

홍수대응 다목적 재해대응 저류공원의 도입과 분류체계 연구

Introduction and Classification System of Reservoir Park Mitigating Flood

문수영*, 정승현**, 윤희재***

한국건설기술연구원 국민생활연구본부*, 한국건설기술연구원 스마트시티연구센터**, 도시물환경연구소***

Soo-Young Moon(symoon@kict.re.kr)*, Seung-Hyun Jung(shjung@kict.re.kr)**,
Hui-Jae Yun(futureinfra@naver.com)***

요약

본 연구의 목적은 도시공원과 같은 도시 내 녹색공간에 재해예방기능을 추가한 '저류공원'의 개념을 정립하고 그 분류체계를 제안하는 것이다. 저류공원은 도시공원과 저류시설을 도시계획시설로 중복 결정하는 것으로 도시민의 일상적인 이용을 위한 공간제공과 유사시 재해저감 기능을 수행하는 두 가지 역할을 동시에 수행할 수 있는 장점이 있다. 기후변화에 따른 도심 내 침수 등을 예방하기 위해서는 저류시설이 도시계획시설과 함께 제도적으로 검토가 되어야 시설이 공원 등의 형태로도 설치가 가능한데, 저류기능과 도시 주변 환경에 초점을 맞추어 법리적 검토를 하다보니 저류공원이 주제공원으로서 입지가 명확하지 않음을 알 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 국내외 사례조사 및 현장 답사를 통해 도시 내 저류시설 유형을 도시 녹색공간의 입지적 특성을 반영하여 총 5종류의 저류공원으로 재분류하여 제시하였다. 저류공원에 대한 분류는 지하수위, 사람의 이용, 저류량의 규모를 기준으로 생태형, 식생피복형, 운동시설형, 지하매설형, 복합형 등 총 5가지로 구분하였다. 이 분류체계는 향후 저류시설 입지를 지정 후 조성되는 시설의 유형을 결정하는데 활용할 수 있다.

■ 중심어 : | 도시공원 | 저류공원 | 도시방재 | 도시계획시설 |

Abstract

This study proposed "Reservoir Park", which added disaster prevention function to urban green spaces such as city parks through domestic and overseas related laws review, case studies, field trips. This is a combination of urban parks and reservoirs as urban planning facilities, which can provide both space for daily use by urban residents and disaster mitigation functions in case of emergency. In order to prevent flooding in urban areas due to climate change, facilities should be installed in the form of parks, etc., as the reservoir facility should be systematically reviewed together with urban planning facilities. However it was found that the reservoir park was not clear as a theme park. In this study, the types of storage facilities in urban areas were reclassified into five types of storage parks reflecting the characteristics of urban green spaces through domestic case studies and field trips. The classification of the reservoir parks is classified into 5 kinds such as ecological type, vegetation cover type, exercise facility type, underground burial type and hybrid type based on groundwater level, human use, and reservoir size. This classification system can be used to determine the types of facilities to be built after designating the location of future storage facilities.

■ keyword : | City Park | Reservoir Park | Disaster Mitigation | Urban Planning Facilities |

* 본 연구는 한국건설기술연구원 2018년도 주요사업(18주요-대4-전략)에 의해 수행되었습니다.

접수일자 : 2018년 11월 12일

심사완료일 : 2018년 12월 12일

수정일자 : 2018년 12월 06일

교신저자 : 정승현, e-mail : shjung@kict.re.kr

I. 서론

1. 연구 배경 및 목적

우리나라는 기후환경변화에 따른 이상기후와 급격한 도시화로 인한 불투수면적의 증가로 폭우시 도시침수와 산사태 등의 도시재해를 매년 반복적으로 겪고 있다. 특히 불투수면적의 급격한 증가에 따른 물순환 왜곡으로 하천 건천화, 지하수 고갈, 도심열섬현상과 같은 도시환경문제가 지속적으로 발생하고 있고, 그 중 도시침수와 그로 인한 피해는 매년 그 규모와 강도가 증가하고 있다.

일례로 2010년 서울에 내린 집중호우로 인해 우면산 산사태가 발생하고 광화문 일대가 침수되었으며, 2012년과 2016년에도 집중호우로 인해 강남지역이 침수 피해를 입기도 하였다. 즉, 이전의 하천 범람이나 제방 붕괴에 따른 홍수보다는 도시화와 도시개발로 인한 피해가 점차 증가하고 있는 추세다. 도시 내 홍수와 침수피해에 대응하여 저류시설의 확보가 대안으로 제시되고 있으나 도시 내 저류공간을 확보할 면적이 절대적으로 부족하며, 저류공간 확보와 설치를 위한 법제도적인 체계 또한 미흡한 실정이다.

지금까지의 도시홍수와 같은 재해 방재대책은 주로 도시 내외의 하천 범람을 방지하는 방향으로 추진되어 왔다. 또한 도심지 내 소규모 재해에 대비하기 보다는 50년, 100년 빈도의 홍수재해에 대비하여 대규모 지하저류조를 매설하는 사업 중심으로 주로 진행되었다. 하지만 이상기후로 인해 이전의 대규모의 홍수와 범람과 같은 재해보다는 우수처리용량을 초과한 도시 내 집중강우에 의한 내수침수 현상이 빈번히 발생되고 있어 도심차원의 대책이 필요하다. 이와 관련하여 저류지와 같은 재해예방시설을 도심 곳곳에 분산식으로 설치하는 방안이 제시되고 있다. 그리고 이 같은 저류지의 설치에 도시의 대표적인 녹색공간인 도시공원과 녹지를 적극적으로 활용할 필요가 있다. 그러나 이미 사유지에 속해있거나 곧 개발을 앞두고 있는 공간에는 도시 방재를 위한 시설을 설치하기 어렵고, 침수재해를 방지할 수 있는 적절한 위치에 부지 확보 또한 어려운 현실이다. 그리고 지하저류시설은 설치 후에 유지관리의 어려

움으로 인해 저류시설 설치가 확대되지 않는 요인 중에 하나가 되고 있다.

