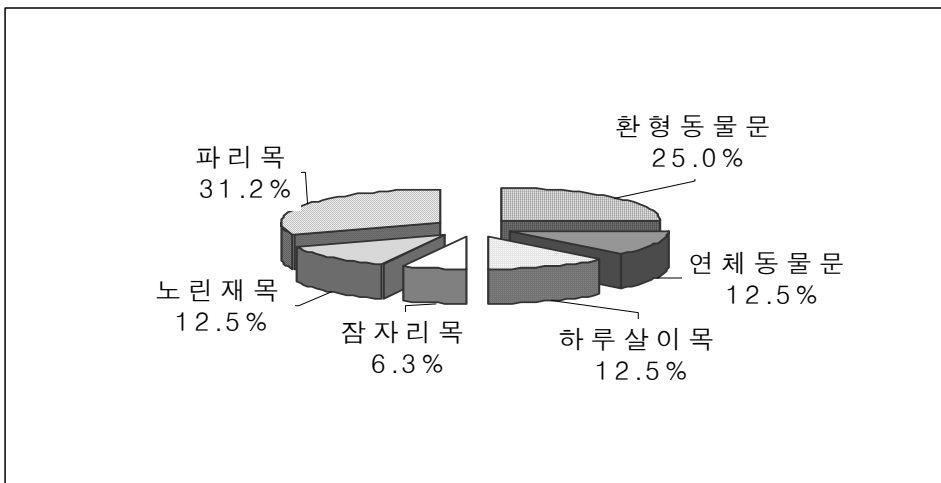
Class Hirudinea 절 강

Order Arhynchobdellida 턱거머리목

Family Hirudinidae 거머리과

14. *Hirudo niponica* Whitman 거머리

- Phylum Mollusca 연체동물 문
 Class Gastropoda 복족강
 Order Basommatophora 기안목
 Family Lymnaeidae 물달팽이과
 15. *Lymnaea auricularia* 애기물달팽이
 Family Physidae 원돌이물달팽이과
 16. *Physa acuta* 원돌이물달팽이



<그림 3-8> 성북천 저서동물의 주요 분류군별 종조성비

<표 3-22> 성북천 저서동물의 지점별 출현종수 및 개체수(개체/0.5m², 2004. 4. 16)

종 명	지점코드	복개지역	복원수역	중,하류 지하수수역		
		1	2	3	4	5
Class Insecta 곤충 강						
Order Hemiptera 노린재 목						
<i>Gerris latiabdominis</i> 애소금쟁이				1	1	
Order Diptera 파리 목						
<i>Psychoda</i> K _{1a} 나방파리 K _{1a}		1	1	4		
Chironominae sp.1 깔따구 sp.1			18	23	4	40
Chironominae sp.2 깔따구 sp.2			15	7		
Chironominae sp.3 깔따구 sp.3						1
Phylum Annelida 환형동물 문						
Class Oligochaeta 빈모 강						
<i>Limnodrilus socialis</i> 실지렁이			200	145	50	
<i>Limnodrilus</i> sp. 실지렁이 sp.						10
Naididae sp.1 물지렁이 sp.1						1
Class Hirudinea 질 강						
<i>Hirudo niponica</i> Whitman 거머리				1		
Phylum Mollusca 연체동물 문						
<i>Lymnaea auricularia</i> 애기물달팽이			1	7		
<i>Physa acuta</i> 원돌이물달팽이			20	18	40	
종 수		1	6	8	4	4
개 체 수		1	255	206	95	52

<표 3-23> 성북천 저서동물의 지점별 출현종수 및 개체수(개체/0.5m², 2004. 6. 2)

종 명	지점코드	복개지역	복원수역	중,하류 지하수수역		
		1	2	3	4	5
Class Insecta 곤충 강						
Order Ephemeroptera 하루살이 목						
<i>Baetis fuscatus</i> 개똥하루살이			8			
<i>Alaninites muticus</i> 길쭉하루살이			1			
Order Odonata 잠자리 목						
<i>Lyriothemis pachygastra</i> 배치레잠자리			1			
Order Hemiptera 노린재 목						
<i>Ranatra unicolor</i> 방개아재비				1		
<i>Gerris latiabdominis</i> 애소금쟁이					1	
Order Diptera 파리 목						
<i>Psychoda</i> KUa 나방파리 KUa			2	5		1
Chironominae sp.1 깔따구 sp.1			250	30	100	100
Chironominae sp.2 깔따구 sp.2			20	5	12	
Chironominae sp.3 깔따구 sp.3			10			
Chironominae sp.4 깔따구 sp.4				2		
Phylum Annelida 환형동물 문						
Class Oligochaeta 빈모 강						
<i>Limnodrilus socialis</i> 실지렁이			20		5	
<i>Limnodrilus</i> sp. 실지렁이 sp.						2
Naididae sp.1 물지렁이 sp.1			1			
Class Hirudinea 질 강						
<i>Hirudo niponica</i> Whitman 거머리			1			
Phylum Mollusca 연체동물 문						
<i>Lymnaea auricularia</i> 애기물달팽이			5		2	
<i>Physa acuta</i> 원돌이물달팽이			90	100	82	18
종 수		0	12	6	6	4
개 체 수		0	409	123	122	121

<표 3-24> 성북천 저서동물의 전조사기간 출현종수 및 개체밀도(개체/m², 2004. 4. 16~6. 2)

종 명	지점코드	복개지역	복원수역	중,하류 지하수수역		
		1	2	3	4	5
Class Insecta 곤충 강						
Order Ephemeroptera 하루살이 목						
			8			
			1			
Order Odonata 잠자리 목						
			1			
Order Hemiptera 노린재 목						
				1		
				1	2	
Order Diptera 파리 목						
		1	3	9		1
			268	53	104	140
			35	12	12	
			10			1
				2		
Phylum Annelida 환형동물 문						
Class Oligochaeta 빈모 강						
			220	145	55	
						12
			1			1
Class Hirudinea 질 강						
			1	1		
Phylum Mollusca 연체동물 문						
			6	7	2	
			110	118	122	18
		1	12	10	6	6
		1	664	349	297	173

2) 지역별 저서동물 서식현황

조사수역별 출현종수는 복개수역(지점 1), 복원수역(지점 2) 및 하류의 지하수수역(지점 3, 4, 5)에서 각각 1종, 12종, 13종으로 복원지역과 하류의 지하수수역에서 출현종수가 가장 풍부하였다. 복원수역은 1개의 조사지점인 점을 감안하며 복원지역의 저서동물상이 다른 수역에 비해 상대적으로 양호한 것을 확인할 수 있다. 특히 근점 상류의 복개 구간과 비교하면 하천 복원에 의한 생물상 다양성 변화를 직접적으로 비교할 수 있을 것이다.

(1) 지역별 분포상

지역별 분포상은 다음과 같다(<표 3-25>, <그림 3-9> 참조).

① 복개수역 (지점 1)

복개 수역의 경우 유기성 오염지역에서 출현하는 파리 목의 나방파리류 1종만이 출현하고 있었다. 특히 하상이 시멘트구조물로 되어있어 실지렁이들과 같이 강한 유기 오염하수역에서 출현하는 종들마저도 채집이 되지 않았다.

② 시범 복원수역 (지점 2)

복원수역의 출현종은 12종으로 다른 지점별에 비해 가장 많은 종들이 채집되었다. 특히, 하루살이목, 꼬마하루살이과의 개똥하루살이와 길쭉하루살이 2종이 복원 수역에서만 출현하고 있으며, 잠자리 목의 경우도 배치레잠자리 1종이 복원 수역에서만 출현하고 있어 복원의 효과를 파악하는 큰 잣대가 될 수 있다. 비록 개똥하루살이와 길쭉하루살이 및 배치레잠자리가 다소 오염된 수역에서 출현하는 종들이지만, 꼬마하루살이과의 종들과 같이 크게 훼손 및 오염이 되지 않은 자갈 및 모래 등으로 하상이 다양하게 구성되어 있는 유수역에서만 출현이 가능하고, 배치레잠자리도 수초대가 다소라도 형성되어야 출현할 수 있다는 점에서 이들 종들이 유독 시범 복원지역에만 출현하는 것은 그 의미가 크다고 할 수 있다.

③ 하류 지하수수역 (지점 3, 4 및 5)

하류의 지하수수역의 조사지점들은 모두 노출수역에서 채집이 이루어졌다. 특히, 지점 3과 지점 4는 유량도 상당히 풍부하나 하상에 유기성 저니가 많이 퇴적되어 본 수역에 적응된 깔따구류, 실지렁이류 및 원돌이물달팽이가 대부분을 차지하고 있다. 수초대와 정수역에서 출현하는 애소금쟁이와 방게아재비 등이 출현하고 있으나 자연 하천에 비해 매우 적은 종들이 서식하고 있는 것으로 나타났다.

(2) 지역별 출현밀도

지역별 개체밀도는 다음과 같다(<표 3-25>, <그림 3-10> 참조).

① 복개수역 (지점 1)

복개수역의 평균 개체밀도는 1개체/m²로 극히 단순하였다. 특히, 본 수역하상이 시멘트구조물로만 되어있어 복개수역의 유기성 저니층에 살수 있는 종들도 서식하기 힘든 상태였다.

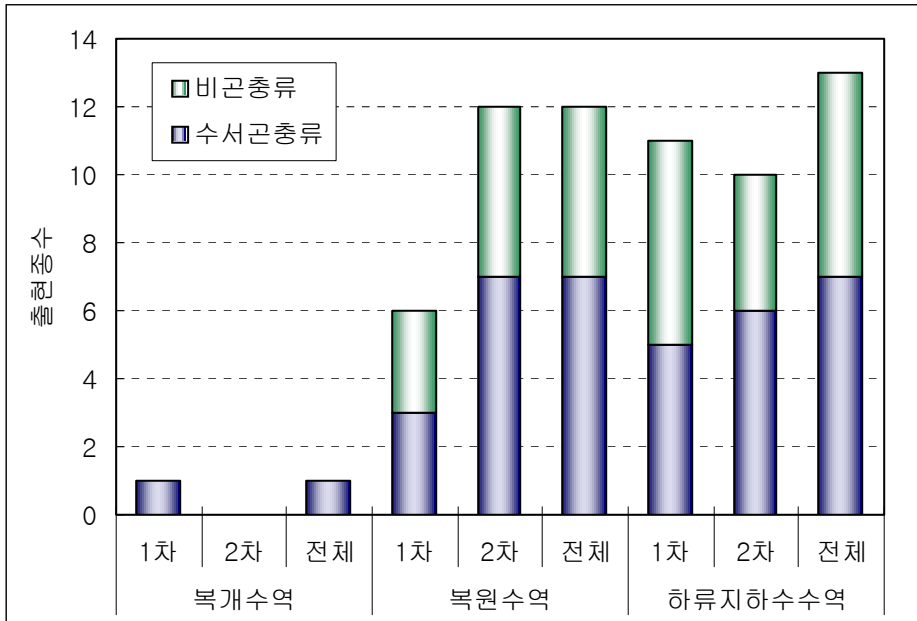
② 시범 복원수역 (지점 2)

복원수역의 평균 개체밀도는 664개체/m²이며, 분류군별로는 수서곤충류가 326개체/m², 비곤충류가 338개체/m²를 차지하였다. 유기오염과 같은 수질환경에 내성이 큰 깔따구 sp.1, 실지렁이 및 원돌이물달팽이가 개체밀도의 대부분을 차지하고 있어 서식지의 다양화나 수질정화 능력을 증대시킬 수 있는 복원구역이 더 확대되어야 오염내성종들과 같은 특정 종들의 지나친 우점화를 저감시킬 수 있을 것이다.

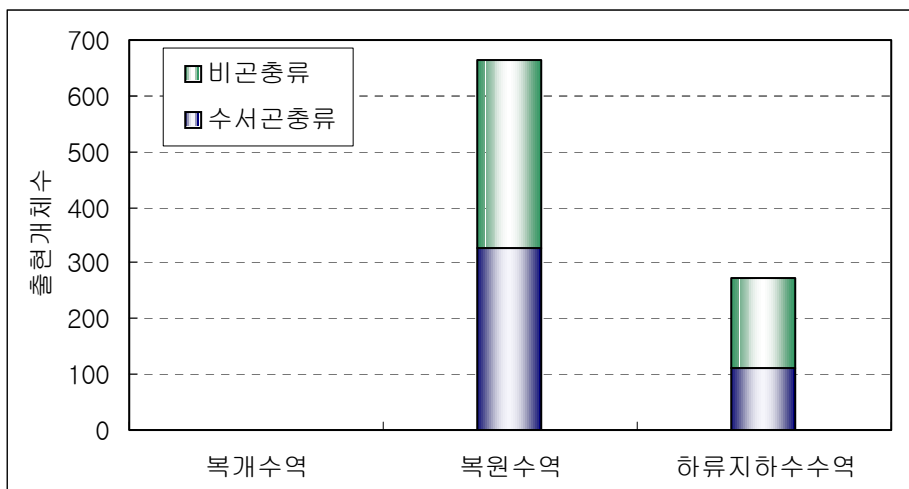
③ 하류 지하수수역 (지점 3~5)

하류의 평균 개체밀도는 273개체/m²이며, 수서곤충류가 113개체/m², 비곤충류는 160개체/m²로 시범 복원구간보다는 개체밀도가 낮은 것으로 나타났다. 지점별 개체밀도는 173~349개체/m²(수서곤충 : 78~142개체/m², 저서동물 31~271개체/m²)로 지점 3의 개체밀도가 가장 높고 유입부인 지점 5가 가장 낮았다. 하류 지하수수역에서도 유

기오염 내성종들인 깔따구 sp.1, 실지렁이 및 원돌이물달팽이가 개체밀도의 대부분을 차지하고 있으며, 본 지역의 경우 수질외에도 하상 서식지의 유기오염, 수변대의 미소 서식처 부족 등이 다양한 생물의 서식을 제한하고 있는 것으로 보인다.



<그림 3-9> 성북천 저서동물의 주요 서식지별 출현종수



<그림 3-10> 성북천 저서동물의 주요 서식지별 개체밀도(개체/m²)

3) 우점종 및 우점율

지점별 우점종은 <표 3-25>와 같다. 봄철 조사의 경우 복개수역에서는 나방파리 KUa 1종만이 출현하는 극단적인 생물상을 보여주고 있으며, 시범 복원수역에서는 실지렁이가 우점종으로, 원돌이물달팽이가 아우점종으로 나타났다. 하류 노출수역에서는 실지렁이, 실지렁이 sp.1, 깔따구 sp.1, 원돌이물달팽이가 우점종 및 아우점종으로 나타났다. 여름철조사에서는 복개지점에서는 저서동물이 전혀 채집이 되지 않았으며, 복개수역에서는 깔따구 sp.1과 원돌이물달팽이가 우점종과 아우점종으로 나타났다. 하류 노출수역에서는 원돌이물달팽이와 깔따구 sp.1이 주요 우점종으로 나타나 성북천에서는 전 지점에서 유기오염 내성종들인 깔따구류, 실지렁이 및 원돌이물달팽이가 주요 우점종을 차지하고 있다.

