

청계천의 생태통로기능 향상 방안

- 1. 청계천 생태통로기능 향상의 필요성
- 2. 청계천 생태현황
- 3. 청계천 생태통로기능 향상 방안
- 4. 정책제언

1. 청계천 생태통로기능 향상의 필요성

○ 하천의 생태적 연속성

- 하천은 유수(流水)와 유사(流砂)의 상호작용에 의해 하천 미지형(微地形)을 형성하며 이는 생물서식환경의 기반이 됨.
- 서식공간을 형성하는 하상구성물은 유속과 더불어 저서생물의 주요한 서식환경요인으로 작용함.
- 하천에 서식하는 생물은 주위 환경과 밀접한 관계를 가지며 상류에서 하류로 가면서 생물군집이나 하천의 생태적 기능이 달라짐. 이러한 연속된 하천에서 일어나는 점진적인 변화를 하천연속성이라 함.

○ 하천횡단구조물에 의한 영향

- 하천 내에 설치되는 시설물은 치수목적으로 설치되는 구조물 외에도 이수를 위한 취수보, 어도 등 그 종류가 다양함. 이러한 시설물은 치수, 이수, 친수 등 각각의 목적과 기능을 유지토록 하기 위해 설치됨.

- 인위적인 교란이 진행된 도시하천에서는 하천횡단구조물을 경계로 상·하류가 생태적으로 단절됨.
- 하천횡단구조물은 유수에 의한 자연적인 물질의 이동을 방해하여 하천지형과 하상 재료를 균일화시키며 수생생물의 이동을 차단하여 전반적으로 종이 감소하거나 소멸됨으로써 하천생태계를 단순화함.
- 하천횡단구조물 상류구간은 지하수와 하천수의 이동이 차단되어 부유물질이 퇴적됨.
- 횡단구조물 구간에서는 유속이 빨라져 하상재료가 거칠어지며 산소량이 증가하나, 상·하류 구간에서는 유속 감소로 하상의 공극이 사라져 생물서식처가 단순화되며 서식하는 생물종이 감소함.

○ 청계천 생태통로 기능향상의 필요성

- 청계천 복원사업은 물순환 체계를 회복시켜 자연의 자생능력에 의한 생태계의 복원을 통해 자연이 있는 도시하천을 조성하는 데 목적이 있음.
- 청계천의 물리적 생태적 특성을 면밀히 고려하지 않은 자연형 하천정비는 도시하천을 생태적으로 복원하는 근본적인 해결책이 될 수 없음.
- 생태통로로서 청계천은 기존 하천횡단구조물의 존치, 상류 및 지천과의 단절, 생물서식환경을 고려하지 않은 하천시설물 설치 등으로 하천의 생태적 복원에 한계가 있음.
- 본 고에서는 청계천 수계의 연속성을 확보하고 청계천의 생태통로 기능을 향상시키기 위한 방안들을 살펴보고자 함.

2. 청계천 생태 현황

1) 일반 현황

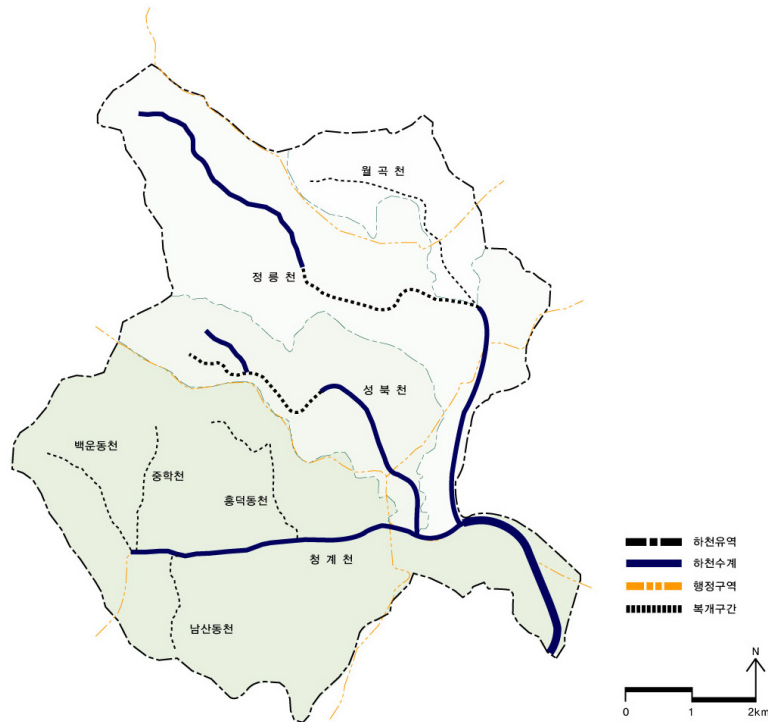
○ 유역

- 청계천은 유역면적 50.96km², 유로연장 10.92km, 하상경사 1/136~1/746으로 중랑천 우안으로 유입되며 상류부 산지를 제외하고 대부분 주거지와 상업지역임.

