

서울시 생태네트워크를 되살리기 위한 정릉천의 물환경 개선방안

- 정릉천의 물환경 개선의 필요성
- 정릉천의 하천환경 특성
- 정릉천의 수리·수문 특성
- 유지용수확보 방안
- 물환경 개선방안

정릉천의 물환경 개선의 필요성

- 생태네트워크 형성 필요
 - 정릉천은 청계천과 더불어 산림(북한산)과 도심(청계천 구간) 그리고 한강을 연결하는 생태네트워크 형성의 중심임.
 - 정릉천의 건천화는 북한산 - 정릉천 - 청계천 - 중랑천 - 한강에 이르는 생태네트워크의 형성에 있어 장애요인으로 작용하고 있음.
- 친수공간으로써의 이용욕구 증가
 - 청계천의 복원과 더불어 주요지천도 함께 살려야 한다는 요구가 많음.
 - 도심에서 자연을 즐길 수 있는 공간의 수요가 증가하고 있음.
 - 주거지를 통과하는 정릉천이 정서함양공간으로써의 잠재성은 높으나 오히려 건천화로 인해 도시 경관을 황량하게 하고 있음.
- 정릉천 복원시 건천화 대책 필요
 - 정릉천의 물환경 개선은 정릉천 복원사업 성공의 열쇠임.
 - 상류구간은 항상 물이 흐르고 있으나, 배밭골천 합류까지 내려가는 동안 소량이지만 오염물질 유입과 부착성 조류 증식 등으로 체감오염도가 증가하고 있음.
 - 배밭골천 합류지점 하류 구간에서는 건천화가 빈발하고 있어 유지용수확보가 시급한 실정이며, 하천수가 바닥으로 침투되어 목표 유량 보다 더 많은 양의 물을 공급하여야 함.

정릉천의 하천환경 특성

○ 하천 및 유역특성

- 정릉천은 청계천과 중랑천을 통해 한강에 유입되며, 유역면적은 19.32km², 유로연장은 10.85km임.
- 하상경사는 하류지역은 1/323 가량으로 완만하나 상류지역은 1/11로 급경사를 이루는 등 구간에 따라 큰 차이를 나타냄.
- 정릉천 본류는 북한산입구(139m), 솔샘사거리 구간(96m) 그리고 정릉시장~월암교 구간(2,902m) 등 3개 구간에 걸쳐 3,137m가 복개되었음.
- 상류구간의 하상은 주로 암반으로 구성되었으며 유량은 적으나 항상 물이 흐르고 있음.
- 월암교~종월교 구간의 하상은 자갈과 모래로 구성되어 있으며 평상시 유량이 적어 하상이 노출되거나 건천화가 빈발하며 부착성 조류 등의 서식으로 체감 오염도가 높음.
- 제기2교 하류구간은 지하철역사에서 지하수를 공급하여 항상 물이 흐르지만 수심이 얇고, 일부구간에서는 하상이 노출되며 조류 등의 서식으로 체감 오염도가 높음.

○ 생물서식환경

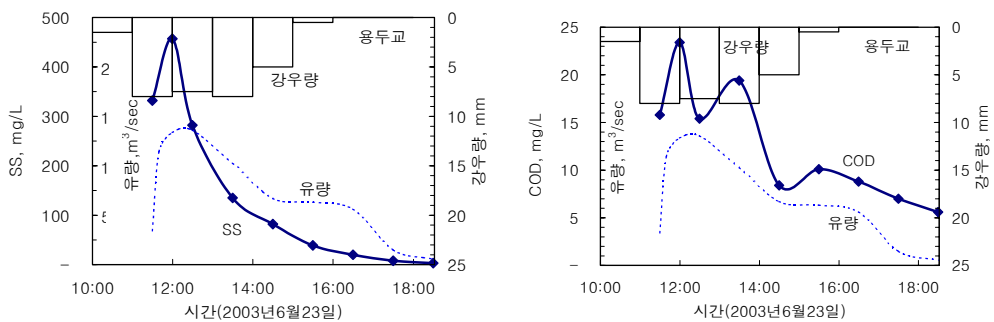
- 농촌하천인 복하천(남한강의 제1지류인)과 비교할 때 토양오염도가 큰 차이는 없으나 인의 함량은 약 5배로 높게 나타남. 하수 등에 의한 오염에 기인된 것으로 추정됨.
- 상류구간은 바닥이 암반으로 구성되었고 고수부지가 없어 식생형성에 불리한 여건임. 비록 북한산 계곡에서 맑은 물이 공급되고 있어 청정수역의 물고기가 서식할 수 있는 기반이 형성되었으나, 낙차공 등으로 인하여 물고기의 이동이 차단되어 있어 물고기의 산란과 생장에 불리한 여건임.
- 월암교~제기2교 구간은 건천화가 빈발하여 수중생물 서식에 부적절한 조건이며, 고수부지 사면은 콘크리트로 포장되었고 토양이 자갈이나 모래 등으로 구성되어 있어 식물생장에 불리한 여건임.
- 제기2교 하류구간은 지하철 역사에서 배출되는 지하수가 공급되어 물이 연속적으로 흐르고 교각 주변에 형성된 작은 여울에 물고기가 서식하기도 하지만 수심이 얇고 호안이 단조로우며 수생식물이 빈약하여 물고기 서식에 불리한 조건임. 낙차공에 의한 단절 또한 물고기 이동을 방해하는 요소임.

