

# 서울시 물순환정책 진단과 개선방안

김영란 진정규

Diagnosis and Improvement of Water-Cycle Policy in Seoul



서울연구원  
The Seoul Institute

## \ 연구책임

김영란

안전환경연구실 선임연구위원

## \ 연구진

진정규

안전환경연구실 연구원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서  
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

## 요약

# 유출저감형 시설공급 중심 빗물관리정책에서 생태환경 중심 지역물순환 회복정책으로 전환

## 빗물관리정책, 불투수면 증가·기후변화로 변형된 도시물순환 회복 목적

서울시는 지난 60년간 급격한 인구 집중과 도시화가 진행되었다. 인구급증과 도시용지 수요 증가로 도시지표면의 불투수율은 1962년 7.8%에서 2015년 48.9%가 되어 약 6.3배 증가하였다. 이에 따라 빗물침투량과 증발산량은 감소하고 유출량은 급격히 증가하여 도시의 물순환이 크게 변형되었다. 물순환의 악화는 기후변화로 가중되면서 도시에 건조화, 수질악화, 홍수 발생 등 여러 가지 환경문제를 가져왔다. 특히 2015년 서울시 평균기온이 1960년대에 비해 2.2℃ 상승함에 따라 여름철 열섬현상이 가중되고 폭염발생 빈도가 증가하는 등 도시의 쾌적성과 지속성이 점점 사라지고 있다.

서울시는 물순환회복을 위해 2004년 「물순환 기본계획」을 시작으로 지속적으로 정책을 추진하여 왔다. 2007년 「서울시 빗물관리시설 설치 기본계획」을 수립하여 처리가 필요한 빗물관리대책량을 설정하였으며, 2013년 보완계획을 수립하여 도시기반시설용지와 개발용지에 빗물분담량을 부과할 수 있는 기틀을 마련하였다. 또한 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」을 통해 빗물의 유출을 저감하고 빗물을 이용하기 위한 42개 정책사업을 추진하였다.

## ‘유출량 감소’ 초점둔 빗물시설 공급에 치중해 물순환 회복 효과 미흡

서울시의 물순환정책은, 중앙정부의 관련 법률·시책·기준이 마련되지 않은 상황에서 서울시가 앞서 도시의 기후변화와 물순환평가를 토대로 불투수율 증가로 변화된 침투·증발산·유출량을 개발 이전의 자연상태로 회복하기 위하여 추진해 온 정책이다.

그러나 물순환정책은 빗물유출량 저감에 초점을 맞춘 빗물관리정책으로 빗물분담량을 처리하

는 빗물관리시설의 설치에 치중함으로써, 침투량과 증발산량을 증가시키고 도시의 생태성을 회복시키는 또 다른 중요한 물순환 기능이 반영되지 못하여 왔다.

또한 빗물관리정책의 목표로 제시된 빗물분담량은 지역의 개발 및 배수조건, 경사도, 토지이용 상황, 공간특성 등 지역상황을 반영하지 못하고 도시재정비 및 건축물에 일률적으로 부과되어 실효성이 낮아 물순환회복 효과가 나타나지 못하고 있다.

## 공공부문 빗물분담량 달성을 저조·추진 쉬운 특정사업에 편중도 문제

서울시는 빗물관리의 단기목표를 연평균 강수량의 40%(620mm)에 해당하는 표면유출고를 저감하는 것으로 설정하고, 이를 위해 빗물분담량을 2015년까지 3만 $\text{m}^3/\text{h}$ 를 부과하는 것으로 계획하였다. 공공부문에서는 빗물분담량 0.9만 $\text{m}^3/\text{h}$  부과를 계획하였으나 달성률은 46%로 총 빗물분담량의 11%에 그쳐, 빗물관리정책의 적절성에 대해 검토가 필요하게 되었다.

더욱이 구조적 사업은 빗물분담량의 72%가 ‘투수성 포장’ 시설 보급에 소요되어 자치구에서 실행하기 쉬운 사업 중심으로 추진되었다. ‘침투형 저류조’ 보급 사업에 당초 계획한 사업예산의 48배를 집행하는 등 계획과 다르게 공공부문 사업이 추진되어 왔다. 또한 비구조적 사업 중 인센티브 관련 사업의 57%는 서울시가 자체적으로 수행하기 어려워 추진이 보류되었다.



[그림 1] 시설별로 부과된 빗물분담량 및 예산 투입 현황

## 선진국, 지역 물리·환경 여건 반영, 도시지속성 향상 가능한 정책 추진

해외 도시의 물순환정책은 빗물관리를 넘어 도시의 환경 여건 개선, 도시 지속성 향상 등 종합적인 목표를 설정하고 있다는 점과 지역의 물리·환경·사회·경제 등 전반적인 여건을 반영할 수 있는 기준을 마련하고 있다는 점에서 서울시의 정책과 차이점이 있다.

미국은 주정부 차원의 물순환회복 정책을 주마다 지역환경에 맞게 추진하고 있다. 뉴욕은 물순환회복을 위해 저영향개발(LID: Low Impact Development)과 그린인프라(GI: Green Infrastructure) 확충에 주력하는 한편, 기존의 배수·하수 기반시설의 용량을 함께 증대시켜 효율적인 물순환회복 체계를 구축하고 있다. 켄터키는 그린인프라 확충을 위해 토지이용계획과 연계하여 다양한 용도지역·지구를 설정하는 특징이 있다.

독일은 지방정부 주도하에 지역 여건에 부합하는 개별적인 정책을 수립·추진하고 있다. 독일 10개 주정부에서 공통적으로 개발구획평가(IPAs: Individual Parcel Assessments)를 실시해 개발지의 물리·환경적 여건을 평가하고, 그 결과를 구역의 토지이용계획 및 물순환정책에 통합적으로 적용해 세금을 부과하고 빗물관리시설 설치비용을 지원하는 기준으로 활용하고 있는 등 다양한 구조·비구조적 대책을 마련하고 있다.

영국은 국가 주도적인 물순환정책을 펼치고 있다. 지속가능한 배수체계(Sustainable Urban Drainage Systems, SuDS)를 구축해 도시지속성을 향상하는 것이 물순환정책의 주요 목적이다. 물순환정책의 주요 내용을 보면 개발 이전의 물순환 상태를 유지·회복하기 위해 우수배출 방법, 오염원 처리 방식을 국가가 정한 기준과 지침에 의해 수행해야 하고, 빗물관리시설의 설치 시 시설의 종류별로 설치 우선순위를 구체적으로 규정하고 있다.

일본은 건전한 물순환회복을 위하여 물환경과 관련한 다양한 법체계를 일원화하여 종합계획을 수립하고 있고, 기후변화에 대응할 수 있는 물순환회복 목표를 가지고 있다. 또한 물순환회복을 위해 반영해야 할 지표를 설정하고 지표별 계획목표량을 정량화하고 있는 부분이 서울시와 차이가 있다.

[표 1] 해외 물순환정책의 주요내용 및 특징

구분	해외 정책의 주요내용	특징
미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>토지이용계획을 통한 조절지 확충 노력</li> <li>구체적인 사업절차와 단계를 지리정보화</li> <li>시설의 효율성을 검토하여 저비용 고효율 정책 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 효율성 강조</li> <li>✓ 토지이용규제</li> </ul>
독일	<ul style="list-style-type: none"> <li>우수세, 개발구획평가 등 비구조적 대책 마련</li> <li>빗물은 발생지역에서 처리하고 하수관망과 연결 금지</li> <li>빗물관리·이용 및 기후변화 대응 관련 정책목표 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 정책의 다기능성</li> <li>✓ 토지이용 규제</li> <li>✓ 비구조적 대책 마련</li> </ul>
영국	<ul style="list-style-type: none"> <li>빗물배수부담금 부과</li> <li>개발 이전 물순환 상태 유지 위해 지속가능한 배수체계 도입</li> <li>빗물관리 위한 국가기준 시스템 구축</li> <li>하수시설 부하저감, 수질오염 완화 관련 정책목표 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 정책의 다기능성</li> <li>✓ 토지이용 규제</li> <li>✓ 비구조적 대책 마련</li> <li>✓ 국가 차원의 지침 수립</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>이수·치수·수질·빗물관리 등 물순환 관련 계획 통합</li> <li>도시 전 지역을 정책대상에 포함</li> <li>물순환정책을 통해 달성해야 할 목표를 정량적으로 수립</li> <li>기후변화 대응 관련 정책목표 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 정책의 다기능성</li> <li>✓ 정책대상 확대</li> <li>✓ 목표달성 수단의 정확성</li> </ul>

## 물순환정책 강화·안정적인 실행장치 마련으로 정책실효성 확보할 필요

물순환정책과 관련한 81개 연구를 분석하여 도출한 140개 정책 개선 의견은 서울시의 물순환 정책을 계획 측면과 시설 측면에서 강화할 수 있는 대안으로 적용할 수 있다. 계획 측면으로는 빗물관리로 국한된 물순환정책의 목표와 역할을 도시환경이 개선될 수 있도록 확대하고, 관련한 계획과의 연계를 통해 정책수행의 지속성을 마련하는 것이다. 또한 목표달성을 위한 합리적인 정책수단을 마련할 필요가 있으며, 빗물분담량을 지역적 빗물분담량으로 개선하여 지역의 물리·환경·입지 여건을 고려할 수 있어야 한다. 그밖에 시민의 자발적인 참여증진 방안 마련과 다양한 이해당사자가 의사결정에 참여할 수 있는 장치를 마련하는 것이다.

시설 측면에 대해서는 지역 여건에 부합하면서 빗물관리·생태적 기능성 발휘가 양호한 시설을 분산 배치할 수 있는 시설 설치 기준이 필요하며, 시설의 효과성 및 경제성 검증을 통해 설치 타당성을 확보하는 것이다. 또한 적절한 유지관리 방안과 정책의 타당성 및 효율성을 높이기 위한 모니터링 방안이 필요하다.

[표 2] 연구문헌에서 제시된 6대 개선사항 종합

개선사항		내용	정책 개선 의견 비중
정책적 접근	정책 목표 및 체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>방재기능을 넘어 도시의 쾌적성 및 지속성 목표 수립</li> <li>관련법·계획과 유기적 연계</li> </ul>	28%
	규제 수단	<ul style="list-style-type: none"> <li>도시 불투수면 관리 및 지역적 빗물분담량 설정</li> <li>경제적 규제는 장기고려 필요</li> </ul>	7%
	유인 수단	<ul style="list-style-type: none"> <li>타당성 높은 시설 설치에 재정 지원</li> <li>민간부담 완화 및 자발적 참여 위한 지원책 마련</li> </ul>	14%
	참여 주체	<ul style="list-style-type: none"> <li>주민의견 수렴 장치 및 교육·홍보 방안 마련</li> <li>연구성과를 교류·확산할 수 있는 시스템 마련</li> </ul>	6%
시설적 접근	기능성 보완	<ul style="list-style-type: none"> <li>타당성 높은 자연형시설 확대 보급</li> <li>지역여건, 기능성을 고려한 시설 분산배치</li> <li>오염원 저감·처리, 유출저감 기능 보완 필요</li> </ul>	32%
	지침 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역의 물리·환경·입지 여건 고려한 설치 기준 마련</li> <li>시설기능, 효율성이 최대화되는 최적 설치 기준 마련</li> <li>유지관리 최소화 및 효과성 모니터링 방안 구축</li> </ul>	13%

물순환회복 진단체계는 4개 부문, 22개 지표, 68개 평가요소로 구축

서울시 물순환정책을 종합적이고 정량적으로 평가하기 위해 기존 81개 연구에서 제시한 정책 개선 의견을 토대로 서울시 물순환 진단에 적합한 요소를 대상으로 하여, 정책 계획 수립 및 이행과 관련한 4개 부문 22개 지표, 68개 진단요소를 구축하였다. 이들 진단요소로 「서울시 빗물관리 기본계획」과 「서울시 건강한 물순환 도시조성 종합계획」의 사업내용을 지수화하였다.

[표 3] 서울시 물순환정책 진단 체계

평가분야	진단지표	세부지표	세부 진단요소
계획부문 목표	물환경 개선	물환경 개선 목표	침투, 저류, 증발산, 유출량, 오염원 처리, 배수
	도시환경 개선	도시환경 개선 목표	하수용량, 홍수, 사용성, 생태녹지, 경관성, 미기후
계획부문 요소	정책수단 마련	규제수단 활용	규제 관리, 유인 관리, 협력 관리, 빗물규제
		영역별 정책 수립	공공부문, 민간부문
	정책대상 설정	공간별 정책 수립	신규 개발지, 기성시가지
		물 관련 계획 연계	배수계획, 하수계획, 하천계획
	정책 간 연계성	공간 관련 계획 연계	도시기본계획, 도시관리계획, 교통계획, 공원녹지계획
		공공부문 역할	타 부서 연계, 교육, 지역환경 정보 활용
		시민참여 증대	홍보, 의사결정, 지원, 교육
		연구개발 증진	연구지원, 연구성과 확산, 타당성 분석
이행부문 적용	지역여건을 고려한 시설 적용	물리적 여건 고려	지형, 지질, 지하공간
		입지 여건 고려	인구, 토지이용, 건물밀도 및 면적, 녹지, 도로
		인프라 용량 고려	펌프장 토출량, 하수관거, 배수지 고려
		기후환경 고려	강수량, 기온
	시설 기능성을 고려한 시설 적용	빗물관리 기능 고려	침투, 저류, 증발산, 유출량, 오염원, 배수
		생태적 기능 고려	생태녹지공간 증대, 미기후 조절
		사회적 기능 고려	경관성, 사용성
		효과성 고려	검증된 시설 활용비용
		경제성 고려	검증된 시설 활용비용
		시설 간 연계된 설치지침	분산식, 집중식, 그린인프라, 기존 인프라
이행부문 지침	시설 적용 최적화	관리 지침	관리비용 산정 및 관리방법
		모니터링 방안 구축	효과 및 효율 모니터링

시설도입을 위한 지역의 물·환경·입지·기능성 등의 고려 여부를 진단한 ‘이행 고려 요소’ 부분의 지수값이 0.56으로 가장 높았다. 정책 수단·대상·연계성 등의 고려 여부를 진단한 ‘계획 요소’ 부분의 지수값은 0.55로 물순환정책 평가 종합지수값인 0.53보다 높았다. 반면, 계획의 방향성을 평가한 ‘계획 목적’ 부문과 시설의 설치·관리·모니터링의 구체적 기준 수립 여부를 진단한 ‘이행 지침’ 부문의 지수값이 평가 종합지수값보다 낮아 다소 미흡한 것으로 나타났다.



## 분리된 계획·사업 통합, 정책 목표·수단·연계성 확보 가능한 5개 방안

서울시 물순환정책은 「서울시 빗물관리 기본계획」이 지침 역할을 수행하고 있고, 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 정책의 수단적 역할을 수행하여 이분되어 있다. 정책목표 달성을 위해 공공·민간 분야의 계획을 수립하고 있다.

물순환정책은 계획 수립 시에 도시환경 개선, 물관리 및 도시계획과의 연계성, 기성시가지에 적용하는 공간별 계획 등이 반영되어야 한다. 시설은 다양한 물순환 회복 기능과 효과성이 입증된 시설이 설치되도록 한다. 그리고 시설 설치 시에는 지역의 미기후상태를 파악하고 적정성, 효과성, 경제성 및 상태를 모니터링할 수 있는 기준 및 지침이 마련되어야 한다.

서울시 물순환정책이 본래의 역할을 원활히 수행하기 위해 “통합 물순환회복 정책으로의 전환”, “생태환경 중심의 물순환회복 목표 수립”, “지역여건을 반영한 물순환회복 대책량 설정”, “물순환회복 사업의 연계성과 지속성 확보”, “다양한 기능과 효과성 있는 물순환회복 시설 적용”의 정책방향을 설정하고, 이에 부합할 수 있는 5대 개선방안을 제시한다.

### ① 서울시 물순환 관련 계획 통합하고 정책·사업 연계성 확보

기존에 이분되어 있는 「서울시 빗물관리 기본계획」과 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」을 「서울시 물순환회복 계획」으로 통합하고 정책과 사업의 연계성을 확보한다,

### ② 도시물순환 환경의 종합 관리가 가능하도록 정책목표 확대

도시 전반의 물순환회복 목표를 수립하도록 현재 빗물관리(유출저감, 빗물재이용)로 한정된 계획목표에 중수도·하수재이용수·유출지하수 등을 활용한 물재이용 강화, 물순환 기능을 갖춘 녹지·공원 공급을 통한 생태환경 조성, 불투수면 관리를 통한 도시지속성 확보 내용이 포함되도록 한다.

### ③ 빗물분담량 할당 등 지역여건 반영한 합리적 관리수단 적용

물순환회복 정책에 지역 토지·공간을 관리할 수 있는 수단을 적용하도록 기존에 활용되었던 인센티브 및 빗물관리시설의 설치 수단을 유지하면서 빗물분담량을 지역할당제로 전환하고 불투수면을 관리하기 위한 도시계획기법 수단을 적용하도록 한다.

## ④ 도시기본계획 등 도시관리 관련 계획들과 유기적인 연계

물순환회복 정책의 지속성을 확보하도록 도시기본계획 및 공원·교통계획 등 도시·공간계획 수립 시 불투수면의 설치를 제한하고 물순환을 회복할 수 있는 내용을 포함한다. 그리고 공공수역의 수질관리계획에 하천으로의 오염물 유입을 방지하는 물순환회복 계획이 연계되도록 한다.

## ⑤ 물순환회복 위한 시설설치·관리지침 마련으로 지속성 확보

서울시 물순환정책은 다양한 빗물관리 및 저영향개발·그린인프라 시설 도입을 추진하고 있으나 시설의 설치기준 및 관리·모니터링에 관한 지침을 가지고 있지 않다. 따라서 물순환회복을 위한 시설 설치지침은 다음 내용을 반영하여 수립한다.

첫째, 지역의 토지공간 정보를 종합적으로 검토하여 지역의 물리·기후·입지적 여건을 반영하여 시설이 설치될 수 있도록 지침을 구성한다.

- 물리적 여건: 지형(경사도), 지질(토양), 지하공간(지하수위) 등 고려
- 기후적 여건: 기온(폭염), 강수량 등 고려
- 입지적 여건: 인구, 토지이용, 건물(건물면적 및 밀도), 녹지, 도로(차도·보도), 배수시설 인프라 등 고려

둘째, 물순환 시설 및 기법이 수행할 수 있는 빗물관리·사회·환경적 기능성을 검토하여 해당 지역의 수요에 맞는 시설이 설치되도록 지침을 수립한다.

- 물순환요소 관리 기능: 침투, 저류, 증발산, 유출, 오염원 저감 및 처리 등 고려
- 사회적 기능: 경관성, 사용성 고려
- 환경적 기능: 미기후 현상 조절 고려, 생태서식공간 제공, 녹지공간 확충

셋째, 효과성 및 경제성이 검증된 시설을 저비용·고효율적으로 활용할 수 있는 시설 설치 및 배치 기준을 지침으로 제시한다.

- 효과성 반영: 지역의 기후·입지·토지공간·물리적 여건에서 기능성 최적 기준
- 경제성 반영: 효과성이 검증된 시설 중 편익이 최대화되는 기준

넷째, 시설 설치 후에 유지관리가 용이하고 에너지가 최소로 소요되는 방안으로 하며, 시설의 적정 성과 기능유지, 효과를 평가하여 사업의 타당성과 효율성을 향상시킬 수 있는 지침이 되도록 한다.

- 유지관리 방안: 시설의 관리가 용이하고 에너지소비가 적은 방안
- 모니터링 방안: 시설의 적정성, 기능유지, 효과성 발휘 및 지역여건 변화 적응성을 평가하고 파악할 수 있는 방안

## 목차

01 연구개요	2
1_연구배경 및 목적	2
2_연구내용 및 방법	3
02 서울시 물순환 현황 및 정책 변화	8
1_서울시 물순환 현황	8
2_물순환 관련법 및 계획	15
3_해외 물순환정책 변화	31
03 물순환 시책사업 평가	48
1_물순환 시책사업 내용	48
2_물순환 시책사업 평가	55
04 서울시 물순환정책 진단	70
1_물순환정책 개선 의견 분석	70
2_서울시 물순환정책 종합진단	90
05 서울시 물순환회복 정책 개선방안	110
1_물순환회복 정책 목표 및 방향	110
2_물순환회복 정책의 개선방안	111

참고문헌	119
부록	126
Abstract	131

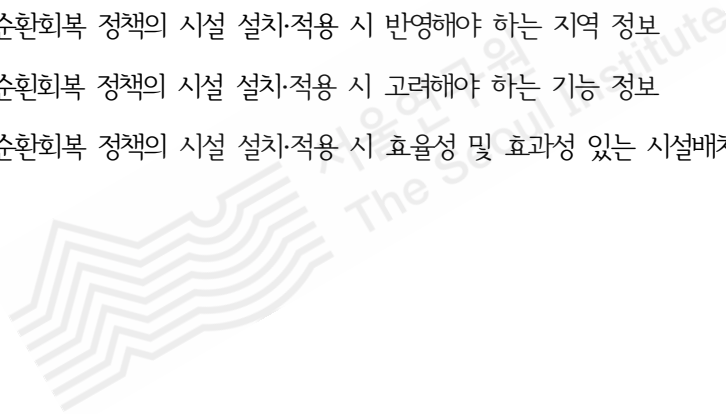


## 표

[표 2-1] 서울시 강수량 및 6~8월 집중강우 발생 변화	11
[표 2-2] 서울시 강우일수 및 6~8월 강우일수 집중도 변화	12
[표 2-3] 현행 물 관련법 중 물순환 관련 법·규칙 조항	16
[표 2-4] 현행 도시·공간 관련법 중 물순환 관련 법·규칙 조항	17
[표 2-5] 연도별 물순환 관련 법조항 제·개정내용 변화	20
[표 2-6] 「서울시 물순환 조례」의 주요 변화	21
[표 2-7] 저영향개발 사전협의제도 프로세스	23
[표 2-8] 「서울시 물순환 조례」의 구성 및 주요 내용	25
[표 2-9] 「서울시 빗물관리 기본계획」의 주요 변화	27
[표 2-10] 「서울시 빗물관리 기본계획」에 산정·고시된 빗물관리필요량	29
[표 2-11] 서울시 기준시설별 산정·고시된 빗물분담량	29
[표 2-12] 계획시기별 사업계획량 및 소요예산	31
[표 2-13] 미국의 물순환정책 전략	34
[표 2-14] 일본의 건전한 물순환계 구축방안의 기본방침별 지표량 산정방법	42
[표 2-15] 해외 물순환정책 비교	45
[표 3-1] 공공선도형 물순환회복 10대 정책사업 주요 내용	50
[표 3-2] 민간 개발 시 물순환회복 유도 8대 정책사업 주요 내용	51
[표 3-3] 빗물관리시설의 민간보급 확대 7대 정책사업 주요 내용	52
[표 3-4] 연구개발·제도정비를 통한 정책초석 마련 9대 정책사업 주요 내용	53
[표 3-5] 시민참여 확대 8대 정책사업 주요 내용	54

[표 3-6] 구조적 시책사업의 추진결과	56
[표 3-7] 비구조적 시책사업의 추진결과	59
[표 3-8] 사업별 분담량 부과실적 및 예산집행 달성률 산정방식	60
[표 3-9] 구조적 시책사업 빗물분담량 달성률	61
[표 3-10] 빗물관리시설별 빗물분담량 부과 현황	62
[표 3-11] 서울시 물순환 사업 구조적 대책의 예산집행 달성률	64
[표 3-12] 서울시 물순환 사업 구조적 대책의 예산집행 달성률	66
[표 4-1] 하천수사용료제도 관련 질적 메타분석 과정	71
[표 4-2] 물순환 관련 연구결과물에 제시된 6대 정책 정보	75
[표 4-3] 정책목표 부문 다기능성 관련 연도별 정책 개선 의견 정보	76
[표 4-4] 물순환정책의 다기능성 관련 의견 범주화	77
[표 4-5] 정책목표 부문 기존 계획과의 연계 관련 연도별 정책 개선 의견	79
[표 4-6] 물순환정책의 기존 계획과의 연계 관련 의견 범주화	80
[표 4-7] 정책유인 부문 관련 연도별 정책 개선 의견	81
[표 4-8] 물순환정책의 유인 관련 의견 범주화	82
[표 4-9] 정책규제 부문 관련 연도별 정책 개선 의견	83
[표 4-10] 물순환정책의 규제 관련 의견 범주화	84
[표 4-11] 정책주체 부문 관련 연도별 정책 개선 의견	85
[표 4-12] 물순환정책의 주체 관련 의견 범주화	86
[표 4-13] 시설기능성 부문 관련 연도별 정책 개선 의견	87
[표 4-14] 물순환정책의 시설기능성 보완 관련 의견 범주화	88
[표 4-15] 시설지침 부문 관련 연도별 정책 개선 의견	89
[표 4-16] 물순환정책의 시설지침 관련 의견 범주화	90
[표 4-17] 서울시 물순환정책 진단방법	91
[표 4-18] 물순환정책 계획 부문의 진단지표 구성	92

[표 4-19] 물순환정책 이행 부문의 진단지표 구성	93
[표 4-20] 물순환정책 진단의 배점 방식 및 지수 산출 방법	95
[표 4-21] 서울시 물순환정책 계획목적 부문 획득 점수 및 지수	96
[표 4-22] 물순환정책 계획요소 부문의 점수 및 지수	98
[표 4-23] 물순환정책 이행적용 부문의 점수 및 지수	102
[표 4-24] 물순환정책 이행지침 부문의 점수 및 지수	104
[표 4-25] 서울시 기존 물순환정책의 개선 의견에 대한 반영정도	107
[표 5-1] 서울시 물순환회복 계획의 강화 및 확대 방안	112
[표 5-2] 물순환회복 정책의 지역여건이 반영된 합리적 관리수단 방안	113
[표 5-3] 물순환회복 정책의 도시관리 관련 계획의 유기적 연계 방안	114
[표 5-4] 물순환회복 정책의 시설 설치·적용 시 반영해야 하는 지역 정보	115
[표 5-5] 물순환회복 정책의 시설 설치·적용 시 고려해야 하는 기능 정보	116
[표 5-6] 물순환회복 정책의 시설 설치·적용 시 효율성 및 효과성 있는 시설배치 정보	116



## 그림

[그림 1-1] 연구흐름도	6
[그림 2-1] 서울시 인구 및 인구밀도 변화 추이	9
[그림 2-2] 서울시 토지이용 변화 추이	9
[그림 2-3] 서울시 불투수율 변화 추이	10
[그림 2-4] 서울시 최고·평균·최저기온변화 추이	13
[그림 2-5] 서울시 폭염과 열대야 발생일수 변화	13
[그림 2-6] 서울시 1960년대와 2000년대의 물순환 변화	15
[그림 4-1] 연도별 물순환 관련 연구결과물 발간 빈도 추이	73
[그림 4-2] 연구결과물에 제시된 물순환정책 개선 의견 분류	74
[그림 4-3] 물순환정책 계획 부문 및 세부지표별 지수	99
[그림 4-4] 물순환정책의 이행 부문 및 세부지표별 지수	105
[그림 4-5] 서울시 물순환정책의 종합지수 및 부문별 지수	106



# 01

---

## 연구개요

1\_연구배경 및 목적

2\_연구내용 및 방법

## 01 | 연구개요

### 1\_연구배경 및 목적

#### 1) 연구배경

도시의 물순환은, 강수량이 증발, 침투 및 유출 과정을 통해 지하수수와 하천유량을 유지하고, 지표면에서는 수분이 증발하여 대기의 온도와 습도를 조절하여 쾌적하고 건강한 지역으로 조성한다.

서울시는 1960년부터 인구집중과 도시화를 거치면서 시가지의 지표면 대부분이 불투수면으로 덮이게 되었고 이로 인해 도시 물순환이 크게 왜곡되기 시작하였다. 서울시 전체 면적의 불투수율은 1960년대 초에는 7.8%였으나 2000년대 들어서는 48.9%로 증가하였으며, 시가지의 경우 평균 불투수율이 86%에 달해 도시의 환경이 인공적으로 변화했다. 이로 인해 하천유량 부족, 열섬현상 및 도시형 홍수 증가, 생물서식 공간 감소 등과 같은 환경문제가 발생하고 있다. 더욱이 최근에는 기후변화의 영향으로 열섬현상이 가중되고 폭염 발생 빈도가 증가하는 등 물순환 변화는 도시의 쾌적성 및 지속성을 감소시키고 있다.

서울시는 왜곡된 물순환을 회복하기 위해 2004년 「서울시 물순환 기본계획 연구」를 시작으로 「서울시 빗물관리 기본계획」, 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」을 수립해 빗물관리 목표를 설정하고 지표면의 빗물침투량을 증대시켜 빗물유출량을 저감하는 한편, 빗물을 활용하는 42개 물순환정책사업을 추진하여 왔다. 그러나 서울시 물순환정책은 빗물유출량 저감에 초점을 맞춘 정책으로서 빗물관리시설의 설치에 치중해 왔다. 따라서 빗물침투량 및 증발산량을 증가시키고 도시 생태성을 회복시키는 물순환 기능은 반영되지 못하였다. 또한 배수조건, 경사도, 토지특성, 공간이용 등 지역상황을 반영하지 못한 채 물순환정책이 실시되어 정책 효과가 나타나지 않고 있으며, 정책 추진 결과를 모니터링하지 않아 정책 지속성 확보에 한계로 작용하고 있다. 이러한 상황에서 정부는 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률에 의거하여 물재이용을 강화하고 있으며, 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률을 물환경보전법으로 개정하여 도시지역에서의 물순환회복을 더욱 요구

하고 있는 실정이다.

서울시 물순환정책이 도시의 왜곡된 물순환을 개선·회복하는 본래의 목적을 달성하고 도시 관리 지속성을 확보하기 위해서는 물순환정책의 계획 수립에서부터 사업의 추진 내용에 이르기까지 정책의 전반적인 사항이 지역여건에 부합하도록 개선될 필요가 있다. 또한 도시의 물순환과 관련한 환경 전반을 개선·회복할 수 있는 정책 개선방안이 마련되어야 한다.

## 2) 연구목적

이 연구의 목적은 지금까지 추진하여 온 빗물관리 중심의 정책을 평가·진단하여 물순환회복 정책으로의 개선방안을 마련하는 데 있다.

세부적으로 2004년부터 추진하여 온 서울시 물순환정책의 내용과 정책사업의 현황을 평가하여 정책적 한계 및 문제점을 도출하고, 추진되는 물순환회복 2차 계획인 「서울시 빗물관리 기본계획」에 변화하고 있는 도시 물순환과 제도적 여건을 반영하여 정책의 목표, 방향 및 전략을 설정하고 개선방안을 마련한다.

## 2. 연구내용 및 방법

### 1) 연구내용의 구성

이 연구의 목적을 달성하기 위해 서울시 물순환정책의 내용·현황을 검토하고, 서울시 물순환 시책사업을 평가하며, 관련 해외사례 및 연구결과물을 분석해 서울시 물순환정책을 종합적으로 진단하는 과정을 거친다. 세부적인 연구내용 구성은 다음과 같다.

제1장은 서울시 물순환정책의 개선방안 마련의 배경 및 필요성을 밝히고, 연구목적을 설정하며, 연구목적 달성을 위해 활용한 연구방법론을 제시한다.

제2장은 서울시 물순환정책의 정책적 여건 변화를 파악하는 내용으로, 서울시 도시공간의 변화와 기후·물순환 환경 변화를 검토하고, 물순환 관련법 및 정책의 변화 내용과 해외

물순환정책을 검토한다.

제3장은 서울시가 추진해 온 물순환 시책사업을 평가하는 내용으로 시책사업 계획, 추진 실적을 진단해 사업 특성을 검토하고, 추진된 사업을 평가하여 물순환정책의 문제점을 도출한다.

제4장에서는 물순환정책 분야에서 발표된 연구결과물에서 제시하고 있는 정책 개선 의견 내용을 분석하고 물순환정책 진단지표를 도출해 서울시 물순환정책의 계획·사업내용을 종합적으로 진단한다.

마지막으로 제5장에서는 앞선 연구결과를 종합적으로 정리하고, 서울시 물순환정책의 개선을 위한 「서울시 빗물관리 기본계획」 정책 내용을 제시한다.

## 2) 연구방법 및 범위

### (1) 연구방법

연구방법은 첫째, 물순환정책의 한계 및 문제점, 해외사례로부터 획득할 수 있는 시사점, 물순환정책의 계획 및 사업이행에 필요한 방안 등을 도출하기 위해 관련 문헌을 고찰한다. 둘째, 현재까지 추진되어온 물순환정책 및 사업의 문제점을 파악하기 위해 계획 평가 방법론(Planning Assessment Methodology)을 활용하여 물순환정책사업 추진 현황과 관련한 데이터를 분석한다. 셋째, 물순환정책과 관련한 다양한 정책 개선 의견을 종합·분석하기 위해 질적 메타분석 기법(Qualitative Meta Analysis)을 활용해 분석한다.

### (2) 연구범위

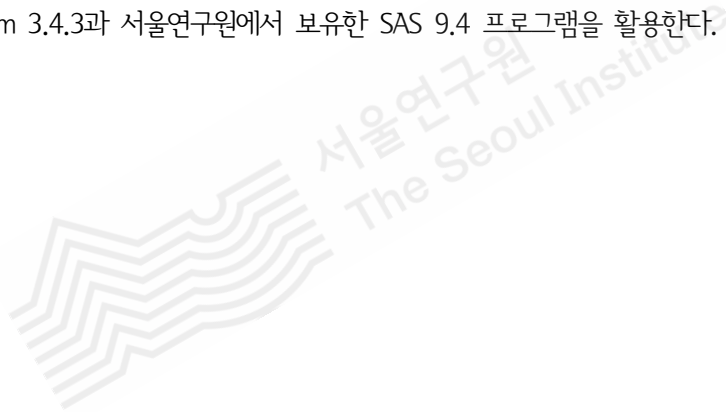
서울시 물순환정책의 평가·진단 대상은 2004년 발표된 「서울시 물순환 기본계획 연구」, 2007년 수립된 「서울시 빗물관리 기본계획」, 2013년 수립된 「서울시 빗물관리 기본계획 (보완)」, 2013년에 발표된 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」의 계획 내용이다. 물순환 시책사업의 평가 대상은 사업 정보 데이터 구축의 한계로 2013년부터 2016년까지 4개 연도로 설정한다.

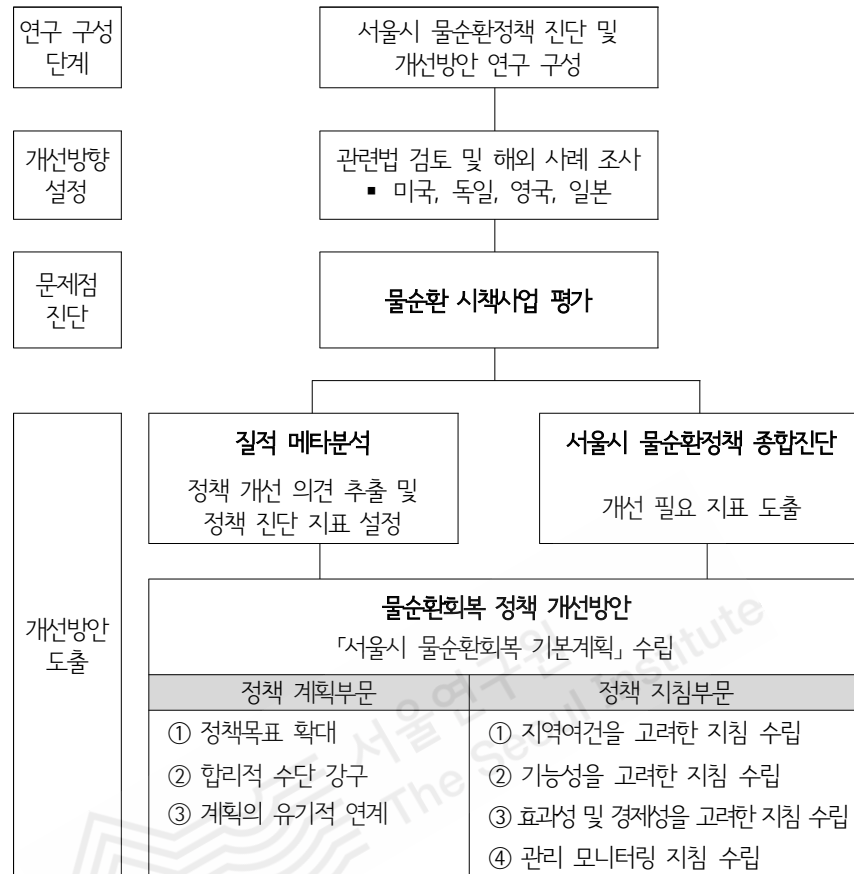
물순환정책 관련 정책 개선 의견 분석 대상은 2003~2017년 공학 및 사회과학 분야에서 발간된 등재지 등급의 논문을 대상으로 한다.

### (3) 활용데이터 및 프로그램

활용하는 데이터는 다음과 같다. 서울시 물순환 개선사업의 추진전략과 사업 실적, 예산 집행 현황은 서울시 물순환안전국 물순환정책과에서 제공한 「건강한 물순환도시 조성 추진사항 보고」 자료를 활용한다. 질적 메타분석에 활용된 81개 등재지 문헌은 한국교육학술정보원(Korea Education and Research Information Service: KERIS)에서 제공하는 학술연구정보서비스 검색엔진을 통해 검색된 문헌을 기관·단체 계약을 통해 제공받아 분석에 활용하며, 해외사례 분석에 활용한 21개 문헌도 같은 방식으로 제공받는다.

서울시 물순환 개선사업의 평가 및 서울시 물순환정책 진단은 오픈소스 소프트웨어인 R Program 3.4.3과 서울연구원에서 보유한 SAS 9.4 프로그램을 활용한다.





[그림 1-1] 연구흐름도

# 02

---

## 서울시 물순환 현황 및 정책 변화

- 1\_서울시 물순환 현황
- 2\_물순환 관련법 및 계획
- 3\_해외 물순환정책 변화

## 02 | 서울시 물순환 현황 및 정책 변화

서울시는 1970년 이후 도시화로 인하여 개발과 인구의 급격한 증가를 거치면서 환경이 변화하였다. 특히 지표면이 자연지반에서 인공적인 불투수면으로 덮여 자연물순환이 급격하게 왜곡되었다. 이에 따라 도시 건조 및 열섬현상 심화, 하천 건천화 및 수질오염, 침수 피해 등 환경문제가 발생되고 있다. 서울시는 물순환 왜곡으로 나타나는 문제를 해소하기 위하여 2004년 「서울시 물순환 기본계획 연구」를 시작으로 2007년에는 「서울시 빗물 관리 기본계획」을 수립하여 자연물순환을 회복하기 위한 정책 기준을 마련하고, 2013년 「서울시 건전한 물순환 도시조성 종합계획」을 통하여 사업을 추진하고 있다.

### 1\_서울시 물순환 현황

#### 1) 서울시 물순환 여건

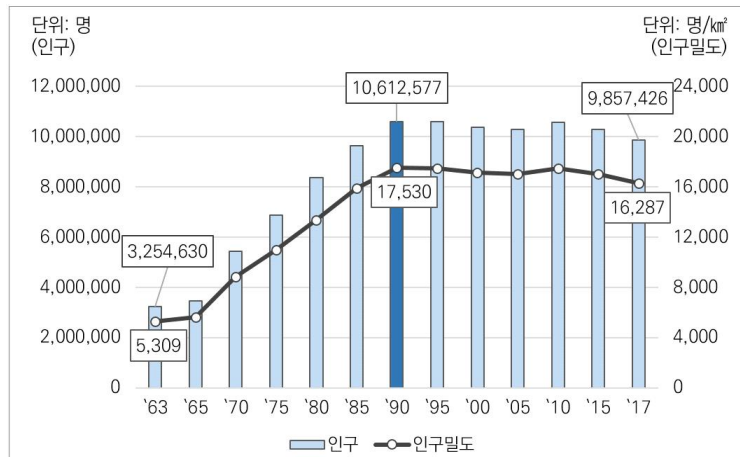
##### (1) 인구 및 토지이용 변화

서울시는 행정구역 면적이 2018년 현재 605.25km<sup>2</sup>로 해방 이후<sup>1)</sup> 136.00km<sup>2</sup>에서 1963년 행정구역의 개편에 따라 613.04km<sup>2</sup>까지 약 4.5배 증가하였다가 행정구역의 재조정 과정을 거쳐 소폭 감소하게 되었다<sup>2)</sup>. 해방 직후 인구는 90만여 명에서 행정구역이 확대 개편된 1963년 325만 명으로 해방 직후에 비해 3.6배 증가하였고, 2017년 말에는 985만 명으로 1963년에 비해 3.0배 증가하여 매년 14~60만 명이 서울로 집중되고 있는 실정이다([그림 2-1]). 인구밀도는 1963년의 5.3천 명/km<sup>2</sup>에서 2016년에 16.3천 명/km<sup>2</sup>으로 3.1배 증가하였다. 이는 세계 주요 대도시인 영국 런던(5.2천 명/km<sup>2</sup>)보다 3.1배, 미국 뉴욕(10.4천 명/km<sup>2</sup>)보다 1.6배, 일본 도쿄(14.4천 명/km<sup>2</sup>)보다 1.1배 높은 상황이다.

1) 해방 직후는 1945년을 의미함.