<표 1> 청계천 유역 하천수계 현황

수계명	하천	등급	유역면적 (km ²)	유로연장 (km)	하천연장 (km)	홍수량 (m ³ /sec)	하폭 (M)
한강	중랑천	국가	296.04	34.80	20.47	1,910	95 ~ 330
중랑천	청계천	지방1	50.96	10.92	3.67	710	19 ~ 113
	청계천	지방2		7.25	4.45	457	
청계천	정릉천	지방2	19.32	10.85	9.03	295	33
청계천	성북천	지방2	7.41	5.45	5.20	152	25

자료 : 건설교통부, 2005, 「한국하천일람」.



[그림 1] 청계천 유역

○ 유량

- 청계천 상류로부터 계곡수를 최대한 확보하여 사용하는 것이 가장 좋으나 평상시 인왕산, 북한산, 남산계곡에는 흐르는 계곡수가 없으며 지천은 강우시를 제외하고는 청계천으로 우수 유입이 없음.
- 청계천 유량은 평시 120,000m³/일로 한강 원수와 지하철 지하수를 이용하며 필요시 중랑물재생센터의 고도처리수를 공급함.
- 하천수의 지하침투로 인한 유지용수의 손실을 최소화하기 위해 벤토나이트매트(시점부~황학교)를 설치함.

○ 수질

- 수온: 중랑천과 비교하여 청계천의 수온은 약 6℃까지 높게 나타난 경우도 있으며, 한강과 비교하면 7.3℃의 차이를 보인 적도 있음.
- 용존산소: 한강과 청계천에서는 6mg/L이상 유지되며, 중랑천에서는 5mg/L까지 낮아지기도 함. 청계천과 중랑천에서는 강우시 합류식관거 월류수(CSO)에 의해 급격하게 용존산소가 고갈되어 물고기 폐사 사고가 발생하기도 함.
- BOD: 중랑천의 BOD는 한강보다 약 17mg/L 이상 높은 경우도 발생하여 한강에서 청계천에 이르는 과정에 있어서 중랑천은 수질장벽으로 작용함.

2) 수변환경

○ 청계광장~새벽다리

- 청계천 복원 시점부임. 제내지는 도심지로 업무시설이 입지함.
- 가로수로 이팝나무가 식재되어 있으며 제방사면은 조경석으로 마감되어 있음.

- 고수부지는 폭이 좁아 우안은 보도로 이용되고 좌안은 복단면으로 조성됨.
- 저수로 호안은 주로 갯버들과 달뿌리풀이 식재되어 있으며 저수로에 노랑꽃창포가 식재되어 있음.
- 저수로는 벤토나이트로 방수 처리되어 지하수 유입을 차단하고 있음.
- 여울이 조성되어 있으나 유속이 빨라 어류의 회유에 지장을 주고 있음.
- 장통교와 삼일교 사이에 조성된 맨돌여울은 잔자갈과 모래가 고르게 분포함.

○ 새벽다리~황학교

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

○ 황학교~신답철교

- 제내지는 도심지로 업무시설과 상업지역, 주거지가 고르게 입지함.
- 이팝나무가 가로수로 식재되어 있으며 제방사면은 조경석과 옹벽으로 마감됨.

- 고수부지는 대부분 보도로 이용되고 좌안은 부분적으로 식생군락이 분포함.
- 고수부지 식재종으로 능수버들 등 교목과 물억새 등 정수식물이 식재되어 있음.
- 저수로 호안은 주로 버드나무류와 물억새 달뿌리풀이 식재되어 있으며 저수로에는 줄, 부들과 함께 여뀌 등 이입종이 분포함.
- 좌안으로 성북천과 정릉천이 유입되며 곡류구간으로 하상미지형 형성이 활발함.
- 저수로는 모래와 잔자갈로 이루어져 있으며 하상분급이 활발하여 어류서식에 유리함.
- 저수로내에 수제와 거석을 설치하여 상류에 비해 유속이 느림.