이와 관련하여 도시계획차원에서 저류지를 도시공원과 연계하여 도시계획시설로 중복 지정하는 사례 또한 증가하고 있다. 도시공원 부지는 도시 내 분산되어 있으며, 대부분 공공이 관리운영주체라는 점으로 인해 운영관리가 체계적이며, 공원 내 빗물관리를 통해 도시민에게 친수공간을 제공할 수 있다는 장점도 있다. 실제 저류시설은 도시계획시설로 지정·운영되고 있다. 저류시설은 주로 도시공원, 운동장, 주차장, 주거단지 내, 건축물 하부(지하공간)에 설치되고 있으며, 이중 도시공원 상부에 저류기능과 공원시설을 복합적으로 조성하는 사례가 증가하고 있다. 이는 도시공원 확보를 통한 도시민의 삶의 질 증진과 저류시설 설치를 통한 안전성 제고 측면에서 바람직한 방향이나 두 시설의 복합방식에 대한 구체적인 설계 지침이나 유형구분, 조성방식은 제시되지 못하고 있다.

이에 본 연구에서는 도시 공간 내 기 조성된 공원녹지를 활용하면서도 도시침수 및 홍수를 예방하는 저류기능을 담당할 수 있는 새로운 유형의 공원을 기존 공원운영의 틀 안에서 제안하고, 이러한 시설을 확대하기 위한 방안을 제안하고자 한다.

2. 연구의 방법 및 범위

본 연구는 선행연구를 통한 연구방향 정립, 국내의 사례분석을 통한 정책시사점 도출, 국내 관련 시설에 대한 법·제도의 검토, 현재 도시공원 내 저류시설 설치 현황 파악, 그리고 이를 바탕으로 한 정책제언의 방식으로 연구를 수행하였다.

선행연구는 국내의 도시공원과 저류지 조성관련 연구를 고찰하여 기존 연구에서 제시하는 공원과 저류시설 관련 연구 동향을 파악하였다. 국내의 사례분석에서는 도시공간 내에 조성된 시설 중 저류기능을 담당하는 도시계획시설을 중심으로 검토하였으며, 시설설치유형, 규모, 입지조건, 효과, 활용성 등을 중심으로 조성 현황을 검토하였다. 법·제도의 검토에서는 현재 도시공원법과 도시공원법에서 제시하는 저류시설의 설치 및 관리 기준과 행정안전부 고시 등을 고찰하여 도시공원과 저

류시설의 복합 이용 가능성에 대해서 검토하였다. 그리고 현재 설치된 저류시설 현황은 본 연구의 목표인 도시공원과의 연계를 파악하기 위해 공원과 저류시설이 복합적으로 조성된 사례에 대해서 그 특징을 분석하였다.

정책제언 부문에서는 선행연구와 사례조사로부터 도출한 시사점을 종합하여 현행 법제도 상에서 저류기능과 휴식기능을 함께 제공하는 도시공원 유형의 조성확대방안을 제시하였다.

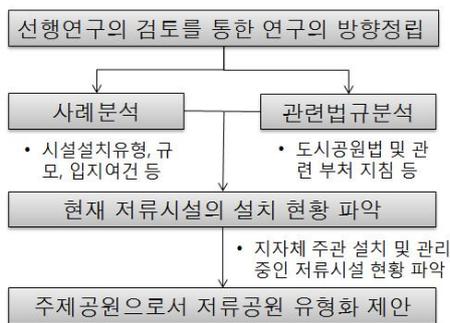


그림 1. 연구수행 프로세스

II. 선행연구 및 법제도 검토

1. 저류시설 관련 연구 동향

국내 저류시설 관련 선행연구들은 저류시설들을 일정한 기준으로 분류하고, 이에 맞는 성능기준들을 지정하고 이를 검증하는 방식으로 수행되었다. 1990년대 중후반부터 시작된 저류시설관련 연구는 크게 도심지역 내 우수저류를 위한 시설, 방재시설로서의 저류시설, 생태공원의 일부로서 저류시설에 대한 연구들로 구분할 수 있다[1].

먼저 우수저류를 위한 시설로서 연구는 도시구역 내 일부에 지체저류시설을 설치하는 방안에 대한 연구를 시작[2]으로, 우수저류시설의 형태와 저류 목적에 따른 저류시설 유형구분[3] 및 공동주택단지 내 우수저류 침투시설관련 연구 등 도시 내에 우수저류침투시설 설치방법과 관련된 연구가 수행되었다[4]. 그 이후 저류지 위치에 따른 우수유출저감효과 분석 등에서 우수저류

시설의 설치 시 효과에 대한 연구[5]가 이루어지다가, 최근에는 우수저류시설의 설치시 저감효과와 유지관리 비용에 따른 경제성 분석과 관련된 연구가 주로 수행되고 있다[6]. 이들 연구는 도시의 우수유출 자체를 방지 혹은 지연시키고자 하는 목적의 연구로, 우수저류시설을 설치할 경우 주로 우수유출저감효과 분석에 초점을 맞추고 있다.

방재시설로서의 저류시설 연구는 2010년대 이전에는 관련 연구가 활발하게 진행되기 보다는 우수저류 시설 및 생태적 기능의 시설로 저류시설의 도입을 검토하면서 방재 기능을 같이 검토하는 정도로 연구가 진행되었다. 저류시설은 설치 위치에 따라 종류를 구분하는 기준을 제시되었고[7], 그 이후 런던과 일본의 수해방지 정책 고찰을 통해 서울의 수해방지를 위한 정책 방향을 종합적으로 제시하였다[8].