2) 제5회 1965년 서울시 통계연보

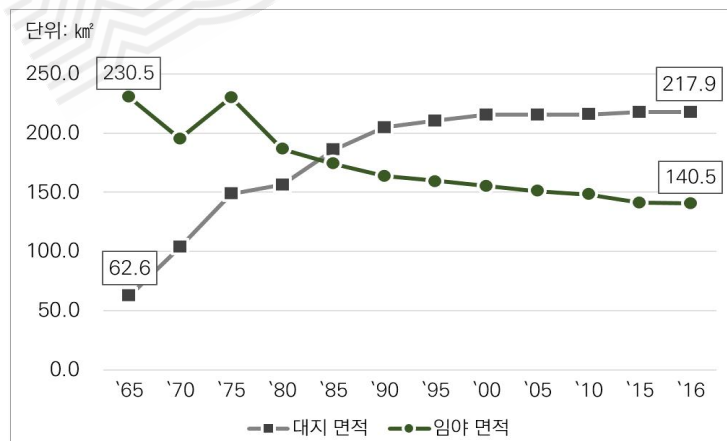




출처: 서울시 통계연보(서울시, 1963~2017)

[그림 2-1] 서울시 인구 및 인구밀도 변화 추이

도시 공간은 인구증가와 함께 주거·상업용지의 수요가 증가하면서 토지 지목 중 대지면적이 급격히 증가하였다. 대지면적은 1965년 62.6km²에서 2016년 217.9km²로 3.5배 증가한 반면, 같은 기간 산림·임야면적은 230.49km²에서 140.5km²로 39%가 감소하여 대지면적이 임야면적보다 많이 차지하고 있다([그림 2-2]).



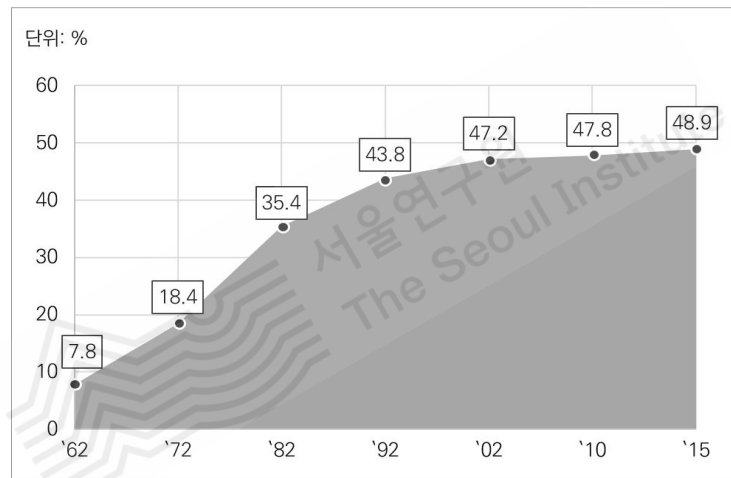
출처: 서울시 통계연보(서울시, 1965~2015년), 한국도시통계(통계청, 1980~2015년)

[그림 2-2] 서울시 토지이용 변화 추이

## (2) 불투수면적 변화

지표면은 지속적인 도시개발로 빗물이 스며들지 못하는 불투수면으로 변화였다. 불투수율은 1962년에 서울시 면적의 7.8%에 불과하였지만 2015년에는 48.9%로 약 6.3배가 증가하였다(그림 2-3). 특히 외곽의 산림을 제외한 시가지의 평균 불투수율이 86%이고, 90% 이상을 나타내는 지역도 상당부분 있다.

불투수율이 80% 이상인 지역은 시가지 면적 496.7km<sup>2</sup>의 50%로서 25개 자치구에 고르게 분포하고 있으며, 불투수율 80% 이상인 지역에 거주하는 시민은 약 490만 명으로 추산된다(김영란·진정규, 2017).



출처: 김영란·진정규(2017)

[그림 2-3] 서울시 불투수율 변화 추이

## (3) 강수량 및 집중강우 경향 변화

연평균강수량은 기상청 서울관측소<sup>3)</sup>에 기록된 강우량과 강우일수를 검토한 결과 1971~1975년 기간에는 1,275.1mm였으나, 2010~2015년 기간에는 1,338.1mm로 45년

<sup>3)</sup> 서울특별시 종로구 송월길 52에 위치한 기상청 관측소로 과거부터 현재까지 서울시의 기상관측 대표지점으로 활용되어왔음. 현재는 자동기상관측시스템(AWS: Automatic Weather System)을 통해 기온·강수량·풍향·풍속 등을 측정하고 있음.

동안 63mm가 증가하였다. 이 중 여름철 6~8월의 평균강수량은, 1970~1975년 기간에는 737.8mm였으나 2010~2015년 기간에는 887.6mm로 150mm가 증가하여 연평균강수량의 증가량보다 2.4배 큰 것으로 나타났다([표 2-1]).

**[표 2-1] 서울시 강수량 및 6~8월 집중강우 발생 변화**

연도	5년간 연평균강수량(mm)	5년간 6~8월의 평균강수량(mm)	5년간 6~8월의 평균강수량 집중도(%)
1971~1975	1,275.1	737.8	57.9%
1976~1980	1,187.9	726.9	61.2%
1981~1985	1,232.9	641.4	52.0%
1986~1990	1,510.4	959.4	63.5%
1991~1995	1,312.0	799.5	60.9%
1996~2000	1,547.2	990.1	64.0%
2001~2005	1,528.7	990.6	64.8%
2006~2010	1,571.6	971.8	61.8%
2011~2015	1,338.1	887.6	66.3%
변화량	62.98mm 증가	149.78mm 증가	8.5% 증가

출처: 기상자료개방포털(<https://data.kma.go.kr/>)-기후분석-강수량분석

연평균강수량 대비 여름철 6~8월의 평균강수량을 통하여 여름철 강수량 집중도 변화를 살펴보면, 여름철 강수량 집중도가 1970~1975년 기간은 57.9%였으나 1910~1915년 기간에는 66.3%로 약 8.5% 정도 커졌다. 이에 반해 갈수기 12~2월의 평균강수량은 감소하였다.

이와 같은 강수량 발생경향은 평균강우일수를 통해서도 나타나고 있다([표 2-2]). 서울시의 연평균강우일수는 1970~1975년 기간에는 115일이었으나, 2010~2015년 기간에는 111일로 4일이 감소하였다. 반면에 여름철 강우일수는 1970~1975년 기간에는 39일이었으나, 2010~2015년 기간에는 42일로 3일이 증가하여 강수량이 늘어나고 있는 동시에 강수가 집중적으로 발생하는 기간도 증가하였다.

[표 2-2] 서울시 강우일수 및 6~8월 강우일수 집중도 변화

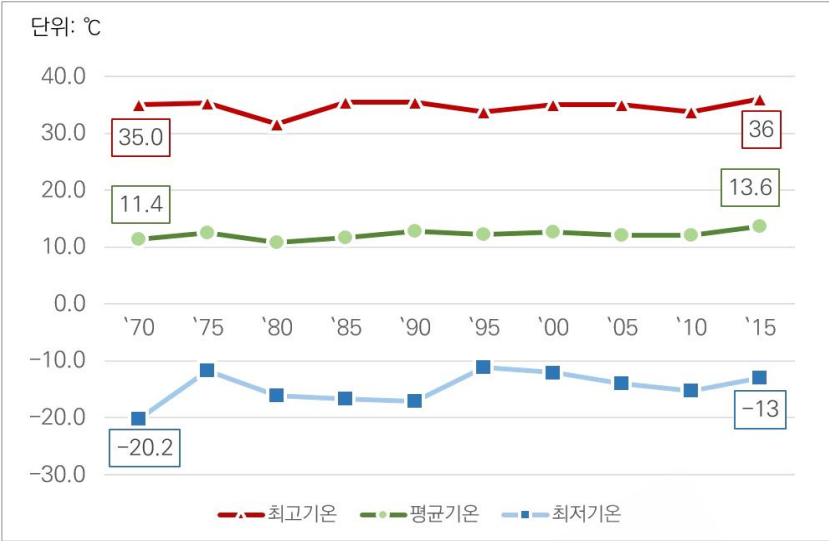
연도	5년간 평균 연간 강우일수(일)	5년간 평균 6~8월 강우일수(일)	5년간 6~8월 강우일수 집중도(%)
1971~1975	115	39	33.5%
1976~1980	105	41	39.0%
1981~1985	107	38	35.1%
1986~1990	109	43	39.5%
1991~1995	107	38	35.7%
1996~2000	105	39	36.4%
2001~2005	107	42	39.2%
2006~2010	120	47	38.7%
2011~2015	111	42	37.9%
변화량	4일 감소	3일 증가	4.4% 증가

출처: 기상자료개방포털(<https://data.kma.go.kr/>)-기후분석-강수량분석

(4) 기온 변화

기온은 1970년대부터 급격히 변화하고 있다. 1970년부터 2015년까지 약 45년간 평균기온은 2.2℃, 최고기온은 1℃ 증가하였다. 이와 같은 기온 증가 추세는 전 지구적 기온변화<sup>4)</sup>보다 약 2.6배 큰 변화이다. 또한 2010년부터 2050년까지의 기온변화를 예측한 결과에서 평균기온이 2.2℃ 상승하는 것으로 나타나 현재까지의 기온변화 수준과 동일한 수준으로 기온이 상승할 것으로 전망되고 있다([그림 2-4]).

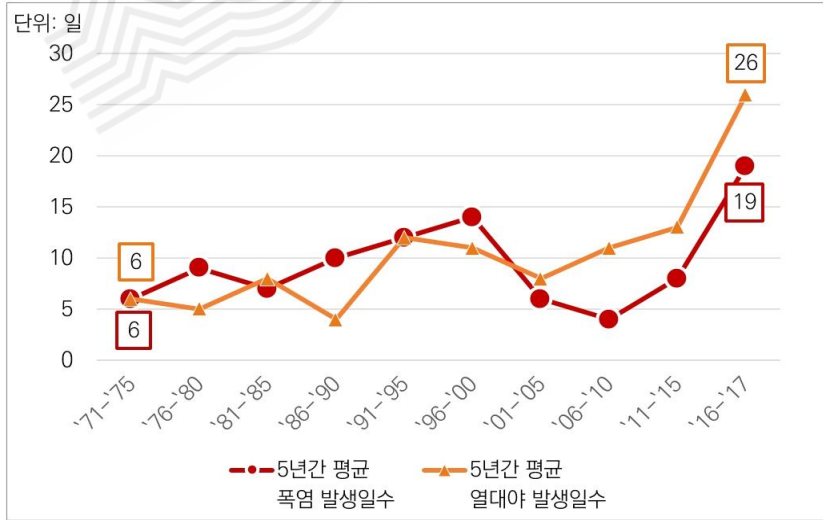
4) IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) 제5차 평가 보고서(2015)에서 발표한 전 지구의 1880년부터 2012년까지의 평균기온 변화는 약 0.85℃였음.



출처: 측정값(기상자료개방포털-기후분석)

[그림 2-4] 서울시 최고·평균·최저기온변화 추이

또한 기온상승으로 인해 폭염일수와 열대야 발생 빈도와 지속기간이 증가하고 있고, 최근 들어 심화되고 있는 경향이다([그림 2-5]).



출처: 기상자료개방포털(<https://data.kma.go.kr/>)-기후분석-강수량분석

[그림 2-5] 서울시 폭염과 열대야 발생일수 변화

특히 2016년에는 일 최고기온이 33°C가 이틀 이상 지속되어 폭염주의보가 22일째 발령되고 일 최고기온이 35°C가 이틀 이상 지속되어 폭염경보가 19일째 발령되었으며, 최고기온이 36.6°C를 기록하였다.

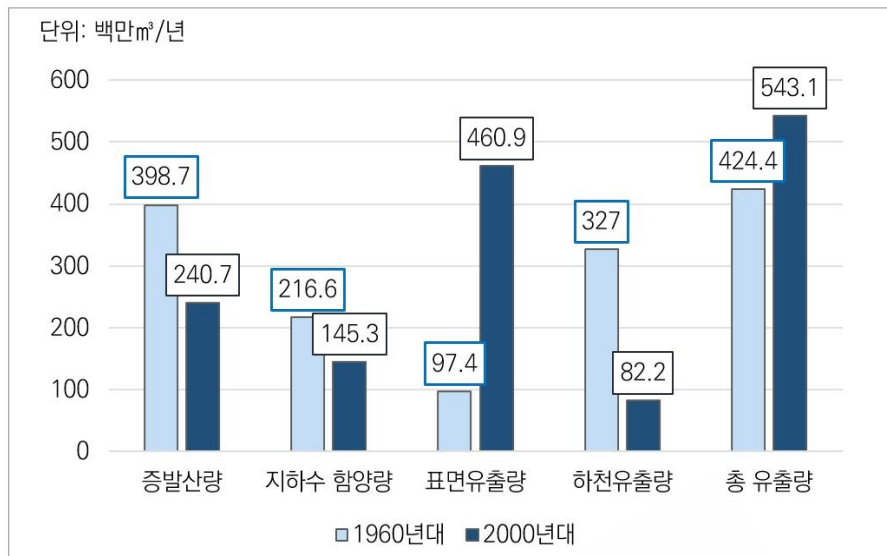
## 2) 서울시 물순환 현황

서울시의 물순환 상태 변화를 파악하기 위하여 2000년대의 연강수량을 기준으로 개발 이전인 1960년대 물순환 상태와 개발이 완료된 2000년대 물순환 상태를 비교하였다.

1960년대 연 총강우량의 41.7%는 대기 중으로 증발(398.4백만 $\text{m}^3$ /년)되고, 22.6%는 지표면 하부로 침투(216.6백만 $\text{m}^3$ /년)해 지하수로 전환되었으며, 10.2%만이 지표면에 유출(97.4백만 $\text{m}^3$ /년)되었다. 지하수함양과 표면유출량 중에서 하천으로 유입된 강우량은 34.2%(327백만 $\text{m}^3$ /년)인 것으로 분석되었다. 1960년대의 물순환은 대부분이 증발산량과 침투량이 높은 비중을 차지하는 특성이 있다. 특히 증발산량이 전체 물순환 과정에서 가장 많은 양을 차지하고 있는 반면에 유출량은 적다.

그런데 2000년대의 물순환은 1962년에 비해 불투수율이 약 6.3배 증가하여 1960년에 비해 상당히 악화되었다. 2000년대의 지표면의 증발산량은 60년대에 비해 16.5% 감소한 240.7백만 $\text{m}^3$ /년(25.2%)이었으며, 지표면 하부로 침투하여 지하수원으로 전환된 침투량은 7.4% 감소하여 145.3백만 $\text{m}^3$ /년(15.2%)이었다. 반면, 표면유출량은 38.0% 증가하여 460.9백만 $\text{m}^3$ /년(48.2%)이며, 하천유입량은 25.6% 감소하여 82.2백만 $\text{m}^3$ /년(8.6%)이었다. 2000년대의 물순환은 강수량 대부분이 지표면으로 유출되고, 증발산량과 침투량은 상당히 감소되는 상태로 변화된 것이다([그림 2-6]). 특히 표면유출량의 증가로 침투홍수량이 늘어나면서 침수피해 발생 위험이 높아져 도시안전성을 저하시키고 있다. 증발산량의 감소는 도시의 미기후 조절능력을 저감시키고, 도시를 건조하게 변화시키고 있다. 침투량이 감소되면서 지하생태계가 악화되고 있고, 지하수함양량도 줄어들고 있다.

따라서 서울시 물순환회복을 위해서는 자연지반을 최대한 많이 확보하면서 기존의 불투수면을 침투가 가능한 녹지, 투수성 포장 등으로 전환하여 증발산량과 침투량은 증대시키면서 표면유출량은 저감하는 물순환 개선대책이 필요하다.



출처: 김영란·진정규(2017)

[그림 2-6] 서울시 1960년대와 2000년대의 물순환 변화

## 2\_물순환 관련법 및 계획

서울시는 1960년대의 자연물순환 상태로 회복하기 위하여 물순환정책을 지속적으로 추진하여 왔다. 2004년에 처음으로 「서울시 물순환 기본계획 연구」를 수립하고, 이후 2006년에 「서울시 빗물관리에 관한 조례」를 제정하였으며, 2007년에는 「서울시 빗물관리 기본계획」을 수립하였다. 그 이후 2013년에는 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」을 수립하여 조례제정에서 계획수행까지 정책의 전반적인 사항에 이르는 체계를 구축하였다.

「서울시 빗물관리 기본계획」에서는 ‘빗물관리대책량’을 산정하고 대책량의 배분 및 부과 기준을 제시하였다. 서울시는 기본계획에서 설정한 물순환회복 목표량을 달성하기 위하여 「서울시 건강한 물순환 도시조성 종합계획」 사업을 실시하여 왔다.

### 1) 물순환 관련법

국내 물순환 관련법은 개별법으로 제정되어 있지 않고 물환경 및 도시·공간과 관련한 개별 법률에 일부 조항으로 산재해 있다. 국내 물 관련 20개 법률 중 물순환과 관련한 법조항을 마련하고 있는 법률은 「지하수법」, 「하수도법」, 「물환경보전법」, 「물의 재이용 촉진 및 이용에 관한 법률」(이하 「물재이용법」), 「자연재해대책법」, 「친수구역 활용에 관한 특별법」(이하 「친수구역법」) 등 6개 법률이며, 주로 빗물관리<sup>5)</sup>와 물재이용<sup>6)</sup> 관련 내용을 담고 있다([표 2-3]).

[표 2-3] 현행 물 관련법 중 물순환 관련 법규치 조항

법률명 (주무부처)	물순환 관련 조항	
	빗물관리 관련	물재이용 관련
「지하수법」 (국토교통부)	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>제9조의2(유출지하수의 이용)</li> </ul>
「하수도법」 (환경부)	<ul style="list-style-type: none"> <li>제4조의3(하수도정비중점관리지역의 지정 등)</li> <li>제5조(하수도정비 기본계획의 수립권자 등)</li> </ul>	-
「물환경보전법」 (환경부)	<ul style="list-style-type: none"> <li>제53조의3(비점오염원 관리 종합대책 수립)</li> </ul>	-
「물재이용법」 (환경부)	<ul style="list-style-type: none"> <li>제8조(빗물이용시설 설치관리)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제5조(물재이용 기본계획 수립)</li> <li>제6조(물재이용 관리계획 수립)</li> <li>제8조(빗물이용시설 설치관리)</li> <li>제9조(중수도 설치·관리)</li> </ul>
「자연재해대책법」 (행정안전부)	<ul style="list-style-type: none"> <li>제19조(우수유출저감대책 수립)</li> </ul>	-
「친수구역법」 (국토교통부)	<ul style="list-style-type: none"> <li>제5조(친수구역 조성 기본방향)</li> </ul>	-

5) 빗물관리란 빗물의 침투(지표하부로 이동)·유출(지표면에 머무르거나 하천으로 이동)·증발산(증발하여 대기 중으로 이동) 등 수문과정이 도시관리 목적에 부합하도록 제어하는 것을 의미함.

6) 수자원의 효율적인 이용을 위해 사용된 물을 간단한 정화과정을 거쳐 다시 사용하거나, 빗물 또는 유출지하수(건축으로 인해 지하수가 외부로 흘러나온 상태)를 이용하는 것을 의미함.



국내 물 관련 법·제도는 물순환 왜곡 문제에 대해 개선 필요성을 인식하고 있지만 내용적 범위는 대체로 이수·치수·수질에 집중하고 있으며, 필요에 따라 빗물관리, 물재이용과 관련한 사항을 관련법의 세부 법조항으로 정하고 있다. 따라서 물순환정책이 정착되기 위한 법률적 차원의 제도여건이 미흡한 상태이다.

물순환 왜곡의 원인 및 물순환회복을 위한 개선방안 등이 지역·공간·물리적 환경과 관련이 있으므로 물 관련 이외의 법률에도 물순환 관련 법조항을 두고 있다. 물순환회복을 위한 필수 조건인 불투수면 관리 관련 법조항을 비롯하여 건축물의 건축기법, 도시·군 계획시설의 설치 시 물순환을 고려할 수 있도록 5개 법률 및 규칙에 관련 조항을 규정하였다. 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」(이하 「공원녹지법」), 「저탄소 녹색성장 기본법」(이하 「녹색성장법」)을 비롯하여 하위법과 규칙인 「녹색건축물 조성 지원법」(이하 「녹색건축법」), 「녹색건축인증기준」, 그리고 「도시·군 계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙」(이하 「도시계획시설 설치 규칙」)이 대표적인 관련법 및 규칙에 해당한다([표 2-4]).

[표 2-4] 현행 도시·공간 관련법 중 물순환 관련 법·규칙 조항

법률명 (주관부서)	물순환 관련 조항	
	빗물관리 관련	물재이용 관련
「공원녹지법」 (국토교통부)	<ul style="list-style-type: none"> <li>제23조(검용공작물의 관리)</li> </ul>	-
「녹색성장법」 (국무조정실)	<ul style="list-style-type: none"> <li>제52조(기후변화대응을 위한 물 관리)</li> <li>제54조(녹색건축물의 확대)</li> </ul>	
「녹색건축법」 (국토교통부)	<ul style="list-style-type: none"> <li>제16조(녹색건축물의 유지·관리)</li> </ul>	
「녹색건축인증 기준」 (국토교통부)	<ul style="list-style-type: none"> <li>별표<sup>1)</sup>(건축물 인증심사기준)</li> </ul>	
「도시계획시설 설치규칙」 (국토교통부)	<ul style="list-style-type: none"> <li>제8조의3(자연상태의 물순환회복)</li> </ul>	-

주 1) 인증기준은 건축물(신축건물: 주거용·단독주택·비주거용, 기존건물: 주거용·비주거용, 그린리모델링: 주거용·비주거용)별 인증기준을 별도로 제시함(별표1부터 7까지)

물순환 관련 법조항의 신설(개정)은 2001년부터 시작되었다. 2001년 「수도법」 개정을 거치면서 제11조, 제13조에 버려지는 물(중수도·빗물이용시설)을 재이용하기 위한 시설·설비의 설치관련 규정을 신설하였다. 이에 따라 2002년 월드컵 경기장에 빗물이용시설이 설치되었고, 이를 계기로 도시지역에서 빗물을 이용하는 출발점이 되었다. 또한 제12조에는 절수설비를 보급하여 수자원을 효율적으로 사용하기 위한 규정을 마련하기도 하였다. 현재 중수도·빗물이용시설·절수설비와 관련한 조항은 2011년 「물재이용법」의 제정으로 「수도법」 제11조, 제13조 조항이 삭제되면서, 「물재이용법」으로 통합·이전되었다.

빗물관리와 관련한 법조항은 2005년 「자연재해대책법」이 전부개정되면서 마련되었다. 「자연재해대책법」 제19조에서는 빗물의 직접유출을 억제하기 위해 침투 또는 저류시키는 우수유출저감계획을 수립하고 계획에 부합하는 우수유출저감시설(빗물관리시설)의 설치 의무<sup>7)</sup>를 규정하였다. 현재는 상습가뭄지역의 가뭄해소 대책의 일환으로 ‘빗물모으기시설’을 활용하도록 규정하고(제33조), 「우수유출저감시설이 갖춰야 할 기능 및 설치기준」(이하 유출저감시설 규칙) 제19조의<sup>8)</sup>에 우수유출저감 시설의 설치에 필요한 사항과 기준을 고시하는 등 「자연재해대책법」에서 물순환 관련 법조항이 확대·개정되고 있다.

2007년에는 「수질환경보전법」이 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」<sup>9)</sup>로 전부개정되면서 비점오염원의 관리 내용이 포함되었다. 제54조에 강우유출수에 의한 비점오염원 유입에 대응하기 위해 ‘비점오염원 관리지역’을 지정할 수 있도록 하였고, 비점오염원의 유입을 저감할 수 있는 관리대책을 수립하도록 규정하였다. 이로써 물순환 과정에서 빗물의 유출 외에도 부수적으로 발생할 수 있는 다양한 문제를 법률적으로 해결하기 위한 노력을 시작하였다.

2010년 도시지역에서 물의 효율적 이용과 관리를 위해 수도법의 빗물이용과 하수도법의 중수도와 하수재이용수 재이용이 「물의 재이용 및 촉진에 관한 법률」로 통합되었다. 이

7) 우수유출저감시설의 설치를 하지 않는 자는 300만 원 이하의 과태료 부과 조항을 함께 마련하여 권고수준 이상의 효과를 발휘할 수 있음.

8) 법률상에는 포괄적인 기준을 제시하고 있으며, 세부적인 기준은 행정안전부에서 고시한 「우수유출저감시설의 종류·구조·설치 및 유지관리 기준」에 명시함.

9) 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」은 2017년 「물환경보전법」으로 법률명과 조항이 전부 개정됨.

법의 제정으로 물재이용시설 설치비용을 지원할 수 있는 법적 근거가 마련되어 효율적인 수자원이용의 토대를 마련하였다.

이와 함께 2010년에 제정된 「친수구역법」에서 물순환 개념을 도입한 친수구역 조성 방향을 규정하였다. 제5조에 “친수공간 조성 이후 오염 부하량을 최소화하고, 인접한 하천 유량에 영향을 최소화”할 것을 명시하였다. 또한 「친수구역 조성 지침」(2011)<sup>10)</sup> 제4조 2항 10호에 “조성될 친수구역 토지이용계획에 저영향개발 기법<sup>11)</sup>을 적용하여야 한다.”는 규칙을 정하고 있어 물순환 관련법 중 최초로 저영향개발 개념이 언급되었다. 최근 5년간은 도시·건축·공간관련 법의 법조항 위주로 개정이 이루어졌다. 2012년 「공원녹지법」의 개정으로 공원에 부속된 공작물에 저류시설이 포함되도록 관련 조항을 개정해 도시계획시설 용지에 빗물관리시설을 설치할 수 있는 기준을 마련하였다. 또한 2013년에는 「도시계획시설 설치 규칙」<sup>12)</sup>을 개정하여 제8조3에 53개 도시계획시설의 설치 시 빗물의 유출을 최소화하고 자연계 물순환회복에 이바지할 수 있도록 설치해야 한다는 기본방향을 명시했다.

그밖에 도시계획시설 외에도 민간부문의 건축물에 물순환 개념을 적용하기 위한 법률 정비도 시도되었다. 2013년 「녹색성장법」을 모법으로 하는 「녹색건축법」을 제정하였다. 「녹색건축법」에서는 신규·기존건축물의 설계 내용을 평가해 녹색건축물<sup>13)</sup>인증을 비롯하여 해당 기법을 적용한 건축활동을 지원하기 위한 근거를 마련하였다. 녹색건축물의 조성을 통해 도시공간이 물을 소비하는 공간에서 물을 관리하고 물순환회복에 기여하는 공간으로 변모하는 기반을 구축하게된 것이다.

이상의 물순환 관련 법률 및 법조항의 변화는 [표 2-5]와 같다. 물순환회복을 위한 종합적 내용을 담고 있는 개별법은 없지만, 관련법에 다양한 조항을 규정하고 있다. 그러나

10) 국토교통부 훈령 제757호

11) 저영향개발은 개발·건축에 따른 수문특성, 특히 빗물관리와 관련한 부정적인 영향을 줄이기 위해 개발·건축의 회피·감소 등 관리 목표를 수립하는 기법이며, 저영향개발로 개발·건축 이전의 수문특성을 유지하거나 유사하게 만들어주는 정책전략을 설정하는 특징을 가짐.

12) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」을 모법으로 하는 국토교통부령 세부규칙으로 도시·군계획시설의 범위와 설치 기준을 정하기 위한 목적으로 제정됨.

13) 「녹색건축법」 제2조 1호에 녹색건축물에 대한 정의를 “건축물과 환경에 미치는 영향을 최소화하고 동시에 쾌적하고 건강한 거주환경을 제공하는 건축물”로 규정하였으며, 이와 같은 건축기법은 물순환회복, 저영향개발의 개념과 일맥상통함.

관련법에는 물순환 관련 제도권 계획의 수립조항이 없기 때문에 정책이 안착되기 어려운 구조에 놓여있다. 더욱이 법조항이 세분화되어 산재해 있으므로, 지자체 차원에서의 자체적인 노력을 기대할 수밖에 없는 실정이다.

[표 2-5] 연도별 물순환 관련 법조항 제개정내용 변화

연도 <sup>1)</sup>	법률명	물순환 관련 법조항
2001	「수도법」	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 물재이용 시설의 설치 및 관리(빗물이용시설, 중수도)</li> <li>■ 절수설비 보급</li> </ul>
2005	「자연재해대책법」	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 우수유출저감계획의 수립 및 시설의 설치 의무 규정</li> <li>■ 상습가뭄지역에 빗물모으기 시설 활용 의무 규정</li> </ul>
2007	「물환경보전법」	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 비점오염원 관리지역 지정</li> <li>■ 우수에 의한 비점오염원 관리대책 수립 의무 규정</li> </ul>
2010	「유출저감시설 규칙」	■ 빗물관리시설의 종류, 기능, 설치 방법 등의 행정규칙 고시
	「친수구역법」	■ 친수구역 설치 방향에 물순환 개념 도입
	「물재이용법」	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 수도법에 제시된 물재이용 관련 조항 통합·이전</li> <li>■ 빗물이용시설의 설치대상 1차 확대(공공청사 포함)</li> </ul>
2011	「친수구역법」	■ 친수구역 대상지역의 토지이용계획에 저영향개발 기법 적용
2012	「하수도법」	■ 침수, 수질악화에 대비한 하수도정비중점관리지역 지정
	「공원녹지법」	■ 도시공원 내 부속공작물로 빗물저류시설 설치 근거 제시
2013	「도시계획시설 설치 규칙」	■ 도시계획시설의 설치 방향에 자연계 물순환회복 명시
	「녹색성장법」	■ 저탄소 녹색성장의 방향에 기후변화에 대응하는 물관리 명시
	「녹색건축법」	■ 녹색건축물 인증 기준에 물순환 관련 내용 포함
2014	「물재이용법」	■ 빗물이용시설의 설치대상 2차 확대(민간부문의 건물 및 도시 계획시설 포함)

주 1) 법률 및 법조항의 제개정 시기를 의미함

## 2) 「서울특별시 물순환회복 및 저영향개발 기본조례」

### (1) 조례 내용 변화

서울시는 2005년 「자연재해대책법」과 「환경정책기본법」을 근거로 하여 「서울특별시 빗물관리에 관한 조례」(이하 「서울시 빗물관리 조례」)를 국내 최초로 제정하였다. 조례 제정 초기에는 「서울시 빗물관리 기본계획」의 수립의무 및 내용, 빗물관리시설의 설치 권고 권한을 규정하는 조항을 갖추었다.

조례 제정의 결과로 2007년 1차 「서울시 빗물관리 기본계획」이 수립되었다. 계획에는 물 순환회복을 달성하기 위한 빗물관리 목표를 설정하고 있으며, 목표달성 기준으로 빗물관 리대책량을 산정하였다.

또한 도시계획시설과 일정규모(대지면적 2천㎡ 이상 또는 건축 연면적 3천㎡ 이상)의 민 간부분 신규 건축물에 빗물관리시설의 설치를 권고하고 시설 설치비용을 지원할 수 있는 법적 근거를 마련하였다. 그러나 빗물관리시설의 설치에 대한 홍보 부족 및 설치 규제에 필요한 법적 근거 미비로 인해 큰 성과를 거두지 못했다.

서울시는 「서울시 빗물관리 조례」의 법률적 한계를 극복하고 물순환정책을 확대 적용할 수 있도록 2014년 「서울시 빗물관리 조례」를 「서울특별시 물순환회복 및 저영향개발 기본 조례」(이하 「서울시 물순환 조례」)로 전부개정하였다. 「서울시 물순환 조례」의 내용은 [표 2-6]과 같다.

[표 2-6] 「서울시 물순환 조례」의 주요 변화

관련 내용		내용 포함 여부		비고 (확대 내용)
구분	세부 내용	「서울시 빗물관리 조례」 (2005)	「서울시 물순환 조례」 (2014)	
빗물관리 기본계획	빗물관리대책량 포함 여부	-	○	빗물관리 기본계획에 포함될 세부내용 신설
	빗물분담량 산정기준	-	○	
빗물관리 시설 설치	의무설치 대상	-	○	「자연재해대책법 시행령」 개정으로 확대 개편
	설치 권고 대상	○	○	대상 건축물의 규모를 축소하여 대상 확대
	관련 법·계획에 의한 설치대상	-	○	풍수해·가뭄·비점오염 대비 저감 지역에서의 규제 내용 신설
저영향 개발	저영향개발 사전협의 대상	-	○	빗물분담량의 부과를 위한 제도 도입으로 관련 내용 신설
	저영향개발 사전협의 과정 및 내용	-	○	
물순환 시민위원회	시민위원회 조직 구성	-	○	조직의 구성 및 운영방법 신설

조례 전부개정으로 「서울시 빗물관리 기본계획」에 빗물관리대책량을 정책 대상지에 부과할 수 있는 빗물분담량을 산정할 수 있는 법적 근거가 마련되었다. 또한 ‘저영향개발 사전협약’ 제도를 도입하여 일정규모 이상의 개발사업 시 개발자로 하여금 빗물관리시설을 설치하게 하는 규제적 근거도 마련되었다. 그 밖에 물순환정책의 의사결정 시 시민의 의사와 전문가의 조언을 반영하기 위한 물순환 시민위원회를 구성할 수 있는 근거도 명시되었다.

## (2) 조례 주요 내용

「서울시 물순환 조례」는 총 37조로 구성되어 있으며, 빗물관리 기본계획의 수립내용, 저영향개발 사전협약제도, 물순환정책 대상 구분, 저영향개발 지구단위계획 지정, 물순환 시민위원회의 구성·운영 등 아래의 5가지 내용으로 구분할 수 있다.

첫째, 제도·정책의 핵심인 「빗물관리 기본계획」의 수립과 관련한 사항으로 계획에 포함되어야 할 내용과 계획수단인 빗물분담량의 산정 및 적용방법을 제시하고 있다. 「서울시 빗물관리 기본계획」의 연한은 조례 제5조에 의해 10년으로 설정되었으며, 5년마다 타당성을 검토하도록 규정하였다. 「서울시 빗물관리 기본계획」의 최초 수립시기는 2007년으로, 2018년 현재 2차 계획 수립시점이 도래한 상황이다. 계획에는 물순환회복 주요 지표인 빗물관리대책량을 산정하고 이를 달성하기 위한 장기재원 투자 계획을 함께 수립하도록 해 정책 목표의 안정적인 달성을 위한 제도적 틀을 제공하고 있다. 또한 계획 목표달성의 수단인 빗물분담량은 포화투수계수를 적용해 산정하며, 포화투수계수와 빗물분담량은 발생원(대상지)별로 고시하도록 규정하고 있다.

둘째, 빗물분담량을 적용·부과하기 위한 제도적 장치인 저영향개발 사전협약제도와 관련한 내용을 담고 있다. 조례 제7조에는 서울시장 및 자치구청장은 개발에 따른 도시공간 및 물순환의 악영향을 최소화하기 위해 개발사업자로 하여금 저영향개발 계획을 수립하도록 권고할 수 있는 권한을 규정하였다. 이때 저영향개발 계획 수립의 실효성을 확보하기 위해 저영향개발 사전협약제도를 운영해야 함을 제8조에 명시하고 있다. 서울시장은 저영향개발 사전협약제도에 의해 개발사업자가 수립한 저영향개발 계획의 내용<sup>14)</sup>을 검토

14) 「서울시 물순환 조례」 제8조2항에 의거하여 저영향개발 계획에는 사업개요, 목적, 필요성 등 일반현황과 사업대상지에 설치할 빗물관리시설의 제원, 수량을 기입한 배치계획도 대상지에 적용한 빗물분담량의 적용방법 및 근거 등의 내용을 포함해야함.

하여 사업허가 여부를 결정하고, 필요에 따라 계획의 수정·보완을 권고하도록 규정하고 있다. 저영향개발 사전협의제도의 과정은 [표 2-7]과 같다.

[표 2-7] 저영향개발 사전협의제도 프로세스

프로세스 구분	내용	주체
대책량 및 분담량 부여	<ul style="list-style-type: none"> <li>5대 기준시설별 빗물분담량 및 빗물관리대책량 부여</li> </ul>	서울시 물순환정책과
저영향개발 계획 수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>빗물관리시설의 설치계획 수립 (건물: 이용시설, 대지: 침투시설)</li> <li>계획 내용: 사업일반 현황, 시설배치계획도</li> </ul>	개발사업자
저영향개발 계획 검토	<ul style="list-style-type: none"> <li>빗물관리시설의 설치계획 내용을 검토</li> <li>관계기관장과 협의</li> <li>검토와 협의가 완료되지 않은 상태에서 사업허가 불가</li> <li>협의 미완료 상태에서 사업 시행 시 관계행정기관장에게 공사중지 조치 요구</li> </ul>	서울시장 관계행정기관
검사결과 통보	<ul style="list-style-type: none"> <li>최대 14일 이내 기간 동안 협의·검토완료하여 결과 통보</li> </ul>	서울시장
사업시행 또는 계획 보완	<ul style="list-style-type: none"> <li>계획 내용이 적합할 경우 개발 인·허가</li> <li>계획 내용이 부적합할 경우 인·허가 보류, 계획 보완 권고</li> </ul>	개발사업자
데이터베이스 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>서울시 주무부서 및 관계행정기관은 협의 결과 및 진행사항을 데이터베이스화하여 관리</li> </ul>	서울시장 관계행정기관

셋째, 빗물관리시설의 설치 등 물순환정책의 대상을 규정한 내용으로 신규 건축·개발의 규모에 따라 ‘설치 의무대상’과 ‘설치 권고대상’으로 구분하고 있다. 빗물관리시설의 ‘설치 의무대상’은 「자연재해대책법」 제16조2에서 규정하고 있는 우수유출저감대책 수립 대상자와 동일하다. 공공부문에서는 주로 신규 도시계획시설 공급 및 도시개발사업이 해당되며, 민간부문에서는 대지면적<sup>15)</sup> 2천㎡ 이상 또는 건축연면적<sup>16)</sup> 3천㎡ 이상 규모의 건축건물이 ‘설치 의무대상’에 포함되어 빗물관리시설을 반드시 설치해야 한다. ‘설치 권고대상’은 공공부문의 경우 「자연재해대책법」 제5조에 따른 사전재해영향성 검토협의 대상

15) 대지면적은 대지의 수평투영면적을 의미하며, 개발사업 시 건축물을 포함하는 개발대상지 전체 면적을 의미함.

16) 건축물 모든 층의 바닥면적 합계를 의미

개발사업, 「환경영향평가법」 제22조에 따른 환경영향평가 대상 사업, 민간부문의 경우 대지면적 1천㎡ 이상 또는 건축연면적 1.5천㎡ 이상 규모의 신축건물이 해당된다. 이에 따라 일정규모 이상의 신축·개발자는 저영향개발 사전협의제도의 피인·허가자로 분류되고, 빗물 유출량 저감을 위한 빗물관리시설을 설치해야 한다.

넷째, 지구단위계획을 위한 법적 근거를 마련하였다. 제10조에는 ‘저영향개발 지구단위계획’을 수립할 수 있는 근거를 제시하고 있다. 서울시장은 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에서 정하고 있는 방재지구, 과거 침수이력이 있는 지역, 「자연재해대책법」에서 정하고 있는 위험지구에 해당하는 지역 등을 ‘저영향 계획구역’으로 지정할 수 있도록 규정하고 있다. 지구단위계획을 수립할 수 있는 법적 근거 마련으로 빗물관리시설의 설치 외에도 도시계획기법을 활용한 물순환정책 수립·이행과 함께 물순환회복을 위한 다양한 접근이 가능해졌다.

다섯째, 물순환 시민위원회의 조직 구성·운영 방안 내용으로 물순환회복정책의 자문을 위해 민간·학계·관계 공무원 등 핵심적인 이해당사자와 전문가로 구성된 ‘물순환 시민위원회’ 조직을 운영하도록 규정하고 있다. 위원회는 총 45명 이내의 위원으로 구성되며, 빗물관리 기본계획의 계획내용을 비롯해 물순환정책의 점검 및 평가, 빗물관리시설의 설치기준 등의 내용에 대해 자문을 받게 된다. 이로써 다양한 이해당사자가 참여한 물순환정책 의사결정 구조를 갖추게 되었다. 이상의 「서울시 물순환 조례」 구성과 주요 내용은 [표 2-8]과 같다.



[표 2-8] 「서울시 물순환 조례」의 구성 및 주요 내용

내용 구분	내용
목적 (1조)	<ul style="list-style-type: none"> <li>법 제정의 목적과 방향</li> </ul>
정의 (2조)	<ul style="list-style-type: none"> <li>각종 법적 용어의 정의</li> </ul>
오염원인자책임원칙 (4조)	<ul style="list-style-type: none"> <li>물순환정책의 기본원칙 제시</li> <li>개발사업자는 훼손된 물순환 환경을 회복, 복원해야 함</li> </ul>
빗물관리 기본계획 (5조)	<ul style="list-style-type: none"> <li>빗물관리기본계획의 계획연한 및 계획내용</li> <li>계획내용               <ul style="list-style-type: none"> <li>도시의 물순환회복에 필요한 빗물관리대책량의 산정</li> <li>토지이용에 따른 시설별 빗물분담량</li> <li>장기 재원투자에 대한 계획</li> <li>「자연재해대책법」의 제19조에 따른 우수유출저감대책</li> </ul> </li> <li>계획연한: 10년</li> </ul>
저영향개발계획 수립 (7조)	<ul style="list-style-type: none"> <li>개발사업자에게 저영향개발 계획 수립을 권고할 수 있는 권한</li> </ul>
저영향개발 사전협의 (8조)	<ul style="list-style-type: none"> <li>저영향개발 계획 수립 실효성 위해 저영향개발 사전협의제도 시행</li> <li>인·허가자는 계획 내용을 검토해 개발 허가</li> </ul>
저영향개발 지구단위계획의 수립 (16조)	<ul style="list-style-type: none"> <li>관련법에 규정된 ‘방재·위험지구’ 등은 저영향 계획구역으로 설정</li> </ul>
빗물관리시설 설치 대상 (11조)	<ul style="list-style-type: none"> <li>도시계획시설 및 일정규모(대지면적 2천㎡, 건축연면적 3천㎡) 이상의 건축 신축 시 빗물관리시설을 설치해야 함</li> </ul>
빗물관리시설 설치 권고 대상 (11조)	<ul style="list-style-type: none"> <li>관련법에 규정된 사전재해영향성 검토협의 대상, 환경영향평가 대상, 일정규모(대지면적 1천㎡, 건축연면적 1.5천㎡) 이상의 건축 신축 시 빗물관리시설의 설치를 권고</li> </ul>
빗물의 이용 (18조)	<ul style="list-style-type: none"> <li>빗물관리시설 설치 시 집수 저장된 빗물을 이용할 수 있도록 우선 고려</li> </ul>
물순환 시민위원회 (21조)	<ul style="list-style-type: none"> <li>물순환정책과 관련하여 민간·전문가·관계공무원으로 구성된 ‘물순환 시민위원회’의 자문을 받을 수 있음</li> </ul>

### 3) 서울시 빗물관리 기본계획

「서울시 빗물관리 기본계획」은 「서울특별시 빗물관리에 관한 조례」(이하 「서울시 빗물관리 조례」)<sup>17)</sup> 제3조에 의해 수립하는 계획으로서, 서울시의 물순환을 1960년대의 자연적인 물순환 상태로 회복시키기 위한 계획이다.

