



서울시 도시하천의 생태통로 기능 향상 방안 : 청계천을 중심으로



조항문

시 정 연
2006-R-21

서울시 도시하천의 생태통로 기능향상 방안

— 청계천을 중심으로 —

Improving River Corridor of Cheonggyecheon in Seoul

2006

서울시정개발연구원
Seoul Development Institute

연구진

연구책임 조 항 문 • 도시환경부 연구위원
연구원 이 준 영 • 도시환경부 위촉연구원

자문위원 최 정 권 • 경원대학교
이 창 석 • 서울여자대학교
오 종 민 • 경희대학교
박 배 경 • 국립환경과학원
황 중 서 • 하천생태복원연구소
노 우 성 • 서울특별시 치수과

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

I. 연구의 개요

1) 연구의 배경 및 목적

청계천 복원사업은 물순환 체계를 회복시켜 자연의 자생능력에 의한 생태계의 복원을 통해 자연이 있는 도시하천을 조성하는데 그 목적이 있음

생물서식처의 복원과 함께 친수기능을 동시에 달성하고자 자연형 하천정비사업이 추진되어 생태통로로서 청계천은 인위적인 식재와 하상의 차수막 설치, 한강 원수의 사용, 청계천 상류부와 지천의 복개구간 존치 등 하천의 생태적 회복에 도달하기에는 한계가 있음

본 연구에서는 청계천의 생물서식환경을 개선하고 이동통로를 확보함으로써 청계천 수계의 연속성을 확보하여 청계천의 생태통로 기능을 향상시키기 위한 방안을 제시하고자 함

2) 연구내용

- 도시하천의 생태적 기능에 대한 문헌 고찰
- 청계천의 생태계 및 수변환경 조사 및 분석
- 청계천(대상하천)과 양재천, 학의천(참조하천)과의 비교
- 청계천의 생태통로 기능향상을 위한 적용방안

3) 종합분석 및 평가

	현황	분석·평가		기능향상방안
		문제점	잠재력	
수리 · 수문	·유역면적 : 50.96km ² ·유로연장 : 10.92km ·하천연장 : 8.12km ·하상경사 : 1/136 ~ 1/746	·지천 건전화 및 낙차 공으로 수리적 연결성 차단 ·상, 하류의 유속 차이 큼	·연중 풍부한 유량 확보 ·수리적 안정성	·수제를 이용한 유속 제어 및 유심수로 이동통로 형성
수 질	·BOD 기준 청계천 : 2급수 중랑천 : 등급외수	·강우시 월류수 유입 ·중랑천의 수온과 수질 이 어류이동에 장애	·정수식물 군락의 수질 개선	·정수식물 군락을 이용 한 식생 여과대 조성
지 형	·곡류사주 및 합류사주 등 미지형 형성	·하천제방의 직강화 ·상류부 고수부지형성 미약 ·지천과 고도차로 인한 물리적 단절	·중류부 하상미지형 형성 활발 ·하류부 고수부지 면적 넓음	·하상미지형 보전 ·천변습지 조성으로 생물서식처 및 이동로 확보
식물상	·203종 ·정수식물 : 11종 습생식물 : 27종 육상식물 : 165종 외래식물 : 39종	·육상식물의 출현비율 높음	·습지식물의 이입으로 하천 식생의 안정화	·육상식물에 대한 체계 적, 지속적 관리
식 생	·제방상단 : 도입 식재종 ·고수부지 : 건조지성 식물군락 분포 ·저수로 : 정수식물 군락 이 분포하나 육상식물 분포면적 증대	·식생구조의 단조로움 ·상류지역 인위적 교란 및 하류지역의 육상 식물 분포 증가	·정수식물 군락 분포로 하천 건전화 방지 ·야생 동물의 서식처 제공	·정수식물 군락 조성 ·귀화 및 외래 식물종 제거
조 류	·23종 ·황조롱이 확인 ·우점종 : 고방오리 ·하류부 종 다양성 높음	·상류부 탐방객에 인한 조류서식 및 번식 장애 ·먹이자원 부족	·미지형 발달로 서식처 확보 ·소형 조류의 유입으로 상위포식자 유입가능	·번식이 출입제한
어 류	·5과 14종 ·우점종 : 피라미, 갈겨니 붕어 등 ·외래종 : 베스	·고유화 빈도가 낮음 ·지천의 낙차공 및 하 류부 어도기능 미비로 어류 이동로 차단 ·어류서식처 부족	·하천환경의 지표종 ·어류 서식처 및 이동 로 조성 시 다양한 어종 서식 가능	·우회수로 조성 ·어도기능 개선 ·저수로 식생호안 조성 ·연속된 여울과 소 조성 ·위해어종 관리

4) 생태통로 기능향상 방안

(1) 청계광장 ~ 새벽다리

○ 수제설치

- 수제는 유속을 감소시키고 유수의 흐름을 변형시켜 저수호안의 침식을 방지하고, 토사의 퇴적을 유발하여 수생생물의 서식장소를 제공한다.
- 수제의 방향은 물 흐름은 반대방향의 $75 \sim 80^\circ$ 가 하안의 안정성과 비오톱 조성에 유리하다.
- 수제와 수제와의 간격은 수제 길이의 $1.5 \sim 2.5$ 배가 넘어서는 안 된다.
- 유심선의 사형조성과 구조물의 다양성을 고려하기 위해 제방에 번갈아 가며 설치한다.
- 여울을 잠기게 하는 배수영향과 다양한 형태의 악영향을 억제하기 위하여 여울에서 충분히 떨어진 하류지역에 설치한다.
- 모래하상을 가지는 하천에 설치된 수제는 모래의 침식으로 인하여 가라앉거나 파괴되므로 수제 하층에 여과층을 설치한다.

(2) 새벽다리 ~ 황학교

○ 저수로 식생호안 조성

- 저수호안 법선은 적절히 사형하도록 계획하며, 홍수의 소통에 장애를 초래하지 않는 범위 내에서 어류서식을 위해 요철(凹凸)형상을 계획한다.
- 계획된 저수호안시설이 자연적인 식생형성을 저해하지 않도록 하고 저수호안의 환경사화를 통해 정수식물의 발생이 용이한 환경기반을 조성한다.
- 흐름특성을 반영하여 수충부의 경우 상대적으로 기울기를 급하게, 비수충부의 경우 환경사면을 조성한다.

(3) 황학교 ~ 신답철교

○ 연속된 여울과 소의 조성

- 여울과 소는 어류의 가장 기본적인 서식장소가 되며 어류의 생존에 필수적인 하상형태이다.
- 청계천에 서식하는 어류의 이동습성을 파악하여 이들 어류의 이동에 지장을 주지 않아야 하며 구조는 단순하고 운영이 쉬어야 한다.
- 거석 및 자연석을 이용하여 자연스러운 경관을 연출하며 기존 낙차공을 개량함으로써 생태계, 유지유량, 하천연속성 등을 확보할 수 있다.
- 홍수기간 안정성을 유지하기 위해 하상에 분포하는 하상재료보다 상대적으로 크고 각진 돌을 사용한다.
- 양쪽 측면보다 중앙을 얇게 조성하며 중앙부로 유량을 집중시킬 수 있으므로 유량이 적은 하천에서 하천수 유지에 효과적이다.

○ 하상미지형 보전

- 하상미지형은 하천생물의 서식기반으로 특히, 저서무척추생물의 서식에 직접적인 영향을 미친다.
- 하상이 모래나 오니, 자갈과 같은 크기의 동질성이 커지면 분포하는 종이 제한되고, 중간 정도로 혼합된 경우 높은 밀도를 나타낸다.

하상재료	흐름강도	재료의 크기	어류의 이용		수중생물
			산란처	피난처	
표석/조약돌 (boulder/cobbles)	대급류	수십cm내외	수중	재료 뒤	매우 다양한 종이 혼합, 다년생
조약돌/자갈 (cobbles/gravels)	급류	수cm내외	하상표면 및 재료사이	別無	다양한 종이 혼합 1년생
모래(sand)	대부분의 흐름	1mm내외	수중	別無	다양성·밀도 낮음 숨어서 사는 종
이토/점토 (silts/clay)	재료의 점착도는 전단응력에 의존	0.1mm0이하	수중	수생 식물의 뿌리틈	다양성 낮음, 밀도 높음, 숨어서 사는 종

(4) 신답철교 ~ 중랑천 합류부

○ 정수식물군락 조성

- 정수식물군락을 조성하여 야생 동·식물의 서식처와 종다양성을 확보한다.
- 하천 하류역의 식생 구조를 고려하여 분포역에 의한 식생유형을 구분한다.
- 식물종 선정시 수충부의 경우 근계의 발달이 왕성하여 재생할 회복력이 있는 종을 사주부는 지하경과 포복경이 발달하여 부분적으로 매몰되더라도 계속적인 생장이 가능한 종을 선정한다.
- 가는 입자의 하상재료로 이루어진 하안에는 상대적으로 유수에 대한 저항력이 낮고 내건성이 낮은 식물을 도입하며, 굵은 입자로 이루어진 하안에는 내건성과 유수에 대한 저항력이 높은 식물종을 도입한다.

구분	특징	생식유속범위	식물종
수역	침수식물 수중의 토양에 뿌리를 내리고 잎, 줄기가 수중에서 생장 수질오염(부영양화)이 심하면 적응하지 못하며 조류와 어류의 먹이원	0 ~ 1.5m/s	나사말, 검정말, 말즘, 물수세미 등
	부엽식물 수중의 토양에 뿌리를 내리고 잎, 줄기를 수면 위까지 신장시켜 물위에 잎을 뜨게 하는 식물 부영양화의 조기예방, 어류의 산란 및 치어의 서식처	0 ~ 0.2m/s	마름, 수련, 자라풀, 가래, 연 등
	정수식물 수중의 토양에 뿌리를 내리고 수면보다 높게 잎을 신장시킴 어류 및 조류의 서식처, 수질정화	0.05 ~ 0.4m/s	갈대, 물억새, 달뿌리풀, 창포, 줄 흑삼릉, 부들, 매자기, 고랭이류 등
식생호안	식재 후 신속히 활착할 수 있어야 하며 수변 경관을 형성 식생여과대, 생물이동통로, 생물서식처	—	갈대, 물억새, 달뿌리풀, 창포, 줄 흑삼릉, 부들, 매자기, 고랭이류 등
고수부지	침수기간이 짧고 건조지 및 귀화식물이 우점	—	갯버들, 벌개미취, 부처꽃, 원주리, 금불초, 붓꽃 등

○ 천변습지 조성

- 저수로와의 연계 유무에 따라 연결습지와 독립습지로 나누고 다양한 생물환경을 조성한다.
- 우회수로와 연계하여 흐르는 물의 유속, 수심, 평면형상의 변화를 주어 다양한 서식환경을 조성하며, 자연정화능력을 향상시킨다.

- 수변부는 경계, 경사, 바닥의 형태 및 깊이를 다양하게 조성하며 식생호안을 조성하여 다양한 식물군락의 발생기반을 확보한다.
- 어류의 서식을 위해 40~50cm정도 수심이 필요하며 하상경사를 1~2%로 하여 어류 배설물이나 먼지를 배출할 수 있도록 한다.
- 급격한 수온변화방지와 어류 피난처를 제공하기 위해 40%이상의 식생역을 확보한다.
- 야생조류의 은신과 서식을 위해 수간이 형성된 교목림을 보존하고 물떼새류의 번식을 위해 하안에 자갈바닥을 조성한다.
- 습지 주변에 돌무더기, 나뭇가지 더미 등 다공질 공간을 조성하여 소동물 및 곤충의 은신처와 먹이원으로 이용하게 한다.

○ 자연형 우회수로 조성

- 어도의 일종으로 어류의 유영력과 상관없이 이용가능하며 수생식물의 식재를 통해 어류 서식처를 제공하며 수질정화 기능을 한다.
- 우회수로의 형태는 사행하는 것을 기본으로 천변습지와 연계조성하며 여울과 소가 번갈아 나타나는 비대칭 단면구조로 조성한다.
- 수로의 구배를 조정하여 본류와 합류 시 거품이 발생하지 않도록 한다.

(5) 청계천 합류부 ~ 한강 합류부 (중랑천 하류)

○ 식생여과대 조성

- 강우시 하천으로 유입된 유출수가 식생여과대를 통과할 때 유출속도가 감소되고 침전물과 오염물질은 여과, 흡착, 침전을 통해 제거된다.
- 지표강우유출수로부터 침전물과 영양물질을 제거하는데 효과적이며 토양상태가 침투시설을 사용할 수 없는 곳에 적합하다.
- 오염물질의 제거효율은 유역의 크기, 유속, 여과대의 길이과 크기, 경사 그리고 토양의 침투성 및 여과성에 의존한다.

○ 어도설치

- 어도를 설치하기 위해서는 어류의 분포현황과 특히, 회유성 어류의 조사가 이루어져야 하며 조사된 어류종의 서식조건에 맞는 시설의 설치를 검토하여야 한다.
- 대상어류 소상능력의 한계치에 따른 어도의 유형은 다음과 같이 적용할 수 있다.

구 분	유 형	특 징
소형(小型)의 유영어(遊泳魚)	아이스하버형 계단식	월류부의 유속분포
	버티칼슬롯식	월류부의 유속분포
	데널식	대표유속을 적게
	호박돌붙임 사곡면식	저낙차(低落差)
	오퍼레이션타입	집어(集魚)가 가능한 경우
대형어(大形魚) (규모의 문제)		유속, 유량, 수심 등이 너무 작으면 처음부터 어도에 들어가기 어렵게 된다.
		소형어는 진입 곤란한 상황이라도 진입한다.
수(水)표면에 부상하기를 좋아하지 않는 저생어	계단식 어도	잠공(潛孔)의 세로 길이를 충분히 잡고 풀간 낙차를 어느 정도 작게
	버티칼슬롯식	목간 낙차를 어느 정도 작게
	표준 데널형	저부유속(底部流速)을 어느 정도 작게, 스티프패스형에서는 대처가 어렵고 배통과형 데널식은 저생어(底生魚)의 소상(遡上)에 적합
	호박돌붙임 사곡면식	저생어(底生魚)의 소상(遡上)에 적합
	오퍼레이션타입	집어(集魚)가 가능하다면 대처
바다게 등		로프를 이용한 보조경로를 부가

(6) 생태계 위해 동·식물 관리

○ 위해식물 관리

방법	종류	적용대상 및 특징
인공적 처리법	예방, 관개 자생종 씨뿌리기	바람직한 식물의 성장을 진작하고 외래식물이 자랄 기회를 줄이는 것
물리적 방법	기계적 (베어내기) 수동적 (손으로 뽑기) 인문적 (태우기)	시간과 비용에 따라 작은 개체군에 적용 다른 조절기술이 불가능한 곳에서 사용 효율이 낮고 환경적 요인에 의해 많은 한계를 가짐 자연 상태를 비가역적으로 교란시킬 수 있음 효율이 낮고 환경적인 요인에 의해 많은 한계가 있음 (예: 손으로 뽑거나 자르는 것은 뿌리, 식물기관, 종자 를 남겨서 새싹이 돋아 새로운 개체군을 다시 형성)
화학적 방법	화학살충제 (상황에 맞게 처방된 제조제 사용)	적절하게 사용될 때 해충을 조절하는 효과적 도구 주로 농업에 적용 특정 환경에 대해서만 적용되는 등 유용성이 제한적 신속하고 효과적인 조절 기술 (식물이 종자를 생산하기 전에 제압) 일반인들의 부정적인 시각 (수생태계에는 사용할 수 없으며, 또 다른 환경문제 유발 우려)
생물학적 방법	천적에 의한 조절 기타 생물학적 조절 (유전적 조절 및 호르몬, 페로몬, 피임약 사용)	화학 살충제에 대한 대안 경제적으로나 미적으로 적절한 단계까지 개체수를 줄이는 것 성공률이 낮음 농경지에서는 잘 적용되지 않으나 자연지역, 들판에서 바람직한 방법 천적을 이용한 생물학적 방법 : 기생자, 포획자, 병원체 등을 이용하여 목적하는 외래종의 개체수를 줄이는 것이나 그동안 대부분 성공적이지 못함 미생물살충제 이용 : 미생물살충제, 곰팡이바이러스, 원생동물, 선충류 등을 이용하여 목적하는 외래종을 조절하는 방법으로 상업적으로 유용성이 있지만 사용 비용이 적음

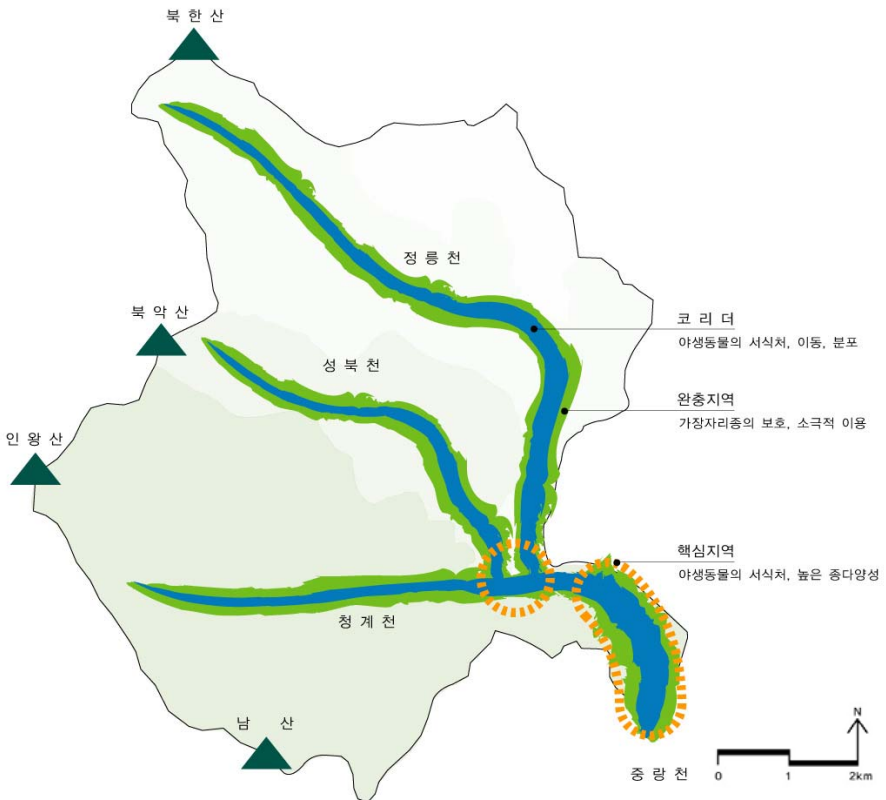
○ 위해어종(큰입우렁) 관리

- 포획시기 : 산란기(5~7월), 월동시기
- 위해성 홍보 및 불법방류 단속 강화
- 생태해설판 설치 및 방문자센터 전시를 통한 생태학습자료로 활용
- 큰입우렁의 천적으로 알려진 쏘가리, 가물치 등의 방류

5) 생태네트워크 추진체계

○ 청계천 유역은 복개되어 하천코리더의 기능이 단절된 구간, 콘크리트로 정비되어 하천코리더 기능이 미약한 구간, 자연형 하천정비로 하천코리더의 기능이 활성화된 구간으로 구분할 수 있다.

○ 야생 동·식물이 한강→중랑천→청계천→성북천 및 정릉천을 통해 북악산과 인왕산 등을 자유롭게 이동·서식할 수 있도록 자연형 하천정비를 통해 하천코리더의 기능을 강화하며 공간구성은 핵심지역, 완충지역, 코리더로 구분한다.



II. 정책건의

- 복개하천 및 성북천, 정릉천의 자연형 하천정비
 - 백운동천, 중학천, 흥덕동천, 남산동천, 월곡천은 복개되어 하천의 기능을 상실함
 - 성북천 및 정릉천은 콘크리트로 직강화되어 하천의 환경적 기능이 미약함
 - 청계천 지천의 자연형 하천정비를 통해 청계천 수계의 연속성을 확보하여 북한산과 북악산 등 산림과 중랑천, 한강을 잇는 코리더로서 하천생태계를 복원해야 함
- 청계천 유역으로의 모니터링 범위 확대
 - 청계천 및 성북천, 정릉천 그리고 북한산, 북악산, 남산 등 하천과 산림생태계의 모니터링을 통해 조류 및 포유류의 서식공간을 확대 보전
- 청계천 유역 단위의 관리 시스템 도입
 - 중랑천과 청계천, 성북천, 정릉천 등 하천수계를 따라 연속적인 환경이 형성되므로 유역단위의 환경관리에 관한 틀이 마련되어야 함
 - 효율적인 하천환경관리를 위해서 서울시와 자치구간 통합된 구조 속에서, 더 크게는 중랑천, 안양천, 탄천 등 한강 4개 지천을 포함하는 경기도 자치단체와 협력하여 하천환경관리사업을 종합 진행할 수 있는 구조를 갖추는 것이 필요함
- 이용자 관리
 - 청계천의 경우, 인위적 교란에 의한 생태계 훼손이 큼
 - 청계천의 관리구역 설정을 통해 생물서식처에 대한 진입통제 및 생태해설판을 설치하여 청계천을 찾는 시민에 대해 환경교육 강화

목 차

제 I 장 서 론	3
제1절 연구의 배경 및 목적	3
제2절 연구의 범위 및 방법	4
1. 연구의 범위	4
2. 연구의 방법	6
제 II 장 하천생태통로의 특성	11
제1절 하천의 생태적 연속성	11
1. 하천의 생태적 연속성	11
2. 하천횡단구조물에 의한 영향	12
제2절 하천생태통로의 특성	15
1. 하천생태통로의 개념	15
2. 하천생태통로의 조성	16
제 III 장 대상하천의 서식환경 분석	19
제1절 일반현황	19
1. 유역현황	19
2. 유지유량	22
3. 수질	26
제2절 생태계현황	28
1. 개요	28
2. 식생	28
3. 조류	30
4. 어류	34

제3절 하천수변현황	36
1. 청계광장 ~ 새벽다리	37
2. 새벽다리 ~ 황학교	45
3. 황학교 ~ 신답철교	53
4. 신답철교 ~ 중랑천 합류부	61
5. 중랑천 하류부	68
제4절 참조하천과의 비교	73
1. 참조하천의 선정	73
2. 참조하천과의 비교	75
제5절 종합분석 및 평가	76

제Ⅳ장 생태통로 기능향상 방안79

제1절 생태통로 기능향상 방안	79
1. 청계광장 ~ 새벽다리	80
2. 새벽다리 ~ 황학교	82
3. 황학교 ~ 신답철교	84
4. 신답철교 ~ 중랑천 합류부	86
5. 청계천 합류부 ~ 한강 합류부 (중랑천 하류)	89
6. 생태계 위해 동·식물 관리	92
제2절 생태네트워크 추진체계	96

제Ⅴ장 결론 및 정책건의101

1. 결론	101
2. 정책건의	111

표 목 차

〈표 I-1〉 공간적 범위	4
〈표 II-1〉 하천연속성 차단에 따른 영향	14
〈표 III-1〉 수계 현황	21
〈표 III-2〉 위치별 배분량	22
〈표 III-3〉 구간별 최대·최소 수심	24
〈표 III-4〉 하상차수공법비교	25
〈표 III-5〉 청계천 수질현황	26
〈표 III-6〉 생활형에 따른 청계천 주요 식물상	29
〈표 III-7〉 청계천의 조류상	32
〈표 III-8〉 고방오리의 연간 생활사에서 계절별 먹이	33
〈표 III-9〉 조사지점별 우점종 및 아우점종	34
〈표 III-10〉 청계천의 어류상	35
〈표 III-11〉 청계천 어류의 생태적 특성	35
〈표 III-12〉 대상하천 및 참조하천 일반현황	73
〈표 III-13〉 종합분석 및 평가	76
〈표 IV-1〉 생태통로로서 청계천의 기능	79
〈표 IV-2〉 청계광장~새벽다리 구간의 평균유속 및 평균수심	80
〈표 IV-3〉 수계 종류 및 설치방법	81
〈표 IV-4〉 저수로호안 공법의 적용	83
〈표 IV-5〉 하상재료와 관련된 수중서식의 형태	85
〈표 IV-6〉 하천환경기반에 따른 식생분포	87
〈표 IV-7〉 어류 소상능력의 한계치에 따른 어도의 유형	91
〈표 IV-8〉 외래식물 제거를 위한 처리방법	92
〈표 IV-9〉 청계천 유역 하천코리더 현황	97

그림목차

〈그림 I-1〉 공간적 범위	4
〈그림 I-2〉 연구의 진행체계	7
〈그림 II-1〉 하천연속성	11
〈그림 III-1〉 청계천 유역도	19
〈그림 III-2〉 보문3교 하류	20
〈그림 III-3〉 제기2교 하류	20
〈그림 III-4〉 평여울	21
〈그림 III-5〉 중랑천하류 철새보호구역	21
〈그림 III-6〉 교량별 평균 수심 및 유속	23
〈그림 III-7〉 수질측정망	26
〈그림 III-8〉 청계천, 중랑천, 한강의 수질 비교	27
〈그림 III-9〉 청계천 주요 식생	29
〈그림 III-10〉 청계천 월별 조류 변화	30
〈그림 III-11〉 고산자교 ~ 중랑천 합류부의 월별 오리류 변화	31
〈그림 III-12〉 수조류들이 선호하는 취식수심	31
〈그림 III-13〉 고방오리의 생활사 연대기	33
〈그림 III-14〉 청계천 어류	34
〈그림 III-15〉 하천수변환경 권역구분	36
〈그림 III-16〉 참조하천과의 비교	75
〈그림 IV-1〉 수제의 방향	80
〈그림 IV-2〉 투과성 수제 예시	81
〈그림 IV-3〉 저수로 호안 현황	82
〈그림 IV-4〉 식생제거에 의한 어류서식환경 변화	82
〈그림 IV-5〉 지천 합류부 낙차공 및 하상미지형 형성	84
〈그림 IV-6〉 연속된 여울과 소의 조성	85

〈그림 IV-7〉 청계천 어도 및 살곶이 공원	86
〈그림 IV-8〉 양재천 학여울 좌안습지	88
〈그림 IV-9〉 자연형 우회수로	88
〈그림 IV-10〉 식생여과대에서 수질정화 개념도	89
〈그림 IV-11〉 어도의 위치	90
〈그림 IV-12〉 청계천 유역 하천코리더 현황	97
〈그림 IV-13〉 청계천 유역 생태네트워크 체계	98

제 I 장 서 론

제1절 연구의 배경 및 목적

제2절 연구의 범위 및 방법

제1절 연구의 배경 및 목적

청계천 복원사업은 물순환 체계를 회복시켜 자연의 자생능력에 의한 생태계의 복원을 통해 자연이 있는 도시하천을 조성하는데 그 목적이 있다.¹⁾ 이는 하천의 환경적 기능에 중점을 두고 있으며 생물서식처로서 하천이 복원되면 수질정화와 친수기능은 대부분 자연히 수반된다.

그러나 생물서식처의 복원과 함께 친수기능을 동시에 달성하고자 자연형 하천 정비사업이 추진되어 생물서식처 및 이동통로로서 청계천은 기존 하천횡단구조물의 존치, 상류 및 지천과의 단절, 생물서식환경을 고려하지 않은 하천시설물 설치 등으로 인해 생물다양성의 감소와 어류 및 기타 미생물의 이동 및 토사이동 등을 가로막아 하천의 생태적 연속성을 단절시키고 있다.

또한 복개하천을 복원함으로써 인위적인 식재와 하상의 차수막 설치, 한강원수의 사용, 청계천 상류부와 지천의 복개구간의 존치 등 청계천은 하천의 생태적 회복에 도달하기에는 한계가 있다. 도시하천을 생태적으로 복원하는데 있어 대상하천의 물리적 생태적 특성을 면밀히 고려하지 않은 형식적인 자연형 하천정비는 근본적인 해결책이 될 수 없다.

본 연구에서는 청계천의 생물서식환경을 개선하고 이동통로를 확보함으로써 청계천 수계의 연속성 확보하여 청계천의 생태통로 기능을 향상시키기 위한 방안을 제시하고자 한다.

1) 청계천복원추진본부, “청계천 복원사업”, 2005

제2절 연구의 범위 및 방법

1. 연구의 범위

1) 공간적 범위

본 연구의 공간적 범위는 하천 연속성과 대상지의 한계를 감안하여 청계천 복원구간(청계광장~중랑천 합류부)과 중랑천(청계천 합류부~한강 합류부)으로 설정하고 하천의 횡단적 공간구분에 따라 저수로, 저수로호안, 고수부지, 제방으로 한정하였다.

〈표 1-1〉 공간적 범위

대상구간	청계천	중랑천
범 위	청계광장~중랑천 합류부	청계천 합류부~한강 합류부
규 모	하천연장 : 8.12km 유역면적 : 50.96km ²	하천연장 : 2.7km 유역면적 : 299.65km ²



〈그림 1-1〉 공간적 범위

2) 내용적 범위

(1) 도시하천의 생태기능에 대한 문헌 고찰

은신처, 산란처, 이동통로 등 하천의 기능과 도시하천의 일반적인 문제점 분석

(2) 하천의 생태환경 분석

보, 낙차공 등 어류를 비롯한 수중생물의 이동 장애요인 분석

하상 및 고수부지의 은신처, 산란처, 이동통로 기능의 저해 요인 분석

(3) 하천생물의 이동 및 서식환경 개선

보와 낙차공 등의 장애물에 대한 이동 통로 기능 향상

하상 및 저수호안의 산란처 및 은신처로서의 기능 향상

서울시 블루벨트 형성방안 도출 : 한강의 어류가 중랑천-청계천-정릉천을 거쳐 북한산 계곡에 이를 수 있도록 함으로써 하천의 생물이 숲의 계곡까지 이동할 수 있도록 하여 건강하고 안정적인 하천 생태계 유지 기반 마련

2. 연구의 방법

1) 하천수변조사(RCS : River Corridor Survey)

하천의 생물서식처 복원 시 대상하천의 물리·화학 생물학적 특성을 파악하는 하천수변의 조사가 선행되어야 하며, 하천수변조사는 하천수변의 물리·화학·생물학적 특성 파악과 이들의 상호 연관성을 분석하기 위한 기초 자료의 수집 방법을 구축하는데 그 목적이 있다.