도시 구역 내 홍수량의 저감을 통해 도시방재성능을 제고하기 위한 방안으로 저류시설 도입 및 개선방안을 제시되었고[9], 부산지역 우수저류시설 설치사업에 대하여 방재 기능 측면에서 문제점을 분석하고 이와 관련된 대책 수립을 제시되었다[10]. 이들 연구는 도시에 발생 가능한 홍수재해를 예방하고자 하는 목적으로 도시계획차원에서 저류지 계획과 관련된 연구를 주로 수행하였다. 여기서 언급되는 저류지 역시 대규모 시설로서 주로 지하저류 방안에 대한 연구를 수행하였다.

생태공원의 일부로서 저류시설 연구로는 저류지 생태공원화를 위해 저류지의 유형을 분류하였고[11], 원홍이생태공원 일대 우수저류시설의 빗물저류효과를 분석하였다[12]. 물순환 신도시 조성을 위해 분산형 빗물관리의 도구로서 인공습지를 저류시설로 제시하였으며[4], 뉴욕시의 녹색기반시설 계획에 대해 분석하면서 옥상녹화, 생태저류지 등등의 시설이 도시의 우수유출 등에 기여하는 정도를 분석하였다[13]. 이들 연구는 도시 내 주거단지와 공원을 대상으로 저영향개발 LID (Low Impact Development) 차원의 시설 배치 및 효과 분석에 주력하고 있다[14]. 따라서 대부분 소규모인 옥상녹화, 생태공원 등의 물순환 중심의 연구가 수행되었다.

저류시설 관련 연구는 시설이 설치 목표에 맞게 적절한 성능을 발현하고 있는지를 검증하는 효과분석 연구

가 주를 이루고 있었다. 저류시설과 관련된 정책연구의 경우 방제시설로서의 저류시설 중 해외에서 저류시설을 특정용도로도 사용하고 있음을 공유하고, 이를 한국에 도입할 수 있는 방안에 대한 연구가 주를 이루었다[8].

2. 도시공원 관련 법제도 검토

도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 시행규칙 별표 3 도시공원의 설치 및 규모의 기준에서는 도시공원의 정의를 크게 생활권 공원과 주제공원으로 나누고 이를 각각의 목적에 맞추어 상세히 분류하고 있다. 현행 분류체계에서 주제공원의 유형이 제한적으로 주제공원에 해당하지 않는 공원은 모두 생활권 내 근린공원으로 분류가 된다. 예를 들면 과천 서울대공원과 같이 대형 놀이공원은 주제공원 내에 해당하는 분류체계가 없어 면적을 기준으로 근린공원으로 분류된다[15].

3. 저류시설 관련 법제도 검토

도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 시행규칙 별표 6 저류시설의 설치 및 관리기준에는 도시공원 내 설치할 수 있는 저류시설의 정의, 입지, 시설의 종류 및 관리방안을 제시하고 있다. 이 기준 제7항 저류시설 부지의 경우 잔디밭·자연학습원·산책로·운동시설 및 광장 등의 기능을 가진 다목적 공간으로 조성하고 침수로 인한 피해가 적고 유지관리가 용이한 시설로 설치해야함을 명시하고 있다.

자연재해대책법에서는 우수유출 저감시설에 대하여 우수의 직접적인 유출을 억제하기 위하여 인위적으로 우수를 지하로 스며들게 하거나 지하에 가두는 시설로 정의하고, 침투시설로 침투통, 침투측구, 침투트렌치, 투수성포장, 투수성 보도블럭 등을, 저류시설로 쇄석공극 저류, 운동장저류, 공원저류, 주차장저류, 단지내저류, 건축물저류, 공사장임시저류지, 유지, 습지 등 자연형 저류시설을 기준으로 제시하고 있다.

도시·군계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙 제2조 제3항에는 재해취약지역이나 인근에 저류시설 및 주민대피시설을 포함하여 도시·군계획시설을 결정할 수 있다고 명시되어 있다. 그리고 각 시설별 저류시설 설치를 유도하거나 강제하는 조항들이 명시되

어있다 도시·군 계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙에 따르면 우수지와 저수지는 방제시설로 분류되어 있다. 동 규칙에 따르면 우수지에 건축물을 설치하지 않는 경우, 도로, 광장, 주차장, 체육시설, 자동차운전연습장 및 녹지로 활용할 수 있도록 되어있다. 공원이나 운동장 등 본래 이용목적이 있는 토지에 저류시설을 설치하는 경우에는 본래의 토지이용목적이 훼손되지 않도록 배수가 신속하게 이루어지게 하고, 그 사용횟수가 과다하지 않도록 저류시설을 설치하도록 규정하고 있다.

그리고 우수유출저감시설의 종류·구조·설치 및 유지관리 기준에 따르면 저류시설은 전용 조정지, 겸용 조정지, 유역 저류시설, 주택단위 저류시설로 구분되어 있다. 여기에서 사람들의 이용을 위한 공간 조성에 대한 기준은 부재하다[16].

이상을 정리하면 저류시설은 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률에 의하여 공원에 설치하는 저류공간과 부대시설, 자연재해대책법에 의한 침투 및 저류시설로 구분할 수 있으며, 이들 시설은 도시·군계획시설로 지정하여 설치할 수 있고, 유지관리와 관련해서는 기술적으로 지역 내외로 구분하여 관리되고 있다. 즉, 우리나라의 공원과 관련된 법체계에서 도시공원 내에 저류시설과 관련된 설치 및 규모에 대한 기준은 마련되어 있지만 별도의 조성 기준이 있는 저류공원은 명기되지 않고 있다.

4. 선행연구 및 법제도 검토 시사점

선행연구에서도 나타난 바와 같이 저류시설의 경우 저류시설에 대한 중요성과 성능 및 효과, 기술적 측면에서의 설치방법에 대한 연구가 주를 이루고 있으며, 대상지의 여건에 맞는 저류시설을 설치하기 위한 유형화에 대한 연구는 미흡하다. 또한 저류시설이 도시계획시설과 함께 제도적으로 검토가 되어야 하는데, 이 역시 저류 기능과 도시의 주변 환경에 초점을 맞추다보니 주제공원으로서의 입지가 명확하지 않은 상황이다.