#### (1) 계획의 변천

서울시는 2004년 「서울시 물순환 기본계획 연구」에서 급격한 도시화에 의하여 자연물순환의 기능 대부분이 상실되어 침수피해 증가, 수질오염 증가, 하천의 건천화, 생태환경의 변화, 열환경의 심화 등의 환경문제가 발생하고 있어, 이들 문제를 해결하기 위해 ① 빗물 침투시설 설치, ② 빗물저류시설 설치, ③ 빗물이용시설 설치, ④ 물재이용 및 절수기술 보급, ⑤ 초기우수 및 월류수 저감, ⑥ 녹지공간 확충 방안이 필요하다고 제시하였다. 또한 자연물순환을 회복하기 위한 빗물침투량<sup>18)</sup>, 빗물저류량, 빗물이용량에 대한 기준으로 빗물관리대책량을 처음으로 설정하였다.

2007년 최초로 수립된 「1차 서울시 빗물관리 기본계획」(이하 1차 계획)은 「서울시 물순환 기본계획 연구」(2004)에서 제시했던 물순환회복 체계구축 내용을 이어받아 “건전한 빗물관리와 자연물순환이 이루어지는 물환경 그린도시 조성”을 계획목표로 설정하였으며, 세부적으로는 기존에 제시했던 6대 개선방안 중 ④ 물재이용 및 절수기술 보급, ⑤ 초기우수 및 월류수 저감, ⑥ 녹지공간 확충 방안 내용을 제외하고 빗물관리시설 설치 위주의 계획을 수립하였다. 또한 빗물침투·저류 외에도 빗물이용 대책량을 목표달성 지표로 설정하였다.

계획을 수립한 지 5년이 지난 2013년에 1차 계획의 타당성을 검토하고 당해시점의 도시여건에 부합하도록 「서울시 빗물관리 기본계획(보완)」(이하 보완계획)을 수립하였다([표 2-9]).

17) 「서울시 빗물관리 조례」는 2006년 서울특별시 제4351호로 제정된 지방조례로, 현재는 서울특별시 물순환회복 및 저영향개발 기본조례로 조례명과 내용이 전부개정되었음. 「서울시 빗물관리 기본계획」은 개정 이전 조례인 「서울특별시 빗물관리에 관한 조례」에 의해 수립된 계획임.

18) 빗물침투량은 지표상의 빗물을 지표면 하부로 이동시키기 위한 시설 설치로 제어할 수 있는 빗물의 양을 의미하며, 빗물저류량은 빗물을 모았다가 일정시간이 지난 후 방류하는 시설에서 제어할 수 있는 빗물의 양을 의미함. 빗물이용량은 빗물을 모았다가 조경용수 등 빗물의 사용을 목적으로 하는 시설에서 제어할 수 있는 빗물의 양을 의미함.

[표 2-9] 「서울시 빗물관리 기본계획」의 주요 변화

구분	물순환회복 기본방향	개선방안 및 목표달성 지표	
「서울시 물순환 기본계획 연구」 (2004)	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 불투수면의 감소</li><li>▪ 하천유량의 증가</li><li>▪ 수질개선</li><li>▪ 생태계 다양성 확보</li><li>▪ 생태계 서식처 확보</li><li>▪ 홍수피해의 감소</li><li>▪ 열환경의 개선</li><li>▪ 수자원 확보</li></ul>	개선 방안	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 빗물관리시설(침투·저류·이용) 설치</li><li>▪ 물재이용 방안 확립</li><li>▪ 초기우수 및 CSOs<sup>19)</sup> 저감</li><li>▪ 녹지공간 확충</li></ul>
		목표 지표	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 침투 대책량<ul style="list-style-type: none"><li>- 서울시 전 지역 81.8m³/ha</li></ul></li><li>▪ 저류 대책량<ul style="list-style-type: none"><li>- 서울시 전 지역 59.9m³/ha</li></ul></li></ul>
「서울시 빗물관리 기본계획」 (2007)		개선 방안	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 빗물관리시설(침투·저류·이용) 설치</li></ul>
		목표 지표	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 침투 대책량<ul style="list-style-type: none"><li>- 서울시 전 지역 6.15mm/회</li></ul></li><li>▪ 이용 대책량<ul style="list-style-type: none"><li>- 서울시 전 지역 2.34mm/회</li></ul></li><li>▪ 저류 대책량<ul style="list-style-type: none"><li>- 차치구별 3,035-141,707m³/회</li></ul></li></ul>
「서울시 빗물관리 기본계획(보완)」 (2013)		개선 방안	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 빗물관리시설(침투·저류·이용) 설치</li></ul>
		목표 지표	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 빗물 관리 목표(목표 관리고)<ul style="list-style-type: none"><li>- 서울시 연간 강우량의 40%</li><li>- 620mm/년</li></ul></li><li>▪ 빗물 관리 필요량(2050년까지)<ul style="list-style-type: none"><li>- 서울시 전 지역 184만m³/h</li></ul></li></ul>

보완계획은 1차 계획의 내용 및 범위와 유사하며, 빗물관리대책량을 산정·부과하는 방법에서는 차이가 있다. 1차 계획의 빗물관리대책량 산정방법은 빗물관리시설 설치에 따른 표면유출량(빗물유출량)과 개발 이전인 1962년 표면유출량을 비교하여 산출하고, 산출값을 단위면적(유역면적)당 값으로 나누는 방식이다. 이때 대상지에 토질별 포화투수계수를 적용하기 때문에 대상지의 면적규모가 동일해도 빗물관리대책량은 다르게 산정된다.

반면 보완계획은 빗물관리대책량 산정방법이 1차 계획과 유사하지만, 대책량을 지역별

<sup>19)</sup> 우수가 합류식 하수관거 시스템 배수구역 말단 우수토실에서 차집량을 초과하여 유입될 경우 하수종말처리시설(물재생센터)로 이송되지 않고 방류수역으로 월류하여 배출되는데 이를 월류수(CSOs: Combined Sewer Overflows)라고 함. 월류수에는 지표면에 있던 각종 오염물질과 차집관로 및 배수관 하부에 퇴적된 오염 침전물이 섞여 있어 하천을 오염시키는 주요 원인임.

(자치구·구역)로 부과하지 않고 5대 기준시설<sup>20)</sup>별로 부과함에 따라 대상지의 토지이용 또는 대상지에 위치하고 있는 시설의 종류에 따라 빗물관리대책량<sup>21)</sup>이 달라진다. 보완계획에서 산정한 빗물관리대책량은 빗물관리 대상지에 신규 건축·개발 시 적용할 수 있도록 조례규정을 마련하여 1차 계획에 비해 실효성을 확보하였다. 또한 보완계획은 설치 가이드라인을 배포하여 시설의 설치기준 및 관리방안의 내용을 추가해 실무에 즉각 반영할 수 있도록 하였다.

## (2) 계획의 주요내용

보완계획(2013)은 물순환 왜곡에 따른 7가지 도시 문제를 해결하기 위한 계획내용을 제시하고 있다. 주요 내용은 빗물관리필요량과 빗물분담량을 산정해 서울시 물순환회복을 위한 빗물관리시설의 설치 방안을 제시하는 것이다. 「서울시 빗물관리 기본계획」의 실행을 통해 최종적으로 달성하고자 하는 계획목표는 서울시 연평균 강우량(1,550mm)의 40%인 620mm의 연간 표면유출고를 저감하는 것으로, 빗물침투·저류·이용시설의 설치를 통해 표면유출량을 관리하겠다는 전략이다. 침투된 빗물은 지하수원을 함양하고 하천유출량을 증대시켜 하천의 정상적인 기능 발휘에 도움을 주며, 증발산량을 함께 증대시켜 도시 열환경을 완화할 것으로 기대하고 있다.

### ① 빗물관리필요량 및 빗물분담량 산정

빗물관리필요량은 1차 계획에서 산정한 빗물관리대책량과 방식과 내용 면에서 동일하다. 1962년 수준으로 표면유출량을 회복하기 위해 저감이 필요한 표면유출량이 빗물관리필요량이 된다.

빗물관리 계획의 목표인 연간 강우 620mm의 표면유출고(表面流出高) 저감을 위해서는 서울시 전역에서 184만 $\text{m}^3/\text{h}$ 의 유출량 관리가 필요하다. 5대 기준시설인 공공·교육용지, 교통·기반용지, 공원·녹지용지, 대규모 건설용지(500 $\text{m}^2$  이상), 소규모 건설용지(500 $\text{m}^2$  미

20) 공공부문 3대 시설인 공공·교육시설, 공원·녹지시설, 교통·기반시설의 토지이용, 민간부문 2대 시설 건축면적 500 $\text{m}^2$  이상의 대규모 건축시설, 건축면적 500 $\text{m}^2$  미만의 소규모 건축시설을 대책량 부과 기준시설로 정의함.

21) 「서울시 빗물관리 기본계획(보완)」에서는 대책량을 2가지로 세분화하여 제시함. 첫째, 빗물관리필요량은 2010년 표면유출량과 1962년 표면유출량의 차이로 저감해야할 표면유출량이자 계획목표에 해당함. 둘째, 빗물분담량은 빗물관리시설의 설치계획량으로 5대 기준시설에 부과되는 빗물관리필요량을 의미함.

만)를 건축면적과 대지면적으로 구분하고 건축면적에는 빗물이용시설, 대지면적에는 빗물침투시설을 설치한다는 가정하에 빗물관리시설별 표면유출량 저감 능력<sup>22)</sup>을 적용하여 빗물관리필요량을 산정하였다. 빗물관리시설의 설치는 빗물관리필요량을 만족하는 수준에서 설치되어야 한다([표 2-10]).

[표 2-10] 「서울시 빗물관리 기본계획」에 산정·고시된 빗물관리필요량

관리 대상지 면적 (km <sup>2</sup> )	빗물이용 관리필요량		빗물침투 관리필요량		전체 빗물관리필요량		
	목표 관리고 (mm)	관리 필요량 (m <sup>3</sup> /h)	목표 관리고 (mm)	관리 필요량 (m <sup>3</sup> /h)	목표 관리고 (mm)	관리 필요량 (m <sup>3</sup> /h)	필요 관리 능력 (mm/h)
376.21	140	293,900	480	1,548,167	620	1,842,068	4.9

또한 산정된 빗물관리필요량을 5대 기준시설별로 부과할 수 있도록 부과 기준에 해당하는 빗물분담량을 산정한다. 빗물분담량은 빗물침투·이용 관리 가능량<sup>23)</sup>(187.3만m<sup>3</sup>/h)을 산출해, 이를 단위면적(1ha)당 값으로 치환하는 방법으로 산정하였다([표 2-11]).

[표 2-11] 서울시 기준시설별 산정·고시된 빗물분담량

구분	공공부문 기준시설			민간부문 기준시설	
	공공·교육 시설 (mm/h)	공원·녹지 시설 (mm/h)	교통·기반 시설 (mm/h)	대규모 <sup>1)</sup> 건축시설 (mm/h)	소규모 건축시설 (mm/h)
빗물분담량	6.0	7.5	5.0	5.5	3.5

주 1) 민간부문 시설 규모는 대지면적 500m<sup>2</sup>를 기준으로 그 이상일 경우 대규모, 미만일 경우 소규모로 구분

22) 빗물이용시설의 표면유출량 저감능력은 「서울특별시 빗물관리시설의 설치 및 지원에 관한 지침」에서 제시한 집수면적(건축면적m<sup>2</sup>×0.05)에 노면저류고, 초기우수 처리고, 증발량 등의 계수를 적용하여 산출하며, 연간 표면유출고 저감목표인 620mm에서 빗물이용시설의 설치로 저감되는 표면유출량을 제외한 양으로 빗물침투시설의 빗물관리 능력을 산출함.

23) 빗물관리시설의 침투 관리 가능량은 빗물침투시설인 투수성 포장·침투트렌치·원형침투통·정방형침투통의 설치(5대 기준시설별로 설치되는 시설 개수는 상이함)를 가정하고 각 시설의 침투능과 포화투수계수를 적용하여 산출하였음. 이용 관리 가능량은 빗물이용시설의 경우 건축면적(m<sup>2</sup>)×0.05 규모의 빗물이용시설 설치를 가정하고 산출함. 관리 가능량은 실제 부과되는 빗물분담량의 기준값임.

산정된 빗물분담량은 대상지에서 개발·신축 시 피허가자에게 부과되는데, 대상지의 특성에 따라 빗물분담량을 부과하지 않고 5대 기준시설별로 빗물분담량을 제시하는 방식에 채택함에 따라 빗물관리시설을 설치할 대상지 면적규모가 동일해도 대상지에 포함된 기준시설 종류별로 빗물분담량이 다르게 부과되는 특징이 있다. 빗물분담량을 기준시설별로 산정·부과됨에 따라 지역의 토질에 따라 빗물분담량(빗물관리대책량)이 과다하게 부과되고 빗물관리시설의 설치부하가 크게 발생하던 단점을 보완하는 한편, 지역적인 형평성을 고려한 빗물관리 계획이 수립 가능하게 되었다. 이로써 계획·관리의 일관성을 확보해 행정 소요가 감소할 수 있다는 장점이 있다.

## ② 연차별 사업계획

「서울시 빗물관리 조례」 제5조 2항에 따라 「서울시 빗물관리 기본계획」에는 대책량, 빗물분담량 외에도 장기재원투자 계획 등 재원마련 근거와 연차별 시행계획을 수립하도록 규정하고 있다.

「서울시 빗물관리 기본계획」에 제시된 빗물분담량은 신규 건축허가 시 부과되기 때문에 대상지에 일시에 적용될 수 없다. 또한 서울시 면적의 62%에 달하는 방대한 면적에 빗물관리시설이 설치되어야 하므로 설치 소요가 상당할 것으로 예상된다. 이에 계획수립 시점으로부터 최근 5년간(2007~2011년)의 연평균 신규 건축허가 대지면적 7.03km<sup>2</sup>와 빗물관리 대상지 면적 비중이 높은 민간부문의 대상지 면적(256.98km<sup>2</sup>)을 기준으로 빗물관리대책량의 100% 달성 시점은 37년이 경과된 2050년이 될 것으로 예측했다.

목표 달성을 위해 2013년부터 2050년까지 약 40년간의 장기간의 연차별 빗물관리시설 설치사업 계획을 수립하였다. 2013~2020년까지는 시범단계로서 빗물관리시설 설치 목표량(빗물관리대책량)의 9%(공공: 4.9만m<sup>3</sup>/h, 민간: 9.2만m<sup>3</sup>/h)가 달성되도록 사업을 추진하며, 2021~2035년까지는 보급단계로서 빗물관리시설 설치 목표량의 43.5%(공공: 30.2만m<sup>3</sup>/h, 민간: 54.1만m<sup>3</sup>/h) 달성, 2036~2050년까지는 정착단계로 빗물관리시설 설치 목표량의 47.5%(공공: 31.9만m<sup>3</sup>/h, 민간: 56.9만m<sup>3</sup>/h)를 달성하도록 추진계획을 수립하였다.

연차별 사업계획을 추진하기 위해 소요되는 예산은 민간부문의 경우 빗물관리시설 설치를 위한 직접적인 공사비용은 소요되지 않는다. 반면, 공공부문의 경우 시설 설치비를 부담해

아하기 때문에 총 소요예산을 연차별로 충당할 수 있도록 예산 계획을 수립하였다. 공공 부문에 부과된 대책량은 총 66.8만 $\text{m}^3/\text{h}$ 로 시설 설치에 필요한 총예산은 3조 1,162억 원이 소요될 것으로 전망하였다. 단계별 빗물관리시설 설치 목표량을 충족하기 위해 시범 단계(2013-2020년)에서 총예산의 6.9%의 예산이 투입되어야 하며, 보급단계(2021-2035년)에서 총예산의 45.2%, 정착단계에서 총예산의 47.9%가 집행되어야 한다고 예산계획을 수립하였다([표 2-12]).

[표 2-12] 계획시기별 사업계획량 및 소요예산

구분		시범단계: 단기	보급단계: 중기	정착단계: 장기	합계
공공 부문	시설량 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	47,282	312,562	330,710	22,980
	예산 (억 원)	43.0	492.5	522.5	1,058.0
민간 부문	시설량 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	91,698	540,837	569,327	1,201,862
	예산 (억 원)	-	-	-	-

### 3\_ 해외 물순환정책 변화

물순환정책을 수립·이행하고 있는 해외 여러 도시에서의 정책사례를 분석한다. 물순환정책의 도입 배경 및 정책변화, 물순환정책의 목표 및 수단을 위주로 각 국가의 물순환정책 특징을 도출한 후 「서울시 빗물관리 기본계획」에 적용할 수 있는 정책요소를 도출하였다.

#### 1) 미국의 물순환정책

##### (1) 물순환정책의 구성 및 특징

미국은 1990년대 후반 생태계 보호와 수질 목표 달성에 있어 기존 관리 시스템의 효과에 대한 의문이 제기되기 시작하여 새로운 물순환정책의 필요성이 증대되었다. 이에 따라 Maryland주에서는 개발행위에 따른 도시·환경의 부정적 영향을 최소화할 수 있는 도시

관리 기법인 저영향개발(LID: Low Impact Development) 설계기법에 대한 매뉴얼(1999)이 처음 만들어졌고 미국 전역으로 확산되었다(강정은·현경학·박종빈, 2014). 최근 들어 저영향개발 설계기법은 ‘그린인프라스트럭처’(GI: Green Infrastructure)라는<sup>24)</sup> 용어로 개념을 확장하여 물순환 관리를 도모하고 있다.

물순환정책은 Maryland주의 Prince George’s County에서 저영향개발 매뉴얼인 「Low-Impact Development Design Strategies(LIDDS)」(1999)가 처음으로 만들어지면서 시행되었다. 이후 미국에서는 저영향개발 개념을 넘어 그린인프라의 확대 보급이 주요 정책적 논의 대상이 되었다. 이러한 변화의 주된 이유는 빗물 유출에 따른 수자원 오염과 관계가 깊다<sup>25)</sup>. 즉, 인구변화, 물 소비량 및 불투수면의 증가, 도시화, 기후변화 등의 요인에 의해 물관리 수요가 증가하는 문제점을 해결하기 위한 정책적 중요성이 점차적으로 증진되고 있는 실정이다.

2013년 혁신적인 유출수 관리 인프라 법안(The Innovative Storm-water Infrastructure Act OF 2013) 개정내용 심의에 그린인프라 확대를 위한 ‘그린인프라 센터’ 설립 내용이 상정되었다. 혁신적인 유출수 관리 인프라 법안에 명시된 그린인프라의 의미는 자연의 물순환 체계를 보전하고, 복원 및 개선 또는 모방하는 모든 빗물의 관리기술<sup>26)</sup>을 포함하는 의미이다. 즉, 그린인프라가 사전적 의미가 아닌 물순환회복 패러다임의 한 축으로 활용되고 있는 것이다.

## (2) 물순환정책의 주요내용

물순환정책은 저영향개발과 그린인프라 기법을 혼합하여 사용한다는 특징이 있다. 이는 단순히 빗물 배수가 잘 되도록 하는 것이 아니라 다양한 기법·시설을 적용하는 한편, 토지

24) 1999년에 미국의 ‘지속가능한 발전에 관한 대통령 위원회(President’s Council on Sustainable Development)’에서는 지속가능한 커뮤니티의 개발을 위한 다섯 가지의 전략 중 하나로 그린인프라가 최초로 언급되었으며, 도시의 녹지 등 투수면적을 최대한 확보하는 노력을 통해 물순환을 회복하는 도시관리 전략임.

25) 도시 공간 내 인공 구조물로 조성된 환경의 비중이 높아짐에 따라 빗물은 땅 속으로 흡수되지 못하고 쓰레기, 박테리아, 중금속 등을 곳곳으로 이동시킴으로써 수자원 오염을 가중시키기 때문임.

26) 토양과 식생을 통한 여과, 침투, 흡착, 침류, 증발산을 유도하는 모든 방법이 포함되며, 수질의 보전 기능을 위한 생태적 과정, 자연 지형의 보전을 위하여 하천, 호수, 습지, 삼림, 초지 등을 모두 그린인프라에 포함함.



이용을 규제하거나 투수층을 관리해 개발 이전의 자연적인 수문기능을 유지할 수 있도록 하는 도시관리 패러다임으로 자리매김하고 있는 것이다.

저영향개발기법을 활용한 물순환회복은 4단계 전략으로 구성된다. 1단계 전략은 물순환 정책의 기본방향으로 하천, 공원, 오픈스페이스, 계단식 경사, 투수 가능한 토양 등 유역의 공간 계획 요소들을 자연배수가 되도록 유지하는 데 주력하는 ‘보전전략’이다. 보전전략은 토양에 가능한 많은 식생(植生)이 보존될 수 있도록 식생이 제거된 곳에 다시 식생을 식재하여 투수층을 가능한 많이 확보하는 것이다.

2단계 전략은 개발에 따른 ‘영향 최소화 전략’으로 불투수면이 연속되지 않도록 차도를 최소화하는 한편, 개방식 식생도랑 등을 활용하여 침투율이 높은 토양을 보전해 빗물유출량을 분산되지 않도록 하는 것이다. 즉, 도시계획기법을 활용해 인공환경에 의한 피해를 최소로 하는 공간계획을 수립하고 빗물관리시설을 설치하는 전략이다.

3단계 전략은 ‘유달시간 저감 전략’으로 빗물정원과 식생수로 등 식생형 빗물관리시설을 적극 활용해 빗물의 지표 흐름과 상주를 저감하는 데 주력한다. 또한 식생형 빗물관리시설과 자연 녹지대를 연결하여 불투수면이 연속되지 않도록 해 빗물이 발생원에서 오래 머무르도록 한다.

4단계 전략은 ‘유출저감 전략’으로 침투도랑, 빗물정원, 우수통, 습식 연못 등 다양한 빗물관리시설을 적용해 유출체적(流出體積: Volume of Runoff)을 감소시키기 위한 전략이다. 빗물관리시설은 분산식으로 설치하되 기존 최적관리방안(Best Management Practices, BMP)에 의하여 우수관로 최종점에 시설을 배치하지 않고 발생원 근처에 설치하는 방식을 따른다.

그린인프라 기법은 2009년 10월 5일 오바마 대통령은 행정지시<sup>27)</sup>를 통해 적용되었다. 행정 지시사항은 465m<sup>2</sup> 이상 규모인 연방시설물의 개발 또는 재개발 시 빗물 유출수의 용량·유출률·유출기간 등을 개발 이전 물순환 특성을 유지할 수 있도록 노력하는 한편, 필요에 따라 물순환 복원계획을 수립할 것을 요구하는 내용이었다(서울특별시, 2015). 이에 따라 미국 환경보호청(EPA: United States Environmental Protection Agency)

<sup>27)</sup> Executive Order 13514, Section 14

은 그린인프라 확대를 장려하기 위해 개발 사업허가·계획절차·기술지원·재정계획 수립 시 그린인프라개념을 적용하도록 연방정부 산하의 기관, 주 정부, 지방 정부, 기타 단체 및 민간부문에서 그린인프라 사용을 증가시키기 위한 정책적 노력을 기울이고 있다(서울특별시, 2015). 이와 함께 그린인프라 기법의 실효성 검증을 위해 모니터링을 병행하고 있으며, 모니터링결과는 우수에 의한 비점오염원의 하천 유입을 최소화시키는 것에 중점을 두고 있다([표 2-13]).

[표 2-13] 미국의 물순환정책 전략

구분		내용
적용 기술	전략	
저영향개발 기법	보전전략	자연배수 유지 및 녹지·식생 보존
	영향 최소화 전략	불투수면 최소화 빗물관리시설 설치를 통해 침투율 증진
	유달시간 저감 전략	빗물의 이동흐름 저지 빗물관리시설 설치로 녹지대를 연결하고 불투수면 연속 최소화
	유출량 저감 전략	빗물관리시설의 분산식 설치 및 유출발생원 관리
그린인프라 기법	오염저감 전략	다양한 빗물관리시설의 비점오염원 저감 효과 모니터링

### (3) 뉴욕시의 그린인프라계획 적용

뉴욕시 환경보호부는 합류식하수관거일류수(Combined Sewer Overflows, CSOs)에 의한 하천오염을 저감시키기 위해 「뉴욕시 그린인프라 계획(NYC Green Infrastructure Plan)」(2010)을 수립하였다. 계획의 목표는 2030년까지 도시지역의 10% 불투수면에서 발생하는 초기우수 1인치(약 25.4mm)를 저감하는 것이다.

이 계획은 뉴욕시 전체 지역 중에서 합류식하수도 배제시스템을 가지고 있는 13개 유역을 대상으로 수립하였다. 계획의 특징은 그린인프라 시설의 확충 외에도 기존 하수도시설(Grey Infrastructure)의 효율을 최적화하는 내용을 포함하고 있다. 하수도용량을 증대시켜 CSOs의 하천배출량 7,600만 $\text{m}^3$ /년을 저감시키고 수질개선비용을 68억 달러에서 53억 달러로 총 15억 달러를 절약하는 계획을 수립하였다.

계획의 특징은 기존 기반시설의 용량증대와 그린인프라를 조합하여 비용효율적인 물순환 정책 전략을 수립하고 있다는 것이다. 대상지의 특성, 침수피해흔적 등의 여건을 고려해 그린인프라와 기존 기반시설에 투입될 예산 및 사업비중을 결정한다. 또한 이·치수·수질 등 물환경 개선 외에도 도시환경을 개선하는 것을 주요 정책 목표로 설정하고 있다.

## 2) 독일의 물순환정책

### (1) 물순환정책의 구성 및 특징

수자원이 부족한 독일은 도시지역의 수자원 확보를 위해 2000년대에 접어들어 본격적인 물순환정책을 추진하였다. 2002년 「물순환 기본법(Wasserhaushaltsgesetz)」을 개정하여 하천 오염 등 하천에 미칠 수 있는 부정적 행위를 규제하였다. 「물순환 기본법」의 핵심은 자연적인 물순환을 유지·보존하며, 개발행위에 따른 유출량과 첨두유량(Peak Flow)<sup>28)</sup>의 변화를 개발행위 이전으로 유지하는 데 있다. 독일은 빗물을 하수로 정의함으로써 오염자부담원칙에 따라 원인자에게 처리의무 및 피해에 대한 복원의무를 규정하고 있다. 또한 빗물관리시설을 활용하여 적절한 처리를 거쳐 빗물을 하천에 방류할 것을 규정하고 있다(서울특별시, 2015).

독일의 법체계상 물순환 관련 역할은 연방정부보다 주정부 및 지방자치단체의 역할이 강조되며, 지역마다 상이한 물순환정책을 수립·시행하고 있다. 연방정부는 물순환과 관련된 각종 기준·규칙을 마련하여 주정부 또는 지자체 물순환정책에 가이드라인 역할을 담당한다. 지방정부는 연방정부의 가이드라인 내에서 지역에 부합하는 물순환정책을 마련·이행한다. 대체로 불투수면을 관리하고 개발에 따른 물순환 왜곡을 방지하기 위해 토지이용을 직·간접적으로 규제하거나 빗물관리시설의 설치를 강제하기도 한다. 또한 토지이용 계획 시 ‘빗물유출 저감시설 지역’, ‘홍수예방지역’ 등 용도지역·지구제를 활용해 개발활동에 개입하기도 한다.

<sup>28)</sup> 첨두유량은 일정기간 동안 강우에 의한 유출량 변화 중 유량이 가장 높은 지점을 의미하며, 보통 강우강도가 가장 높을 때 첨두유량이 높아 하천의 홍수, 침수 등을 판단할 수 있는 기준으로 활용됨.

## (2) 물순환정책의 주요 내용

독일은 수자원이 부족하여 주로 지하수를 상수원으로 이용하므로 빗물을 효율적으로 활용하는 것을 물순환정책의 주요 목표로 한다. 강우유출수를 저류시켜 직접이용하거나 무방류시스템을 운영하고 있다.

독일의 물순환정책은 지하침투를 기본으로 하며 침투된 빗물은 지하 저류공간에 집수된다. 집수된 빗물은 잡음수로 이용하기 위하여 1987년부터 빗물저장시스템을 법·제도화했고, 이를 통해 주거단지에 의무적으로 빗물이용시설을 설치·조성하도록 규정하였다. 독일에서는 도시계획 및 각종 개발사업 시 환경계획을 함께 고려할 것을 법제화하여, 지구단위계획 등에 빗물관리를 위한 설계원칙을 명시하고 있다.

물순환정책의 핵심은 개발구획평가(IPAs: Individual Parcel Assessments)제도로, 평가 결과는 세금부과, 인센티브제공, 빗물관리시설의 설치량을 결정하는 주요 기준으로 활용한다. IPAs는 대상지를 포함하는 구역의 물순환정보를 통합적으로 구축할 수 있으며, IPAs의 평가방식은 개발활동에 의한 부정적 영향을 최소화하기 위한 자구적인 노력을 유도할 수 있어 베를린을 비롯한 10여 개 도시에서 물순환정책 수단으로 활용하고 있다.

IPAs 평가 방식은 개발대상지에 토지이용계획과 대상지 배후 구역의 물순환 여건을 지도화·수치화하여 차등화하는 방식이다. 세부적으로는 건물면적·포장면적을 토대로 불투수면 면적비율을 산정하고 하수관로와 불투수면의 연계 여부, 대지 내 녹지면적 등의 공간정보를 적용해 평가한다. 평가결과는 빗물 배출요금(우수세)의 부과세율을 산정하는 근거로 활용되며, 빗물관리시설의 설치비용 지원 등 인센티브 제공 기준으로도 활용된다.

## (3) 함부르크주 물순환관리 적용

함부르크는 독일의 타 도시에 비해 물이 풍부하지만 배수가 원활하지 않은 토질 탓에 내외수적 홍수 위험이 높은 지역이다. 과거부터 도시화가 지속되면서 불투수면적이 증가하였고, 최근 겨울철 강우량이 증가함에 따라 도시의 배수용량 부하를 겪고 있다. 이에 함부르크 주정부는 기후변화 대응형 ‘빗물인프라 구축 계획’을 수립하였다(국연호, 2013).

함부르크의 ‘빗물인프라 구축 계획’에는 물순환 관리 기술들이 총체적으로 구성되어 있으

며, 도시 및 공간계획의 연계, 변화된 외부공간과 계획시설에 적합한 제도적인 조치 방안을 포함하고 있다. 계획의 핵심은 우수유출시간을 지연시키고 빗물이 하수관망으로 흘러 들어가지 않도록 하여 발생원으로부터 빗물을 100% 처리하는 것이다. 함부르크의 빗물 인프라 구축 계획은 빗물관리와 관련된 공공기관, 전문가, 대지소유자 등의 이해당사자 간 의무와 권리를 규정하고 있다.

계획의 주요 내용은 도시계획 단계에서 빗물관리시설 설치를 적극적으로 유도하고 있다는 것이다. 함부르크의 건설시행 규정(Hamburgische Bauordnung)에 의하면 빗물침투 시설과 저류시설은 건축물의 배수 관련 시설로 간주되며, 시설의 설치·보수·변경 등은 반드시 인증 기업을 통해서만 실시할 수 있다.

### 3) 영국의 물순환정책

#### (1) 물순환정책의 구성 및 특징

영국은 1995년 국가적인 가뭄을 계기로 물이 더 이상 무한한 자원이 아니라는 인식의 전환이 이루어졌다. 서울과 비슷한 인구밀도를 가지고 있는 런던은 연간 평균 강우량이 613mm로 세계의 다른 도시들에 비해 적고 서울시의 1/2 수준이다. 과거부터 이어져온 지속적인 인구증가와 기후변화로 인해 지역적 물소비량이 증가함에 따라 부족한 수자원 문제를 해결하는 한편, 수자원의 효율적인 이용을 도모하기 위해 물순환정책이 도입되었다(윤현주, 2015).

지속가능한 배수체계(Sustainable Urban Drainage Systems, SuDS) 구축을 위하여 물 관련 최상위법인 「수법」(the Water Act)과 「수자원법」(Water Resource Act)을 제·개정하였다. 개정 내용에는 유역별로 수자원 보전 및 관리에 대한 목표, 방향성과 원칙을 구체적으로 규정하고 있다. 또한 절수와 물재이용에 대한 상세한 기준과 규칙을 명시해, 버려지는 빗물을 안전하게 재이용할 수 있는 근거를 마련하였다. 지속가능한 배수체계 내용은 유럽의 물관리 기본규정(WFD)에 채택되었고, 2003년 영국 내에서 본격적으로 법 제화되면서 대내·외적으로 물관리에 대한 인식 전환의 계기를 마련하였으며, 물순환의 주요요소로 부각되었다.

지속가능한 배수체계는 자연상태의 물순환 상태를 유지해 홍수·가뭄 등 재해 위험을 줄이고 하천의 수질을 개선해 하수도의 부담을 완화하는 개념이다(김호정, 2014). 지속가능한 배수체계의 적용은 ‘국가기준 시스템(National Standard for Sustainable Drainage Systems)’이라는 공인된 인증기구에 의해 이루어진다. ‘국가기준 시스템’은 지속가능한 배수체계 도입 초기 주관부서와 법·제도체계가 명확하지 않아 시스템 적용 실적이 낮고, 적용된 지역 및 시설의 유지·관리에도 난항을 겪게 됨에 따라 체계의 정착을 위해 도입된 인증기구이다. 이후 2010년에는 「홍수 및 물관리법」(Flood and Water Management Act)에 지속가능한 배수체계 내용이 포함되면서 ‘국가기준 시스템’이 정착되게 되었다. ‘국가기준 시스템’은 강우유출수 배수시스템을 설계할 때 설치될 시설의 설계·시공·운영·유지·관리에 대한 적합성을 판단하는 기준사항을 담고 있다.

## (2) 물순환정책의 주요내용

연평균 강우량이 작은 영국은 수자원을 효율적으로 이용하면서도 대체 수자원을 개발하는 “twin-track 전략”을 물순환정책의 주요 목표로 설정하고 있다(고병희, 2010). 따라서 영국 물순환정책의 가장 중요한 부분은 빗물을 효율적으로 이용하는 것에 있다. 더불어 영국은 빗물의 전통적 배수방식(하수관로 배수)에 의한 침수위험을 낮추고 비점오염원 유입에 의한 수질악화, 불투수면 증가에 따른 물순환 왜곡문제를 해소하기 위해 지속가능한 배수체계의 적용을 주요 정책 지표로 채택하고 있다.

지속가능한 배수체계의 적용 시 빗물침투·저류가 가능한 빗물관리시설 설치를 권장하고 있다. 주로 옥상녹화, 투수블록, 식생수로, 저류지, 유수지, 식생여과대, 생태수로 등 다양한 빗물관리시설을 활용해 빗물을 침투·저류시키며, 빗물이용시설 또는 저류시설에 집수된 빗물은 화장실·조경용수 등으로 이용하고 있다(윤현주, 2015).

물순환정책의 핵심인 지속가능한 배수체계를 물 관리 및 도시계획에 적용하기 위해 국가 기준 시스템의 인증 기준을 따르며, 국가기준은 유출수 배출 및 침투유량을 저감하고, 수질을 개선하는 데 필요한 빗물관리시설의 기능을 제시한다. 세부적으로는 빗물관리시설의 설치 기준을 제시하고 있는데, 빗물관리시설은 5mm 강우까지는 하수도나 하천으로 빗물을 배수(방류)시키지 않고 지반으로 침투시켜야 하며, 5mm 이상의 강우를 처리할 수 있어

야 한다. 또한 도시계획 및 토지이용 시 개발사업으로 인해 100년 빈도 강우의 침투유량 변화량이 개발 이전의 녹지상태일 때보다 증가하지 않아야 한다는 도시계획 지표도 제시하였다. 나아가 2014년 개정된 국가 기준은 지하침투, 하천(지표수)으로의 방류, 우수관거, 도로 배수관거, 합류식 하수도 등 배출, 강우유출수의 관리방식 등 물순환 과정 전반에서 우선 고려해야 할 요소를 지역별로 규정하고 있다.

이밖에 지속가능한 배수체계와 같은 구조적 대책 외에도 빗물 배수 부과제(Surface Drainage Charge)와 같은 비구조적 대책을 병행하고 있다. 빗물 배수 부과제를 통해 빗물 관리비용을 조달하는 한편, 지속가능한 배수체계 적용 유인을 제공하여 빗물관리 부담을 줄이기 위한 목적으로 도입되었다.

빗물 배수 부과제는 하수도로 배출되는 빗물의 양을 처리하기 위한 소요비용을 부담시키는 제도로, 독일의 하수도요금 체계와 유사하며 오염원인자 부담원칙에 입각한 제도이다. 빗물 배수 비용(Fee of Surface Drainage)은 주거지역의 경우 주택유형에 따라 부과되며, 상업 및 공업지역의 경우 불투수율을 기준으로 부과한다. 이때 빗물을 침투시키거나 저류시켜 공공하수도로 유입되지 않을 경우 요금을 면제한다. 빗물 배수 부과제의 도입은 하수도로 배출되는 빗물을 억제해 하수도 용량부족에 대응할 수 있으며, 합류식 하수도의 월류로 인한 수질오염을 방지하기 위해 소요되는 예산을 충당할 수 있다.

### (3) 템즈워터사의 밀레니엄 돔(Millennium Dome) 적용

수도보급회사인 ‘템즈워터’사는 전문가와 협조하여 밀레니엄 돔 운영에 필요한 용수(用水) 확충을 위해 강수량의 55%를 재활용하고자 하였다. 밀레니엄 돔에 설치된 빗물이용 시설에 집수된 빗물은 주로 화장실 용수로 활용되며, 일 평균 화장실 용수 수요량인 500 m<sup>3</sup>의 20%를 대체할 수 있도록 하였다.

또한 100,000m<sup>3</sup>의 지붕에서 모아진 물(집수: 集水)은 식물정화시스템을 거쳐 연못에 저장되고 연못의 저류가능을 초과한 빗물은 템즈강으로 흘러 들어간다. 밀레니엄 돔은 오염된 지하수를 처리하는 데 이용되어 왔던 역삼투 방식(Reverse Osmosis System)<sup>29)</sup>과

<sup>29)</sup> 오염되거나 농도가 높은 물에 고압을 가해 오염물질을 분리시키는 정수 기술임.

멤브레인 방식<sup>30)</sup>에 의한 필터시스템을 핵심적인 처리 기술로 활용해 안정적인 수질을 확보하기 위해 노력하고 있다(고병희, 2010).

#### 4) 일본의 물순환정책

##### (1) 물순환정책의 구성 및 특징

일본은 1985년 도쿄돔에 대규모 빗물이용시설을 설치하는 것을 계획한 이후 용수 공급 및 유출 제어에 빗물이용시설이 효과적이라는 생각이 전국적으로 확산되었다. 더불어 일본 서부에서 발생한 1995년 대지진 당시 기존의 급수 체제가 마비되어 심각한 물 부족을 겪으면서 빗물이용의 중요성이 크게 증가하였으며, 이에 따라 물순환정책이 도입되게 되었다.

물관리 업무는 다수의 법률 및 부처로 분리되어 있다. 1971년 환경성이 조직된 이래로 물순환 관련 업무는 일원화되지 못하고 국토교통성과 환경성으로 나뉘어 세분화되었다. 이로 인해 부처 간 업무가 세분화됨에 따라 중복 업무로 예산의 낭비문제가 지적되었고, 행정적 비효율 외에도 국가계획의 중복지정 등의 문제가 발생함에 따라 통합된 법률의 제정 필요성이 증대되었다. 이에 따라 「물순환 기본법」이라는 통합수법이 제정되었다(김경민·김진수, 2014)

「물순환 기본법<sup>31)</sup>」은 건전한 물순환의 유지 및 회복을 통하여 일본사회의 건전한 발전과 국민생활의 안정을 향상시키는 데 기여하는 것을 목적으로 제정되었다. 법 내용의 핵심은 물순환 체계 구축과 관계된 모든 행정을 연계하여 ‘건전한 물순환계 구축방안’ 마스터플랜(기본계획)을 수립하는 것이다.

‘건전한 물순환계 구축방안’은 수질·수변환경 변화와 관련된 여러 가지 물 문제를 해결하고자 빗물 유출저감 및 침투·저류 증진을 위한 빗물관리시설의 설치 및 관리 방침, 물재이

30) 액체의 특정성분을 선별적으로 오염물질 제거 필터에 투과시켜 오염물질을 분리하는 기술을 의미하며, 오폐수의 정수를 비롯하여 바닷물의 담수화에 활용됨.

31) 이 법률은 물순환에 대한 시책에 대해 기본이념을 수립하고 국가, 지자체, 사업자, 국민의 의무와 책임을 밝히고 있음.



용을 통한 수자원의 효율적 사용 방침, 수질을 보전하는 하수·오수 처리 방침, 친수구역 확대를 위한 수변공간조성 방침, 시민참여를 증진하기 위한 홍보·교육·참여방침 등 ‘5대 기본방침’을 제시하고 있다.