본 연구에서는 대상하천 구간에 대한 과거조사 자료를 조사·분석하고, 수변조사를 통해 현재 대상하천의 특성을 종합적으로 평가하여 청계천의 생태통로 기능을 향상시키기 위한 문제점 및 잠재력을 분석하였다.

2) 참조하천의 선정

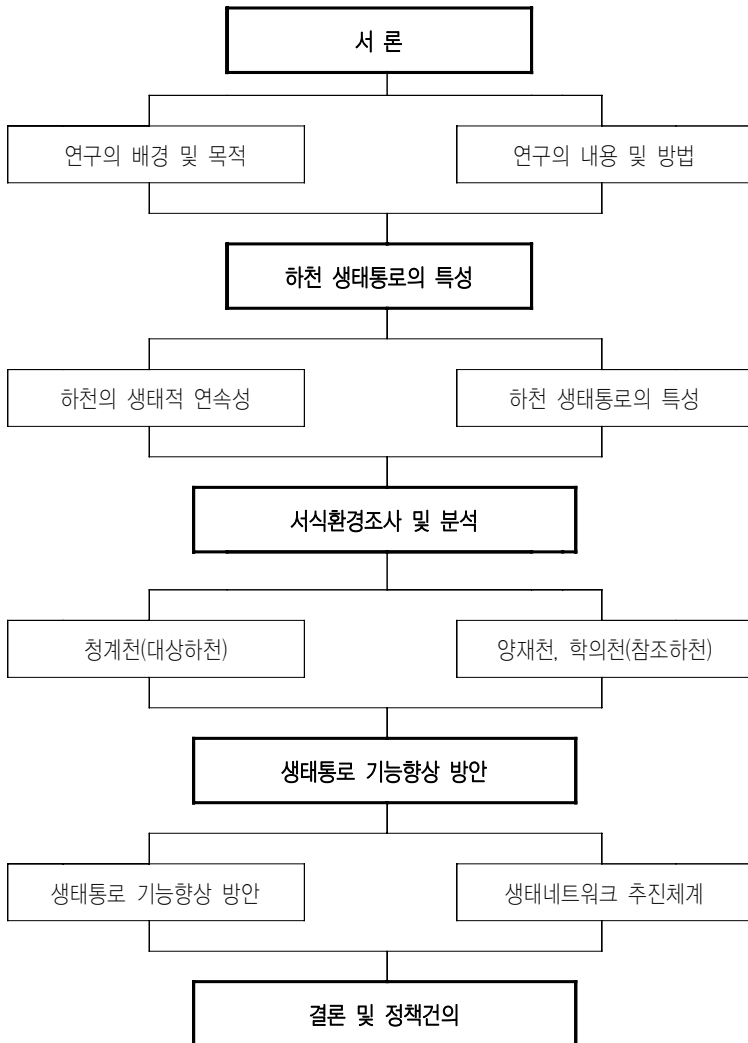
참조하천을 선정 시 복원목적을 고려하여 참조하천을 선정한다. 복원은 목적에 따라 특정 목표 종을 위한 서식처 복원과 전반적인 하천의 생물서식처 복원으로 구분할 수 있다.

특정 목표종의 서식처 복원 시 목표 종의 서식에 장애가 되는 인위적 요인들을 제거하고 생존 조건에 적합한 물리적 공간을 조성하며, 전반적인 생물서식처 복원은 대상 구간의 하천특성과 유사한 특성을 보이는 자연 상태의 하천 또는 자연형 하천정비사업으로 생물다양성이 증대된 하천을 참조하여 복원의 목표로 설정할 수 있다.

본 연구에서는 도시하천으로서 자연형 하천복원사업 시행 후 10년이 경과한 양재천(강남구 구간)과 5년이 경과한 학의천(경기도 안양시)을 참조하천으로 선정하였다.

3) 생태통로 기능향상 방안 제시

본 연구에서는 하천수변조사와 문헌 조사를 통해 청계천의 물리적 환경과 생물서식현황을 파악하여 청계천의 생태통로기능 향상을 위한 방안을 제시하였으며 연구의 진행체계는 다음과 같다.



〈그림 1-2〉 연구의 진행체계

제Ⅱ장 하천 생태통로의 특성

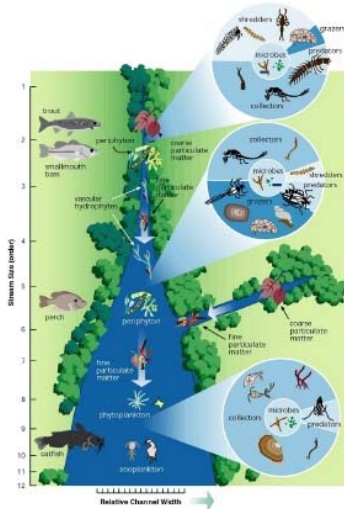
제1절 하천의 생태적 연속성

제2절 하천생태통로의 특성

제1절 하천의 생태적 연속성

1. 하천의 생태적 연속성

하천은 유수와 유사의 상호작용에 의해 하천 미지형(微地形)이 형성되어 생물 서식환경의 기반이 된다. 상류는 물과 유사(流砂)가 생성되어 하상(何床)의 침식으로 하상저하를 유발하며 중류는 물과 유사의 유입과 유출이 거의 평형상태에 가깝다. 하류는 퇴적에 따른 하상이 상승하여 하도의 소류력이 감소하고, 퇴적에 따른 범람원이나 삼각주가 형성된다. 유수의 영향에 따라 소규모 하천에도 지형적 특성을 보이는데, 물의 흐름에 따라 하상구성(substrate)에 영향을 미치고 하상구성 변이는 수서생물이 서식하는 환경조건을 다양하게 한다. 서식공간을 형성하는 하상구성물은 유속과 더불어 저서생물의 주요한 서식환경요인으로서 하상구성물 크기에 따라 다양한 종류의 저서성 무척추동물이 서식하게 된다.



〈그림 II -1〉 하천연속성

자료 : USDA, Stream Corridor
Restoration, 1998

생물서식장소는 양, 질과 함께 그 분포와 연결성도 중요하며 하상형태와 물의 흐름, 하안형상 등과 관련이 깊다. 주어진 서식처에 생존하는 생물은 주위 환경과 밀접한 관계를 가진다. 하천의 경우 하류로 갈수록 점차로 큰 하천이 되는 물성적 변동에 따라 이에 대응하는 생물군집이나 하천의 생태적 기능이 적절히 달라진다. 이러한 연속된 하천에서 일어나는 점진적인 변화를 하천연속성이라 한다.

2. 하천횡단구조물에 의한 영향

하천 내에 설치되는 하천시설물은 홍수를 하도내로 국한시켜 제내지의 범람을 방지하고 홍수소통을 원활하게 하기 위한 제방과 같이 치수목적으로 설치되는 구조물 외에도 이수를 위한 취수보, 하천생태계 보호를 위한 어도 등 그 종류가 다양하며 치수, 이수, 친수 등 각각의 목적과 기능을 유지토록 하기 위해 설치된다²⁾.

인위적인 교란이 광범위하게 진행된 도시하천에서는 하천횡단구조물을 기준으로 상·하류의 연속이 구간별로 단절되어 있다. 하천횡단구조물은 유수에 의한 자연적인 물질의 이동을 방해하여 하천지형과 하상재료를 균일화시키며 어류서식 및 이동을 저해하게 되어 궁극적으로 하천생태계를 단순화시키고 있다.

물의 흐름을 방해하는 하천횡단구조물의 영향은 구조물 상류구간, 구조물 구간, 구조물 하류구간으로 나누어 볼 수 있다³⁾.

(1) 횡단구조물 상류구간

상류에서 이송된 부유물질의 퇴적은 지하수와 하천수의 이동을 차단하며 갈수기에는 정체구간의 물이 지하수로 침투되어 지하수를 오염시킨다. 정체구간의 생물서식처에는 다음과 같은 현상이 발생하는 것으로 알려져 있다(우효섭 외 2인, 2003, 3).

·하상의 생물서식처가 다양하지 못하고, 공극이 사라진다.

·많은 수중생물들은 물의 흐름이 필요하나 흐름이 없으므로 정체구간에서 그들의 서식처가 사라지고 종이 감소된다.

·부유물질 및 고형물질의 이동성에 종속된 조개류, 달팽이류, 많은 곤충의 유충들은 정체구간에서 물질의 이동이 없어 양분의 공급이 충분하지 못하여 그 서식이

2) 박우식, “하천횡단구조물에 의한 홍수위 변화에 관한 연구”, 연세대학교, 2002

3) 우효섭, 김창완, 김혜주, “하천횡단구조물이 하천의 생태적 발전에 미치는 영향과 대안”, 대한토목학회, 2003

감소된다.

·많은 부영양물질이 쌓여 수온을 증가시키며 녹조류의 번식에 유리한 조건으로 변하게 되는데, 녹조류의 과다한 사체는 산소공급의 평형을 파괴한다.

·정체구간의 유속완화는 하천의 횡단적 연계성, 즉 수생-수륙(정수)-육상구역을 파괴하여 생물서식처의 형성에 큰 영향을 준다.

·하천의 생물들은 먹이사슬로 서로 연결되어 있는데 흐름이 없는 구간에서의 생물체는 그들의 서식처를 잃게 된다.

·하천구역의 고립화로 인하여 종 조합의 변화, 종의 연령분포 변화, 약탈자와 생산자 등의 관계변화 등으로 생태계 시스템의 안정성이 사라지며 하천의 자정력이 감소한다. 특히 대규모 정체구간에서는 어디에서나 서식하는 종이 우세하게 된다.

·결론적으로 정체구간의 무생물적 요소 중에 특히 물의 흐름, 물질이동, 하상재료, 빛, 온도 및 가스대사 등이 변화하고 하천의 생물서식처가 변화한다.

(2) 횡단구조물 구간

횡단구조물 구간에서는 상류구간과는 반대로 유속이 빨라지며 산소량이 증가하며 하상재료도 거칠어진다. 횡단구조물은 수생생물의 이동을 차단하고 지하수 흐름이 있는 경우 일부 생물만이 정체구간으로 이동하지만 전반적으로 종이 감소하거나 소멸된다.

(3) 횡단구조물 하류구간

하상에는 풍수시 거친 하상재료가 구조물 바로 하류에 부분적으로 쌓일 수 있으며 반대로 가는 하상재료가 침식되어 거친 하상재료만이 남을 수도 있다. 이 구간에는 산소량이 증가하기 때문에 산소를 좋아하거나 거친 재료를 서식처로 하는 생물들의 번식이 가능하나 구조물에 의한 생물서식처의 감소로 생물다양성은 감소한다.

〈표 II -1〉 하천연속성 차단에 따른 영향

물이 흐르는 하천과 비교한 변화	상류구간	구조물구간	하류구간
스카이라인 갈수기와 평수기의 유량	○	○	—
풍수기의 유량	○	○	○
물의 부피	+	/	—
유 속	—	+	—
수 심	+	—	—
수표면	+	/	—
하안의 길이	+ ~ —	/	○
풍수기와 갈수기 사이의 수표면의 변동	—	—	○
물의 교란(난류)	—	+	— ~ ○
지하수와의 교환			
물질이동	—	—	—
부유물이동	—	—	—
퇴적	+	/	—
침식성	—	/	+
하도발전성	—	/	— ~ +
하상의 다양성	—	/	—
그늘	—	/	○
수온	+	/	○
화학성	변화	/	○
산소이입	—	+	—
산소분해	+	/	○
영양 및 독물질의 축적	+	/	○
하천의 생태적 활동성	변화 ~ —	/	— ~ ○
생물서식처	감소	/	종의 감소
저서생물	사라짐	/	종의 감소
하등 미생물	+	/	— ~ ○
해조, 수중식물	+	/	— ~ ○
반 수중식물	사라짐	/	— ~ ○
일반적 어류생태계	변화	/	— ~ 변화
어류 올라옴	어려움	없음	하천구조에 따라 다름
어류 내려옴	어려움	—/	
다른 물고기를 먹이로 하는 어종	사라짐	/	사라짐

※ ‘—’는 감소, ‘+’는 상승, ‘○’는 변화 없음, ‘/’는 무관함을 나타냄.

자료 : Range와 Schmidt, 2001 ; 우효섭 외 2인, 2003, 3, 재인용

제2절 하천생태통로의 특성

생태통로는 일정 지역을 생물서식공간으로 연결하여 지역 전체를 네트워크화하는 방안이다. 이를 조성함으로 하천, 늪지 및 초원 등이 핵, 선, 거점과 생태통로에 의해 계통적으로 연계되는 것이다. 또한 비교적 적은 규모라 할지라도 두 개의 서식공간을 연결하여 생물의 이동을 가능하게 한다⁴⁾.

1. 하천생태통로의 개념

하천은 다른 환경구조와는 달리 식물, 어류, 조류의 서식에 중요한 장소로서 제공되고 있으며 하천 생태계는 하천의 여러 환경구조에 따라 서로 다른 종이 서식하고 있다. 자연 상태에 가까운 하천에서는 사행이나 여울, 소 등 다양한 환경구조가 발달하고 있으며 이것은 생물의 서식환경에 적절하다(건설부 1994; 송병화, 1996, 재인용). 하천 생태통로는 수변, 산림과 연결된 지역 내에서 식량과 수자원으로 생물들에게 아주 중요한 기능을 하고 있으므로 기존의 보존되어 있는 서식처는 최대한 원생상태 그대로 보존하여야 하고 인위적인 원인에 의해 단절되고 교란된 서식처는 복원되어야 하는 것이다. 이와 같이 하천 생태통로는 좁게는 하천이 주는 다양한 생태계를 보호하고 건강한 소생물권을 조성해 주는 복원의 개념으로서 크게 되는 주변의 공원과 녹지와 같은 기회 요소와 네트워크를 형성하는 차원의 생태계 보존방안이라 할 수 있다⁵⁾.

4) 환경부, “국내여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발”, 2002

5) 송병화, “안양천 생태통로 기본계획”, 서울대학교 환경대학원, 1996

2. 하천생태통로의 조성⁶⁾

(1) 하천생태통로의 계획

하천생태통로 계획은 선형적인 하천통로 구간에서 야생생물이 이동하는데 적합한 기회요소와 이동에 장애가 되는 제약요소를 추출하여 상호 연결해 주는 하천 네트워크화 계획방안이다.

생태통로를 원활히 연결시키기 위한 기술적 방안으로 하천 주변지역을 자연에 가까이 조성함으로써 다양한 형태의 이동루트를 제공하여 주변의 야생생물과 상호 연계를 도모할 수 있게 하여야 한다.

(2) 하천생태통로의 조성

생태통로는 소생물권 지역에 따라 야생생물들이 주위의 교란이나 단절 없이 원활히 이동할 수 있는 공간을 확보해 주는 것을 말한다. 동물들은 각각의 종에 따라 행동반경이 있고 적절한 폭이 확보되어야만 이동이 가능하므로 이에 대한 고려도 중시된다.

생태통로를 조성하는 방법을 개괄하여 보면 생태계 기초조사를 토대로 하여 각 생물권별 분포특성을 생물서식공간에 지도화하여 서식지를 찾아낸다. 그러한 토대위에서 이동통로를 차단하는 구간을 적절히 연결한다.

이동루트 설정에 있어서는 지역의 소생물권 수준에 따라 등급별 분류를 하여 생물들의 원활한 이동을 도모할 수 있도록 한다. 수변과 농경지와 도로가 교차하는 곳에서는 수변을 따라 양쪽에서 종들이 자유롭게 움직일 수 있도록 고려한 교량의 위치를 설정하고 연속적 코리더를 제공하기 위해 자연식생을 그대로 보존하는 것이 하나의 방법이 될 수 있다(한국건설기술연구원, 1997).

6) 환경부, “국내여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발”, 2002

제Ⅲ장 대상하천의 서식환경 분석

제1절 일반현황

제2절 생태계현황

제3절 하천수변현황

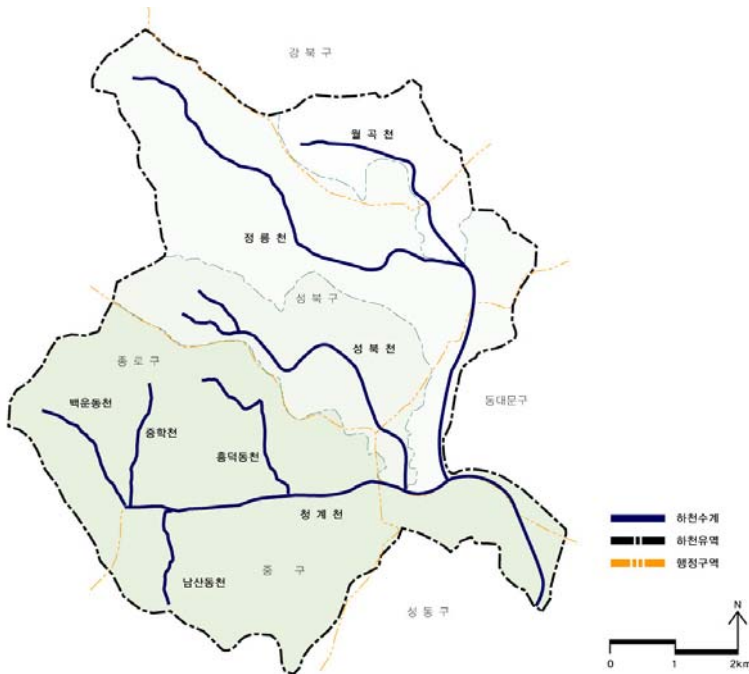
제4절 참조하천과의 비교

제5절 종합분석 및 평가

제1절 일반현황

1. 유역현황

청계천은 서북쪽인 인왕산(EL. 388.2m)과 북악산(EL. 342.4m), 남산(EL. 274.5m)에서 발원하여 서울시가지를 관류하는 하천이다. 좌안으로 성북천과 정릉천이 합류하고 유역면적은 50.96km^2 , 유로연장은 10.92km이며 하상경사는 1/136 ~ 1/746로서 중랑천 우안으로 유입되며 상류부 산지를 제외하고 대부분 주거지역과 상업지역으로 이루어져 있다.



〈그림 Ⅲ-1〉 청계천 유역도

청계천의 지류인 성북천은 주택 및 시가지로 밀집되어 있으며 하구로부터 약 2.3km의 하천구간은 석축 호안으로 하천 내 접근이 어렵다. 하상에는 저수로 정비가 이루어져 고수부지가 형성되어 있지만 단면이 콘크리트화되어 유수의 소통기능을 담당하고 있다. 성북구청을 기점으로 상류부는 복개되어 복합상가 및 도로로 이용되고 있는 상태로 복개내부는 채광이 되지 않아 생태계는 소멸된 상태였으나 1999년부터 복개 상부의 상가건물을 철거하고 복원사업을 시행 중에 있으며 하천 양안에는 합류식 하수관거가 설치되어 있다.



〈그림 Ⅲ-2〉 보문3교 하류

정릉천은 상류는 산지하천과 중·하류는 도시하천으로 기능하고 있으며 하구로부터 3.4km 지점에서 월곡천이 유입된다. 정릉천의 양안은 석축으로 축조되어 도로로 이용되고 있어 하천 내 접근이 어려우며 하도 양안으로 저수로와 차집관거를 이용한 고수부지로 정비되어 있다. 하도 내에 도시고속화도로의 교각이 설치되어 있어 유수의 흐름에 지장을 주고 있다.⁷⁾



〈그림 Ⅲ-3〉 제기2교 하류

7) 서울특별시, “하천정비기본계획(성북천, 정릉천, 월곡천, 방학천)”, 2002

중랑천은 한강의 제1지류로 유역면적은 299.65km², 하천연장 20.47km, 하천평균 폭 220m로 중랑천 지류 중 청계천의 유역면적이 가장 넓다.



〈그림 III -4〉 팽어울



〈그림 III -5〉 중랑천하류 철새보호구역

청계천 합류부에는 중랑물재생센터가 위치하며 하수처리장 방류수로 인해 유량이 풍부하나 하천수질기준에는 미치지 못하고 있다. 한강 합류부에는 높이 2.03m의 수중보가 설치되어 어류의 회유를 저해하고 있다. 그러나 청계천 복원으로 하천수의 유입과 유수에 의해 여울과 소가 고르게 분포하여 중랑천 하류부는 조류서식처로 이용되고 있다.

〈표 III -1〉 수계 현황

수계명	하천	등급	유역 면적 (km ²)	유로 연장 (km)	하천 연장 (km)	홍수량 (m ³ /sec)	하폭 (M)	기점	종점
한강	중랑천	국가	296.04	34.80	20.47	1,910	95 ~ 330	경기도 의정부시 장암동 시계	서울시 성동구 금호동 한강 합류점
중랑천	청계천	지방1	50.96	10.92	3.67	710	19 ~ 113	서울시 동대문구 신설동 성북천 합류점	서울시 성동구 용답동 중랑천 합류점
	청계천	지방2		7.25	4.45	457		서울시 종로구 서린동 148	서울시 동대문구 신설동 성북천 합류점
청계천	정릉천	지방2	19.32	10.85	9.03	295	33	서울시 성북구 정릉동 산1-1번지 선	서울시 동대문구 용두동 청계천 합류점
청계천	성북천	지방2	7.41	5.45	5.20	152	25	서울시 성북구 성북동 236번지 선	서울시 동대문구 신설동 중랑천 합류점

자료 : 건설교통부, “한국하천일람”, 2005

2. 유지유량

(1) 유지용수 확보

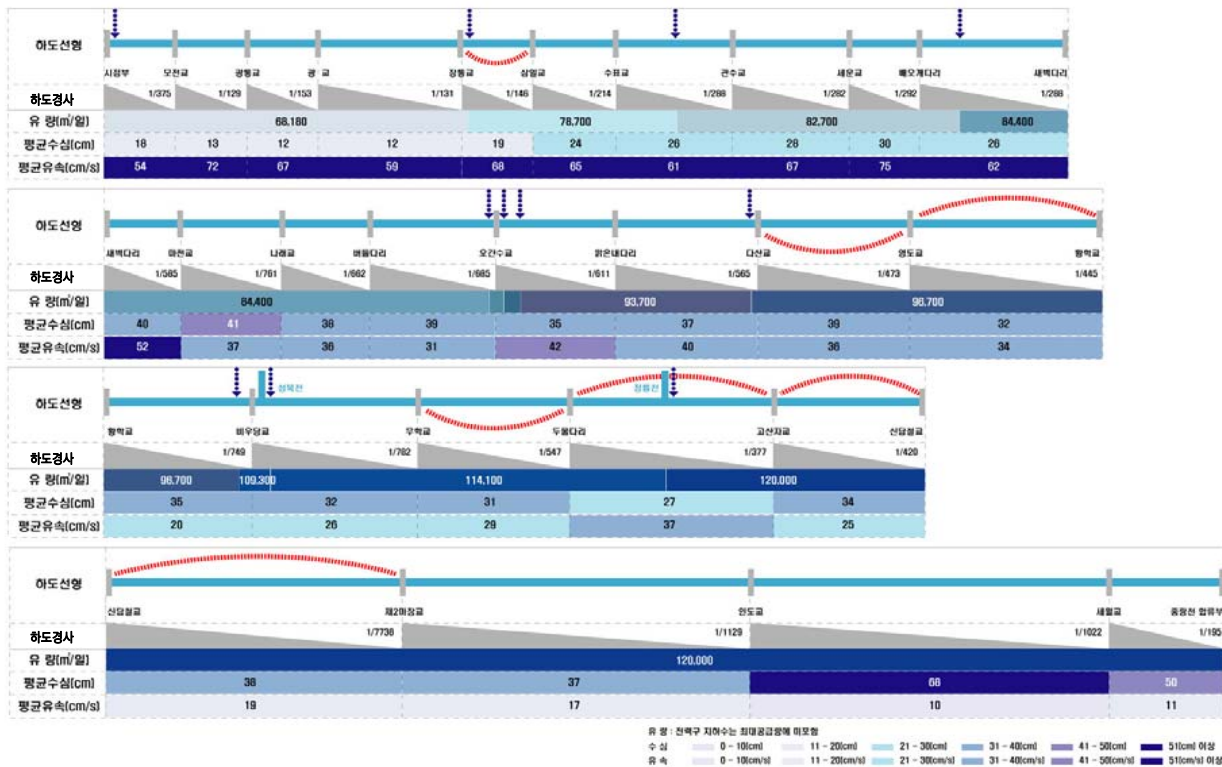
청계천 상류로부터 계곡수를 최대한 확보하여 사용하는 것이 가장 좋으나 평시 상류에 위치한 인왕산, 북한산, 남산계곡에는 흐르는 계곡수가 없으며 지천은 강우시를 제외하고는 청계천으로의 우수 유입이 없어 인위적인 용수공급이 불가피하다. 청계천의 공급량은 평시 120,000m³/일(평균유속 : 0.25m/s, 평균수심 : 0.4m 이상)로서 한강에서 취수한 원수와 지하철에서 발생된 지하수를 전용공급관로를 설치하여 추가로 공급하고 있으며 필요시 중랑물재생센터의 고도처리수를 공급한다.

〈표 III -2〉 위치별 배분량

위 치	공급량(m ³ /일)			최대 공급량 (m ³ /일)	용 도
	지하철 지하수	전력구 지하수	한강수 (고도처리수)		
시점부 상류	2,800		65,380	68,180	벽천
삼각동 지점 (NO. 74+40)			10,520	86,700	
센트럴빌딩 (NO. 70+00)	4,000				
동우빌딩 (NO. 64+00)	1,700				
동대문 (NO. 53+65)	750				
동대문 (NO. 53+30)	1,550				
동대문 (NO. 53+00)			7,000	96,700	벽천
삼호호텔 (NO. 48+21)	3,000				
성동공고 (NO. 47+90)		210			
삼영빌딩 (NO. 38+00)			12,600	117,500	벽천, 분수
성북천 합류 (NO. 36+70)	2,300	1,120	2,500	120,000	성북천공급
벽산아파트 (NO. 32+50)		270			
정릉천 합류 (NO. 28+75)	5,900				
현대아파트 (복원구간 하류)		230			
신답역 (복원구간 하류)		670		120,000	
합 계	22,000	2,500	98,000		

※ 전력구 지하수는 최대공급량에 미포함

자료 : 청계천복원추진본부, “청계천 복원사업”, 2005



〈그림 III-6〉 교량별 평균 수심 및 유속

〈표 III -3〉 구간별 최대최소 수심

(단위 : cm)

교량	위치	여울/낙차공	평균수심	교량	위치	여울/낙차공	평균수심
모전교				영도교			
	No.79+60	징검/평여울	12 ~ 51		No.44+60	징검/평여울	23 ~ 56
광통교					No.42+20	징검/평여울	19 ~ 53
	No.78+40	평여울	12 ~ 50	황학교			
광교					No.39+80	평여울	19 ~ 50
	No.76+80	징검/평여울	16 ~ 49		No.39+00	징검여울	24 ~ 26
	No.75+10	징검/평여울	15 ~ 53	비우당교			
장통교					No.37+00	평여울	22 ~ 50
	No.74+40	맴돌여울	15 ~ 18		No.35+50	징검여울	37 ~ 38
삼일교					No.34+50	평여울	21 ~ 50
	No.72+30	징검/평여울	24 ~ 64	무학교			
수표교					No.32+00	평여울	17 ~ 54
	No.70+20	징검/평여울	24 ~ 59	두물다리			
관수교					No.29+80	평여울	18 ~ 54
	No.68+20	징검/평여울	29 ~ 59		No.28+00	평여울	18 ~ 53
	No.67+10	징검/평여울	31 ~ 59	고산자교			
세운교					No.25+80	징검여울	45 ~ 46
배오개다리	No.64+90	징검/평여울	28 ~ 60		No.25+50	평여울	16 ~ 50
	No.63+40	징검/평여울	28 ~ 60	신담철교			
새벽다리					No.23+40	평여울	20 ~ 58
마전교					No.21+10	징검여울	26 ~ 56
	No.59+30	징검/평여울	28 ~ 57	제2마장교			
나래교					No.15+40	징검여울	6 ~ 39
	No.56+40	징검/평여울	30 ~ 56		No.10+40	징검여울	6 ~ 39
버들다리				인도교			
	No.54+10	징검/평여울	40 ~ 55		No.4+93	낙차공	4 ~ 54
오간수교				세월교			
	No.52+70	징검/평여울	28 ~ 58		No.1+11	낙차공	2 ~ 30
맑은내다리							
	No.48+60	징검/평여울	30 ~ 58				
다산교							
	No.46+50	징검/평여울	26 ~ 57				

(2) 유지용수 손실 억제

청계천의 경우, 지반의 조건상 지하침투로 인하여 유지용수의 손실량이 많아 유지용수의 손실을 최소화하기 위해 벤토나이트매트(1, 2공구)를 설치하였다.

기준 손실량을 만족시키기 위한 라이너는 일정비율의 세립분을 가지고 입도분포가 양호한 재료이어야 할 것이며 물을 흡수했을 때 팽창성이 적은 점토질이 적합하다.

점토라이너는 가장 자연 친화적인 공법으로 기본 취지에 맞는 차수공법으로 적합한 방법이나 시공성과 유지관리에 있어 벤토나이트 매트 공법에 불리하다.

벤토나이트 매트 공법은 시공성이 유리하고 외력에 비해 비교적 강한 저항력을 나타내고 있어 유지관리에 있어 점토라이너 공법에 비해 우위를 나타내지만 환경성과 경제성에 있어 불리한 양상을 나타내고 있다⁸⁾.