○ 신답철교~중랑천 합류부

- 제내지는 좌안으로 지하철차량기지가, 우안으로 한양대학교가 위치함.
- 제방상단에 좌안으로 은행나무가, 우안으로 아까시나무가 식재되어 있음.
- 미복개구간으로 고수부지가 넓게 조성되어 있고 우안에는 체육시설과 고속화도로가 있음.
- 좌안 고수부지에 물억새가 넓게 분포하며 우안은 혼생초지이나 고속화도로 하부는 생육이 불량함.
- 저수로 호안은 정수식물로 식재되어 있으나 여뀌 등 이입종의 분포가 늘어나고 있음.
- 저수로는 주로 모래와 잔자갈로 이루어져 있으며 하류부 낙차공으로 정체수역이 형성되어 유속이 느리고 수심이 깊음.
- 중랑천 합류부에 조성된 하중도는 백로류의 서식처로 이용되고 있음.

○ 청계천 합류부~한강 합류부(중랑천 하류)

- 제내지는 좌안으로 고속화도로와 서울숲이, 우안은 한양대학교와, 성수교 하류부터는 산림지가 있음.
- 좌안은 고속화도로로 인해 고수부지가 형성되어 있지 않으며 우안은 정수식물과 혼생초지, 교목이 고르게 분포함.
- 저수로 호안은 갯버들, 갈대 등 정수식물과 함께 환삼덩굴 등 이입종이 혼생하고 있음.
- 저수로는 주로 모래와 잔자갈로 이루어져 있고 자연적으로 형성된 여울이 분포하며 수심이 낮아 백로류의 서식에 유리함.
- 하류부 인도교 하부에 설치된 보는 어류의 회류를 차단하고 있음.

3) 생태계¹⁾

○ 식생

- 청계천의 식물상은 총 203종으로 정수식물 11종, 습생식물 27종, 육상식물 165종이 분포해 있는 것으로 조사됨.
- 환경부 지정 생태계 위해식물인 단풍잎돼지풀, 돼지풀, 서양등골나물을 포함한 외래식물이 39종으로 조사됨.
- 청계광장에서 황학교에 이르는 구간은 고수부지의 발달이 미약하여 식생구조가 단절되어 있음.

1) 서울시정개발연구원, 2005, 「청계천·서울숲 조성에 따른 미기후 및 생태변화조사연구」.

- 하류지역은 넓은 고수부지가 확보되어 식재 종 이외에 다양한 식물이 유입되고 있음.

○ 조류

- 청계천에서 관찰된 조류는 총 23종임.

- 고산자교~중랑천 합류부에 가장 많은 종이 분포하였으며 고방오리가 가장 높은 우점을 보임.

- 천연기념물인 황조롱이가 고산자교~중랑천 합류부에서 관찰됨.

○ 어류

- 청계천에 관찰된 어류는 총 14종임.

- 피라미가 가장 높은 우점을 보이며, 중랑천 합류부에 외래종인 큰입우렁이 출현함.

4) 종합분석 및 평가

	현 황	분석·평가		적용 방안
		문제점	잠재력	
수리 · 수문	·유역면적 : 50.96km ² ·유로연장 : 10.92km ·하천연장 : 8.12km ·하상경사 : 1/136 ~ 1/746	·지천 건천화 및 낙차공으로 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 수질이 어류이동에 장벽	·정수식물 군락의 수질 개선	·정수식물 군락을 이용한 식생 여과대 조성
지 형	·곡류사주 및 합류 사주 등 미지형 형성	·하천제방의 직강화 ·상류부 고수부지 형성 미약 ·지천의 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 출현 비율 높음	·습지식물의 이입으로 하천 식생의 안정화	·육상식물에 대한 체계적, 지속적 관리
식 생	·제방상단 : 도입식재종 ·고수부지 : 건조지성 식물군락 분포 ·저수로 : 정수식물 군락이 분포하나 육상식물 분포면적 증대	·식생구조의 단조로움 ·상류지역 인위적 교란 및 하류지역의 육상식물 분포 증가	·정수식물군락 분포로 하천 건천화 방지 ·야생 동물의 서식처 제공	·정수식물 군락 조성 ·귀화 및 외래 식물 제거
조 류	·23종 ·황조롱이 확인 ·우점종 : 고평오리 ·하류부 종다양성 높음	·상류부 탐방객에 인한 조류서식 및 번식 장애 ·먹이자원 부족	·미지형 발달로 서식처 확보 ·소형 조류 유입으로 상위포식자 유입가능	·번식기 출입제한
어 류	·5과 14종 ·우점종 : 피라미 갈겨니, 붕어 등 ·외래종 : 베스	·고유화 빈도가 낮음 ·지천의 낙차공 및 하류부 어도기능 미비로 어류 이동로 차단 ·어류서식처 부족	·하천환경의 지표종 ·어류 서식처 및 이동로 조성시 다양한 어종 서식 가능	·우회수로 조성 ·어도기능 개선 ·저수로 식생호안 조성 ·연속된 여울과 소 조성 ·위해어종 관리