## (2) 물순환정책의 주요내용

일본은 지역 전체를 물순환정책 대상지역으로 지정하고 세부적으로 도시, 산지, 농지, 하천 공간에 맞는 물순환정책을 마련하고 있다. 물순환정책의 핵심은 ‘건전한 물순환계 구축방안’ 마스터플랜이며, 물순환정책 전반에 걸친 정량적 목표를 설정하고 있다는 것이다. 정책의 목표는 물 문제 해결을 위한 ‘5대 기본방침’에 부합하는 지표량을 설정하는 것으로, 기존 계획과의 정합성과 실행가능성을 종합적으로 감안하여 설정하였다. 설정한 정량적 목표는 빗물의 침투 및 유출, 물재이용, 수질 개선 측면에서 세부적인 지표를 제시하고 있다([표 2-14]).

각 지표는 건축·개발 등 인위적인 변화가 일어나기 이전의 수준을 기준으로 지표량을 설정하고 있다. 유량, 풍수해 피해기준, 물수요 관리 지표량 등 수질·이수·치수 측면에서의 지표량도 함께 설정하는데, 수량이 풍부하고 물공급이 안정적으로 유지될 수 있으며 하천의 기능이 유지될 수 있는 수준에서의 수질관리를 하도록 지표량 설정을 유도하고 있다. 즉, 계획의 목표달성은 과거에 수문특성이 가장 양호했던 시기를 기준으로 삼는다는 특성이 있다.

빗물 유출 저감은 구조적 대책<sup>32)</sup> 위주로 하고 있다. 주요 대도시에 투수성 보도블록을 설치하고 침투설계량을 최대화하여 강우 시 즉각적으로 빗물이 지표 하부로 이동(침투)되게 하고 있다. 예를 들어 사이타마(埼玉)현 내 택지개발지역인 히가시오미야(東大宮)는 강우에 의한 침수 피해를 최소화하기 위해 공원·학교용지 등 대규모 도시계획시설용지에 생태기능을 갖춘 조절지를 조성하여 하천에 유입되는 빗물의 부하를 최소화하였다(이주영 외, 2010).

32) 구조적 대책은 빗물관리시설과 같은 구조물을 설치하는 방식의 물순환 개선 정책을 의미함.

[표 2-14] 일본의 건전한 물순환계 구축방안의 기본방침별 지표량 산정방법

기본방침	지표량 (목표량 단위)	지표량 설정 근거
유역의 저장, 침투·함양 능력의 보전·회복·증진 (물을 저축한다)	총유역 침투량(mm/년) 지하수량(mm/년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>자연 상태의 침투 기능을 가지고 있다고 생각 되는 1960년대의 값</li> </ul>
	침투 적합지의 맨션 등 집합건물에 대한 보급률(%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>실현 가능한 비율로부터 설정</li> </ul>
	연간 유출고(mm/년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>자연적 물순환에 의해 유출처리가 해결되었 던 연도의 값</li> </ul>
	평수량(m <sup>3</sup> /sec)	<ul style="list-style-type: none"> <li>매우 풍부한 수량이 흐르고 있는 유량</li> </ul>
	최소 지하수 유출량(m <sup>3</sup> /sec)	<ul style="list-style-type: none"> <li>풍부한 자연상태인 1960년대 무렵의 값</li> </ul>
	특정 연도의 값(m <sup>3</sup> /년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>과거의 내수피해 발생 상황</li> </ul>
	연간 유출률(%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>현재와 과거의 중간 시점을 설정</li> </ul>
	50m <sup>3</sup> /h 강우에 대한 안전	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존의 치수(또는 하수도)계획에 의해 설정</li> </ul>
	치수안전도 1/50 확보	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존의 치수계획에 준해 설정</li> </ul>
	농지면적(km <sup>2</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>현재의 농지 존치</li> </ul>
물의 효율적 활용 (물을 능숙하게 사용한다)	생활용수(m <sup>3</sup> /일) 농업용수(만m <sup>3</sup> /년) 공업용수(천m <sup>3</sup> /월)	<ul style="list-style-type: none"> <li>신규 물수요량에 대한 안정적인 공급</li> </ul>
	1인당(m <sup>3</sup> /일)	<ul style="list-style-type: none"> <li>물질악설비 활용에 의해 달성 가능한 식감 량 설정</li> <li>전국 평균치로 감소규모 설정</li> </ul>
수질의 보전·향상 (물을 깨끗하게 한다)	암모니아성 질소 부하량의 95% 수준(mg/ℓ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>정수시설의 긴급 대응 가능성이나 정수장 처리능력으로부터 설정</li> </ul>
	BOD 부하량의 75% 수준 (mg/ℓ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>음용할 수 있는 수질</li> <li>강에 들어가 놀 수 있는 수질</li> </ul>
	하수도 보급률(%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>현행의 하수도계획에 준해 설정</li> </ul>
	하수도 미보급구역(%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>실현 가능한 비율로부터 설정</li> </ul>
수변환경 향상 (물가를 풍부하게 한다)	자연 하안 연장(km)	<ul style="list-style-type: none"> <li>현 상태의 자연 하안 유지</li> </ul>
	친수공간 면적(m <sup>2</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>현 상태의 5% 할증</li> </ul>

출처: 서울특별시(2016)

구조적 대책 외에도 빗물관리시설의 지원을 비롯하여 세제혜택, 인센티브 제공, 용도지역 지구제도 운영 등 다양한 비구조적 대책을 운영하고 있다. 대표적인 비구조적 대책<sup>33)</sup>은 빗물이용시설의 설치를 확대 보급하기 위한 세제특례조치이다<sup>34)</sup>. 세제특례조치는 할증상 각제도로 운영된다. 빗물저류·이용시설 설치 후 5년 동안은 통상적인 상각한도금액의 100분의 12를 더한 금액이 상각한도액으로 인정된다. 대상시설은 빗물을 100m<sup>3</sup> 이상 저류 및 이용 또는 침투시키는 시설물로서 수조, 송배관, 용수지 등이 해당된다.

### (3) 사이타마현 도코로자와시의 빗물침투시설 적용

사이타마현(埼玉縣) 도코로자와시(所澤市)는 도쿄 대도시권에 포함되는 지역이다. 사이타마현 내에는 아나세가와 유역(柳川)에 포함되는 히가시카와(東川)강이 흐른다. 하천의 건천화 방지를 위하여 주택을 신·개축할 경우 침투시설의 설계 자료를 추천하고 필요한 정보를 제공하는 등 빗물침투시설의 설치를 장려하기 위한 행정적 노력을 기울였다. 더불어 신축이 아닌 기존 주택에 침투시설을 설치할 경우 설치비용을 전액 보조하는 지원제도를 통하여 침투시설의 설치를 촉진하고 있다. 이와 같은 노력으로 주거단지에 침투시설 보급이 증대됨에 따라 지하수 수위가 기존에 비해 25~75% 회복되는 한편, 용출수가 하천으로 유입되어 하천의 건천화 기간을 줄이는 데 상당한 역할을 하였다.

## 5) 해외 물순환정책의 특징

해외 물순환정책은 지역의 물리·환경·공간적 특성을 평가해 그 결과를 물순환정책에 반영하여 각종 구조적·비구조적 대책을 병행하고 있으며, 도시계획을 비롯하여 수질·수량 등 관련 계획과 연계하여 물순환 계획 및 정책을 수립하고 있다는 특징이 있다. 더욱이 빗물관리 외에도 도시 물순환 환경과 여건을 종합적으로 개선할 수 있는 정책 목표와 방향을

33) 비구조적 대책은 빗물관리시설의 설치 보급과 같은 하드웨어적 물순환 개선 정책이 토지이용규제, 불투수면 관리 등 소프트웨어적 물순환 개선 정책을 의미하며, 구조적 대책을 지원하기 위한 방안, 시민 참여를 독려하기 위한 홍보 방안 등 부수적인 정책을 포함하는 의미임.

34) 1998년부터 대도시지역에 일정량의 빗물을 저류하여 이용 또는 침투시키는 시설(이하 '빗물저류·이용시설'로 칭함)을 설치할 경우 법인세(소득세)의 할증상각을 인정하고 있음.

수립하고 있다는 것도 특징적이다. 해외 물순환정책의 세부적인 특징은 다음과 같이 4가지로 구분할 수 있다.

첫째, 해외 물순환정책은 도시관리의 지속가능성 확보와 기후변화에 적응할 수 있는 물순환 관리 정책을 수립·이행하고 있다. 기본적으로 빗물관리시설을 설치해 물순환 왜곡에 직접적으로 대응하고, 개발 이전의 투수면적을 확보하기 위해 녹지 및 식생보존 전략, 토지이용규제 등 소프트웨어적 대응을 병행하고 있다. 또한 수질, 방재, 수자원 이용 등 도시 전반에 걸친 물순환 환경 개선을 위한 노력을 하고 있다.

둘째, 해외에서는 물순환 왜곡 발생원인과 해결방안이 빗물관리시설의 설치 외에도 무분별한 개발·건축 활동을 제한해야 할 필요성에 공감하여 도시계획·환경계획 등과 연계한 물순환 계획의 수립 및 정책사업을 추진하고 있다. 또한 지역의 물순환 여건을 반영할 수 있는 물순환정책을 시행하고 있다. 토지이용(개발·건축) 시 개발 이전의 물순환 상태를 유지하도록 하고 있으며, 유역 또는 지역의 물리·환경적 여건을 고려해 도시계획시설(녹지, 공원)을 확충하는 등의 정책사업을 수행하고 있다.

셋째, 지속가능한 강우 유출수 관리를 위해서 경제성 및 효과성을 진단하고 그 결과를 반영하여 시설을 설치하였다. 특히, 법적으로 타당성(경제성·효과성)을 확보할 것을 규정하고 있으며, 불투수면을 관리하고 녹지공간을 확보할 수 있는 저영향개발·그린인프라 기법의 적용을 적극 권장하고 있다.

넷째, 물순환 목표를 달성하고 유지할 수 있는 국가·지역 차원의 상세한 기준 및 지침을 수립하고 있다. 특히 빗물관리 외에도 수질·이수·치수 등 물환경 전반에 걸친 기준과 지침을 구축하여 상호연계하고 있다. 각 국가별 물순환정책의 주요내용과 특징을 정리하면 [표 2-15]와 같다.

[표 2-15] 해외 물순환정책 비교

구분	해외 물순환정책 주요내용	특징
미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>토지이용계획을 통한 조절지 확충 노력</li> <li>구체적인 사업절차와 단계를 지리정보화</li> <li>시설의 효율성을 검토하여 저비용 고효율 정책 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 효율성 강조</li> <li>✓ 토지이용규제</li> </ul>
독일	<ul style="list-style-type: none"> <li>우수세, 개발구획평가 등 비구조적 대책 마련</li> <li>빗물은 발생지역에서 처리하고, 하수관망과 연결 금지</li> <li>빗물관리·이용 및 기후변화 대응 관련 정책목표 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 정책의 다기능성</li> <li>✓ 토지이용 규제</li> <li>✓ 비구조적 대책 마련</li> </ul>
영국	<ul style="list-style-type: none"> <li>빗물배수 부담금 부과</li> <li>개발 이전의 물순환 상태 유지</li> <li>빗물관리를 위한 국가기준 시스템 구축</li> <li>방재, 하수시설 부하저감, 수질완화 관련 정책목표 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 정책의 다기능성</li> <li>✓ 토지이용 규제</li> <li>✓ 비구조적 대책 마련</li> <li>✓ 국가차원의 지침 수립</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>이수·치수·수질·빗물관리 등 물순환 관련 계획을 통합</li> <li>도시 전 지역을 정책대상에 포함</li> <li>방재, 기후변화 대응 관련 정책목표 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 정책의 다기능성</li> <li>✓ 정책대상 확대</li> </ul>



# 03

---

## 물순환 시책사업 평가

1\_물순환 시책사업 내용

2\_물순환 시책사업 평가

## 03 물순환 시책사업 평가

### 1 물순환 시책사업 내용

#### 1) 「서울시 건강한 물순환 도시조성 종합계획」 수립과정

「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 물순환회복 정책사업의 추진전략을 포괄적으로 담고 있는 사업계획이다. 그러나 「서울시 빗물관리 기본계획」의 내용은 「서울시 빗물관리 조례」 제3조에 의해 계획범위가 빗물관리시설의 설치이므로, 물순환회복에 필요한 다양한 정책을 포함하기에 한계가 있다.

이에 서울시는 그간의 연구 성과를 비롯하여 법령·계획 정비경험을 바탕으로 도시환경 전반의 개선을 통한 ‘물순환도시’로의 전환을 추진하였다. 2009년 「빗물 가두고 머금기 가이드라인 작성」을 시작으로 2012년 「서울특별시 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 조례」 제정, 2013년 「서울시 빗물관리 기본계획」 및 「물재이용 관리계획」을 수립하는 등 물순환 관련 제도 개선노력과 서울시청 조경과, 주거재생과, 보도환경개선과와 협력해 부서연계형 물순환회복 대책을 수립하고 관련 연구를 수행하였다. 또한 시민·전문가로 구성된 ‘물순환도시 시민거버넌스 민관 T/F’를 구성해 이해당사자 및 전문가의 정책 개선 의견을 수렴하는 한편, ‘물순환 도시포럼’, ‘시민토론회’, ‘기후변화와 물순환도시 학술심포지엄’을 개최해 물순환회복 방향에 대한 연구를 거쳐 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」이 수립되었다.

「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 「서울시 빗물관리 기본계획」에서 설정한 빗물분담량을 달성하기 위해 공공부문 및 민간부문의 제도정비, 빗물관리시설 설치 사업 외에도 물재이용 확대, 물순환회복 확대·증진을 위한 공론화 사업 및 관련 연구사업 등 42개 시책사업을 추진하기 위한 내용을 담고 있다.

「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 물순환 개선을 위한 다양한 시책을 담고 있는 계획으로, 물순환정책의 기준이자 법정계획 성격의 「서울시 빗물관리 기본계획」과 상호보완적인 관계에 있다.

## 2) 계획 및 사업의 주요 내용

「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」(이하 「물순환조성종합계획」)은 “시민과 함께 만드는 건강한 물순환 도시” 조성을 위해 「서울시 빗물관리 기본계획」에서 설정한 빗물관리 목표인 620mm의 표면유출고를 침투·저류를 통해 저감해 자연 물순환을 회복하는 한편, 빗물·중수도·하수재이용수 2.09억m<sup>3</sup>를 재이용하여 수자원 관리의 효율성을 증진한다는 목표를 수립하였다.

목표 달성을 위해 「물순환조성종합계획」에서 제시하고 있는 정책사업은 다음의 다섯 가지 부문으로 구분할 수 있다. 사업은 ① 공공선도형 물순환회복, ② 민간 개발 시 물순환회복 유도, ③ 빗물관리시설의 민간보급 확대, ④ 연구개발·제도정비를 통한 정책초석 마련, ⑤ 시민참여 확대이다.

### (1) 공공선도형 물순환회복 정책사업

서울시는 공공용지 및 도시계획시설<sup>35)</sup>용지에 신규 도시계획시설 공급 시 빗물관리대책량을 만족할 수 있는 빗물관리시설을 함께 설치하고 물순환에 부정적인 영향을 최소화 하는 건축·설계기법을 도입하는 정책사업을 추진 중이다.

기존 도시계획시설용지의 대지면적에 투수성 포장, 빗물유입화단을 설치하여 빗물침투를 증진시키고 빗물저류·저장 능력을 증대시키기 위한 연못 및 수로를 시범적으로 조성하고 있다. 도시계획시설용지의 건물면적에는 옥상녹화 사업을 진행하는 등 공공부문 빗물관리 대상지에 다양한 빗물관리시설을 설치하기 위한 사업을 추진 중이다. 그밖에 빗물침투가 가능한 하수도정비사업, 하수재이용수를 활용한 도로 물청소사업 등 기존에 버려지던 물을 활용하기 위한 사업도 함께 시행 중이다. ‘공공선도형 물순환회복 정책사업’은 빗물관리시설을 공급하는 대표적인 구조적 대책 사업에 해당한다([표 3-1]).

35) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제43조에 의해 설치되는 기반시설로 교통시설, 공간시설, 유통·공급시설, 공공·문화체육시설, 방재시설, 보건위생시설, 환경기초시설 등 7개 유형 53종의 시설을 의미함.



[표 3-1] 공공선도형 물순환회복 10대 정책사업 주요 내용

정책사업명	주요 내용	추진·관련부서
도로 투수포장 확대	<ul style="list-style-type: none"> <li>차도·보도·주차장에 빗물이 침투되도록 투수포장 확대</li> </ul>	물순환정책과
빗물침투형 하수도 정비	<ul style="list-style-type: none"> <li>하수도로 유출되는 빗물유출량 저감 위해 빗물받이를 침투형으로 조성</li> </ul>	물재생계획과
시 주관 신규사업 시 물순환 설계 의무화	<ul style="list-style-type: none"> <li>각종 공공사업 시 빗물분담량을 만족하는 빗물관리시설 설치계획 수립 의무화</li> </ul>	물순환정책과, 서울시청 전 부서
기존 공공건물 물순환시설 확대	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 공공건물 및 시설에 대책량 달성 위한 적합한 빗물관리시설 설치</li> </ul>	물순환정책과, 조경과, 서울시청 전 부서
가로변 빗물유입화단 조성 및 경계턱 제거	<ul style="list-style-type: none"> <li>가로변 보도에 빗물침투능력 확보 차원에서 오목형 화단을 조성하고 경계턱을 제거해 빗물관리시설의 기능 증진</li> </ul>	조경과
녹지대 빗물 저장능력 확대	<ul style="list-style-type: none"> <li>공원 등 녹지대를 활용하여 빗물침투·저류 가능한 저류형 공원 생태 연못 조성</li> </ul>	공원조성과, 자연생태과
그린 빗물 인프라 도입	<ul style="list-style-type: none"> <li>침투·저류 외에도 오염부하량 저감 위해 여과기능 갖춘 빗물관리시설(통로화분, 인공습지, 식생수로) 설치 및 생태 네트워크 구축</li> </ul>	물순환정책과
도로 물청소 시 재이용수 활용 확대	<ul style="list-style-type: none"> <li>빗물 및 중수도, 하수처리수 등 재이용수를 활용하여 도로 미세먼지 청소 실시</li> </ul>	물순환정책과, 물재생시설과, 생활환경과
빗물저류조를 활용한 친수시설 확대	<ul style="list-style-type: none"> <li>빗물 및 지하철 유출수를 활용하여 도시 경관 개선 위한 도심 속 물길 조성</li> </ul>	물순환정책과
중수도 및 하수재이용수 재이용 확대	<ul style="list-style-type: none"> <li>재이용수 등 대체수원 활용 확대 위해 중수도 보급 및 재생수 공급 계획 확대</li> </ul>	물순환정책과

## (2) 민간 개발 시 물순환회복 유도 정책사업

「서울시 빗물관리 기본계획」에서 설정한 빗물분담량이 민간부문에서 원활하게 작동(부과) 되도록 ‘저영향개발 사전협시’<sup>36)</sup>를 제도화하고 「서울시 물순환 조례」에 반영하기 위한 세부 계획을 수립하였다. 또한 자연지반을 보전하고 불투수면적을 관리하기 위해 투수면적

<sup>36)</sup> 민간부문에서 신규 건축 또는 개발사업 허가 시 피하가자(사업시행자)는 빗물분담량을 달성할 수 있는 빗물관리시설 설치계획을 수립하여 설계내용에 반영하고 주무부서에서 해당 내용을 확인·검토하여 건축 또는 사업을 시행하도록 하는 제도체계

를 도입, 불투수면 총량제 도입, 지구단위계획구역 설정, 각종 개발사업 시 불투수 공법 규제 등 개발·건축에 의한 물순환 왜곡을 최소화할 수 있는 제도화 방안을 마련하였다. 아울러 지구단위계획구역 내에서 ‘친환경 최우수 등급 및 빗물분담량’을 만족하는 공동주택을 건축할 경우 현행 3%의 용적률 인센티브를 4%로 인상·적용하기 위한 제도정비 방안을 마련해 규제 정책 외에도 유인 정책을 병행하여 물순환회복을 안착하기 위한 다양한 비구조적 대책을 마련해 시행하고 있다.

이밖에 민간부문에 빗물관리시설 설치 현황 관리와 물순환정책 결정을 지원하기 위한 통합관리시스템을 구축, 마곡지구와 같은 대규모 도시·택지 개발 사업 시 물순환회복 정책을 계획단계에서부터 적용할 수 있는 시스템 확대 사업을 계획·추진하고 있다([표 3-2]).

**[표 3-2] 민간 개발 시 물순환회복 유도 8대 정책사업 주요 내용**

정책사업명	주요 내용	추진·관련부서
재개발·재건축 등 개발 사업 시 빗물분담량 적용	<ul style="list-style-type: none"> <li>저영향개발 사전협의제도의 원활한 시행 위한 프로세스 마련</li> </ul>	물순환정책과
자연지반 보전 및 불투수면 억제대안 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>빗물분담량 외 공간단위 계획지표 마련</li> <li>투수면적률, 불투수면 총량제 도입</li> </ul>	물순환정책과
물순환회복 지구단위계획 수립대안 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>저영향개발 지구단위계획 수립</li> <li>지구 내 규제·계획내용 설정</li> </ul>	물순환정책과, 지구단위계획과
용적률 인센티브 개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>저영향개발 지구 내 규제에 따른 보상책 마련</li> </ul>	지구단위계획과, 건축기획과
불투수 자재·공법 규제 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>「서울시 물순환 조례」에 공공 및 민간부문의 개발사업 시 불투수 공법 규제내용 명문화</li> </ul>	물순환정책과
물순환 통합관리 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>물순환정책 결정 위한 빗물관리시설 설치 현황 통합관리 및 시각화</li> </ul>	물순환정책과
마곡지구 물순환도시 확대 추진	<ul style="list-style-type: none"> <li>마곡지구 물순환 도시 조성 위해 빗물관리시설 설치 및 물재이용 시스템 적용</li> </ul>	마곡조성담당관
청계천 유역 환경치수 시범적용	<ul style="list-style-type: none"> <li>청계천 치수대책 시범 적용</li> <li>물순환회복의 방재성능 효과 모니터링</li> </ul>	물순환정책과, 물재생계획과, 도시계획과

### (3) 빗물관리시설의 민간보급 확대 정책사업

「서울시 빗물관리 기본계획(보완)」의 빗물이용시설 설치계획 수립을 위한 경제성 평가(비용편익분석<sup>37)</sup>) 결과 주거용 소형 건물에 빗물이용시설을 설치할 경우 경제성이 낮아 민간

부문에 빗물이용시설 설치 확대를 위해서는 설치비용을 지원하는 등 적절한 대안이 필요함을 제시하였다. 이에 서울시는 빗물관리시설의 설치 경제성을 확보하는 한편, 민간부문에 빗물관리시설 보급 확대를 위해 다양한 지원책을 마련하였다.

민간부문에 소형 빗물이용시설 설치 시 설치비의 90%를 지원하고 그 외 다양한 빗물침투시설 설치비용을 지원하는 사업을 추진 중이다. 또한 시민의 자발적인 빗물관리시설 설치를 독려하기 위해 세제 혜택을 제공하는 한편, 장기적으로는 ‘빗물요금제’를 도입해 빗물관리시설의 설치를 유도할 수 있는 방안을 마련 중이다. 또한 빗물이용시설의 원활한 관리를 위해 빗물이용 주치의 프로그램을 운영하고 관리비를 지원하는 등 다양한 인센티브를 제공하기 위한 방안을 마련하여 추진 중이다([표 3-3]).

**[표 3-3] 빗물관리시설의 민간보급 확대 7대 정책사업 주요 내용**

정책사업명	주요 내용	추진·관련부서
소형 빗물이용시설 설치 지원확대 및 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물이용시설 설치비 지원 예산 조기소진으로 예산 증액</li> </ul>	물순환정책과
다양한 빗물관리시설 설치지원 보조	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물침투시설 설치비 지원</li> <li>■ 지원시설의 종류 확대</li> </ul>	물순환정책과
상하수도 요금 개편 검토	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물관리시설 설치 시 상하수도 요금을 감면하기 위한 방안 검토</li> </ul>	물순환정책과, 물재생계획과, 상수도사업본부
물순환 용자제 검토	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물관리시설 설치에 필요한 비용 용자방안 검토</li> </ul>	물순환정책과
세제 감면 등 인센티브 지원 검토	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물 설치 시 취득세 감면 및 세액공제, 법인세 공제방안 검토</li> </ul>	물순환정책과, 서울시청 전 부서
빗물이용 주치의 프로그램 운영	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물이용시설 관리 위한 컨설팅 프로그램 운영</li> </ul>	물순환정책과
민간 소형 빗물이용시설 관리지원	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물이용시설 관리비 보조</li> </ul>	물순환정책과, 하천관리과

37) 정책 의사 결정을 위해 정책 시행에 필요한 소요 비용과 정책시행에 따른 편익을 비교하는 분석방법으로, 일반적으로 여러 정책대안의 비용과 편익을 분석해 비용 대비 편익비가 가장 높은 대안을 선택하는 상대적인 선택 기준을 도출할 때 활용됨.

#### (4) 연구개발·제도정비 통한 정책초석 마련 정책사업

물순환정책은 정책 도입 초기로 다양한 정책을 시도하고 있지만 정책의 효과가 나타나고 있지 못하다. 서울시는 빗물관리시설 중에서 설치 비중이 가장 높은 투수성 포장의 물순환 개선 기능을 유지할 수 있는 방안을 마련하기 위해 관련 연구를 진행 중이다. 또한 정책 내용의 특성상 다양한 부서와 업무적 연계가 필요하고, 이해당사자의 의견을 수렴하는 정책 과정을 필수적으로 거쳐야 한다. 서울시는 물순환정책사업을 추진하면서 축적되는 정보를 분석하고 그 결과를 정책에 반영하는 피드백 과정을 거치기 위해 민·관·학 연계 체계를 구축하고 정책 개발에 필요한 추진동력을 마련하였다.

물순환회복에 필요한 기술개발을 위해 전문기관과 MOU를 체결하였고, 빗물관리시설의 효과성·기능성·경제성을 분석하기 위한 연구를 진행하였으며, 연구 결과를 반영하여 서울시 여건에 맞는 물순환 모델을 개발 중이다. 또한 관련부서와의 업무협력 체계를 구축하였으며, 실질적인 정책 수요자인 자치구의 주무부서에도 직무교육을 강화하는 등 물순환 정책에 필요한 체계 강화 정책을 추진하고 있다([표 3-4]).

[표 3-4] 연구개발·제도정비를 통한 정책초석 마련 9대 정책사업 주요 내용

정책사업명	주요 내용	추진·관련부서
전문기관 기술협력 MOU 추진	<ul style="list-style-type: none"> <li>사업추진, 기술개발, 연구에 필요한 정책 역량 향상 위해 전문기관과 기술협력 양해각서 체결</li> </ul>	물순환정책과
서울형 물순환 모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>마곡지구에 종합적 물순환 기술 적용</li> <li>물순환 시범지구 조성</li> </ul>	물순환정책과, 마곡조성담당관
물순환 시설 효과검증 및 편익비용 분석 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>빗물관리시설 효과 분석 연구 추진</li> <li>물순환 관련 인프라 구축 개발 연구 추진</li> </ul>	물순환정책과
투수성능 지속성 확보	<ul style="list-style-type: none"> <li>투수성 포장의 빗물침투기능 지속성 및 효과성 증대 위한 연구 추진</li> </ul>	보도환경개선과
안내표지 및 관리실명제 도입	<ul style="list-style-type: none"> <li>시민 인식확대 위해 투수성 포장 구간에 시공자, 관리자 안내표지판(표석) 설치</li> </ul>	물순환정책과, 보도환경개선과
물순환 업무 전문성 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>물순환 전문관 직위 발굴</li> <li>업무역량 강화 위한 국외 훈련 파견</li> </ul>	물순환정책과
자치구내 물순환 총괄 업무체계 유도	<ul style="list-style-type: none"> <li>자치구 총괄 추진부서 지정</li> <li>자치구 물순환 관리계획 수립</li> </ul>	물순환정책과
담당자 직무교육 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>자치구 담당부서 업무전문성 강화를 위해 주기적인 교육 시행</li> </ul>	물순환정책과
인재개발원 교육과정 신설	<ul style="list-style-type: none"> <li>공무원 대상 물순환 집합교육 신설</li> <li>사이버 교육콘텐츠 제작 및 배포</li> </ul>	물순환정책과

## (5) 시민참여 확대 정책

물순환정책의 효과를 증진시키고, 정책의 지속성과 추진동력을 확보하기 위해서는 공공분야만의 노력뿐 아니라 직접적 이해당사자인 시민의 참여를 증진할 수 있는 방안이 함께 모색되어야 한다. 이에 서울시는 빗물관리 우수사례를 발굴하고 전파하여 시민의 관심과 참여를 유도하는 한편, 빗물관리 시범마을을 조성해 물순환 지역공동체성을 함양하기 위한 정책사업을 추진 중이다. 또한 물순환 시민위원회를 구성하여 정책결정에 시민의 의사를 적극적으로 반영하고, 물순환회복을 위한 시민활동을 지원하고 있다([표 3-5]).

[표 3-5] 시민참여 확대 8대 정책사업 주요 내용

정책사업명	주요 내용	추진·관련부서
빗물관리 시범마을 조성	<ul style="list-style-type: none"> <li>빗물관리시설의 연계성 강화를 위해 주민 참여형 도시재생사업과 연계하여 '빗물 마을' 조성</li> </ul>	물순환정책과 임대주택과 주거환경과
우수 성공사례 발굴 전파	<ul style="list-style-type: none"> <li>빗물관리시설의 활용사례를 발굴·전파해 시민참여 유도</li> </ul>	물순환정책과
물순환 국제 심포지엄 및 시민토론회 개최 추진	<ul style="list-style-type: none"> <li>해외 물순환 사례 연구 공유의 장 조성</li> <li>관련 정보 교류 및 기술 공유</li> <li>민간·학계의 정책 개선 의견 수렴</li> </ul>	
공모전 및 EXPO 개최 추진	<ul style="list-style-type: none"> <li>물순환 시민 공감대 조성을 위해 공모전 및 EXPO 개최</li> </ul>	
시민 홍보 체험 기회 확대	<ul style="list-style-type: none"> <li>물순환 시민홍보체험시설 확대</li> <li>물순환 센터 건립해 교육의 장으로 활용</li> </ul>	
물순환 시민위원회 구성 및 운영	<ul style="list-style-type: none"> <li>물순환정책 결정에 시민 및 전문가 의견 반영할 수 있는 조직 구성</li> </ul>	
물순환 백서 발간	<ul style="list-style-type: none"> <li>물순환회복 관련 정보를 기록하여 백서 발간 및 배포</li> </ul>	
물순환 투어 프로그램 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>물순환을 체험할 수 있는 투어 및 교육 프로그램 개발</li> </ul>	

이상의 5개 부문 42개 사업의 수행을 위해 서울시 물순환정책과를 비롯하여 13개 관련부서가 참여하고 있으며, 2013년부터 2016년까지 연간 총 760.9억 원의 예산을 집행할 계획을 수립하였다.

## 2\_물순환 시책사업 평가

### 1) 물순환 시책사업 추진실적

#### (1) 구조적 시책사업 추진실적

구조적 시책사업은 빗물관리시설 설치를 확대하기 위해 공공시설에 빗물관리시설을 설치하고 신규 공공시설 공급 시 투수성 자재·공법을 활용하며 빗물관리시설 설치를 의무화하는 등 지속적으로 추진되고 있다. 구조적 시책사업은 “공공선도형 물순환회복 10대 정책사업”과 “민간 개발 시 물순환회복 유도 8대 정책사업” 중 “재개발·재건축 등 개발사업 시 빗물분담량 적용사업”이 포함되며, 잠정 중단된 “빗물 침투형 하수도 정비사업”을 제외한 9개 사업이 추진 중이다.

구조적 시책사업 추진으로 공공기관 내 대지면적과 보도에 투수성 포장 및 투수블록 등 빗물침투시설이 설치되었다. 2013년 노원구 동일로 주변 등 2개소에 설치를 시작해 2016년까지 총 42개소 18.7km에 이르는 구간에 투수성 포장 공사를 실시하였다. 또한 가로변에 빗물유입화단을 조성하고 빗물유입에 지장을 주는 경계턱을 제거하는 사업을 진행하였다. 2016년까지 세검정로, 을곡로, 종로, 한강대로 등 165개 보도노선에 빗물유입화단과 경계턱을 제거하였다. 공원 및 녹지에는 빗물저류형 공원·친수시설이 확충되었다. 2013년에 6개소, 2014년에 17개소에 투수면적을 확대시키고 저류시설을 설치해 빗물유출 조절기능을 강화한 공원이 조성되었으며, 생태계류 14개소, 생태보 14개소, 22,825㎡의 습식생태식공간이 조성되었다. 건물 내에는 옥상녹화, 텃밭 등 녹지공간이 조성되어 빗물의 유출을 저감하기 위한 사업도 병행했다. 옥상녹화는 주로 시 산하 공공기관 건물 총 132개소 44,869㎡ 규모로 조성되었다. 이밖에 하수도 정비 사업 시 빗물이 지반으로 침투될 수 있도록 침투형 빗물받이, 침투트렌치 등을 설치하였으며, 효자배수분구 등에 빗물 침투형 하수도 정비 시범사업을 진행하였다. 민간부문에는 빗물분담량을 부과할 수 있는 “저영향 개발 사전협의제도”로 2016년까지 총 1,524건의 신규 개발·건축 사업에 42,600㎡/h의 빗물분담량을 부과하였다.

빗물관리시설은 다양한 공공시설 및 도시계획시설에 설치가 필요한 만큼 관련부서와의 연계·협력 체계를 확보해야 한다. 그러나 관련부서와의 협력체계가 부족해 설치가 가능한 대상

지 확보, 빗물관리시설 종류 확대 등이 어려운 것으로 나타났다. 이에 따라 투수성 포장, 옥상녹화, 빗물이용시설 위주의 설치·보급이 이루어졌다. 또한 빗물관리시설의 설치 계획 단계에서부터 시설 효과성을 고려하지 못했기 때문에 시설 설치 이후에 효과성을 검토하는 후속조치를 취하고 있다. 일례로 “빗물 침투형 하수도 정비사업”은 효과 분석을 위해 사업이 잠정 중단된 상태이다. 그밖에 “도로 물청소 재이용수 대체 사업”은 빗물이용시설(35개소), 물재생센터내 재처리수 공급설비를 확충하였으나, 사용된 재처리수 현황이 파악되지 않고 있는 실정이다.

향후 빗물관리시설의 효과를 지속적으로 모니터링하고 관련부서와 협업을 강화해 설치 가능한 빗물관리시설의 종류 및 대상지를 확대하기 위한 노력이 필요하다. 이상의 구조적 시책사업의 추진실적을 정리하면 [표 3-6]과 같다.

[표 3-6] 구조적 시책사업의 추진결과

구분	내용	
주요 추진성과	공공기관 빗물관리시설 확충	<ul style="list-style-type: none"> <li>투수성 포장: 강남대로 등 도로 42개소에 설치(18.7km, 73,200㎡)</li> <li>빗물관리시설: 서울시립대학교 등 시 산하기관에 49km 구간 설치</li> <li>옥상녹화: 국궁전수관 등 132개소에 설치(44,869㎡)</li> </ul>
	녹지·조경 시설 확충	<ul style="list-style-type: none"> <li>빗물정원: 서남환경공원 등 9개소에 설치(9,097㎡)</li> <li>빗물유입화단 조성(경계턱 제거): 울곡로 등 165개 노선에 설치</li> <li>생태서식공간: 생태계류 14개소, 생태보 14개소, 습식생태서식공간 6개소(22,825㎡) 조성</li> <li>빗물저류조: 성북동 우정의 공원 등 3개소에 25,670㎥ 규모 설치</li> </ul>
	빗물침투형 하수도 정비	<ul style="list-style-type: none"> <li>침투형 빗물받이: 하수관거 정비사업 대상 1,113개소</li> <li>침투트렌치: 320m</li> <li>시범사업 운영: 효자배수분구 등 7개 지역(침투형 빗물받이 108개소, 침투 배수로 260m)</li> </ul>
	개발사업에 빗물분담량 적용	<ul style="list-style-type: none"> <li>저영향개발 사전협의제 시행: 1,524건 42,600㎥/h 빗물분담량 부과</li> <li>「서울시 물순환 조례」에 저영향개발 사전협의제도 내용 규정 및 빗물분담량 고시</li> </ul>
문제점	<ul style="list-style-type: none"> <li>관련부서와 협력체계 부족으로 빗물관리시설 설치종류 확대 어려움</li> <li>사업 결과 및 실적을 관리할 수 있는 모니터링 방안 부재</li> </ul>	
중단 사업	<ul style="list-style-type: none"> <li>“빗물침투형 하수도 정비사업”</li> <li>시설효과 분석 위해 잠정 중단</li> </ul>	

## (2) 비구조적 시책사업 추진실적

비구조적 시책사업은 구조적 시책사업을 제외한 31개 사업으로, 민간부문에서 빗물관리 시설의 설치를 강제할 수 있는 제도 수립·정비 사업을 비롯하여 빗물관리시설의 설치비용을 지원하고 세제혜택을 제공하는 규제·유인적 정책과 물순환회복에 필요한 연구개발, 정책 운용체제 정립, 물순환 홍보 및 교육사업이 해당된다.

비구조적 시책사업은 민간부문에 빗물분담량을 부과하는 “저영향개발 사전협의제도”의 지속성을 강화하기 위해 「서울시 물순환 조례」에 법률로 명문화하였으며, 사전협의제도가 가이드라인(Guide-Line)을 안내·배포하였다. 이밖에 빗물분담량 부과에 따른 민간 부담을 완화할 목적으로 용적률 인센티브를 제공하기 위한 법률 및 규칙(「건축위원회 공동주택 심의기준」)을 개정하였고, 홍수 등 방재가 취약한 지역을 저영향개발 계획구역으로 지정해 지구단위계획을 수립할 수 있는 제도적 여건을 마련하였다.

민간부문에 빗물분담량을 강제하는 규제적 정책사업 외에도 자발적인 참여를 독려하기 위해 소형 빗물이용시설의 설치비용을 지원하는 사업을 추진해 2016년까지 총 390개소(시설용량: 565m<sup>3</sup>)에 약 11억 원의 설치비용<sup>38)</sup>을 지원하였다. 또한 민간에 설치된 빗물관리시설(이용시설을 비롯한 침투·저류시설) 유지·관리를 지원하기 위해 전문가 20명으로 구성된 “빗물이용 주치의 프로그램”을 2013년부터 지속적으로 운영하고 있으며, 유지·보수에 필요한 비용을 지원하고 있다.

그러나 추진된 32개 비구조적 시책사업 중 4개 사업이 장기검토 사업으로 분류되어 추진되지 못하고 있다. 장기검토로 분류된 사업은 “자연지반 불투수면 억제대안 마련사업”, “상하수도요금 개편 검토 및 추진사업”, “물순환 용자제 검토사업”, “세제감면 등 인센티브 지원 검토사업”으로 토지이용을 규제하거나 빗물관리시설의 설치를 유인할 수 있는 인센티브와 관련한 사업이다.

“자연지반 불투수면 억제대안 마련사업”은 물순환을 왜곡시키는 토지이용을 규제하기 위한 제도적 장치를 마련하는 사업으로, 최종적으로 개발·건축사업의 인·허가 지표로서 이

38) 공공부문에서는 총 75개소, 총 시설용량 27,042m<sup>3</sup>의 빗물이용시설 설치비용(14억 원)을 지원했음.



른바 투수면적을 또는 불투수면 총량제<sup>39)</sup> 활용을 목표로 하고 있다. 그러나 불투수면을 억제하기 위한 대안은 아직 명확한 수단과 기준이 정해지지 않았으며, 과도하게 개발수요를 억제하는 부담이 있고, 관계법령에 저촉될 수 있는 측면이 있기 때문에 장기검토사업으로 분류되어 있다.

인센티브와 관련한 사업은 관계 중앙부처와의 협의가 어렵고 과도한 예산집행을 필요로 하기 때문에 추진이 어려운 실정이다. “상하수도 요금 개편 검토 및 추진사업”은 빗물관리시설의 설치 시 상하수도요금을 감면해주는 사업으로 빗물관리시설 설치를 유도해 시민의 자발적인 참여를 이끌어낼 수 있다는 장점이 있다. 그러나 상수도 서비스 공급주체는 서울시 상수도사업본부(지방공기업<sup>40)</sup>)이며, 부과된 상수도 요금은 지방공기업의 운영에만 사용되도록 규정되는 특별회계 성격 때문에 요금 감면분만큼을 서울시 재정으로 보전해야 하는 제한사항이 있다. 또한 “세제 감면 등 인센티브 지원 검토사업”은 「조세특례제한법」에서 정하고 있는 세제 범위를 벗어나기 때문에 관련법령의 개정이 반드시 필요한 실정이다. “물순환 용자제 검토”사업은 사업 기금 설치 관련 근거 법령이 없어, 역시 추진되기 어려운 실정이다. 따라서 세제혜택, 기금설치 등의 인센티브 제공은 서울시의 자체적인 노력만으로 추진되기 어려운 사업이다.

이밖에 사업 추진·운영 간에 드러난 문제점은 사업의 운영상태에 대한 점검이 이루어지고 있지 않아 시책사업의 정책 피드백(Feed-Back)이 어렵다. 또한 빗물이용시설 운영·관리 실태 전수조사 결과 빗물이용시설의 가동률이 낮아지고 있는 문제점이 있는 것으로 나타났다. 저영향개발 사전협의제도에 대해 관련부서에 안내가 미흡해 빗물분담량을 부과하지 못한 누락사업이 있는 것으로 나타났다.

향후 중앙정부와의 정책교류를 통해 물순환 시책사업을 확대할 수 있는 근간을 마련하는 노력이 필요하며, 비구조적 시책사업의 특성상 사업 실적을 관리하기가 어렵기 때문에 사업의 성과를 모니터링할 수 있는 방안을 구체적으로 마련해야 할 필요성이 있다. 이상의

39) 불투수면 심화지역에 저영향개발계획 수립 및 평가를 의무화하는 내용

40) 「지방공기업법」에 의해 지방정부(지방자치단체)가 설치·경영하는 법인 기업으로, 수도사업을 비롯하여 자동차 운송사업, 가스사업, 지방도로사업 등 도시계획시설 및 공공서비스 공급사업이 지방공기업 설립 대상에 해당하며, 특별회계 방식으로 기업을 운영하기 때문에 지방정부로부터 독립된 운영이 가능하다는 특징이 있음.