〈표 III -4〉 하상차수공법비교

구분	점토라이너	벤토나이트 매트
공법 설명	·점토만으로 포설 다짐하여 차수층 형성	·인공 합성섬유와 벤토나이트를 혼합하여 만든 매트를 사용하여 차수층 형성
장점	·인근 점토 구입시 공사비 저렴 ·크랙발생시 복원력 우수 ·투수계수 $1 \times 10^{-7} \text{cm/sec}$ 이하 ·균일한 투수계수 유지	·차재수급 용이 ·외력이나 부등침하에 강함 ·벤토나이트와 직포, 부직포 일체형으로 강도가 뛰어나고 지반의 지지력 증대에 효과
단점	·양질의 점토 구입이 난해 ·함수비 관리 등 시공관리 어려움 ·강우, 지하수 등에 세굴영향이 큼 ·압축강도가 낮아 지지력이 떨어짐 ·사면부 시공이 불가	·인공적인 매트 사용으로 자연 친화성 부족
시공 방법	·매립장 지역의 점토를 구매하여 자갈 등 굵은 입자와 이물질을 선별하여 함수비를 조정, 포설 다짐함	·자연 재료인 점토, 자갈을 부설하고 하부에 차수매트 설치

자료 : 서울특별시, “청계천복원공사 실시설계 보고서”, 2003

8) 서울특별시, “청계천 복원공사 실시설계 보고서”, 2003

3. 수질

환경부에서는 전국 하천 및 호소 등 공공수역에 대한 수질현황을 종합적으로 파악하여 수질변화 추세를 파악하고 장래 수질보전정책수립을 위한 기초 자료를 확보하기 위해 수질측정망을 운영하여 수질 오염도를 측정하고 있다.

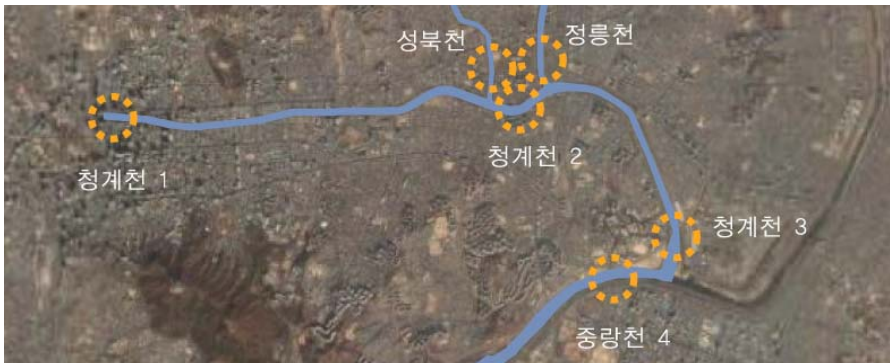
청계천의 유지용수는 한강수(또는 중랑하수처리장 처리수)와 주변 지하철 13개 역사의 지하수와 6개의 전력구지하수에 의해 공급되고 있으며 평균 2급수(BOD 기준)를 유지하고 있다.

중랑천의 경우 등급외수(BOD 기준)로 이는 유량의 감소와 의정부시의 미흡한 오염원관리로 인한 수질악화, 동부간선도로에서 비점오염원의 유입으로 한강-중랑천-청계천에 이르는 수환경에 장벽으로 작용한다.

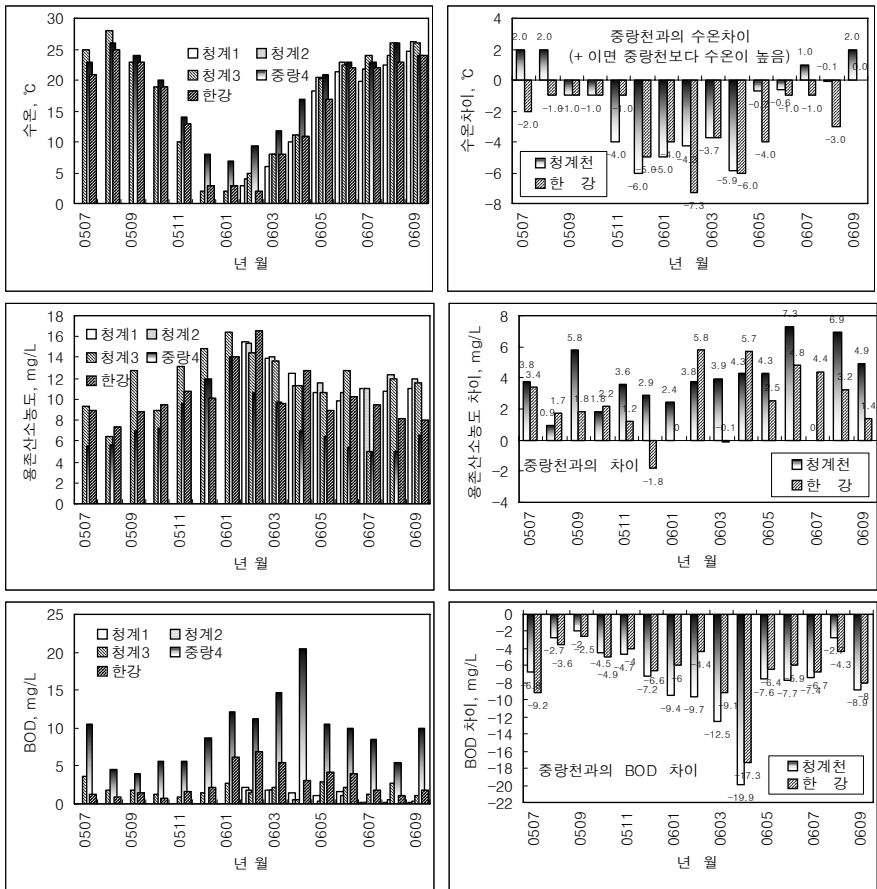
〈표 III -5〉 청계천 수질현황(2월 - 9월 평균)

지점	청계천1	성북천	청계천2	정릉천	청계천3	중랑천4
수온	15.6	18.4	17.3	17.4	17.8	19.4
DO	11.9	15	12.5	16	11.4	7
BOD	1	1.7	1	1.6	1.8	11.3
SS	3.4	3.1	3	1.2	3.5	12.5
T-N	2.6	2.3	2.5	3.8	2.9	19.2
T-P	0	0	0	0.1	0	1.4

자료 : <http://water.nier.go.kr/weis>



〈그림 III -7〉 수질측정망



〈그림 Ⅲ-8〉 청계천, 중랑천, 한강의 수질 비교

수온 : 청계천에 이르는 중랑천과 비교하여 청계천의 수온은 약 6℃까지 높게 나타난 경우도 있으며, 한강과 비교하면 7.3℃의 차이를 나타낸 경우도 있다.

용존산소: 한강과 청계천에서는 6mg/L이상 유지되며, 중랑천에서는 5mg/L 까지 낮아지기도 한다. 청계천과 중랑천에서는 강우시 합류식관거 월류수(CSO)에 의해 급격하게 용존산소가 고갈되어 물고기폐사 사고가 발생하기도 한다.

BOD : 중랑천의 BOD는 한강보다 약 17mg/L 이상 높은 경우도 발생함으로써 한강에서 청계천에 이르는 과정에 있어서 중랑천은 수질장벽으로 작용한다.

제2절 생태계현황

1. 개요

하천생태계는 수역과 육역의 추이대로서 유수에 의한 주기적인 교란으로 타생태계에 비해 생물다양성이 높다. 하천에 서식하는 생물 종은 다른 생물들과 먹이그물을 형성하며 하천생태계의 상태를 판단하는 기준이 된다. 이러한 생물지표는 다른 하천의 지표나 대조하천의 지표와 비교함으로써 대상 하천의 생물 특성을 판단할 수 있다. 생태계 현황조사 부문은 생태계 구성요소를 전반적으로 파악할 수 있도록 구성하였고 하천 연속성을 고려하여 조사구간의 상류에서 하류까지 조사지점을 선정하였다. 조사내용 및 결과는 2005년 기 수행된 “청계천·서울숲 조성에 따른 미기후 및 생태변화조사연구” 중 청계천의 생태계(식생, 조류, 어류) 현황을 재인용하였다.

2. 식생

(1) 식물상

청계천에 출현한 식물 종은 총 203종으로 정수성 수생식물 11종(5.4%), 습생식물 27종(13.3%), 육상식물 165종(82.3%)으로 조사되었다. 이 중 목본 45종과 초본 49종이 인위적으로 식재된 것이며, 109종이 주변 및 토양을 통해 이입된 것으로 추정된다. 제1공구 ~ 제3공구(청계광장 ~ 고산자교) 구간은 인위적으로 식재되었거나 복원 시 식재종의 토양 또는 인근 식물종의 유입으로 다양한 식물이 나타나고 있으며 구간별로 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

(2) 식물군집

상류지역인 제1공구와 제2공구에서 전반적으로 하천 폭과 면적이 적어 고수부지의 발달이 미약하여 식생구조가 단절적·단계적으로 구성되어 있다. 식물군집은 제방부에는 식재된 조팝나무, 산국, 쑥부쟁이 등이 출현하고 고수부지와 사면에는

수크령, 물억새, 털부처꽃, 흰갈풀 등이 반복적으로 출현한다. 수변부에는 식재된 애기부들, 줄 등 이외에도 개여뀌, 물피, 쇠별꽃 등 이입 식물들이 자연적으로 유입되고 있다. 상류지역은 이입식물이 주로 수변 및 물가를 중심으로 유입되고 있으나 하류지역은 확대된 고수부지로 식재 중 이외에 다양한 식물들이 유입되고 있다.

〈표 III -6〉 생활형에 따른 청계천 주요 식물상

생활형		증명	종수(%)
수생 식물	침수식물	—	—
	부수식물	—	—
	부엽식물	—	—
	정수식물	갈대, 골풀, 노랑꽃창포, 도루박이, 매자기, 부들, 석창포, 세모고랭이, 애기부들, 줄, 큰고랭이, 흰갈풀	12(5.9)
습생식물		가막사리, 가시상치, 갯, 개갯냉이, 개소시랑개비, 개여뀌, 갯버들, 고마리, 누운갯버들, 달뿌리풀, 물억새, 물피, 미국가막사리, 미꾸리랑이, 비비추, 샷사초, 소리쟁이, 속속이풀, 쇠별꽃, 알방동사니, 여뀌, 큰개여뀌, 큰피막이, 키버들, 털부처꽃, 황새냉이, 흰꽃여뀌, 별개미취	28(13.8)
육상식물		가는털비름, 가을강아지풀, 갈퀴덩굴, 감국, 감나무, 개나리, 개똥쑥, 개망초, 개비름, 붉은토끼풀, 환심덩굴 등	163(80.3)
합계			203(100)
외래식물		가시상치, 갯, 개소시랑개비, 미국가막사리, 털부처꽃, 단풍잎돼지풀*, 돼지풀*, 서양등골나물*, 애기나팔꽃, 토끼풀 등	39(19.2)

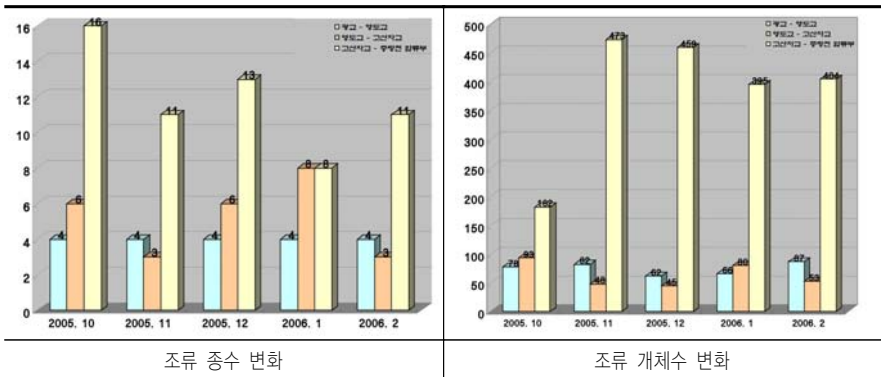
참고 : * 환경부 지정 생태계 위해식물



〈그림 III -9〉 청계천 주요 식생

3. 조류

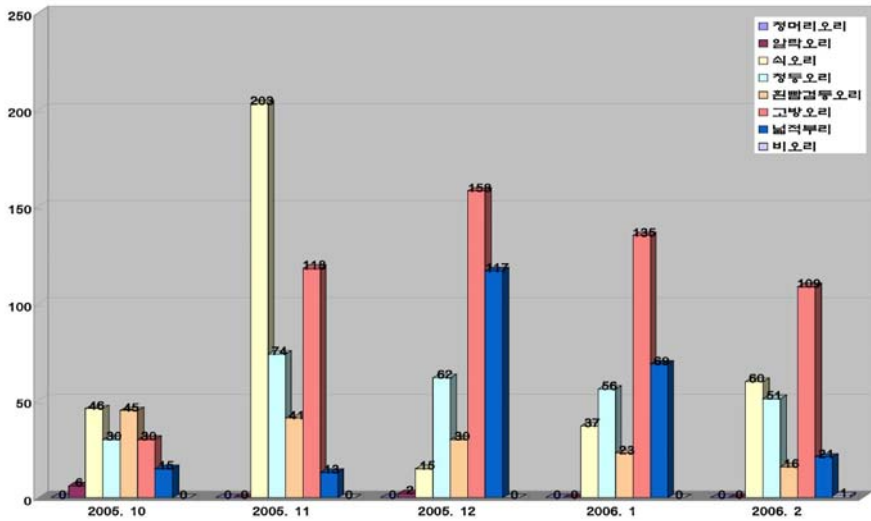
청계천에 관찰된 조류는 총 23종으로 주로 텃새와 겨울철새로 이루어져 있으며 철새(13종 : 겨울 11종, 여름 2종)가 텃새(10종)보다 다소 우위에 있다. 시기별로 월동 초기인 10월에 가장 많은 18종이 관찰되었으며 월동 중기인 1월에 가장 적은 13종이 관찰되었다.



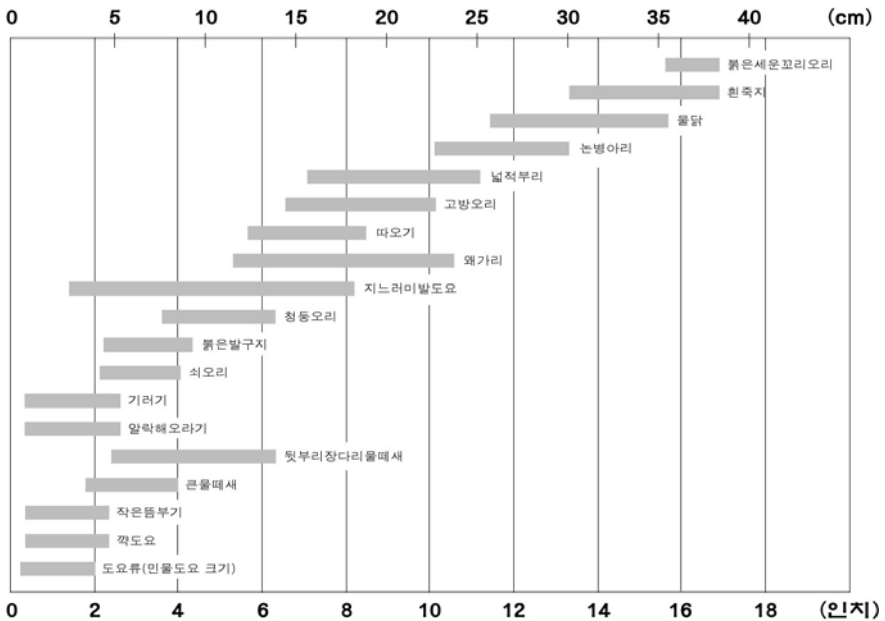
〈그림 III -10〉 청계천 월별 조류 변화

전체 23종 중 청머리오리, 알락할미새, 딱새, 붉은머리오목눈이 등 4종을 제외한 19종이 고산자교 ~ 중랑천 합류부에서 관찰되었다. 영도교 ~ 고산자교에서는 12종이, 상류부인 광고 ~ 영도교에서는 5종이 관찰되었으나 집비둘기가 관찰종의 대부분을 차지하였다. 법적 보호종으로는 천연기념물 323호인 황조롱이가 고산자교 ~ 중랑천 합류부에서 관찰되었다. 관찰빈도를 볼 때 참새, 까치, 집비둘기, 집오리, 흰뺨검둥오리 등이 5회 모두 관찰되었으며 쇠오리, 청둥오리, 고방오리, 넓적부리, 직박구리 등은 4회 관찰되었다. 그 외 종들은 청계천에 상주하기 보다는 이동 중이거나 먹이활동을 위해 일시적으로 체류한 것으로 추정된다.

관찰 조류 중 가장 많은 종수를 보인 오리류의 경우, 고산자교 ~ 중랑천 합류부에 많이 분포하였으며 조사기간(2005년 10월 ~ 2006년 2월) 중 고방오리가 가장 높은 우점(415개체)을 나타내었으며, 다음으로 쇠오리, 청둥오리, 넓적부리, 흰뺨검둥오리가 높은 개체수 그룹을 형성하고 있었다.



〈그림 III -11〉 고산자교 ~ 중랑천 합류부의 월별 오리류 변화



〈그림 III -12〉 수조류들이 선호하는 취식수심

자료 : 원병오, “자연 생태계의 복원과 관리 - 조류서식지의 조성과 보호를 중심으로”, 다른세상, 2004

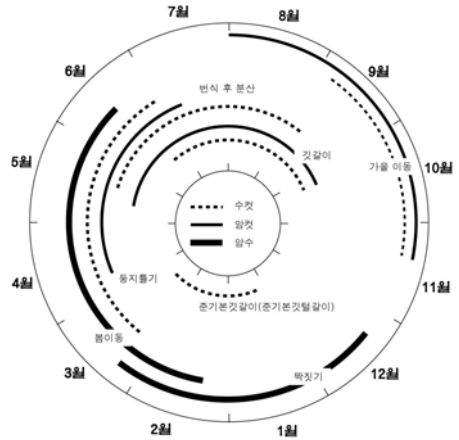
〈표 III -7〉 청계천의 조류상

종	학명	조사구간			계절성
		광교 ~ 영도교	영도교 ~ 고산자교	고산자교 ~ 종량천 합류부	
논병아리	<i>Tachybaptus ruficollis</i>		○	○	WV, Res
왜가리	<i>Ardea cinerea</i>			○	SV, Res
청머리오리	<i>Anas falcata</i>		○		WV
알락오리	<i>Anas strepera</i>			○	WV
쇠오리	<i>Anas crecca</i>			○	WV
청둥오리	<i>Anas platyrhynchos</i>		○	○	WV, Res
흰뺨검둥오리	<i>Anas poecilorhyncha</i>		○	○	WV, Res
고방오리	<i>Anas acuta</i>			○	WV
넓적부리	<i>Anas clypeata</i>			○	WV
비오리	<i>Mergus merganser</i>			○	WV
집오리	<i>Anas platyrhynchos</i> var. <i>domestica</i>	○	○	○	
황조롱이	<i>Falco tinnunculus</i>			○	Res
괭이갈매기	<i>Larus crassirostris</i>			○	Res
재갈매기	<i>Larus argentatus</i>			○	WV
알락할미새	<i>Motacilla alba leucopsis</i>		○		SV
백할미새	<i>Motacilla lugens</i>		○	○	WV
직박구리	<i>Hypsipetes amaurotis</i>	○	○	○	Res
딱새	<i>Phoenicurus aureus</i>			○	Res
붉은머리오목눈이	<i>Paradoxornis webbiana</i>		○		Res
오목눈이	<i>Aegithalos caudatus</i>			○	Res
참새	<i>Passer montanus</i>	○	○	○	Res
까치	<i>Pica pica</i>	○	○	○	Res
집비둘기	<i>Columba livia</i>	○	○	○	Res

참고 : 한국의 새(이우신, 구태회, 박진영 2000), '/' 표시는 '또는' 을 의미
 Res-뒷새, SV-여름철새, WV-겨울철새

고방오리의 생활사⁹⁾

고방오리는 임기응변적 잡식성 동물이다. 이들은 주로 조그만 씨를 취식하지만 방동사니와 같이 지하에 있는 식물의 일부분이나 작은 땅속줄기 역시 중요하다. 고방오리는 가능하면 모든 우점적 자연산 먹이를 먹지만 특히 노출된 갯벌의 습지에서 자라는 쯔부처꽃, 미국개기장, 습지조아재비, 드렁새와 같은 더 작은 씨가 수확될 때에 더 잘 취식한다. 또한 가래나 매자기 등 수생식물의 종자와 땅속



〈그림 Ⅲ-13〉 고방오리의 생활사 연대기

〈표 Ⅲ-8〉 고방오리의 연간 생활사에서 계절별 먹이

먹이	가을이동	겨울		준기본 깃갈이	봄이동	동지틀기	오리새끼	여름 깃갈이	가을기착
		꼭지지 못한 새	꼭지온 새						
식물성									
돌피	++	++	++	++	++	+			+
조아재비	++	++	++	++					
마디풀	++	++	++	++	++	+			+
드렁새	+	++	++	++	++		+	+	
죤부처꽃	+	++	++	++	+	+			
소리쟁이	+				+	+			
미국개기장	++	++	++	++	++	+	+		+
새자기	++	+	+	+	++	++		++	++
방동사니	+	++	++	++					
가래	+				+	++	++	++	++
사초	+				++	++	+	++	++
농작물	++	++	++	+	+				++
동물성									
깎따구	++	++	++	++	++	++	++	++	++
우렁			++	++	+	+	++	++	+
잠자리			+	+					
갑각綱 개충목				+					

9) 원병오, “자연생태계의 복원과 관리 - 조류 서식지 조성 및 보호를 중심으로”, 다른세상, 2004

4. 어류

청계천에서 출현한 어종은 5과 14종으로 조사되었다. 이들 중 중 법적 보호종과 환경부 지정 멸종위기야생동식물에 속하는 종은 없었다. 어종이 빈약한 것은 청계천이 복원된 직후이므로 수환경이 안정되지 않은 상태이며, 심한 강우로 홍수가 발생하여 한강으로부터 다양한 어종의 유입이 많지 않았기 때문인 것으로 판단된다. 외래종인 큰입우럭(베스)이 중랑천 합류부에서 출현하였으며 서식지로 정수역을 선호한다. 따라서 유수역인 청계천의 경우 큰입우럭이 토착어종에 미치는 악영향은 크지 않을 것으로 판단된다.

과별 분포 종을 살펴보면 잉어과에 속하는 어종이 9종(64.3%)으로 가장 많았고 다음으로 미꾸리과에 속하는 종이 2종(14.3%)이었다. 그 외 메기과, 망둑어과, 점정우럭과에 속하는 종이 각각 1종(7.1%)이었다. 잉어과 어종이 대부분을 차지하였는데 이는 한강 수계에서 나타나는 일반적인 현상이다.

〈표 III-9〉 조사지점별 우점종 및 아우점종

지 점	우점종	아우점종
광교 하류	갈거니 : 75%	피라미 : 25%
오간수교 하류	피라미 : 100%	-
영도교 ~ 황학교	피라미 : 70.5%	붕어 : 18%
고산자교 하류	버들치 : 51.2%	붕어 : 29.3%
중랑천 합류부	피라미 : 60.9%	밀어 : 13%



〈그림 III-14〉 청계천 어류

〈표 Ⅲ-10〉 청계천의 어류상

과명	종명	광교 하류	오간수교 하류	영도교 - 활학교	고산자교	중랑천 합류부	비고
잉어과	잉어			○		○	유
	붕어		○	○	○	○	유
	금붕어			○			도, 유
	누치					○	유
	돌고기	○				○	유
	버들치				○		유
	피라미	○	○	○	○	○	유
	갈겨니	○					유
	꼬리					○	유
미꾸리과	미꾸리	○	○	○		○	저
	미꾸라지			○	○		저
메기과	메기		○				저
망둑어과	밀어					○	저
검정우럭과	큰입우럭					○	도, 유
5과	14종	4	4	6	4	9	

주 : 도-국외 도입종, 유-유형성 어류, 저-저서성 어류

〈표 Ⅲ-11〉 청계천 어류의 생태적 특성

종명	산란처	서식처	하상	수심(cm)			유속(cm/sec)			수온(℃)	수질
				산란	치어	성어	산란	치어	성어		
잉어	수초	소	해감	5~6	10~50	30~100	5~10	10~20	20~30	30	3
붕어	수초	소	해감	20~50	10~40	30~	5~10	10~20	20~30	30	3
금붕어	수초	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
누치	자갈	소	모래, 해감	20~70	10~50	30~	10~20	20~30	30~50	25	2
돌고기	돌밑	여울	자갈	10~30	10~30	20~50	10~20	20~30	30~50	25	2
버들치	자갈	여울	자갈	10~20	20~30	30~50	10~30	20~40	30~120	20	1
피라미	자갈, 모래	여울	자갈, 모래	10~20	10~30	20~50	10~20	10~20	30~60	25	2
갈겨니	자갈, 모래	여울	자갈	5~30	10~20	20~50	5~10	20~30	30~80	25	2
꼬리	민여울	소	-	10~30	10~50	30~	10~20	20~30	30~50	25	2
미꾸리	진흙	소	해감	10~30	10~30	20~50	10~20	20~30	30~50	30	3
미꾸라지	진흙	소	해감	-	-	-	-	-	-	30	3
메기	수초	소	해감	10~30	10~30	20~50	10~20	20~30	30~50	30	3
밀어	돌밑	여울	자갈	10~30	10~20	30~50	5~10	10~20	20~30	25	2
큰입우럭	수초, 모래	수초, 소	-	-	-	-	-	-	-	-	-

주 : 수온은 한 여름 최고 수온

제3절 하천수변현황

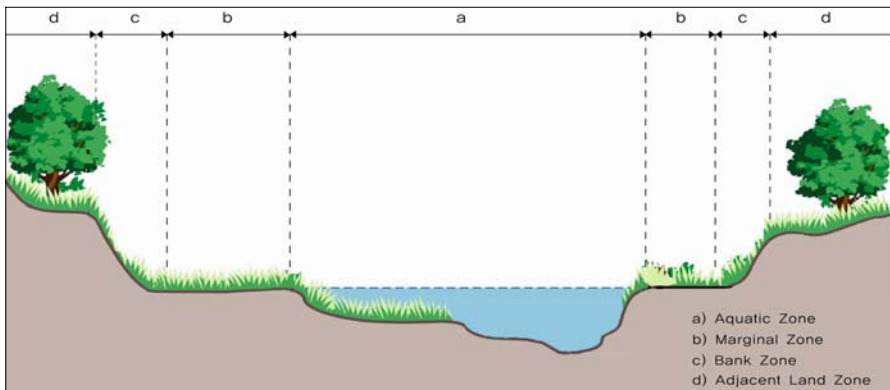
하천환경은 역동적이어서 시·공간적으로 고정되어 있지 않고 자연형성과정을 통해 스스로 변화한다. 청계천 복원사업은 하천수변의 중요성을 인식시킴으로서 하천수변의 보전 및 복원에 관심을 기울이게 하였다.

하천수변조사는 하천수변을 야생동물의 중요 서식처의 하나로 인식하고 하천 복원의 달성여부를 평가하는 지속적인 현장 정보의 수집을 통해 확인한다.

하천수변조사방법은 1980년대 초 영국 NRA에서 개발되었으며 1981년 Wild life and Countryside Act가 개정되면서 오늘날 하천환경조사와 자원평가에 널리 이용되고 있으며 1995년 개정된 환경법에 근거 하천관리업무가 환경청(Environmental Agency)으로 통합되면서 하천서식처조사(RHS)로 발전되었다.

하천수변환경에 대한 표준적인 권역구분과 현장조사 내용은 다음과 같다.

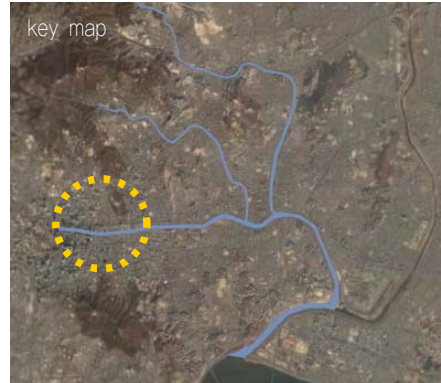
- 수역권(aquatic zone) : 흐름형태, 하상변화, 하도특성, 식물상 등 조사
- 수제권(marginal zone) : 하도특성, 식물상, 호안 등 조사
- 제방권(bank zone) : 수목, 식생, 물리적 특성 등 조사
- 하천주변권(adjacent land zone) : 지형, 식생유형, 토지이용 등 조사



〈그림 III-15〉 하천수변환경 권역구분

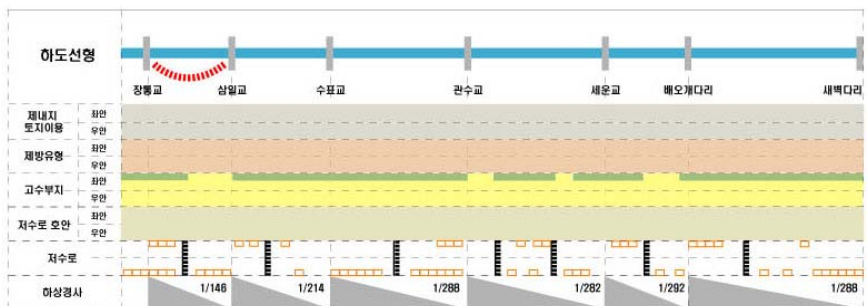
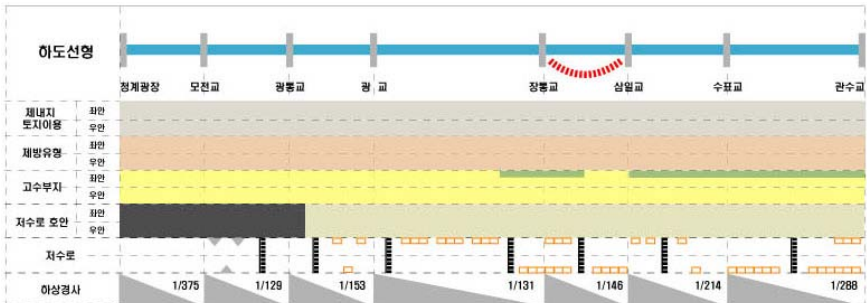
1. 청계광장 ~ 새벽다리

- 청계천 복원 시점부로 청계광장이 조성되어 있으며 제내지는 도심지로 업무시설이 입지한다.
- 이팝나무가 가로수로 식재되어 있으며 제방사면은 조경석으로 마감되어 있다.
- 고수부지는 폭이 좁아 우안은 보도로 이용되고 좌안은 복단면으로 조성되었다.
- 저수로 호안은 주로 갯버들과 달뿌리풀이 식재되어 있으며 저수로에 노랑꽃창포가 식재되어 있다.
- 저수로는 벤토나이트로 방수 처리되어 지하수 유입을 차단하고 있다.
- 여울이 조성되어 있으나 유속이 빨라 어류의 회유에 지장을 주고 있다.
- 장통교와 삼일교 사이에 조성된 맨돌여울은 잔자갈과 모래가 고르게 분포한다.