평균 우점도지수는 봄철조사에서는 복개수역 1.00, 복원수역 0.86, 하류노출수역 0.91로 시범 복원구간에서 환경에 적응된 특정종이 차지하는 우점도지수가 상대적으로 낮았으나, 일반적으로 자연상태의 하천들에 비해 상당히 높은 우점도지수로써 저서동물 군집구조가 매우 단순함을 알 수 있다. 여름철 평균 우점도지수는 복개지점은 생물상이 출현하지 않아 비교할 수 없으며, 복원수역은 0.83, 하류 노출수역은 0.92로 봄철 조사에서와 같이 상당히 높게 나타나는 단순한 구조를 보여주고 있다.

<표 3-25> 성북천 저서동물의 지점별 우점종 및 우점도지수 (2004. 4~6)

지 점	항 목		우점종	아우점종	우점도지수	
1차 조사 (봄)	복개수역	지점 1	나방파리 KUa	-	1.00	평균 1.00
	복원수역	지점 2	실지렁이	원돌이물달팽이	0.86	평균 0.86
	하류 노출수역	지점 3	실지렁이	깔따구 sp.1	0.82	평균 0.91
		지점 4	실지렁이	원돌이물달팽이	0.95	
		지점 5	깔따구 sp.1	실지렁이 sp.1	0.96	
2차 조사 (여름)	복개수역	지점 1	-	-	-	-
	복원수역	지점 2	깔따구 sp.1	원돌이물달팽이	0.83	평균 0.83
	하류 노출수역	지점 3	원돌이물달팽이	깔따구 sp.1	0.89	평균 0.92
		지점 4	깔따구 sp.1	원돌이물달팽이	0.90	
		지점 5	깔따구 sp.1	원돌이물달팽이	0.98	

4) 군집 생태지수 평가

저서동물 군집의 지점별 생태지수는 <표 3-26>과 같다. 군집의 복잡성을 평가하는 종다양도지수의 평균값은 봄철조사의 경우 복개 수역은 1종만이 출현하여 다양성이 전혀 없는 지역으로 나타났다. 시범 복원수역과 하류 지하수수역은 각각 1.14와 1.26으로 비슷하며, 매우 낮게 나타나 군집의 복잡성이 적은 것으로 나타났다. 여름철 조사에서는 복개지점은 생물이 전혀 없는 상태이며, 복원수역은 1.78로 하류 지하수수역의 1.20보다 상대적으로 높게 나타나 군집의 복잡성과 다양성이 지역적으로 가장 양호하게 변한 것으로 나타났으나 수환경이 양호한 하천의 저서동물 군집에 비해서 상당히 낮게 나타났다.

종풍부도지수는 평균값이 봄철조사의 경우 복개수역은 0.00으로 종풍부성이 전혀 없으며, 시범 복원수역과 하류 노출수역은 각각 0.90과 0.91로 낮아 종다양도지수와 유사한 양상을 보여주고 있다. 여름철조사에서는 복원지역이 1.83으로 상당히 높아졌으며, 다양성이 전혀 없는 복개지점과 0.86의 하류 노출수역에 비해서 상대적으로 종풍부성이 많이 회복된 것으로 평가된다.

<표 3-26> 성북천 저서동물의 지점별 생태지수 (2004. 4~6)

지 점	생태지수		다양도지수 (H')		풍부도지수 (R)	
	복개수역	지점	값	평균	값	평균
1차 조사 (봄)	복개수역	지점 1	0.00	평균 0.00	0.00	평균 0.00
	복원수역	지점 2	1.14	평균 1.14	0.90	평균 0.90
	하류 노출수역	지점 3	1.53	평균 1.26	1.31	평균 0.91
		지점 4	1.27		0.66	
		지점 5	0.97		0.76	
2차 조사 (여름)	복개수역	지점 1	0.00	평균 0.00	0.00	평균 0.00
	복원수역	지점 2	1.78	평균 1.78	1.83	평균 1.83
	하류 노출수역	지점 3	1.31	평균 1.20	1.01	평균 0.86
		지점 4	1.51		0.94	
		지점 5	0.79		0.63	

3. 평가

복개수역의 경우 유기성오염지역에서 출현하는 파리 목의 나방파리류 1종만이 출현하였다. 또한 바닥이 시멘트로 구조물로 되어 있어 실지렁이들과 같이 강한 유기오염하수역에서 출현하는 종마저도 채집되지 않았다. 복원수역의 출현종은 배치레잠자리 등 12종으로 비교적 많은 종들이 채집되었다. 특히 배치레잠자리는 복원수역에서만 출현하고 있어 복원효과를 파악하는 중요한 잣대로 평가할 수 있다.

1종만 출현한 복개수역의 다양성지수는 0으로 나타나서 다양성이 전혀 없는 것으로 평가되고 있으며, 복원구간은 다양성지수가 1.14로 나타나서 다양성이 비교적 높은 것으로 평가할 수 있다. 또한 종 풍부도 지수도 복원구간이 0.9로 나타나서 복개구간의 0보다 훨씬 개선된 것으로 조사되고 있다. 이러한 조사 결과는 복개하천을 복원함으로써 수생태계는 양호한 상태로 개선되었음을 나타낸다고 할 수 있다.

이번 조사에서는 복원 후 기간이 얼마 지나지 않아 고등동물이 출현하지 않았지만, 성북천 대부분 구간이 자연형 하천으로 조성되고 수생태계가 안정화되면 곤충뿐만 아니라 도롱뇽, 개구리, 어류, 새 등 보다 고등한 동물이 출현하게 될 것이라 예상할 수 있다. 앞으로 지속적인 모니터링을 통해 성북천의 동·식물에 조사와 평가기준 마련이 필요할 것으로 보인다.

第Ⅳ章 치수적 안전도와 경관적 측면의 복원효과 평가

제 1 절 치수적 안전도 측면 분석

제 2 절 경관적 측면

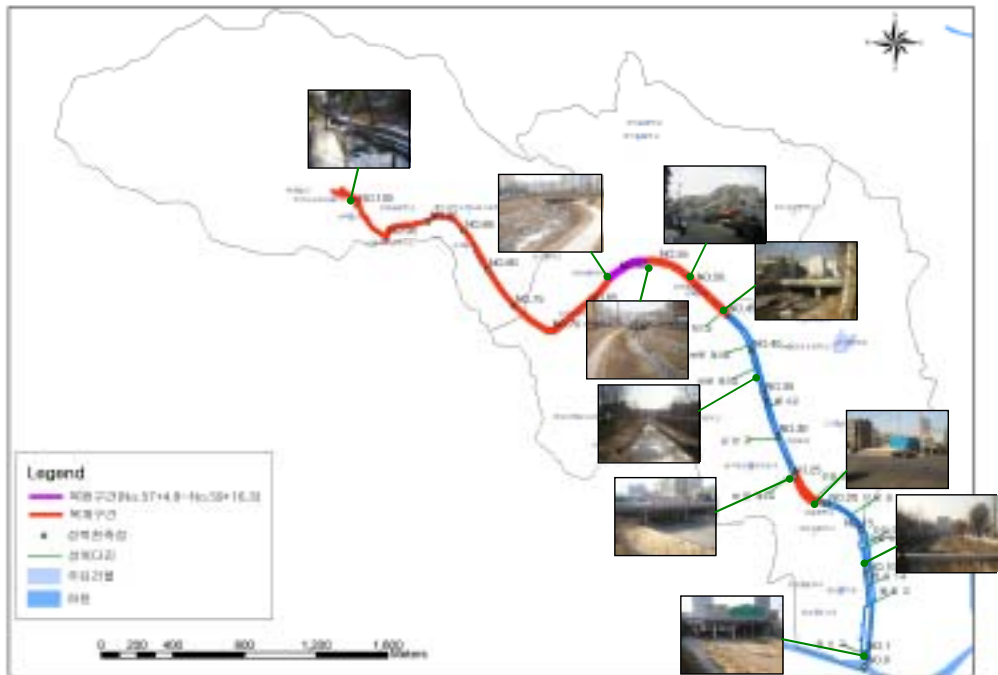
제 IV 장 치수적 안전도와 경관적 측면의 복원효과 평가

제 1 절 치수적 안전도 측면

성북천 복원에 따른 치수효과를 분석하기 위하여, 「성북천 등 하천정비기본계획 보고서」(서울시, 2002)와 「성북천 양동 복개구조물 철거 및 하천 복원공사 실시설계 종합보고서」(성북구청, 2000)를 이용하여 복원전·후의 단면 및 최심하상고, 홍수위, 유속을 비교분석하였으며, 제방의 치수안전도를 평가하여 하천 치수상 문제점이 없는가를 분석하였다.

1. 성북천의 복개구간 및 교량 현황

성북천은 하천양변이 주택 및 시가지로 밀집되어 있고, 하천구간은 치수안정성을 위하여 좌·우안이 석축으로 개수가 되어있다. 또한 성북구청을 기점으로 상류부는 복개되어 복합상가 및 도로로 이용되고 있는 상태로 복개내부는 채광이 되지 않아 생태계는 소멸된 상태이며 하천양안으로 합류식 하수관거가 설치되어 있다. <그림 4-1>은 성북천 지역의 복개구간 및 교량현황을 나타낸다.



<그림 4-1> 성북천 유역 복개구간 및 교량 현황도

2. 복원에 따른 치수효과 분석

1) 단면 및 최심하상고 변화

복원 전·후의 하천단면 변화는 다음과 같다. 복원으로 인하여 유수소통에 지장이 되는 구조물을 철거하고 좌안의 하폭을 확대하여 통수단면이 개선되었으나, 복원 후 호안 및 고수부지 계획 등에 따라 통수단면적이 감소하였다(<표 4-1> 참조).

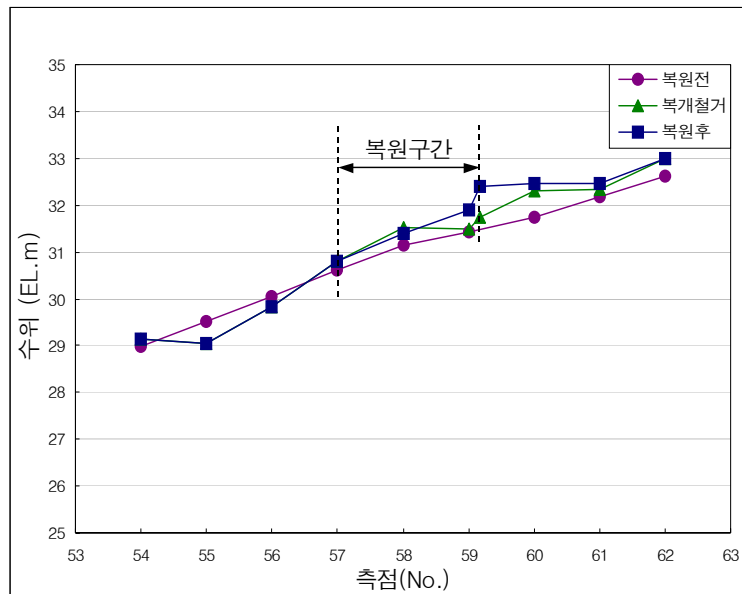
<표 4-1> 성북천 복원 전·후의 단면 변화

구분	횡단면	비고
복원 전		<p>하천 복개구조물과 하수BOX(라멘형식)로 되어있음.</p>
복개 철거후		
복원 후		<p>우안은 1:0.5로 호안만 설치, 좌안은 2.0m 확폭하여 호안을 1:0.5로 설치하되 고수부지를 평시유량만을 감안하여 저수로를 계획함.</p>

또한 <표 4-2>, <그림 4-2>와 같이 복원 전·후의 최심하상고를 비교해 보면, 복원 후(2002년) 최심하상고는 복원지점에서 복원 전(1992년)에 비하여 다소 높아졌음을 알 수 있다.

<표 4-2> 복원 전·후 최심하상고 변화

측점 (No.)	최심하상고 (E.L. m)		비고
	복원전	복원후	
No. 54	26.95	26.46	
No. 55	27.46	27.19	
No. 56	27.96	27.80	
No. 57	28.46	28.41	복원 구간
No. 58	28.97	29.23	
No. 59	29.44	29.71	
No.59+16.3	-	29.78	
No.60	29.89	29.81	
No.61	30.33	30.39	
No.62	30.78	31.12	



<그림 4-2> 복원 전·후 최심하상고 변화

2) 홍수위 및 유속 변화

복원 전·후의 홍수위 변화를 알아보기 위하여 복원 전(1992년)과 복개시설이 철거

된 단면, 그리고 복개철거 후 하천단면이 완전히 복원된 복원 후(2002년)의 홍수위를 HEC-RAS를 이용하여 산정하였다. 하천단면 및 홍수량은 「성북천 등 하천정비기본 계획 보고서」(서울시, 2002), 「성북천 OB동 복개구조물철거 및 하천복원공사 실시설 계 용역 종합보고서」(성북구청, 2002)의 자료를 이용하였다.

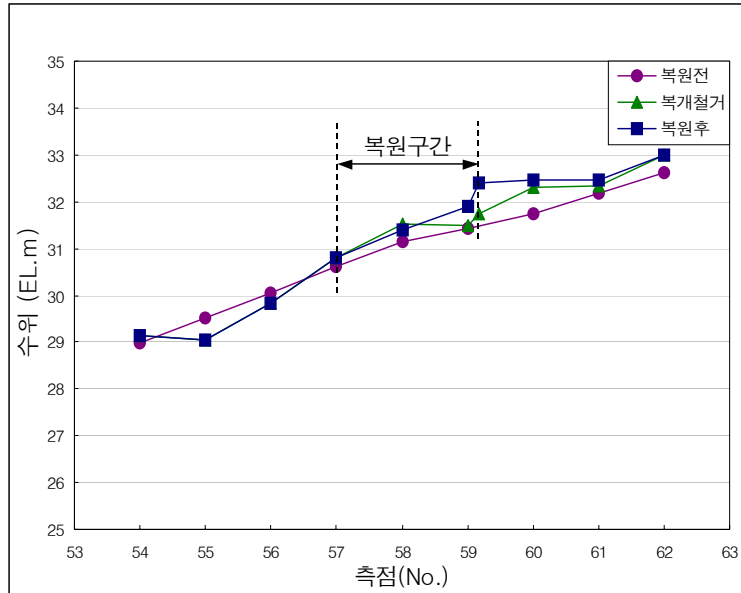
복원 전·후의 홍수위 변화는 <표 4-3>, <그림 4-3>과 같다.