○ 식물상

- 용두인도교지점에서 46종, 성원아파트지점에서 22종, 2지점에서 총 56종 발견됨.
- 콘크리트 호안 등 습생식물 서식에 불리한 여건으로 80%이상이 육상식물로 구성되었음.

○ 수질특성

- 1992년 이래 수질이 개선되어 현재는 2급수에相当하는 수질을 유지하고 있으나, 부착성 조류의 성장과 부패 등으로 육안으로 느끼는 오염도는 높은 편임.
- 월암교~제기2교 구간은 건천화가 빈발하며, 특히 월암교 부근은 오염물질이 퇴적되어 하천 바닥이 어두운 색을 띠고 있음.
- 강우시(강우량이 30.5mm) 수질 특성은 유량의 증가와 함께 오염도가 증가하는 현상을 보이고 있음. 특히, 상류지역의 부유물질농도(SS)는 유량과 비례하는 경향을 나타내는 데 이는 상류지역이 하류지역에 비해 포장면적이 상대적으로 낮아 토양침식 등에 의한 토사유입이 많기 때문인 것으로 추정됨. 강우 종료 후 수 시간 이내에 기저유량을 회복하며 SS는 5mg/L 이하로 낮아져 맑은 상태를 유지함([그림 1] 참조).
- 하류구간은 대장균수(11,000MPN/100mL)도 상류구간(230MPN/100mL)에 비해 현저히 높으며, 분원성대장균수도 현저히 높음. 또한 대장균군에 있어서 분원성대장균의 비율도 상류구간 39%에 비해 하류구간에서는 64%로 높게 나타남으로써 생활하수의 일부가 하천으로 유입되는 것으로 추정됨.



[그림 1] 강우시 용두교 지점의 수질 특성

○ 정릉천 수환경의 문제점

- 유지용수 부족으로 물흐름의 시간적 연속성 결여

- 지형적 여건과 낙차공 등으로 물흐름의 공간적 연속성 결여
- 물고기서식환경은 물론이고 식물서식환경도 열악
- 건천화로 인하여 도시경관을 황량하게 함

정릉천의 수리·수문 특성

○ 강우특성

- 최근 30년간(1973년~2002년) 서울시 강우 자료를 이용하여, 과거 10년(1973~1982년)과 최근 10년(1993~2002년) 강수량을 비교해 보면 연간강수량은 310.6mm 증가하였고 봄 강수량인 4월의 강수량이 약 40mm 줄고 9월의 강수량이 약 20mm 증가하였음.
- 강수량은 홍수기에 73%, 비홍수기에 27%를 기록하였음.
- 비홍수기에는 무강수일수가 185일(77%), 강수량 10mm 이하인 날이 232일(96%)로 나타나, 홍수기에 비해 강수량뿐만 아니라 강수일수도 매우 적어 비홍수기에는 하천 유량확보가 어려운 것으로 나타남.

○ 비홍수기 정릉천 유량

- 비가 오지 않으면 유량과 유량변화도 적음. 강우종료 후 수 시간 이내에 기저유량에 근접.
- 상류에서는 계곡수 및 지하수 유출, 하류에서 길음역과 고려대역 등에서 배출되는 지하수 때문에 완전히 건천화되지는 않았음.
- 복개시점인 중하류 종암사거리 월암교부터 하류쪽으로는 하상재료가 큰 자갈로 이루어져 침투율이 높고, 강우가 없거나 소량 강우에는 물이 흐르지 않음.
- 비가 오지 않으면 평균 유량은 용두인도교 지점 0.0972m³/sec (8,400m³/day), 산장아파트 앞 0.010m³/sec (860m³/day), 성원아파트 지점에서는 0.0065m³/sec (560m³/day)로 매우 적음(<표 1> 참조).