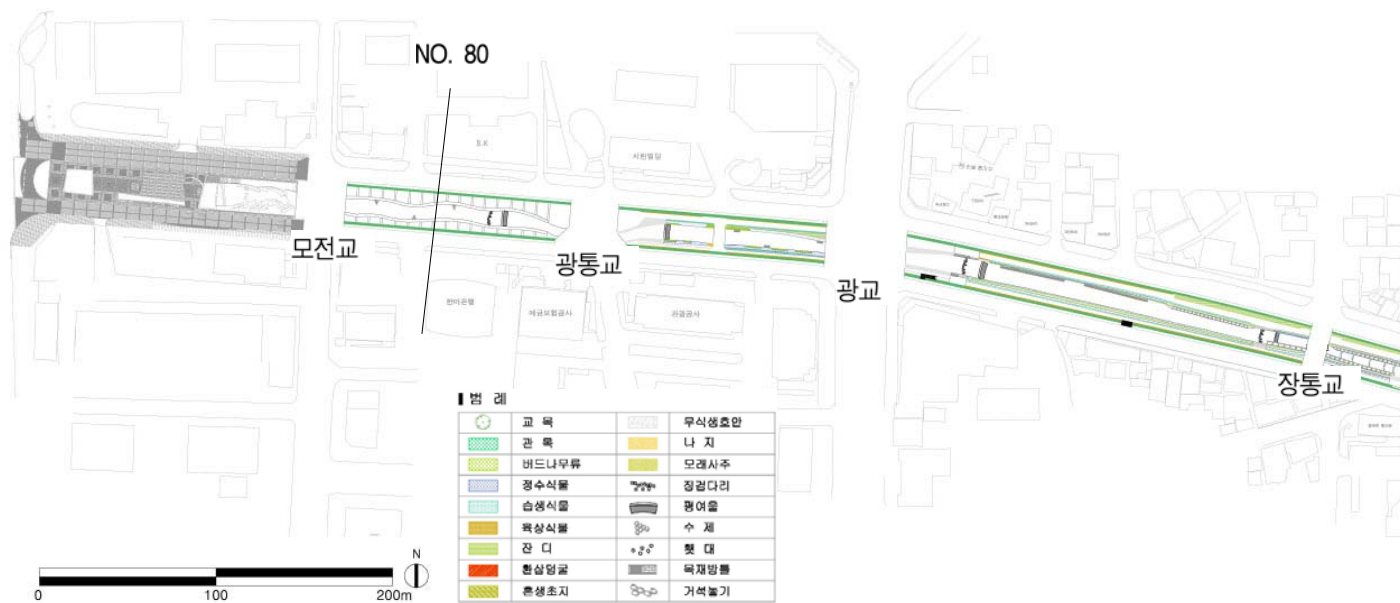


범례

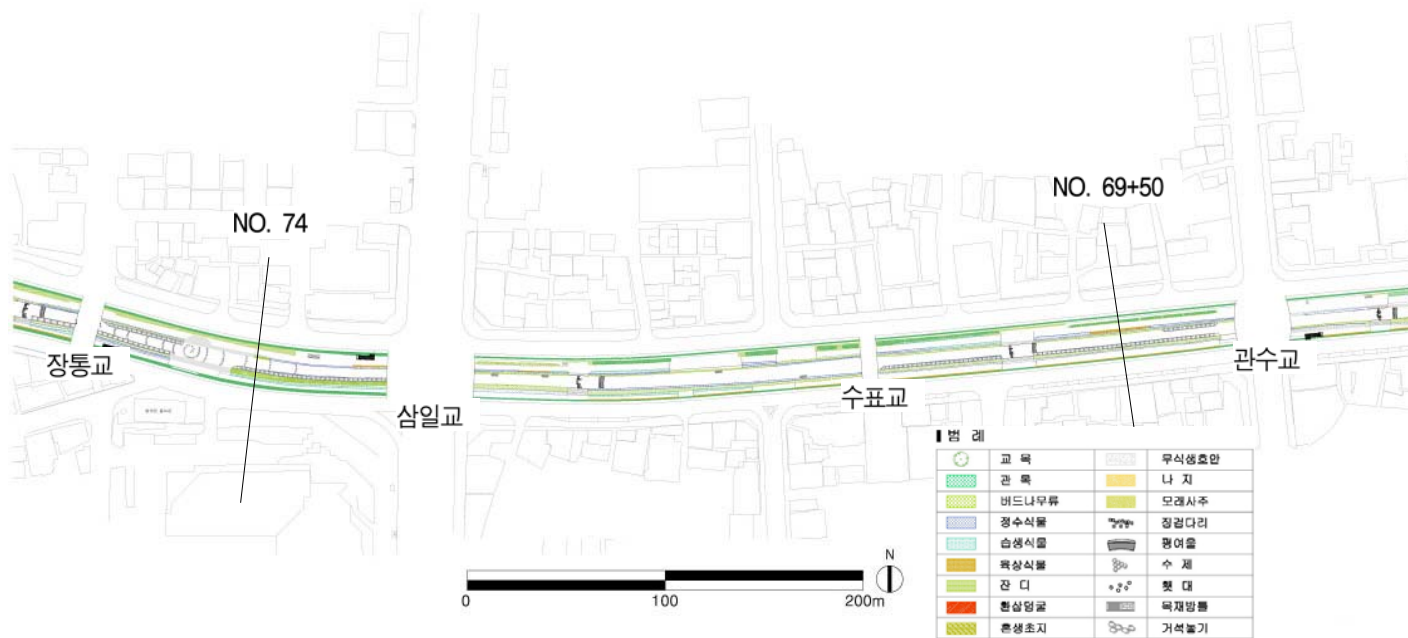
- 토지이용: 산림, 기반시설, 도심지역, 상업지역, 주거지역
- 제방유형: 콘크리트 옹벽, 콘크리트 블록, 조경석, 식생피복
- 고수부지: 포장, 시설물, 식생피복
- 저수로호안: 조경석, 사석, 아자삼유두마라
- 다공성 블록, 콘크리트블록, 외강석
- 저수로: 여울, 아도, 보, 수제, 목재방문, 뿔대, 거석



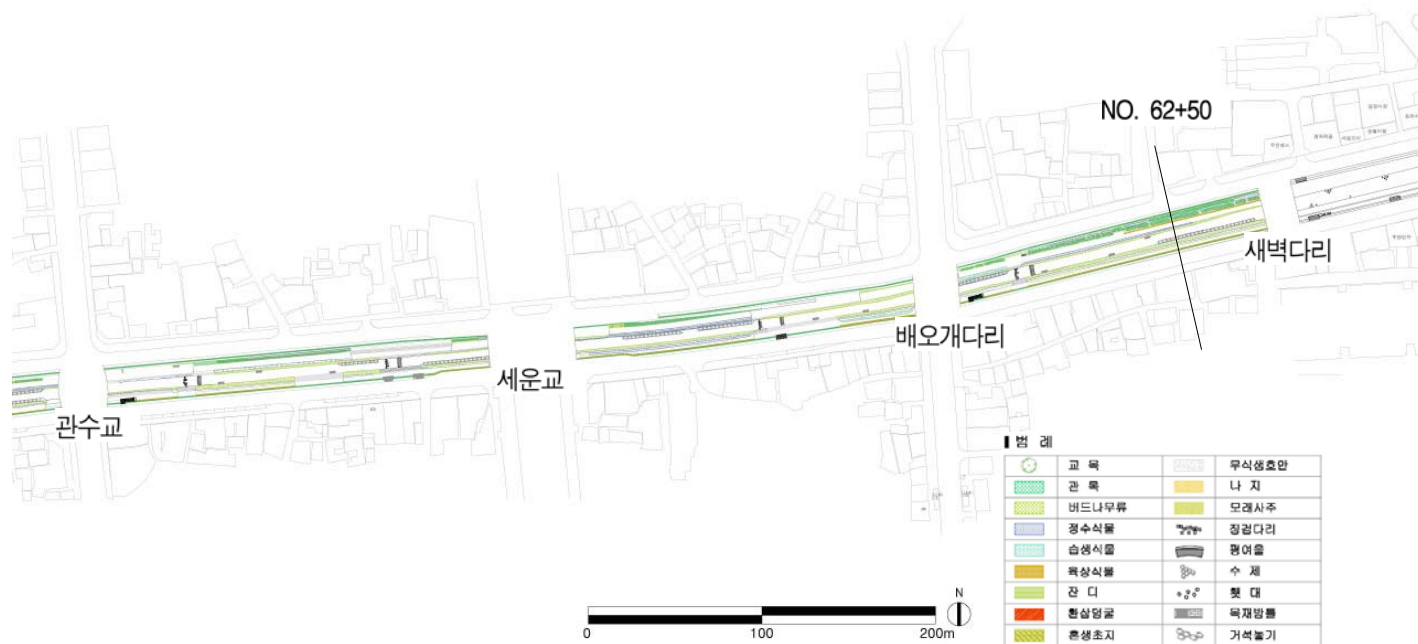
■ 청계광장 ~ 장통교



■ 장통교 ~ 관수교



■ 관수교 ~ 새벽다리



하천명	청계천	조사지점	모전교 하류	위치도(No. 80) 
하천폭	21.4m	저수로폭	7m	
수 심	0.13m	유 속	0.91m/s	
조사일시	2006. 5. 16	조사자	김학규, 손원영	
하천현황	청계천 복원 시점부로 양안은 화강석으로 포장되어 있다. 저수로변 식생이 없고 유속이 빨라 어류서식에 불리하다.			

		제방상단	제방사면	고수부지	저수호안	저수로
좌안	재료	점토벽돌	조경석	화강석판석	화강석	사석
	식생	이팝나무	조팝나무, 줄사철	-	-	-
	현황					

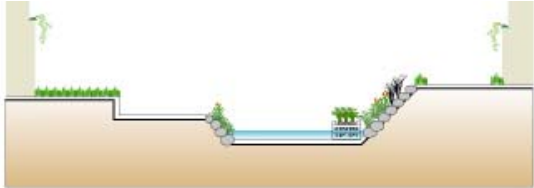
		저수로	저수호안	고수부지	제방사면	제방상단
우안	재료	사석	화강석	화강석판석	조경석	점토벽돌
	식생	-	-	-	조팝나무, 줄사철	이팝나무
	현황					

횡단면도	
경관현황	

하천명	청계천	조사지점	장통교 하류	위치도(No. 74) 
하천폭	21.4m	저수로폭	6.6m	
수 심	0.15m	유 속	0.91m/s	
조사일시	2006. 5. 16	조사자	유청오, 이준영	
하천현황	하도내 여울이 조성되어 모래와 자갈이 고르게 분포한다. 우안으로 한강원수가 유입되어 유량이 풍부하나 유속이 빠르다. 저수로내에 달뿌리풀과 노랑꽃창포가 식재되어 있다.			

		제방상단	제방사면	고수부지	저수호안	저수로
좌안	재료	점토벽돌	조경석	경화흙	조경석	사석
	식생	이팝나무	조팝나무, 줄사철	—	갯버들, 달뿌리풀	달뿌리풀
	현황					

		저수로	저수호안	고수부지	제방사면	제방상단
우안	재료	사석	조경석	경화흙	조경석	점토벽돌
	식생	노랑꽃창포	갯버들, 달뿌리풀	—	조팝나무, 줄사철	이팝나무
	현황					

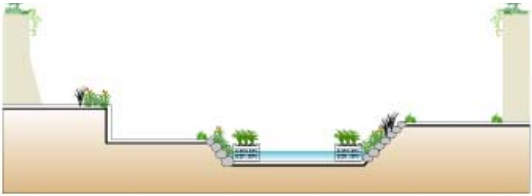
횡단면도	
------	---

경관현황	
------	--

하천명	청계천	조사지점	수표교 하류	위치도(No. 69+50)
하천폭	21m	저수로폭	5.7m	
수 심	0.27m	유 속	0.64m/s	
조사일시	2006. 5. 17	조사자	김학규, 손원영	
하천현황	좌안은 복복단면으로 조성되어 있으며 저수로변으로는 갯버들, 노랑꽃창포, 달뿌리풀 등 정수식물이 식재되어 있다.			

		제방상단	제방사면	고수부지	저수호안	저수로
좌안	재료	점토벽돌	조경석	경화흙	조경석	사석
	식생	이팝나무	줄사철, 쑥부쟁이	산철쭉, 잔디	갯버들	노랑꽃창포
	현황					

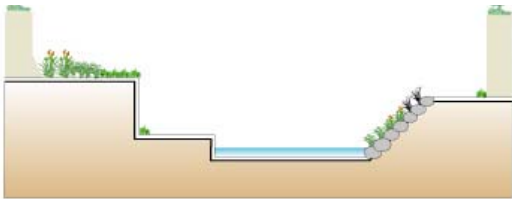
		저수로	저수호안	고수부지	제방사면	제방상단
우안	재료	사석	조경석	경화흙	조경석	점토벽돌
	식생	달뿌리풀	갯버들, 달뿌리풀 노랑꽃창포	수크령, 담쟁이	줄사철, 쑥부쟁이	이팝나무
	현황					

횡단면도	
경관현황	

하천명	청계천	조사지점	배오개교 하류	위치도(No. 62+50) 
하천폭	26.6m	저수로폭	6.2m	
수 심	0.71m	유 속	0.21m/s	
조사일시	2006. 5. 17	조사자	유청오, 이준영	
하천현황	좌안은 북복단면으로 조성되어 있으며 저수로변으로는 갯버들, 노랑꽃창포, 달뿌리풀 등 정수식물이 식재되어 있다.			

		제방상단	제방사면	고수부지	저수로안	저수로
좌안	재료	점토벽돌	조경석	경화흙	조경석	사석
	식생	이팝나무	줄사철, 담쟁이	매화나무, 자산홍 물억새, 잔디	갯버들, 달뿌리풀	-
	현황					

		저수로	저수로안	고수부지	제방사면	제방상단
우안	재료	사석	조경석	경화흙	조경석	점토벽돌
	식생	달뿌리풀	갯버들, 키버들	수크령, 잔디	줄사철, 담쟁이	이팝나무
	현황					

횡단면도	
경관현황	

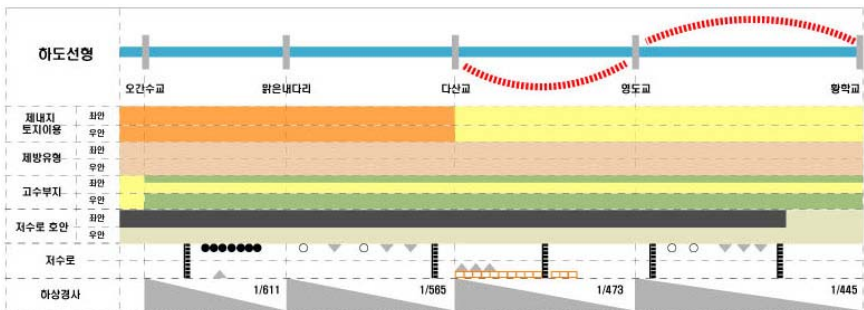
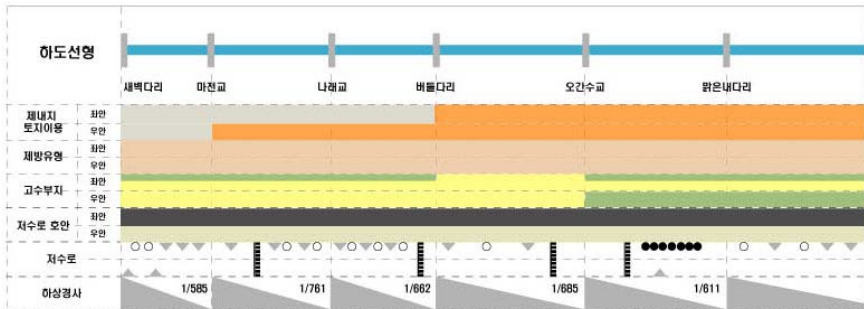
2. 새벽다리 ~ 황학교

- 제내지는 도심지로 업무시설과 상업지역, 주거지가 고르게 입지한다.
- 이팝나무가 가로수로 식재되어 있으며 제방사면은 조경석으로 마감되어 있다.
- 고수부지는 폭이 좁아 우안은 보도로 이용되고 오간수교 하류부터 식생군락이 분포하며 좌안은 복단면으로 조성되었다.
- 저수로 호안은 주로 버드나무류와 물억새 달뿌리풀이 식재되어 있으며 저수로에는 애기부들이 식재되어 있다.
- 좌안 호안부는 화강석으로 마감되어 어류 및 수생생물의 서식에 불리하다.
- 저수로는 벤토나이트로 방수 처리되어 지하수 유입을 차단하고 있다.
- 저수로 내에 수제와 거석을 설치하여 상류에 비해 유속이 느리다.

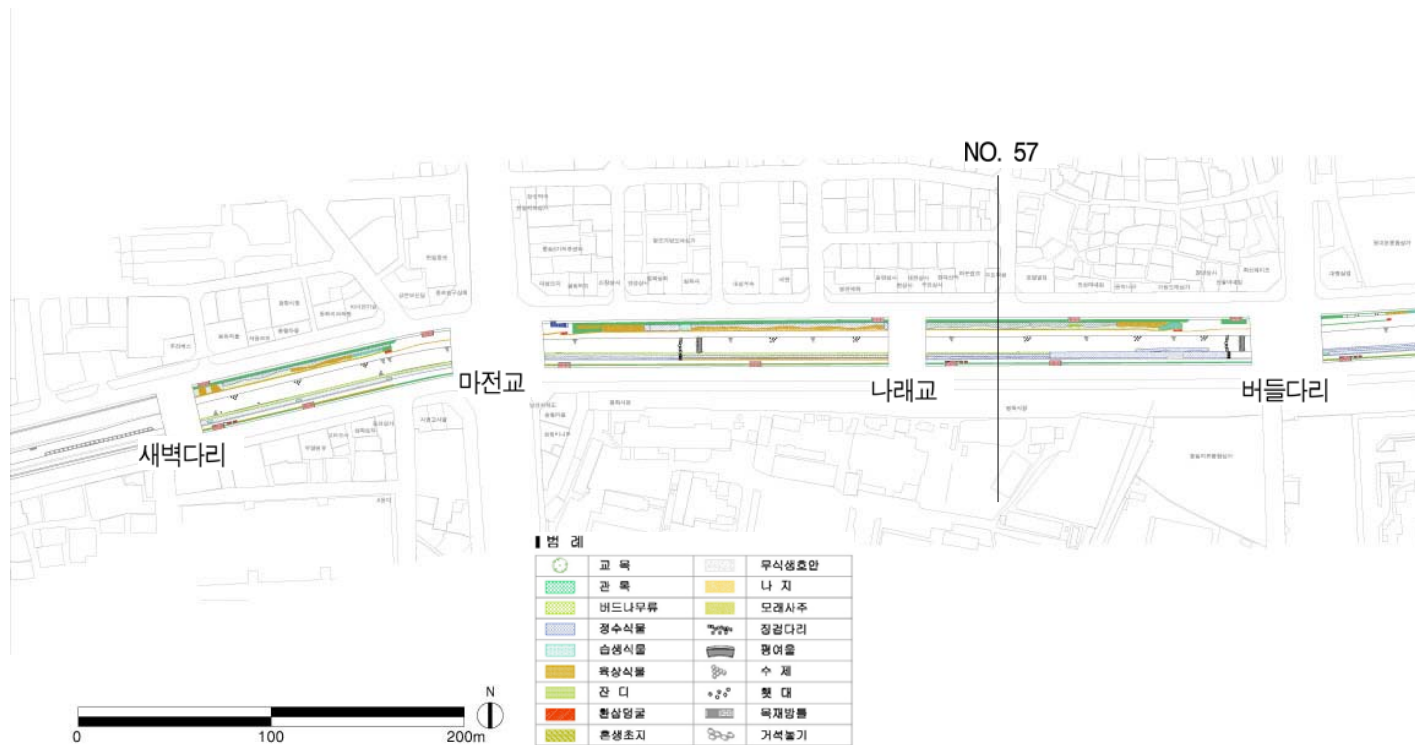


범례

- 토지이용: 산림 ■ 기반시설 ■ 도심지역 ■ 상업지역 ■ 주거지역 ■
- 제방유형: 콘크리트 옹벽 ■ 콘크리트 블록 ■ 조경석 ■ 식생피복 ■
- 고수부지: 포장 ■ 시설물 ■ 식생피복 ■
- 저수로호안: 조경석 ■ 사석 ■ 이차성유두루마리 ■
- 다공성 블록 ■ 콘크리트블록 ■ 화강석 ■
- 저수로: 여울 ■ 어도 ■ 보 ■ 수제 ▲ 옥재방물 ■ 뗏대 ○ 거석 ●



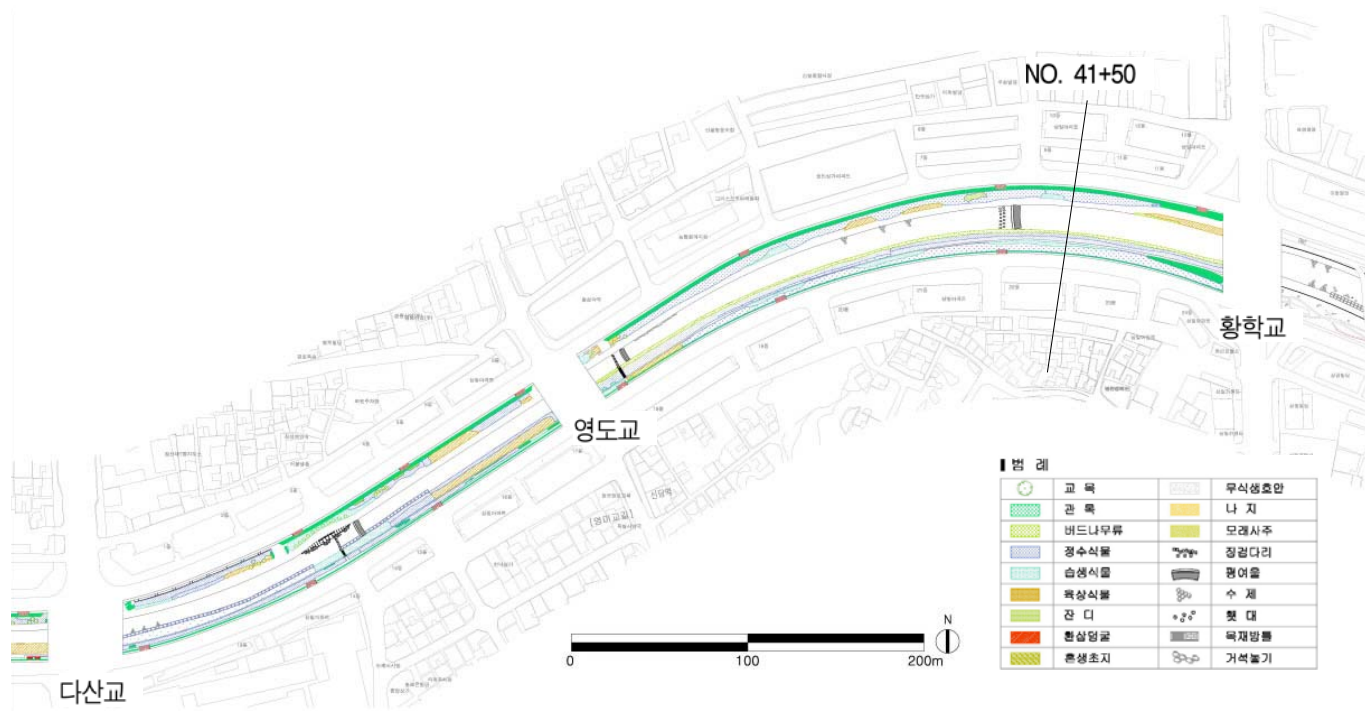
■ 새벽다리 ~ 버들다리



■ 버들다리 ~ 다산교



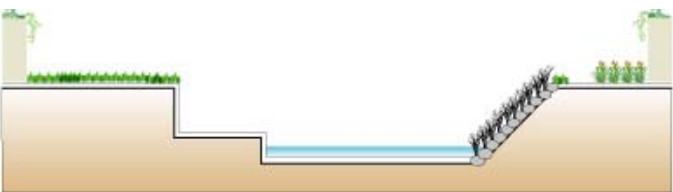
■ 다산교 ~ 항학교



하천명	청계천	조사지점	나래교 하류	위치도(No. 57) 
하천폭	21.5m	저수로폭	8.2m	
수 심	0.49m	유 속	0.24m/s	
조사일시	2006. 5. 18	조사자	김학규, 손원영	
하천현황	좌안은 복복단면으로 조성되어 있으며 저수로변으로는 갯버들, 달뿌리풀 등 정수식물이 식재되어 있다.			

		제방상단	제방사면	고수부지	저수호안	저수로
좌안	재료	점토벽돌	조경석	사고석, 흙	화강석	자갈, 모래
	식생	이팝나무	줄사철, 담쟁이	수크령	-	-
	현황					

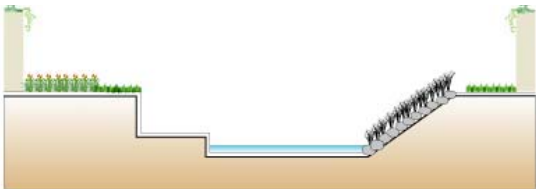
		저수로	저수호안	고수부지	제방사면	제방상단
우안	재료	자갈, 모래	조경석, 사석	조경석판석	조경석	점토벽돌
	식생	애기부들	갯버들, 키버들 달뿌리풀, 물억새	수크령	줄사철, 담쟁이	이팝나무
	현황					

횡단면도	
경관현황	

하천명	청계천	조사지점	오간수교 하류	위치도(No. 52+50) 
하천폭	26.2m	저수로폭	8.6m	
수 심	0.28m	유 속	0.46m/s	
조사일시	2006. 5. 18	조사자	유청오, 이준영	
하천현황	좌안은 북복단면으로 조성되어 있으며 저수로변으로는 갯버들, 달뿌리풀 등 정수식물이 식재되어 있다. 우안고수부지는 식생보전을 목적으로 출입을 통제하고 있다.			

		제방상단	제방사면	고수부지	저수호안	저수로
좌안	재료	점토벽돌	조경석	경화흙	화강석	모래
	식생	이팝나무	줄사철, 담쟁이	흰갈대, 망초 잔디	-	-
	현황					

		저수로	저수호안	고수부지	제방사면	제방상단
우안	재료	자갈	사석, 조경석	경화흙	조경석	점토벽돌
	식생	-	달뿌리풀	병꽃나무 노랑꽃창포	담쟁이	이팝나무
	현황					

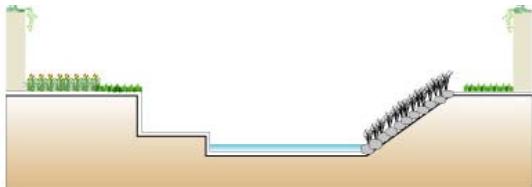
횡단면도	
------	---

경관현황	
------	--

하천명	청계천	조사지점	맑은내다리 하류	위치도(No. 49) 
하천폭	26m	저수로폭	7.5m	
수 심	0.55m	유 속	0.24m/s	
조사일시	2006. 5. 19	조사자	김학규, 손원영	
하천현황	좌안은 북복단면으로 조성되어 있으며 저수로변으로는 달뿌리풀이 식재되어 있다. 우안고수부지는 식생보전을 목적으로 출입을 통제하고 있다.			

		제방상단	제방사면	고수부지	저수호안	저수로
좌안	재료	점토벽돌	조경석	경화흙	화강석	모래
	식생	이팝나무	줄사철, 담쟁이	키버들, 노랑꽃창포 왕원추리	-	-
	현황					

		저수로	저수호안	고수부지	제방사면	제방상단
우안	재료	자갈	조경석, 사석	경화흙	조경석	점토벽돌
	식생	-	달뿌리풀, 수크령	왕원추리	줄사철, 담쟁이	이팝나무
	현황					

횡단면도	
경관현황	

하천명	청계천	조사지점	영도교 하류	위치도(No. 41+50) 
하천폭	38m	저수로폭	15m	
수 심	0.25m	유 속	0.28m/s	
조사일시	2006. 5. 19	조사자	유청오, 이미현	
하천현황	좌안은 북복단면으로 조성되어 있으며 저수로변으로는 갯버들, 달뿌리풀, 부들 등이 식재되어 있다. 우안고수부지는 식생보전을 목적으로 출입을 통제하고 있다.			