3. 청계천 생태통로기능 향상 방안

○ 생태통로로서 청계천의 기능

- 서식처(Habitat) : 다양한 생물종이 하천통로 내에서 생활하는 데 요구되는 공간, 먹이, 물, 은신처를 제공함.
- 이동로(Conduit) : 연속된 하천통로를 따라 각종 물질, 에너지 그리고 생명체들이 이동, 운반됨.
- 여과대(Filter) : 하천통로를 따라 이동하는 물질, 에너지, 생명체를 선택적으로 여과함으로써 오염물질을 저감시킴.
- 수용처(Sink) : 하천통로내에 유입되는 물질의 양이 수용능력에 미달할 경우, 하천통로는 수용처 역할을 함.
- 공급원(Source) : 하천통로내에 유입되는 물질의 양이 수용능력을 초과할 경우, 하천통로는 공급원 역할을 함.
- 장애물(Barrier) : 하천통로는 물의 흐름과 수변역이 존재함으로써 인접 토지이용과 구분되고 횡단방향의 흐름과 이동을 차단시키는 장애물로 작용함.

○ 청계천의 생태통로기능 향상 방안

- 수제설치: 유속의 감소와 유수의 흐름을 변형시켜 저수호안의 침식을 방지하고, 토사의 퇴적을 유발하여 수생생물의 서식처를 제공함.
- 저수로 식생호안 조성: 호안법선은 적절한 사행을 유도하며 어류서식을 위한 다공질 공간을 확보하여 정수식물의 발생이 용이한 환경기반을 조성함.
- 연속된 여울과 소의 조성: 어류의 이동습성을 파악하여 조성하며 기존 낙차공을 개량함으로써 생태계, 유지유량, 하천연속성 등을 확보함.

- 하상미지형 보전: 자연적으로 형성된 하상미지형을 보전함으로써 하천생물의 서식 기반을 확보함.
- 정수식물군락 조성: 하천 하류역의 식생구조를 고려하여 조성함으로써 야생 동·식물의 서식처를 제공하고 종다양성을 확보함.
- 천변습지 조성: 하천변 습지생태계의 복원으로 하천의 생물다양성 증진, 수질정화 및 환경교육에 기여함.
- 자연형 우회수로 조성: 우회수로는 사행하는 것을 기본으로 천변습지와 연계하며 어울과 소의 조성 및 수로변 수생식물을 식재하여 어류의 이동로 및 서식처를 제공함.
- 식생여과대 조성: 강우시 하천으로 유입된 유출수가 식생여과대를 통과할 때 유출 속도가 감소되고 여과, 흡착, 침전을 통해 오염물질이 제거됨.
- 어도설치: 청계천에 서식하는 어류의 특성에 따라 적절한 어도의 형태를 선정하고 회유성 어류의 이동로를 확보하여 하천생태계의 연속성과 어류의 다양성을 확보함.
- 생태계 위해 동·식물 관리: 외래 동·식물은 생물다양성의 감소와 생태계의 교란 등 하천 생태계에 부정적 영향이 큼. 외래 동·식물 제거, 위해성 홍보, 천적에 의한 관리 등이 이루어져야 함.

4. 정책제언

○ 복개하천 및 성북천, 정릉천의 자연형 하천정비

- 백운동천, 중학천, 흥덕동천, 남산동천, 월곡천은 복개되어 하천의 기능을 상실하였고, 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 생태통로로 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 보전함.
- 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 진입을 통제하고, 생태해설판을 설치하여 청계천을 찾는 시민에 대한 환경교육을 강화함.

조항문 | 서울시정개발연구원 연구위원
02-2149-1158
chohm@sdi.re.kr