<표 1> 비홍수기 무 강우시 유량분포(m³/sec)

위 치	최 소	최 대	평 균	1/4분위수	중간값	3/4분위수
용두인도교	0.035	0.181	0.0972	0.055	0.083	0.140
성원아파트	0.0051	0.0182	0.0065	0.0053	0.0055	0.0057

유지용수 확보 방안

○ 유지유량 공급시 고려사항

- 하천유지유량 공급시 서식하는 생물종의 생태적 특성을 고려하여야 함.
- 수온이나 수질의 급격한 변화는 하천에 서식하는 생물에게 스트레스를 유발하므로 해당분야 전문가에 의한 검토가 필요함.
- 갈수기에도 안정적으로 물을 공급할 수 있는 수자원이어야 함.
- 정릉천 중·하류의 경우 수심 0.3m, 유속 0.3m/sec, 유로폭을 10m로 하더라도 1일 약 8만^{m³}의 유지용수를 필요로 하는 바, 유역 내에서 유지유량을 확보하기는 어려운 실정임.
- 상류구간의 평상시 평균유량은 약 860^{m³}/일이지만, 장기간 비가 오지 않으면 이에 훨씬 못 미칠 것으로 예상되며, 현재의 하상조건 등을 감안하면 유량과 수심이 부족한 실정이므로, 1일 약 1,000^{m³}이상을 추가로 공급하는 것이 바람직함.

○ 하수처리수 이용

- 유역내에서 발생된 하수를 고도처리하여 하천 유지용수로 활용할 경우 풍부한 양의 수자원을 안정적으로 확보할 수 있으나, 시설설치를 위하여 주민과의 합의도출이 어려우므로 장기적인 검토가 필요함.
- 상류구간에는 북한산 계곡으로부터 맑은 물이 공급되고 있어 하수처리수를 공급할 경우 수질뿐만 아니라 수온변화 등에 따른 생태계에 미치는 영향이 클 것으로 예상되므로 상류구간의 유지용수로 활용하는 것은 부적절함.
- 장기적인 관점에서 하수처리수를 활용코자 할 경우 배밭골천 합류지점 부근에 소규모하수처리시설을 설치하여 하류구간에 공급하는 것이 바람직함

○ 빗물활용

- 빗물을 하천 유지유량으로 활용하려면 강우시 빗물저장을 위한 대규모의 저류시설을 필요로 함. 특히, 상류유역은 오염되지 않은 계곡수가 흐르는 구간으로 생태적 특성을 고려하여 오염되지 않은 맑은 물을 공급하여야 하기 때문에 운동장 등에 내린 빗물을 하수관거를 통하지 않고 현지에서 집수하여 저류하여야 하므로 집수면적이 제한됨. 예로써 연 강수량(약 1,332mm)의 30%를 저류하여 기존의 유량에 1일 500^{m³}의 하천유지용수를 200일간 추가로 공급하려면 운동장 면적이 1ha인 학교 25개에 이르는 규모의 집수면적이 필요하

며 강우량이 여름철에 집중 되는 현상을 고려하면 빗물저류하여 하천 유지용수로 활용하기는 어려움.

- 하수관거를 통해 저류된 빗물을 하천 유지용수로 활용코자 할 경우 대규모 저류 공간뿐만 아니라 수처리 시설을 필요로 하므로 이용에 있어서 어려움이 따름.
- 지하수 함양에 의한 하천수 유량증진은 상류구간에 적용이 곤란하며, 하류구간에 있어서도 지하철 터널 등을 통해 배출되기 때문에 하천유지용수 확보수단으로서는 적절치 못함.
- 빗물저류나 지하수함양 등에 의한 하천 유량 증진방안은 하천유지유량 확보보다는 치수계획 차원에서 추진되어야 할 사업임.

○ 지하수 이용

- 지하수는 개발보다는 보전대상임을 전제로 활용하여야 함.
- 지하수는 개발보다는 고갈 방지를 위해 노력하여야 함.
- 지하철 역사에서 배출되는 지하수는 수질이 양호하고 수온은 12~17℃를 유지함으로써, 상류구간에 공급할 경우 여름철 이상 고온에 따른 조류이상증식과 용존산소 부족현상을 완화시킬 수 있어 청정수역에 서식하는 물고기의 서식환경을 조성하는 데 유리할 것으로 기대됨.