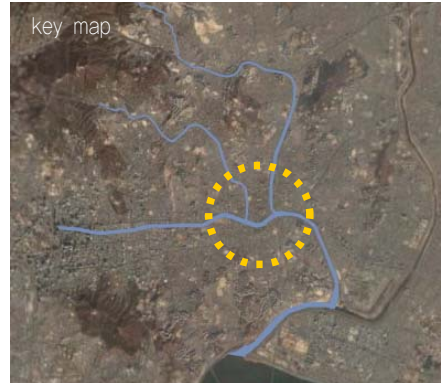
		제방상단	제방사면	고수부지	저수호안	저수로
좌안	재료	점토벽돌	노출콘크리트, 조경석	경화흙	화강석	모래, 자갈
	식생	이팝나무	줄사철, 담쟁이	물억새	—	—
	현황					

		저수로	저수호안	고수부지	제방사면	제방상단
우안	재료	모래, 자갈	사석, 조경석	경화흙	노출콘크리트, 조경석	점토벽돌
	식생	부들	갯버들, 키버들 달뿌리풀	물억새	줄사철, 담쟁이	이팝나무
	현황					

횡단면도	
경관현황	

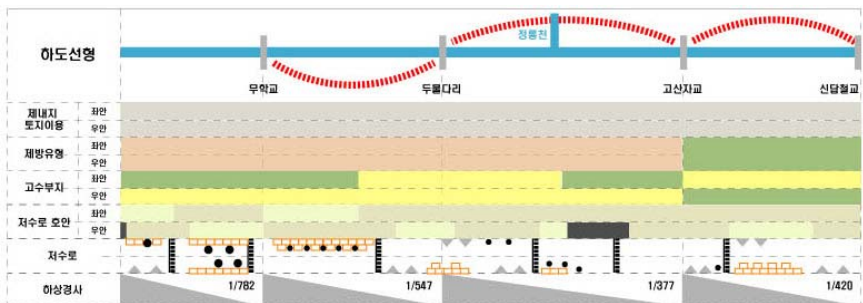
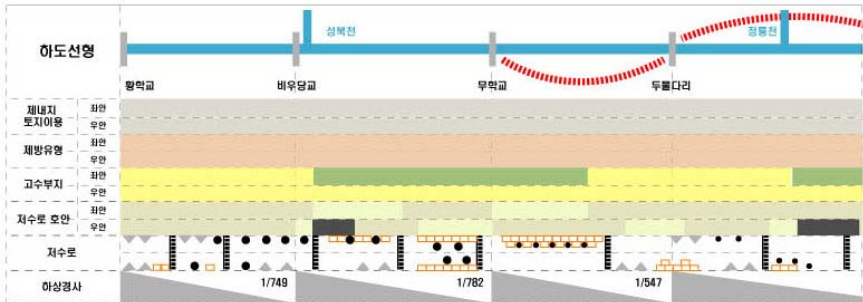
3. 황학교 ~ 신답철교

- 제내지는 도심지로 업무시설과 상업지역, 주거지가 고르게 입지한다.
- 이팝나무가 가로수로 식재되어 있으며 제방사면은 조경석과 옹벽으로 마감되어 있다.
- 고수부지는 대부분 보도로 이용되고 좌안은 부분적으로 식생군락이 분포하며 한다.
- 고수부지 식재종으로 능수버들 등 교목과 물억새 등 정수식물이 식재되어 있다.
- 저수로 호안은 주로 버드나무류와 물억새 달뿌리풀이 식재되어 있으며 저수로에는 줄, 부들과 함께 여뀌 등 이입종이 분포한다.
- 좌안으로 성북천과 정릉천이 유입되며 곡류구간으로 하상미지형 형성이 활발하다.
- 저수로는 주로 모래와 잔자갈로 이루어져 있으며 하상분급이 활발하여 어류서식에 유리한다.
- 저수로 내에 수제와 거석을 설치하여 상류에 비해 유속이 느리다.

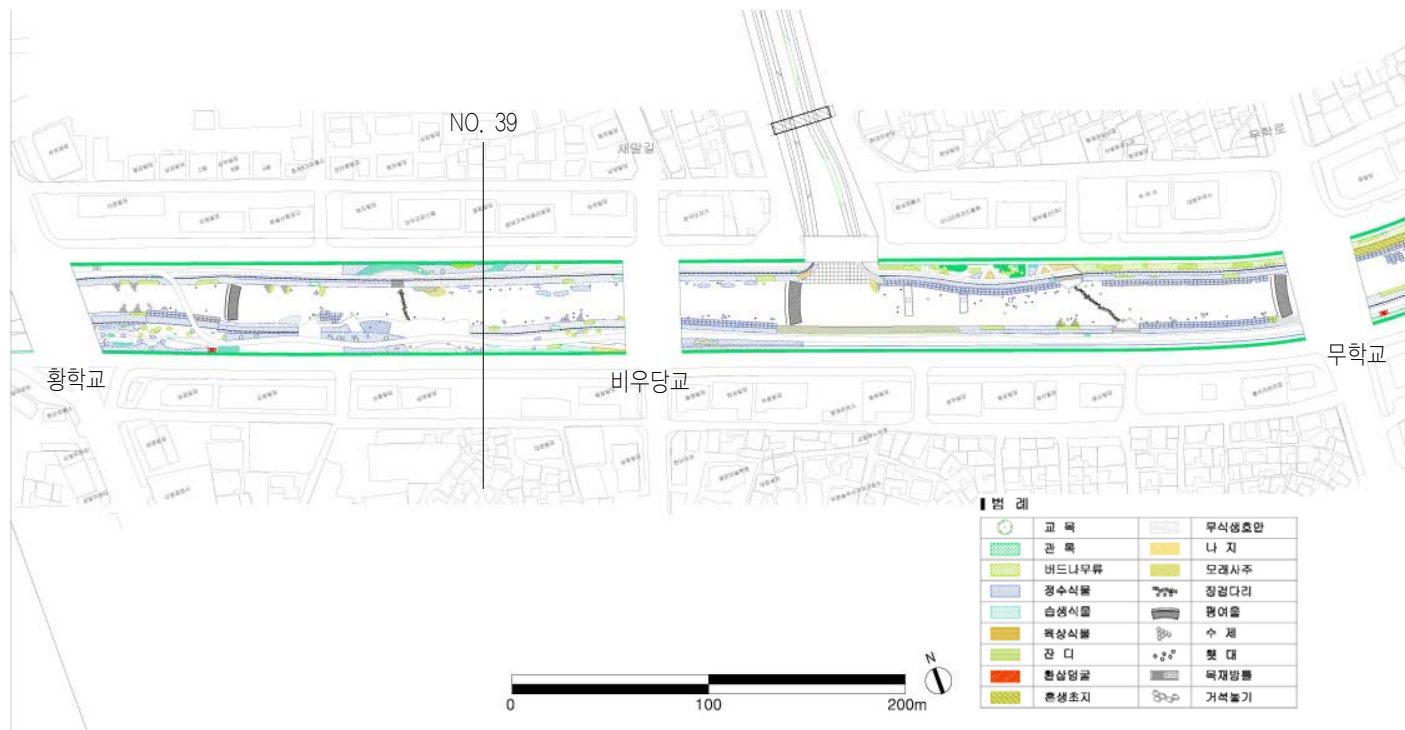


범례

- 토지이용: 산림, 기반시설, 도심지역, 상업지역, 주거지역
- 제방유형: 콘크리트 옹벽, 콘크리트 블록, 조경석, 식생피복
- 고수부지: 포장, 시설물, 식생피복
- 저수로호안: 조경석, 사석, 이차성유두루마리
- 다공성 블록, 콘크리트블록, 외강석
- 저수로: 여울, 어도, 보, 수제, 목재방류, 뗏대, 거석



■ 양학교 ~ 무학교



■ 무학교 ~ 정릉천 합류부



■ 정릉천 합류부 ~ 신답철교



하천명	청계천	조사지점	황학교 하류	위치도(No. 39) 
하천폭	43.7m	저수로폭	23m	
수 심	0.26m	유 속	0.18m/s	
조사일시	2006. 5. 24	조사자	김학규, 손원영	
하천현황	고수부지의 정수식물 생장이 양호하며 좌안 저수로에 이입 종으로 여뀌가 분포한다. 습지조성으로 식재된 달뿌리풀의 생장이 양호하다.			

		제방상단	제방사면	고수부지	저수호안	저수로
좌안	재료	점토벽돌	노출콘크리트, 조경석	점토벽돌, 경화흙	조경석, 사석	모래
	식생	이팝나무	줄사철, 담쟁이	능수버들, 키버들 물억새	달뿌리풀	갯버들, 여뀌
	현황					

		저수로	저수호안	고수부지	제방사면	제방상단
우안	재료	모래	옹벽	경화흙, 자연석판석	노출콘크리트, 조경석	점토벽돌
	식생	갯버들, 달뿌리풀	갯버들, 달뿌리풀	능수버들 노랑꽃창포	줄사철, 인동덩굴	이팝나무
	현황					

횡단면도	
경관현황	

하천명	청계천	조사지점	무학교 하류	위치도(No. 33+50) 
하천폭	42m	저수로폭	19.5	
수 심	0.3m	유 속	0.22m/s	
조사일시	2006. 5. 24	조사자	유청오, 이미현	
하천현황	곡류부로 양안의 정수식물은 좋은 생장을 보인다. 좌안으로 거석 등 하도내 공법이 적용되어 정체수역이 형성되어 어류의 피난처로 역할한다.			

		제방상단	제방사면	고수부지	저수호안	저수로
좌안	재료	점토벽돌	노출콘크리트, 조경석	경화흙	아자섬유물	모래
	식생	이팝나무	담쟁이	능수버들, 갯버들	물억새	줄, 여뀌, 부들
	현황					

		저수로	저수호안	고수부지	제방사면	제방상단
우안	재료	호박돌, 자갈	조경석	경화흙	노출콘크리트, 조경석	점토벽돌
	식생	-	달뿌리풀, 물억새	물억새, 붓꽃	인동덩굴, 담쟁이	이팝나무
	현황					

횡단면도	
경관현황	

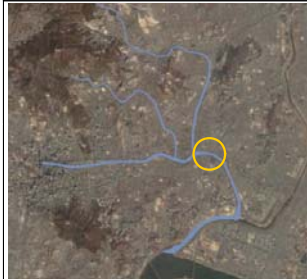
하천명	청계천	조사지점	두물다리 하류	위치도(No. 29+50) 
하천폭	40.2m	저수로폭	16.4m	
수 심	0.18m	유 속	0.43m/s	
조사일시	2006. 5. 26	조사자	김학규, 손원영	
하천현황	좌안으로 정릉천이 합류하고 있으나 유량의 부족으로 하천 수의 유입은 거의 없는 실정이다. 곡류부로 수심이 낮고 유속이 빨라 민여울이 분포하며 저수로 호안의 정수식물 생장이 양호하다.			

		제방상단	제방사면	고수부지	저수호안	저수로
좌안	재료	점토벽돌	노출콘크리트, 조경석	경화흙	조경석, 사석, 거석	모래, 자갈
	식생	이팝나무	인동덩굴, 담쟁이	짚레, 물억새	달뿌리풀	—
	현황					

		저수로	저수호안	고수부지	제방사면	제방상단
우안	재료	모래, 자갈, 거석	조경석, 사석, 거석	경화흙	노출콘크리트, 조경석	점토벽돌
	식생	여뀌	물억새, 달뿌리풀	벌개미취	줄사철	이팝나무
	현황					

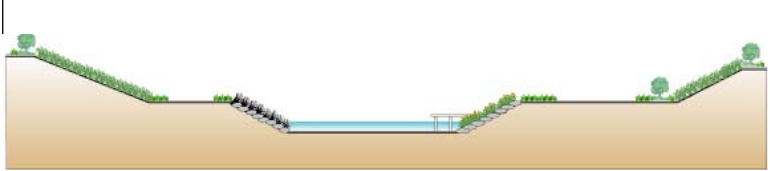
횡단면도	
------	--

경관현황	
------	--

하천명	청계천	조사지점	고산자교 하류	위치도(No. 25) 
하천폭	93.2m	저수로폭	23.2m	
수 심	0.25m	유 속	0.23m/s	
조사일시	2006. 5. 26	조사자	유청오, 이미현	
하천현황	하폭이 넓어지는 구간으로 유속이 현저히 느려진다. 좌우안 제방사면에 띠가 식재되어있고 우안 고수부지에 붉은토끼풀이 넓게 분포하고 있다. 우안에 습지가 조성되어 있으나 부들 등 식재식물은 생장이 좋지 않다.			

		제방상단	제방사면	고수부지	저수호안	저수로
좌안	재료	점토벽돌	콘크리트블럭	자연석판석, 경화흙	조경석, 조경석네트	자갈
	식생	플라타너스 사과나무	띠, 수크령	능수버들, 물억새 붉은토끼풀	물억새, 달뿌리풀	-
	현황					

		저수로	저수호안	고수부지	제방사면	제방상단
우안	재료	모래	야자섬유롤	경화흙	콘크리트블럭	점토벽돌
	식생	부들	노랑꽃창포	잔디	띠, 수크령	이팝나무, 사과나무
	현황					

횡단면도	
경관현황	

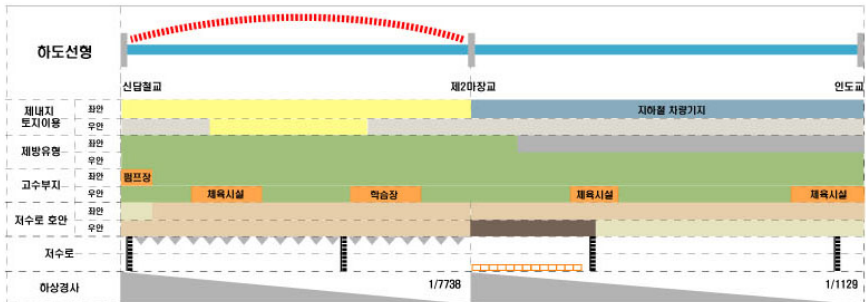
4. 신답철교 ~ 중랑천 합류부

- 제내지는 좌안으로 지하철차량기지가 우안으로 한양대학교가 위치하고 있다.
- 제방상단에 좌안으로 은행나무가 우안으로 야까시나무가 식재되어 있다.
- 미복개구간으로 고수부지가 넓게 조성되어 있고 우안에는 체육시설과 고속화도로가 위치한다.
- 좌안 고수부지에 물억새가 대면적으로 분포하며 우안은 혼생초지로 고속화도로 하부는 생육이 불량하다.
- 저수로 호안은 정수식물로 식재되어 있으나 여뀌 등 이입종의 분포가 늘어나고 있다.
- 저수로는 주로 모래와 잔자갈로 이루어져 있으며 하류부 낙차공으로 정체수역이 형성되어 유속이 느리고 수심이 깊다.
- 중랑천 합류부에 조성된 하중도는 백로류의 서식처로 이용되고 있다.

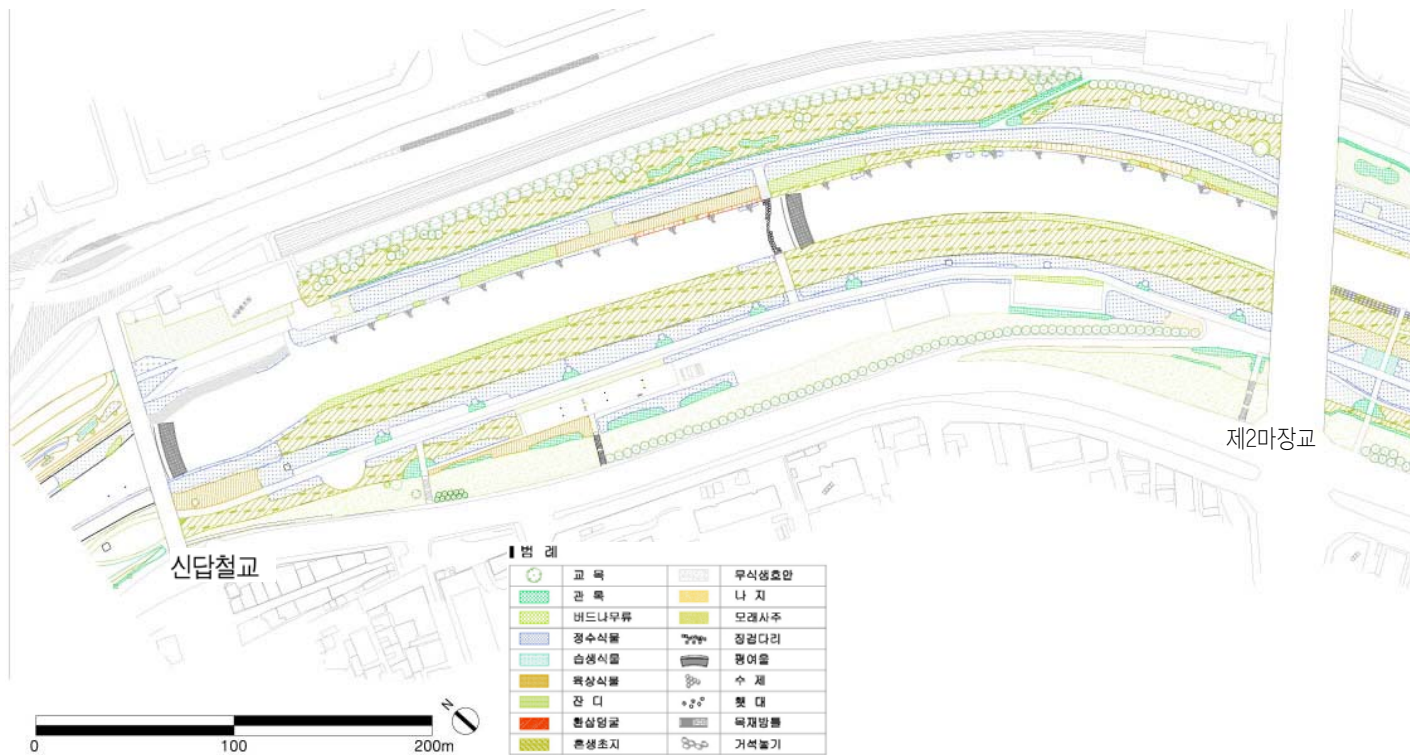


범례

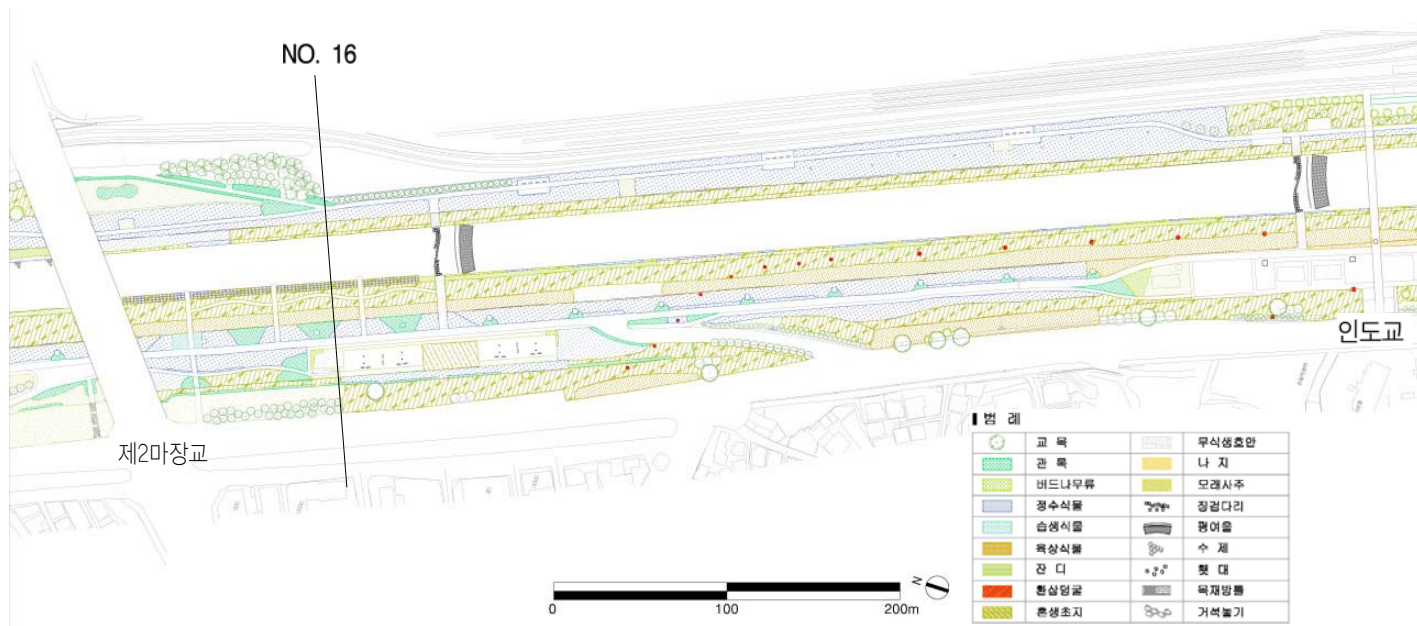
- 토지이용: 산림, 기반시설, 도심지역, 상업지역, 주거지역
- 제방유형: 콘크리트 중벽, 콘크리트 블록, 조경식, 식생피복
- 고수부지: 포장, 시설물, 식생피복
- 저수로호안: 조경식, 사석, 야자섬유투수마리
- 다공성 블록, 콘크리트블록, 외강식
- 저수로: 여울, 어도, 보, 수제, 육재방물, 뚝대, 거석



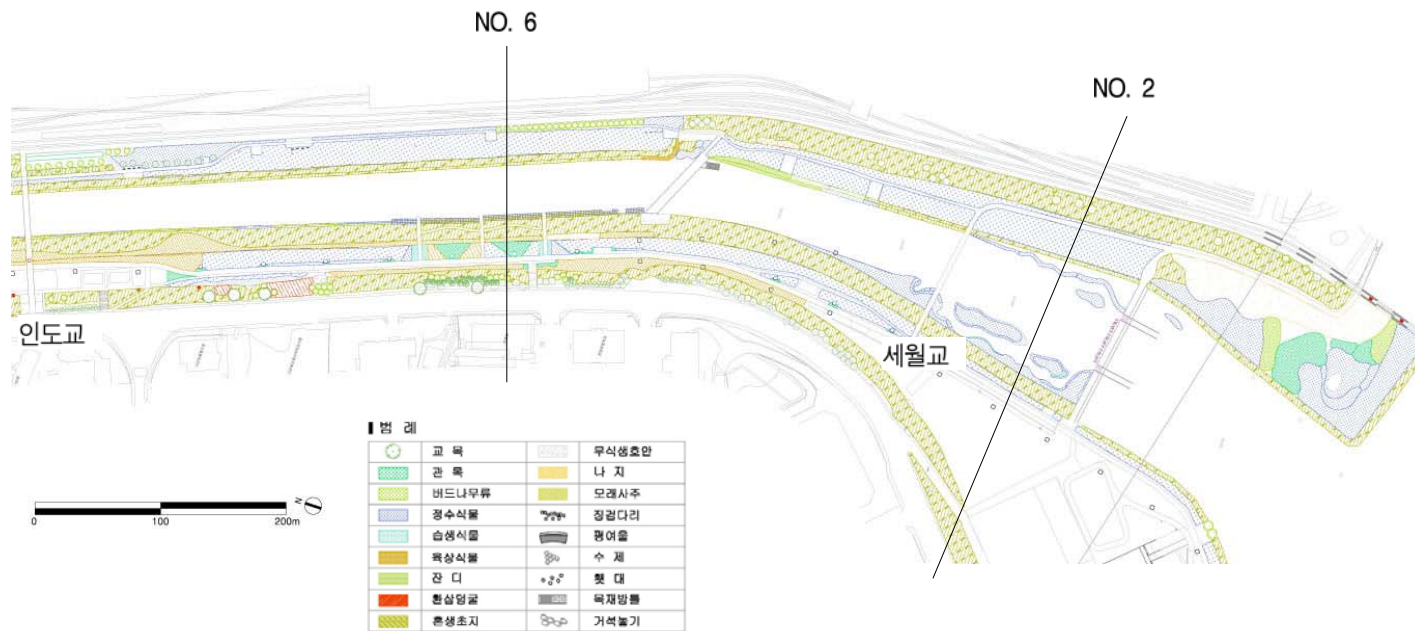
■ 신답철교 ~ 제2마장교



■ 제2마장교 ~ 인도교



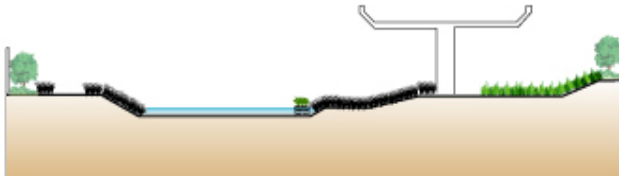
■ 인도교 ~ 중랑천 합류부



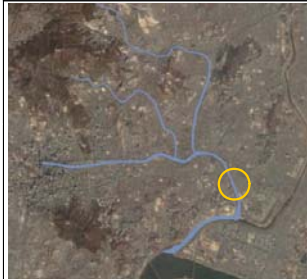
하천명	청계천	조사지점	제2마장교 하류	위치도(No. 16)
하천폭	160m	저수로폭	27.9m	
수 심	0.36m	유 속	0.13m/s	
조사일시	2006. 5. 29	조사자	김학규, 손원영	
하천현황	좌안 고수부지는 식재식물의 생장이 좋으나 저수로 호안은 건생식물이 분포하고 있다. 직선 수로부로 하류의 어도와 낙차공으로 인해 정체수역이 형성되어 유속이 느리고 악취가 발생한다. 좌안의 물억새 군락은 생장이 좋으나 우안은 동부간선도로로 인해 생장이 불량하다.			

		제방상단	제방사면	고수부지	저수호안	저수로
좌안	재료	콘크리트블럭	콘크리트 옹벽	경화흙	사석채움블럭	호박돌
	식생	은행나무	현사시나무 말발도리	꼬리조팝, 물억새	갯버들, 여뀌 쇠별꽃, 소리쟁이	-
	현황					

		저수로	저수호안	고수부지	제방사면	제방상단
우안	재료	모래	사석채움블럭	투수콘포장	다공성블럭	사질양토
	식생	노랑꽃창포	매자기, 도루박이	물억새, 위핑그라스	개나리	아까시나무
	현황					

횡단면도	
------	---

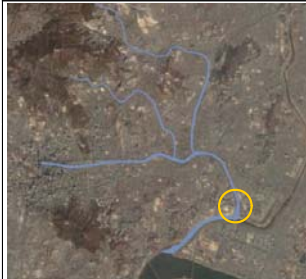
경관현황	
------	--

하천명	청계천	조사지점	용담인도교 하류	위치도(No. 6) 
하천폭	131m	저수로폭	41m	
수 심	0.88m	유 속	0.04m/s	
조사일시	2006. 5. 29	조사자	유청오, 이미현	
하천현황	좌안에 지하철차량기지가 위치하고 우안은 동부간선도로가 지나간다. 저수로 호안은 건생식물이 우점하고 있으며 우안의 경우 동부간선도로로 인해 물억새군락의 생장이 불량하다. 정체수역으로 악취가 발생하며 부유물질로 인해 하상을 식별하기 어렵다.			

		제방상단	제방사면	고수부지	저수호안	저수로
좌안	재료	-	콘크리트 옹벽	경화흙	사석채움블럭	모래
	식생	-	-	버드나무, 물억새 옥잠화	소리쟁이, 냉이 망초	여뀌, 소리쟁이
	현황	-				

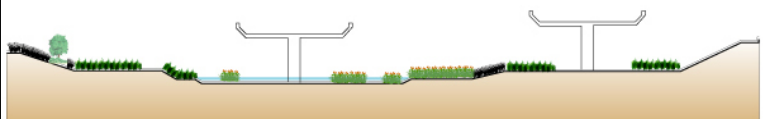
		저수로	저수호안	고수부지	제방사면	제방상단
우안	재료	모래	목재방틀	투수콘포장	콘크리트블럭	점토벽돌
	식생	-	노랑꽃창포, 매자기 소리쟁이, 망초	물억새, 산국 털부처꽃	농수버들, 환삼덩굴 위핑그라스	가층나무
	현황					

횡단면도	
경관현황	

하천명	청계천	조사지점	인도교 하류	위치도(No. 2) 
하천폭	248m	저수로폭	84.8m	
수 심	0.76m	유 속	0.03m/s	
조사일시	2006. 5. 29	조사자	유청오, 이미현	
하천현황	하도내 하중도가 조성되어 있어 어류 및 조류 서식처로 이용되고 있다. 좌안은 제방사면과 저수호안에 건생식물이 다수 분포하며 우안은 정수식물이 활착하고 있다. 어도의 상류부로 물이 정체되어 악취가 발생한다.			