현행 관련법에서도 저류시설(우수지)을 공원으로 조성하고자 할 경우 도시계획시설의 중복결정이 필요한 상황이다. 도시계획시설인 공원으로 결정할 경우 생활

권공원, 주제공원의 범주에 해당하는 공원유형이 지정되어야 하나 저류시설과 관련된 안전(수량, 수질 등)에 특화된 공원유형이 없는 실정이다.

최근 물순환 선도도시, 에코델타, 세종시 등 국가차원의 물순환 관련 도시 조성 사례가 증가하고 있어 이들 도시 내 조성되는 다목적 공원들을 모두 지자체 조례로 규정하기보다는 법을 통해 분류체계를 제시하는 것이 타당하다. 저류공원과 공원 내 저류시설은 동일하지 않고 유수지에 공원 조성 시 전문적인 공원설계가 필요하기 때문에 새로운 공원 유형으로 저류공원이 필요하다.

III. 국내의 사례분석

현재 우리나라 법체계에서는 저류기능을 담당하는 공원유형이 존재하지 않은 상황이다. 따라서 국의 사례를 중심으로 각 사례의 주제공원 분류기준, 유형 등에 대해서 검토하였다. 그리고 이와 유사한 유형의 국내의 대표적인 사례를 선정하여 현재 운영 방식과 조성특성을 검토하였다.

1. 국외 도시공원 체계 분석

국내 공원법체계가 해외의 공원법체계를 비교해보기 위해 대표적인 국가로 일본, 미국, 영국, 독일의 공원법 사례를 분석하였다. 우리나라와 법체계가 유사한 일본의 경우 도시공원법을 위주로 분석하였고, 미국은 지방자치단체의 공원 관련 규정을 중심으로, 영국은 정부기준(Green Space, Better Place, 이하 GSBP)을 살펴보았다.

일본은 도시공원의 종류를 도시공원법에 의해 공원유형에 따른 유치거리와 면적을 규정하고 있다. 5ha미만의 소규모 공원은 근린공원으로 지정하여 관리하고, 10ha이상의 공원부터는 도시의 규모와 설치 목적 등에 의거하여 분류하였다. 특별한 목적을 가지고 조성된 공원의 경우 특수공원이라고 하여 다양한 주제공원을 포함하고 있다[표 1][17]. 일본 도시공원의 이용 목적의 대부분은 “시민들의 이용”으로 시민들의 이용 목적이 무엇인가가 주제공원을 분류하는 가장 큰 기준이고 그 다음이 면적으로 작용하고 있다.

표 1. 일본 도시공원의 종류

구분		내용	면적(ha)	유치거리(m)
기간 공원	추구 기간 공원	가구 공원	그 가구에 거주하는 자의 이용을 위한 공원	0.25
		근린 공원	주로 근린에 거주하는 자의 이용을 위한 공원	2
		지구 공원	주로 도보권내에 거주하는 자의 이용을 위한 공원	4
	도시 기간 공원	종합 공원	한 개의 도시를 대표하는 공원으로 휴식, 산보, 유희, 운동 등 종합적인 이용을 위한 공원	10-50
운동 공원		도시주변 전체를 위한 운동을 목적으로 하는 공원	15-75	
대규 모공 원	광역 공원	주로 시정촌의 구역을 넘는 광역의 레크리에이션수요를 충족시키기 위한 공원	50이상	광역블록별 1개소
	레크리에이 션공원	종합적인 도시계획에 의하여 도시환경이 양호한 지역을 대상으로 대규모공원을 중심으로 각종 레크리에이션시설을 배치할 수 있는 일단의 지역을 말함	1000이 상	
	국영공원	도도부현의 지역을 넘는 광역적인 이용을 위한 공원	300이상	설치목적별 로적정위치
	특수공원	풍지공원, 동식물공원, 역사공원, 묘원 등	-	

표 2. 미국 공원과 녹지 등의 기준

구분	위치기준	면적(acre)
Mini Park	주거지에서 반경 1/4mile 이 내	2,500m ² ~1acre
Neighborhood Park	반경 1/4~1/2mile 사이면서 주거도로를 제외한 도로와 다 른 물리적 장애물 없음	5~10acre
School Park	학교 위치에 따라 규정	기능 따라 다양
Community Park	대상지의 질과 적정성 따라 규정	30~50acre
Large Urban Park	대상지의 질과 적정성 따라 결정.	50~70acre
Natural Resource Areas	자원의 유용성과 기회성	다양함
Greenways	자원의 유용성과 기회성	다양함
Sports Complex	전략적으로 폭넓게 이용이 가 능한 지역	최소 25acre, 40~60acre적절
Special Use	다양함. 특정사용 목적에 따 라 다름	다양함
Private Park/ Recreation facility	다양함. 특정사용 목적에 따 라 다름	다양함

미국의 경우 지자체에서 자체적으로 조경조례, 근린

공원 집행계획조례 등을 제정하여 공원, 녹지를 조성·관리하고 있다. National Park과 State Park을 제외한다면 나머지 공원과 녹지 등은 지자체의 조례를 통해 지정되다보니 공원의 종류를 일괄적으로 파악하기는 매우 어렵다. 그러나 일본과 마찬가지로 특별한 용도를 위해 만들어진 개별적인 공원을 지정하는 규정은 공통적으로 갖추고 있어, 상황과 필요 목적에 따라 공원을 지정·운영할 수 있다[표 2][18].

또한 상황별 저류연못 우수 유출 저감량 추정치(%)를 제시하여 재해예방 가이드로 활용하고 있다[표 3].