<표 4-3> 복개 전·후 홍수위 변화

측점 (No.)	홍수량 (m ³ /s)	홍수위 (E.L. m)			비고
		복원전	복개 철거후	복원후	
No. 54	110	29.06	29.14	29.14	
No. 55	"	29.6	29.04	29.04	
No. 56	"	30.13	29.82	29.82	
No. 57	"	30.63	30.79	30.79	복원 구간
No. 58	"	31.14	31.52	31.41	
No. 59	"	31.54	31.5	31.91	
No.59+17	"	-	31.75	32.4	
No.60	"	31.73	32.29	32.46	
No.61	"	32.17	32.34	32.45	
No.62	"	32.62	32.99	32.99	

※ 주 : 홍수량은 1992년 하천정비기본계획의 계획홍수량 적용

복개 철거 직후에는 복원 전에 비해 복원구간 상류에서는 홍수위가 감소하였으나 복원구간을 지나면서 다소 증가하며, 복원 후 단면 계획이 이루어진 다음에는 복원 전 에 비해 복원구간 상류에서는 홍수위 변화가 거의 없고 복원구간을 지나면서 홍수위가 증가하였다. 유수소통 지장물을 철거하였음에 불구하고 홍수위가 증가한 것은 복원전 과 비교하여 하상고가 증가하고 호안 및 고수부지 계획 등에 따라 통수단면적이 감소 되었기 때문으로 판단된다.

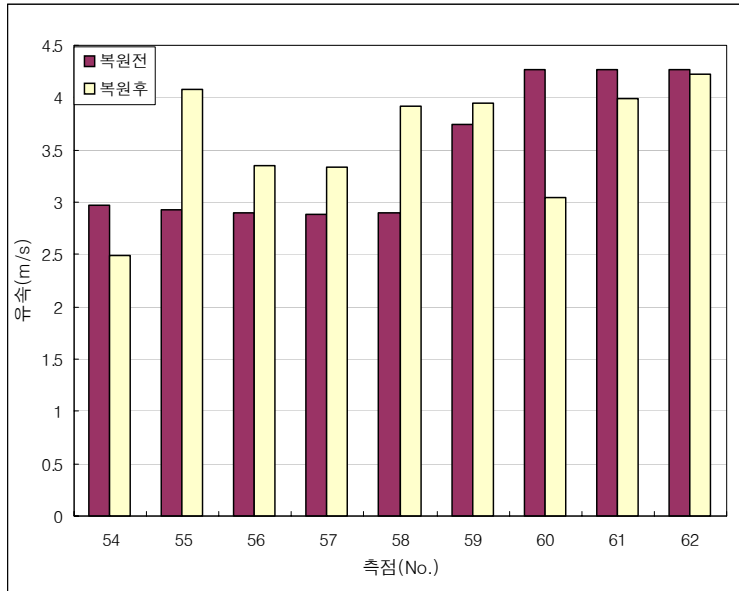


<그림 4-3> 복원 전·후 홍수위 변화

또한, 복원 전·후의 유속변화를 비교하면 <표 4-4>, <그림 4-4>와 같다. 복원 후 유속은 통수단면적 감소에 따라 복원 전에 비하여 다소 증가하는 경향을 보이고 있다.

<표 4-4> 복원 전·후 유속변화

측점 (No.)	유속 (m/s)			비고
	복원전	복개철거후	복원후	
No. 54	2.97	2.49	2.49	
No. 55	2.93	4.08	4.08	
No. 56	2.9	3.35	3.35	
No. 57	2.89	3.33	3.33	복원 구간
No. 58	2.9	2.99	3.92	
No. 59	3.74	3.93	3.95	
No.59+16.3	-	3.46	2.68	
No.60	4.27	3.27	3.05	
No.61	4.27	4.23	3.99	
No.62	4.27	4.23	4.23	



<그림 4-4> 복원 전·후 유속 변화

3. 제방의 치수안전도 평가

복원전과 비교해 볼 때 호안 및 고수부지 등의 계획으로 인하여 홍수위 및 유속이 증가하여 하천의 치수적 관점에서 문제가 없는지를 파악하기 위하여 제방의 치수안전도 평가를 실시하였다. <표 4-5>는 제방의 치수안전도 평가 기준을 나타내며, <표 4-6>은 제방의 치수안전도 분석 결과를 나타낸다. 분석 결과, 통수단면적 감소로 인하여 복원 후에 홍수위는 증가하지만 복원공사에 의하여 하천의 제방고가 다소 증가하였기 때문에 제방의 치수안전도는 모든 지점에서 A등급으로 안전성에 문제가 없는 것으로 나타났다.

<표 4-5> 제방 치수안전도 평가 기준

구 분	등급	기 준	관리방안
제방안전단면	A	계획홍수위+여유고 < 제방고	제방 안전
제방관리단면	B	계획홍수위 < 제방고 < 계획홍수위+여유고	제방은 월류하지 않으나 취약 원인을 파악하고 관리 필요
제방위험단면	C	제방고 < 계획홍수위	제방이 월류되므로 즉각적인 치수대책 수립 필요

<표 4-6> 복원 전·후 제방 치수안전도 평가 결과

측점 (No.)	제방고(El. m)				여유고(El. m)				제방안전도평가				비 고
	복원전		복원후		복원전		복원후		복원전		복원후		
	좌안	우안	좌안	우안	좌안	우안	좌안	우안	좌안	우안	좌안	우안	
No. 54	(30.40)	(30.40)	(30.40)	(30.40)	1.26	1.26	1.26	1.26	A	A	A	A	
No. 55	(31.11)	(31.11)	(31.11)	(31.11)	2.07	2.07	2.07	2.07	A	A	A	A	
No. 56	(31.60)	(31.60)	(31.60)	(31.60)	1.78	1.78	1.78	1.78	A	A	A	A	
No. 57	32.24	32.33	32.68	32.68	1.45	1.54	1.89	1.89	A	A	A	A	복 원 구 간
No. 58	32.73	32.73	32.98	32.98	1.32	1.32	1.57	1.57	A	A	A	A	
No. 59	33.21	33.31	33.29	33.41	1.3	1.4	1.38	1.5	A	A	A	A	
No.59+16.3	-	-	34.06	34.21	-	-	1.66	1.81	-	-	A	A	
No.60	(33.31)	(33.31)	(33.31)	(33.31)	0.85	0.85	0.85	0.85	A	A	A	A	
No.61	(33.89)	(33.89)	(33.89)	(33.89)	1.44	1.44	1.44	1.44	A	A	A	A	
No.62	(34.46)	(34.46)	(34.46)	(34.46)	1.47	1.47	1.47	1.47	A	A	A	A	

4. 종합분석

성북천 복개구간(No.57+4.8~No.59+16.3)에 대하여 하천 복원에 따른 치수효과를 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 복원 전·후의 하천단면 변화를 보면 복원으로 인하여 우수소통에 지장이 되는 구조물을 철거하고 좌안의 하폭을 확대하여 통수단면이 개선되었으나, 복원 후 호안 및 고수부지 계획 등에 따라 통수단면적이 감소하였다. 하천 복원 후 복원구간에서 홍수위와 유속이 다소 증가된 것으로 나타났다. 복원으로 인하여 우수소통에 지장이 되는 구조물을 철거하여 통수단면이 개선되고 좌안의 하폭이 확대되었으나 홍수위 및 유속이 증가한 것은 복원 전과 비교하여 하상고가 증가하고 호안 및 고수부지 계획 등에 따라 통수단면적이 감소되었기 때문이다.
2. 제방의 치수안전도 평가 결과, 통수단면적 감소로 인하여 복원 후에 홍수위는 증가하지만 복원공사에 의하여 하천의 제방고가 다소 증가하였기 때문에 제방의 치수안전도는 모든 지점에서 A등급으로 나타나 치수 안전성에는 문제가 없

는 것으로 사료된다.

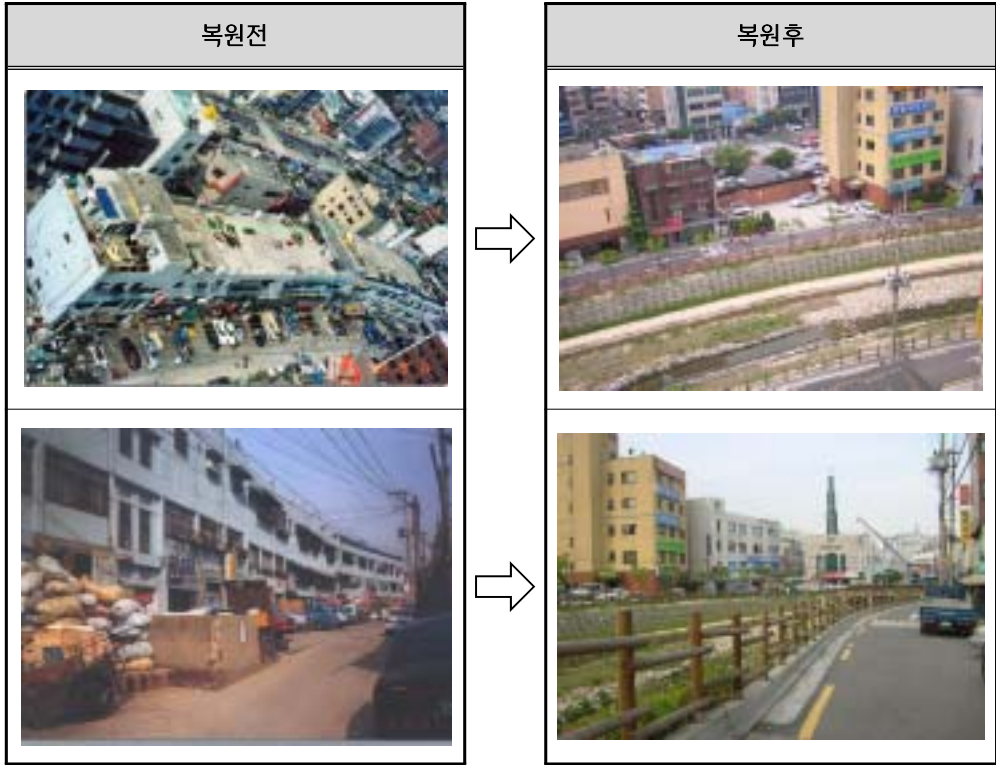
하천의 복원에 있어 기본원칙과 우선순위를 수립하는 것이 중요하다. 특히 자연형 하천으로 복원할 경우 둔치의 식생 조성 등 각 분야의 개선욕구는 대부분 하천의 홍수위에 직·간접적인 영향을 초래하여 홍수 위험도를 높이게 될 수 있으므로 제한된 여건에 맞는 복원사업이 진행되어야 할 것이다.

따라서 복원사업은 우선순위에 따라 수행되어야 하고, 우선순위에 맞지 않는 계획은 장래 주변여건의 변화에 따라 수행되어야 하며, 또한 치수의 중요성도 간과해서는 안 될 것이다. 특히 복원사업을 위해 치수효과 분석 및 제방의 치수안전도 평가를 실시하여 주민들이 홍수에 안전하도록 계획되어야 할 것이다.

제 2 절 경관적 측면

복개하천의 복원에서 있어 시민들이 가장 효과를 실감하는 사항이 경관적 측면이다. 도로나 건물로 덮여 있던 하천이 복원되어 하천수가 흐르고 있는 경관을 보면 시야가 트이고 초록빛으로 조성된 하천에서 위안을 얻을 수 있다.

성북천의 복원 경우도 경관적으로 크게 향상된 면을 보이고 있다. 과거 복개하천위에 OB 상가가 위치해있고 노후화되고 관리되지 않아 낙후된 지역 이미지를 만들던 때와 달리, 복원 후에는 자연형 하천으로 조성되어 시야가 확 트이고 주변 지역 이미지가 새롭게 개선되었음을 알 수 있다. 시범복원 구간만으로는 뚜렷한 효과를 보이지 않지만, 성북천의 많은 구간이 자연형 하천으로 조성될 경우 열섬 완화, 생태교육장 활용, 정서 안정 등의 효과가 나타날 것으로 예상할 수 있다. <그림 4-5>는 성북천의 복원전과 복원후의 상태를 나타낸 것이다. 비록 시범복원구간이지만 경관 면에서 크게 향상된 상태를 나타내고 있다.



<그림 4-5> 성북천 시범복원 전·후 모습

第Ⅴ章 경제적 측면의 복원효과 평가

제 1 절 하천복원의 비용편익 분석 방법

제 2 절 성북천 복원의 가치 추정

제 V 장 경제적 측면의 복원효과 평가

제 1 절 하천복원의 비용편익 분석 방법

1. 비용편익 분석의 개념

1960년대 하천법이 제정되면서 시작된 우리나라 하천관리의 주된 목적은 국가적 차원에서 홍수피해를 줄이고 경제개발에 따라 소요되는 용수를 확보하기 위한 것으로, 하천관리에서 하천의 환경적 측면은 거의 무시되었다. 이에 따라, 하천의 친수성은 떨어졌고, 하천 경관도 점차 파괴되어 결과적으로는 하천 생태계에도 많은 부정적 영향을 미치게 되었다. 도시 안에서도 효율적인 토지이용을 이유로 하천의 환경적 측면은 무시되고, 도시 소하천은 복개되어 도로나 주차장으로 이용되었으며, 대부분 도시 하천변에는 도로가 개설되어 하천으로의 접근성을 크게 떨어뜨렸다.

그러나 하천의 환경적 측면을 강조하는 세계적인 흐름과 환경시민단체의 끈질긴 주장으로 약화되어 가고 있는 하천 환경을 개선하고 복원해야 한다는 필요성이 크게 제기되고 있다. 이러한 주장에 의하면, 하천 복원의 이익은 1)생태적 이익, 2)사회적 이익(레크리에이션, 쾌적성 등 사회적인 기회성 증가, 하천을 보고 듣고 만지고 냄새를 맡는 것으로부터 미적 가치·즐거움 증가, 오염과 쓰레기의 감소로 하천의 어메니티 향상, 스트레스의 경감, 심리적 안정 등 하천 환경의 치료 효과 증가, 홍수 감소와 조절, 더 안전한 하천 환경), 3)문화적·역사적 이익(하천의 역사적이고 향수적인 가치의 보전, 하천과 관련된 활동의 문화적인 면을 보전하고 보호, 풍수지리 사상과 관련된 하천의 보전), 4)경제적·정치적 이익(하천 환경의 재생은 좀더 지속적이며 오랜 기간동안 편익을 낸, 홍수의 조절과 감소로 인한 경제적 손실 감소, 도시계획, 단지계획과 같이 따로 진행되는 계획들에 대하여 자연형 하천정비계획과 연계한 계획을 추진, 지속 가능한 개발을 위하여 생태도시계획을 추진하도록 지역단체들의 활동을 촉진, 친수성의 증가와 관광, 낚시 등 하천을 이용하는 기회가 늘어남에 따라 투자와 사업기회 향상) 등이 제시되고 있다(서울특별시·서울시정개발연구원 2003). 문제는 무형적 편익 또는 시장에서 거래되지 않는 환경적 가치를 어떻게 적절하고 합리적인 방법으로 추정

하고, 그리고 추정된 편익의 가치가 하천 복원의 비용보다 크게 되어 하천 복원의 정당성이 있는가 하는 것이다.