구조적 시책사업의 추진실적을 정리하면 [표 3-7]과 같다.

[표 3-7] 비구조적 시책사업의 추진결과

구분	내용	
주요 추진 성과	지구단위계획 수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>「서울시 물순환 조례」에 저영향개발 계획구역 내용 규정</li> <li>저영향개발 계획구역 지구단위계획 수립 연구 수행</li> </ul>
	관리시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>설치된 빗물관리시설 DB 구축(저영향개발 사전협의제 506건)</li> </ul>
	빗물관리시설 지원확대	<ul style="list-style-type: none"> <li>빗물이용시설 설치 지원: 공공부문 75개소(용량 27,042m³) 14억 원, 민간부문 390개소(용량 565m³) 11억 원</li> <li>빗물이용시설 관리 지원: 792개소를 전수 조사하여 유지보수 지원</li> <li>빗물이용시설 실태 조사: 가동률 64.2%로 2014년에 비해 6% 감소</li> <li>빗물관리시설 설치 지원: 공공부문 11개소, 민간부문 3개소 지원</li> </ul>
	기술교류 및 물순환 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>양해각서 체결: 서울시-부산대-NH공사-한국건설기술연구원 기술협력</li> <li>빗물관리시설 효과분석 및 인프라구축기술 개발연구 수행</li> <li>투수성 포장의 침투성능 지속성 확보 위한 연구 수행</li> </ul>
	물순환 업무체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>25개 자치구 총괄부서 지정 완료</li> <li>물순환 전문관 직위 발굴 및 인원배치(해외 선진사례 훈련자 파견)</li> <li>서울시 및 자치구 담당자 직무교육 매년 실시(연 1회)</li> <li>공무원 물순환 집합교육과정 신설, 교육프로그램 개발(U-지식여행)</li> </ul>
	국제심포지엄 및 시민문화제 개최	<ul style="list-style-type: none"> <li>연 1회 물순환 국제심포지엄 개최</li> <li>연 1회 물순환 EXPO 및 빗물관리시설 관련 공모전 개최</li> <li>빗물이용시설 활용사례 발굴하여 「빗물소식지」 통해 전파</li> </ul>
	물순환 시민위원회 구성 및 운영	<ul style="list-style-type: none"> <li>물순환 시민위원회 구성(임기 2년: 현재 2기 활동 중)</li> <li>시민위원회 연간 6~7회 개최하여 물순환 관련 자문 활동</li> </ul>
문제점	<ul style="list-style-type: none"> <li>인센티브 및 세제혜택 지원정책은 실효성이 낮음</li> <li>비구조적 대책에 의한 직접적 물순환 개선이 어려움(불투수면 관리 방안 부재)</li> <li>관련부서와 협력체계 부족으로 빗물관리시설 설치종류 확대 어려움</li> <li>사업 결과 및 실적을 관리할 수 있는 모니터링 방안 부재</li> <li>저영향개발 사전협의 제도 안내 부족으로 빗물분담량 부과가 누락된 사업(개발·건축) 존재</li> <li>빗물이용시설의 사후관리가 미흡해 가동률 감소</li> </ul>	
장기 검토 사업	<ul style="list-style-type: none"> <li>“자연지반과 불투수면 억제대안 마련사업”, “상하수도 요금 개편 검토 및 추진사업”, “물순환 용자제 검토”, “세제 감면 등 인센티브 지원 검토사업”</li> <li>중앙부처와의 정책교류 및 협력이 어렵고 관련법을 개정해야 하는 등 정책소요가 높음</li> </ul>	

## 2) 물순환 시책사업 평가방법

서울시에서 추진한 물순환 시책사업을 평가하기 위해 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」에 의해 시행된 42개 사업을 구조적 시책사업<sup>41)</sup>과 비구조적 시책사업<sup>42)</sup>으로 구분하고 사업별로 달성된 빗물분담량과 투입된 예산 정보를 활용하여 평가·분석한다.

물순환 시책사업을 평가하기 위해서는 사업추진에 따른 효과와 영향 등의 자료가 필요하지만 서울시 물순환 시책사업은 사업의 정량적, 정성적 성과와 효과를 분석할 수 있는 자료가 구축되어 있지 않다. 그러므로 사업별 빗물분담량의 부과실적 및 사업의 예산항목을 활용하여 사업의 달성률을 산정하고 평가의 기준으로 삼는다. 달성률을 산정하는 방식은 [표 3-8]과 같다.

[표 3-8] 사업별 분담량 부과실적 및 예산집행 달성률 산정방식

구분	달성률 산정식
빗물분담량 달성률	$A.R(\%) = \frac{\sum_{k=1}^k I_k}{P.R} \times 100$ <p> <math>A.R</math> = 빗물분담량 달성률(Achievement of Rainwater Charge Amount)  <math>P.R</math> = 2015년까지 계획 빗물분담량(Planned Rainwater Charge Amount)<sup>1)</sup>  <math>I_k</math> = K년도 빗물분담량 부과량         </p>
예산집행 달성률	$A.B(\%) = \frac{\sum_{k=1}^k E_k}{P.B} \times 100$ <p> <math>A.B</math> = 예산집행 달성률(Achievement of Budget Execution Amount)  <math>P.B</math> = 2016년까지 계획 예산 총액(Planning Budget)<sup>2)</sup>  <math>E_k</math> = K년도 시책사업 집행 예산액         </p>

주 1) 계획 빗물분담량은 「서울시 빗물관리 기본계획(보완)」에 제시된 계획 빗물관리대책량을 활용

2) 계획 예산은 「서울시 빗물관리 기본계획(보완)」에 제시된 예산정보를 활용

41) 구조적 시책사업은 물순환 개선을 위해 정책 대상지에 빗물관리시설을 설치하는 등 하드웨어(Hardware)적 대책을 추진하는 사업을 총칭함.

42) 비구조적 시책사업은 물순환 개선을 위해 토지이용을 규제하거나 빗물관리시설의 설치를 장려하기 위한 인센티브의 제공, 물순환정책과 관련한 연구개발, 시민 참여 증진을 위해 수행되는 홍보 및 교육 등 소프트웨어적 대책을 추진하는 사업을 총칭함.

### 3) 빗물분담량 달성률 평가결과

빗물분담량의 달성정도는 시책사업의 추진으로 물순환 개선 기여도를 확인할 수 있는 평가지표로서 활용 가능하다. 「서울시 빗물관리 기본계획(보완)」에는 2050년까지 1962년 수준으로 물순환을 회복하는 데 필요한 유출 저감량(빗물관리대책량: 1,872,573m<sup>3</sup>/h)을 산정하였고, 계획시기별로 달성해야 할 비율을 정하고 있다. 시책사업 단기 1차시기(2013~2015년)에는 빗물관리대책량의 1.5%를 달성하는 수준(28,761m<sup>3</sup>/h)으로 빗물관리시설 설치계획을 수립하고 있다. 단기 2차시기는 2020년까지로 계획 완료시점이 도래하지 않은 상황이다. 따라서 빗물분담량 달성률은 단기 1차시기 실적을 토대로 평가하며, 빗물관리시설을 직접 설치하는 구조적 대책 사업만을 평가 대상으로 설정한다.

2015년까지 달성해야 할 빗물분담량은 총 28,761m<sup>3</sup>/h로 민간부문에 19,587m<sup>3</sup>/h를, 공공부문에 9,174m<sup>3</sup>/h를 부과할 계획을 수립하였다. 민간부문에는 저영향개발 사전협의를 통해 빗물분담량을 달성하고, 공공부문에는 공공시설 및 도시계획시설용지에 빗물관리시설을 설치함으로써 빗물분담량을 달성하게 된다.

2013년부터 2015년까지 구조적 시책사업의 추진으로 공공·민간부문에 부과된 빗물분담량은 총 40,073m<sup>3</sup>/h이며, 빗물분담량의 139.3%를 달성하였다. 정책영역별로 구분하여 살펴보면 공공부문에 부과된 빗물분담량은 4,250m<sup>3</sup>/h로 달성률이 46.3%에 그친 반면, 민간부문에 부과된 빗물분담량은 35,823m<sup>3</sup>/h로 계획량을 83% 초과달성하였다. 부과된 빗물분담량은 민간부문에서 89%, 공공부문에서 11%로 민간부문의 기여도가 높은 것으로 나타났다. 따라서 민간부문의 부담이 높을 것으로 예상되며, 공공부문에서 달성률을 높이기 위한 정책적 접근이 필요할 것으로 보인다([표 3-9]).

**[표 3-9] 구조적 시책사업 빗물분담량 달성률**

정책부문	시책사업	빗물분담량		달성률 (%)	비중 (%)
		계획 (m <sup>3</sup> /h)	시행 (m <sup>3</sup> /h)		
공공부문	공공선도형 물순환회복 10대 정책사업	9,174	4,250	46.3	11%
민간부문	저영향개발 사전협의제도 1개 사업	19,587	35,823	182.9	89%
총합	총 11개 시책사업	28,761	40,073	139.3	100%

설치된 빗물관리시설별로 빗물분담량 달성률을 평가한 결과 공공·민간부문 모두 투수성 포장 시설 중심으로 빗물분담량을 달성한 것으로 나타났다. 공공 및 민간부문에 투수성 포장 시설에 의한 빗물분담량 부과량 비중은 72.3%로 가장 높았으며, 침투트렌치 10.5%, 빗물이용시설 9.6%, 침투통 4.4% 순이었다. 부문별로는 공공부문에서는 투수성 포장이 90.4%로 가장 높았으며 그 이외의 시설 비중은 5% 미만으로 미미한 수준이었다. 반면 민간부문에서는 투수성 포장이 70.2%로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 침투트렌치 11.7%, 빗물이용시설 10.6%, 침투통 4.9% 등 공공부문에 비해 다양한 시설이 설치되고 있는 것으로 나타났다([표 3-10]).

[표 3-10] 빗물관리시설별 빗물분담량 부과 현황

빗물관리시설 종류	공공부문			민간부문		
	빗물분담량 (m³/h)	달성률 (%)	비중 (%)	빗물분담량 (m³/h)	달성률 (%)	비중 (%)
투수성 포장	3,840	41.9	90.4	25,136	128.3	70.2
빗물정원	63	0.7	1.5	0	0.0	0.0
생태주차장	41	0.4	1.0	0	0.0	0.0
띠녹지	9	0.1	0.2	0	0.0	0.0
통로화분	22	0.2	0.5	0	0.0	0.0
옥상녹화	193	2.1	4.5	948	4.8	2.6
침투트렌치	17	0.2	0.4	4,196	21.4	11.7
침투통	0	0.0	0.0	1,759	9.0	4.9
빗물이용시설	소형	25	0.3	0	0.0	0.0
	중대형	40	0.4	3,784	19.3	10.6
합계	4,250	46.3	100.0	35,823	182.9	100.0

투수성 포장의 시설 설치 비중이 높은 이유는 보도·차도·주차장 등 사업대상 면적을 넓게 확보할 수 있기 때문이며, 설계 공법상 설치공사가 용이하기 때문이다. 그러나 투수성 포장의 단위면적당 설계침투량<sup>43)</sup>은 m²당 0.017m³/h로 침투측구(개소당 0.04~0.096m³/h)나 침투트렌치(m당 0.04~0.08m³/h) 등 다른 침투시설보다 낮다. 빗물관리시설 설치 가능지역이 적은 서울시 여건을 고려하였을 때 침투효율이 높은 시설의 설치가 필요하다.

43) 「서울특별시 빗물관리 기본계획(보완)」에 제시된 설계침투량임.

또한 물순환회복을 높이기 위해서는 다양한 빗물관리시설을 연계할 필요가 있음에도 특정 시설의 비중이 높아 빗물관리시설의 설치 효과를 극대화하기 어려운 문제점이 있다. 따라서 투수성 포장 외에도 다양한 시설의 설치를 고려해야 할 필요가 있다.

더욱이 시설 설치 후 정상적인 기능 동작 여부를 확인하고 있지 못해 실제 빗물 유출량의 저감효과는 빗물분담량의 부과량보다 낮을 수 있다. 따라서 향후 시설 설치 후 효과성을 검토할 수 있는 지속적인 모니터링 방안을 구축하고 자료를 데이터베이스화하여 정책적 피드백을 거칠 필요가 있다.

#### 4) 예산집행 달성을 평가결과

계획된 예산 대비 예산집행 정도는 시책사업의 추진상태를 평가할 수 있는 지표로 활용할 수 있다. 물순환 시책사업은 구조적 시책사업과 비구조적 시책사업의 예산규모가 다르기 때문에 구분하여 예산집행 달성정도를 평가한다. 평가 대상은 2013~2016년까지 4년간의 집행 예산 정보를 대상으로 설정하며, 계획 예산 정보는 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」에 제시되어 있지 않아 「서울시 빗물관리 기본계획」에 제시된 정보를 활용하였다.

##### (1) 구조적 시책사업의 예산집행 달성을 평가

구조적 시책사업은 공공부문에서 추진된 “공공선도형 물순환회복 10대 정책”과 “민간 개발 시 물순환회복 유도 8대 정책사업” 중 “재개발·재건축 등 개발사업 시 빗물분담량 적용사업”이 포함된다. 이 중 “재개발·재건축 등 개발사업 시 빗물분담량 적용사업”은 민간 부문의 신규 개발·건축의 인·허가 시 빗물분담량을 부과하는 제도로써, 소요예산이 없는 사업에 해당한다. “시 주관 신규 사업 물순환 설계의무화”는 빗물관리시설의 설치에 직접적으로 관여하지 않기 때문에 구조적 시책사업의 예산집행 달성을 평가대상에서 제외했고, 총 9개 사업을 대상으로 평가하였다.

구조적 시책사업의 추진을 위해 2013년부터 2016년까지 총 737.7억 원의 예산을 계획했고, 집행된 예산은 1147.5억 원으로 달성률은 155.6%에 이른다. 개별 사업별 달성률을 산출한 결과 “도로 투수성 포장 확대사업”(285.7%), “빗물 저장능력 확대사업(저류형

생태연못 조성”(149.1%)의 예산집행 달성률이 100%를 초과하였으며, “기존 건물 물순환 시설 확대사업”을 제외한 대부분의 사업이 90% 이상의 예산이 집행된 것으로 나타났다. 집행된 예산의 비중은, “빗물 저장능력 확대 사업(동네뒷산 공원조성 사업)”이 전체 집행예산의 41.9%로 가장 높았으며, 다음으로 “가로변 빗물유입화단 조성 및 경계턱 제거사업” 18.0%, “중수도 및 하수재이용수 재이용 확대사업” 14.5%, “기존 건물 물순환 시설 확대사업(옥상녹화사업)” 6.6% 순으로 나타났다([표 3-11]).

**[표 3-11] 서울시 물순환 사업 구조적 대책의 예산집행 달성률**

구조적 시책사업		예산 <sup>1)</sup>		달성률 (%)	집행 비중 (%)
		계획 (백만 원)	시행 (백만 원)		
도로 투수포장 확대		1,750	4,999	285.7	4.4
빗물침투형 하수도 정비		5,000	4,500	90.0	3.9
기존 건물 물순환 시설 확대	공공시설 선도보급	8,650	2,864	33.1	2.5
	옥상녹화	15,172	7,555	49.8	6.6
가로변 빗물유입화단 조성 및 경계턱 제거		21,647	20,621	95.3	18.0
빗물 저장능력 확대	동네뒷산 공원조성 사업	- (타 사업 포함 시행)	48,037	N/A	41.9
	저류형 생태연못	4,549	6,783	149.1	5.9
그린 빗물인프라 시설 도입		N/A	2,541	N/A	2.2
도로 물청소 재이용수 대체		N/A	N/A	N/A	N/A
빗물저류조를 활용한 친수시설 확대		N/A	200	N/A	0.2
중수도 및 하수재이용수 재이용 확대		17,000	16,650	97.9	14.5
재개발·재건축 등 개발사업 시 빗물분담량 적용		-	-	-	-
합계		73,768	114,750	155.6	100.0

주 1) 'N/A'는 해당 정보가 구축되어 있지 않은 상태를 의미, '-'는 해당 정보 자체가 없는 상태를 의미

구조적 시책사업의 예산집행 달성률을 평가한 결과 빗물분담량 부과 비중이 낮은 피녹지, 생태주차장, 옥상녹화 시설 조성을 위해 투입되는 예산 비중이 높았으며, 옥상녹화 사업의 경우 달성률이 50% 이하로 나타났다. 빗물관리시설은 신규 개발·건축 시 빗물분담량을 부과하는 제도적 특성상 기존 건물에 빗물관리시설을 설치하는 것이 다소 부담으로 작용하고 있는 것으로 나타났다. 그럼에도 가로변 빗물유입화단 조성 및 경계턱 제거 사

업의 달성률은 95%를 상회하고 있어 사업대상지의 여건에 맞는 빗물관리시설의 설치보급 노력이 필요하다. 반면, 빗물분담량의 달성률이 높은 투수성 포장 시설의 설치확대 사업은 계획 예산을 과소하게 산정하고 있기 때문에 빗물관리시설의 설치수요에 맞게 계획 예산을 조정할 필요가 있다. 또한 대체로 달성률이 낮은 사업은 관련부서와의 업무 협력을 통해 추진되는 사업으로, 원활한 업무체계를 위한 협력체계가 구축되지 못해 빗물관리시설 설치가 미진했다.

## (2) 비구조적 시책사업의 예산집행 달성률 평가

비구조적 시책사업은 전체 42개 사업 중 32개 사업으로, 구조적 시책사업보다 추진 사업 수가 많다. 비구조적 사업의 추진으로 빗물관리시설 설치 외에 지구단위계획의 수립, 빗물관리시설 설치 장려를 위한 설치비용 지원사업 및 인센티브 제공사업, 시민의 참여를 증진하기 위한 홍보사업 등 정책영역이 확대되었다.

32개 시책사업 중 14개 사업은 예산의 집행을 필요로 하지 않는 비예산 사업으로, 대부분 제도체계를 정비하는 사업이다. 그 외 18개 사업은 빗물관리시설의 설치비용을 지원하거나 빗물관리시설의 기능성·효과성을 확보하기 위한 연구사업, 교육·홍보 프로그램을 개발하는 사업으로 예산이 투입되어야 하는 사업이다. 그러나 18개 사업 중 77.8%(14개 사업)가 계획·집행된 예산 정보가 구축되어 있지 않은 실정이기 때문에 비구조적 시책사업의 예산집행 달성률 평가가 어려운 실정이다.

비구조적 시책사업 추진을 위해 23.2억 원의 예산을 편성했으며, 2013~2016년까지 4년간 240.4억 원의 예산이 집행되어 비구조적 시책사업의 예산집행 달성률은 1,037.5%로 나타났다. 구조적 시책사업에 비해 예산집행 달성률이 약 6.67배 높은 수준이다. 세부 사업별로 “소형 빗물이용시설 설치 지원확대 및 관리사업”의 예산집행 달성률이 515.6%로 가장 높았으며, “빗물관리 시범마을 조성사업”은 232.5%, “물순환 시설 효과검증 및 편익비용 분석연구사업” 및 “투수성능 지속성 확보사업”은 59.5%로 나타났다. 사업별로 집행된 예산 비중은 “청계천 유역 환경치수 시범적용사업”이 82.7%(198.7억 원)로 가장 높았으며, “소형 빗물이용시설 설치 지원확대 및 관리사업”과 “빗물관리 시범마을 조성사업”이 각각 7.7%로 나타났다. 반면 “물순환 시설 효과검증 및 편익비용 분석연구사업”



(“투수성능 지속성 확보사업” 포함), “물순환 통합관리시스템 구축”, “물순환 백서 발간 사업”의 비중은 1.0% 이하로 미미하다([표 3-12]).

[표 3-12] 서울시 물순환 사업 구조적 대책의 예산집행 달성률

사업명	예산 <sup>1)</sup>		달성률 (%)	집행 비중 (%)
	계획 (백만 원)	시행 (백만 원)		
시 주관 신규 사업 물순환 설계 의무화	-	-	-	-
자연지반 보전과 불투수면 억제대안 마련	-	-	-	-
물순환회복 지구단위계획 수립대안 마련	-	-	-	-
용적률 인센티브 개선	600	N/A	N/A	N/A
불투수 자재·공법 규제 강화	-	-	-	-
물순환 통합관리시스템 구축	N/A	175	N/A	0.7
마곡지구 물순환도시 확대 추진	-	-	-	-
청계천 유역 환경치수 시범적용	N/A	19,878	N/A	82.7
소형 빗물이용시설 설치 지원확대 및 관리	360	1,856	515.6	7.7
다양한 빗물관리시설 설치지원 및 보조	N/A	N/A	N/A	N/A
상하수도 요금 개편 검토 및 추진	-	-	-	-
물순환 용자제 검토	-	-	-	-
세제 감면 등 인센티브 지원 검토	-	-	-	-
빗물이용 주치의 프로그램 운영	N/A	N/A	N/A	N/A
민간 소형 빗물이용시설 관리 지원	N/A	N/A	N/A	N/A
전문기관 기술협력 MOU 추진	-	-	-	-
서울형 물순환 모델 개발	-	-	-	-
물순환 시설 효과검증 및 편익비용 분석연구	420	250	59.5	1.0
투수성능 지속성 확보				
안내표지 및 관리실명제 도입	-	-	-	-
물순환 업무 전문성 강화	N/A	N/A	N/A	N/A
자치구내 물순환 총괄업무 체계 유도	-	-	-	-
시·자치구 담당자 직무교육 강화	-	-	-	-
인재개발원 교육과정 신설	N/A	N/A	N/A	N/A
빗물관리 시범마을 조성	800	1,860	232.5	7.7
우수 성공사례 발굴 전파	-	-	-	-
물순환 국제 심포지엄 및 시민토론회	80	N/A	N/A	N/A
물순환 EXPO 및 공모전 추진	10	N/A	N/A	N/A
시민홍보 체험 기회 확대	30	N/A	N/A	N/A
물순환 시민위원회 구성 및 운영	17	N/A	N/A	N/A
물순환 백서 발간	N/A	20	N/A	0.1
물순환 투어 프로그램 개발	N/A	N/A	N/A	N/A
합계	2,317	24,039	1,037.5	100%

주 1) 'N/A'는 해당 정보가 구축되어 있지 않은 상태를 의미, '-'는 해당 정보 자체가 없는 상태를 의미

비구조적 시책사업의 예산집행 내역을 평가한 결과 “소형 빗물이용시설 설치 지원확대 및 관리사업”은 계획예산의 약 5.2배를 초과 집행해 계획된 빗물이용시설 설치·보급에 기여했으나, 2014년도부터 매년 실시 중인 빗물이용시설 전수조사 결과 가동률이 감소하고 있는 것으로 나타났다. 시설 보급에 집중된 예산 편중보다는 관리를 지원할 수 있는 시책 사업과 예산 편성이 필요하다.

또한 빗물관리시설의 효과·기능성 향상을 위하여 서울시의 지역공간 및 토양 여건에 맞는 빗물관리시설의 개발이 필요하다. 그리고 물순환정책사업이 실질적으로 도시물순환을 회복하고 시민생활이 개선되는 공공서비스로 제공될 수 있도록 물순환 사업에 대한 시설 설치의 적정성과 효과 등을 평가하는 시스템이 필요하다.



# 04

---

## 서울시 물순환정책 진단

- 1\_물순환정책 개선 의견 분석
- 2\_서울시 물순환정책 종합진단

## 04 | 서울시 물순환정책 진단

물순환정책은 도시의 인구·사회·물리적 여건이 변화하면서 발생하는 물순환 왜곡을 해소하기 위하여 세계 여러 나라에서 도입되었으며, 국가나 도시의 기후와 환경에 맞도록 지역단위로 적용되고 있다.

서울시 물순환정책은 도시의 다양한 환경여건을 반영하고 시민들의 수요에 대응할 수 있어야 한다. 특히 높은 인구밀도와 지상 및 지하가 고밀도로 개발된 서울시의 도시 여건과 기후상태에 적합하면서도 사업효과를 가져올 수 있는 방안을 마련하는 것이 중요하다. 이를 위해 국내에서 수행된 다양한 물순환정책 관련 연구결과물을 메타분석을 통하여 종합평가하고 서울시에 적합한 물순환정책 방향성을 도출하였다.

### 1\_물순환정책 개선 의견 분석

#### 1) 질적 메타분석 구성

##### (1) 질적 메타분석의 특징

메타분석은 연구영역의 축적된 지식을 토대로 사회현상을 폭넓게 이해하고 다양한 대안적 접근을 돕기 위해 고안된 분석방법이다. 주로 사회현상을 해석하기 위한 사회적 규범이 형성되어 있지 않아 다양한 의견이 상충되고 보편적으로 제시할 수 있는 정책적 대안을 마련하기 어려운 경우 메타분석을 활용하게 된다. 국내에서는 보건학·의학·교육학·사회학·정책학 등의 분야에서 1990년대 후반부터 메타분석방법론을 활용하였으며, 최근에는 다양한 연구분야에서 활용되는 비중이 증가하고 있는 추세이다.

메타분석 방법은 연구영역에서 수행된 개별적인 질적·양적 연구결과물을 수집·가공·종합하고 통계분석기법 또는 질적 분석 프레임을 활용해 연구결과물을 재분석·해석하는 방법론으로, 이와 같은 분석방법을 총칭한다. 메타분석은 개별 연구결과물의 연구 영역·분야를 집약하여 포괄적인 해석과 연구영역에 종속되지 않은 새로운 대안을 제시할 수 있다는

장점이 있다. 질적 메타분석은 분석대상을 정량적 연구 외에도 정성적 연구로 확장한다는 점에서 기존의 메타분석 방법의 한계를 극복한 연구방법으로, 연구결과물에 제시된 내용을 가공해 연구결과물 간의 경향성·관계성 등을 파악하는 데 주력한다는 점에서 기존 메타분석 방법과 구별된다.

현재 국내 물순환정책은 국가 기준이 마련되어 있지 않고 효과성, 기능성 등에 대한 모니터링이 이루어지지 않고 있는 제도적 여건을 고려하였을 때 물순환정책과 관련한 다양한 연구정보를 종합해 포괄적인 정책대안의 모색이 필요하다.

## (2) 분석목표 및 과정

질적 메타분석(이하 메타분석)의 분석목표는 국내에서 발표된 물순환정책 관련 연구결과물을 종합하여 정책 개선요소를 도출하고 서울시 물순환정책과 비교하는 것이다. 메타분석은 연구결과물을 수집·추출해 연구결과물에 포함되어 있는 질적 정보를 분석이 가능하게 가공한 후 정책 개선요소를 도출하는 과정을 거치게 된다. 이와 같은 과정을 정리하면 [표 4-1]과 같다.

[표 4-1] 하천수사용료제도 관련 질적 메타분석 과정

분석단계	내용
문헌 수집	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 물순환정책을 특정하는 4대 키워드로 문헌 검색               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 빗물관리, 빗물이용, 저영향개발(LID), 그린인프라(GI), 물순환</li> </ul> </li> <li>■ 총 277건 검색</li> </ul>
문헌 추출	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ KCI 등재지에 게재된 연구결과물을 수집대상으로 선정</li> <li>■ 물순환정책의 정책제언이 충분한 연구결과물 분류</li> <li>■ 분석결과, 정책제언이 중복되지 않는 연구결과물 분류</li> <li>■ 총 81건을 분석대상으로 선정</li> </ul>
정보 분리화	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 개별 문헌의 내용을 3가지 정보로 분리               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 연구영역에 대한 기본인식</li> <li>- 분석 주요 결과</li> <li>- 정책 개선요소</li> </ul> </li> </ul>
정보 구조화	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 분리된 정보를 문장·문구 단위로 가공</li> <li>■ 정책 개선 의견 종합               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 정책분야</li> <li>- 시설분야</li> </ul> </li> </ul>
정보 비교	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 세부 정책 개선 의견 도출</li> </ul>

분석에 활용된 물순환정책 관련 연구결과물은 한국학술지인용색인(KCI Korea Citation Index)의 학술지 분류법에 의해 등재지로 구분된 논문만을 대상으로 한다. 연구결과물의 수집은 한국교육학술정보원에서 운영하는 학술연구정보서비스([Http://www.riss.kr](http://www.riss.kr))의 검색엔진을 활용하였으며, 물순환정책이라는 연구영역을 특정할 수 있는 5대 검색어(빗물관리, 빗물 이용, 저영향개발, 그린인프라, 물순환)를 활용하여 검색하였다. 1993년부터 2017년까지 발표된 277건의 연구결과물이 검색되었으며, 분석대상은 내용에서 중복되거나 불충분한 것을 제외하고 81건<sup>44)</sup>을 선정하였다. 81건의 연구결과물은 단계별 정보로 분리한 후 분석이 용이하게 문구 단위<sup>45)</sup>의 정보로 가공·치환하고, 유사한 정보군으로 범주화(Categorize)하여 세부정책을 도출하였다.

### (3) 문헌자료 속성

분석대상으로 선정된 81건의 연구결과물 중 63건은 공학분야에서 생산되었으며(77.8%), 18건은 사회과학분야에서 생산되었다(22.2%). 공학분야의 연구결과물은 주로 빗물관리 시설의 효과성·경제성·기능성을 검증하기 위한 목적으로 수행되었으며, 빗물관리시설의 효과성과 기능성을 향상하기 위한 정책 개선 의견을 제시한다. 사회과학분야의 연구결과물은 해외 선진사례를 소개하고 국내 물순환정책과 비교를 통해 시사점을 제시하는 연구와 안정적인 정책 운영을 위한 법·제도 연구, 정책 및 계획요소를 평가해 현주소를 진단하고 개선방안을 제시하는 연구를 포함한다. 연구결과물의 연도별 발표빈도는 최근 10년간 꾸준히 증가하고 있다. 「서울시 빗물관리 기본계획」, 「서울시 물순환 조례」 등 관련 법률의 개정 및 정책계획 수립이 본격적으로 이루어진 2013년을 전후로 하여 빈도가 급격히 증가하였다(그림 4-1).

44) 선정된 연구결과물은 부록(Appendix)을 참조

45) 분리된 정보는 문단 단위의 정보이기 때문에 직관적으로 확인하고 분석할 수 있도록 3~4개의 단어로 조합된 문구 단위의 정보로 가공함.



[그림 4-1] 연도별 물순환 관련 연구결과물 발간 빈도 추이

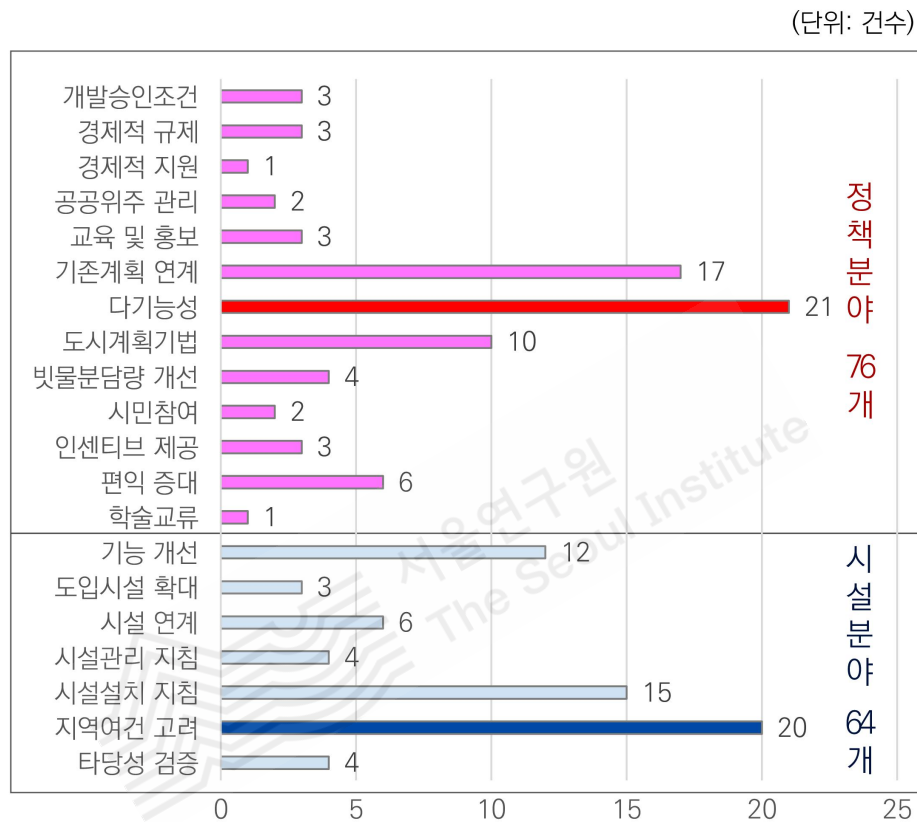
#### (4) 정책 개선 의견 정보 분류

연구결과물에서 140개의 물순환정책 개선 의견이 제시되었다. 물순환정책·계획의 목표 및 수단과 관련한 정책분야의 개선 의견이 76건(54.3%), 빗물관리시설의 기능 및 설치지침과 관련한 시설분야의 개선 의견이 64건(45.7%)이다.

정책분야의 의견을 세부적으로 살펴보면, 물순환정책의 정책영역이 표면유출량 저감으로 국한되어 있어 다양한 기능을 수행할 수 있도록 정책영역의 확대가 필요하다는 의견이 21건으로 정책분야 개선 의견의 27.6%를 차지해 전체 의견 중 비중이 가장 높았다. 또한 정책의 지속성을 확보하고 효과적인 정책 수립 및 이행을 위해서 물순환정책과 연관된 계획과의 연계 필요성 의견이 17건(22.4%) 제기되었다. 그밖에 도시계획기법의 적용 9건(11.8%), 빗물관리시설 설치지원 6건(7.9%) 순으로 많이 제기되었으며, 이를 범주화하면 총 14가지 의견으로 구분할 수 있다.

시설분야의 의견을 세부적으로 살펴보면, 빗물관리시설의 설치 시 지역(대상지 및 대상지의 배후지역)의 여건을 고려한 시설 적용기준을 마련해야 한다는 의견이 20건으로 시설분야 개선 의견에서 가장 높은 비중(31.3%)을 차지했다. 다음으로 빗물관리시설의 티당성, 효율성, 효과성 등을 고려할 수 있는 시설 설치 및 관리지침을 수립할 필요가 있다는 의견 15건(23.4%), 빗물관리시설의 기능성을 증진시키기 위한 기술의 개발 및 설계 내용 개선

의견 12건(18.8%) 순으로 많이 제기되었다. 시설분야에서 제시된 의견을 범주화하면 총 7가지 의견으로 구분할 수 있으며, 대체로 설치·관리 기준 설정 및 지침 개발 관련 의견이었다. 정책분야와 시설분야의 140개 의견을 범주화하여 정리하면 [그림 4-2]와 같다.



[그림 4-2] 연구결과물에 제시된 물순환정책 개선 의견 분류

이상의 140개 의견을 종합하여 구조화한 결과 정책분야의 의견은 4가지 유형(부문)으로 구분되며, 시설분야의 의견은 2가지 유형(부문)으로 구분된다. 정책분야의 의견은 물순환 정책의 역할과 함께 제도권 계획 수립 시 관련 계획의 연계 필요성 의견을 포함하는 ‘목표’ 부문, 빗물관리시설의 설치 참여를 유인하기 위한 인센티브 지원책 도입 필요 의견을 포함하는 ‘유인’ 부문, 물순환정책의 목표 달성을 위한 직접적 규제 방법 및 경제적 규제 의견을 제안한 ‘규제 정책’ 부문, 물순환정책의 추진동력을 확보하고 다양한 주체를 참여시킬 수 있는 정책적 장치 마련 의견을 포함하는 ‘정책 주체’로 구분된다.



시설분야의 의견은 빗물관리시설의 기능성을 보완·증진시키는 한편, 설치 타당성을 확보한 시설을 적용할 수 있는 기준 마련 의견을 포함하는 ‘시설 기능성 보완’ 부문과 지역의 여건을 고려하면서 기능성 발휘를 증진할 수 있는 설치·관리 지침 마련 필요성 의견을 포함하는 ‘시설지침’ 부문으로 구분할 수 있다([표 4-2]).

[표 4-2] 물순환 관련 연구결과물에 제시된 6대 정책 정보

구분		주요 내용
분야	부문	
정책분야	목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 물순환 역할 확대</li> <li>■ 관련 계획의 연계</li> </ul>
	유인	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 참여증진 위한 인센티브 지원</li> <li>■ 민간부문 부담 완화</li> </ul>
	규제	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 직접·간접적 규제수단 개발</li> <li>■ 빗물분담제 개선</li> </ul>
	주체	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 다양한 주체참여방안 마련</li> <li>■ 연구개발, 홍보, 교육 방안 마련</li> </ul>
시설분야	시설 기능성 보완	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 효과성 및 경제성이 검증된 시설도입 확대</li> <li>■ 시설 설계보완으로 물순환 기능 확대</li> </ul>
	시설지침	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 시설의 기능적 연계를 고려한 설치지침</li> <li>■ 지역의 물리·환경 여건 고려한 설치지침</li> <li>■ 관리 및 모니터링 지침</li> </ul>

## 2) 정책개선 정보 비교 분석

### (1) 목표부문 세부정책 개선 의견

목표부문의 정책 개선 의견은 총 38개로, 전체 의견 중에서 가장 많은 의견이 제시된 부문이다. 38개 개선 의견을 범주화한 결과, 물순환정책 목표의 ‘다기능성’ 의견이 21개로 가장 많았으며, 정책 목표 수립 시 물순환정책 관련 ‘기존계획과의 연계’ 필요 의견이 17개로 그 다음 순이었다.

## ① 다기능성 포함

연구결과물은 공통적으로 도시물순환 왜곡이 발생하는 원인으로 도시화로 인한 불투수면의 증가를 지적하고 있으며, 이로 인해 빗물 유출량이 증가해 도시를 건조화하고 침수피해를 유발하는 등의 문제를 일으킨다고 설명한다. 또한 도시화가 진행될수록 빗물을 처리하는 시설의 용량이 부족해지고 공원, 녹지 등 투수면적을 확보할 수 있는 시설용지가 감소함에 따라 도시의 지속성과 안전성이 악화된다. 이 때문에 물순환정책은 단순히 빗물을 관리하는 역할을 넘어 자연지반을 확보하는 한편, 침투·저류·증발산 등 물순환회복성을 향상시키고 기반시설의 용량을 확보하는 다양한 목표를 복합적으로 수행해야 한다고 지적하였다([표 4-3]).

[표 4-3] 정책목표 부문 다기능성 관련 연도별 정책 개선 의견 정보

출간연도	다기능성 관련 의견
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물관리는 이수·치수·환경기능을 담당할 수 있어야 함</li> </ul>
2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물의 유출증가율을 고려하여 빗물관리 목표량을 산정</li> <li>■ 관거처리를 통한 유출량 배수 외 빗물의 침투·저류기능 고려 필요</li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 일본은 물순환정책에 이수·치수·도시 환경 목표를 수립하고 있음</li> <li>■ 빗물관리시설은 홍수조절·증발산·지하수 함양 기능 우선 고려 필요</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물관리시설은 도시의 지속성을 향상하기 위해 설치</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 집수시설 확보 통한 수자원보전 필요</li> <li>■ 물순환정책은 오픈스페이스 확보로 다양한 기능 추구 필요</li> <li>■ 독일은 물순환 기능 외에 녹지기능 활성화 세부 목표를 수립함</li> <li>■ 빗물관리시설 계획은 오픈스페이스 공간 확대 목표 포함 필요</li> </ul>
2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물관리시설은 하천 건천화 방지 등의 기능 수행</li> <li>■ 빗물관리시설은 도시 미기후 조절, 녹화 공간 보충 등의 기능 수행</li> <li>■ 빗물관리시설은 도시 미기후 조절 기능 수행</li> <li>■ 빗물이용시설의 침투유출량, 총 유출량을 감소시켜 방재기능 수행</li> <li>■ 빗물관리시설은 빗물관리 외에도 방재, 수자원 보전 기능을 수행</li> </ul>
2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 국내 물순환정책은 시설의 이용성, 경관성 등이 결여되어 있음</li> <li>■ 도시 지속성, 기후변화대응, 방재 등의 기능을 수행할 수 있는 목표 수립 필요</li> </ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물관리시설 설치 시 시설활용도를 고려한 다목적 기능 수행 공간으로 전환 필요</li> <li>■ 빗물관리시설의 도입·적용 시 유출관리를 비롯해 오염물질 제거, 경관성, 생태성, 유지관리성 등을 고려해야 함</li> </ul>
2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 서울시 물순환정책의 목표 및 내용은 빗물관리와 물재이용으로 국한</li> <li>■ 시설 확대적용 위해 지역여건, 시설기능 등을 고려한 정책목표 수립 필요</li> <li>■ 녹화형 빗물관리시설은 유출저감보다 오염물질 저감 기능성이 높기 때문에 관련 목표 수립 필요</li> <li>■ 빗물관리 외 오염원 관리 방식으로 활용할 수 있도록 정책 수립</li> </ul>

이상에서 ‘다기능성’과 관련한 정책 개선 의견을 종합하면 물순환정책의 목표와 방향성을 설정할 때 정책이 수행할 수 있는 다양한 기능성을 고려할 필요가 있으며, 고려되는 주요 기능은 도시 쾌적성 및 지속성 향상, 물순환회복성 향상, 도시 안전성 확보의 3가지이다 ([표 4-4]).