표 3. 상황별 저류연못 우수 유출 저감량(%) 추정치 제시

사례	위치	유출 저감량	출처
압거가 없는 저류연못	코네티컷	99%	Dietz and Clausen(2005)
	펜실베이니아	80%	Ermilo(2005)
압거가 있는 저류연못	펜실베이니아	70%	Emerson and Traver(2004)
	노스 캐롤라이나	40~60%	Smith and Hunt(2007)
	노스 캐롤라이나	33~50%	Hunt and Lord(2006)
	메릴랜드 & 노스 캐롤라이나	20~50%	Li et al(2009)
유출 저감량 추정치		압거 없을 경우 85% 추정함 압거 있을 경우 45% 추정함	

독일은 공원을 도시 시설로 여기지 않고, 녹지로 정의하고 있다 보니 공원에 대한 세분화된 기준은 부재하며, 공원조성은 녹지조성으로 여기고 있다[17]. 공원 자체가 녹지라는 개념이 자리잡다보니 인위적인 시설설치 자체를 하지 않은 경우가 많다. 지방정부 중 베를린이 유일하게 공원녹지에 관련한 법률을 소유하고 있으나 이들의 분류 역시 공원 및 유원지, 주말농장, 장묘원, 운동시설 및 야외수영장, 가로녹지 등 단순하게 분류하고 있다.

영국의 GSBP에 따라 공원·녹지공간의 구분은 토지 이용에 기초해 전략개발과 계획목적에 적합하도록 계획을 수립하고, 각각의 유형은 [표 4]에 따라 소유주, 관리의 형태, 이용 형태, 접근성에 따라 세분한다[18].

표 4. 영국의 공원녹지 구분

구분	종류	비고	
녹지공간	공원과 정원	도시공원, 교외의 공원, 공식적 정원(디자인된 경관 포함)	
	자연적 혹은 반자연적 녹지공간	숲과 관목숲, 초지 황야나 사냥터, 습지, 수로, 황무지, 암석지	
	녹지	강과 수로의 둑 가로와 열차 코리더 도시와 지역에 있는 자전거 길과 보행자 길, 도로의 보행로와 보행이 허락된 길	
	자연적이거나 인공적인 표면을 포함하는 외부 스포츠시설	테니스 코트, 볼링 그린, 스포츠 경사지, 골프 코스, 경기장 트랙, 학교 놀이마당, 기타 공식 놀이마당 기타 외부 스포츠 공간	
	어메니티 녹지공간	비공식적 레크레이션 공간, 주택가 녹지공간, 주택정원, 마을녹지, 기타 공간	
	어린이와 10대를 위한 공간	놀이공간, 농구장 스케이트보드 공원 10대 쉼터 포함한 'hanging out' 지역	놀이공간은 3-6세 아동용.
	녹지, 커뮤니티가든, 도시농장	농지, 커뮤니티가든, 도시농장	
묘지와 교회마당	묘지, 교회마당		
시민공간	시민공간	산책로를 포함한 바닷가, 플라자를 포함한 시민광장, 시장광장, 보행자거리	녹지공간이 아닌 옥외활동 공간

2. 국외 주제공원 사례

국외 주제공원은 방재분야에 특화된 일본 사례를 중심으로 검토하였다. 지진 등 자연재해가 많은 일본에서는 재해에 대비하여 조성되는 공원을 '방재공원'이라는 특수공원으로 분류하여 평상시에는 도시공원으로 이용하다가 재난 시 대응시설로 활용하고 있다.

(1) 일본 도쿄 미즈모토 공원

일본 도쿄 미즈모토 공원은 주변 지역 활성화를 위한 목적으로 조성되었다. 평상시에는 자연자원을 활용한 활동과 각종 콘서트, 스포츠 등의 이벤트가 개최되는 장소로 이용하고 재난 발생 시 수도 공급이 없어도 사용 가능한 방재화장실, 태양열 유도등, 물자수송 차량 진입구, 헬리포트 등을 갖추고 있다. 수도권 대규모 지진 발

생시 “핵심 광역 방역거점” 으로서 역할을 하기 위해 평시에도 주민훈련장으로 활용하고 있다[그림 2][19].



그림 2. 도쿄 미즈모토공원 배치도

(2) 일본도쿄 입해 광역 방재공원

지진이 자주 일어나는 일본의 특수한 상황을 반영하여 특수공원 중 하나로 2003년 도시공원법 시행령을 일부 개정하여 조성한 “방재공원”으로 도쿄입해(린카이) 광역 방재공원(이하 린카이 방재공원)이 있다. 2011년 전면 개장한 시설로, 수도 도쿄에 대규모 재해가 일어날 경우 도도부현의 경계를 넘어 막대한 피해가 발생할 수 있다는 자각 하에 수도권 각지의 광역 방재 거점과 연계하여 응급 복구 활동을 펼칠 거점으로서 조성되었다[20].

일본정부는 2007년부터 ‘방재공원’ 정비를 촉진하기 위하여 지정요건을 완화하여, 대도시 주변 방재공원 수를 늘려 재난 발생 시 이재민을 일시적으로 수용할 수 있는 체계를 정비하였다. 2007년 지침개정을 통해 주택 밀집지 중심의 방재공원 설치에서 사무실 밀집지역까지 확장하도록 해서 대규모 재해 발생 시 다수의 이재민 발생에 유연하게 대처하도록 대책을 세우고 있다[20].



그림 3. 린카이 방재공원 조감도

3. 국내 저류공원의 조성 현황

국내 소규모 공원 부지에 조성된 저류시설과 소규모 방재공원 조성 현황을 중심으로 국내 사례를 분석하였다. 각 사례들은 지자체에서 조성하여 운영하는 사례들 중 본 연구의 목적에 부합되게 모두 상부를 공원으로 활용하고 있는 대상지로 선정하였다. 분석대상공원은 서울시 성북구의 친환경 빗물저류공원, 진주혁신도시 저류시설, 진주시 상평지구 우수저류시설이다.