정부의 탄생이래, 어느 부문에 얼마만큼의 예산을 투입하는 것이 좋은가라는 문제에 대해서는 현재까지도 정확한 해답을 내리지 못한 채 논쟁이 벌어지고 있다. 다만 현대에는 정부가 재정압박을 받고 있다는 현실에서 정치성에 의한 투자사업의 선택보다는 경제성을 중시하면서 투자사업의 실행여부를 결정하는 경향이 강해지고 있다.¹⁰⁾ 즉, 정부의 각종 투자사업의 경제성을 사전에 검토한 후에 실행에 옮기는 것이 세금을 낭비하지 않고 효율적으로 사용할 수 있는 방안 가운데 하나라는 것이다. 정부지출로 수행되는 대부분의 사업은 대규모 사업으로서 한번 잘못된 선택을 한 경우 발생하는 피해가 크고 그 영향이 오래 미치기 때문에, 공공투자사업 선정에는 충분한 분석을 통한 현명한 선택을 필요로 한다. 경제성에 비중을 두고 투자사업을 선정하는 과정에서 가장 흔히 사용되는 방법 중의 하나가 비용편익분석이며, 이러한 측면에서 비용편익분석은 정부투자사업의 경제성을 강조하여, 정부지출의 효율화에 큰 기여를 하고 있는데 의의를 찾을 수 있다.

비용편익분석(Cost Benefit Analysis: CBA)이란 정부 투자사업의 타당성 여부를 투자사업의 결과 일정기간 동안 발생하는 편익과 비용으로서 파악하는 응용 후생경제학 분야이다. 비용편익분석에 관한 최초의 연구는 교량건설사업의 타당성을 분석한 1944년 프랑스 뒤퓌(Dupuit)의 “공공사업의 효용측정에 관하여” 논문인데, 1980년대 중반부터 비시장재화와 서비스에 대한 화폐적 평가방법이 발전됨에 따라 외부효과를 비용편익분석에 적극적으로 포함시키게 되었고, 비용과 편익의 여러 가지 측정방법이 제시되었다. 오늘날 비용편익분석은 거의 모든 나라에서 사용되고 있으며 그 적용범위도 점차 확대되어 철도, 항만, 도시개발사업, 수자원뿐만 아니라 농업, 교육투자, 환경보호 및 공해방지사업 등 공공투자계획과 경영계획에 대한 사전 및 사후평가 수단으로 사용되고 있다. 우리나라에서도 1999년부터 대규모 투자사업에 대해서는 예비타당성조사를 운영하고 있는데 여기에서도 비용편익분석의 결과를 반영하고 있으며, 행정자치부의

10) 물론, 투자사업결정에서는 정치성과 경제성의 논리가 양립하는 경향이 있다. 공공부문에서는 효율성뿐만 아니라 공공성이 함께 추구되어야 하기 때문이다. 정부가 효율성만 추구하게 되는 경우, 지역간 불균등 발전 등 여러 가지 좋지 않은 결과를 초래할 수도 있으며, 총편익이 총비용보다 크다고 하더라도 공공성이라는 측면에서 정당시 될 수 없는 투자사업이 존재하기도 한다.

투자자 심사에서도 경제적 수익성 및 타당성에 관한 투자심의회 자료를 제출하도록 되어 있다.

이때 사용되는 비용과 편익은 일정한 기간을 통하여 얻어지는 금액을 일정한 이자율로 할인한 후에 모두 더하는 방식으로 계산되는데, 편익과 비용을 비교하는 방법으로는 ①할인된 비용과 편익의 절대크기를 비교하는 방법(순현재가치: Net Present Value, NPV), ②절대크기 대신 비율로서 표시하는 방법(B/C 비율), ③비용과 편익이 0이 되는 이자율을 계산하는 방법(내부수익률: Internal Rate of Return, IRR) 등이 흔히 사용된다. 미국 연방정부에서는 순현재가치법을 권장하고 있으며, 우리의 경우에는 KDI의 예비 타당성조사에서 B/C 비율이 사용되고 있다.

2. 비용과 편익의 측정 기법

오늘날의 비용편익분석에서는 모든 비용과 편익에 대하여 가능하면 계량화를 시도하여 사업의 경제성을 분석하고 있는 추세이다. 초창기의 비용편익분석이 주관적인 평가가 개입되는 계량화를 시도하지 못한 반면, 계량경제학의 발전, 미시경제학의 발전 등으로 주관적인 평가가 개입되는 계량화를 시도하고 있으며, 객관성을 확보하기 위한 방안으로서 계량화를 3명 이상의 전문가에게 의뢰하고 이를 평균하여 사용하고 있다.

환경과 같이 시장에서 거래되지 않는 재화의 가치를 평가하는 방법은 환경에 대한 수요함수의 이용 여부에 따라 수요함수 접근법(또는 행태적 접근법), 비수요함수접근법(또는 물리적 접근법)으로 구분할 수 있다(서울특별시·서울시정개발연구원 2003; 김일중·박근수 2001). 기존의 사회간접자본에 대한 투자의 가치를 측정하는 방법은 크게 직접적 측정방법과 간접적 측정방법, 그리고 가상적 측정방법으로 구분될 수 있다.

직접적인 측정방법에는 생산성접근법, 소득변화기법, 대체비용기법, 예방비용기법, 재배치비용기법 등이 있으며, 간접적인 측정방법은 여행비용법, 헤도닉가격분석, 가계생산함수모형, 지대함수접근법, 인적자본접근법, 임금격차접근법, 대리제기법 등이 있으며, 가상적 측정방법에는 가상가치법, 가상순위·빈도법, 규정선호법, 우선순위평가기법 등이 있다.

직접적인 측정방법 중, 생산성접근법(Productivity Approach)은 투자사업을 시행한 후 생산성의 증감을 계산하여 투자사업의 편익 또는 기회비용으로 추정하는 방법이다.

소득변화기법(Change-in-Income Technique)은 투자사업을 시행한 후 소득의 증감을 계산하여 투자사업의 편익 또는 기회비용으로 추정하는 방법으로, 이는 투자사업 편익 또는 비용이 소득변화에 반영된다는 가정을 근거로 적용되는 기법이다. 대체비용기법(Replacement Cost Technique)은 기존 시설의 편익을 추정하기 위하여 다른 시설로 교체하기 위해 소요되는 비용을 기존시설의 편익으로 추정하는 기법이다. 새로운 횡단 보도 시설을 계획하는 경우, 횡단보도의 설치로 인해 소요되는 비용을 산출하면 기존의 차량도로가 지니던 편익을 추정할 수 있다는 개념이다. 예방비용기법(Preventative Expenditure Technique)은 투자사업의 편익을 시민의 서비스 유지를 위해 지불하고자 하는 비용으로 추정하는 것으로 이는 편익의 일부만 반영되는 단점이 있다. 재배치비용기법(Relocation Cost Technique)은 재화나 서비스의 질을 유지하기 위해 소요되는 비용을 산출하여 손실을 방지할 수 있는 새로운 사업의 편익추정을 수행하는 기법이다.

간접적인 측정방법 중, 여행비용법(Travelling Cost Method)은 위락시설을 이용하기 위해 지출한 교통비, 숙박비, 입장료, 각종 시설이용료, 그리고 여행기간동안 상실한 기회비용 등을 통해 환경재에 대한 가치를 평가하는 것이다. 헤도닉가격분석(Hedonic Price Analysis)은 편익에 대한 수요함수를 헤도닉분석으로 도출하여 편익 또는 비용을 계산하는 방법이며, 지대함수접근법(Rent Function Approach)은 헤도닉 분석의 1차 분석 단계의 응용이다. 가계생산함수모형(Household Production Function)은 시장재의 수요변화로부터 공공재의 수요변화를 추정하여 공공재의 변화에 대한 편익을 측정하고자 하는 방법이다. 임금격차접근법(Wage Differential Approach)은 작업환경 및 근무여건이 임금의 결정에 영향을 준다고 가정하고 환경과 여건의 변화에 따른 임금격차를 산출하여 작업환경과 근무여건의 개선에 대한 편익을 산출하고자 하는 방법이다. 대리재기법(Proxy-Good Technique)은 비시장재화와 밀접히 관련되어 있는 시장에서 거래되는 재화에 대해 지불되는 가격을 검토함에 의해 환경재화와 서비스가치를 추정하는 방법이다. 인적자본접근법은 그 자원이 인간의 생명유지에 기여하는 정도로 측정한다.

가상적 측정방법 중, 가상가치법(Contingent Valuation Method: CVM)은 특정 시설이나 서비스로부터 기대할 수 있는 지불의사(Willingness To Pay: WTP)를 묻거나, 수용의지(Willingness to Accept: WTA)를 조사하여 편익을 측정하고자 하는 직접질문방법(direct question method)이다. 가상순위·빈도법(Contingent Ranking and Contingent

Rating Method)은 가상가치법에서 사용되는 지불의사를 산출하는 대신 선호도에 따른 순위를 이용한다. 설문에서는 대안별 사업효과를 표기하고 이러한 대안을 평가할 수 있도록 기준재화에 대한 화폐가치를 설정하여 대안별 편익을 측정한다. 규정선호법(Stated Preference Method)은 가상의 시장상황을 전제로 환경가치의 여러 가지 속성에 대한 설문을 통해 응답자의 효용함수를 추정하고 환경의 금전적 가치를 추정하는 방법이다. 우선순위평가기법(Priority Evaluator Technique)은 설문대상자에게 가상의 예산을 설정하여 주고 사업효과를 포함하는 품목을 제시하여 응답자가 구입하고자 하는 품목의 순위를 설정하도록 하여 각 사업의 편익에 대한 순위를 평가하는 기법이다.

특히 이러한 기법 중에서도 가상가치법(Contingent Valuation Method: CVM)은 많은 연구에서 이용되고 있다. CVM은 가상의 상황을 설정한 후, 설문의 방법으로 공공재나 환경자원의 가치를 추정하는 방법이다. 그러나 CVM에서는 가상시장의 설정이나 설문조사의 과정에서 오류가 발생할 가능성도 있다.

비용편익분석에서 비용과 편익의 가치를 측정하기 위하여, 시민-소비자에게 특정 평가대상의 가치를 직접 물어보아 특정 비용 및 편익의 존재가치나 선택가치 등 무형의 가치를 평가할 수 있다. 이러한 측정방법의 신뢰성과 타당성에 대하여 많은 논란이 있음에도 불구하고, 별다른 현실적 대안이 없다는 이유에서 설문을 이용하여 유형 및 무형의 비용과 편익 가치를 많이 측정하고 있다.

설문을 통한 비용과 편익의 가치 측정의 문제점으로는 먼저, 인식론적으로 오류가 있을 수 있는데, 응답자가 응답할 때, 자신의 시장에서의 행동에 준거하지 않고, 대상에 대한 자신들의 일반적 관심정도를 표현하는 경향이 있다. 과연 응답자가 별로 익숙하지도 않은 평가대상의 가치를 제대로 평가할 수 있는 능력이 있는가라는 의문이 제기될 수 있다. 특정 설문조사가 갖추어야 할 기본적인 요건에 대하여 이론적인 합의가 존재하지 않기 때문에 개개의 설문조사의 성패를 평가할 수 있는 보편적 준거가 미흡하다. 또한 설문에서의 주의점에서 이론의 여지가 있지만, 표본의 규모는 일반적으로 천명을 훨씬 상회해야 하며 무응답 비율이 25% 내외이어야 한다.

양분 선택형 지불의사 유도방식을 채택하는 경우에는 표본규모가 개방형 질문법의 3~4배 정도가 되어야만 개방형 질문법과 동등한 통계적 정밀성을 확보할 수 있다. 우편 설문방식은 그 비용이 면접방식의 4% 내지 10%에 불과할 정도로 저렴하며 응답자의 익명성이 보장된다는 장점이 있으나, 면접방식에 비해 무응답의 가능성이 높고, 응

답자가 설문을 제대로 숙지하고 있는지에 대한 판단이 불가능하다. 전화 설문방식은 면접방식에 비해 우편방식이 가지고 있는 모든 장점을 갖고 있으면서, 응답자의 평가 대상에 대한 인지수준과 설문의 수행을 통제할 수 없는 우편방식의 단점도 해결할 수 있다. 보편적으로 사용되는 지불의사 유도방식으로는 개방형 질문법(Open-ended Questions)과 양분 선택형 질문법(Dichotomous Choice Questions)이 있다. 양분 선택형 방식은 응답자에게 미리 준비된 금액을 제시하고 응답자의 평가대상에 대한 평가가 그 금액보다 더 높거나 낮은지에 대하여 질문하는 과정을 통해 시민-소비자의 평가대상에 대한 가치구조를 파악하고자 하는 방식이다. 이 방식은 가치평가를 위해 지나친 고민을 할 필요가 없다는 면에서 응답자가 대답하기가 수월하고, 질문의 본질적 속성이 주민투표와 같은 여타의 형태의 공공선택과정과 유사해서 응답자가 편안하게 느낀다는 장점이 있다. 그러나 양분 선택형 방식은, 의도가 어찌되었던, 응답자에게 특정한 준거 금액을 제시하기 때문에 한계를 안고 있다. 개방형 질문방식은 양분 선택법의 전술한 한계들로부터는 자유롭지만, 평가대상이 응답자에게 너무 생소하게 느껴지는 경우에는 응답하기가 너무 어렵기 때문에 무 응답률이 높고, 자포자기한 상태에서 지나치게 크거나 작은 금액을 제시할 수도 있다는 문제가 있다.

3. 생태계가치 평가 선행 연구

우리나라에서 생태계가치 평가 연구는 3개 국립공원의 잉여가치를 추정한 윤여창·김성일(1992)의 연구가 있으나, 연구가 활발히 진행된 것은 최근의 일이다.

먼저, 전건홍(1998)은 DMZ의 생태적 보전 및 사회·경제적 가치 평가에 관한 연구에서 철원지역생태계의 비소비적 이용보전가치를 계산하였다. 전건홍(1998)은 철원 지역 관광객 111명을 대상으로 한 설문분석 결과를 토대로, 철원생태보전이용가치는 10억 5천 11만 9천원으로 추정하였으며, 비사용가치, 무훼손이용 보증가치, 차세대 공여가치 등을 감안한다면 철원생태보전이용의 총가치는 연간 수백억원 이상이라고 추정하였다.

홍성권(1998)은 여의도공원의 경제적 가치와 적절한 입장료를 추정하기 위하여, 직접질문법으로 총 147부를 회수한 후에, 공원조성기금을 위한 1인당 평균 지불용의액을 5,281원으로 추정하였다. 이를 17~69세의 전체 서울시민(7,417,690인)으로 환산하면

여의도 공원의 경제적 가치는 약 392억원으로 추정되었다. 그리고 입장료의 평균은 783원이고 방문의도가 높은 사람들의 입장료 평균은 816원이었다.