		제방상단	제방사면	고수부지	저수호안	저수로
좌안	재료	-	콘크리트 옹벽	경화흙	사석채움블럭	모래
	식생	-	가죽나무, 참새귀리 환삼덩굴, 개망초	물억새, 개망초	물억새, 개망초 소리쟁이	갈대, 부들
	현황	-				

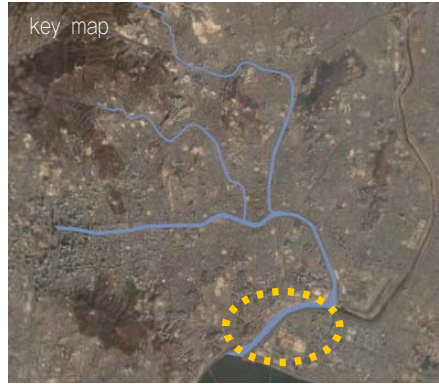
		저수로	저수호안	고수부지	제방사면	제방상단
우안	재료	모래	사석채움블럭	투수콘포장, 경화흙	콘크리트블럭	아스팔트포장
	식생	갈대, 달뿌리풀 큰코랭이, 여뀌	여뀌, 소리쟁이	갈대, 달뿌리풀 워핑그라스	애기똥풀	-
	현황					

횡단면도	
------	--

경관현황	
------	--

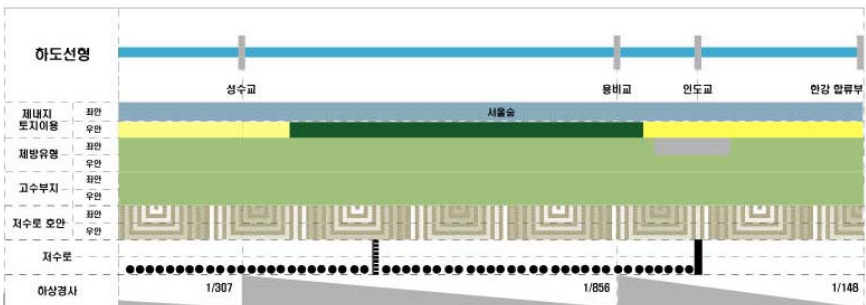
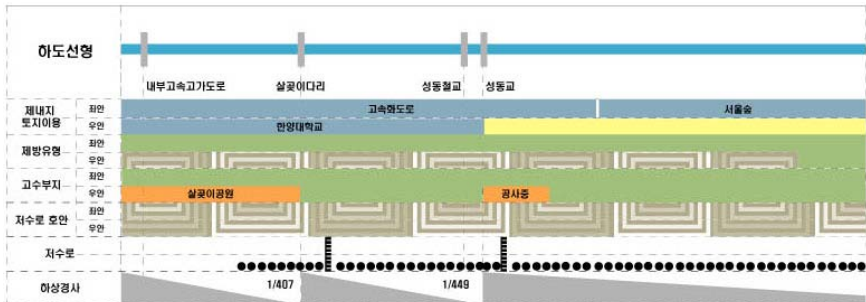
5. 중랑천 하류부

- 제내지는 좌안으로 고속화도로와 서울숲이 위치하며 우안은 한양대학교와 성수교 하류부터는 산림지가 위치한다.
- 좌안은 고속화도로로 인해 고수부지가 형성되어 있지 않으며 우안은 정수식물과 혼생초지, 교목이 고루게 분포한다.
- 저수로 호안은 갯벌, 갈대 등 정수식물과 함께 환삼덩굴 등 이입종이 혼생하고 있다.
- 저수로는 주로 모래와 잔자갈로 이루어져 있으며 자연적으로 형성된 여울이 분포하며 수심이 낮아 백로류의 서식에 유리한다.
- 하류부 인도교 하부에 설치된 보는 어류의 회유를 차단하고 있다.



범례

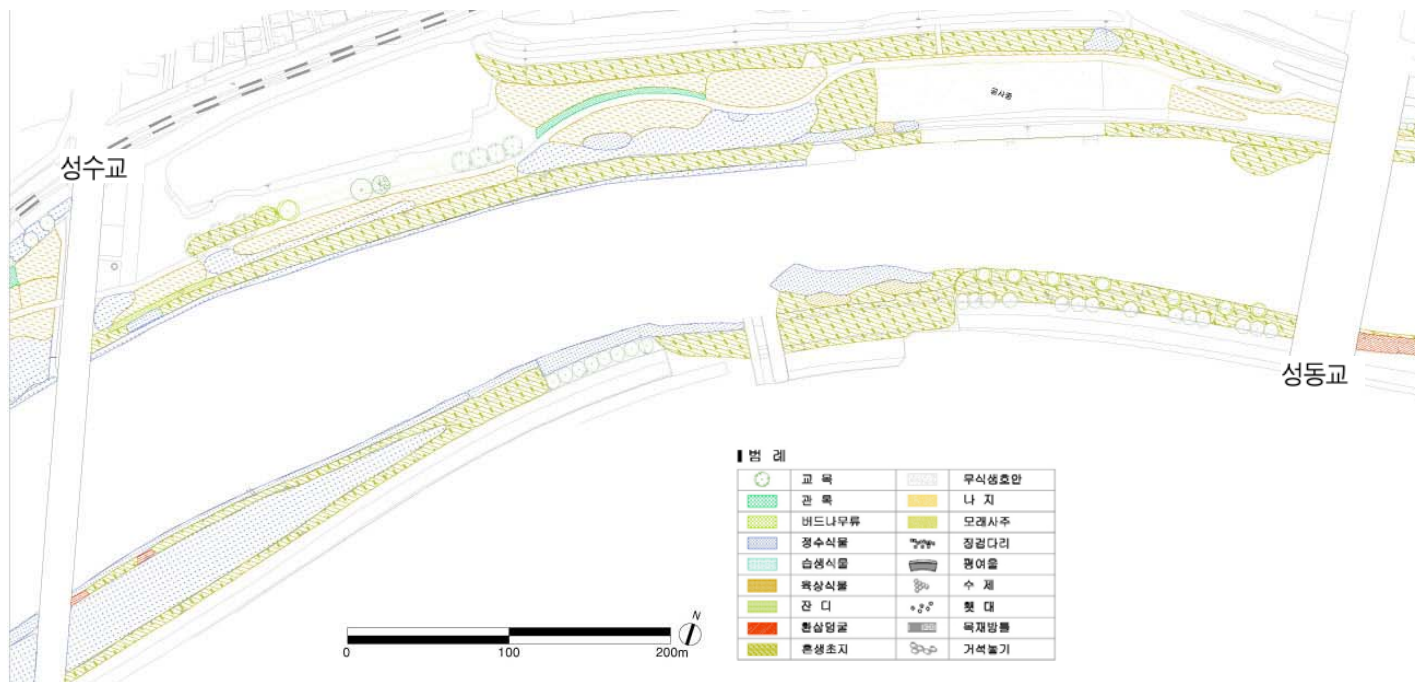
- 토지이용: 산림 ■ 기반시설 ■ 도시지역 ■ 상업지역 ■ 주거지역 ■
- 채방유형: 콘크리트 중벽 ■ 콘크리트 불벽 ■ 조경식 ■ 식생피복 ■
- 고수부지: 포장 ■ 시설물 ■ 식생피복 ■
- 저수로호안: 조경식 ■ 사석 ■ 이차삼유두루마리 ■
- 다공성 불벽 ■ 콘크리트 불벽 ■ 외강석 ■
- 저수로: 여울 ■ 어도 ■ 보 ■ 수재 ▲ 목재방물 ■ 뗏대 ○ 거석 ●



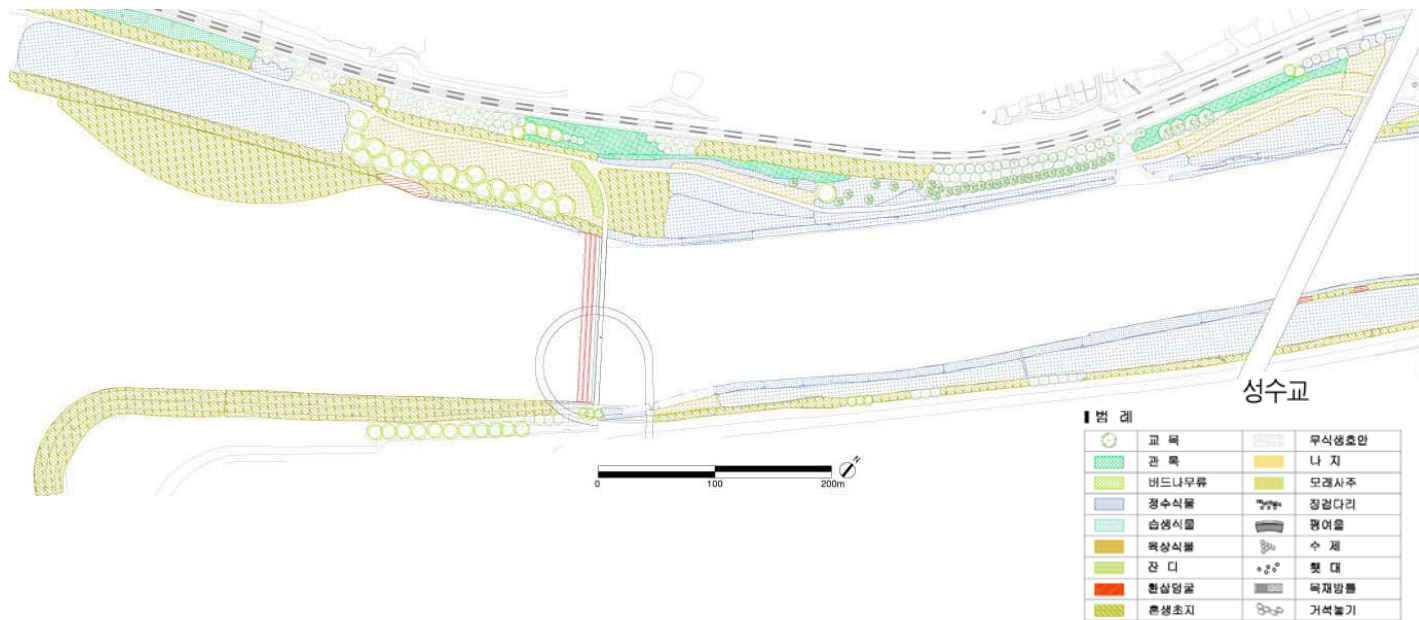
■ 청계천 합류부 ~ 성동교

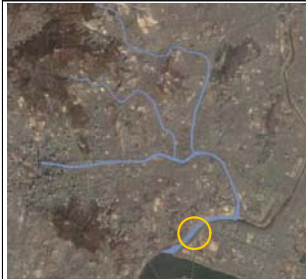


■ 성동교 ~ 성수교



■ 성수교 ~ 한강 합류부



하천명	중랑천	조사지점	살곶이다리 하류	위치도(No. 18) 
하천폭	170.3m	저수로폭	104.7m	
수 심	0.39m	유 속	1.26m/s	
조사일시	2006. 5. 30	조사자	김학규, 손원영	
하천현황	수심이 깊고 유속이 빠르다. 좌·우 양안은 도로로 이용되고 있으며 좌안고수부지는 환삼덩굴이 분포하며 우안은 물억새 군락이 분포한다.			

		제방상단	제방사면	고수부지	저수호안	저수로
좌안	재료	아스팔트포장	콘크리트블럭	흙	콘크리트블럭	자갈, 모래
	식생	-	가뽕나무, 쇠뜨기 개망초, 위핑그라스	쇠뜨기, 개망초 환삼덩굴	갯버들, 환삼덩굴	-
	현황					

		저수로	저수호안	고수부지	제방사면	제방상단
우안	재료	자갈, 모래	콘크리트블럭	투수콘포장	콘크리트블럭	점토벽돌
	식생	-	갈대, 갈풀 명아주, 환삼덩굴	물억새	수크령 위핑그라스	은행나무
	현황					

횡단면도	
경관현황	

제4절 참조하천과의 비교

1. 참조하천의 선정

청계천 복원에 있어 계획된 설계가 실행되었다 하더라도 완성되었다고 할 수 없다. 하천은 공간적 규모와 범위에 따라 다양한 환경적 특성을 나타내며 항시 변화하는 속성이 있어 시간적인 척도 역시 중요하게 검토되어야 한다.

본 연구에서는 자연형 하천정비가 이루어진 도시하천으로 생물다양성이 증대되었으며 복원 후 생태적으로 취약한 구간에 대한 지속적인 관리로 하천생태통로로서 기능이 향상된 양재천(강남구)과 학의천(안양시)을 참조하천으로 선정하였다.

〈표 III-12〉 대상하천 및 참조하천 일반현황

하천	유역면적 (km ²)	유로연장 (km)	유역평균폭 (A/L)	형상계수 (A/L) ²	하폭 (M)	하상재료	하도경사
청계천	50.96	10.92	4.67	0.43	20 ~ 148	모래, 벤토나이트	1/336 ~ 1/681
양재천	57.95	16.6	3.43	0.21	34 ~ 200	모래, 자갈	1/300 ~ 1/1000
학의천	42.60	11.6	3.67	0.32	45 ~ 80	모래, 자갈	1/163 ~ 1/628

양재천



학의천



1) 양재천

양재천 자연형 하천정비 사업은 학여울 구간의 자연형 저수로 호안공법의 실험연구(1995)를 시작으로 양재천 공원화 사업(1995~1998), 학여울 생태습지 조성 및 생태계모니터링(1999~현재) 등 장기적인 구도 하에 단계별로 시행되고 있다.

초기에는 공원화 사업으로 하천의 친수기능에 중점을 두었으나 저수로 식생호안 정비와 학여울 생태습지의 조성 등 친환경적 자연형 하천공법의 적용으로 생물서식처 및 이동경로를 확보하였고, 과거 인공어도가 설치되었던 곳에 계단식 선형(扇形)어도를 설치하여 어류의 회유를 도와 탄천에서 양재천으로 이어지는 하천수계의 연속성을 확보함과 동시에 어류의 종다양성이 증진되었다.

2000년을 기준으로 2년 주기의 생태계 모니터링을 실시하여 생태계 변화과정을 파악하여 후속적인 보완 및 관리를 지속적으로 실시하고 있다.

2) 학의천

학의천 자연형 하천정비 사업은 “안양천 살리기” 사업의 일환으로 2001년 학의천(학운교~내비산교) 시범사업을 시작으로 2003년~2004년에 진행되었다. 시범사업구간에서 도입된 자연형 하천공법은 적용 후 모니터링을 통해 학의천의 안양시 구간에 확대 적용하여 생물서식환경이 개선되었다.

학의천에 적용된 저수로 식생호안, 하중도, 소규모 천변습지 등을 통해 학의천은 하천생물 서식처로서 기능을 하게 되었고 특히 기존의 낙차공을 다단계 낙차공을 조성하여 어류의 이동통로를 확보하였다.

또한, 연구진행 방식에 있어 생태계 전문가에 의한 모니터링 방식에서 안양시민의 참여에 의한 모니터링 진행방식으로 전환, 안양천 본류 및 학의천에 한정되었던 모니터링의 범위가 안양천 유역으로 확대되는 등 하천 본류에 치중하던 관리방식이 점차 유역관리로 전환되고 있다.

		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
양 재 전	사업기간 : 1996년 ~ 현재	자연형 안전정비	학악출 저수로 호안구법 실행	영동 5-6교 저수로 호안구법 확대적용	영동 2-3교 저수로 호안구법 확대적용	영동 4-5교 저수로 호안구법 확대적용	고수부지 자연형 복화	고수부지 자연형 복화	전변습지 조성	지방복화 시범	전변습지 확장	정확측 습지 조성	
	미전연장 : 3.6km												
	수 질 : 3등급수												
	미전연속성 : 상, 하류 구간 연속성 확보												
관리주체 : 강남구청 저수과	생태계 모니터링 · 관리	식물상 : 62종 조류 : 10종 어류 : -	식물상 : 76종 조류 : 29종 어류 : 6종	식물상 : 73종 조류 : 44종 어류 : 7종	식물상 : 78종 조류 : 34종 어류 : 7종	식물상 : 150종 조류 : 36종 어류 : 14종	관상식물 제거	식물상 : 174종 조류 : 42종 어류 : 20종	안전관리팀 구성	식물상 : 227종 조류 : 40종 어류 : 13종			
관리방식 : 관주도로 전문가에 의한 모니터링 결과에 따라 적용관리													
확 외 전	사업기간 : 2001년 ~ 2004년	자연형 안전정비	인양천 살리기 종합계획	확적전 자연형 하천 조성사업 (화촌교 - 내비산교)	확적전 자연형 하천 조성사업 (안양시 구간)	식물상 : 97종 조류 : 20종 어류 : 5종	식물상 : 84종 조류 : 33종 어류 : 8종	식물상 : 103종 조류 : 53종 어류 : 17종	식물상 : 108종 조류 : 53종 어류 : 18종	식물상 : 227종 조류 : 58종 어류 : 21종			
	미전연장 : 4.5km												
	수 질 : 2등급수												
	미전연속성 : 상, 하류 구간 연속성 확보												
관리주체 : 안양천 살리기 기획단	생태계 모니터링 · 관리	안양천 살리기 기획단 구성	관내 민간환경 단체 참여 모니터링 진행	유역 모니터링									
관리방식 : 관주도로 전문가에 의한 모니터링 결과에 따라 적용관리													
정 계 전	사업기간 : 2002년 ~ 2005년	자연형 안전정비	정계천 복원 사업	정계천 복원 사업	정계천 복원 사업	정계천 복원 사업	정계천 복원 사업	정계천 복원 사업	정계천 복원 사업	정계천 복원 사업			
	미전연장 : 8.12km												
	수 질 : 2등급수												
	미전연속성 : 상, 하류 구간 연속성 확보												
관리주체 : 정계천관리센터	생태계 모니터링 · 관리	정계천 추진본부 구성	정계천 추진본부 구성	정계천 추진본부 구성	정계천 추진본부 구성	정계천 추진본부 구성	정계천 추진본부 구성	정계천 추진본부 구성	정계천 추진본부 구성				
관리방식 : 전문가에 의한 모니터링 결과에 따른 적용관리													

자료 : 경원대학교 산업환경연구소

제5절 종합분석 및 평가

〈표 III-13〉 종합분석 및 평가

	현황	분석·평가		기능향상방안
		문제점	잠재력	
수리 · 수문	·유역면적 : 50.96km ² ·유로연장 : 10.92km ·하천연장 : 8.12km ·하상경사 : 1/136 ~ 1/746	·지천 건천화 및 낙차 공으로 수리적 연결성 차단 ·상, 하류의 유속 차이 큼	·연중 풍부한 유량 확보 ·수리적 안정성	·수제를 이용한 유속 제어 및 유심수로 이동통로 형성
수 질	·BOD 기준 청계천 : 2급수 중랑천 : 등급외수	·강우시 월류수 유입 ·중랑천의 수온과 수질 이 어류이동에 장애	·정수식물 군락의 수질 개선	·정수식물 군락을 이용 한 식생 여과대 조성
지 형	·곡류사주 및 합류사주 등 미지형 형성	·하천제방의 직강화 ·상류부 고수부지형성 미약 ·지천과 고도차로 인한 물리적 단절	·중류부 하상미지형 형성 활발 ·하류부 고수부지 면적 넓음	·하상미지형 보전 ·천변습지 조성으로 생물서식처 및 이동로 확보
식물상	·203종 ·정수식물 : 11종 습생식물 : 27종 육상식물 : 165종 외래식물 : 39종	·육상식물의 출현비율 높음	·습지식물의 이입으로 하천 식생의 안정화	·육상식물에 대한 체계 적, 지속적 관리
식 생	·제방상단 : 도입 식재종 ·고수부지 : 건조지성 식물군락 분포 ·저수로 : 정수식물 군락 이 분포하나 육상식물 분포면적 증대	·식생구조의 단조로움 ·상류지역 인위적 교란 및 하류지역의 육상 식물 분포 증가	·정수식물 군락 분포로 하천 건천화 방지 ·야생 동물의 서식처 제공	·정수식물 군락 조성 ·귀화 및 외래 식물종 제거
조 류	·23종 ·황조롱이 확인 ·우점종 : 고방오리 ·하류부 종 다양성 높음	·상류부 탐방객에 인한 조류서식 및 번식 장애 ·먹이자원 부족	·미지형 발달로 서식처 확보 ·소형 조류의 유입으로 상위포식자 유입가능	·번식기 출입제한
어 류	·5과 14종 ·우점종 : 피라미, 갈겨니 붕어 등 ·외래종 : 베스	·고유화 빈도가 낮음 ·지천의 낙차공 및 하 류부 어도기능 미비로 어류 이동로 차단 ·어류서식처 부족	·하천환경의 지표종 ·어류 서식처 및 이동 로 조성 시 다양한 어종 서식 가능	·우회수로 조성 ·어도기능 개선 ·저수로 식생호안 조성 ·연속된 여울과 소 조성 ·위해어종 관리

제Ⅳ장 생태통로 기능향상 방안

제1절 생태통로 기능향상 방안

제2절 생태네트워크 추진체계

제1절 생태통로 기능향상 방안

청계천의 연속성을 확보하고 생물서식처가 복원된다면 청계천 생태통로가 지닌 생태적 기능을 강화할 수 있다.

〈표 IV-1〉 생태통로로서 청계천의 기능

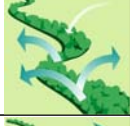
개 념	기 능	적용방안
서식처 (habitat)	 다양한 생물종이 하천통로 내에서 생활하는데 요구되는 공간, 먹이, 물, 은신처를 제공한다.	천변습지 조성, 수제설치 정수식물군락 조성
이동로 (conduit)	 연속된 하천통로를 따라 각종 물질, 에너지 그리고 생명체들이 이동, 운반되는 기능을 지니고 있다.	연속된 여울과 소 조성 자연형 우회수로 조성 여도설치 및 기능개선
여과대 (filter)	 하천통로를 따라 이동하는 물질, 에너지, 생명체를 선택적으로 여과함으로써 오염물질을 저감시키는 기능을 한다.	식생여과대 조성
수용처 (sink)	 하천통로내에 유입되는 물질의 양이 수용능력에 미달할 경우, 하천통로는 수용처로서 기능한다.	저수로 식생호안 조성 하상미지형 보전
공급원 (source)	 하천통로내에 유입되는 물질의 양이 수용능력을 초과할 경우, 하천통로는 공급원으로서 기능한다.	외래 및 위해 종 관리
장애물 (barrier)	 하천통로는 물의 흐름과 수변역이 존재함으로써 인접 토지이용과 구분되고 횡단방향의 흐름과 이동을 차단시키는 장애물로서 기능한다.	-

그림 : USDA, “Stream Corridor Restoration”, 1998

자료 : 강남구, “탄천수질개선을 위한 종합계획 설계”, 2004 (일부수정)

1. 청계광장 ~ 새벽다리

1) 현황

어류의 산란과 서식을 위한 다공질 식생호안이 확보되어 있다.

유속(평균유속 : 58~75cm/s)이 빨라 어류의 산란과 부화에 있어 부적합하다.

〈표 IV-2〉 청계광장~새벽다리 구간의 평균유속 및 평균수심

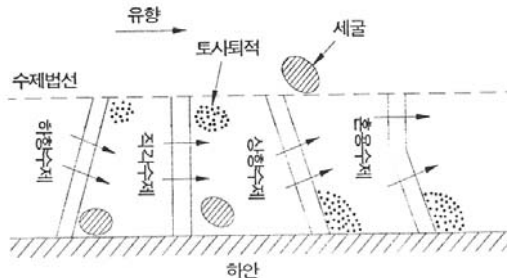
구간	평균유속(cm/s)	평균수심(cm)	구간	평균유속(cm/s)	평균수심(cm)
청계광장 ~ 모전교	58	18	삼일교 ~ 수표교	65	24
모전교 ~ 광통교	72	13	수표교 ~ 관수교	61	26
광통교 ~ 광교	67	12	관수교 ~ 세운교	67	28
광교 ~ 장통교	59	12	세운교 ~ 배오개다리	75	30
장통교 ~ 삼일교	68	19	배오개다리 ~ 새벽다리	62	26

2) 적용방안

(1) 수제설치

수제는 하안 또는 제방을 유수에 의한 침식작용으로부터 보호하며 유수의 방향과 유속을 제어하기 위해 호안 또는 하안 전면부에 설치하는 구조물이다.

수제를 설치함으로써 유속을 감소시키고 유수의 흐름을 변형시켜 저수호안을 보호하며 토사의 퇴적을 유발하여 수생생물의 서식장소를 제공한다.



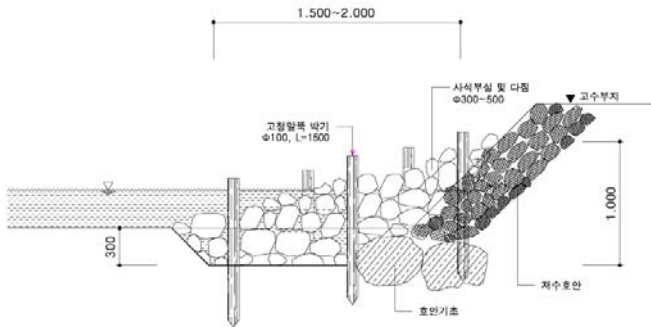
〈그림 IV-1〉 수제의 방향
자료 : 한국수자원학회, “하천설계기준”, 2000

수제의 방향은 물 흐르는 반대방향의 75~80°가 하안의 안정성과 비오톱 조성에 유리하다. 또한 수제와 수제와의 간격은 수제 길이의 1.5~2.5배가 넘어서는 안 된다.

유심선의 사형조성과 구조물의 다양성을 고려하기 위해서 제방에 번갈아가며 설치한다.

여울을 잠기게 하는 배수영향과 다양한 형태의 악영향을 억제하기 위하여 여울에서 충분히 떨어진 하류지역에 설치한다.

모래하상을 가지는 하천에 설치된 수제는 모래의 침식으로 인하여 가라앉거나 파괴되므로 수제 하층에 여과층 등을 설치한다.



〈그림 IV-2〉 투과성 수제 예시

〈표 IV-3〉 수제 종류 및 설치방법

배치	방향	위치	방향	높이	길이, 간격, 폭
횡수제	하향수제	유속이 강하여 세굴이 심한 곳 급류하천의 수심이 깊은 수충부 국부적인 수충부에서 흐름의 방향을 유심방향으로 변환시키려는 곳 흐름을 반류시키려는 곳 흐름의 방향을 고정시키려는 곳 저수로를 고정시키려는 곳 하천환경을 개선하려는 곳	흐름과 세굴 특성	평균 저수위보다 0.6~1.0m 높게 설치 경사 : 1/10~1/100	길이 : 하폭의 1/5~1/10 간격 : 직선부 L=(1.7~2.3) 凹凸안 L=(1.4~1.8) 凸호안 L=(2.8~3.6) L : 수제 간격 I : 수제 길이 폭 :
	직각수제		유수와 직각방향		
	상향수제		직선부 : 10° ~15° 凹凸안 : 5° ~15° 凸호안 : 0° ~10°		
평행수제			유수에 평행	평균 저수위보다 0.5m 높게 설치	공법, 종류, 하천의 상태에 따라 다름

2. 새벽다리 ~ 황학교

1) 현황

우안은 식생호안으로 조성되어 있으나 좌안은 화강석으로 마감되어 있다.



우안



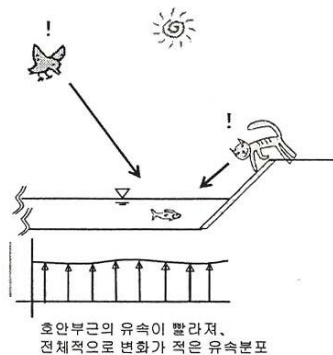
좌안

〈그림 IV-3〉 저수로 호안 현황

2) 적용방안

(1) 저수로 식생호안 조성

저수호안은 하도내 수로의 수면과 상시 접하여 유수에 의한 침식, 퇴적이 일어나기 쉬운 하안구간을 보호할 목적으로 인위적인 조치를 취한 것으로 호안공법이 적용되는 구간은 평균수위선에서부터 고수부지가 시작되기 전의 비탈진 면이다.



〈그림 IV-4〉 식생제거에 의한 어류서식환경 변화

자료 : 한국건설기술연구원, “하천환경기술의 현재와 미래”, 2003

저수호안 법선은 적절히 사행하도록 계획하며, 홍수의 소통에 장애를 초래하지 않는 범위 내에서 어류서식을 위해 요철(凹凸)형상을 계획한다.

계획된 저수호안시설이 자연적인 식생형성을 저해하지 않도록 하고 저수호안의 환경사화를 통해 정수식물의 발생이 용이한 환경기반을 조성한다.

흐름특성을 반영하여 수충부의 경우, 상대적으로 기울기를 급하게, 비수충부인 경우 완경사면을 조성한다.

〈표 IV-4〉 저수로호안 공법의 적용

대상 공법명		하상경사			유속(m/sec)				비고
구분	대상공법	급류	중류	완류	< 1.0	< 2.0	< 3.0	3.0 ~	
식생계	자연식생 재생형								
	갈대식재								
	버드나무식재								
	사석호안								
	사석+버드나무류								
	사석+갯버들								
	식생매트								
	식생매트+섶가지								
방틀계	나무방틀+갯버들								
	나무방틀+자연석								
	비탈방틀+자연석								
	비탈방틀+식생토양								
	비탈방틀+버드나무								
	비탈방틀+인공연못								
	할석 호안								
석재계	자연석연결 호안								
	돌붙임 호안								
	바구니공+갈대류								
망태계	바구니공+버드나무								
	돌망태+식생물								
	계단블럭								
블럭계	녹화 호안블럭								
	인조석 호안								
	복도호안								

자료 : 국립방재연구소, “자연형 하천공법의 재해특성 분석에 관한 연구(Ⅱ)”, 2000

3. 황학교 ~ 신답철교

1) 현황

성북천과 정릉천 합류부에 조성된 낙차공은 수위차와 구배가 크고 풀(pool)이 없어 어류의 상·하 이동을 단절시키고 있다. 유속이 느리고 저수로가 사행하는 구간은 다양한 하상미지형이 형성되고 있으나 하상청소 등 인위적 교란이 진행되고 있다.



〈그림 IV-5〉 지천 합류부 낙차공 및 하상미지형 형성

2) 적용방안

(1) 연속된 여울과 소의 조성

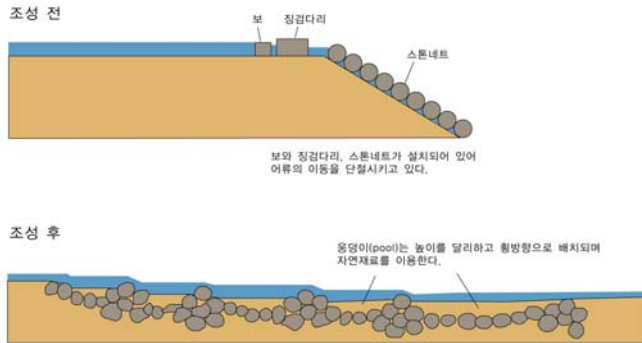
여울과 소는 어류의 가장 기본적인 서식장소가 되며 어류의 생존에 필수적인 하상형태이다.