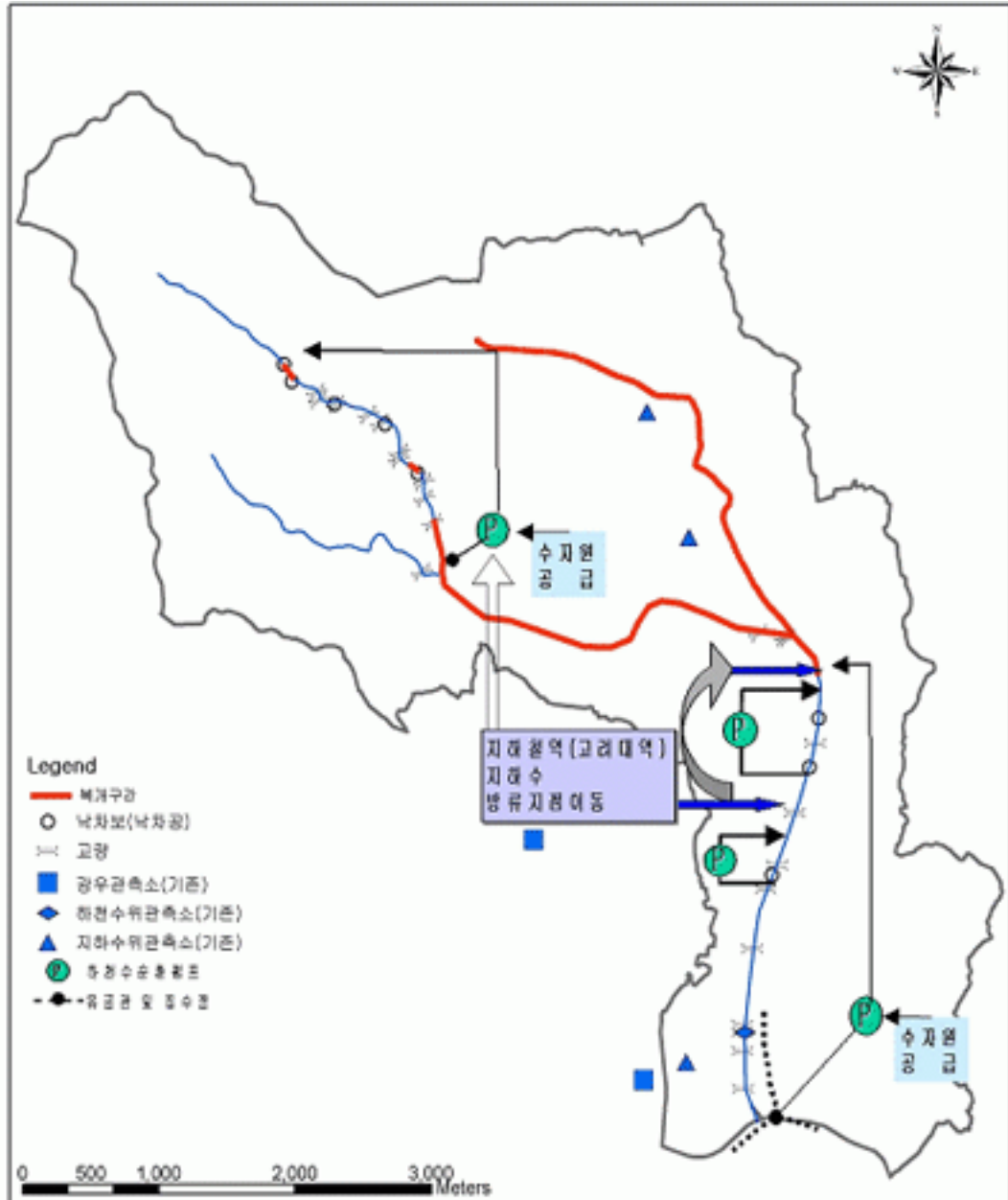
○ 외부수자원 이용

- 한강이나 중랑천 등으로부터 수자원을 활용할 수 있으나, 수질오염도와 온도 등을 고려할 때, 오염되지 않은 맑은 물이 흐르는 상류구간에는 2가지 수자원 모두 적절하지 않음.
- 하류구간에는 한강이나 중랑천 등의 하천수 이용을 고려할 수 있으나, 중랑천의 수질은 5등급 수질기준을 충족시키지 못하며, 한강물의 경우 수질은 양호하지만 물 값이 1m³당 316원으로 비싸기 때문에 정릉천 중·하류구간의 유지용수로 활용하기 어려움.
- 청계천 복원 후의 청계천의 물을 정릉천 중·하류구간의 유지용수로 활용할 수 있음.
- 정릉천과 청계천 합류지점에서 강둑여과방식으로 취수할 경우 수질이 양호하고 이송거리가 짧아 다른 지역에서 취수하는 것 보다 운송비도 적게 소요됨([그림 2] 참조).