한상열·최관(1998)은 반달곰보존가치를 추정하여 멸종위기 야생동물의 경제적 가치평가를 시도하였다. 지리산 등산객 358명을 대상으로 한 연구 결과, 지리산 반달곰의 보존에 대한 지불의사금액은 가상적 상황에서는 13,594원, 실제 상황에서는 6,322원으로 추정되어 가상적 상황에서의 추정치가 2.15배 크게 추정되고 있다.

유병국(1998)은 강화도 남단 갯벌의 여가가치를 추정하였다. 인천지역 거주자를 대상으로 조사한 총 270개 설문지를 근거로 분석한 결과, 응답자들의 평균지불의사금액은 가구당 연간 28,600원이었으며, 95%의 신뢰구간으로 모집단의 평균 지불의사액은 24,342원과 32,858원 사이였다. 이 금액은 외국에 비하여 약 10% 정도 작은 수치다. 이를 현재 인천시에 거주하는 총 세대수(731,080세대)로 계산하면 강화도 남단 갯벌의 여가가치는 최소 87억에서 최대 209억원에 이르는 것으로 추정되었다.

정기호(1999)는 양분선택형 조건부 가치접근법을 이용하여 대구시 앞산공원의 보존가치를 평가하였다. 그의 연구 결과에 의하면 대구시민이 앞산공원에 부여하는 경제적 편익은 소득, 성별, 종교, 학력 등에 의해 영향을 받고 있으며, 여자보다 남자가, 비종교인보다는 종교인이, 소득과 학력이 높을수록 더 많은 경제적 편익을 부여하는 것으로 나타났다. 한편 앞산공원의 보존가치는 연간 63억~445억원으로 나타났다.

박희정(1999)은 서초구 구민을 대상으로 서울시 그린벨트 지역을 현재대로 보전하기 위한 지불의사금액을 추정하였다. 그의 연구 결과에 의하면 서초구에 사는 주민들은 그린벨트 보전을 위해 연간 21,360원을 지불할 용의가 있는 것으로 나타났다.

이준구·신영철(2000)은 700가구를 대상으로 수도권 그린벨트를 보존하는 대신 일정 금액의 부담금을 부담할 용의를 묻는 방법으로 수도권 그린벨트의 경제적 가치를 추정하였는데, 한 가구 당 평균 지불의사금액은 연 89,150원으로 이를 서울시 전체 가구로 환산하면 연간 3,083억원에 이르게 된다. 이는 앞의 박희정의 연구에 비하여 4배 가량 높은 금액이다.

윤여창·김성일(1992)은 한국에 있어서 이 분야 최초의 연구로서 여행비용법 등을 이용하여 설악산, 속리산, 지리산 등 3개 국립공원의 개별방문에 따른 잉여가치를 추정하였다.

이성태·이명현(1999)은 1997년 11월에 대구에 있는 팔공산 자원공원을 방문한 300

명을 대상으로 조사한 결과를 토대로 방문객 1인당 소비자 잉여는 약 6만원 정도로 팔공산의 보존편익은 연간 약 4,200억원인 것으로 추정하였다.

권오상(2000)은 용인시 주민 250명을 대상으로 조건부순위결정법을 이용하여 수지읍에 있는 팔교산 입구의 경제적 가치를 평가하였다. 그는 생태계의 가치를 3등분하여 3등급의 경제적 가치를 0이라 할 경우 1등급의 경제적 가치는 가구당 월 5,633원, 2등급은 2,367원이라는 추정 결과를 얻었다. 이 수치를 수지읍 전체 인구로 환산하면 1등급의 가치는 한 달에 약 1억 5천만원, 2등급은 6,300만원으로 이를 10%의 할인율로 환산한 경제적 가치의 현재가치의 합은 약 198억원과 83억원에 이른다.

지금까지 이루어진 환경가치 평가 연구의 결과를 정리하면 <표 5-1>과 같다.

<표 5-1> 기존의 환경가치 평가 연구 정리

연구자	연구내용	연구대상	연구방법	연구결과
전건홍 (1998)	DMZ의 생태적 보전 및 사회·경제적 가치 평가에 관한 연구	지역관광객 111명	설문 분석	철원생태보전이용가치는 10억 5천 11만 9천원으로 추정
홍성권 (1998)	여의도 공원의 경제적 가치와 적절 입장료 추정	147명	직접 질문법	공원조성기금을 위한 1인당 평균지불용의액 5,281원 여의도 공원 경제적 가치는 약 302억원 입장료 평균은 783원(방문의도가 높은 사람은 816원)
한상열·최관 (1998)	반달곰 보존가치 추정	지리산 등산객 358명		지리산 반달곰 보존에 대한 지불의사금액. 가상적 상황에선 13,594원, 실제상황에선 6,322원
유병국 (1998)	강화도 남단 갯벌의 여가가치	인천지역 거주자 270명	설문지	평균지불의사액 가구당 연간 28,600원 인천시 총세대수로 계산하면 여가가치는 최소 87억에서 최대 209억원
정기호 (1999)	대구시 앞산공원의 보존가치		조건부 가치접근법	연간 63억~445억원
박희정 (1999)	서울시 그린벨트 보전을 위한 지불의사액 추정	서초구 구민		지불의사액 연간 21,360원
이준구·신영철 (2000)	수도권 그린벨트의 경제적 가치 추정	700가구		한가구당 평균 지불의사금액은 연간 89,150원(서울시 전체 3,083억원)
윤여창·김성일 (1992)	3개 국립공원의 개별방문에 따른 가치 추정			
이성태·이명헌 (1999)	대구 팔공산 자연공원 경제적 가치			방문객 1인당 잉여는 6만원, 팔공산의 보존편익은 연간 4,200억원
권오상 (2000)	팔교산 입구의 경제적 가치	용인시 250명	조건부 순위결정법	3등급으로 구분, 가구당 1등급 월 5,633원, 2등급 월 2,367원, 3등급 0원

4. 청계천 복원의 편익 추정 연구

서울시는 청계천 복원사업을 상당부분 진행하고 있는데, 청계천 복원에 앞서 하천 복원의 편익에 관한 많은 연구가 이루어졌다. 이들 연구에 의하면, 청계천 복원에 따른 사회적 편익은 첫째로 청계고가도로의 철거로 인한 유지·보수비용의 절감액, 둘째로 환경개선편익에 따른 사회적 편익, 마지막으로 역사복원과 친환경적 도시로서 서울의 이미지 제고에 따른 편익 등으로 구분할 수 있다(서울특별시·서울시정개발연구원, 2003).¹¹⁾

청계천 복원에 따른 환경개선편익은 크게 보아 청계천의 비사용가치와 사용가치로 나누어볼 수 있는데 이를 좀 더 세분하면 1)도시 내 하천이 흘러 도심의 열섬효과가 완화되어 나타나는 효과, 2)시민들에게 수변공간을 제공하는 효과, 3)하천주변에 수풀을 가꾸어 나타나는 효과, 4)수초식재로 인한 대기질 개선효과, 5)시민들의 건강개선효과, 6)생태계 복원효과 등을 들 수 있다. 이러한 환경개선편익을 측정하기 위하여서는 여러 분석기법이 있으나, 시민의 만족감에 대한 지불용의액(Willingness To Pay: WTP)을 추정하는 방법이 흔히 사용되고 있다.

신의순(2000)은 청계천 복원의 편익항목으로 환경개선에 따른 주민과 서울시민의 지불의사액을 사용했는데, 고가도로 및 복개도로의 철거에 따른 지가의 변동, 도심 자연환경 개선에 따른 문화적 가치 등이 포함되어 있다고 보았다.

유정식(2002)은 청계천 복원의 편익으로 1)서울의 역사성 회복, 2)수변공간의 활용(공원, 산책로), 청계천 주변의 대기질 개선, 도심 경관 개선에 따른 환경친화적 도심으로의 전환, 3)청계천로 주변의 지가상승, 4)청계고가도로의 유지와 보수를 위한 비용 절감, 5)청계천 메탄가스 폭발 가능성에 대한 위험 해소 등을 들고 있다.

정창무 외(2002)에서는 청계천 복원의 편익을 1)청계천 복원과 정비활동으로 파생되는 건설 부가가치 유발액, 2)청계천 복원과 주변지역 정비가 완료된 후 청계천 주변 지역의 산업 활동으로 인한 부가가치 유발액을 들고 있다.

서울특별시·서울시정개발연구원(2003)에서는 청계천 복원의 편익으로 1)청계고가도로 및 복개로의 유지·보수 비용 절감, 2)청계천 복원 사업에 따른 환경 개선 편익

11) 성북천 복원과 관련하여서는 이중에서도 환경개선편익에 따른 사회적 편익이 존재하고 나머지 두가지 편익은 거의 없다고 볼 수 있다.

(자연형 하천에 따른 편익, 맑은 물이 흐르는데 따른 편익, 수변공간 제공에 따른 편익), 3)서울의 역사성 회복 및 관광자원화 효과 등을 들고 있으며, 계량화 할 수 없는 긍정적인 효과로서 하천 복원을 활성화하는 계기로서의 방아쇠 효과, 하천 복원기술의 습득, 청계천복원 사업 및 재개발의 경제적 파급효과, 서울의 이미지 개선, 강남·북 균형 발전 등을 들고 있다.

제 2 절 성북천 복원의 가치 추정

1. 성북천 복원의 편익 추정 방법

성북천 복원에 대한 편익을 추정함에 있어서 본 연구는, 앞서 살펴본 환경의 가치 평가 연구에서 제시된 여러 방안 등이 시도되어야 하지만, 시간상, 비용상 제약조건을 감안하여 다음과 같은 두 가지 방법에 의한 추정을 시도한다.

첫 번째는 환경의 가치평가 연구에 기초하여 성북천 복원 가치의 추정을 시도한다. 여러 전문가들은 기존 연구에서 다루고 있는 환경재의 가치를 타 지역 등에도 적용가능하다고 하며, 특히 이 연구에 적용하려는 청계천 복원의 한계가치는 성북천 복원의 환경가치에 적용하는데 비교기준점을 제시해준다고 할 수 있다. 성북천 복원의 편익은 인접구의 주민에게도 미치기 때문에 금액의 환산에서는 성북구의 2003년 주민등록인구 및 2000년 가구수와 인접 중구, 종로구, 성동구, 동대문구, 강북구, 노원구, 중랑구, 도봉구 등 8개구의 2003년 주민등록인구 및 2000년 가구수에 대한 통계청 자료를 이용하였다. 청계천 복원 편익과 비교를 행할 때에는 청계천의 유역면적 50.96km²와 성북천의 유역면적 7.41km²의 비율인 0.145를 적용하도록 한다. 성북천 복원 후의 유지 관리비용은 호우시 복구비용(6,200만원)과 하천 환경관리비용(3,800만원)의 합인 1억원으로 예상하였다.

두 번째는 성북천 복원에 직접적인 영향을 받는 동소문동 및 돈암동의 공시지가 변동 및 아파트 가격 변동을 통한 간접적인 성북천 복원의 가치를 추정한다. 이는 성북천 복원으로 인한 편익이 인근 집값에 반영된다는 가정 하에 이루어지는 것으로 엄밀히 말하여 이를 추정하려면, 헤도닉가격법을 이용하여 2번의 추정으로서 환경의 수요 함수를 도출하여야 하나, 여기서는 공시지가와 아파트 가격만을 비교하여 추정하기로 한다.

2. 환경의 가치 평가 연구에 기초한 복원 편익 추정

1) 생태계 가치평가 선행 연구에 기초한 성북천 복원 편익

홍성권(1998)에서는 공원 조성을 위한 1인당 평균 지불용의액수는 5,281원으로 추정되었는데, 이를 15세이상 70세미만 성북구 인구인 359,609명에 적용한 공원의 경제적 가치는 18억 9,910만원 정도로 추정되며, 2003년도 성북구 주민등록인구인 430,158명으로 환산하는 경우, 22억 7,166만원 정도로 추정할 수 있다. 그러나 이러한 공원의 경우는 인접한 구의 주민도 이용할 수 있기 때문에, 2003년도 중구, 종로구, 성동구, 동대문구, 강북구, 노원구, 중랑구, 도봉구의 인구수인 2,931,986명을 대상으로 하여 환산하는 경우 약 154억 8천만원으로 추정될 수 있다.

유병국(1998)에서 제시된 강화도 남단 갯벌의 여가가치는 가구당 연간 24,342원과 32,858원 사이였는데, 2002년도 성북구 110,753가구에 적용하는 경우 연간 생태공원의 가치는 27억원에서 36억원 사이이며, 인근 8개 구의 2002년도 748,670가구를 대상으로 하여 환산하는 경우 182억원에서 246억원으로 추정할 수 있다.

박희정(1999)은 서초구 구민이 환경 보전을 위해 연간 21,360원을 지불할 용의가 있는 것으로 추정하였는데, 2003년 성북구 인구인 430,158명으로 환산하는 경우, 연간 약 92억원의 가치로 추정되며, 인접 8개구의 인구를 환산하면, 626억원의 가치로 추정될 수 있다.

배현희(2002)는 홍제천의 자연적 속성을 가구당 연 5.6만원, 레크레이션 속성을 가구당 연 5.2만원 등 총 10.8만원으로 추정하였다. 홍제천의 하천 길이는 11.95km, 유로 연장은 13.92km, 유로 면적은 597,500m², 유역 면적은 20.92km²이며, 평균 너비는 50m이다. 2002년도 성북구 가구수에 적용하는 경우 연간 가치는 약 120억원이며, 2002년도 중구, 종로구, 성동구, 동대문구, 강북구, 노원구, 중랑구, 도봉구의 가구수인 748,670가구를 대상으로 하여 환산하는 경우 약 809억원으로 추정할 수 있다.

2) 청계천 복원 가치 추정에 기초한 성북천 복원 편익 추정

서울특별시·서울시정개발연구원(2003)은 청계천 복원 사업의 사회적 편익 중 환경 개선편익에 대하여 매년 가구당 103,309.05원을 지불할 의사가 있는 것으로 추정하였

다. 청계천 복원은 하천조성 등 5.9km인데, 복원 후의 성북천의 길이는 약 5.1km이며, 청계천의 경우 저수로의 바닥 폭이 6.3~26.3m인 반면 성북천의 둔치 폭은 3.0~5.0m로 매우 좁은 편이다. 서울특별시·서울시정개발연구원(2003)의 가구당 추정값을 그대로 사용하여 2002년도 성북구 가구수인 110,753가구에 적용하는 경우 연간 가치는 114억원으로 추정되며, 2002년도 중구, 종로구, 성동구, 동대문구, 강북구, 노원구, 중랑구, 도봉구 등 인접8개구의 748,670가구를 대상으로 하여 환산하는 경우 약 773억원으로 추정할 수 있다.