(1) 성북구 친환경 빗물저류공원

성북구는 북한산에서 흘러나오는 빗물을 일시 저장해 하류지역의 침수를 예방하고 평상시에는 성북천에 맑은 물을 계속 흘려보내기 위해 2007년에 공원 하단에 저류조를 완공하고, 상부는 녹지 공원으로 조성하였다. 지하저류조는 면적 5,104㎡에 저류용량은 1만 2,119t으로, 성북구에서 추진하고 있는 ‘성북천 복원화사업’ 대상지역인 성북천에 깨끗한 물을 공급하는 역할도 수행한다.



상부 공원

하부 저류시설

그림 4. 성북구 빗물저류공원

본 저류시설은 폭우 시 산에서 유출되는 우수 중 범람되는 일부 유출수만 저류시설로 유도함으로써 적정 규모로 재해에 대응하고 있다. 또한 경사면에 위치하고 있어, 폭우 시에는 상부에서 범람을 잡아내고 물을 방류할 때는 배수문을 열면 자동 배수가 되는 구조이다. 원격 모니터링 시스템을 구축하여 저류시설의 개폐와 우수의 포집 현황 등을 효율적으로 관측하고 대비할 수 있다.

(2) 진주혁신도시 저류시설

진주혁신도시에 조성된 저류시설은 도시 개발에 따른 유출량을 개발 이전의 수준으로 낮추기 위해 설치한

영구 저류지로 홍수기뿐만 아니라 토지의 효율적인 활용을 위해 비우기시에도 시민들이 이용 가능한 다목적 시설로 조성되었다. 2013년도에 완공된 이 저류시설은 용량이 36,870m³이며, 저류된 물은 주변의 영천강 및 남강으로 방류된다. 저류시설은 복합형태로 습지와 연못 그리고 운동시설로 구성되어 있다. 지하수위가 낮은 곳에는 운동장과 체육시설 등을 설치하여 평상시에는 시민들이 운동시설로 이용하고 홍수시에는 저류지로 활용하고 있다.



그림 5. 진주혁신도시 빗물저류공원

(3) 진주 상평지구 우수저류시설

진주시는 기후변화에 의한 강우량 증가로 도심 저지대 침수피해가 매년 증가하고 있으며, 도시화·산업화에 따른 각종 개발사업으로 빗물이 땅속으로 침투되지 못함에 따라 상습침수를 유발해온 상평지구의 문제를 해결하고자 상평지구에 위치한 완충녹지대에 우수저류시설을 설치하였다. 저류조는 20,500m³으로 지하에 설치되었으며, 토지이용 효율성을 위해 지상은 공원, 주민 휴식공간 등 완충녹지대 공간으로 조성하였다. 현재 상평지구 우수저류시설은 홍수시에 저류조 용량보다 많은 양의 비가 유입되어 일시적으로 우수를 저장했다가 추후 방류하는 배수펌프장과 같은 기능을 하고 있으며, 이를 통해 상평지구 저지대 주택 250여 동과 공장 100여동 및 상가 20여 동의 침수를 예방하고 있다.

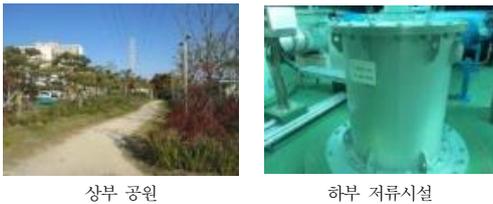


그림 6. 진주시 상평지구 우수저류공원

(4) 부산 센텀시티지구 우수저류시설

부산 해운대구 센텀시티지구는 택지개발 당시 최종 우수 방류구가 인근 수영강보다 낮게 설치되고, 만조시 해수면 상승으로 역류 현상이 발생하여 2009~2010년 사이 센텀시티 내 도로에 침수피해가 발생하기도 하였다. 부산시에서는 이러한 집중호우에 대한 상황관리시스템을 개선하고자 올림픽공원 일원에 우수저류시설을 설치하였다. 우수저류시설은 현재 우수만 유입되고 있으며, 비가 오지 않을 때는 저류된 물을 수영강으로 방류한다. 마찬가지로 상부는 공원으로 활용하고 있다.



그림 7. 부산 센텀시티 우수저류공원

(5) 금산 녹색뉴딜 우수저류시설

금산군은 택지개발 등 도시화로 인한 우수유출량 증가에 따라 재해위험 요인이 상존해왔고 하천의 수질오염 개선의 필요성이 제기됨에 따라 우수저류시설 사업을 추진하였다. 방제시범마을 조성사업의 일환으로 추진된 우수저류시설은 생활용수를 확보하고 빗물 저장공간을 마련하는 사업으로 2010년 저수용량 12,000m³의 지하저류시설을 설치하였다.



그림 8. 금산군 우수저류공원

우수저류시설 사업을 통해 재해예방, 수환경보전, 토지의 효율적인 이용 등 다양한 시너지 효과를 기대할 수 있으며, 주변의 3,542가구의 건물보호는 물론 상습적

인 침수지역의 피해를 크게 줄일 수 있다. 저장된 빗물은 갈수기 하천유량 확보에 따른 생태계 보전, 물순환 기능회복, 기온상승방지(열섬화현상 방지), 조경용수 등에 효과적으로 쓰이고 있으며, 저류시설의 상단부에는 운동시설 등을 조성하여 주민들이 이용 가능한 공간으로 사용하고 있다.

2. 시사점 도출

국내외 사례분석을 통해 저류공간의 필요성, 공간구성방식, 활용방안, 유지관리 측면에서 다음과 같은 시사점을 도출할 수 있다.

첫째, 도시계획시설의 중복결정을 통한 시설이용의 효율성 증대가 필요하다. 기후변화에 대응하기 위해 도시 내 저류시설 확보가 필요하다. 하지만 이미 과밀화된 도시 내 신규 시설 설치 또는 기존 시설의 변경에 어려움이 있는 상황으로 기 지정된 도시시설에 추가기능을 부여하는 방식으로 저류시설 확보가 되어야 한다.