청계천에 서식하는 어류의 이동습성을 파악하여 이들 어류의 이동에 지장을 주지 않아야 하며 구조는 단순하고 운영이 쉬어야 한다.

거석 및 자연석을 이용하여 자연스러운 경관을 연출하며 기존 낙차공을 개량함으로써 생태계, 유지유량, 하천연속성 등을 확보할 수 있다.

홍수기간 안정성을 유지하기 위해 하상에 분포하는 하상재료보다 상대적으로 크고 각진 돌을 사용한다.

양쪽 측면보다 중앙을 얇게 조성하면 중앙부로 유량을 집중시키므로 유량이 적은 하천에서 하천수 유지에 효과적이다.



〈그림 IV-6〉 연속된 여울과 소의 조성

(2) 하상미지형 보전

하상미지형은 하천바닥에 유수력이 작용하여 쇄굴을 일으키거나 자갈 또는 모래 등의 하상물질이 유수에 의해 이동, 퇴적되며 형성되는 지형을 의미한다¹⁰⁾.

하상미지형은 하천생물의 서식기반으로 특히, 저서무척추생물의 서식에 직접적인 영향을 미친다. 하상이 모래나 오니, 자갈과 같은 크기의 동질성이 커지면 분포하는 종이 제한되고 중간정도로 혼합된 경우 높은 밀도를 나타낸다.

〈표 IV-5〉 하상재료와 관련된 수중서식의 형태

하상재료	흐름강도	재료의 크기	어류의 이용		수중생물
			산란처	피난처	
표석/조약돌 (boulder/cobbles)	대급류	수십cm내외	수중	재료 뒤	매우 다양한 종이 혼합. 다년생
조약돌/자갈 (cobbles/gravels)	급류	수cm내외	하상표면 및 재료사이	別無	다양한 종이 혼합 1년생
모래(sand)	대부분의 흐름	1mm내외	수중	別無	다양성·밀도 낮음 숨어서 사는 종
이토/점토 (silts/clay)	재료의 정착도는 전단응력에 의존	0.1mm이하	수중	수생 식물의 뿌리틈	다양성 낮음, 밀도 높음. 숨어서 사는 종

자료 : 이원한, “하천계획관리론”, 1995

10) 류승렬, “도시하천의 생태적 복원을 위한 하상미지형 조성방안에 관한 연구”, 경원대학교 석사학위논문, 2002

4. 신답철교 ~ 중랑천 합류부

1) 현황

좌안 고수부지는 물억새 군락이 분포하고 있으나 우안은 소규모의 정수식물과 대규모의 육상식물이 혼생하고 있다.

중랑천 합류부는 고수부지가 넓게 형성되어 있으며 우안은 살곶이공원이 위치하며 좌안은 소규모 습지가 조성되어 있다.



〈그림 IV-7〉 청계천 어도 및 살곶이 공원

2) 적용방안

(1) 정수식물군락 조성

야생 동·식물의 서식지와 종다양성을 확보하기 위해 수변식생이 필요하다.

하천 하류역의 식생의 구조를 고려하여 분포역에 의한 식생유형을 구분한다.

반안정 상태를 이루고 있는 정수식물 군락을 보존한다.

야생곤충류의 서식에 유리한 식생구조를 형성한다.

식물종 선정시 수층부의 경우 근계의 발달이 왕성하여 재생할 회복력이 있는 종을, 사주부는 지하경과 포복경이 발달하여 부분적으로 매몰되더라도 계속적인 생장이 가능한 종을 선정한다.

가는 입자의 하상재료로 이루어진 하안에는 상대적으로 유수에 대한 저항력이 낮고 내건성이 낮은 식물을 도입하며, 굵은 입자로 이루어진 하안에는 내건성과

유수에 대한 저항력이 높은 식물종을 도입한다.

〈표 IV-6〉 하천환경기반에 따른 식생분포

구분		특징	생식유속범위	식물종
수역	침수식물	수중의 토양에 뿌리를 내리고 잎, 줄기가 수중에서 생장 수질오염(부영양화)이 심하면 적응하지 못 하며 조류와 어류의 먹이원	0 ~ 1.5m/s	나사말, 검정말, 말즘, 물수세미 등
	부엽식물	수중의 토양에 뿌리를 내리고 잎, 줄기를 수면 위까지 신장시켜 물위에 잎을 뜨게 하는 식물 부영양화의 조기예방, 어류의 산란 및 치어의 서식처	0 ~ 0.2m/s	마름, 수련, 자라풀, 가래, 연 등
	정수식물	수중의 토양에 뿌리를 내리고 수면보다 높게 잎을 신장시킴 어류 및 조류의 서식처, 수질정화	0.05 ~ 0.4m/s	갈대, 물억새, 달뿌리풀, 창포, 줄 흑삼릉, 부들, 매자기, 고랭이류 등
식생호안		식재 후 신속히 활착할 수 있어야 하며 수변 경관을 형성 식생여과대, 생물이동통로, 생물서식처	—	갈대, 물억새, 달뿌리풀, 창포, 줄 흑삼릉, 부들, 매자기, 고랭이류 등
고수부지		침수기간이 짧고 건조지 및 귀화식물이 우점	—	갯버들, 벌개미취, 부처꽃, 원추리, 금불초, 붓꽃 등

(2) 천변습지 조성

저수로와의 연계 유무에 따라 연결습지(on-line wetland)와 독립습지(off-line wetland)로 나누고 다양한 생물환경을 조성한다.

종다양성을 높이기 위해 관목군락, 다공질 공간 등 다른 생물서식공간과 연계 되도록 한다.

우회수로와 연계하여 흐르는 물의 유속, 수심, 평면형상의 변화를 주어 다양한 서식환경을 조성하며, 자연정화능력을 향상시킨다.

자연석 등 자연재료를 도입하며 주변에 향토수종을 식재하여 자연스러운 경관을 형성한다.

수변부는 경계, 경사, 바닥의 형태 및 깊이를 다양하게 조성하며 식생호안을 조성하여 다양한 식물군락의 발생기반을 확보한다.

어류의 서식을 위해 40 ~ 50cm정도 수심이 필요하며 하상경사를 1 ~ 2%로 하여 어류 배설물이나 먼지를 배출할 수 있도록 한다.

급격한 수온 변화방지와 어류 피난처를 제공하기 위해 40%이상의 식생역을 확보한다.

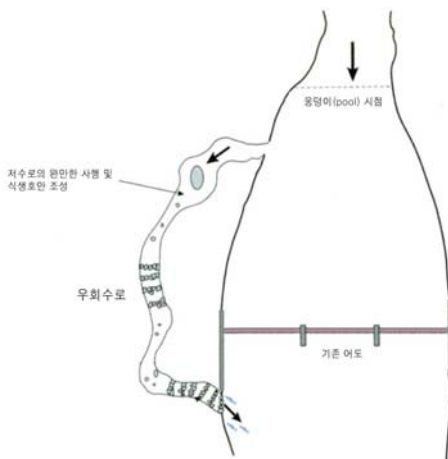
야생조류의 은신과 서식을 위해 수간이 형성된 교목림을 보존하고, 물떼새류의 번식을 위해 하안에 자갈바닥을 조성한다.

습지 주변에 돌무더기, 나뭇가지 더미 등 다공질 공간을 조성하여 소동물 및 곤충의 은신처와 먹이원으로 이용하게 한다.



〈그림 IV-8〉 양재천 학여울 좌안습지(on-line wetland)

(3) 자연형 우회수로 조성



〈그림 IV-9〉 자연형 우회수로

어도의 일종으로 어류의 유영력과 상관없이 이용가능하며 수생식물의 식재를 통해 어류 서식처 제공과 수질정화 기능을 가진다.

우회수로의 형태는 사행하는 것을 기본으로 천변습지와 연계조성하며 여울과 소를 번갈아 나타나는 비대칭 단면구조로 조성한다.

수로의 구배를 조정하여 분류와 합류 시 거품이 발생하지 않도록 계획한다.

5. 청계천 합류부 ~ 한강 합류부 (중랑천 하류)

1) 현황

중랑천 하류부는 등급외수(BOD기준)로 양안으로 도로가 인접하며 고수부지는 정수식물군락과 함께 육상식물군락이 대면적으로 분포한다.

청계천에서 어도를 이용하는 어류는 국지 회유하는 어종으로 잉어, 붕어, 누치, 돌고기, 피라미, 갈겨니, 꼬리, 메기, 밀어 등 9종이 서식하며 중랑천 하류부에 수중보가 설치되어 있다.

2) 적용방안

(1) 식생여과대 조성

강우시 하천으로 유입된 유출수가 식생여과대를 통과할 때 유출속도가 감소되고 침전물과 오염물질은 여과, 흡착, 침전을 통해 제거된다.

지표강우유출수로부터 침전물과 영양물질을 제거하는데 효과적이며, 토양상태가 침투시설을 사용할 수 없는 곳에 적합하다.

오염물질의 제거효율은 유역의 크기, 유속, 여과대의 길이와 크기, 경사 그리고 토양의 침투성 및 여과성에 의존한다.



〈그림 IV-10〉 식생여과대에서 수질정화 개념도

자료 : 이승은, 홍선기, “도시 생태네트워크 계획”, 2002

(2) 어도설치

어도를 설치하기 위해서는 어류의 분포현황과 회유성 어류의 조사가 이루어져야 하며 조사된 어류종의 서식조건에 맞는 시설의 설치를 검토하여야 한다.

- 직강화된 하도나 하천을 가로지르는 구조물에 의한 인위적으로 파괴되는 생태계를 복원하기 위해 설치한다.

- 선정된 대표 어종의 특성과 종류에 따라 적절한 어도형태 선정한다.

- 어도는 대상하천의 소하성 어류의 월할 한 소상을 고려하는 등 생태계 보전을 위하여 실시한다.

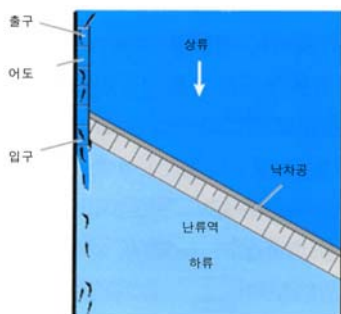
- 어도는 형태나 목적, 조작 형태에 따라 풀(Pool)타입, 수로형, 조작형으로 분류되며 대상어종에 따라 선택한다.

•어류의 이동

회유성 어류의 습성은 어종, 체장, 산란 등의 생리상태 등에 따라 다르므로 일괄적으로 말하기 어렵다. 일반적으로 소상어는 하천의 가장자리를 통하여 이동하고, 물의 흐름을 역행해 나가려는 부(負)의 주류성(走流性)이 강하며 그 하천의 흐름의 꺾을 떨어지지 않고 소상한다.

•어류의 한계치 측정

유영속도는 장시간 계속할 수 있는 순항속도와 순간적으로 낼 수 있는 돌진속도로 구별 할 수 있는데 이는 어종과 체장, 시기 등에 따라 다르다. 일반적으로 어류는 순항속도가 $2 \sim 4BL/s$ (Body Length/second), 돌진속도는 $10BL/s$ 정도이다. 유영에 필요한 최소 폭은 BL의 $1/2$ 정도, 유영에 필요한 최소수량은 체고의 2배 정도가 필요하다.



거슬러 가는 물고기는 제방과 하안이 교차하는 선단부에 모인다.

여기는 어도의 최적 장소이다

〈그림 IV-11〉 어도의 위치

어류의 순항속도 이하의 유속이면 도중의 휴식이 가능하므로 어도 내 휴식장 소에서의 유속의 최대치는 2~4BL cm/s 정도가 적당하며 휴식장소로서 요구되는 최소한의 넓이는 길이(2~4BL)×폭(BL/2) 정도, 회전하면서 휴식을 고려한다면 길이(3BL)×폭(3BL)정도의 넓이가 필요하다.

• 어도 유형

대상어류 소상능력의 한계치에 따른 어도의 유형은 다음과 같이 적용할 수 있다.

〈표 IV-7〉 어류 소상능력의 한계치에 따른 어도의 유형

구 분	유 형	특 징
소형(小型)의 유영어(遊泳魚)	아이스하버형 계단식	월류부의 유속분포
	버티칼슬롯식	월류부의 유속분포
	데널식	대표유속을 적게
	호박돌붙임 사곡면식	저낙차(低落差)
	오퍼레이션타입	집어(集魚)가 가능한 경우
대형어(大形魚) (규모의 문제)		유속, 유량, 수심 등이 너무 작으면 처음부터 어도에 들어가기 어렵게 된다.
		소형어는 진입 곤란한 상황이라도 진입한다.
수(水)표면에 부상하기를 좋아하지 않는 저생어	계단식 어도	잠공(潛孔)의 세로 길이를 충분히 잡고 풀간 낙차를 어느 정도 작게
	버티칼슬롯식	폭간 낙차를 어느 정도 작게
	표준 데널형	저부유속(底部流速)을 어느 정도 작게, 스티프패스형에서는 대치가 어렵고 배통과형 데널식은 저생어(底生魚)의 소상(遡上)에 적합
	호박돌붙임 사곡면식	저생어(底生魚)의 소상(遡上)에 적합
	오퍼레이션타입	집어(集魚)가 가능하다면 대치
바다게 등		로프를 이용한 보조경로를 부가

자료 : 한국수자원공사, “환경 친화적 설계지침”, 2003

6. 생태계 위해 동·식물 관리

1) 위해식물 관리

청계천에 분포하는 위해식물은 돼지풀, 단풍잎돼지풀, 서양등골나물 3종으로 이들은 타감작용을 일으켜 자생식물의 생장이나 세력 확장을 방해하고 자생식물에 서식하는 야생 곤충의 서식처를 빼앗으며 외래종이 번식하기 좋은 환경을 만들어 생태계를 위협한다.

〈표 IV-8〉 외래식물 제거를 위한 처리방법

방법	종류	적용대상 및 특징
인공적 처리법	예방, 관개 자생종 씨뿌리기	바람직한 식물의 생장을 진작하고 외래식물이 자랄 기회를 줄이는 것
물리적 방법	기계적 (베어내기) 수동적 (손으로 뽑기) 인문적 (태우기)	시간과 비용에 따라 작은 개체군에 적용 다른 조절기술이 불가능한 곳에서 사용 효율이 낮고 환경적 요인에 의해 많은 한계를 가진 자연 상태를 비가역적으로 교란시킬 수 있음 효율이 낮고 환경적인 요인에 의해 많은 한계가 있음 (예: 손으로 뽑거나 자르는 것은 뿌리, 식물기관, 종자 를 남겨서 새싹이 돌아 새로운 개체군을 다시 형성)
화학적 방법	화학살충제 (상황에 맞게 처방된 제초제 사용)	적절하게 사용될 때 해충을 조절하는 효과적 도구 주로 농업에 적용 특정 환경에 대해서만 적용되는 등 유용성이 제한적 신속하고 효과적인 조절 기술 (식물이 종자를 생산하기 전에 제압) 일반인들의 부정적인 시각 (수생태계에는 사용할 수 없으며, 또 다른 환경문제 유발 우려)
생물학적 방법	천적에 의한 조절 기타 생물학적 조절 (유전적 조절 및 호르몬, 페로몬, 피임약 사용)	화학 살충제에 대한 대안 경제적으로나 미적으로 적절한 단계까지 개체수를 줄이는 것 성공률이 낮음 농경지에서는 잘 적용되지 않으나 자연지역, 들판에서 바람직한 방법 천적을 이용한 생물학적 방법 : 기생자, 포획자, 병원체 등을 이용하여 목적하는 외래종의 개체수를 줄이는 것이나 그동안 대부분 성공적이지 못함 미생물살충제 이용 : 미생물살충제, 곰팡이버이러스, 원생동물, 선충류 등을 이용하여 목적하는 외래종을 조절하는 방법으로 상업적으로 유용성이 있지만 사용 비율이 적음

자료 : 서울시정개발연구원, “서울시 외래식물의 분포특성 및 관리방안”, 2005

2) 위해어종 관리

큰입우럭은 식용 목적으로 도입되었으나 호수, 댐, 하천 등에 서식하면서 토종 어류 등을 포식하여 하천생태계를 교란시키고 있다.

• 큰입우럭의 생태적 특성¹¹⁾

서식처 : 호수, 유속이 느린 하천 하류의 웅덩이

산란처 : 16 ~ 20℃ 수역의 수초 바닥

산란기 : 5 ~ 7월

특성 : 유영성 어류, 낮에는 깊은 물 속에 있다가 밤에 수면 근처로 올라와 활발히 먹이를 찾는다. 육식성으로 저서무척추동물 중 새우류와 잉어과 소형어류나 치어를 선호한다. 포식자로서 적당한 경쟁자가 없으며 산란 후 알을 보호한다.

• 큰입우럭의 관리¹¹⁾

포획시기 : 산란기, 월동시기에 집중 포획

위해성 홍보 및 불법방류 단속 강화

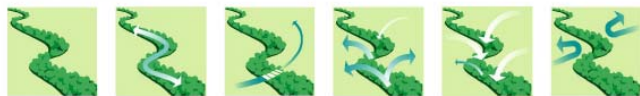
생태해설판 설치 및 방문자센터 전시를 통한 생태학습자료로 활용

큰입우럭의 천적으로 알려진 쏘가리, 가물치 등의 방류

11) 환경부, “산란기 블루길·큰입배스 관리 대책”, 2005

■ 청계천 생태통로 기능향상 방안

■ 청계천 생태통로 기능



서식처

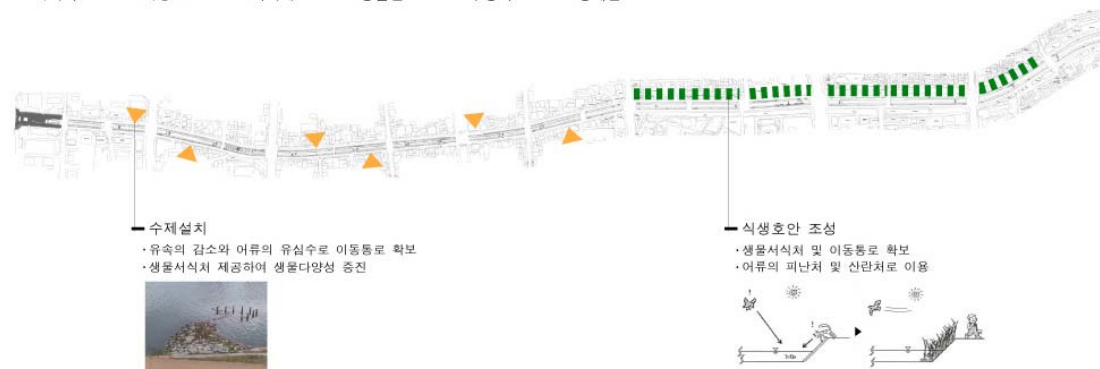
이동로

여과대

공급원

수용처

장애물



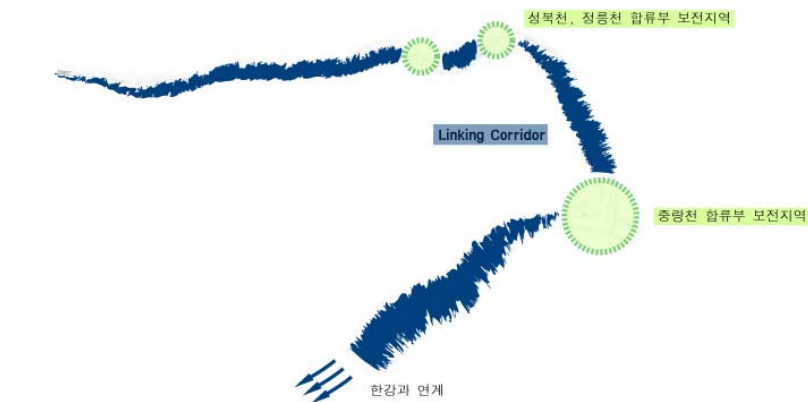
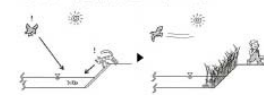
■ 수제설치

- 유속의 감소와 어류의 유실수로 이동통로 확보
- 생물서식처 제공하여 생물다양성 증진



■ 식생호안 조성

- 생물서식처 및 이동통로 확보
- 어류의 피난처 및 산란처로 이용

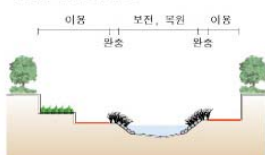


■ 보전지역 구분

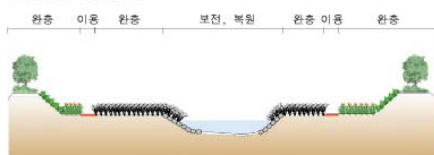
· Linking Corridor



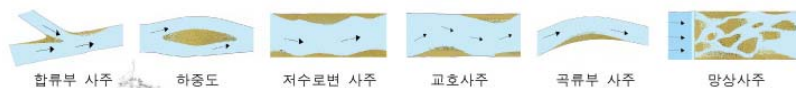
· 천수구간 단면구조



· 보전구간 단면구조



하상미지형 보전, 복원



합류부 사주

하중도

저수로변 사주

교호사주

곡류부 사주

망상사주

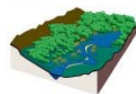
연속된 여울과 소의 복원

- 청계천 수계의 연속성 확보
- 어류 다양성 증진 및 먹이사슬의 복원



정수식물군락 조성

- 친변 생태적 추이대 복원
- 생물서식처 및 이동통로 확보



자연형 우회수로 조성

- 어류서식처 및 이동통로 제공
- 수생식물을 식재하여 수질정화 효과



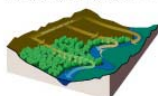
천변습지 조성

- 친변습지 복원으로 하천의 횡단적 연결
- 생물 서식처를 제공하여 생물다양성 증진



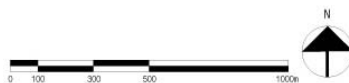
식생여과대 조성

- 비점오염원 유입 감소 및 강우시 수질악화 방지
- 생물서식처 및 이동통로 확보



어도 설치

- 어류 이동통로를 확보
- 어류 다양성 증진 및 먹이사슬의 복원



제2절 생태네트워크 추진체계

생태네트워크는 생물분류군별 서식처 보호에서 권역별, 통합적인 보전·관리로의 전환을 의미하고 있다. 하천은 차수의 위계에 의해 형성되는 서식처에 따라 서식하는 생물에 있어 연속적인 변화가 나타나는 선형의 경관요소이다.

하천코리더의 연결에 있어 발생하는 문제는 주변 토지이용에 의해 하천횡단구조물이나 복개 등으로 단절된 구간이 형성되며 이러한 단절로 인해 야생동물의 이동로는 차단된다.

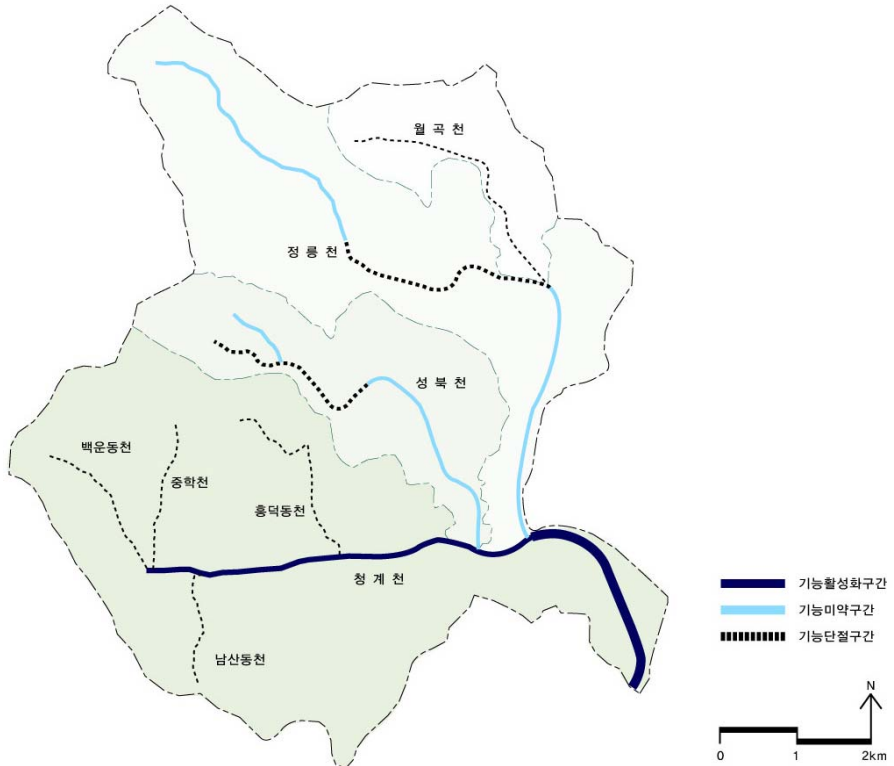
고유한 하천환경 특성을 나타내는 하천이 만나는 합류부의 경우 생물다양성이 높아 공급원과 수용처의 기능을 하여 하천코리더의 연결에 있어 하천 합류부의 생물서식처 복원은 중요하다.

또한, 하천은 공간적 위계와 서식하는 생물에 따라 교란에 반응하는 민감도와 회복기간에 많은 차이를 보이며 선적인 지형기반을 가지고 있어 하천의 생태네트워크 계획 시 개별 하천코리더의 복원과 함께 하천유역 차원에서 접근이 필요하다.

청계천 유역은 복개되어 하천코리더의 기능이 단절된 구간, 콘크리트로 정비되어 하천코리더 기능이 미약한 구간, 자연형 하천정비로 하천코리더의 기능이 활성화된 구간으로 구분할 수 있다.

〈표 IV-9〉 청계천 유역 하천코리더 현황

기능단절구간	복개구간	백운동천, 중학천, 흥덕동천, 남산동천, 월곡천 성북천(성북동 23-15 ~ 보문동 7가111) 정릉천(정릉동 891-3 ~ 제기동 892-99)
기능미약구간	직강화구간	복개구간을 제외한 성북천, 정릉천
기능활성화구간	자연형 정비구간	청계천 복원구간(청계광장 ~ 중랑천 합류부)



〈그림 IV-12〉 청계천 유역 하천코리더 현황

야생 동·식물이 한강→중랑천→청계천→성북천 및 정릉천을 통해 북악산과 인왕산 등을 자유롭게 이동·서식할 수 있도록 자연형 하천정비를 통해 하천코리더의 기능을 강화하며 공간구성은 핵심지역, 완충지역, 코리더로 구분한다.

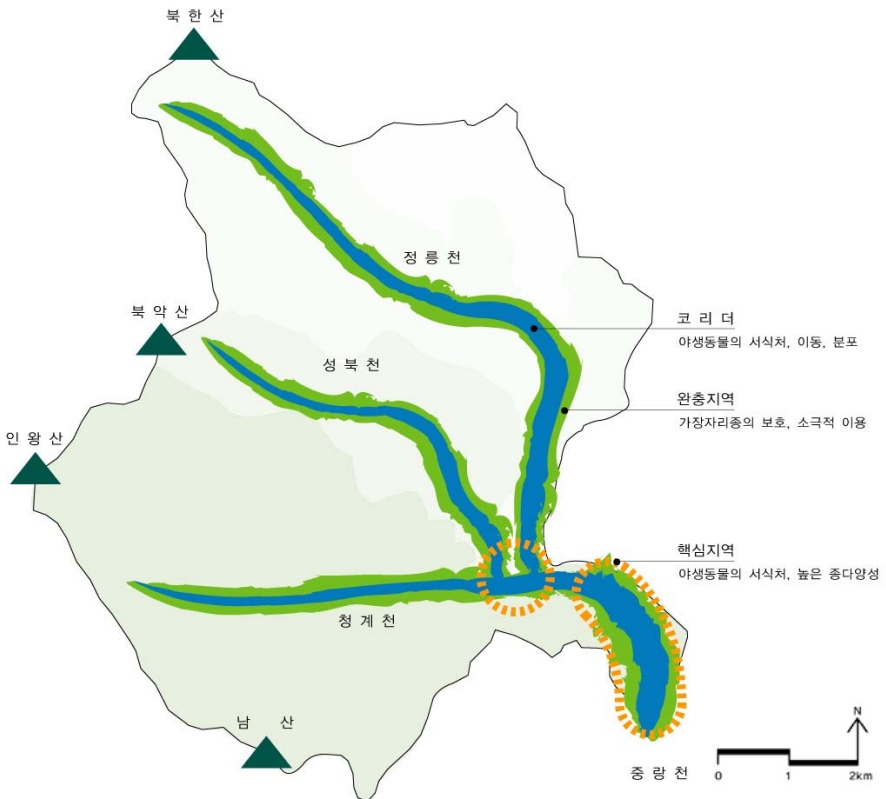
핵심지역 : 중요 생물종의 이동 및 서식 등 생태적으로 중요한 서식처

(성북천·정릉천 합류부, 고산자교 하류 철새보호지역)

완충지역 : 핵심지역과 코리더를 보호하기 위해 외부 위협요인으로부터

어느 정도 충격을 감소시켜줄 수 있는 지역 (수변식생완충지대)

코리더 : 핵심지역 사이를 연결시켜주는 통로 (저수로)



〈그림 IV-13〉 청계천 유역 생태네트워크 체계

제 V장 결론 및
정책건의

1. 결론

1) 종합분석 및 평가

	현황	분석·평가		기능향상방안
		문제점	잠재력	
수리 · 수문	·유역면적 : 50.96km ² ·유로연장 : 10.92km ·하천연장 : 8.12km ·하상경사 : 1/136 ~ 1/746	·지천 건천화 및 낙차 공으로 수리적 연결성 차단 ·상, 하류의 유속 차이 크	·연중 풍부한 유량 확보 ·수리적 안정성	·수제를 이용한 유속 제어 및 유심수로 이동통로 형성
수 질	·BOD 기준 청계천 : 2급수 중랑천 : 등급외수	·강우시 월류수 유입 ·중랑천의 수온과 수질 이 어류이동에 장벽	·정수식물 군락의 수질 개선	·정수식물 군락을 이용 한 식생 여과대 조성
지 형	·곡류사주 및 합류사주 등 미지형 형성	·하천제방의 직강화 ·상류부 고수부지형성 미약 ·지천과 고도차로 인한 물리적 단절	·중류부 하상미지형 형성 활발 ·하류부 고수부지 면적 늘음	·하상미지형 보전 ·천변습지 조성으로 생물서식처 및 이동로 확보
식물상	·203종 ·정수식물 : 11종 ·습생식물 : 27종 ·육상식물 : 165종 ·외래식물 : 39종	·육상식물의 출현비율 높음	·습지식물의 이입으로 하천 식생의 안정화	·육상식물에 대한 체계 적, 지속적 관리
식 생	·제방상단 : 도입 식재종 ·고수부지 : 건조지성 식물군락 분포 ·저수로 : 정수식물 군락 이 분포하나 육상식물 분포면적 증대	·식생구조의 단조로움 ·상류지역 인위적 교란 및 하류지역의 육상 식물 분포 증가	·정수식물 군락 분포로 하천 건천화 방지 ·야생 동물의 서식처 제공	·정수식물 군락 조성 ·귀화 및 외래 식물종 제거
조 류	·23종 ·황조롱이 확인 ·우점종 : 고방오리 ·하류부 종 다양성 높음	·상류부 탐방객에 인한 조류서식 및 번식 장애 ·먹이자원 부족	·미지형 발달로 서식처 확보 ·소형 조류의 유입으로 상위포식자 유입가능	·번식기 출입제한
어 류	·5과 14종 ·우점종 : 피라미, 갈겨니 붕어 등 ·외래종 : 베스	·고유화 빈도가 낮음 ·지천의 낙차공 및 하 류부 어도기능 미비로 어류 이동로 차단 ·어류서식처 부족	·하천환경의 지표종 ·어류 서식처 및 이동 로 조성 시 다양한 어종 서식 가능	·우회수로 조성 ·어도기능 개선 ·저수로 식생호안 조성 로 조성 시 다양한 ·연속된 여울과 소 조성 ·위해어종 관리

2) 청계천 적용방안

(1) 청계광장 ~ 새벽다리

○ 수제설치

- 수제는 유속을 감소시키고 유수의 흐름을 변형시켜 저수호안의 침식을 방지하고, 토사의 퇴적을 유발하여 수생생물의 서식장소를 제공한다.
- 수제의 방향은 물 흐름은 반대방향의 $75 \sim 80^\circ$ 가 하안의 안정성과 비오톱 조성에 유리하다.
- 수제와 수제와의 간격은 수제 길이의 $1.5 \sim 2.5$ 배가 넘어서는 안 된다.
- 유심선의 사형조성과 구조물의 다양성을 고려하기 위해 제방에 번갈아 가며 설치한다.
- 여울을 잠기게 하는 배수영향과 다양한 형태의 악영향을 억제하기 위하여 여울에서 충분히 떨어진 하류지역에 설치한다.
- 모래하상을 가지는 하천에 설치된 수제는 모래의 침식으로 인하여 가라앉거나 파괴되므로 수제 하층에 여과층을 설치한다.