하천의 유역면적 비율에 의거하여 성북천 복원 편익을 청계천 복원편익의 0.145로 가정하고, 2002년도 성북구 가구수에 적용하는 경우 연간 가치는 16.6억원으로 추정되며, 인접 8개구를 대상으로 하여 환산하는 경우 약 112억원으로 추정할 수 있다.

<표 5-2> 청계천 복원 효과로 추정된 성북천 복원의 연간 효과 (단위: 백만원)

구분	청계천 효과	청계천의 0.145
성북구	11,442	1,659
인접8개구	77,344	11,215

한편 성북천 복원 후 연간 유지관리비는 전술한 바와 같이 1억원으로 가정하고, 할인율을 5%~11%로 하고, 25년까지를 기간으로 하고, 성북구 인접 8개구에 편익이 미치는 것으로 가정하여 민감도 분석을 한 결과는 <표 5-3>과 같다. 성북천 복원의 편익이 청계천 복원의 15.4% 수준이고 연간 관리비가 1억원이 소요되는 경우 성북천 복원이 인접 8개구 전체 가구에 편익을 미치는 것으로 가정한다면, 성북천 복원 사업의 순현재가치는 약 754억원에서 약 1,384억원으로 추정된다. 만일 성북천 복원이 인접 8개구 전체 가구의 절반에만 편익을 미치는 것으로 가정한다면, 성북천 복원 사업의 순현재가치는 약 282억원에서 약 594억원으로 추정된다. 그리고 인접 8개구 전체 가구의 1/4에만 편익을 미치는 것으로 가정한다면, 성북천 복원 사업의 순현재가치는 약 45억원에서 약 199억원으로 추정된다.

<표 5-3> 성북천 복원의 순현재가치(NPV) 분석 (단위: 백만원)

할인율	인접 8개구	인접 8개구 1/2	인접 8개구 1/4
5%	138,424	59,392	198,77
6%	123,857	52,174	16,333
7%	111,300	45,952	13,278
8%	100,420	40,561	10,632
9%	90,948	35,868	8,328
10%	82,661	31,762	6,312
11%	75,378	28,153	4,540

성북천 복원 사업의 비용과 편익을 현재가치로 할인한 후 비용편익비율(B/C ratio)을 구하면 <표 5-4>와 같다. 성북천 복원이 인접 8개구 전체 가구에 편익을 미치는 것으로 가정하면 성북천 복원 사업의 비용편익비율은 할인율에 따라 5.13에서 8.59로 나타난다. 성북천 복원이 인접 8개구 전체 가구의 절반에만 편익을 미치는 것으로 가정하면 비용편익비율은 2.54에서 4.26으로 추정되고, 인접 8개구 전체 가구의 1/4에만 편익을 미치는 것으로 가정한 경우에도 비용편익비율이 1.25에서 2.09로 나타난다.

<표 5-4> 성북천 복원의 비용편익비율(B/C ratio) 분석

할인율	인접 8개구	인접 8개구 1/2	인접 8개구 1/4
5%	8.59	4.26	2.09
6%	7.79	3.86	1.90
7%	7.11	3.52	1.73
8%	6.51	3.22	1.58
9%	5.99	2.97	1.46
10%	5.53	2.74	1.35
11%	5.13	2.54	1.25

3. 주택 가격 변화에 기초한 복원 편의 추정

1) 성북천 인접 동을 대상으로 한 추정

2002년의 경우 성북구에는 총 92,363호가 있었으며, 이중 단독주택이 38,739호, 아파트가 28,493호, 연립이 5,758호, 다세대가 10,982호, 다가구가 8,396호가 있었다. 북개지역과 근접해 있는 동은 성북1동, 동소문동, 삼선1동, 삼선2동, 보문동, 동선1동으로 볼 수 있는데, 2002년 성북1동 세대는 2,841(인구 7,995), 동소문동 세대는 4,222(인구 12,063), 삼선1동 세대는 4,691(인구 12,242), 삼선2동 세대는 5,892(인구 15,734), 보문동 세대는 6,469(인구 17,117), 동선1동 세대는 3,268(인구 7,373)로서 성북구 세대 159,810의 17.2%, 성북구 인구 446,968의 16.3%를 차지하고 있다. 2002년 성북통계연보에 의한 단독, 아파트, 연립, 다세대, 다가구의 숫자에서 상기 6개 동의 세대비율과 인구비율을 적용하여 6개동의 단독, 아파트, 연립, 다세대, 다가구의 숫자를 추정하면 다음과 같다 (<표 5-5> 참조).

<표 5-5> 6개 동의 단독, 아파트, 연립, 다세대, 다가구의 호수 추정

구분	단독	아파트	연립	다세대	다가구	총계
성북구 전체	38,739	28,493	5,758	10,982	8,396	92,363
세대비율 적용	6,663	4,900	999	1,888	1,444	15,885
인구비율 적용	6,314	4,644	938	1,790	1,368	15,054

자료 : 총인구조사, 통계청, 2000년

총공사비가 182억 3천만원일 경우, 6개동의 주택 중 아파트당 평균 3,720,000원~3,930,000원의 인상이면 총공사비를 상쇄할 것으로 추정된다. 성북천 복원 시범구간의 공사가 착공된 2002년 5월부터 공사가 완공된 시점까지 동소문동의 사례에서 약 6,500만원, 2,000만원, 5,500만원의 아파트 인상된 반면, 여타 성북구 길음동에서는 1,000만원 인상 또는 변동이 없었던 점을 감안하면, 약 1,000만원에서 5,500만원의 추가적인 인상이 동소문동에서 일어난 것으로 볼 수 있다. 따라서 주변지역의 주택값 상승은 총공사비 182억 3천만원을 훨씬 상회할 것으로 볼 수 있으며, 인근 상가의 용적률 및 가격 상승을 포함하면 총공사비를 훨씬 상회할 것으로 추정된다.

2) 성북천 양안 0.5km를 대상으로 한 추정

성북천의 복원후 주로 하천 양안의 지역에 미치는 영향이 클 것으로 판단되므로 하천 양안 0.5km, 1.0km에 위치한 주택 수와 가격 상승효과를 추정하였다. 성북천 복원구간의 양안 0.5km, 1.0km내에 위치한 단독주택, 아파트, 연립, 다세대, 다가구 등의 총 호수는 <표 5-6>과 같이 각각 15,034호, 30,068호로 추정되었다.

양안 0.5 km내에서는 단독주택이 6,306호, 아파트가 4,638호, 연립이 937호, 다세대가 1,787호, 다가구 1,366호가 위치하며, 양안 1.0km내에서는 단독주택이 12,612호, 아파트가 9,276호, 연립이 1,874호, 다세대가 3,574호, 다가구가 2,732호 위치할 것으로 추정되었다.

<표 5-6> 성북천 양안 0.5km, 1.0km내에 위치한 단독, 아파트, 연립의 호수 추정

구분	면적	단독	아파트	연립	다세대	다가구 등 기타	총계
성북구 전체	24.57km ²	38,739	28,493	5,758	10,982	8,396	92,363
양안 0.5km 면적 비율	4km ²	6,306	4,638	937	1,787	1,366	15,034
양안 1.0km 면적 비율	8km ²	12,612	9,276	1,874	3,574	2,732	30,068

자 료 : 총인구조사, 통계청, 2000년

만약 양안 0.5km내에 위치한 아파트 4,638호의 가격이 평균 3,930,000원씩 인상된다면 성북천 복원공사의 총공사비보다 커질 것으로 보인다. 아파트 외에 단독주택, 연립, 다세대 주택의 가치 인상을 고려하면 성북천의 복원으로 예상되는 주변 지역의 가치는 훨씬 높을 것으로 판단된다.

3) 성북구의 아파트 가격 변화

실제로 성북천 주변의 아파트를 살펴보면 송산아파트(24평~58평) 345호, 한신희아파트(24평~57평) 409호, 한신아파트(27평~56평) 1,795호, 한진아파트(24평~56평) 2,714호 등이 있는데, 이들 아파트의 총 호수만 5,263호에 달하여, 0.5km 내에 위치할 것으로 예상한 아파트의 호수보다 많다. 실제, 성북천 복원과 관련되어 있는 아파트의

시세를 조사한 결과, 이들의 가격 상승률이 비교적 높은 것으로 분석되고 있다. 성북구 동소문동1가 삼익맨션 28평형의 경우 2003년 10월의 경우 상한매매가격이 1억 7,500만원에서 2억 4,000만원으로 약 37% 높아진 6,500만원의 인상을 보였으며, 성북구 동소문동4가 송산 33평형의 경우에도 2003년 4월부터 10월까지 2억 6천만원에서 약 8% 높아진 약 2,000만원의 인상을 보였다. 성북구 동소문동7가 한신희 32평형도 2003년도 4월부터 10월까지 5,500만원(약 20% 인상)의 인상을 보였다. 반면 성북구 길음동 신안파크 30평형은 2003년도 4월부터 10월까지 약 1,000만원의 인상(5.5%)에 그쳤고, 성북구 돈암동 동부센트레빌 33평형의 경우 2003년도에 아파트 가격의 인상은 없었다. 한국토지공사에 의하면 2001년도 서울의 평균 지가 인상률은 1.89%, 2002년도는 15.81%, 2003년도는 5.23%에 그치고 있는 것에 비교하면, 이러한 아파트 가격의 인상율은 매우 높은 것으로 보인다.

전술한 바와 같이 기존의 연구에서 제시된 가치 추정에서 보면, 환경(공원)가치의 추정으로도 훨씬 높은 편익을 얻는 것으로 추정되고 있으며, 아파트의 가격 변화에 기초한 가치 추정도 성북천 복원 비용을 훨씬 상회하고 있는 것으로 나타나고 있다. 더군다나 이러한 하천의 복원의 편익이 성북구민에만 국한되지 않고, 인접구의 주민 등 성북천을 찾는 타 지역 이용자에게 미치는 파급효과도 크기 때문에 복원가치는 더 높을 것으로 예상할 수 있다.

第Ⅵ章 결론 및 정책건의

제 1 절 연구 결과 요약

제 2 절 정책건의

제 VI 장 결론 및 정책건의

이 연구에서는 비용측면으로 환산하기 어려운 건강한 수생태계의 확보 측면과 비용/편익으로 환산이 가능한 경제적 측면으로 나누어서 복원 효과를 분석하고자 하였다. 수질, 생태, 치수, 경관적 측면은 자연형 하천 시범복원 구간(134m)을 위주로, 복원 전과 복원 후의 개선사항 등을 복개구간 및 일반하천구간과 비교 평가하였다. 하천복원에 따른 경제적 측면의 효과 평가는 현재 복원 예정인 하천구간(4km)과 주변지역을 포함하여, 복원하천의 환경가치와 복원 전·후 주택 가격 변동을 분석하였다.

수질과 생태 측면의 효과 평가를 위해 성북천 지점별로 수질(하천유량, 용존산소, BOD, 대장균수, 총인, 총질소 등)과 식생(식물 종수, 크기, 종다양성 등), 저서생물(출현종수, 종다양성 등)을 조사하였다. 치수 측면의 효과 평가는 통수단면, 홍수위, 유속과 치수안전도 평가 자료를 이용하였고, 경관 측면의 효과 평가는 시범구간 복원 전·후의 사진 자료를 이용하였다. 경제적 측면의 효과 평가를 위해 환경가치평가와 비용편익분석에 대한 이론을 검토하고 두 가지 방식으로 경제성을 평가하였다. 먼저, 선행 생태계 가치평가 사례연구와 청계천 복원 편익 추정을 이용하여 성북천 유역의 면적, 인구, 가구에 적용하였다. 다음으로 성북천 인근 지역의 주택가격 변동자료 분석을 통해 복원의 경제적 효과를 평가하였다.

제 1 절 연구 결과 요약

1. 수질·생태적 측면의 복원효과 평가

1) 수질

성북천의 유량은 상류로부터 계곡수, 용출 지하수가 흘러들어 다소 양호한 편이나 하수 혼입으로 하상에 유기성 저니의 퇴적이 일어나고 하류로 흘러가는 유량도 부족하여 수환경이 불안정한 편이다. 성북구청 하류인 보문 3교 상류부터는 지하철 6호선 역사로부터 지하수가 유입되어 하천수로 이용되고 있으나 하류까지 도달할 수 있는 하천 유량으로서는 부족한 실정이다.

용존산소의 경우 1차, 2차 조사의 평균을 보면 복개수역이 7mg/ℓ, 복원수역이

10.6mg/ℓ로 나타났다. 이는 햇빛에 노출된 복원구간에서 많이 생성된 부착조류가 광합성을 함으로써 수중의 용존산소가 높아졌기 때문이다. BOD의 경우도 평균적으로 복개수역이 4.5mg/ℓ, 복원수역이 4.0mg/ℓ로 나타나 복원수역이 비교적 양호한 수질을 보이고 있다. 대장균 군수도 복개수역이 5.3×10^5 MPN/100ml, 복원수역이 1.6×10^5 MPN/100ml로 나타나서 복원수역의 수질이 복개수역보다 양호한 것으로 조사되고 있다.

총인은 복개구간과 복원구간에서 0.192~0.499mg/ℓ로 나타났고, 총질소는 1, 2차 조사에서 7.384~8.510mg/ℓ로 나타나서 비슷한 수질을 나타내고 있다. 복원구간과 복개구간이 바로 옆에 붙어 있어 영양염류에 영향을 미치는 요소가 작용하기 어려웠기 때문으로 판단된다.

2) 식생

성북천의 하천변에서 조사된 식물종수는 총 93종으로 나타났으며, 그 중 수생식물이 2종(2%), 습생식물이 13종(15%), 육상식물이 78종(83%)으로 조사되었다. 생장형에 따른 식물의 비율은 초본식물이 80종(86%), 목본식물이 11종(12%), 덩굴성목본이 2종(2%) 출현하는 것으로 조사되었다.

복개구간에는 하천수가 약간 흐르고 있기는 하지만, 기본적으로 빛이 차단되고 하상 기질이 전부 콘크리트로 되어 있는 등 식물이 전혀 서식할 수 없는 환경조건을 가지고 있었다.

짧은 복원구간임에도 불구하고 조사지점에 따라 식물성장속도에 차이가 나타났는데, 이는 하천복원 시 사용된 토양, 복원재료, 식물종류에 따라 차이가 있기 때문이다. 자연형하천 복원구간은 좁은 공간안에 매우 다양한 식물을 식재한 상태이기 때문에 식물이 현재 하천환경에 적응하기까지 일정기간 관리와 보호가 필요할 것으로 판단된다.

종다양성은 군집의 안정도에 대한 척도로서, 여러 가지 종이 다양하게 나타나는 것은 종간의 상호작용이 다양하고 개체군의 상호작용이 활발히 일어난다는 것을 뜻한다. 성북천의 종다양도지수는 복원지점에서 가장 높게 나타났고, 복개지점에서 가장 낮게 나타났다.