둘째, 저류시설 복합활용시 시민 활용도 제고를 고려해야 한다. 단순 저류공간보다 복합 활용이 필수적이라고 하면 조성되는 공간의 활용도가 높은 방향으로 저류시설이 확보되어야 한다. 여기에는 국내외 사례에도 검토된 바와 같이 도시공원이 도시환경개선과, 도시민의 활용도 측면에서 최적의 조합이 될 수 있다.

셋째, 지역특성에 맞는 저류공간 구성이 필요하다. 모든 도시공원 지하에 저류시설을 설치하는 것보다는 저류시설 설치 공간과 주변지역의 여건을 고려해야 한다. 상부를 운동시설로 활용가능한지 여부, 녹지자체의 기능을 유지해야 하는 지역, 주변 하천과 수문학적인 관계를 고려한 시설 조성 원칙 등이 마련될 필요가 있다.

IV. 저류공원 유형화

1. 유형 구분의 기준

본 연구에서는 앞서 제시된 3가지 시사점을 바탕으로 저류공원은 녹지공간을 확보하여 투수면적을 늘리는 동시에 자연친화적으로 빗물 저류시설을 만듦으로써 침수대비효과까지 가질 수 있는 친환경적 도시침수 대

책시설로 활용할 수 있다. 앞서 검토한 우수지, 저류지 등과 관련된 범규 검토를 바탕으로 안전에 대한 기준 및 일반적인 공원에 대한 기준을 감안하여 수위(저류량)와 접근성(이용객수)을 토대로 저류공원의 유형을 생태형, 조성형, 지하매설형, 복합형의 4가지 유형의 도시공원 내 저류시설의 유형을 제시하였다. 이중 조성형을 시설여부와 종류를 기준으로 운동시설형과 식생피복형으로 세분하여 총 5개 유형으로 구분하였다.

표 5. 도시공원 내 저류시설의 유형

유형	내용	
생태형	하천 인근 등 지하수위가 높은 곳에 못, 습지와 생태도랑 등으로 구성	
조성형	운동시설형	지하수위가 낮은 곳에 운동장과 체육시설 위주로 구성
	식생피복형	지하수위가 낮은 곳에 식생피복을 통해 시설 구성
지하매설형	지하에 구조물(저류조 등) 설치, 지상은 운동장이나 잔디밭으로 활용	
복합형	습지와 못 그리고 운동장 등을 복합적으로 설치	

저류공원의 유형은 지역여건을 고려하여 지하수위의 높고 낮음을 우선 판단하여 구분하고 이후 사람의 이용이 잦은 곳과 접근 빈도가 낮은 곳을 다시 구분하였다. 먼저 대상지의 지하수위가 높을 경우 연못, 습지와 같은 생태형으로 우선 분류하고 지하수위가 낮아 배수가 용이할 경우 식생피복형과 운동시설형을 검토할 수 있다. 사람의 이용행태를 기준으로 단순한 산책로나 식생여과대 등을 설치할 경우 식생피복형으로 설치하고 운동장과 체육시설을 조성하여 적극적인 이용을 목적으로 할 경우 운동시설형으로 구분할 수 있다. 생태형, 식생피복형, 운동시설형으로도 목표한 저류량을 달성하기 어려운 경우 지하매설형으로 조성하는 것을 검토할 수 있다. 그리고 이상의 유형을 부분적으로 복합하여 조성할 경우 복합형으로 구분할 수 있다.



그림 9. 유형구분 기준

2. 저류공원 유형별 세부내용

(1) 생태형

생태형은 자연지형을 최대한 유지하면서 산책로 및 벤치 등의 휴게시설 위주로 조성되는 자연형 공원의 성격을 갖고 있는 지역으로, 기존의 식생피복으로 인하여 비교적 빗물의 유출량이 적으나 최근 일부 난개발 등으로 인해 산사태 등이 종종 발생하고 있는 지역이다.



그림 10. 생태형 개념도(평지형)

따라서 식생의 피복상태가 양호하지 않은 지역은 우선적으로 생태식생복원을 추진하고, 습지 및 생태도랑 등을 조성하여 빗물의 유출 속도를 늦추는 시설의 도입을 추진한다. 계곡의 하부와 같이 빗물이 순간적으로 집중되는 지역에 상습침수피해가 발생할 경우에는 지하저류조 등을 설치한다.

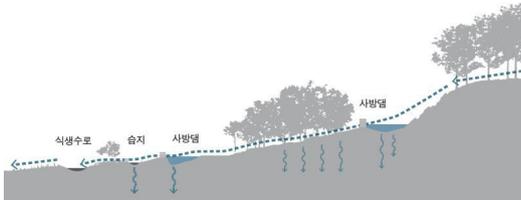


그림 11. 생태형 개념도(산지형)

(2) 조성형(운동시설형)

운동시설형은 건축물, 운동시설, 포장 등의 많은 시설이 설치되는 조성형 공원의 성격을 갖고 있는 지역으로, 대상지 내부에 건축물, 포장, 운동시설 및 기타 시설 등으로 인해 빗물의 침투가 적고, 외부 유출속도가 빠른 지역이다.

따라서 옥상녹화, 투수·배수성 포장 등으로 불투수 표면을 최소화하는 것을 원칙으로 하고, 대상지 내부에 선큰 공간과 같은 지표의 레벨차를 이용하여 빗물을 일시적으로 저류시키는 공간을 많이 설치하여 빗물의 유

출속도를 늦출 수 있도록 한다.

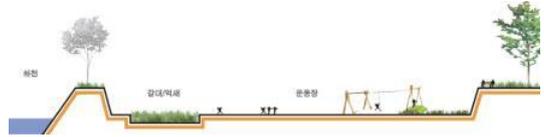


그림 12. 운동시설형 개념도(평지형)

(3) 조성형(식생피복형)

식생피복형은 운동시설형과 동일한 형태이나 하단부 공간에 별도의 시설조성 없이 단순 식생을 피복하여 설치하는 유형에 해당된다. 운동시설이 설치되는 곳에 갈대/역새 등의 정화식물을 생육함으로써 수질 정화효과를 도모할 수 있다.