[표 4-4] 물순환정책의 다기능성 관련 의견 범주화

물순환정책 목표	반영 필요 기능	다기능성 관련 반영 필요 세부 내용
자연지반 확보	도시 쾌적성 및 지속성 향상 기능	녹지·생태 기능
		도시 미기후 조절 기능
		경관 개선 기능
		사회적 기능(장소 이용)
물순환회복	물순환회복성 향상 기능	빗물 유출관리 기능
		빗물침투 기능
		빗물저류 기능
		빗물 증발산 기능
		하천수문 기능
		오염물질 유입 저감 기능
		홍수조절 기능
기반시설 용량확보	도시 안전성 확보 기능	오염물질 처리 기능
		하천수문 기능

도시 쾌적성 및 지속성 향상 기능은 도시화로 인해 늘어난 불투수면을 관리하고 자연지반을 확보하는 기능이다. 자연지반을 늘리기 위해서는 녹지를 보존하는 한편, 녹화형 빗물 관리시설을 보급해 정책대상지가 녹지·생태기능을 갖게 되며, 늘어난 자연지반으로 도시 미기후 현상을 조절하고, 경관을 개선하는 등 부차적 기능을 수행할 수 있으므로 정책 목표에 반영이 필요하다는 의견이 제시되었다.

물순환회복성 향상 기능은 물순환정책의 가장 보편적인 기능으로 빗물관리시설의 설치 시 발휘될 수 있는 기능과 관련이 있다. 빗물관리시설이 수행할 수 있는 기능은 서울시 물순환 정책에도 반영된 유출 관리 기능, 침투·저류 기능 외에도 증발산량 증가, 유달시간(流達時間, Time of concentration) 저지 기능을 수행한다. 이밖에 최근 설치 비중이 증가하고 있는 녹화형 빗물관리시설(식생체류지, 빗물정원 등)은 대기·지표상의 비점오염원의 하천 유입을 방지하는 기능을 담당할 수 있어 정책목표에 반영이 필요하다는 의견이 제시되었다.

도시 안전성 확보 기능은 빗물을 처리하기 위한 기존의 하수시스템 등을 개선하고 빗물관리시설의 설치 시 홍수 침수에 직접적인 영향을 미치는 침투유량 저감기능을 갖춘 시설을 적용해 홍수조절 기능을 갖추는 한편, 비점오염원 처리 기능을 통해 하천의 수질을 안정적으로 유지하는 기능을 수행하므로 정책목표에 반영이 필요하다는 의견이 제시되었다. 따라서 이상의 3가지 기능이 원활하게 발휘될 수 있도록 물순환정책의 목표와 방향을 설정할 필요가 있다.

## ② 기존 계획과 연계

물순환정책이 다루는 정책영역은 기본적으로 물 관리 분야에 속한다. 하지만 정책 내용상 도시·공간 분야와 제도와 정책적으로 상호 연관될 수밖에 없다. 예를 들어 불투수면을 관리하기 위해서는 기본적으로 토지이용을 제한하거나 개발·신축활동 허가 조건을 제약해야 하는데, 이럴 경우 불투수면을 관리하기 위한 물순환정책이 도시기본계획 및 도시관리계획과 내용적으로 저촉될 수 있다. 특히 빗물관리시설의 설치 대상지에 따라 교통 또는 공원·녹지계획과도 상충될 수 있어 담당부서와 협의가 필요하다. 이와 같은 연유로 다수의 연구결과물은 다양한 분야의 계획이 연계될 필요가 있다고 지적한다.

또한 직접적으로 연관된 물 관리 분야에서는 빗물관리대책량 산정과 빗물관리시설의 설치 계획 시 하수·하천계획과도 연계가 필요하다. 이장에서 제시된 물순환정책의 기존계획과의 연계와 관련한 정책 개선 의견을 정리하면 [표 4-5]와 같다.

[표 4-5] 정책목표 부문 기존 계획과의 연계 관련 연도별 정책 개선 의견

출간연도	기존 물순환정책에 대한 의견
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물이용시설 활성화 위해 상수도요금 인상 등 계획 연계 필요</li> </ul>
2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물관리시설의 설치에 기존 배수체계와 연결성 부족</li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물관리시설 설치 시 분산식 설치 방식과 관거연계형 조합 필요</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 개발사업 시 승인조건에 빗물관리시설 적용여부 검토 필요</li> <li>■ 치수지역과 주거지역을 분리하는 도시계획기법 필요</li> <li>■ 공간계획과 연계된 물순환 체계 구축 필요</li> </ul>
2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물규제, 인센티브, 교통프로젝트 등 다양한 정책수단 연계 필요</li> <li>■ 개발사업 계획단계에서부터 빗물침투 및 저류시설의 설치 고려 필요</li> </ul>
2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 서울시 홍수는 물리적 요인(고도·경사지하공간·녹지면적), 시설요인(빗물저류조 용량·펌프장 토출량)의 영향을 받음</li> <li>■ 다양한 홍수·하천·하수 관련 정책과 연계된 대응방안 마련 필요</li> <li>■ 그린인프라와 같은 다목적 토지이용계획 수법이 통합적이지 못해 확대 적용 어려움</li> <li>■ 빗물관리시설의 적용은 하천유량의 유지에 다소 부정적 영향을 미칠 수 있기 때문에 하천계획과 연계된 유역적 차원의 시설 설치계획 필요</li> </ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 도로 확장 시 우수배제, 우수관망의 흐름을 고려할 필요가 있기 때문에 빗물관리시설의 설치에 교통계획과의 연계 필요</li> <li>■ 기존 하수관 시스템 효율성 향상을 통해 인공계 물순환 증진 필요</li> <li>■ 투수면 확장 및 불투수면 규제와 연계한 정책 필요</li> </ul>
2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 저영향개발형 물순환정책은 교통, 건설, 조경, 환경, 공원 계획과의 연계성 필요</li> <li>■ 공간계획 영역별로 설치 가능한 빗물관리시설이 상이하므로 계획내용과 시설의 기능을 고려한 설치 필요</li> </ul>

도시·공간 분야 계획은 세부적으로 교통계획, 개발계획, 녹지계획과 연계가 필요한 것으로 나타났다. 도시기반시설 중 교통관련 시설(차도·보도)이 차지하는 면적비중이 가장 높기 때문에 교통시설의 설치 시 빗물관리시설의 설치를 병행하거나 투수성을 증진하기 위한 공법을 정착하기 위한 계획적 연계 또는 부서 간 협력이 필요하다는 의견이 제시되었다. 또한 지구단위계획의 수립, 토지이용의 규제, 건축 및 개발 인·허가와 관련한 계획 연계와 업무협이가 필요하기 때문에 도시기본계획 및 도시관리계획에 물순환정책 내용의 반영이 필요하다는 의견이 제시되었다. 환경계획은 도시의 공원·녹지 시설의 보급 및 설치와 관련한 계획으로 녹지대를 연결하고 불투수면을 관리하기 위한 수단으로서 물순환정책과의 연계가 필요하다는 의견이 제시되었다. 이상 기존 계획과의 연계 내용을 정리하면 [표 4-6]과 같다.

[표 4-6] 물순환정책의 기존 계획과의 연계 관련 의견 범주화

분야	세부계획	기존 계획과의 연계 관련 반영 필요 세부 내용
물관리	하수계획	비점오염원 유입에 따른 수질악화 대비해 계획 연계
	하천계획	빗물관리시설 설치에 따른 유량변화 대비해 계획 연계
	홍수계획	배수시설 및 우수관로와 연결된 빗물관리시설 설치 위해 계획 연계
도시·공간	교통계획	교통시설 설치 시 불투수 공법 규제 교통시설 용지 내에 빗물관리시설이 설치되도록 계획 연계
	개발계획	과도한 개발 및 불투수면 증가 예방 위한 계획 연계
	녹지계획	기존 공원·녹지와 빗물관리시설의 공간적 연결 위한 계획 연계

## (2) 유인부문 세부정책 개선 의견

물순환정책 연구결과물 중 빗물관리시설 설치를 장려하기 위한 유인을 제공할 필요가 있다고 분석한 연구결과물은 대체로 빗물이용시설의 경제성을 평가하고 평가결과를 토대로 정책 개선 의견을 제시하고 있다. 관련 연구결과물들은 공통적으로 빗물이용시설의 설치로 누릴 수 있는 편익보다 빗물이용시설 편익이 낮고, 시설 투자비용의 회수기간이 장기화되는 등 경제성이 낮다고 지적한다. 따라서 빗물이용시설의 경제성을 확보하기 위해서는 설치·관리비용을 지원해야 한다는 의견이 제시되었다. 또한 자발적인 빗물관리시설의 설치를 장려하기 위해 설치비 지원 외에도 다양한 인센티브를 제공할 수 있는 방안을 마련해야 한다는 의견이 제시되었다. 마지막으로 상·하수도요금을 조정하여 빗물이용시설의 설치를 증진할 수 있는 유인이 필요하다는 의견이다.

제시된 의견 중 세제혜택, 상·하수도요금 조정의견은 서울시 물순환정책의 일환으로 추진될 예정이었으나, 중앙정부(기재부)와의 협의 결렬<sup>46)</sup>로 인해 계류 중에 있어 지방자치단체 차원에서 이행하기 어려운 의견이다. 유인 부문의 정책 개선 의견은 [표 4-7]과 같다.

46) 관련법인 「조세특례제한법」에 저촉됨.

[표 4-7] 정책유인 부문 관련 연도별 정책 개선 의견

출간연도	유인 관련 의견
2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물이용시설 설치 의무화는 철저한 타당성 검증 필요</li> <li>■ 유지관리 및 경제적 지원책 마련 필요</li> </ul>
2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 개발사업 시 승인조건에 빗물이용시설 적용여부 검토 필요</li> <li>■ 불용정화조 등을 활용해 빗물이용시설을 설치할 경우 설치비용 절감 가능</li> <li>■ 빗물이용시설의 경제성평가 설치비용 대비 획득 가능한 편익이 낮음</li> </ul>
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물이용시설의 활성화를 위해 상수도요금 현실화 필요</li> </ul>
2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물저류조의 경제성평가 설치비용 대비 획득 가능한 편익 낮음</li> <li>■ 빗물저류조의 홍수 저감효과가 1%로 미미하므로 적절한 수준에서의 도입 고려</li> </ul>
2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물저류조의 경제성평가 설치비용 대비 획득 가능한 편익이 낮기 때문에 설치비용을 낮추고 편익을 증대시켜줄 수 있는 방안 필요</li> <li>■ 빗물저류조 경제성평가 결과 강수량 많고 집수면적 넓은 운동장 시설은 경제성이 있는 것으로 평가</li> </ul>
2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물이용시설에 민·관의 정책적 관심이 있지만 지원제도 미흡</li> </ul>
2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 물순환회복률에 따라 개발용량 증대와 같은 정책적 개선 필요</li> <li>■ 빗물관리시설 설치에 따른 인센티브 방안 마련 필요</li> </ul>

유인부문에서 제시된 정책 개선 의견을 종합한 결과 물순환정책의 추진으로 발생할 수 있는 민간부문 부담을 낮추고 다양한 이해당사자의 참여를 증진하기 위한 지원책 마련, 인센티브 제공, 편익보전 방안 마련 등 3가지로 범주화할 수 있다. 세부적으로는 민간부문에 빗물관리시설 설치 부담을 낮추기 위한 지원방안은 주로 빗물이용시설과 관련된다. 빗물이용시설의 경제성을 평가한 분석내용을 보면 전체 6건의 연구결과물 중 4건의 연구결과물에서 설치비용 대비 획득할 수 있는 편익이 낮기 때문에 설치비용을 지원해야 한다는 의견이 제시되었다. 또한 설치비용 지원은 빗물이용시설 이외 침투·저류시설 설치도 지원해야 한다는 의견이다.

이밖에 민간부문에 대한 빗물관리시설 설치에 물순환회복을 위해 과도한 부담을 전가하는 것이기 때문에 자발적 참여를 유도하기 위해서는 물순환회복 정도를 고려해 개발용량(용적률·건폐율)을 상향시키거나 세제혜택 등의 인센티브를 제공해야 한다는 의견이 제시되었다. 또한 상·하수도 요금을 인상해 빗물이용시설의 설치 및 활용을 증진해야 할 필요

가 있으며, 빗물이용시설을 활용할 경우 상·하수도 요금을 감면해주는 등 참여 동기를 부여하기 위한 편익보전 방안이 마련되어야 한다는 의견도 제시되었다. 이상의 유인부문 의견을 정리하면 [표 4-8]과 같다.

[표 4-8] 물순환정책의 유인 관련 의견 범주화

유인 정책 방안	유인 관련 반영 필요 세부 내용
설치·관리 비용 지원	빗물이용시설의 설치·운용 경제성이 낮아 설치비 지원 빗물관리시설의 설치 장려 위해 비용(설치·관리) 지원
인센티브 지원	민간부문에 대한 빗물관리 의무화는 과도한 부담이므로 적절한 보상 물순환회복 기여도를 평가하여 개발용량 확대 등의 인센티브 지원
편익 보전	상·하수도요금을 직접조정해 빗물이용시설의 편익 보전 빗물이용시설을 설치하고 집수된 빗물이용 시 상·하수도 요금 감면

### (3) 규제부문 세부 정책 개선 의견

규제 관련 정책 개선 의견으로 물순환정책의 제도·정책·계획 내용을 분석하여 물순환정책의 현주소를 진단하거나, 토지이용 규제 또는 저영향개발과 같은 다양한 도시계획 기법의 도입을 통해 빗물관리의 효과성을 검증하고 빗물관리시설의 설치가 제도·정책화되어야 한다는 의견이 제시되었다.

세부 의견을 살펴보면, 물순환회복을 위해서는 도시에 녹화공간을 확보하고 불투수면을 관리하는 도시·공간 정책요소가 필수적이기 때문에 도시계획 기법을 적용하여 공간의 물리적 환경을 개선할 수 있는 방안을 마련할 필요성이 제기되었다. 주로 개발·신축 허가 시 빗물관리시설의 설치 여부를 고려하는 것 외에도 지구단위계획을 수립해 토지이용을 직접 규제할 수 있는 제도적 방안을 마련해야 한다는 의견이 제시되었다. 또한, 도시계획 기법의 적용 외에도 빗물관리시설의 설치 유인제공보다 좀 더 높은 수준의 경제적 규제에 해당하는 우수세를 도입해야 한다는 의견이 제시되었다.

이밖에 빗물관리시설의 설치를 강제할 수 있는 수단인 빗물분담량을 지역의 다양한 여건을 반영해 산정하거나 부과될 수 있도록 개선되어야 한다는 의견도 제시되었다. 현재는



기준시설별로 빗물분담량을 부과하고 있으나, 지역의 물리·환경적 여건이 상이하기 때문에 이를 고려할 수 있어야 한다는 의견이다. 규제부문의 정책 개선 의견은 [표 4-9]와 같다.

[표 4-9] 정책규제 부문 관련 연도별 정책 개선 의견

출간연도	규제 관련 의견
2004 2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>개발사업 시 승인조건에 빗물이용시설 적용여부 검토 필요</li> </ul>
2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>유출증가율을 고려하여 빗물관리 목표량 산정</li> <li>도시계획적 지표활용으로 불투수면적 관리</li> <li>경제적 규제 방안인 빗물 배출 요금(우수세) 도입</li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>국내에도 오염자부담 원칙의 준수를 위해 우수세 도입 필요</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>개발사업 시 승인조건에 빗물관리시설 적용 필요</li> <li>방재지구 등 지구단위계획을 활용한 물순환회복 필요</li> <li>토지이용현황 등 지역 여건을 고려한 빗물관리시설의 설치 필요</li> <li>불투수면 관리가 빗물관리에 효과적, 기후변화 대응에도 중요도 높은 정책요소</li> </ul>
2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>우수세 도입은 지자체 차원에서 시도하기 어려워 중앙정부와 공조하에 장기적인 접근 필요</li> <li>불투수면 축소 시 빗물 유출량 20%, 침투유량 15%를 감소하는 효과성 확인</li> <li>빗물분담량은 신규개발용지에만 적용되므로 기성시까지 빗물관리 방안 마련 필요</li> <li>빗물분담량은 지형, 토지이용, 배수조건 등의 지역조건 고려가 미흡하기 때문에 시설 별 분담량이 아닌 지역적 분담량으로 개선 필요</li> </ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>물순환정책에 투수면을 확장하고 불투수면을 규제하기 위한 방안 적용 필요</li> </ul>
2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 빗물관리 시나리오 중 불투수면 관리가 빗물 유출 및 오염물질 관리에 용이함</li> <li>불투수면을 적정한 수준으로 관리할 수 있는 방안 마련 필요</li> </ul>
2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>압축도시기법을 통해 개발용지 수요를 충족하는 한편, 불투수면을 저감시키고 침투량을 개선하기 위한 정책적 노력 필요</li> </ul>

규제부문에서 제시된 정책 개선 의견을 종합한 결과 물순환정책에 다양한 규제수단을 활용할 필요성이 확인되었으며, 직접규제 방식인 개발 및 불투수면 규제 방식과 빗물분담량 부과, 경제적 규제 등 3가지 규제 방안을 활용할 것을 조언한다.

개발·불투수면 규제와 관련한 의견을 보면, 불투수면을 줄이고 녹지, 공원 등 투수면을 증대하는 것이 물순환 왜곡의 근본적인 문제 해결방안이자 기후변화, 도시 미기후 현상 등의 문제에도 적절하게 대응할 수 있는 방안이기 때문에 개발·신축 인·허가 시 빗물관리

시설의 설치여부를 검토해야 하며, 압축적 토지이용(Concept of Compact City<sup>47)</sup>)을 통해 개발수요를 보전하면서도 녹지를 확보하기 위한 정책적 노력이 필요하다는 의견이다.

또한 현행 빗물분담량은 5대 기준시설별로 부과되어 주변 및 당해지역의 사회·물리·환경적 여건을 고려하지 못하기 때문에 지형(경사도), 토지이용, 배수조건 등을 고려해 지역적으로 빗물분담량을 부과·산정하도록 개선할 필요가 있다는 의견도 제시되었다. 이상의 규제부문 의견을 정리하면 [표 4-10]과 같다.

[표 4-10] 물순환정책의 규제 관련 의견 범주화

규제 정책 방안	규제 관련 반영 필요 세부 내용
개발 및 불투수면 규제	개발사업·신축 인·허가 시 빗물관리시설의 설치 및 빗물처리 고려 압축적 토지이용 고려 지구단위계획 등 용도지역·지구 지정 불투수면을 관리할 수 있는 지표·기준 마련
우수세 도입	오염자 부담 원칙 확립 위해 우수세 도입 중앙정부, 지자체 관련 부서의 공조 및 입법적 노력 병행
빗물분담량 개선	지역여건을 반영할 수 있는 빗물분담량 산정·부과방법 개선 시설 분담량이 아닌 지역 분담량으로 전환

#### (4) 주체부문 세부정책 개선 의견

제시된 의견은 해외사례를 바탕으로 국내 정책내용을 비교 분석하거나 인터뷰, 설문조사를 통해 물순환정책에 대한 인식을 분석해서 도출된 의견이다. 물순환정책에 대한 시민 및 담당 공무원의 인식이 부족해 정책의 확대가 어렵다고 지적한다. 또한 설치된 빗물관리 시설에 대한 관심·인식 및 이용 만족도가 떨어지는 이유 역시 정책에 대한 인식이 부족함을 지적하였다. 이에 따라 정책 동력을 확보하기 위해서는 시민을 대상으로 정책 홍보가 필요하며, 담당 공무원에게 정책내용을 지속적으로 교육할 필요성이 제시되었다.

47) 지속가능한 도시개발의 일환으로 도시의 무분별한 확산(Urban Sprawl)에 의한 도심공동화, 교외화 등에 대응하기 위해 고안된 도시계획기법으로, 도시 중심부의 집중적인 토지이용과 직주 근접으로 도시기반시설에 대한 수요를 저감하는 도시계획 전략을 통해 개발지 주변의 녹지를 보전할 수 있다는 특징점이 있음.

그밖에 물순환정책의 빗물관리시설 설치 의무화가 민간의 과잉부담을 초래하기 때문에 공공부문의 주도적인 관리가 필요하며, 공공 주도적인 정책이 물순환정책의 효과성 증진에도 용이하다는 의견이 제시되었다. 주체부문의 정책 개선 의견은 [표 4-11]과 같다.

[표 4-11] 정책주체 부문 관련 연도별 정책 개선 의견

출간연도	주체 관련 정책 개선 의견
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물이용시설 설치 의무화는 민간의 과잉부담을 초래하므로 빗물관리시설의 설치는 공공위주로 시행 필요</li> </ul>
2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물관리시설의 설치에 공공부문에서 시설 설치 주도 필요</li> </ul>
2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 민간분야에서 빗물이용시설 활용 의향은 환경보호 인식, 수도요금 변화, 기후변화 인식 요인이 작용함</li> <li>■ 교육과 홍보 통해 빗물이용시설 활용 신뢰도 향상 필요</li> </ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물관리시설에 대한 인지도가 낮아 인식성을 증진하도록 설계 필요</li> </ul>
2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ LID 기법 확대 적용 위해서는 지역주민 의견수렴 및 인식제고 필요</li> <li>■ 담당부서 공무원의 이해증진 필요</li> <li>■ 다양한 학문이 융복합된 분야임에도 학계 간 교류 미흡</li> </ul>

주체부문에서 제시된 정책 개선 의견을 종합한 결과 다양한 이해당사자의 참여를 증진하는 한편, 물순환정책이 민간부문보다는 공공부문 위주로 시행되어야 한다는 의견이다.

다양한 주체 참여 방안은 민·관·학 각 부문에서 증진되어야 할 세부적인 내용을 담고 있다. 담당부서의 공무원이 정책 추진의 최우선적인 위치에 있기 때문에 물순환정책에 대한 이해도가 높아야 한다. 따라서 물순환정책의 전반적인 내용을 교육하고 부서 간 관련 업무를 협의·협조할 수 있는 체계를 마련하는 것이 중요하다는 의견이 제시되었다.

시민은 핵심적 이해당사자임에도 정책결정 과정에 참여할 수 있는 제도적 장치가 마련되어 있지 않아, 지역주민의 의견을 수렴할 수 있는 제도적 장치 마련의 필요성이 제기되었다. 또한 정책에 대한 이해도 및 관심이 높지 않아 시민이 체감할 수 있는 이익과 영향을 가시화해 홍보함으로써 자발적으로 정책참여자로서의 역할을 수행할 수 있는 동기를 부여해야 할 필요가 있다는 의견도 제기되었다. 학계는 물순환정책에 필요한 다양한 정보를 분석하고 개발하는 주체이다. 그러나 물순환정책의 영역이 물·도시·공간·환경 등 다양한 분야와 연관되어 있음에도 연구실적을 공유·융합하지 못해 연구 성과가 확산되기 어려운

구조여서 이를 개선할 필요성이 있다고 지적한다. 이상의 주체부문 의견을 정리하면 [표 4-12]와 같다.

[표 4-12] 물순환정책의 주체 관련 의견 범주화

구분	주체	주체 관련 반영 필요 세부 내용
다양한 주체 참여증진	주무부서	주무부서 업무담당자 물순환정책 교육 실시 관련 부서 간 업무 협의 및 협조 가능한 시스템 구축 원활한 업무추진 위한 부서개편
	시민	물순환정책 홍보로 인식고취 지역주민의 의견을 수렴할 수 있는 제도적 장치 마련 이익과 영향을 가시화하여 참여동기 부여
	학계	학계 간 연구실적 공유 및 융합할 수 있는 방안 마련
공공위주 정책 이행	공공	민간보다는 공공부문 위주의 물순환정책 추진 공공부문의 정책 선도성 인식 고취

#### (5) 시설기능성부문 세부정책 개선 의견

빗물관리시설의 기능성과 관련한 연구결과물은 국내의 다양한 사례 대상지에 설치·적용된 빗물관리시설(침투·저류·이용)의 유출량·침투유량·비점오염원 저감 등 빗물처리 기능을 검토하고 있다. 설치된 빗물관리시설은 대체로 빗물처리 기능을 원활히 수행해 물순환개선 및 회복에 효과성이 있는 것으로 분석되었다. 그러나 빗물이용시설의 경우 집수된 빗물 중 초기 강우에 상당량의 오염물질이 유입되어, 이를 제어할 수 있는 설계 보완이 필요하며, 빗물침투·저류시설 역시 초기 강우에 유입된 오염물질을 처리해야할 수 있는 기능성을 확보해야 한다는 의견이 제시되었다. 또한 선행강우에 의해 침투·저류시설에 빗물이 잔존해있을 경우 기능 발휘가 어렵다는 문제점이 있어 이를 해결하기 위한 기술적 보완이 필요하다는 지적도 제기되었다.

빗물관리시설의 설치 및 적용 방안에 대한 의견도 함께 제시되었다. ‘최적 설계기법(BMP: Best Management Practice)’과 같은 공간계획을 활용해 다양한 빗물관리시설의 기능이 최대한 발휘될 수 있는 공간배치 계획이 필요하다는 의견이 제시되었다. 또한 시설의

특성(자연형·장치형)별로 빗물관리의 효율·효과가 다르기 때문에 설치될 공간의 여건에 맞게 배치해야 할 시설의 종류를 달리해야 한다는 의견도 제시되었다. 이상의 시설 기능성 보완 부문의 정책 개선 의견은 [표 4-13]과 같다.

[표 4-13] 시설기능성 부문 관련 연도별 정책 개선 의견

출간연도	기능성 보완 관련 정책 개선 의견 종합
2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물이용시설에 초기강우배제장치 설치 필요</li> </ul>
2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 초기강우 배제 또는 처리 공정보완 필요</li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 비점오염원 유입 제어를 위한 장치 설치 필요</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 다양한 빗물관리시설에 저영향개발 기법을 적용했을 경우 빗물관리 능력 증대</li> <li>■ 빗물관리시설에 선행강우에 의한 잔존 빗물 유지 시 재역할 어려움</li> <li>■ 빗물저류조의 면적보다 설치지역 개소수에 따라 침투유출량 저감효과 증대</li> </ul>
2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물이용시설의 침투유출량, 유출량을 감소시켜 방재효과 있음</li> </ul>
2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물관리시설을 저영향개발 기법을 적용하여 설치할 경우 비점오염원 저감 효율이 하수처리장 등 기반시설보다 높음</li> <li>■ 최적 설계를 위해 비용, BMP, 유출량, 비점오염원 유입량 등을 고려</li> <li>■ 자연형 시설이 장치형에 비해 처리효율 및 경제성 높음</li> <li>■ 도시의 지속성 차원에서 자연형 시설의 확충 고려 필요</li> </ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 빗물관리시설의 설치 면적별 유출저감효과는 상관성이 없으나 지역적 배치, 배수구역의 범위에 크게 영향을 받아 공간계획을 통한 시설 적용 필요</li> </ul>
2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 자연형 빗물관리시설은 유출저감보다 비점오염원 제거 효율이 더 높기 때문에 이와 같은 특성을 고려한 배치 필요</li> <li>■ 초기강우에 유입된 고농도 입자상 물질 제거 위해 침강지 설치 필요</li> </ul>

제시된 의견을 종합하면 빗물관리시설의 기능성을 증대시키기 위한 의견과 빗물관리시설의 도입·설치 확대를 위한 의견으로 범주화할 수 있다.

도시의 물순환회복을 위해서는 빗물관리시설의 기능성 중 침투유량·오염원 처리 기능에 대한 고려가 필요하며, 이를 지역·공간의 특성을 고려하여 분산적이면서 효과가 최대화될 수 있도록 배치하는 것이 중요하다는 의견이 다수였다. 현재까지 빗물관리시설 설치 목표와 기능은 유출량 저감에 중점을 두고 있었으나, 홍수·수질오염 방지 등 도시관리 측면을 고려한다면 침투유량을 관리할 수 있어야 하고, 하천으로 유입되는 오염원 부하를 줄일

수 있는 시설 설치를 고려하도록 세부 설계내용을 개선할 필요가 있다는 지적이다.

또한 설치 타당성이 확보된 시설 설치 계획을 수립할 필요가 있다고 조언한다. 자연형 시설이 장치형 시설에 비해 오염원 처리효율(설치비용 대비 처리 가능량)이 높다고 분석된 반면, 빗물침투량은 장치형 시설이 자연형 시설에 비해 효과가 높아 지역의 특성을 고려해 적합한 시설을 설치해야 한다는 의견이 제시되었다. 이때 설치될 빗물관리시설은 효과성을 충분히 검증·검토하여 설치되어야 한다는 의견도 제시되었다. 이상의 시설기능성 보완 부문 의견을 정리하면 [표 4-14]와 같다.

**[표 4-14] 물순환정책의 시설기능성 보완 관련 의견 범주화**

구분	기능 고려사항	시설기능성 보완 반영 필요 세부 내용
기능성 보완	기능성 발휘	연속강우 발생 시 기능성 발휘가 어려워 설계 보완 필요
	기능성 고려	침투유량이 홍수에 영향을 크게 미치므로 관리 가능한 시설 설치 고려 빗물관리시설 대부분 오염원 부하를 저감하는 효과 있어 이를 고려한 시설 설치 필요
	분산적 배치	빗물관리시설 설치 면적 증대보다 분산 배치 필요
도입시설 확충	효율·효과성 검증	빗물관리 효율 및 효과성을 고려한 빗물관리시설의 지역적 배치 자연형 시설이 장치형 시설에 비해 효율·효과성 우수해 설치 적극 고려 시설별 주요 기능이 상이하므로 효과성이 검증된 시설 배치

#### (6) 시설지침부문 세부정책 개선 의견

시설지침부문에서 제시된 개선 의견은 주로 시설의 기능성 발휘가 설치지역 및 설치방법에 따라 달라지기 때문에 원활한 기능 작동을 위해서는 적절한 설치 및 관리 기준·지침이 마련되어야 한다는 의견과 지침 수립 시 고려해야 할 사항에 대한 의견이 대부분이다. 세부적으로는 빗물관리시설이 설치될 지역에 대한 고려사항, 빗물관리시설이 수행할 수 있는 기능성에 대한 고려사항, 빗물관리시설의 설계 내용에 대한 고려사항, 빗물관리시설의 관리 고려사항을 제안하였다. 시설지침과 관련한 정책 개선 의견은 [표 4-15]와 같다.

[표 4-15] 시설지침 부문 관련 연도별 정책 개선 의견

출간연도	시설지침 관련 정책 개선 의견
2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>관거배수·유지관리를 최소화할 수 있는 지침 필요</li> <li>다양한 빗물관리시설의 연계성 도모 필요</li> <li>빗물관리시설을 관리할 수 있는 방안 및 지침 필요</li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>투수성 포장에 대한 설치 기준 없어 지침 마련 필요</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역조건을 고려한 최적기법 도입 필요</li> <li>식재박스의 간격이 좁을수록 기능성 및 효과성 높아 시설 배치 시 고려 필요</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>물리적 입지에 따라 시설 설치 계획 수립 필요</li> <li>빗물이용시설은 일정 세대 이상의 공동주택에 적용 시 경제성 확보 가능</li> <li>토양투수계수, 토지이용, 경사, 토질 등 물리적 여건 고려한 시설 설치 필요</li> <li>오픈스페이스 기능을 담당할 수 있는 설치지침 마련</li> </ul>
2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>집중식·분산식 저류시설 혼합 설치 시 유출량 및 침투유량이 감소하므로 시설 배치 계획 시 반영 필요</li> <li>시설의 종류별 효율성이 다르기 때문에 목적에 맞는 시설 적용 방안 마련 필요</li> </ul>
2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>옥상녹화의 경우 적용면적별로 최적 효율이 상이하 이를 고려한 시설 설치 필요</li> <li>빗물관리시설 설치 시 최적 조합 및 배치 방안 마련 필요</li> <li>홍수 발생은 지형적 요인이 크게 작용하므로 빗물관리시설 도입 시 반영 필요</li> <li>최적 설계를 위해 기능성 및 효율성(경제성)을 고려하여 설치 계획 수립</li> </ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>빗물이용시설은 집수면적에 따라 효율이 달라지므로 건물 특성을 고려한 설치 필요</li> <li>빗물관리시설 배치 시 유출관리, 오염물질 제거, 경관 및 생태성, 유지관리 용이성, 입지조건, 지질, 경사 등의 조건을 종합적으로 고려해야 함</li> <li>옥상녹화 설치의 최적효율을 위한 토층 깊이 산출 및 설치지침 개발 필요</li> </ul>
2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>현장의 환경 및 사업조건에 빗물관리시설의 설치 필요</li> <li>투수성 포장에 대한 상세한 지침 필요(배수계획 등)</li> </ul>
2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역 수요를 충족할 수 있는 그린인프라 보급 및 설치기법 도입 필요</li> </ul>

제시된 시설지침과 관련한 내용은 세부 설계방법을 제안하기보다는 지침 수립 시 고려해야 할 요소와 지침 수립 방안 위주의 의견으로, 지역여건을 고려한 설치지침 의견과 기능여건을 고려한 설치 의견으로 범주화할 수 있다.

지역여건을 고려한 설치지침은 지역의 물리적 환경, 공간 여건, 기반시설의 입지를 고려해야 한다고 제시하였다. 지역여건은 빗물관리시설의 설치 가능성과 수행할 수 있는 역할 및 기능성을 결정하는 요소로, 당해·주변지역의 물리적 여건(지형·토질·지하공간·토지이용·거주인구·건물밀도·도로·녹지분포), 공간여건(신규개발지·기성지가지), 인프라용량(하수관

거상항·펌프장 토출량·저류조용량·기존 빗물관리시설 용량)을 고려해야 한다고 조언한다.

기능여건은 빗물관리시설의 배치·설계내용과 관련한 내용으로, 한정된 재원여건을 고려하였을 때 시설의 효과·효율성을 증대시키고 원활한 기능 작동을 위해 최적배치 방안(분산·집중식 배치 연계, 기존 인프라·빗물관리시설 연계), 기능성을 고려한 시설 배치(침투·저류·증발산·오염물질 저감·미기후 조절), 시설관리방안(관리·모니터링)에 대한 지침 수립이 필요하다는 의견이 제시되었다. 이상의 시설기능성 보완 부문의 정책 개선 의견을 정리하면 [표 4-16]과 같다.

[표 4-16] 물순환정책의 시설지침 관련 의견 범주화

구분	고려사항	시설지침 관련 세부 고려 내용
지역여건	물리환경	당해지역: 토지이용상황, 지형(고도, 경사), 지반토질, 지하공간
		주변지역: 거주인구, 건물밀도, 녹지면적, 도로
	공간여건	신규개발지, 기성시가지
	인프라 용량	기존 인프라: 우수·하수관거 상황, 펌프장 토출량 기존 빗물관리시설: 저류조 용량, 빗물관리시설 빗물관리량
기능여건	효율성 고려	분산식 배치 및 집중식 배치 방법 연계 자연형 빗물관리시설 및 장치형 빗물관리시설 연계 그린인프라 및 기존 물 관련 인프라 연계
	기능성 고려	침투, 유출, 증발산, 저류, 오염물질 저감, 미기후 조절
	시설관리	유지관리 최소방안, 모니터링 방안

## 2\_서울시 물순환정책 종합진단

이 절에서는 앞서 수행된 질적 메타분석의 결과를 활용하여 서울시 물순환정책의 계획 및 사업 내용을 종합적으로 진단해 「서울시 빗물관리 기본계획」에 반영이 필요한 정책요소를 도출하였다.



## 1) 서울시 물순환정책 진단방법 구성

서울시 물순환정책의 진단은 3가지 단계로 구성된다. 첫째, 물순환정책과 관련하여 기존 연구결과물에서 제시된 정책 개선 의견을 종합해 진단항목(지표 및 요소)을 선정하였다. 둘째, 서울시 물순환정책이 정책 개선 의견 항목을 얼마나 반영하고 있는지 양적으로 표현하기 위해 순서척도형 점수를 배점하며, 이 점수를 토대로 「서울시 빗물관리 기본계획」과 「서울시 건강한 물순환 도시조성 종합계획」을 비교한다. 셋째, 배점한 점수를 표준화하기 위해 지수(index)형태로 변환시켜 물순환정책의 현재 상태를 진단하고, 지수값의 평균점수를 기준으로 지표의 반영정도를 진단하여 개선이 필요한 정책요소를 도출한다([표 4-17]).

**[표 4-17] 서울시 물순환정책 진단방법**

진단 과정	세부 방법
지표선정	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 연구결과물에 제시된 물순환정책 개선 의견을 지표화</li> <li>2개 부문(세부 4개 부문) 22개 지표 선정</li> <li>지표별 진단요소 설정(총 68개 요소)</li> </ul>
점수 배점	<ul style="list-style-type: none"> <li>순서척도형 점수부여를 통한 계획평가 방법론 활용</li> </ul>
지수화	<ul style="list-style-type: none"> <li>정책의 현 상태 판단이 용이하도록 0~1점 사이의 값으로 지수화</li> <li>지수값을 토대로 '반영 양호 지표'와 '반영 미흡 지표' 구분</li> </ul>

## 2) 진단지표 선정

서울시 물순환정책을 진단하기 위해 정책의 계획단계부터 이행(빗물관리시설의 설치)단계에 이르는 전반적인 내용을 검토할 수 있도록 2개 부문(세부 4개 부문) 22개 지표, 68개 진단요소를 선정하였다. 선정된 지표와 진단요소는 메타분석에서 활용된 81개 문헌에서 제시된 140개 정책 개선 의견을 토대로 추출하였다.

### (1) 계획 부문 진단지표

계획 부문은 서울시 물순환정책이 설정하고 있는 목표, 목표달성을 위한 정책 수단, 정책 대상 및 규모를 비롯하여 지속적인 정책 추진을 위한 관련 정책 간의 연계성, 참여 주체

등을 진단해 물순환정책의 방향성과 적절성을 10개 지표, 36개 요소를 활용해 진단한다. 목적 부문은 메타분석에서 제시된 정책개선분야 중 목표 관련 의견(다기능성)을 지표화하였고, 요소 부문은 정책개선분야 중 목표 관련 의견(기존계획 연계)을 비롯하여 유인·규제·주체 관련 의견을 지표화하였다.

세부적으로 물순환 개선 목표를 진단하기 위해 빗물침투·저류·증발산·유출량·비점오염원·배수를 포함하여 목표를 수립하고 있는지와 도시환경 개선 목표내용을 진단하기 위해 하수용량·홍수·사용성·생태·경관성·도시 미기후 조절 관련 목표를 수립하고 있는지를 확인한다. 또한 계획 요소 부문에서는 개발·건축에 의한 물순환 왜곡을 제어할 수 있는 규제수단(규제·유인·빗물분담량·협력적 관리)을 진단하고, 정책이 적용될 공간적인 범위(기성시가·가·신시가)와 영역, 물순환정책과 관련된 도시·공간(도시기본계획·도시관리계획·공원녹지계획·교통계획) 및 물관련 계획(하수·배수·하천)과의 연계성 여부, 이해당사자의 물순환정책 참여를 위한 제도적 장치(공공부문·시민참여·연구개발) 마련 여부를 진단한다([표 4-18]).

**[표 4-18] 물순환정책 계획 부문의 진단지표 구성**

부문		진단지표 (세부지표 수)	진단 내용 및 세부지표
대분류	소분류		
계획	목적	물순환 개선 (1)	침투 및 저류 증대 등 물순환 개선과 관련한 목표 진단 ▪ 물순환 개선 목적 수립
		도시환경 개선 (1)	불투수면 관리 등 도시환경 개선과 관련한 목표 진단 ▪ 도시환경 개선 목적 수립
	요소	정책수단 마련 (1)	유인, 규제 등 물순환정책 목표 달성을 위해 활용하고 있는 정책 수단 진단 ▪ 규제수단 활용
		정책 대상 설정 (2)	정책이 적용될 영역, 공간의 규모를 진단 ▪ 영역별 정책 ▪ 공간별 정책
		정책 간 연계성 (2)	물순환정책 수행을 위해 공간, 환경, 도시계획 등의 연계성 여부 진단 ▪ 물 관련 계획 연계 ▪ 공간 관련 계획 연계
		다양한 주체 참여 (3)	공공, 민간, 학계 등 정책 추진 주체 규모를 진단 ▪ 공공부문 역할 ▪ 시민참여 증대 ▪ 연구개발 증진

## (2) 정책이행 부문 진단지표

이행 부문은 서울시 물순환정책에 의해 설치되는 빗물관리시설의 설치·배치 기준에 대한 적절성을 진단하기 위해 지역여건·기능성을 고려한 빗물관리시설 및 저영향개발 기법의 적용여부와 함께 지침 수준의 설치·관리지침 수립여부를 진단해 빗물관리시설 및 저영향개발 기법의 운용 적절성을 32개 요소를 활용해 진단한다. 적용 부문은 메타분석에서 제시된 시설개선분야 시설기능성 관련 의견(기존계획 연계)을 지표화하였고, 지침 부문은 시설개선분야 시설지침 관련 의견을 지표화하였다([표 4-19]).

[표 4-19] 물순환정책 이행 부문의 진단지표 구성

부문		진단지표 (세부지표 수)	진단 내용 및 세부지표
대분류	소분류		
이행	적용	지역여건을 고려한 시설 및 기법 적용 (4)	물순환정책이 이행될 당해 공간 및 배후지역의 물리, 입지, 환경 등의 여건 고려 여부 진단 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 물리적 여건 고려</li> <li>▪ 입지여건 고려</li> <li>▪ 인프라 용량 고려</li> <li>▪ 기후환경 고려</li> </ul>
		시설 및 기법의 기능성을 고려한 적용 (5)	물순환 시설 및 기법이 수행할 수 있는 빗물관리, 생태성, 사회성 등 다양한 기능성 고려 여부 진단 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 빗물관리 기능 고려</li> <li>▪ 생태적 기능 고려</li> <li>▪ 사회적 기능 고려</li> <li>▪ 효과성 고려</li> <li>▪ 경제성 고려</li> </ul>
	지침	최적기법 (3)	물순환 시설 및 기법의 공간적 배치 및 관리방안, 모니터링 방안 등의 이행에 필요한 다양한 지침 구비 여부 진단 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 다양한 빗물관리시설이 연계된 설치지침</li> <li>▪ 관리지침</li> <li>▪ 모니터링 방안 구축</li> </ul>

세부적으로 적용 부문에서 빗물관리시설의 적용 시 고려하고 있는 내용을 진단하기 위해 빗물관리시설의 설치 시 지형·지질·지하공간 등 물리적 여건을 고려하고 있는지 확인한다. 또한 인구·토지이용·건물밀도·건물면적·녹지·도로 등 입지 여건의 고려 여부를 비롯하여 하수관거 상황 및 빗물펌프장 토출량, 배수지 등 주변지역의 인프라 용량 고려 여부, 강수

량기온 등 기후환경 고려 여부를 확인해 빗물관리시설의 설치·적용 시 지역의 다양한 여건을 충실히 반영하고 있는지를 진단한다.