3) 저서생물

조사수역별 출현종수는 복개수역, 복원수역 및 하류의 지하수수역에서 각각 1종, 12종 및 13종으로 복원지역과 하류의 지하수수역에서 출현종수가 가장 풍부하였다. 복원수역의 조사지점이 1개 지점인 점을 감안하면 복원지역의 저서동물상이 다른 수역에 비해 상대적으로 양호한 것을 확인할 수 있다. 특히 개똥하루살이, 길쭉하루살이, 배치레잠자리 등이 복원 수역에서만 출현하고 있어 복원의 효과를 파악하는 큰 잣대가 될 수 있다. 반면에 복개수역의 경우 유기성오염지역에서 출현하는 파리 목의 나방파리류 1종만이 출현하였다. 또한 바닥이 시멘트로 구조물로 되어 있어 실지렁이들과 같이 강한 유기오염 하수역에서 출현하는 종마저도 채집되지 않았다. 복원구간은 다양성지수(1.14)나 종풍부도 지수(0.9)에서도 복개구간에 비해 개선된 모습을 보이고 있다. 수생태적 측면에서 볼 때, 복개하천을 복원함으로서 수생태계는 양호한 상태로 개선됨을 알 수 있다.

그리고 이번 조사에서는 복원 후 기간이 얼마 지나지 않아 고등동물이 출현하지 않았지만, 성북천 대부분 구간이 자연형 하천으로 조성되고 수생태계가 안정화되면 곤충뿐만 아니라 도롱뇽, 개구리, 어류, 새 등 보다 고등한 동물이 출현하게 될 것이라 예상할 수 있다. 앞으로 지속적인 모니터링을 통해 성북천의 동·식물에 조사와 평가 기준 마련이 필요할 것이다.

2. 치수적 안전도와 경관적 측면의 복원효과 평가

1) 치수적 안전도 측면 분석

복원 전·후의 하천단면 변화를 보면 복원으로 인하여 유수소통에 지장이 되는 구조물을 철거하고 좌안의 하폭을 확대하여 통수단면이 개선되었으나, 복원 후 호안 및 고수부지 계획 등에 따라 통수단면적이 감소하였다. 이에 따라 홍수위 및 유속이 증가하는 것으로 나타났다.

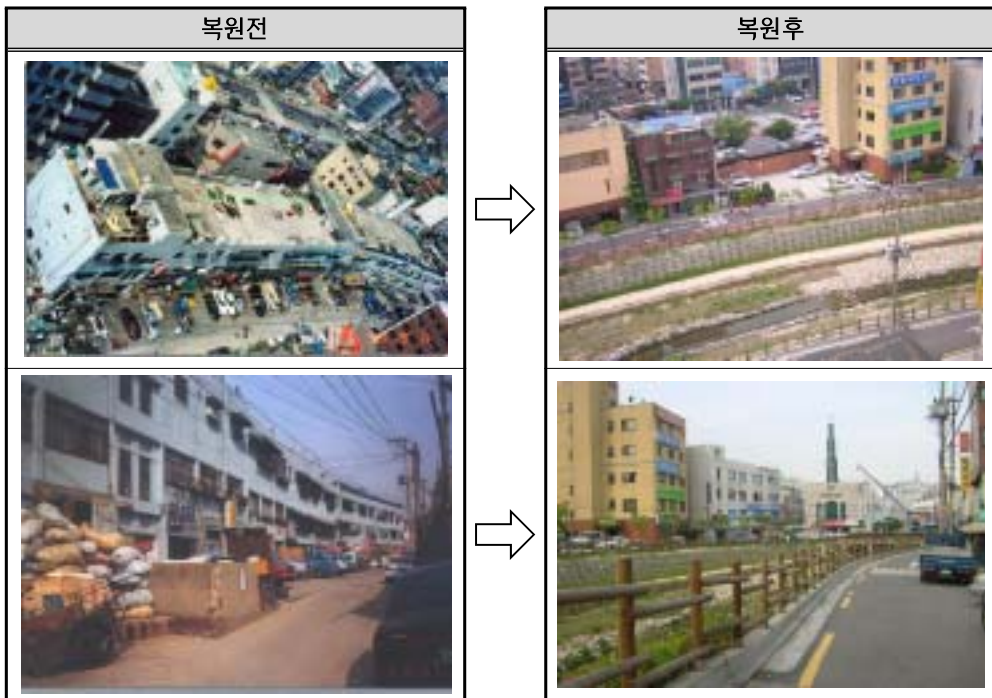
그러나 제방의 치수안전도 평가 결과, 통수단면적 감소로 인하여 복원 후에 홍수위는 증가하지만 복원공사에 의하여 하천의 제방고가 다소 증가하였기 때문에 제방의 치수안전도는 모든 지점에서 A등급으로 나타나서 치수 안전성에는 문제가 없는 것으로

평가할 수 있다.

2) 경관적 측면

복개하천의 복원에서 있어 시민들이 가장 효과를 실감하는 사항이 경관적 측면이다. 도로나 건물로 덮여 있던 하천이 복원되어 하천수가 흐르고 있는 경관을 보면 시야가 트이고 초록빛으로 조성된 하천에서 위안을 얻을 수 있다.

성북천 복원의 경우도 경관적으로 크게 향상된 면을 보이고 있다. 과거 복개하천 위에 OB 상가가 위치해있고 노후화되고 관리되지 않아 낙후된 지역 이미지를 만들던 때와 달리, 복원 후에는 자연형 하천으로 조성되어 시야가 확 트이고 주변 지역 이미지가 새롭게 개선되었다(<그림>참조). 시범복원 구간만으로는 뚜렷한 효과를 보이지 않지만, 성북천의 많은 구간이 자연형 하천으로 조성될 경우 열섬 완화, 생태교육장 활용, 정서 안정 등의 효과가 나타날 것으로 예상할 수 있다.



<그림> 성북천 복원 전·후 모습

3. 경제적 측면의 복원효과 평가

1) 성북천 복원가치 추정 방법

성북천 복원의 경제적 가치 추정은 두가지 방법을 사용하였다.

첫 번째로 생태계 가치 평가 사례 연구와 청계천 복원의 가치 추정 연구를 이용하여 성북천 유역의 면적, 가구수, 인구 등에 기초해 성북천 복원 가치를 추정하고 비교해 보았다. 즉 성북천 복원이 인접구의 주민에게도 편익을 미친다는 가정 아래, 기존 여러 사례연구가 제시한 생태계(공원)의 가치 추정치를 성북구 및 인접 8개구의 인구와 가구수에 대입하여 성북천 복원의 가치를 추정·비교해 보았다. 그리고 청계천의 유역면적과 성북천의 유역면적의 비율인 0.145를 청계천 복원가치의 가구당 추정치에 곱하여 성북천의 가구당 복원가치를 추정한 후 인근 8개구 가구수에 적용하였다.

두 번째로 성북천 복원에 직접적인 영향을 받는 성북천 인근 6개 동과 하천 양안의 아파트 가격 변동을 통해 성북천 복원의 가치를 간접적으로 추정하였다.

2) 환경의 가치 평가 연구에 기초한 복원 가치 추정

서울특별시·서울시정개발연구원(2003)은 청계천 복원 사업의 사회적 편익 중 환경 개선편익에 대하여 매년 가구당 103,309.05원을 지불할 의사가 있는 것으로 추정하였다. 청계천 복원은 하천조성 등 5.9km인데, 복원 후의 성북천의 길이는 약 5.1km이며, 청계천의 경우 저수로의 바닥폭이 6.3~26.3m인 반면 성북천의 둔치폭은 3.0~5.0m로 매우 좁은 편이다. 서울특별시·서울시정개발연구원(2003)의 가구당 추정값을 그대로 사용하여 2002년도 성북구 가구수인 110,753가구에 적용하는 경우 연간 가치는 114억 원으로 추정되며, 2002년도 중구, 종로구, 성동구, 동대문구, 강북구, 노원구, 중랑구, 도봉구 등 인접 8개구의 748,670가구를 대상으로 하여 환산하는 경우 약 773억 원으로 추정할 수 있다.

하천의 유역면적 비율에 의거하여 성북천 복원 편익을 청계천 복원편익의 0.145로 가정하고, 2002년도 성북구 가구수에 적용하는 경우 연간 가치는 16.6억 원으로 추정되며, 인접 8개구를 대상으로 하여 환산하는 경우 약 112.1억 원으로 추정할 수 있다.

<표> 청계천 복원 효과로 추정된 성북천 복원의 연간 효과 (단위: 백만원)

구분	청계천 효과	청계천의 0.145
성북구	11,442	1,659
인접8개구	77,344	11,215

한편 성북천 복원 후 유지관리비가 연간 1억원이 소요되고 성북구 인접 8개구에 편익이 미치는 것으로 가정하여, 할인율을 5%~11%로 각각 설정하고 기간을 25년으로 잡아 민감도 분석을 한 결과, 성북천 복원 편익의 순현재가치는 약 754억원에서 약 1,384억원으로 추정된다. 만일 성북천 복원이 인접 8개구 전체 가구의 절반에만 편익을 미치는 것으로 가정한다면, 성북천 복원 편익의 순현재가치는 약 282억원에서 약 594억원으로 추정된다. 그리고 인접 8개구 전체 가구의 1/4에만 편익을 미치는 것으로 가정한다면, 성북천 복원 편익의 순현재가치는 약 45억원에서 약 199억원으로 추정된다.

<표> 성북천 복원의 순현재가치(NPV) 분석 (단위: 백만원)

할인율	인접 8개구	인접 8개구 1/2	인접 8개구 1/4
5%	138,424	59,392	198,77
6%	123,857	52,174	16,333
7%	111,300	45,952	13,278
8%	100,420	40,561	10,632
9%	90,948	35,868	8,328
10%	82,661	31,762	6,312
11%	75,378	28,153	4,540

성북천 복원 사업의 비용과 편익을 현재가치로 할인한 후 비용편익비율(B/C ratio)을 구하면, 성북천 복원이 인접 8개구 전체 가구에 편익을 미치는 것으로 가정할 경우 성북천 복원 사업의 비용편익비율은 할인율에 따라 5.13에서 8.59로 나타난다. 성북천 복원이 인접 8개구 전체 가구의 절반에만 편익을 미치는 것으로 가정하면 비용편익비율은 2.54에서 4.26으로 추정되고, 인접 8개구 전체 가구의 1/4에만 편익을 미치는 것으로 가정할 경우에도 1.25에서 2.09 사이에 비용편익비율이 놓인다.

<표> 성북천 복원의 비용편익비율(B/C ratio) 분석

할인율	인접 8개구	인접 8개구 1/2	인접 8개구 1/4
5%	8.59	4.26	2.09
6%	7.79	3.86	1.90
7%	7.11	3.52	1.73
8%	6.51	3.22	1.58
9%	5.99	2.97	1.46
10%	5.53	2.74	1.35
11%	5.13	2.54	1.25

3) 아파트 가격 변화에 기초한 성북천 복원 가치 추정

성북천 복원 사업의 총공사비가 182억 3천만원일 경우, 인근 6개 동의 주택 가운데 아파트 호수는 4,644~4,900호¹²⁾로 아파트 가격만 평균 3,720,000원~3,925,000원씩 높아진다면 총공사비보다 커질 것으로 추정된다. 그리고 성북천의 복원 후 하천 양안 근처 지역의 주택 가치가 증가할 것으로 예상할 수 있는데, 양안 0.5km내에 위치한 아파트의 호수는 4,638호로, 이들 아파트 당 평균 3,930,000원씩 높아지면 총공사비를 넘어설 것으로 보인다.

실제로 성북천 주변에는 송산아파트(345호), 한신희 아파트(409호), 한신아파트(1,795호), 한진아파트(2,714호) 등이 있는데, 이들 아파트만 하더라도 총 5,263호에 달한다. 이들 아파트의 가격 상승률은 성북구 내 다른 지역보다 비교적 높은 것으로 분석되고 있어, 복원비용을 훨씬 초과한 것으로 추정된다.

가령, 성북천 복원 시범구간의 공사가 착공된 2002년 5월부터 공사가 완공된 시점까지 동소문동의 사례에서는 송산아파트(33평형) 2,000만원, 삼익맨션(28평형) 6,500만원, 한신희아파트(32평형) 5,500만원이 인상된 반면, 성북구 길음동에서는 1,000만원 가량 인상되는데 그치거나 변동이 없었다. 아파트 외에 단독주택, 연립, 다세대, 다가구

12) 6개 동의 유형별 주택 수는 2002년 성북구의 총 유형별 주택 수를 2002년 성북구 총 세대 수, 총 인구수와 6개 동의 세대수, 인구수의 비율(각각 17.2%, 16.3%)로 추정한 것이다. 아래 성북천 양안 0.5km, 1.0km의 주택 수도 성북구 총 면적(24.57km²)과의 비율(각각 16.28%, 27.95%)에서 환산했다.

주택의 가치 인상을 고려하면 성북천 복원으로 예상되는 주변 지역의 가치는 훨씬 높을 것으로 평가된다.

전술한 바와 같이 기존의 연구에서 제시된 가치 추정에서 보면 환경(공원)가치의 추정으로도 훨씬 높은 편익을 얻는 것으로 추정되고 있으며, 공시지가나 아파트의 가격 변화에 기초한 가치 추정도 성북천 복원 비용을 훨씬 상회하고 있는 것으로 나타나고 있다. 더군다나 이러한 하천 복원의 편익이 성북구민에만 국한되지 않고, 인접구의 주민 등 성북천을 찾는 타 지역 이용자에게 미치는 파급효과도 크기 때문에 복원가치는 더 높을 것으로 예상할 수 있다.

제 2 절 정책건의

1. 복원사업의 결정과정에 경관 및 수생태계 측면을 반영

1) 경관 및 수생태계적 측면 반영 필요

성북천 복원사업의 효과에서 보듯이 복개하천 복원사업의 효과는 수질개선과 식생, 저서생물 종의 증가현상 등의 효과가 있으며, 경관적 효과는 상가건물의 철거로 인해 가시적으로 나타나고 있다. 또한 환경가치의 효과와 주변지가 상승의 효과가 가시적으로 분석되고 있다.

따라서 계량적 측면으로 효과를 측정하기 어려운 수생태계의 복원과 주민 정서에 미치는 영향을 반영할 필요가 있다.

2) 지역 주민의 공감대 형성을 위해 활용

복개하천의 복원사업을 결정하기 위해서는 대체부지나 대체도로 확보와 이를 위한 예산반영 등이 이루어져야 할 것이다. 그리고 무엇보다도 서울의 도시하천의 경우 예산반영 못지않게 어려운 문제가 주변지역 주민들의 의견이다. 복원사업이 가져오는 재정적 문제, 통행 불편문제 등으로 선뜻 동의하기 어려운 경우가 많기 때문이다. 따라서 지역 주민들의 공감대를 형성하기 위해 비용편익 계산만 아니라 비계량적인 경관과 수생태계적 효과를 활용하는 것도 좋은 방법일 것이다.