(2) 새벽다리 ~ 황학교

○ 저수로 식생호안 조성

- 저수호안 법선은 적절히 사형하도록 계획하며, 홍수의 소통에 장애를 초래하지 않는 범위 내에서 어류서식을 위해 요철(凹凸)형상을 계획한다.
- 계획된 저수호안시설이 자연적인 식생형성을 저해하지 않도록 하고 저수호안의 환경사화를 통해 정수식물의 발생이 용이한 환경기반을 조성한다.
- 흐름특성을 반영하여 수충부의 경우 상대적으로 기울기를 급하게, 비수충부의 경우 환경사면을 조성한다.

(3) 황학교 ~ 신답철교

○ 연속된 여울과 소의 조성

- 여울과 소는 어류의 가장 기본적인 서식장소가 되며 어류의 생존에 필수적인 하상형태이다.
- 청계천에 서식하는 어류의 이동습성을 파악하여 이들 어류의 이동에 지장을 주지 않아야 하며 구조는 단순하고 운영이 쉬어야 한다.
- 거석 및 자연석을 이용하여 자연스러운 경관을 연출하며 기존 낙차공을 개량함으로써 생태계, 유지유량, 하천연속성 등을 확보할 수 있다.
- 홍수기간 안정성을 유지하기 위해 하상에 분포하는 하상재료보다 상대적으로 크고 각진 돌을 사용한다.
- 양쪽 측면보다 중앙을 얇게 조성하며 중앙부로 유량을 집중시킬 수 있으므로 유량이 적은 하천에서 하천수 유지에 효과적이다.

○ 하상미지형 보전

- 하상미지형은 하천생물의 서식기반으로 특히, 저서무척추생물의 서식에 직접적인 영향을 미친다.
- 하상이 모래나 오니, 자갈과 같은 크기의 동질성이 커지면 분포하는 종이 제한되고, 중간 정도로 혼합된 경우 높은 밀도를 나타낸다.

하상재료	흐름강도	재료의 크기	어류의 이용		수중생물
			산란처	피난처	
표석/조약돌 (boulder/cobbles)	대급류	수십cm내외	수중	재료 뒤	매우 다양한 종이 혼합, 다년생
조약돌/자갈 (cobbles/gravels)	급류	수cm내외	하상표면 및 재료사이	別無	다양한 종이 혼합 1년생
모래(sand)	대부분의 흐름	1mm내외	수중	別無	다양성·밀도 낮음 숨어서 사는 종
이토/점토 (silts/clay)	재료의 점착도는 전단응력에 의존	0.1mm0이하	수중	수생 식물의 뿌리틈	다양성 낮음, 밀도 높음, 숨어서 사는 종

(4) 신답철교 ~ 중랑천 합류부

○ 정수식물군락 조성

- 정수식물군락을 조성하여 야생 동·식물의 서식처와 종다양성을 확보한다.
- 하천 하류역의 식생 구조를 고려하여 분포역에 의한 식생유형을 구분한다.
- 식물종 선정시 수충부의 경우 근계의 발달이 왕성하여 재생할 회복력이 있는 종을 사주부는 지하경과 포복경이 발달하여 부분적으로 매몰되더라도 계속적인 생장이 가능한 종을 선정한다.
- 가는 입자의 하상재료로 이루어진 하안에는 상대적으로 유수에 대한 저항력이 낮고 내건성이 낮은 식물을 도입하며, 굵은 입자로 이루어진 하안에는 내건성과 유수에 대한 저항력이 높은 식물종을 도입한다.

구분		특징	생식유속범위	식물종
수역	침수식물	수중의 토양에 뿌리를 내리고 잎, 줄기가 수중에서 생장 수질오염(부영양화)이 심하면 적응하지 못하며 조류와 어류의 먹이원	0 ~ 1.5m/s	나사말, 검정말, 말즘, 물수세미 등
	부엽식물	수중의 토양에 뿌리를 내리고 잎, 줄기를 수면 위까지 신장시켜 물위에 잎을 뜨게 하는 식물 부영양화의 조기예방, 어류의 산란 및 치어의 서식처	0 ~ 0.2m/s	마름, 수련, 자라풀, 가래, 연 등
	정수식물	수중의 토양에 뿌리를 내리고 수면보다 높게 잎을 신장시킴 어류 및 조류의 서식처, 수질정화	0.05 ~ 0.4m/s	갈대, 물억새, 달뿌리풀, 창포, 줄 흑삼릉, 부들, 매자기, 고랭이류 등
식생호안		식재 후 신속히 활착할 수 있어야 하며 수변 경관을 형성 식생여과대, 생물이동통로, 생물서식처	—	갈대, 물억새, 달뿌리풀, 창포, 줄 흑삼릉, 부들, 매자기, 고랭이류 등
고수부지		침수기간이 짧고 건조지 및 귀화식물이 우점	—	갯버들, 벌개미취, 부처꽃, 원추리, 금불초, 붓꽃 등

○ 천변습지 조성

- 저수로와의 연계 유무에 따라 연결습지와 독립습지로 나누고 다양한 생물환경을 조성한다.
- 우회수로와 연계하여 흐르는 물의 유속, 수심, 평면형상의 변화를 주어 다양한 서식환경을 조성하며, 자연정화능력을 향상시킨다.

- 수변부는 경계, 경사, 바닥의 형태 및 깊이를 다양하게 조성하며 식생호안을 조성하여 다양한 식물군락의 발생기반을 확보한다.
- 어류의 서식을 위해 40~50cm정도 수심이 필요하며 하상경사를 1~2%로 하여 어류 배설물이나 먼지를 배출할 수 있도록 한다.
- 급격한 수온변화방지와 어류 피난처를 제공하기 위해 40%이상의 식생역을 확보한다.
- 야생조류의 은신과 서식을 위해 수간이 형성된 교목림을 보존하고 물떼새류의 번식을 위해 하안에 자갈바닥을 조성한다.
- 습지 주변에 돌무더기, 나뭇가지 더미 등 다공질 공간을 조성하여 소동물 및 곤충의 은신처와 먹이원으로 이용하게 한다.

○ 자연형 우회수로 조성

- 어도의 일종으로 어류의 유영력과 상관없이 이용가능하며 수생식물의 식재를 통해 어류 서식처를 제공하며 수질정화 기능을 한다.
- 우회수로의 형태는 사행하는 것을 기본으로 천변습지와 연계조성하며 여울과 소가 번갈아 나타나는 비대칭 단면구조로 조성한다.
- 수로의 구배를 조정하여 본류와 합류 시 거품이 발생하지 않도록 한다.

(5) 청계천 합류부 ~ 한강 합류부 (중랑천 하류)

○ 식생여과대 조성

- 강우시 하천으로 유입된 유출수가 식생여과대를 통과할 때 유출속도가 감소되고 침전물과 오염물질은 여과, 흡착, 침전을 통해 제거된다.
- 지표강우유출수로부터 침전물과 영양물질을 제거하는데 효과적이며 토양상태가 침투시설을 사용할 수 없는 곳에 적합하다.
- 오염물질의 제거효율은 유역의 크기, 유속, 여과대의 길이과 크기, 경사 그리고 토양의 침투성 및 여과성에 의존한다.

○ 어도설치

- 어도를 설치하기 위해서는 어류의 분포현황과 특히, 회유성 어류의 조사가 이루어져야 하며 조사된 어류종의 서식조건에 맞는 시설의 설치를 검토하여야 한다.
- 대상어류 소상능력의 한계치에 따른 어도의 유형은 다음과 같이 적용할 수 있다.

구 분	유 형	특 징
소형(小型)의 유영어(遊泳魚)	아이스하버형 계단식	월류부의 유속분포
	버티칼슬롯식	월류부의 유속분포
	데널식	대표유속을 적게
	호박돌볼음 사곡면식	저낙차(低落差)
	오퍼레이션타입	집어(集魚)가 가능한 경우
대형어(大形魚) (규모의 문제)		유속, 유량, 수심 등이 너무 작으면 처음부터 어도에 들어가기 어렵게 된다.
		소형어는 진입 곤란한 상황이라도 진입한다.
수(水)표면에 부상하기를 좋아하지 않는 저생어	계단식 어도	잠공(潛孔)의 세로 길이를 충분히 잡고 폭간 낙차를 어느 정도 작게
	버티칼슬롯식	폭간 낙차를 어느 정도 작게
	표준 데널형	저부유속(底部流速)을 어느 정도 작게, 스티프패스형에서는 대처가 어렵고 배통과형 데널식은 저생어(底生魚)의 소상(遡上)에 적합
	호박돌볼음 사곡면식	저생어(底生魚)의 소상(遡上)에 적합
	오퍼레이션타입	집어(集魚)가 가능하다면 대처
바다게 등		로프를 이용한 보조경로를 부가

(6) 생태계 위해 동·식물 관리

○ 위해식물 관리

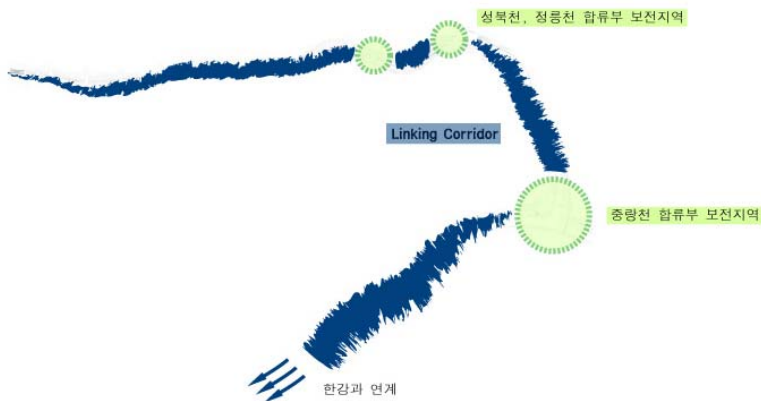
방법	종류	적용대상 및 특징
인공적 처리법	예방, 관개 자생종 씨뿌리기	바람직한 식물의 성장을 진작하고 외래식물이 자랄 기회를 줄이는 것
물리적 방법	기계적 (베어내기) 수동적 (손으로 뽑기) 인문적 (태우기)	시간과 비용에 따라 작은 개체군에 적용 다른 조절기술이 불가능한 곳에서 사용 효율이 낮고 환경적 요인에 의해 많은 한계를 가짐 자연 상태를 비가역적으로 교란시킬 수 있음 효율이 낮고 환경적인 요인에 의해 많은 한계가 있음 (예: 손으로 뽑거나 자르는 것은 뿌리, 식물기관, 종자 를 남겨서 새싹이 돋아 새로운 개체군을 다시 형성)
화학적 방법	화학살충제 (상황에 맞게 처방된 제초제 사용)	적절하게 사용될 때 해충을 조절하는 효과적 도구 주로 농업에 적용 특정 환경에 대해서만 적용되는 등 유용성이 제한적 신속하고 효과적인 조절 기술 (식물이 종자를 생산하기 전에 제압) 일반인들의 부정적인 시각 (수생태계에는 사용할 수 없으며, 또 다른 환경문제 유발 우려)
생물학적 방법	천적에 의한 조절 기타 생물학적 조절 (유전적 조절 및 호르몬, 페로몬, 피임약 사용)	화학 살충제에 대한 대안 경제적으로나 미적으로 적절한 단계까지 개체수를 줄이는 것 성공률이 낮음 농경지에서는 잘 적용되지 않으나 자연지역, 들판에서 바람직한 방법 천적을 이용한 생물학적 방법 : 기생자, 포획자, 병원체 등을 이용하여 목적하는 외래종의 개체수를 줄이는 것이나 그동안 대부분 성공적이지 못함 미생물살충제 이용 : 미생물살충제, 곰팡이바이러스, 원생동물, 선충류 등을 이용하여 목적하는 외래종을 조절하는 방법으로 상업적으로 유용성이 있지만 사용 비율이 적음

○ 위해어종(큰입우렁) 관리

- 포획시기 : 산란기(5~7월), 월동시기
- 위해성 홍보 및 불법방류 단속 강화
- 생태해설판 설치 및 방문자센터 전시를 통한 생태학습자료로 활용
- 큰입우렁의 천적으로 알려진 쏘가리, 가물치 등의 방류

■ 청계천 생태통로 기능향상 방안

■ 청계천 생태통로 기능

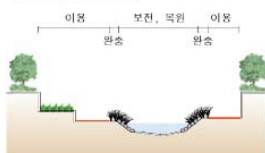


■ 보전지역 구분

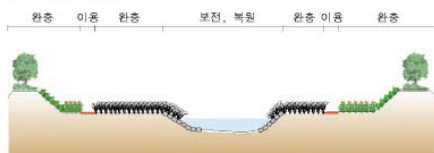
· Linking Corridor



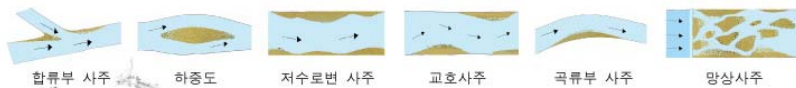
· 친수구간 단면구조



· 보전구간 단면구조



하상미지형 보전, 복원



합류부 사주

하중도

저수로변 사주

교호사주

곡류부 사주

망상사주

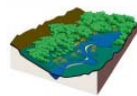
연속된 여울과 소의 복원

- 청계천 수계의 연속성 확보
- 어류 다양성 증진 및 먹이사슬의 복원



정수식물군락 조성

- 친변 생태적 추이대 복원
- 생물서식처 및 이동통로 확보



자연형 우회수로 조성

- 어류서식처 및 이동통로 제공
- 수생식물을 식재하여 수질정화 효과



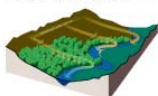
천변습지 조성

- 친변습지 복원으로 하천의 횡단적 연결
- 생물 서식처를 제공하여 생물다양성 증진



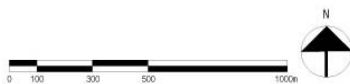
식생여과대 조성

- 비점오염원 유입 감소 및 강우시 수질악화 방지
- 생물서식처 및 이동통로 확보



어도 설치

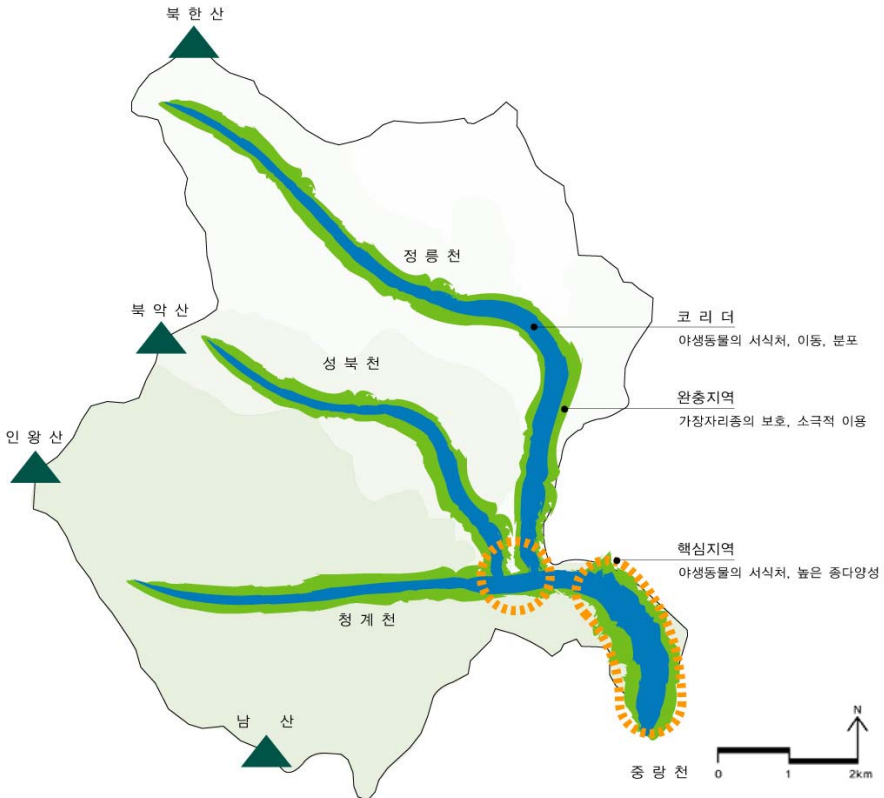
- 어류 이동통로를 확보
- 어류 다양성 증진 및 먹이사슬의 복원



3) 생태네트워크 추진체계

○ 청계천 유역은 복개되어 하천코리더의 기능이 단절된 구간, 콘크리트로 정비되어 하천코리더 기능이 미약한 구간, 자연형 하천정비로 하천코리더의 기능이 활성화된 구간으로 구분할 수 있다.

○ 야생 동·식물이 한강→중랑천→청계천→성북천 및 정릉천을 통해 북악산과 인왕산 등을 자유롭게 이동·서식할 수 있도록 자연형 하천정비를 통해 하천코리더의 기능을 강화하며 공간구성은 핵심지역, 완충지역, 코리더로 구분한다.



2. 정책건의

○ 복개하천 및 성북천, 정릉천의 자연형 하천정비

- 백운동천, 중학천, 홍덕동천, 남산동천, 월곡천은 복개되어 하천의 기능을 상실함
- 성북천 및 정릉천은 콘크리트로 직강화되어 하천의 환경적 기능이 미약함
- 청계천 지천의 자연형 하천정비를 통해 청계천 수계의 연속성을 확보하여 북한산과 북악산 등 산림과 중랑천, 한강을 잇는 코리더로서 하천생태계를 복원해야 함

○ 청계천 유역으로의 모니터링 범위 확대

- 청계천 및 성북천, 정릉천 그리고 북한산, 북악산, 남산 등 하천과 산림생태계의 모니터링을 통해 조류 및 포유류의 서식공간을 확대 보전

○ 청계천 유역 단위의 관리 시스템 도입

- 중랑천과 청계천, 성북천, 정릉천 등 하천수계를 따라 연속적인 환경이 형성되므로 유역단위의 환경관리에 관한 틀이 마련되어야 함
- 효율적인 하천환경관리를 위해서 서울시와 자치구간 통합된 구조 속에서, 더 크게는 중랑천, 안양천, 탄천 등 한강 4개 지천을 포함하는 경기도 자치단체와 협력하여 하천환경관리사업을 종합 진행할 수 있는 구조를 갖추는 것이 필요함

○ 이용자 관리

- 청계천의 경우, 인위적 교란에 의한 생태계 훼손이 큼
- 청계천의 관리구역 설정을 통해 생물서식처에 대한 진입통제 및 생태해설판을 설치하여 청계천을 찾는 시민에 대해 환경교육 강화

참고문헌

- 강남구, “탄천수질개선을 위한 종합계획 설계”, 2004
- 건설교통부, “한국하천일람”, 2005
- 경기도, “자연 친화적 하천정비지침”, 2004
- 국립방재연구소, “자연형 하천공법의 재해특성 분석에 관한 연구(Ⅱ)”, 2000
- 김귀곤, 조동길 공저, “자연환경·생태복원학 원론”, 아카데미서적, 2004
- 김종욱, “하천지형학”, 서울대학교 지리교육과 대학원, 1997
- 류승렬, “도시하천의 생태적 복원을 위한 하상미지형 조성방안에 관한 연구”, 경원대학교, 2002
- 박우식, “하천횡단구조물에 의한 홍수위 변화에 관한 연구”, 연세대학교, 2002
- 서울시정개발연구원, “청계천·서울숲 조성에 따른 미기후 및 생태변화 조사연구”, 2005
- 서울시정개발연구원, “서울시 외래식물의 분포특성 및 관리방안”, 2005
- 서울특별시, “하천정비기본계획(성북천, 정릉천, 월곡천, 방학천)”, 2002
- 서울특별시, “청계천 복원공사 실시설계 보고서”, 2003
- 서울특별시, “청계천 하류 및 주변 하천정비사업 환경영향평가서”, 2004
- 송병화, “안양천 생태통로 기본계획”, 서울대학교 환경대학원, 1996
- 우효섭, 김창완, 김혜주, “하천횡단구조물이 하천의 생태적 발전에 미치는 영향과 대안”, 대한토목학회, 2003, 3
- 원병오, “자연 생태계의 복원과 관리 - 조류 서식지 조성과 보호를 중심으로”,

다른세상, 2004

이도원, “경관생태학”, 서울대학교 출판부, 2001

이승은, 홍선기, “도시 생태네트워크 계획”, 시그마프레스, 2002

이우신, 구태희, 박진영, “한국의 새”, LG상록재단, 2000

이창석, 오종민, 이남주 공역, “하천환경과 수변식물-식생의 보전과 관리”, 동화
기술, 2003

청계천복원추진본부, “청계천 복원사업”, 2005

한국건설기술연구원, “하천관리를 위한 어류서식처 구조에 관한 조사”, 1995

한국건설기술연구원, “하천환경기술의 현재와 미래 - 기술개발의 새로운 접근”,
2003

한국수자원공사, “환경 친화적 설계지침”, 2003

한국수자원학회, “하천설계기준”, 2000

환경부, “사람과 생물이 어우러지는 자연환경의 보전, 복원, 창조 기술의 개발”,
국내 여건에 맞는 자연형 하천공법의 개발, 한국건설기술연구원, 2002

환경부 G-7 국내여건에 맞는 자연형 하천공법 개발연구팀, “하천복원가이드라
인”, 2002

환경부, “산란기 블루길·큰입배스 관리대책”, 2005

환경부, “생태네트워크 구축 추진 전략”, 2002

usda, "Stream Corridor Restoration Principles, Practices and Processes", 1998

인터넷 사이트

<http://water.nier.go.kr/weis>

Improving River Corridor of Cheonggyecheon in Seoul

<u>Project Number</u>	<u>SDI 06-R-21</u>
<u>Research Staff</u>	<u>Hang-Moon Cho (in Charge)</u> <u>Jun-Young Lee</u>

The purpose of Cheonggyecheon Restoration Project was naturalization of urban stream. The Cheonggyecheon Restoration Project improved water cycle system and habitat environment in central area of Seoul Metropolitan. But, ecological continuity of the stream is inhibited by structures such as unremoved old structures, traversing structure, newly constructed structures or other artificial structures.

The purpose of this study is to develop a method of ecological environmental continuity by improving habitat environment and enhancing the function of river as ecological corridor. Literatures on continuity and river corridor were reviewed to find out ecological characteristics of the stream.

Problem and potential of Cheonggyecheon as a river corridor was found through comparing the results of river corridor survey of Cheonggyecheon and that of reference stream. Some ideas on enhancing river corridor environment was proposed in this study.

Cheonggyecheon was divided into 4 reaches to survey river corridor and to develop an idea for environment enhancement as follows;

1) Cheonggye Plaza ~ aebyok Bridge

- Install spur dyke : reduce water velocity and make the water depth deeper so that promote fish migration and create more habitat

2) Saebyok Bridge ~ Iwanghak Bridge

- Make low-flow revetment planted : Low-flow revetment of left levee is not good for wild life of river because its surface was made of granite. Planted low-flow revetment create habitat and river corridor for more diverse wildlife.

3) Hwanghak Bridge ~ Sindap Rail Bridge

- Create riffle and pool: Junction of Seongbukcheon and junction of Jungneungcheon discontinued from Cheonggyecheon by drop structures. Replace drop structures by large natural stones to enhance continuity of tributaries.
- Conserve riverbed morphology : Water flow makes diverse morphological riverbed. Riverbed must be conserved because it is important habitat for benthic invertebrates.

4) Sindap Rail Bridge ~ Jungnangcheon Junction

- Plant emerged plants : Plant emerged plants at shoreline where land plant is widely distributed to create habitat of diverse fauna and flora.
- Create wetland : The large area of left side floodplain and right side floodplain have good condition to create wetland habitat for diverse wildlife
- Create detour channel as fish way : Create detour channel as fish way which connect Jungnangcheon and Cheonggyecheon via wetland to promote fish migration.

5) Jungnangcheon Junction ~ Han River Junction

- Create VFS(Vegetated Filter Strip) : Runoff wash out pollutants from the surface of motorway which is constructed on the left side of Jungnangcheon. Create VFS to reduce amount of pollutant from the motorway.
- Install Fish Way: The weir installed at the estuary of Jungnangcheon inhibit fish migration. Install a fish way around the weir to promote fish migration
- Manage the harmful foreign plants fishes: Remove foreign plants and fishes to improve the diversity of wildlife species. Harmful foreign plants and fishes appeared around the watershed of the Han River are *Ambrosia artemisiifolia* var. *elatio*r, *Ambrosia trifida* L., *Eupatorium rugosum*, largemouth bass etc.
- Watershed Manage : Naturalize tributaries of Cheonggyecheon to enhance the function of river corridor. In addition, establish the watershed management system have to be established.

Table of Contents

Summary and Policy Recommendation

Chapter 1 Introduction

1. Background and Purpose
2. Contents and Methods

Chapter 2 Characteristics of River Corridor

1. Continuity
 - (1) Ecological Continuity
 - (2) Effect of Traverse Structures
2. Characteristics of River Corridor
 - (1) Concept of River Corridor
 - (2) Element of River Corridor

Chapter 3 River Corridor Survey of Choenggyecheon

1. Water Environment Hydrology
 1. Watershed
 2. Environmental Flow
 3. Water Quality
2. Wildlife
 1. Overview
 2. Plants
 3. Birds
 4. Fishes
3. River Corridor
 - (1) Cheonggye Plaza~ aebyok Bridge
 - (2) Saebyok Bridge~ wanghak Bridge

- (3) Hwanghak Bridge ~ Sindap Rail Bridge
- (4) Sindap Rail Bridge ~ Jungnangcheon Junction
- (5) Jungnangcheon ~ Han River Junction
- 4. Comparing to Reference Stream
 - (1) Reference Stream
 - (2) Comparing to Reference Stream
- 5. Assessment

Chapter 4 Improvement River Corridor Environment

- 1. Improvement of River Corridor Environment
 - (1) Cheonggye Plaza ~ Saebyok Bridge
 - (2) Saebyok Bridge ~ Hwanghak Bridge
 - (3) Hwanghak Bridge ~ Sindap Rail Bridge
 - (4) Sindap Rail Bridge ~ Jungnangcheon Junction
 - (5) Jungnangcheon ~ Han River Junction
 - (6) Management of Harmful Foreign Plants
- 2. Eco-Network

Chapter 5 Conclusion and Policy Recommendation

- 1. Conclusion
- 2. Policy Recommendation

시정언 2006-R-21

서울시 도시하천의 생태통로 기능향상 방안

-청계천을 중심으로-

발 행 인 강 만 수

발 행 일 2006년 10월 31일

발 행 처 서울시정개발연구원

137-071 서울시 서초구 서초동 391번지

전화 (02)2149-1158 팩스 (02)2149-1199

값 9000

ISBN 89-8052-473-0-93530

본 출판물의 판권은 서울시정개발연구원에 속합니다.