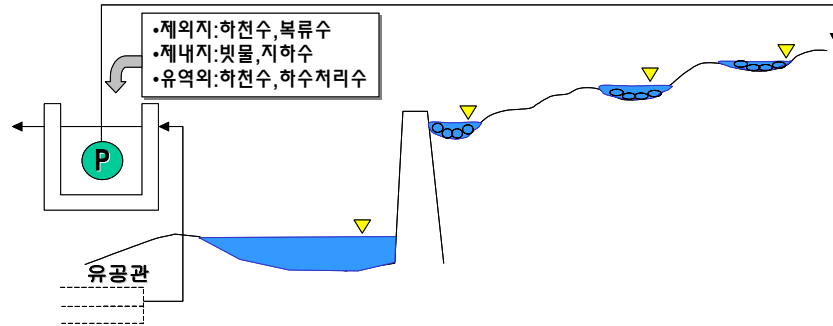
○ 하천수의 순환

- 동일한 양의 수자원이라 하더라도 하류에서 취수하여 상류로 순환시키면 유량증진 효과를 얻을 수 있음([그림 2] 및 [그림 3] 참조).

- 지하침투나 증발 등에 의해 손실이 발생되며, 여름철에는 수온이 높아지고 일부 오염물질은 농축될 가능성이 있으므로 외부수자원 공급은 필수임
- 고수부지 지하, 하천 주변의 학교운동장 등 공공시설의 부지에 저류조를 설치하여 하천수 재순환을 원활히 할 수 있도록 하며, 빗물, 지하수, 기타 수자원을 공급하여 손실을 보충하여야 함.



[그림 2] 정릉천 유량확보 방안



[그림 3] 하천수 순환에 의한 유량증진 방안

물환경 개선방안

- 정릉천의 유지용수 확보 및 유량증진
 - 양질의 수자원을 확보하여 정릉천의 건천화를 방지하여야 함.
 - 고려대역 등 지하철 역사에서 배출되는 지하수 방류지점을 중류(월암교) 및 상류(북한산국립공원입구)지점으로 이동시킴([그림 2] 참조).
 - 상류구간과 하류구간으로 구분하여 정릉천의 하천수를 재순환하여 유량을 증가시킴.
 - 청계천 합류지점에서 강둑여과방식으로 취수하여 정릉천 중·하류에 공급함.
 - 장기적으로는 소규모하수처리장 설치, 빗물저류 시스템, 투수성 포장 및 지하수 함양시스템 등 유역내 물순환 시스템 구축을 통해 하천의 유량증진 및 치수안전을 높임.

- 물흐름의 연속성 확보
 - 물흐름의 시간적 연속성뿐만 아니라 물고기가 이동할 수 있도록 공간적 연속성도 확보함.
 - 물흐름의 시간적 연속성을 확보하려면 갈수기에 최소한의 유지용수가 지속적으로 흐를 수 있도록 생명수로 도입하는 등 하천구조 개선([그림 4] 참조)이 필요함.
 - 물흐름의 공간적 연속성을 확보하기 위하여, 낙차공 및 낙차보에 어도설치 및 하천수 순환에 의한 유량증진 시스템을 도입함([그림 3] 및 [그림 5] 참조).

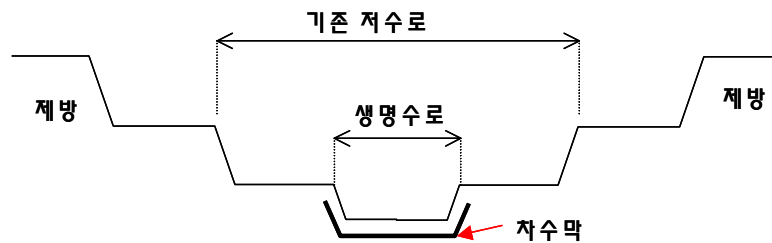
- 지하수 보호 및 무단방류 규제
 - 지하수함양과 보전은 지하수의 활용뿐만 아니라 치수목적에도 부합되는 훌륭한 수단임.
 - 침투시설 설치 가능 면적, 빗물침투시설에 의한 침투유량 저감효과, 지하수 함양 효과, 지

하수 함양에 따른 하천 유량 증진 효과 등을 평가하기 위한 조사연구가 필요함.