이밖에 침투·저류·증발산·유출량·배출오염원·배수 등 빗물관리시설이 수행할 수 있는 빗물관리 기능 고려, 생태 및 도시 미기후 조절 기능 고려, 경관성 및 사용성 등 시민이 이용하고 즐길 수 있는 사회적 기능 고려, 효과성이 검증된 시설 설치 고려, 경제성이 입증된 시설 설치 고려 여부 등을 확인해 빗물관리시설의 설치·적용 시 시설의 기능성을 고려하고 있는지를 확인한다.

지침 부문에서는 빗물관리시설의 설치·적용을 최적화할 수 있는 지침의 수립 여부를 진단하기 위해 분산식·집중식·그린인프라·기존인프라를 연계한 설치지침의 수립 여부, 관리소요 및 방법을 명시한 관리지침 수립 여부, 빗물관리시설의 효과 및 효율을 모니터링할 수 있는 방안을 제시한 지침 수립 여부를 확인한다.

### 3) 자료 구축 및 지수화 방법

서울시 물순환정책의 계획내용 및 빗물관리시설의 설치와 관련한 내용을 진단하기 위해 구축된 22개 지표, 68개 진단요소에 해당하는 「서울시 빗물관리 기본계획(보완)」(2013)과 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」(2013)의 내용을 추출·분류한 후 요소별 계획 및 이행 내용의 유무에 따라 순서척도형 점수를 배점하였다. 이와 같은 배점방식은 계획 내용을 진단하기 위한 연구들에서 보편적으로 활용되는 방식이다(강정은·현경학·박종빈, 2014).

점수는 부문별로 다른 기준을 적용하여 배점한다. 계획 부문의 경우 진단요소와 관련한 내용이 계획에 명시되어 있을 경우 1점, 없을 경우 0점을 배점하며, 이행 부문의 경우 진단요소와 관련한 내용이 명시되어 있으면서 이행 중인 경우 2점, 진단요소와 관련한 내용이 명시되어 있지만 이행여부가 불투명하거나 계류(중단)된 경우 1점, 진단요소와 관련한 내용이 없을 경우 0점을 배점한다. 따라서 점수가 높을 경우 진단요소와 관련한 내용을 물순환정책에 적용하고 있는 것이며, 득점된 점수가 0 값이면 진단요소가 반영되지 않은 것으로 해석할 수 있다.

요소의 점수값은 부문별로 값의 규모가 달라 직관적으로 진단하기 어려운 단점이 있다. 또한 지표 간 비교 요소의 수가 다르기 때문에 지수화방식을 통해 단위를 0에서 1 사이의 값으로 통일한다. 지수화방식은 지표별 획득 점수(진단요소별로 획득한 배점의 총합)를 지표별로 획득가능 최대값 즉, 요소별 최대 배점 값의 총합으로 나누어 산출한다. 산출된 지수는 지표별 진단요소들의 반영정도를 나타낸다. 이상의 배점·지수화 방식을 정리하면 [표 4-20]과 같다.

[표 4-20] 물순환정책 진단의 배점 방식 및 지수 산출 방법

구분	배점 방식 및 지수 산정식 내용
배점방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>진단 요소별 계획 및 이행 내용의 유무에 따라 배점</li> <li>계획 부문 배점 방식               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 0점: 진단요소 관련 내용 없음</li> <li>✓ 1점: 진단요소 관련 내용 명시되어 있음</li> </ul> </li> <li>이행 부문 배점 방식               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 0점: 진단요소 관련 내용 없음</li> <li>✓ 1점: 진단요소 관련 내용 명시되어 있지만 계류(중단)된 경우</li> <li>✓ 2점: 진단요소와 관련한 내용 명시되어 있고 이행 중일 경우</li> </ul> </li> </ul>
지수 산정식	$\text{지표별 진단지수} = \frac{\sum_{k=1}^n ef_k}{\sum_{k=1}^n \max(ef_k)}$ <p> <math>ef_k</math> = k번째 진단요소 점수  <math>\max(ef_k)</math> = K번째 진단요소 점수 획득가능한 최대값         </p>

#### 4) 서울시 물순환정책 진단

##### (1) 계획목표 부문 진단

계획목표 부문은 물순환 개선 목표 6개 요소와 도시환경 개선 목표 6개 요소에 대해 진단하였다.

진단 결과 「서울시 빗물관리 기본계획」은 빗물유출량 저감 목표만 수립하고 있으며, 「서울

시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획은 배수 이외의 목표들을 수립하고 있다. 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」에 설정된 물순환 관련 목표는 물재이용 및 빗물유출량 저감이지만, 세부 사업계획별로 다양한 빗물관리 목표를 수립하고 있다. 도시환경 개선 목적 수립 지표의 6개 요소는 도시의 인프라 용량(하수용량) 및 방재(홍수), 사회성(사용성), 생태성(녹지), 경관성, 쾌적성(도시 미기후 조절)과 관련한 목표를 수립하고 있는지를 진단하였다. 진단 결과 「서울시 빗물관리 기본계획」은 도시환경 개선과 관련한 목표를 수립하고 있지 않아 획득한 점수가 없으며, 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 홍수저감 목표, 생태·녹지 증대 목표, 도시 경관성 향상 목표를 수립하고 있었다. 「서울시 빗물관리 기본계획」, 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」 모두 하수용량 부하 목표, 시설 사용성 증진 목표, 도시 미기후 저감 목표를 수립하지 않았다([표 4-21]).

[표 4-21] 서울시 물순환정책 계획목적 부문 획득 점수 및 지수

세부 지표	진단요소	획득 점수		지수
		서울시 빗물관리 기본계획	서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획	
물순환 개선 목적 수립	빗물침투 증진	0	1	0.50
	빗물저류 증진	0	1	
	빗물 증발산 증진	0	1	
	빗물 유출량 저감	1	1	
	비점오염원 저감	0	1	
	원활한 빗물 배수	0	0	
도시환경 개선 목적 수립 (5)	하수용량 부하 저감	0	0	0.25
	홍수 저감	0	1	
	시설 사용성 증진	0	0	
	생태·녹지 증대	0	1	
	도시 경관성 향상	0	1	
	도시 미기후 저감	0	0	
합계		1	8	-

## (2) 계획요소 부문 진단

계획요소 부문은 규제수단 활용 4개 요소, 영역별 정책 수립 2개 요소, 공간별 정책 수립 2개 요소, 물 관련 계획 연계 3개 요소, 공간 관련 계획 연계 3개 요소, 공공부문 역할 3개 요소, 시민참여 증대 3개 요소, 연구개발 증진 3개 요소에 대해 진단하였다.

규제수단 활용 지표의 진단결과에서 「서울시 빗물관리 기본계획」은 유인·협력적 관리 수단을 활용하지 않은 반면, 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 모든 수단을 활용하고 있다.

영역별 정책 수립 지표의 진단결과에서 「서울시 빗물관리 기본계획」과 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」 모두 공공·민간부문을 대상으로 정책 내용을 갖추고 있다. 공간별 정책 수립의 진단결과에서는 「서울시 빗물관리 기본계획」과 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」 모두 정책 대상지로 설정하고 있지 않다.

물 관련 계획 연계 지표의 진단결과에서 「서울시 빗물관리 기본계획」과 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」 모두 배수계획 이외 물 관련 계획과 연계 또는 업무 협력이 미흡한 것으로 나타났다. 「서울시 빗물관리 기본계획」은 빗물관리시설의 설치 시 대상지 주변의 배수여건을 확인하도록 하고 있으며, 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」의 ‘빗물침투형 하수도 정비사업」은 빗물의 원활한 배수를 위해 빗물받이 시설 설치 사업을 추진하고 있다.

공간 관련 계획 연계 지표로 진단한 결과에서 「서울시 빗물관리 기본계획」은 연관된 계획과 연계가 없는 것으로 나타났다. 반면, 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 도시·교통·공원계획과 연계 또는 업무 협력 관계를 유지하고 있는 것으로 나타났다. 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 지구단위계획 수립을 비롯하여 도시공원 내 저류시설 설치사업, 주요 교통시설에 다양한 빗물관리시설 설치 사업을 관련부서와 협조하에 진행 중이다.

공공부문 역할 지표로 진단한 결과에서 「서울시 빗물관리 기본계획」은 부서 간 업무 교류, 담당 공무원 물순환 교육과 관련한 내용이 계획에 반영되지 않았다. 반면 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 지역적 특성을 고려한 공공선도적 정책 내용을 제외한 부서 간 업무교류, 공무원 물순환 교육과 관련한 세부사업을 시행하고 있었다.

시민참여 증대 지표의 진단결과에서 「서울시 빗물관리 기본계획」은 의사결정 참여, 경제적 지원, 물순환정책 홍보 등 모든 요소를 반영하고 있지 못했으나, 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 모든 시민참여 증대 요소를 반영하고 있었다.

연구개발 증진 지표의 진단결과에서 시민참여 증대 지표와 마찬가지로 「서울시 빗물관리 기본계획」은 모든 요소를 반영하고 있지 못하고 있는 것으로 나타난 반면, 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 물순환 심포지엄, 물순환 시민위원회 구성, 빗물관리시설 효과성 관련 연구용역 의뢰 등 다양한 사업계획을 수립하고 있었다.

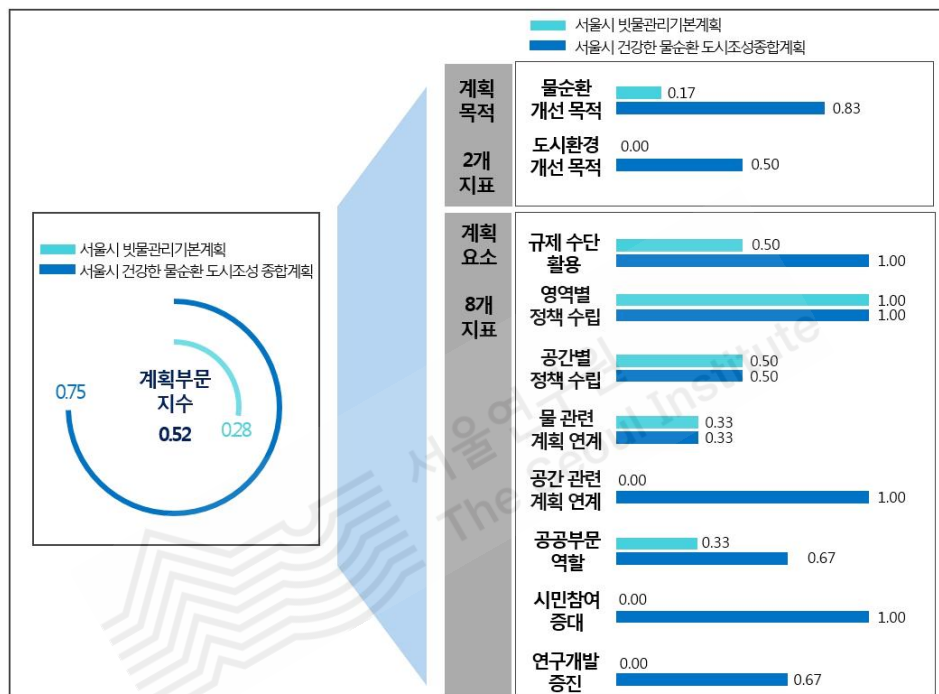
대체로 계획요소 부문에서는 「서울시 빗물관리 기본계획」이 대부분의 요소를 반영하고 있지 못한 것으로 나타났다. 이에 따라 획득할 수 있는 최대 점수인 22점의 1/3 수준으로 점수를 획득한 반면, 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 대부분의 요소를 반영하고 있었다([표 4-22]).

[표 4-22] 물순환정책 계획요소 부문의 점수 및 지수

세부 지표	진단요소	획득 점수		지수
		서울시 빗물관리 기본계획	서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획	
규제 수단 활용	규제적 수단	1	1	0.75
	유인적 수단	0	1	
	협력적 관리 수단	0	1	
	빗물관리 수단	1	1	
영역별 정책 수립	공공부문 대상	1	1	1.00
	민간부문 대상	1	1	
공간별 정책 수립	개발용지 대상	1	1	0.50
	기성시가지 대상	0	0	
물 관련 계획 연계	배수계획 연계	1	1	0.33
	하수계획 연계	0	0	
	하천계획 연계	0	0	
공간 관련 계획 연계	도시계획 연계	0	1	0.50
	교통계획 연계	0	1	
	공원계획 연계	0	1	
공공부문 역할	부서 간 업무 교류	0	1	0.50
	물순환 교육	0	1	
	지역적 특성 고려	1	0	
시민참여 증대	의사결정 참여	0	1	0.50
	경제적 지원	0	1	
	물순환정책 홍보	0	1	
연구개발 증진	물순환 연구지원	0	0	0.33
	연구성과 확산	0	1	
	물순환 시설 타당성 분석	0	1	
합계		7	18	-



이와 같은 결과는 「서울시 빗물관리 기본계획」의 정책 내용 범위가 빗물관리시설 설치를 위한 분담량 산정·부과 및 설치지침 수립으로 국한되어 있기 때문이다. 그러나 「서울시 빗물관리 기본계획」에 반영되지 않은 진단요소는 대부분 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」에 반영되어 있어, 두 계획은 상호보완적인 관계에 있는 것으로 나타났다 ([그림 4-3]).



[그림 4-3] 물순환정책 계획 부문 및 세부지표별 지수

그러나 물 관련 계획 중 하천 및 하수계획과의 연계, 기성시가지지를 정책대상지로 설정하고 있지 못한 한계는 두 계획에 공통적으로 드러났기 때문에 이를 개선할 필요가 있는 것으로 도출되었다.

### (3) 이행 적용 부문 진단

정책 이행 적용 부문 진단은 물리적 여건 고려 3개 요소, 입지 여건 고려 6개 요소, 인프라 용량 고려 3개 요소, 기후환경 고려 2개 요소, 빗물관리 기능 고려 6개 요소, 생태적 기능 고려 2개 요소, 사회적 기능 고려 2개 요소, 효과성 고려 1개 요소, 경제성 고려 1개 요소를 활용하여 이루어졌다.

물리적 여건 고려 지표의 진단결과에서 「서울시 빗물관리 기본계획」은 모든 물리적 여건을 고려하여 빗물관리시설을 설치할 수 있는 가이드라인을 제시하고 있는 반면, 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 물리적 여건을 고려할 수 있는 기준을 제시하지 못하고 있다.

입지 여건 고려 지표로 진단한 결과에서 「서울시 빗물관리 기본계획」은 당해 지역 및 주변 지역의 인구를 제외한 건물밀도, 녹지, 도로 등의 요소를 고려하여 빗물관리시설을 설치할 수 있는 가이드라인을 제시하고 있었다. 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 다양한 구조·비구조적 대책(정책)을 수행하는 가운데 주변의 녹지, 도로, 토지이용을 고려하고 있었지만, 당해 지역 및 주변지역의 인구, 건물에 대한 정보를 고려한 사업은 추진하지 않는 것으로 나타났다.

인프라 용량 고려 지표의 진단결과에서 「서울시 빗물관리 기본계획」은 빗물관리시설 설치 시 인접 빗물 펌프장의 토출량이나 하수관거 상황, 배수지 등을 고려하도록 하고 있다. 그러나 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 이와 같은 조건을 전혀 고려하지 못하고 있는 것으로 나타났다.

기후변화 고려 지표로 진단한 결과에서 「서울시 빗물관리 기본계획」은 강수량을 반영하여 빗물관리시설을 적용·설치하도록 하고 있었으며, 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 기온을 고려해 도시 미기후를 조절할 수 있는 빗물관리시설을 적용하고 있다.

빗물관리 기능 고려 지표의 진단결과에서 「서울시 빗물관리 기본계획」은 침투·저류·유출량을 고려하고 있었으며, 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 배수를 제외한 침투·저류·증발산·유출량·오염원을 고려하여 빗물관리시설을 적용하고 있었다. 특히, 「서울

시 빗물관리 기본계획」이 고려하지 못하고 있는 빗물 증발산이나 비점오염원을 고려하기 위해 저류형 습지 및 연못을 조성하는 사업을 진행하고 있다.

생태적 기능 고려 지표의 진단결과에서 「서울시 빗물관리 기본계획」은 도시 미기후를 조절할 목적의 빗물관리시설의 적용은 고려하지 않고 있는 것으로 나타났다. 빗물관리시설 설치 가이드라인을 마련하고 있지만, 녹지대를 연결하기 위한 실질적인 방안을 갖추고 있지 못한 채 녹화형 빗물관리시설의 설치방법만을 제시하고 있다. 반면, 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 생태·녹지공간을 증대하기 위해 빗물저류형 도시공원을 조성하고, 도시의 미기후를 조절하기 위해 도심 속 물길조성 사업 등 친수시설을 조성하고 있다.

사회적 기능 고려 지표의 진단결과에서 「서울시 빗물관리 기본계획」은 경관성을 일부 반영하고 있었지만, 빗물관리시설 설치·적용 시 사용성을 고려하지 못하는 것으로 나타났다. 「서울시 빗물관리 기본계획」에서 설치·적용을 고려한 시설은 대부분 장치형 빗물관리시설이기 때문에 관련 요소 및 지표의 배점이 낮다. 반면 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 시민이 직접 이용할 수 있는 공원용지에 빗물관리시설의 설치를 통해 빗물관리 기능 외에도 만남의 장소로 활용되도록 하고 있으며, 자연형 빗물관리시설의 도입을 통해 주변 경관 개선 목적의 사업을 병행하고 있는 것으로 나타났다.

효과성 고려 지표로 진단한 결과에서 「서울시 빗물관리 기본계획」은 기존 연구에서 효과성을 검증한 시설 중 실제 설치·적용을 고려하는 빗물관리시설 비중이 64%로 나타났으며, 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 93%로 나타나 29%의 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 「서울시 빗물관리 기본계획」에서 설치·적용을 고려하는 시설 종류가 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」에 비해 제한적이기 때문이다.

경제성 고려 지표의 진단결과에서 「서울시 빗물관리 기본계획」과 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」 모두 현재 설치·적용을 고려하고 있는 빗물관리시설 중 20% 미만의 시설만이 경제성 및 효율성이 검증된 시설이다. 이와 같은 진단 결과는 검증되지 않은 시설의 설치·적용 이유라기보다 현재까지 국내에서 경제성을 진단한 연구가 빗물이용시설로 집중되어 있다는 한계점이 있다.

이행 적용 부문 지표의 진단결과에서 계획요소 부문의 결과와 정반대의 결과가 도출되었

다. 「서울시 빗물관리 기본계획」의 득점이 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」의 득점보다 높았다. 또한 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」에 반영되지 못한 다양한 요소를 「서울시 빗물관리 기본계획」에 반영하고 있다([표 4-23]).

[표 4-23] 물순환정책 이행적용 부문의 점수 및 지수

세부 지표	진단요소	획득 점수		지수
		서울시 빗물관리 기본계획	서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획	
물리적 여건 고려	지형	2	0	0.50
	지질	2	0	
	지하공간	2	0	
입지 여건 고려	거주인구	0	0	0.58
	토지이용 현황	2	2	
	건물 밀도	0	0	
	지장물 면적	2	0	
	주변 녹지	2	2	
	주변 도로	2	2	
인프라 용량 고려	인접 펌프장 토출량	2	0	0.50
	하수관거 상황	2	0	
	배수지 고려	2	0	
기후환경 고려	강수량	2	0	0.50
	기온	0	2	
빗물관리 기능 고려	침투	2	2	0.75
	저류	2	2	
	증발산	0	2	
	유출량	2	2	
	오염원	0	2	
	배수	2	0	
생태적 기능 고려	생태녹지공간 증대	1	2	0.63
	미기후조절	0	2	
사회적 기능 고려	경관성	1	2	0.63
	사용성	0	2	
효과성 고려	검증된 시설 활용 비중 <sup>1)</sup>	0.64	0.93	0.79
경제성 고려	검증된 시설 활용 비중 <sup>2)</sup>	0.11	0.15	0.13
합계		32.75	27.08	-

주 1) 메타 분석 결과 효과성이 검증된 전체 시설종류 대비 계획에서 활용하는 시설의 종류 비율

2) 계획에서 활용하는 시설종류 대비 경제성이 검증된 시설종류 비율

#### (4) 이행지침 부문 진단

정책 이행지침 부문 진단은 다양한 빗물관리시설이 연계된 설치지침 수립 4개 요소, 시설 관리 지침 수립 1개 요소, 모니터링 방안 구축 1개 요소를 토대로 이루어졌다.

다양한 빗물관리시설이 연계된 설치지침 수립 지표의 4개 요소를 진단한 결과 「서울시 빗물관리 기본계획」은 모든 진단요소를 고려하고 있는 반면, 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 분산식 시설 배치와 그린인프라를 고려한 시설 배치를 고려하고 있지 못한 것으로 나타났다. 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」의 빗물관리시설은 도시계획시설 및 공공용지에 설치하는 것으로, 대상지의 특성상 분산식 시설 배치보다는 설치가능지에 집중식 시설 배치만이 가능하다. 또한 빗물관리시설 설치 가능지역이 제한적 이므로, 그린인프라를 고려하여 시설을 배치하는 것은 어려운 상황이다.

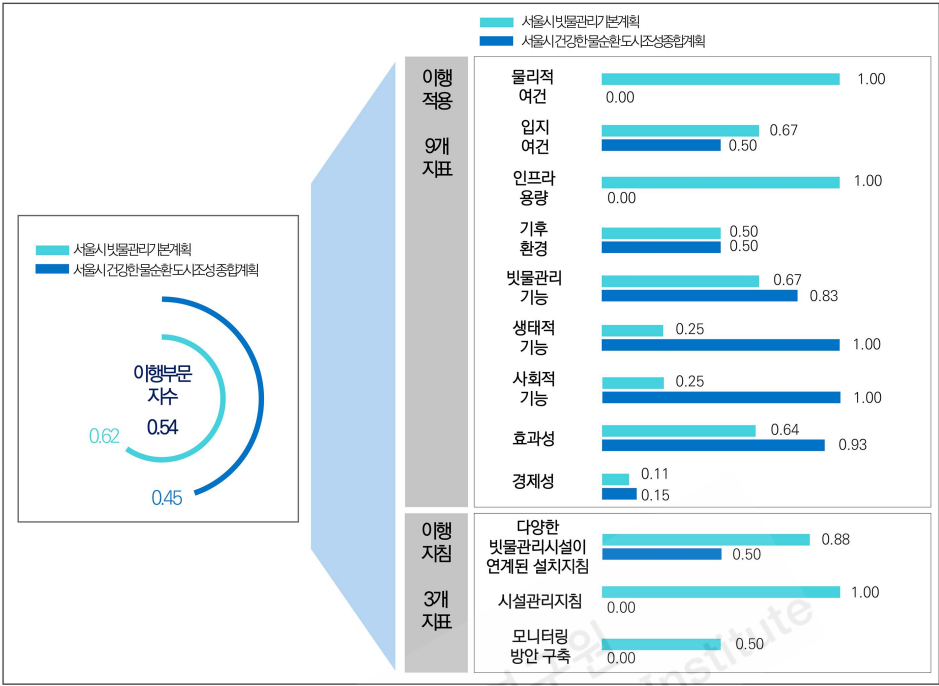
시설관리 지침 수립 여부 진단결과에서 「서울시 빗물관리 기본계획」은 시설 설치 후 관리 방법을 명시한 가이드라인을 마련하였다. 그러나 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합 계획」은 정책사업계획인 만큼 시설 확충에 치중하여 관리방안에 대한 기준을 설정하고 있지 못하다. 모니터링 방안 구축 여부 진단결과는 시설관리 지침 수립 지표와 마찬가지로 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 모니터링 방안을 구축하고 있지 못하다. 「서울시 빗물관리 기본계획」의 경우 모니터링해야 하는 것으로 제시되어 있지만, 구체적인 방법이 없어 모니터링은 실시되고 있지 못하다. 또한 이행지침 부문 진단에서 시설 설치에 대한 기준 및 지침은 있지만, 모니터링 방안이 없어 빗물관리시설의 설치 효과를 측정하지 못하고 있다. 이에 따라 선행된 정책의 문제점이 반영되지 못하고 있어 물순환정책을 적절 하게 수립하기 어려운 한계점을 가지고 있다([표 4-24]).

[표 4-24] 물순환정책 이행지침 부문의 점수 및 지수

세부 지표	진단요소	획득 점수		지수
		서울시 빗물관리 기본계획	서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획	
다양한 빗물관리시설이 연계된 설치지침 수립	분산식 시설 배치	2	0	0.69
	집중식 시설 배치	2	2	
	그린인프라를 고려한 시설 배치	2	0	
	기존인프라와 연계한 시설 배치	1	2	
시설관리 지침 수립	관리소요 및 방법을 고려한 지침 수립	2	0	0.5
모니터링 방안 구축	시설의 효과 및 효율을 고려한 모니터링 방안	1	0	0.25
합계		10	4	-

정책이행 부문 지표의 지수값을 종합한 결과 0.54로 정책 계획 부문과 비슷한 수준인 것으로 나타났으나, 이행 부문에서는 「서울시 빗물관리 기본계획」의 지수값이 0.62, 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」의 지수값이 0.45로 두 계획의 격차가 있었고, 그 양상은 계획 부문과 다르다. 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 정책사업을 추진하기 위해 수립된 계획이므로, 사업의 추진전략 위주의 내용으로 구성되어 있다. 따라서 빗물관리시설의 설치·적용 기준 관련 지표인 물리적 여건(0.00), 인프라용량(0.00) 지수값이 낮다.

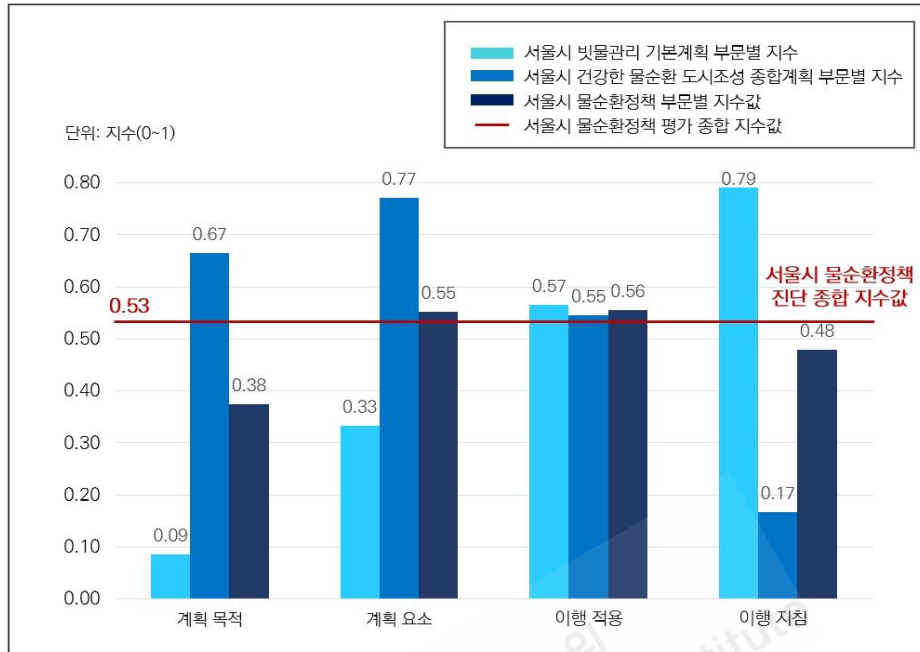
또한 경제성이 고려되지 않은 빗물관리시설을 설치·적용함에 따라 경제성 지표의 지수값이 두 계획 모두 낮다. 시설 설치에 따른 효과나 효율성을 검증한 자료가 축적되어 있지 않으므로, 현재 설치된 시설들의 경제성 지표 지수값이 낮게 산정되었다. 따라서 정책 효과 및 효율을 진단할 수 있는 모니터링 방안의 구축이 필요하다(그림 4-4).



[그림 4-4] 물순환정책의 이행 부문 및 세부지표별 지수

(5) 서울시 물순환정책 진단 종합

메타분석에서 제시된 140개 정책 개선 의견을 토대로 서울시 물순환정책을 진단한 결과 종합지수 값이 0.53으로 약 74개의 정책 개선 의견이 반영되었다. 부문별로는 계획 목적 부문의 지수가 0.38로 종합지수에 못 미치면서 지수값이 가장 낮아 개선이 시급한 부문으로 나타났다. 이와 함께 이행지침 부문의 지수값이 0.48로 종합지수에 다소 못 미치는 것으로 나타났다. 특히 「서울시 건강한 물순환 도시조성 종합계획」의 지수값이 0.17로 낮다([그림 4-5]).



[그림 4-5] 서울시 물순환정책의 종합지수 및 부문별 지수

반대로 이행적용 부문의 지수가 0.56으로 부문별 지수값이 가장 높게 나타났으며, 두 계획의 지수값이 모두 종합지수값보다 높게 분포했다. 계획요소 부문의 지수가 0.55로 종합지수값보다 높게 나타났다. 종합지수값보다 높은 부문은 현 상태를 유지 또는 점진적으로 개선할 필요가 있으며, 종합지수값보다 낮은 부문은 개선이 시급해 향후 「서울시 빗물관리 기본계획」 2차 계획 수립 시 우선적으로 반영될 필요가 있는 부문이다.

종합지수값인 0.53을 기준으로 지표별 지수값이 높을 경우 세부 진단요소(정책 개선 의견)를 양호하게 반영하며, 지표별 지수값이 낮을 경우 반영정도가 미흡하다는 기준하에 22개 지표를 구분하였다. 그 결과 「서울시 빗물관리 기본계획」의 경우 22개 지표 중 8개 지표가 정책 개선 의견을 양호하게 반영하고 있었으며, 대부분 이행 부문의 지표다. 반면 14개 지표는 정책 개선 의견 반영이 미흡한 것으로 진단되었다. 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」은 22개 지표 중 11개 지표가 정책 개선 의견을 양호하게 반영, 11개 지표는 미흡한 것으로 진단되었다.



두 계획에서 모두 정책 개선 의견의 반영정도가 미흡하다고 진단된 지표는 계획 부문에서 ‘도시환경 개선 목적’ 지표, ‘공간별 정책 수립’ 지표, ‘물 관련 계획 연계’ 지표 등 3개 지표였고, 이행 부문에서는 ‘경제성 고려’ 지표, ‘모니터링 방안 구축’ 지표였다. 이와 같은 진단결과는 서울시 물순환정책 진단결과와도 일치해 즉시 개선이 필요한 지표이다([표 4-25]).

[표 4-25] 서울시 기존 물순환정책의 개선 의견에 대한 반영정도

지표		반영요소	
반영 정도	부문	서울시 빗물관리 기본계획	서울시 건강한 물순환 도시조성 종합계획
양호	계획 부문	영역별 정책 수립	물순환 개선 목적 수립, 규제수단 활용, 영역별 정책 수립, 공간 관련 계획 연계, 공공부문 역할, 시민참여 증대, 연구개발 증진
	이행 부문	물리적 여건 고려, 입지 여건 고려, 인프라용량 고려, 빗물관리 기능 고려, 효과성 고려, 다양한 빗물관리시설이 연계된 설치지침, 시설 관리지침	빗물관리기능 고려, 생태적 기능 고려, 사회적 기능 고려, 효과성 고려
미흡	계획 부문	물순환 개선 목적, 도시환경 개선 목적, 규제수단 활용, 공간별 정책 수립, 물 관련 계획 연계, 공간 관련 계획 연계, 공공부문 역할, 시민참여 증대, 연구개발 증진	도시환경 개선 목적, 공간별 정책 수립, 물 관련 계획 연계
	이행 부문	기후환경 고려, 생태적 기능 고려, 사회적 기능 고려, 경제성 고려, 모니터링 방안 구축	물리적 여건 고려, 입지여건 고려, 인프라 용량 고려, 기후환경 고려, 경제성 고려, 다양한 빗물관리시설이 연계된 설치지침, 시설 관리지침, 모니터링 방안 구축

# 05

---

## 서울시 물순환회복 정책 개선방안

- 1\_물순환회복 정책 목표 및 방향
- 2\_물순환회복 정책의 개선방안

## 05 | 서울시 물순환회복 정책 개선방안

서울시는 물순환정책을 2004년부터 15년간 추진해 왔다. 물순환정책은 유출저감을 목표로 빗물관리시설 설치에 주력해 왔으나, 도시의 물리·환경 여건과 지역특성이 반영되지 못하여 지역의 물순환회복에 한계를 나타내고 있다.

서울시의 물순환정책이 타당성 및 효과를 확보하고 향후 추진되는 물순환관리계획이 보다 효율적으로 수립되도록 하기 위하여, 2007년부터 추진해 온 「서울시 빗물관리 기본계획」과 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」에 대하여 도시물순환정책으로서 적정성을 검토하고 문제점을 파악하여 개선방안을 마련하였다.

### 1\_물순환회복 정책 목표 및 방향

「서울시 물순환회복 기본계획」은 다음과 같은 목표 및 방향으로 수립한다.

첫째, 통합 물순환회복 정책으로 계획한다.

기존의 이분되어 있는 「서울시 빗물관리 기본계획」과 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」을 「서울시 물순환회복 계획」으로 통합하고, 정책과 사업의 연계성을 확보한다,

둘째, 생태환경 중심의 물순환회복을 목표로 한다.

물순환정책을 빗물유출저감을 목표로 하여 빗물관리시설의 공급 중심으로 진행해 온 것을 생태환경 중심의 물순환회복으로 전환하여 설정하고, 범위는 서울시 시가지 환경 전체를 대상으로 한다.

셋째, 장기적으로 유지되는 물순환회복 대책량을 설정한다.

물순환회복 대책량은 단기적 적용이 아닌 지역여건이 반영되고 장기적으로 유지되는 대책량으로 한다.

넷째, 연계성과 지속성있는 물순환회복 사업으로 추진한다.

물순환정책은 지역과 관련한 물 관리 및 도시·공간 분야의 계획과 연계되도록 하여 정책의 지속성을 확보한다.

다섯째, 다양한 기능과 효과성 있는 물순환회복 시설이 되도록 한다.

물순환회복을 위해 설치·적용되는 기법 및 시설은 서울시의 물리·환경적 여건에 부합하면서 다양한 기능이 발휘되도록 설치지침을 수립하고 설치효과를 모니터링하여 정책 피드백 과정을 거친다.

## 2\_물순환회복 정책의 개선방안

물순환회복 정책은 기존 「서울시 빗물관리 기본계획」과 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」에 대한 평가 및 진단결과에서 도출된 문제점과 한계점을 극복할 수 있는 방안을 제시한다. 물순환회복 정책 개선방안은 정책계획 수립 부문과 시설 설치 시에 적용되는 지침 수립 부문의 2가지이다.

### 1) 물순환회복 계획수립 단계의 개선방안

물순환회복 계획수립 시에 ① 도시물순환 환경을 종합적으로 관리할 수 있도록 하는 정책 목표 확대 방안, ② 지역여건이 반영된 합리적 관리수단 방안, ③ 도시관리 관련 계획의 유기적 연계 방안을 마련한다.

#### (1) 도시물순환을 종합관리하는 정책목표 설정

기존 물순환정책 목표는 빗물유출량 저감과 물재이용으로 한정되어 있어 물순환정책이 수행할 수 있는 다양한 기능성을 가지고 있지 않다. 한정적 목표로 인해 물순환정책의 방향이 빗물관리시설의 설치·보급으로 제한되고 물순환정책이 실효성을 거두지 못하는 원인으로 작용하고 있다.

해외 사례에서는 서울시와 다르게 기후변화 대응, 도시관리 기능 향상, 도시지속성 확보, 쾌적한 어메니티(Amenity) 향상 등의 정책목표를 설정하고 있다. 미국은 그린인프라 도입을 통한 도시의 쾌적성을 향상하고 수질오염의 방지 등 물순환계 전반을 개선하는 목표를 가지고 있다. 영국은 자연상태의 물순환에 근접하기 위해 수질오염 완화, 하수도 부하 저감, 도시환경 개선 등의 세부 목표를 수립하고 있으며, 일본은 기후변화에 대응하기 위해 물순환정책을 수립하고 있어, 빗물관리 외에도 도시환경 변화에 대응하고 물순환 왜곡의 근본적인 해결책을 모색하고 있는 것이 서울시 물순환정책과 다르다. 또한 메타분석 결과에서 물순환정책의 목표는 다양한 가능성을 가져야 하는 것으로 제시되었다. 특히 자연지반 확보 등 도시환경을 개선하고 빗물관리를 통한 물순환회복, 물 관련 기반시설을 개선하여 도시지속성을 확보할 수 있는 정책 목표 설정이 필요한 것으로 나타났다.

이에 서울시 물순환회복 정책목표는 해외사례 및 평가, 분석에서 제시되고 있는 방향과 방안 중에서 서울시 지역여건에 부합하고 시민수요에 부응할 수 있는 정책을 대상으로 하여 ‘도시물순환회복’을 목표로 한다. 현재 빗물관리(유출저감, 빗물재이용)로 한정된 계획목표를 중수도·하수재이용수·유출지하수 등을 활용한 물재이용 강화, 물순환 기능을 갖춘 녹지·공원 공급을 통한 생태환경 조성, 불투수면 관리를 통한 도시지속성 확보 내용을 포함하도록 한다([표 5-1]).

[표 5-1] 서울시 물순환회복 계획의 강화 및 확대 방안

구분		내용	
		기존	신규
변화 내용		유출 저감	유지
		빗물재이용	유지
		-	물재이용 강화 추가
		-	생태환경 조성 추가
		-	도시지속성 증진 추가
방안 근거	해외 사례	<ul style="list-style-type: none"> <li>도시 쾌적성 향상, 수질오염의 방지, 방재 목표 수립 등의 목표 수립</li> <li>자연상태의 물순환회복, 수질오염 완화, 하수도 부하저감, 도시환경 개선 등의 목표 수립</li> <li>기후변화에 대응 등의 목표 수립</li> </ul>	
	메타 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>자연지반 확보 등 도시환경 전반 개선 목표 수립 필요</li> <li>빗물관리 등 물순환계 전반의 회복 목표 수립 필요</li> <li>물 관련 기반시설 개선 등 도시안전성 확보 목표 수립 필요</li> </ul>	

## (2) 지역여건이 반영된 합리적 관리 방안

기존 서울시 물순환정책은 빗물분담량을 5개 기준시설별로 부과함에 따라 지역 여건을 반영하지 못하며, 분담량이 신규개발지에만 부과되고 있다. 사업추진에서 나타나는 물순환회복 효과가 한정적이고, 공공부문에서는 빗물분담량의 계획량을 달성하지 못하고 있다.

미국·영국·독일에서는 불투수면을 관리하기 위해 토지이용을 규제하는 등 구조·비구조적 대책을 복합적으로 활용하고 있었다. 메타분석 결과에서는 빗물관리시설 설치 의무화로 인한 민간영역의 부담을 줄이고 자발적 참여를 증진하기 위한 인센티브 지원이 필요하며, 과도한 개발로 인해 불투수면이 확대되는 것을 방지하기 위해 용도지역·지구 지정을 통한 지구단위계획의 수립과 동시에 현재 부과되고 있는 빗물분담량이 물순환회복에 실효성을 갖추기 위해 시설별 분담량에서 지역적 분담량으로 전환될 필요가 있는 것으로 나타났다.

이에 서울시 물순환정책에 ‘지역 토지공간 관리수단’을 적용한다. 기존에 활용되었던 인센티브 제공 및 빗물관리시설의 설치 수단을 유지하면서 빗물분담량을 지역할당제로 전환하고 불투수면을 관리하기 위한 도시계획기법 수단을 적용하도록 한다([표 5-2]).

[표 5-2] 물순환회복 정책의 지역여건이 반영된 합리적 관리수단 방안

구분	내용	
	기존	신규
변화 내용	시설별 빗물분담량	지역할당제 빗물분담량
	빗물관리시설 설치 인센티브 제공	유지
	도시계획시설에 빗물관리시설 도입	유지
	-	불투수면 관리 위한 도시계획기법 도입
방안 근거	해외 사례	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 불투수면 관리 위한 토지이용 규제</li> <li>■ 오염자 부담원칙에 입각한 개발 및 신축에 따른 우수세 도입</li> </ul>
	메타 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 민간영역의 자발적 참여 증진을 위한 인센티브 제공 필요</li> <li>■ 용도지역·지구제를 활용한 불투수면 직접규제 필요</li> <li>■ 시설별 빗물분담량을 지역 분담량으로 전환 필요</li> </ul>

## (3) 도시관리 관련 계획의 유기적 연계 방안

기존 서울시 물순환정책은 관련 분야와의 법정계획과 물순환정책 계획이 연계되지 못하고 실시되었고, 환경과 제도 변화에 적절하게 대응하지 못하였다.

독일·영국은 토지이용계획 및 국가·지방 재정계획이 연계되어 개발 및 신축 시 개발내용을 평가하여 물순환회복 정책을 반영하고 있다. 또한 미국은 도시계획과 연계하여 다양한 용도지역·지구를 지정해 토지이용을 규제하는 한편, 거래권이양제도를 활용해 그린인프라를 보존하기 위한 정책을 추진 중이다. 메타분석 결과에서 물순환정책은 물관리 분야 외에도 도시·공간 분야의 계획과 연계하여 도시계획·교통·공원계획과의 유기적인 연계를 통해 불투수면의 증가를 예방하여야 한다.