2. 경관 및 수생태계 지표 개발

복개하천의 효과 평가를 위한 수생태적 지표를 개발할 필요가 있다. 특히 일반적으로 수질개선효과를 등급화하거나 생태적 효과를 등급화하여 지표를 개발할 필요가 있다. 또한 주변지역의 열환경을 완화하는 지표 등을 개발 할 필요가 있을 것이다. 이를 위해 국내에서도 많은 복원사업의 효과평가가 이루어져야 하고, 국외의 자료도 참고할 필요가 있다. 또한 그 하천유역의 고유특성을 살린 지표 개발에 많은 연구가 이루어져야 할 것이다.

3. 복원된 하천의 지속적인 모니터링과 관리

복원하천은 지역 주민들의 수변여가 공간으로 활용된다. 따라서 많은 주민들이 산책과 조깅을 하기 때문에 유지관리가 지속적으로 이루어져야 할 것이며, 특히 수생태계의 안정화 및 성숙화에 대한 모니터링이 지속적으로 이루어져서, 수생태계의 가치를 향상시킬 필요가 있다. 즉 복원하천이 잘 유지·관리되어 생태학습장으로 활용될 수 있도록 좋은 평가를 지속화 시킬 수 있을 것이다.

4. 하천의 여러 기능을 고려한 복원 평가방법 정립

복개하천 복원사업의 효과를 평가하기 위해 이 연구에서는 비계량적 측면(수생태적 측면, 경관적 측면, 치수적 측면)과 계량적 측면(환경가치의 측면, 지가 등 부동산 가격의 상승 측면)을 이용하였다. 이러한 복원사업의 효과나 편익을 추정하기 위해서는 하천의 여러 기능을 함께 고려할 측정 방법의 정립이 필요하다.

5. 복개하천의 복원 및 관리를 위한 제도 개선

서울시에 산재해 있는 복개하천을 전반적으로 평가하여 복원에 필요한 사항을 추출하고, 이를 기반으로 중장기적으로 복원 가능한 하천에 대해 대략적인 계획을 수립한 후 해당하천에 대해서는 기본·실시설계를 연차적으로 실시하도록 한다.

따라서 서울시 차원의 「하천복원 지원을 위한 조례」를 제정하여야 한다.

참 고 문 헌

참 고 문 헌

- 정영일, “전후세대의 경제의식”, 「사회과학과 정책연구」, 서울대 사회과학연구소, 제9권 제1호, 1987, 11
- 권오길, 「한국동식물도감 제32권 동물편 (연체동물 I)」, 문교부, 446pp., 1990
- 권오길, 박갑만, 이준상, 「원색한국패류도감」, 아카데미서적, 1993
- 권오상, “가상추정법을 이용한 자연생태계의 경제적 가치 평가”, 「경제학 연구」, 제48집 제3호, 2000
- 김일중, 박근수. “한국의 환경경제학 연구” 「자원 환경경제연구」, 제10권 제3호, 2001
- 김훈수, 「한국동식물도감」, 제19권 동물편(새우류), 문교부, 1977
- 박수현, 「한국귀화식물원색도감」, 일조각, 1999
- 박수현, 「한국귀화식물원색도감 - 보유편」, 일조각, 2001
- 박희정, “그린벨트 보전의 편익추정에 관한 연구”, 성균관대학교대학원 박사학위 논문, 1999
- 배연재, 박선영, 윤일병, 박재홍, 배경석 : “왕숙천 준설구간의 저서성 대형무척추동물의 군집 변동”, 한국육수학회지, 29(4), 251-261, 1996
- 배현희, “Conjoint Analysis 기법에 의한 도시 하천의 친수기능 속성 가치 추정”, 서울대학교 환경대학원 석사학위 논문, 2002
- 서울특별시, 「하천정비기본계획(성북천, 정릉천, 월곡천, 방학천)」, 2002
- 서울특별시, 「서울시 복개하천내 수질개선방안 연구」, 2003
- 서울특별시·서울시정개발연구원, 「청계천복원 타당성 조사 및 기본계획: 사회적 비용·편익부문」, 2003
- 서울특별시보건환경연구원, 「청계천 생태계 조사보고서」, 233pp., 2003
- 신의순, “청계천 복원 프로젝트의 경제성 평가-토론을 위한 발제”, 「청계천 되살리기」, 토지문화관·연세대학교 환경과학기술연구소 공동심포지움, 2000
- 유병국, “환경가치의 지역적 평가 -강화도 남단 갯벌에 대한 여가가치 추정-”, 「한국지역개발학회지, 제10권 제3호, 1998
- 유정식, “청계천 복원에 따른 경제적 편익 분석: 개관”, 「제3회 청계천 되살리기 시

- 포지움-도시하천의 복원과 문화」, 2000
- 윤여창, 김성일, “산림자원의 휴양가치 산출을 위한 경제적평가방법론 비교 연구”, 「환경경제연구」, 제1권 제1호, 1992
- 윤일병, 「한국동식물도감, 제30권 동물편(수서곤충류)」, 문교부, 840pp., 1988
- 윤일병, 「수서곤충검색도설」, 정행사, 서울, 262pp., 1995
- 이성태, 이명현, “대구 팔공산 공원의 편익가치측정 - 여행비용접근법을 통하여-”, 「환경경제연구」, 제7권 제2호, 1999
- 이영노, 「원색한국식물도감」, 교학사, 2000
- 이유미, 박수현, 정승선, “서울 중랑천의 식생구성과 식물상”, 『한국환경생태학회지』, 16(3) : 271~286, 2002
- 이준구, 신영철, “그린벨트의 경제적 가치 추정”, 「자원환경경제연구」, 제9권 제4호, 2000
- 이창복, 「대한식물도감」, 향문사, 1999
- 전건홍, “DMZ의 생태적 보전 및 사회·경제적 가치 평가”, 국회환경포럼자료, 1998
- 정기호, “자연공원 보존의 경제적 편익 -대구시 앞산공원의 사례”, 「공공경제」, 제4권, 1999
- 정창무, 김기범, 김홍석, “청계천 복원의 지역 경제 파급효과”, 「제3회 청계천 되살리기 시포지움-도시하천의 복원과 문화」, 2002
- 조강현, 「유입하천 및 호소 생태조사」, 농어촌연구원, pp.11~15, 1999
- 최규철, 권오억, 김용대, 김용환, 이우식, 이정연, 전세진, 정수경, 「수질오염공정시험방법주해」, 동화기술, 서울, pp.710, 2000
- 한국동물분류학회, 「한국동물명집」, 아카데미서적, 1997
- 한상열, 최관, “산림휴양, 관광자원의 경제적 가치평가를 위한 새로운 접근법”, 「산림휴양연구」, 제2권 제3호, 1998
- 홍성권, “Conjoint Choice Model을 이용한 주제 고원 이용자들의 선택행동 연구”, 「한국조경학회지」, 제28권 제1호, 2000
- Allan, J.D., 「Stream Ecology, Structure and function of running waters」, Chapman & Hall, London, 1995
- Kawai, T., 「An illustrated book of aquatic insects of Japan」, 日本, 東海大學出版會
- Margalef, R., “Information theory in ecology”, 「Gen. Syst.」, 3:36-71, 1958
- McCafferty, W.P., 「Aquatic Entomology, Jones and Bartlett」, Boston, 448pp.,

1981

- McNaughton, S.J., "Relationship among functional properties of California Grassland", 『*Nature*』, 216:144-168, 1967
- Merritt, R. W. & K.W. Cummins, 『*An introduction to the aquatic insects of America*』, 2nd. Ed. Kendall/Hunt Publ. Co., Dubuque, Iowa, 1984
- Merritt, R.W. and K.W. 『*Cummins, An Introduction to the Aquatic Insects of North America*』, 3rd. ed. Kendall/Hunt Publ. Co., 1996
- Pielou, E.C., "Shannon's formula as a measure of specific diversity: It's use and misuse", 『*Amur. Nat.*』, 100:463-465, 1966
- Pielou, E.C., 『*Ecological diversity*』, Wiley, New., 165pp., 1975
- Vannote, R.L., G.W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell, and C.E. Cushing, "The river continuum concept", 『*Can. J. Fish. Aquat. Sci.*』, 37:130-137(1980)
- Wiederholm, T., "Chironomidae of the Holarctic region Keys and diagnose", 『*Part I - Larvae. Ent. Scand. Suppl.*』, 19. 457pp., 1983

국립환경연구원-한국의 외래식물 종합검색시스템, <http://nier.go.kr:9000/alien-plants>

부 록

【부록 1】 하천 환경 조사표

하천환경조사표

일련번호		조사지점	
하천명		행정지명	
조사일	년 월 일	조사자	

1) 하천구조

하천중단모식도		좌안	우안
↑	하천 횡단 구조	하천폭 (m)	
		수로폭 (m)	
		수변폭 (m)	
		둔치폭 (m)	
		독경사 (m)	
		인도 (m)	
	우점 식생	독위	
		독비탈	
		둔치	
		물가 물길	

2) 하천자연도

등급	1	2	3	4	5
중단	사행	사행	직강	직강	직강
횡단	자연	교란	교란	인공	인공
하상	다양	다양	단순	단순	인공

3) 하천 경관 요인

		주거지	공업지	상업지	도로 (포장길)	초지	기타
토지이용	인접부	좌안					
		우안					
	주변부	산림	농경지	초지	상공업지	주거지	유원지 기타 ()
교란	어로	오염	절취	불	인공하안	인공기질	하안정리
	방목	답압	매립	배수	홍수	준설	기타 ()

4) 하상환경

하상기질	암석	자갈	모래	점토	유기물층	콘크리트	기타 ()
암석노출	<1%	1~5%	5~25%	25~50%	50~75%	75~100%	기타 ()

A Study for Evaluating Effects of Seongbukcheon Restoration

<u>Project Number</u>	SDI 2004-R-16
<u>Research Staff</u>	Yong-Mo Cho (in Charge) Hye-Young Lee Hyoung-Beom Yeo

Restoration of streams becomes an interesting topic of peoples, so a civil demand for stream restoration becomes strong.

While water quality and ecosystem health are highly improved by stream restoration, such improvements are hardly assessed. This assessment is more important in case of the covered stream because water quality and ecosystem health of the covered stream have been severely deteriorated.

Seongbukcheon(Seongbuk Stream) is all covered and used for commercial buildings, roads, and parking lots only except sections from joining point with Cheonggyecheon to SungAhm Presbyterian Church(near Bomunno 1-ga). The Seongbuk-Gu office made a restoration plan to transform Seongbukcheon into natural creek from Hansung University station to Daekwang elementary school(4km length)

This project will cost 18.2 billion won. Until now, a small section—Seongbuk Commercial District Apartment(134m)— has been restored as a sample project.

The purpose of this study is evaluating various effects of Seongbukcheon restoration project in considering of water quality, ecosystem health, flood prevention, landscape and economy, and

suggest based on these evaluations whether the restoration of covered creeks would be necessary and reasonable.

This study will analysis various effects of restoration in two aspects. The first aspect is providing healthy ecosystem, which is difficult to measure in benefit-cost analysis. The second aspect is economic benefits which can be calculated. The former such as water quality, ecosystem health and landscape will be assessed by comparing and evaluating situations of pre-restoration and restoration with sections of covered and general stream focusing on the sample project section(134m length). The latter is assessed by comparing and evaluating the ecological value and price fluctuations of resident buildings before-and-after restoration project.

Dissolved Oxygen(DO) is 7mg/L in covered area and 10.6mg/L in restoration area, because algae which grow much in restoration area, open to sunlight, has raised DO by photosynthesis. BOD(4.0mg/L) of restoration area is better improved than BOO(4.5mg/L) of covered area. The number of E. coli also indicates that water quality in restoration area is better improved than in covered area because of 5.3×10^5 MPN/100ml(covered stream) and 1.6×10^5 MPN/100ml(restoration stream).

Species diversity indices of vegetations in Seongbukcheon range from 0 to 3.03. In restoration areas(A-1 ~ A-3), numbers of species are 16 ~ 32, species diversity indices are 2.43 ~ 3.03 and species evenness indices are 0.64 ~ 0.66. But in the covered area(A-4), there is no species and so species diversity index is 0. In case of benthos, the number of species is 1 in the covered area, 12 in the restoration area. So the fauna of the restoration area is improved after the sample restoration work and the whole Seongbukcheon restoration project will improve the biota and ecosystem health.

The analysis for flood safety index of levee shows that there is no problem although flow dimension would decrease and flood level increase. That is because restoration works raised levee height some

few and so flood safety indexes are A grade in all sites.

The sample restoration project improved the landscape around Seongbukcheon basin. Nature-friendly river which the restoration work created transformed old-fashioned images of OB commercial building on covered creek into a wide-open view and new community images.

Supposing the benefit per household of Seongbukcheon restoration would show a ratio of 0.145 to that of Cheonggyecheon restoration according to the area of water basin and supposing this benefit would affect only Seongbuk-Gu residents, the annual benefit of Seongbukcheon restoration would amount to 1.66 billion won. If applying this benefit ratio to eight neighbor wards(Jongno-Gu, Jung-Gu, etc.) and applying a discount rates of 5% ~11% for 25 years later, Net Present Value(28.2~594 billion won), Benefit-Cost Ratio(2.54~4.26) could be estimated. Although Seongbukcheon restoration benefits affect only a fourth of eight wards residents, BC ratio would amount to 1.25~2.09.

Table of Contents

Chapter I Introduction

1. Background of the Study
2. Object of the Study
3. Contents of the Study

Chapter II Present States of Seongbukcheon

1. General States of Seongbukcheon
2. Present States of the Covered and Plan for Restoration
3. Institutions for Covered Streams and Stream Restoration

Chapter III Effect of Restoration Regarding Water Quality and Ecosystem

1. Water Quality
2. Ecosystem Health

Chapter IV Effect of Restoration Regarding Flood and Landscape

1. Flood Safety Index
2. Landscape

Chapter V Effect of Restoration Regarding Economic benefits

1. Methods of Benefit-Cost Analysis of River Restoration
2. Estimations for Values of Seongbukcheon Restoration

Chapter VI Conclusion and Policy Proposals

1. Summary
2. Policy Proposals

- *References*

- *Appendices*

시정연 2004-R-16

성북천 복원사업의 효과평가 연구

발행인 백용호

발행일 2004년 7월 31일

발행처 서울시정개발연구원

137-071 서울시 서초구 서초동 391번지

전화: (02)2149-1154 팩스: (02)2149-1199

값 9,000원

ISBN 89-8052-343-2-93530

본 출판물의 판권은 서울시정개발연구원에 속합니다.