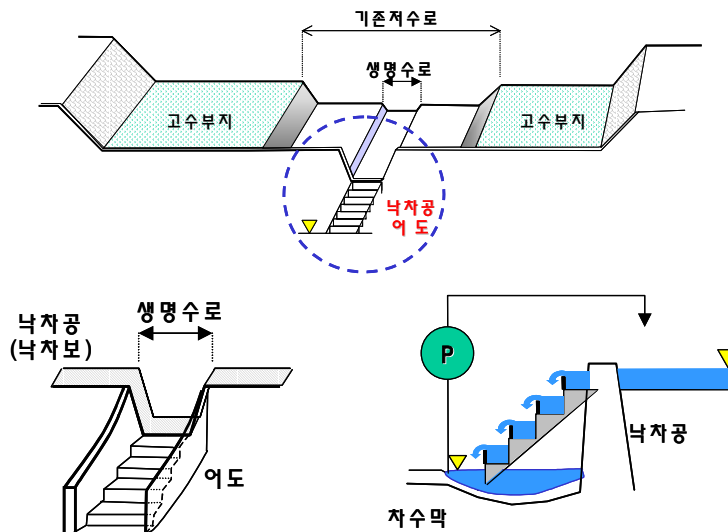
- 무단으로 배출하는 지하수에 대해 하수도요금을 부과하여 무단방류를 억제하여야 함.

○ 서식처 조성

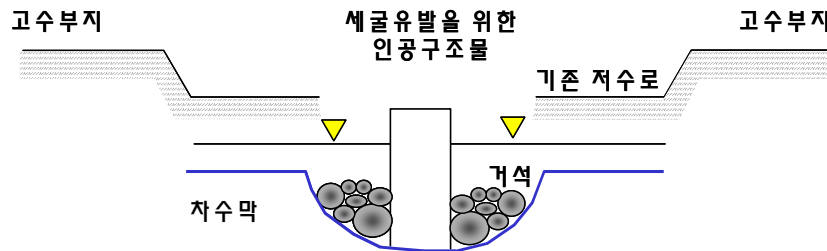
- 다양한 동식물이 서식할 수 있도록 식생호안 등 생물서식기반 조성
- 교각이나 구조물 주변에 세굴로 인해 형성되는 여울에 서식처 조성([그림 6] 참조)
- 청정수역에 서식하는 물고기를 위하여 지하철 역사에서 배출되는 지하수를 상류지역과 중·하류 지역으로 배분하여 방류



[그림 4] 정릉천의 하상구조 개선 모식도



[그림 5] 낙차공의 구조개선 모식도



[그림 6] 교각 주변의 세굴현상을 이용한 서식처 조성 예

- 수질오염 방지
 - 하수관거정비와 함께 차집관거를 주기적으로 준설하여 소량 강우시 하수유입 방지
 - 노면 배수의 오염물질 제거를 위한 기반시설 설치
- 유역내 물수지 분석 및 수문정보시스템 구축
 - 물과 관련하여 유역내 수자원의 효율적인 활용뿐만 아니라 도시의 열섬현상을 예측하고 대책을 마련하려면 물수지 분석과 같은 기초연구가 수행되어야 함.
 - 기상관측시설 확충: 기상관측시설을 상류 유역에 1개소 이상 추가로 설치함.
 - 하천수위관측소 확충 및 개선: 정릉시장 지점과 배밭골천 하류지점에 수위관측소를 설치하며, 기존의 수위관측시설은 비홍수기에도 수위를 측정할 수 있도록 개선함.
 - 수문정보 데이터베이스 구축: 현재 서울시 재해대책본부에 설치된 수문정보 시스템은 홍수자료의 수집기능 중심으로 운영되고 있음. 특히, 수집된 자료의 입출력 기능이 미흡하여 관계 전문가들이 활용하기 어려움. 따라서 수리·수문정보를 분석하여 제공해주는 기능과 원시 데이터를 전문가가 활용할 수 있도록 데이터베이스를 구축함.

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