이에 ‘서울시 물순환정책에 관련 계획을 연계하여 정책지속성을 확보’한다. 도시기본계획 및 공원·교통계획 등 도시·공간계획의 수립 시 불투수면의 설치를 제한하고 물순환을 회복할 수 있는 내용을 포함한다. 그리고 공공수역의 수질관리계획에 하천으로의 오염물 유입을 방지하는 물순환회복 계획이 포함되도록 한다([표 5-3]).

[표 5-3] 물순환회복 정책의 도시관리 관련 계획의 유기적 연계 방안

구분	내용	
	기존	신규
변화 내용	관련 부서와 업무 협력	유지
	-	도시기본계획에 물순환 내용 추가
	-	공원·교통계획에 물순환 내용 추가
	-	공공수역 수질관리 계획에 물순환 내용 추가
방안 근거	해외 사례	<ul style="list-style-type: none"> <li>토지이용계획 및 도시계획과의 연계를 통한 불투수면 규제</li> <li>국가·지방 재정계획과 연계하여 경제적 규제 수단 활용</li> </ul>
	메타 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>물관리 분야에서 하천·하수관로계획과 연계하여 수질악화, 하천유량 변화의 내용적 연계 및 물순환 계획 내용 공유 필요</li> <li>도시·공간 분야에서 도시계획·교통·공원계획과 연계하여 불투수면을 관리하고 녹지를 확대·연결하는 내용의 연계 및 물순환 계획 내용 공유 필요</li> </ul>

## 2) 물순환회복 지침 수립 단계의 개선방안

서울시 물순환정책은 다양한 빗물관리시설 및 저영향개발 기법, 그린인프라 기법을 도입하고 있지만, 시설 설치에 반영해야 하는 지침이 마련되어 있지 않다. 그러므로 서울시 물순환회복 지침에 ① 지역의 토지공간 여건에 적합한 지침, ② 다양한 기능성 확보 지침, ③ 효율성 및 효과성을 갖춘 배치 지침, ④ 관리 및 모니터링을 실시하는 내용이 포함되도록 한다.

### (1) 지역의 토지공간 여건에 적합한 지침 수립 방안

기존 물순환정책은 빗물관리시설의 설치 시 기본조사를 통해 당해지역 및 주변지역의 지형·지질·지하공간·토지이용계획·배수 등 주로 물리적 여건을 고려하도록 지침을 마련하고 있다. 메타분석결과에서 빗물관리시설은 지역의 인구사회적 특성과 대규모 도시계획시설의 입지와 기후 여건에 따라 다르고, 기능도 다르게 발휘되는 것으로 제시되었다.

이에 서울시 물순환회복 지침은 지역의 토지공간 정보를 종합적으로 검토하여 설치·적용할 수 있는 시설의 종류를 설정하고 설계, 설치하도록 수립한다([표 5-4]).

**[표 5-4] 물순환회복 정책의 시설 설치·적용 시 반영해야 하는 지역 정보**

부문	반영해야 하는 지역 여건	
	기존	신규
물리	지형(경사도), 지질, 지하공간(지하수위)	기존 유지
입지	인구(인구밀도), 토지이용현황, 배수인프라	기존 유지 및 건물(건물면적 및 밀도), 녹지현황, 교통시설 현황(차도 및 보도) 추가 반영
기후	-	기온, 강수량 추가 반영

### (2) 다양한 기능성 확보 지침 수립 방안

기존 물순환정책은 빗물분담량을 달성할 수 있는 빗물관리시설을 설치하도록 하고 있으며, 주로 고려하는 시설의 기능은 빗물관리(침투·저류·유출량)로 한정되어 있다. 메타분석결과에서 최근에 도입되고 있는 시설은 기존과 다르게 자연형 시설 비중이 높아지고 있으며, 자연형 시설이 수행할 수 있는 기능성은 빗물관리 외에도 환경·사회적 기능을 갖추고 있는 것으로 분석되었다.

이에 서울시 물순환회복 지침은 정책목표를 달성할 수 있는 기능성을 갖춘 시설을 설계하고 배치, 설치하도록 수립한다([표 5-5]).



[표 5-5] 물순환회복 정책의 시설 설치·적용 시 고려해야 하는 기능 정보

부문	반영해야 하는 시설 기능	
	기존	신규
빗물관리	침투, 저류, 증발산	기존 계획을 유지하면서 침투유량, 오염원 저감 추가 반영
환경	-	생태서식 공간 제공 추가 반영 녹지공간 확충 및 녹지대 연결 추가 반영
사회	-	경관성 및 사회성 추가반영

## (3) 효율성 및 효과성을 갖춘 배치 지침 수립 방안

기존 물순환정책은 빗물관리시설의 설치 및 적용 시 시설 효과성과 경제성이 검증된 시설을 활용하지 못하고 있다. 특히 투수성 포장 비율과 같이 효율이 낮은 시설 설치에 편중되어 있는 실정이다.

메타분석결과에서는 지역의 여건에 부합하면서 기능성이 최대로 발휘될 수 있도록 최적화된 시설배치가 필요한 것으로 나타났다. 또한 경제성이 높은 시설 설치를 통해 한정된 재화와 공간적 여건 속에서 물순환회복 목표를 효율적으로 달성할 수 있는 시설 설치 및 배치가 필요한 것으로 제시되었다.

이에 물순환회복 지침은 빗물관리시설의 설치 및 배치 시 지역여건을 고려하여 기능이 쉽게 그리고 최대로 발휘되어 효율성과 효과성을 가지는 시설을 선정하고 배치, 설치하도록 수립한다([표 5-6]).

[표 5-6] 물순환회복 정책의 시설 설치·적용 시 효율성 및 효과성 있는 시설배치 정보

부문	반영해야 하는 효율성 및 효과성 있는 시설배치	
	기존	신규
효과성	-	지역의 입지·기후·물리적 여건을 고려했을 때 기능성이 최대로 발휘될 수 있는 시설을 분산 배치하는 지침 수립
경제성		시설 설치비용 대비 빗물관리(침투·저류·증발산·오염원) 및 환경·사회적 편익이 최대화될 수 있는 시설 배치 지침 수립

#### (4) 관리 및 모니터링을 실시하는 지침 수립 방안

기존 물순환정책은 시설의 관리 및 시설 설치에 따른 모니터링을 수행하지 않아 문제점을 정책결정에 반영하지 못하고 있다. 메타분석결과에서 빗물관리시설은 설치 후 소요되는 비용과 노력이 최소화될 수 있는 최적 관리 방안을 구축해야 하며, 시설의 효과성 발휘 현황을 확인할 수 있는 지침 마련이 필요한 것으로 나타났다.

이에 물순환회복 지침은 시설 설치 시에 관리가 용이하도록 설계하고 지역의 다양한 여건 변화에서 시설 설치 효과의 발휘여부를 지속적으로 파악할 수 있는 모니터링을 실시하도록 수립한다.



## 참고문헌

- 강기훈·이경환, 2017, “저영향개발(LID)을 적용한 토지이용계획 기법 개발 및 적용효과 분석: 세종시 6생활권을 대상으로”, 『한국산학기술학회논문지』, 제18권 7호, pp.548-553.
- 강나래·이건행·노희성·김형수, 2013, “기후변화 시나리오를 이용한 도시지역 빗물펌프장의 미래 필요용량 산정”, 『한국방재학회논문집』, 제13권 2호, pp.299-309.
- 강상준·권태정, 2013, “도심 빗물저류용량 증대를 위한 도시계획시설 활용에 관한 연구”, 『GRI연구논총』, 제15권 2호, pp.145-161.
- 강승희·허우명·강상혁, 2015, “순환형 도시계획에 따른 LID기술의 물수지 분석”, 『한국환경과학회지』, 제24권 8호, pp.1065-1073.
- 강정은·현경학·박종빈, 2014, “도시 물순환 개선을 위한 도시기본계획과 저영향 개발(LID) 연계성 분석”, 『대한토목학회논문집』, 제34권 5호, pp.1625-1638.
- 강태욱·구영민·이상진, 2015, “빗물이용시설의 효율적인 활용을 위한 설계 방안과 효과 분석에 관한 연구”, 『한국방재학회논문집』, 제15권 2호, pp.353-361.
- 고병희, 2010, “빗물 이용 활성화 방안 연구: 서울시를 중심으로”, 서울시립대학교 석사학위논문.
- 고태규·이원영, 2012, “저지대 홍수피해 저감을 위한 도시계획기법 연구: 서울시 사례를 중심으로”, 『서울도시연구』, 제13권 4호, pp.287-300.
- 구동욱·신홍준·백민호, 2012, “빗물의 소방용수 이용에 관한 연구”, 『한국방재학회논문집』, 제12권 5호, pp.151-158.
- 구영민·조재안·김영도·박재현, 2013, “투수성 포장의 침투 실험을 통한 도시유역 유출 변화 연구”, 『대한토목학회논문집』, 제33권 2호, pp.559-571.
- 국연호, 2013, 「소방방재청 및 지자체 업무담당자 업무역량 강화를 위한 선진외국 우수유출저감대책 사례조사 연구」, 소방방재청.
- 권경호·허옥경, 2010, “하수도 사용료 부과에 법적 형평성 제고 방안 독일의 이원화된 하수도 사용료 제도 도입의 필요성과 과제”, 『지방행정연구』, 제24권 4호, pp.293-318.
- 권현각·정강영·김신·신석호·안정민·김경훈, 2016, “CN의 변화에 따른 안동시 물순환 선도도시 조성계획의 비점 오염부하 저감효과 분석”, 『한국습지학회지』, 제18권 4호, pp.342-349.
- 김갑수·양지희, 2004, “도시지역 물이용 및 홍수재해 저감을 위한 빗물저류방안에 대한 연구”, 『서울도시연구』,

제5권 4호, pp.73-91.

김경만·김진수, 2014, “일본 물순환기본법 제정의 의미와 시사점”, 「이슈와 논점」, 제910호.

김경준·유철상·윤주환, 2008, “빗물이용의 수문학적 평가(수문학적 평가)”, 「한국물환경학회지」, 제24권 2호, pp.230-238.

김동현·송슬기, 2016, “도시고온현상에서의 토지피복 유형과 체감온도 간 관계분석”, 「국토계획」, 51(1), pp.137-152.

김동현·송슬기, 2017, “그린인프라의 커뮤니티 편익에 대한 사례연구”, 「국토계획」, 제52권 1호, pp.185-195.

김미경·곽동근·한무영·양지창, 2009, “폐정화조를 재활용한 다목적 빗물관리시스템 구상 및 경제성 분석”, 「상하수도학회지」, 제23권 5호, pp.647-654.

김승현, 2014, “도시물순환 관리를 위한 빗물 그린인프라스트럭처 실천전략에 관한 연구”, 서울대학교 박사학위논문.

김영란·심주영, 2017, “주택정비사업에서의 빗물관리 적용 타당성 분석”, 「서울도시연구」, 제14권 2호, pp.145-159.

김영란·진정규, 2017, 「서울시 물길조성 활성화 방안」, 서울연구원 정책연구 보고서.

김영란·진정규, 2018, 「하천수사용료 제도개선 방안」, 서울연구원 정책연구 보고서.

김원현, 2012, “도시홍수조절을 위한 공동주택단지 내 빗물운영기법 도출-독일사례를 중심으로”, 「국토연구」, 73호, pp.227-244.

김용석·연종상·신현석·이종석·최현일, 2014, “LID 적용면적별 우수유출 저감효과 분석”, 「한국방재학회논문집」, 제14권 2호, pp.309-316.

김지수·성효현·최광용, 2013, “도시 홍수 취약성의 공간적 분포: 서울 지역을 중심으로”, 「한국지역지리학회지」, 제19권 4호, pp.615-626.

김호정, 2014, 「비점오염원 관리 실효성 제고를 위한 토지 소유·이용자의 합리적 책임부여 방안 연구」, 한국환경정책·평가연구원 연구보고서.

김효민·김귀곤, 2012, “도시자원의 빗물순환체계 요소별 입지선정에 관한 연구: 개발예정지역의 환경생태계획 적용방안을 중심으로”, 「한국조경학회지」, 제40권 3호, pp.1-11.

김효정·곽동화·박미진·황영삼, 2015, “광교신도시 거주자 평가를 통한 Water Sensitive Urban Design의 적용 현황과 과제”, 「주거환경」, 제13권 3호, pp.165-179.

김효정·곽동화·윤민영·이종록·황영삼, “Water Sensitive Urban Design의 주환경 기능과 평가에 관한 연구”, 「주거환경」, 제12권 3호, pp.327-341.

나정현, 2013, “도시화에 따른 침투유량의 변화 분석 및 저감방안”, 한경대학교 석사학위논문.

독고석·한무영, 2003, “강우지속시간별 빗물수질특성 분석”, 「상하수도학회지」, 제17권 6호, pp.887-891.

- 문수영·김현수·장대하·이건호, 2007, “선형침투시스템의 공동주택 외부공간 적용 방안 연구”, 『한국생태환경건축학회논문집』, 제7권 4호, pp.9-15.
- 문정수·한무영, 2009, “S 주상복합단지 빗물이용시설의 경제성 평가”, 『대한건설학회논문집: 계획계』, 제25권 12호, pp.173-181.
- 문충만·이재근·정환도·이은재, 2017, 「물순환 촉진 및 저영향개발 기법 도입을 위한 타당성 연구」, 대전세종연구원.
- 박규홍·강병준·박주양·박완규, 2014, “효율적 빗물관리를 위한 하수도 요금체계 개편 방안”, 『상하수도학회지』, 제28권 5호, pp.517-528.
- 박원배, 2016, 「빗물관리시설의 효율적 개선방안」, 제주발전연구원 연구보고서.
- 박은진·강규이·이현정·좌승희, 2007, 「물순환을 고려한 도시녹지 기능 제고 방안」, 경기연구원 정책연구보고서.
- 박재철·양홍모·장병관, 2012, “녹색 인프라 구축을 위한 정책”, 『한국조경학회지』, 제40권 5호, pp.43-50.
- 박재현, 2013, 「청계천유역 환경치수 도시관리방안 수립」, 서울특별시.
- 박지영·임현만·이혜인·윤영한·오현제·김원재, 2013, “도시 개발 전·후 LID 기법 적용에 따른 물수지 및 오염부하 변동 특성”, 『대한환경공학학회지』, 35권 11호, pp.795-802.
- 박창열·박원배·이성용·권경호·박종빈·문정수, 2016, 「물순환 선도도시 사업 추진을 위한 기본연구」, 제주발전연구원 연구보고서.
- 박창열·신상영, 2014, “도시홍수 피해 저감을 위한 불투수면 규제 효과 분석”, 『서울도시연구』, 제15권 1호, pp.85-99.
- 박현주·김충일·한무영, 2014, “물재이용 활성화를 위한 결정요인분석”, 『대한환경공학학회지』, 제36권 4호, pp.271-276.
- 박형석·최환규·정세웅, 2015, “불투수면 저감기법의 유출량 및 오염부하량 저감 효과 분석”, 『환경영향평가』, 제24권 1호, pp.16-34.
- 반영운·백종인·한경민·손철희, 2016, “구조적 LID 기술의 지구단위계획 도시설계요소 적용가능성 평가”, 『국토계획』, 제51권 2호, pp.111-126.
- 배재영·박찬·길승호·최일기·이동근, 2012, “저영향개발 적용에 따른 도시지역 유출 분석: 옥상녹화 및 투수성 포장을 중심으로”, 『국토계획』, 제47권 6호, pp.39-47.
- 서울특별시, 2003, 「서울시 물순환기본계획 연구」.
- 서울특별시, 2007, 「서울시 빗물관리 기본계획」.
- 서울특별시, 2013, 「서울시 건강한 물순환 도시 조성 종합계획」.
- 서울특별시, 2013, 「서울시 빗물관리 기본계획(보완) - 빗물관리시설 설치 기본계획」.
- 서울특별시, 2015, 「물순환 효과분석 및 인프라구축기술 개발연구」.

서울특별시, 2016, 「건강한 물순환 도시이야기」.

서주환·이인규, 2013, “LID 기술 적용을 통한 공동주택단지 물순환 개선 연구: 침투시설 적용을 중심으로”, 『한국조경학회지』, 제41권 5호, pp.68-77.

송미영·강상준, 2012, 「경기도 빗물이용 활성화 제도 보완 방안: 빗물관리기본계획 구상」, 경기연구원 정책연구 보고서.

송미영·한무영·김상래, 2003, “빗물이용관련 조례제정을 위한 고려사항”, 『상하수도학회지』, 제17권 6호, pp.729-740.

송봉근·이택순·박경훈, 2014, “GIS 기반의 도시지역 침수 취약성 평가: 창원시를 대상으로”, 『한국지리정보학회지』, 제17권 4호, pp.129-143.

신나라·신미수·장동순, 2013, “지표면 온도상승이 빗물의 토양침투에 미치는 영향에 대한 실험 및 수치 해석적 연구”, 『대한환경공학회지』, 제35권 6호, pp.422-429.

양인철·황환철·이유화·임지현, 2013, “3차원 미기상모형 ENM-met을 활용한 가로수목 식재박스의 도심 온도저감효과 분석에 관한 연구”, 『한국방재학회논문집』, 제13권 1호, pp.221-228.

유도근·최현석·김중훈, 2015, “도시내수침수원인 분석을 위한 EPA-SWMM 및 FHWA Hydraulic Toolbox 모형의 적용”, 『한국방재학회논문집』, 제15권 1호, pp.169-180.

유인균·이수형·한대석·이상혁, 2016, “투수성 아스팔트 포장에 대한 우려와 실제: 구조적 적합성, 홍수 완화 그리고 비점오염 저감”, 『Ecology and Resilient Infrastructure』, 제3권 4호, pp.272-278.

유철상·이진옥·조은샘·주국화·최한나, 2015, “레인가든의 침투성능 및 유출저감효과 평가”, 『한국습지학회지』, 제17권 1호, pp.101-111.

윤재봉·권태정, 2013, “폭우재해 완화를 위한 녹색도시 계획요소의 우수유출 저감효과: 저류기능을 고려한 빗물이용시설을 중심으로”, 『국토연구』, 통권 77호, pp.3-16.

윤현주, 2015, “저영향개발기법을 통한 서울형 빗물관리 기법의 적용과 현황분석”, 서울시립대 석사학위논문.

이미홍·한양희·현경학·임석화, 2016, “LID관련 지방정부 조례제정 특성 기초연구: 서울시, 수원시, 남양주시를 중심으로”, 『환경영향평가』, 제25권 1호, pp.25-40.

이슬·이유미, 2015, “지표유출수 분석을 통한 상습침수구역의 분산식 우수관리통로 설계”, 『한국조경학회지』, 제43권 3호, pp.13-26.

이승복·김광목, 2005, “빗물관리의 효율성 제고방안 연구: 법령체계 및 제도 중심으로”, 『국토연구』, 통권 45권, pp.23-40.

이승원·김이호, 2016, “서울시 저영향개발LID 시범 시설에 대한 편익 특성 연구”, 『대한환경공학회지』, 제38권 6호, pp.299-308.

이승종·김영오·이상호·이길성, 2005, “WEP 모형을 이용한 도림천 유역 물순환 모의”, 『한국수자원학회논문집』,

제38권 6호, pp.449-460.

이원복·김종협·강선임·정현철·문현석·현창택, 2012, “비용편익 분석을 통한 공동주택 빗물이용시설 설치기준”, 『대한건축학회논문집: 구조계』, 제28권 10호, pp.121-130.

이은석·노초원·성종상, 2014, “그린인프라스트럭처의 의미구조: 기존문헌의 정의문 분석을 중심으로”, 『한국조경학회지』, 제42권 2호, pp.65-76.

이정만·이운상·김영철·김이형, 2015, “신도시 LID 기법 적용방안 및 효과분석 모니터링에 관한 연구: II”, 『한국방재학회논문집』, 제15권 5호, pp.301-310.

이정만·이운상·최종수·강신욱, 2015, “신도시 LID 기법 적용방안 및 효과분석 모니터링에 관한 연구: I”, 『한국방재학회논문집』, 제15권 5호, pp.291-299.

이정만·현경학·여옥경, 2010, “단지내 차도용 투수성 포장의 물순환 효과분석”, 『한국물환경학회지』, 제26권 4호, pp.691-699.

이정용·Marla C.M.R·이소영·김이형, “포장지역 강우유출수 관리를 위한 침투도랑 기술개발”, 『한국습지학회지』, 제12권 3호, pp.165-175.

이정훈·윤재영·민경석·김상단, 2015, “옥상녹화의 수문학적 성능평가에 따른 최적 토양층 깊이 산정 연구”, 『한국방재학회논문집』, 제15권 2호, pp.369-375.

이주영·김동근·기부정박·한무영, 2010, “도시하천 건천화 방지를 위한 하천 유지용수 확보방안에 관한 사례연구”, 『GRI연구논총』, 제12권 1호, pp.179-194.

이태구·한영해, 2006, “공동주택단지 개발에서의 분산식 빗물관리 목표량 설정: 택지개발사업지구 내 단지를 대상으로”, 『한국생태환경건축학회논문집』, 제6권 3호, pp.27-34.

이태구·한영해, 2006, “도시물순환 건천화를 위한 빗물관리 계획요소 평가”, 『한국생태환경건축학회논문집』, 제10권 4호, pp.9-17.

이현지·이정아·유수진·전진형, 2016, “저영향개발 기법의 효율적인 적용을 위한 전문가 인식 유형에 관한 연구”, 『한국조경학회지』, 제44권 3호, pp.65-78.

임용균·정주철·신현석·하경준, 2014, “저영향개발기법 적용을 통한 비점오염원 저감 및 비용효율 분석에 관한 실증적 연구: 울산광역시를 대상으로”, 『한국환경복원녹화기술학회지』, 제17권 2호, pp.1-14.

장수환, 2009, 『신도시의 물순환 건천화를 위한 그린인프라 조성 기준에 대한 연구』, 경제인문사회연구회, 기초연구 보고서.

전상미·박재현·이상호, 2013, “도심형 홍수 예방을 위한 분산형 빗물저류장치 효과에 관한 연구”, 『한국위기관리논집』, 제9권 12호, pp.79-96.

전지홍·박상선·박찬기·김태동, 2014, “최적의 LID 설계를 위한 SUSTAIN 모델 적용성 평가”, 『한국도시환경학회지』, 제14권 2호, pp.135-143.

정건희·심규범·김응석, “첨두강우강도를 고려한 우수관로 및 빗물펌프장의 설계용량 검토”, 『한국수자원학회논문집』, 제47권 9호, pp.777-787.

정진주, 2017, “도시 공동주거단지의 수순환 시스템 구축 연구: 아파트단지 사례 연구”, 한양대학교 석사학위논문.

조선아·홍은수·조계춘·진규남·이정민·한신인, 2016, “지표면유출 특성을 고려한 지하수위 변화가 지하차도 구조물 안정성에 미치는 영향”, 『한국터널지하공간학회논문집』, 제18권 1호, pp.95-107.

주진걸·이유화·조혜진·김중훈, 2012, “가로수목공간 조성기술의 적용을 통한 장기 우수유출 저감효과 분석”, 『한국방재학회논문집』, 제12권 2호, pp.193-198.

주진걸·조혜진·이유화·김아형, 2011, “도시지역 우수유출 저감을 위한 식재박스형 침투시설의 개발”, 『한국산학기술학회논문지』, 제12권 11호, pp.5330-5336.

최봉석, 2005, “빗물이용의 의무화에 관한 법제도적 문제점과 과제”, 『공법연구』, 제33집 4호, pp.407-433.

최정희, 2014, “서울시 빗물관리조례 전부개정의 특징과 의미”, 『한국도시설계학회지』, 제15권 4호, pp.21-32.

최지용, 2014, “불투수면 유출특성 조사 및 관리목표 설정 연구”, 환경부.

최치현·박무중·백천우·김상단, 2011, “비모수적 추계학적 일 강우 발생기 기반의 빗물이용시설 신뢰도 평가모형의 부산광역시 해운대 신시가지를 적용”, 『한국물환경학회지』, 제27권 5호, pp.634-645.

최희선·김귀곤, 2009, “신도시물순환체계 구축을 위한 습지조성 입지선정에 관한 연구”, 『한국조경학회지』, 제36권 6호, pp.43-54.

하경준·정주철·이달별, 2014, “도시개발사업에 있어서 비점오염원저감시설의 유형별 효율 비교연구”, 『환경정책』, 제22권 2호, pp.183-201.

한무영·금소윤·문정수·곽동근, 2012, “빗물저류조의 분산배치에 따른 침투유출 저감효과 분석”, 『한국수자원학회논문집』, 제45권 1호, pp.65-73.

한무영·김영완, 2004, “서울대학교 대학원 기숙사 빗물이용 시설의 개요와 경제성 평가”, 『상하수도학회지』, 제18권 5호, pp.547-557.

한양희·서동일, 2014, “SWM 모델에 이용한 지속 가능한 도시 소하천 관리를 위한 LID 기법의 적용 방안 연구”, 『대한환경공학학회지』, 제36권 10호, pp.691-697.

한영해·이태구, 2006, “한국과 독일의 분산식 빗물관리를 위한 제도 비교 연구”, 『한국조경학회지』, 제34권 4호, pp.84-95.

한영해·이태구, 2012, “분산식 빗물관리시설 적용에 따른 증발산 변화 연구”, 『한국생태환경건축학회논문집』, 제12권 5호, pp.3-10.

한영해·이태구·T. Schuetze, 2006, “저부하형 개발을 위한 화단형 빗물침투시설 적용방안: 생태전원마을에서의 적용을 중심으로”, 『한국생태환경건축학회논문집』, 제12권 3호, pp.33-40.



현경학·장선영·안성식, 2006, “국내 공동주택단지 자연 순응형 빗물관리시설 사례분석”, 『환경영향평가』, 제15권2호, pp.111-119.

홍정선·김이형, 2016, “식생이 조성된 LID 시설의 효율 평가”, 『Ecology and resilient infrastructure』, 제3권 2호, pp.100-109.

홍정선·말라·김이호·이선하·김이형, 2015, “침투 및 저류 기능을 가진 물순환 시설의 효과 평가”, 『Ecology and Resilient Infrastructure』, 응용생태공학회, 제2권 4호, pp.305-310.

환경부, 2003, 『빗물이용시설 보급확대를 위한 정책방안 연구』.

Statewide Urban Design and Specifications, 2007, Iowa State wide Urban Design Standards Manual, Iowa State university Institute for Transportation.

「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」

「녹색건축물 조성 지원법」

「녹색건축인증기준」

「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」

「물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률」

「물환경보전법」

「서울시 지구단위계획 수립기준」

「수도법」

「우수유출저감시설이 갖춰야 할 기능 및 설치기준」

「자연재해대책법」

「저탄소 녹색성장 기본법」

「주택건설기준 등에 관한 규정」

「지하수법」

「친수구역 조성지침」

「친수구역 활용에 관한 특별법」

「하수도법」

「환경영향평가법」

## 부록

### 1\_메타분석에 활용된 81개 문헌

발행 연도	연구자명	문헌명	발행학회
2003	독고석 외 1인	강우지속시간별 빗물수질특성 분석	대한상하수도학회
2003	송미영 외 2인	빗물이용관련 조례제정을 위한 고려사항	대한상하수도학회
2004	김갑수 외 1인	도시지역 물이용 및 홍수재해 저감을 위한 빗물 저류방안에 대한 연구	서울연구원
2005	이승복 외 1인	빗물관리의 효율성 제고방안 연구: 법령체계 및 제도 중심으로	국토연구원
2005	이승종 외 3인	WEP 모형을 이용한 도림천 유역 물순환 모의	한국수자원학회
2005	최봉석	빗물이용의 의무화에 관한 법제도적 문제점과 과제	한국공법학회
2006	이태구 외 1인	도시물순환 건전화를 위한 빗물관리 계획요소 평가	한국생태환경건축학회
2006	한영해 외 1인	한국과 독일의 분산식 빗물관리를 위한 제도 비 교 연구	한국조경학회
2006	현경학 외 2인	국내 공동주택단지 자연 순응형 빗물관리시설 사례분석	한국환경영향평가학회
2007	문수영 외 3인	선형침투시스템의 공동주택 외부공간 적용 방안 연구	한국생태환경건축학회
2008	김경준 외 2인	빗물이용의 수문학적 평가(수문학적 평가)	한국물환경학회
2009	김미경 외 3인	폐정화조를 재활용한 다목적 빗물관리시스템 구상 및 경제성 분석	대한상하수도학회
2009	문정수 외 1인	S 주상복합단지 빗물이용시설의 경제성 평가	대한건설학회
2009	최희선 외 1인	신도시물순환체계 구축을 위한 습지조성 입지선 정에 관한 연구	한국조경학회

발행 연도	연구자명	문헌명	발행학회
2010	권경호 외 1인	하수도 사용료 부과에 법적 형평성 제고 방안: 독일의 이원화된 하수도 사용료 제도 도입의 필요성과 과제	한국지방행정연구원
2010	이정민 외 2인	단지내 차도용 투수성 포장의 물순환 효과분석	한국물환경학회
2010	이정용 외 3인	포장지역 강우유출수 관리를 위한 침투도랑 기술 개발	한국습지학회
2010	이주영 외 3인	도시하천 건천화 방지를 위한 하천 유지용수 확보 방안에 관한 사례연구	경기연구원
2010	이태구 외 1인	도시물순환 건전화를 위한 빗물관리 계획요소 평가	한국생태환경건축학회
2011	주진걸 외 3인	도시지역 우수유출 저감을 위한 식재박스형 침투 시설의 개발	한국산학기술학회
2011	최치현 외 3인	비모수적 통계학적 일 강우 발생기 기반의 빗물이용시 설 신뢰도 평가모형의 부산광역시 해운대 신시가지 적용	한국물환경학회
2012	고태규 외 1인	저지대 홍수피해 저감을 위한 도시계획기법 연구: 서울시 사례를 중심으로	서울연구원
2012	구동욱 외 2인	빗물의 소방용수 이용에 관한 연구	한국방재학회
2012	김원현	저지대 홍수피해 저감을 위한 도시계획기법 연구 : 서울시 사례를 중심으로	국토연구원
2012	김효민 외 1인	도시차원의 빗물순환체계 요소별 입지선정에 관한 연구: 개발예정지역의 환경생태계획 적용방안을 중심으로	한국조경학회
2012	박재철 외 2인	녹색 인프라 구축을 위한 정책	한국조경학회
2012	배채영 외 4인	저영향개발 적용에 따른 도시지역 유출 분석: 옥상 녹화 및 투수성 포장을 중심으로	국토연구원
2012	이원복 외 5인	비용편익 분석을 통한 공동주택 빗물이용시설 설치기준	대한건축학회
2012	주진걸 외 3인	가로수목공간 조성기술의 적용을 통한 장기 우수 유출 저감효과 분석	한국방재학회
2012	한무영 외 3인	빗물저류조의 분산배치에 따른 침투유출 저감효과 분석	한국수자원학회
2012	한영해 외 1인	분산식 빗물관리시설 적용에 따른 증발산 변화 연구	한국생태환경건축학회
2012	한영해 외 2인	저부하형 개발을 위한 화단형 빗물침투시설 적용 방안: 생태전원마을에서의 적용을 중심으로	한국생태환경건축학회
2013	강나래 외 3인	기후변화 시나리오(RCP)를 이용한 도시지역 빗물 펌프장의 미래 필요용량 산정	한국방재학회

발행 연도	연구자명	문헌명	발행학회
2013	강상준 외 1인	도심 빗물저류용량 증대를 위한 도시계획시설 활용에 관한 연구	경기연구원
2013	구영민 외 3인	투수성 포장의 침투 실험을 통한 도시유역 유출 변화 연구	대한토목학회
2013	김영란 외 1인	주택정비사업에서의 빗물관리 적용 타당성 분석	서울연구원
2013	김지수 외 2인	도시 홍수 취약성의 공간적 분포: 서울 지역을 중심으로	한국지역지리학회
2013	박지영 외 5인	도시 개발 전·후 LID 기법 적용에 따른 물수지 및 오염 부하 변동 특성	대한환경공학회
2013	서주환 외 1인	LID 기술 적용을 통한 공동주택단지 물순환 개선 연구: 침투시설 적용을 중심으로	한국조경학회
2013	신나라 외 2인	지표면 온도상승이 빗물의 토양침투에 미치는 영향에 대한 실험 및 수치 해석적 연구	대한환경공학회
2013	양인철 외 3인	3차원 미기상모형 ENM-met을 활용한 가로수목 식재박스의 도심 온도저감효과 분석에 관한 연구	한국방재학회
2013	윤재봉 외 1인	폭우재해 완화를 위한 녹색도시 계획요소의 우수 유출 저감효과: 저류기능을 고려한 빗물이용시설을 중심으로	국토연구원
2013	전상미 외 2인	도심형 홍수 예방을 위한 분산형 빗물저류장치 효과에 관한 연구	위기관리 이론과 실천
2014	강정은 외 2인	도시물순환 개선을 위한 도시기본계획과 저영향개발(LID) 연계성 분석	대한토목학회
2014	김응석 외 4인	LID 적용면적별 우수유출 저감효과 분석	한국방재학회
2014	김효정 외 4인	Water Sensitive Urban Design의 주환경 기능과 평가에 관한 연구	한국주거환경학회
2014	박규홍 외 3인	효율적 빗물관리를 위한 하수도 요금체계 개편 방안	대한상하수도학회
2014	박창열 외 1인	도시홍수 피해 저감을 위한 불투수면 규제 효과 분석	서울연구원
2014	박현주 외 2인	물재이용 활성화를 위한 결정요인분석	대한환경공학회
2014	송봉근 외 2인	GIS 기반의 도시지역 침수 취약성 평가: 창원시를 대상으로	한국지리정보학회
2014	이은석 외 2인	그린인프라스트럭처의 의미구조: 기존문헌의 정의문 분석을 중심으로	한국조경학회
2014	임용균 외 3인	저영향개발기법 적용을 통한 비점오염원 저감 및 비용효율 분석에 관한 실증적 연구: 울산광역시를 대상으로	한국환경복원녹화기술학회
2014	전지홍 외 3인	최적의 LID 설계를 위한 SUSTAIN 모델 적용성 평가	한국도시환경학회
2014	정건희 외 2인	침투강우강도를 고려한 우수관로 및 빗물펌프장의 설계용량 검토	한국수자원학회

발행 연도	연구자명	문헌명	발행학회
2014	최정희	서울시 빗물관리조례 전부개정의 특징과 의미	한국도시설계학회
2014	하경준 외 2인	도시개발사업에 있어서 비점오염원저감시설의 유형별 효율 비교연구	한국환경정책학회
2014	한양희 외 1인	SWMM 모델을 이용한 지속 가능한 도시 소하천 관리를 위한 LID 기법의 적용 방안 연구	대한환경공학회
2015	강승희 외 2인	순환형 도시계획에 따른 LID기술의 물수지 분석	한국환경과학회
2015	강태욱 외 2인	빗물이용시설의 효율적인 활용을 위한 설계 방안과 효과 분석에 관한 연구	한국방재학회
2015	김효정 외 3인	광교신도시 거주자 평가를 통한 Water Sensitive Urban Design의 적용 현황과 과제	한국주거환경학회
2015	박형석 외 2인	불투수면 저감기법의 유출량 및 오염부하량 저감 효과 분석	한국환경영향평가학회
2015	유도근 외 2인	도시내수침수원인 분석을 위한 EPA-SWMM 및 FHWA Hydraulic Toolbox 모형의 적용	한국방재학회
2015	유철상 외 4인	레인가든의 침투성능 및 유출저감효과 평가	한국습지학회
2015	이슬 외 1인	지표유출수 분석을 통한 상습침수구역의 분산식 우수관리통로 설계	한국조경학회
2015	이정민 외 3인	신도시 LID 기법 적용방안 및 효과분석 모니터링에 관한 연구(1)	한국방재학회
2015	이정민 외 3인	신도시 LID 기법 적용방안 및 효과분석 모니터링에 관한 연구(2)	한국방재학회
2015	이정훈 외 3인	옥상녹화의 수문학적 성능평가에 따른 최적 토양층 깊이 산정 연구	한국방재학회
2015	홍정선 외 4인	침투 및 저류 기능을 가진 물순환 시설의 효과 평가	응용생태공학회
2016	권현각 외 5인	CN의 변화에 따른 안동시 물순환 선도도시 조성 계획의 비점오염부하 저감효과 분석	한국습지학회
2016	반영운 외 3인	구조적 LID 기술의 지구단위계획 도시설계요소 적용 가능성 평가	국토연구원
2016	유인균 외 3인	투수성 아스팔트 포장에 대한 우려와 실제: 구조적 적합성, 홍수 완화 그리고 비점오염 저감	Ecology and Resilient Infrastructure
2016	이미홍 외 3인	LID관련 지방정부 조례제정 특성 기초연구: 서울시, 수원시, 남양주시를 중심으로	한국환경영향평가학회
2016	이승원 외 1인	서울시 저영향개발LID 시범 시설에 대한 편익 특성 연구	대한환경공학회
2016	이현지 외 3인	저영향개발 기법의 효율적인 적용을 위한 전문가 인식 유형에 관한 연구	한국조경학회

발행 연도	연구자명	문헌명	발행학회
2016	조선아 외 5인	지표면유출 특성을 고려한 지하수위 변화가 지하차도 구조물 안정성에 미치는 영향	한국터널지하공간학회
2016	홍정선 외 1인	식생이 조성된 LID 시설의 효율 평가	Ecology and Resilient Infrastructure
2017	강기훈 외 1인	저영향개발(LID)을 적용한 토지이용계획 기법 개발 및 적용효과 분석: 세종시 6생활권을 대상으로	한국산학기술학회
2017	김동현 외 1인	그린인프라의 커뮤니티 편익에 대한 사례연구	국토도시계획학회



## Abstract

---

### Diagnosis and Improvement of Water-Cycle Policy in Seoul

Young-Ran Kim, Jung-Kyu Jin

The Seoul Metropolitan Government (SMG) has made various efforts for 15 years to improve the water-cycle of the city. Beginning with the “Study on the master plan of the water-cycle in Seoul” in 2004, the “Master Plan of rainwater management in Seoul” was established in 2007, and the amount of rainwater to be controlled in the city was calculated. The Master Plan was revised in 2013, and the basis for imposing the rainwater management amount per standard facility was prepared. In addition, the SMG established the “Comprehensive plan for creating a healthy water-cycle city in Seoul” and launched 46 policy projects to restore the water cycle.

However, the water-cycle policy promoted by the SMG focused on the construction of rainwater management facilities. Therefore, various functions required for water-cycle restoration, such as improvement of the urban environment, have not been reflected. In addition, water-cycle policies are not connected with the plans of related fields. They do not reflect the local conditions when constructing the rainwater management facilities, and monitoring of the function maintenance and effectiveness is not carried out, so that the policy sustainability is not secured.

Therefore, the purpose of this study is to propose water-cycle policy objectives, direction, and strategies to be introduced in the water-cycle restoration policy considering the environmental and institutional conditions that are changing in Seoul.

As a result of comparing the water-cycle policies in Seoul with those in the USA, Germany, the UK, and Japan, water-cycle policies were

performing various functions overseas. In addition to constructing rainwater management facilities, was linked with urban spatial planning to promote various unstructured measures.

A comprehensive evaluation of water-cycle policies in Seoul revealed that the purpose of the policy was limited to rainwater management, could not include the existing urban district, and lacked connection with water management and urban spatial planning. In addition, the local physical and environmental conditions were not applied to the construction standards for rainwater management facilities, and economical efficiency was not considered. Furthermore, facilities management and monitoring are not established, and policy feedback is not provided.

Therefore, this study proposes five improvement strategies to overcome the existing limitations while water-cycle policies play a pivotal role in the urban environment and water-cycle restoration.

- ( i ) Ensure the consistency of the water-cycle restoration policy by integrating the “Master plan of rainwater management in Seoul” and the 46 water-cycle improvement projects into the “Master plan of water-cycle restoration policy”.
- ( ii ) The objective of the water-cycle restoration policy is to include rainwater management, reinforcement of water reuse, creation of an ecological environment with a water-cycle function, and impervious-surface management for the comprehensive management of the urban watercycle environment.
- ( iii ) includes the urban planning method for impervious-surface management and the conversion of the rainwater share to the local quota system in order to use a reasonable means to achieve the goal that can reflect various conditions of the city. In addition, existing incentive support will be maintained to reduce the burden on the private sector.
- ( iv ) The water-cycle restoration policy secures policy sustainability by linking with the water-quality management plan of the public waters including the urban spatial planning, such as development management, green spaces, and traffic.
- ( v ) The physical, climatic, and municipal conditions of the area



should be reflected when the rainwater management facilities are constructed. In addition, construction of rainwater management facilities should consider the various roles and functionalities of the construction, review its effectiveness and economy, and set up instructions for low cost and high efficiency. Also, a monitoring plan is prepared to enable policy feedback, and a management plan is prepared to facilitate operation and management



## Contents

---

### 01 Introduction

- 1\_Background and Purpose of the Study
- 2\_Main Contents and Research Methods

### 02 Water-Cycle Status and Policy Change in Seoul

- 1\_Water-Cycle Status in Seoul
- 2\_The Water-Cycle Law and Policies
- 3\_Examples of Overseas Water-Cycle Policies

### 03 Assessment of the Water-Cycle Improvement Project in Seoul

- 1\_The Water-Cycle Improvement Project in Seoul
- 2\_Evaluation of the Water-Cycle Improvement Project in Seoul

### 04 Comprehensive Diagnosis of the Water-Cycle Policies in Seoul

- 1\_Analysis of Water-Cycle Policy Improvement Opinion
- 2\_Comprehensive Diagnosis of the Water-Cycle Policies in Seoul

### 05 Improvement Policy of the Water Cycle Restoration in Seoul

- 1\_Goals of the Water Cycle Restoration Policy and Policy Direction
- 2\_Improvement of the Water-Cycle Restoration Policy

---

서울연 2017-PR-50

서울시 물순환정책  
진단과 개선방안

발행인 \_ 서왕진

발행일 \_ 2018년 4월 20일

발행처 \_ 서울연구원

ISBN 979-11-5700-300-6 93350 10,000원

06756 서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57

---

본 출판물의 판권은 서울연구원에 속합니다.