주로 사람의 이용도가 낮은 곳을 중심으로 조성하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

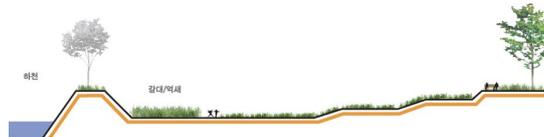


그림 13. 식생피복형 개념도(평지형)

(4) 복합형

복합형은 생태형과 운동시설형이 혼재되어 있는 지역으로 원지형이 유지되는 지역에는 생태형을 운동시설 및 조경시설 등이 위치하는 지역은 운동시설형을 적용한다.



그림 14. 복합형 개념도(평지형)

(5) 지하매설형

지하매설형은 생태형, 운동시설형 및 복합형으로도 빗물유출량을 충분히 저감하지 못하거나 또는 생태형 및 운동시설형으로 조성하기가 어려운 장소에 적용한다.

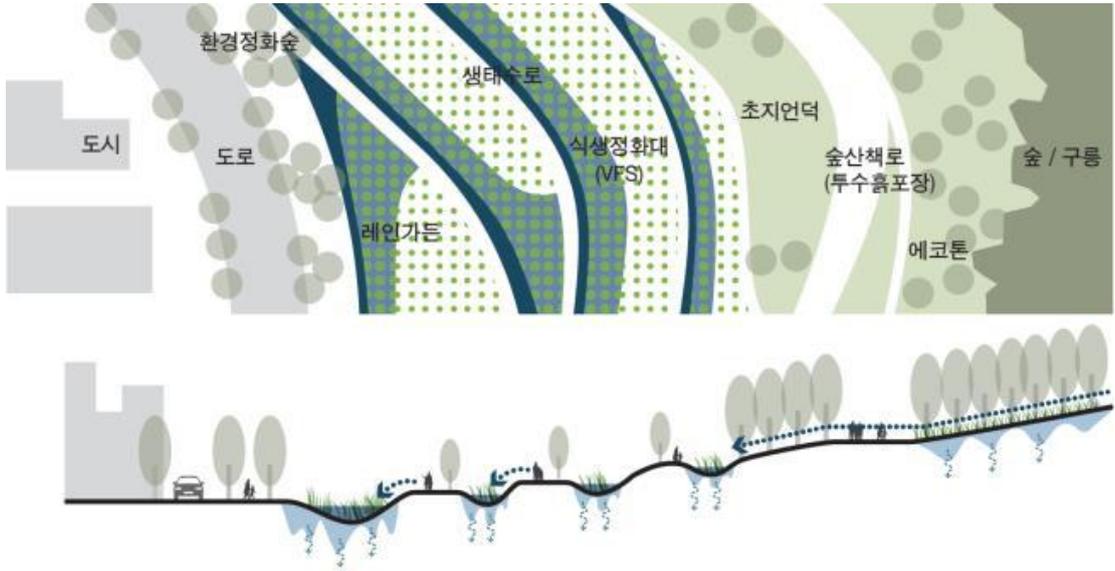


그림 16. 생태형(자연형 공원) 개념도



그림 15. 지하매설형 개념도(평지형)

2. 저류공원 유형별 관리 방안

앞서 구분된 저류공원별 구성과 관리방안을 생태형과 조성형에 대해서 작성하였다. 복합형은 생태형과 조성형을 준용하여 적용가능하며, 지하매설형은 기존의 저류시설 구성과 관리기준이 마련되어 있어 이를 따를 수 있다.

(1) 생태형

우선적으로 식생의 피복상태가 양호하지 않거나 비탈면이 위치하는 지역의 식생상태를 복원시켜 빗물의 유출속도를 저감시킨다. 피복상태가 양호하지 않는 지역은 다층식재를 기본으로 복원하며, 비탈면은 비탈면 복원녹화를 통해 녹화한다.

지표가 높은 지역에서부터 레벨차를 이용하여 빗물을 일시 저류시킬 수 있는 체크댐 형태의 소규모 저류지를 조성하고, 습지 및 생태도랑 등을 함께 조성한다.

단계별로 빗물을 저류시킬 경우 추가적인 수질정화 효과를 기대할 수 있다.

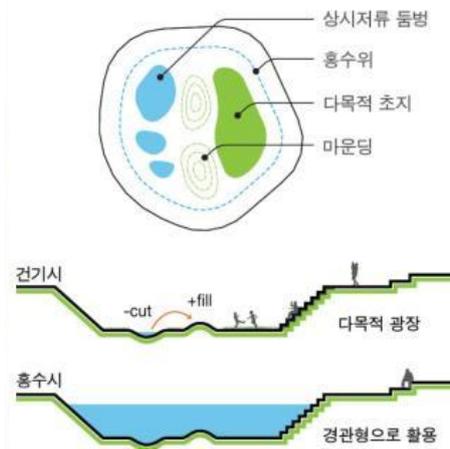


그림 17. 생태형(자연형 공원) 경계부 저류지

계곡의 하부와 같이 빗물이 순간적으로 집수되는 지역에 상습침수피해가 발생할 경우에는 지하저류조 등을 설치한다. 완경사면에는 야생초지를 조성하여 표면에 의한 토양침식을 방지하고 산책로변에서 발생할 수 있는 비점오염원을 1차적으로 정화한다. 식생정화대

었다. LID 개념을 공원 전체에 적용하는 저류공원과 overflow되는 물량을 저류시키기 위한 공원 내 저류시설은 개념 자체가 다르고, 조성에서부터 유지관리까지 모든 개념이 동일하지 않다. 저류공원은 LID 개념을 공원 전반에 도입함으로써 자연지반을 최대한 보전하고 상시 우수를 지면으로 침투시켜 지하수가 되도록 하는 반면 공원 내 저류시설은 공원 지하에 저류시설을 설치하면서 인공지반이 조성되고, 홍수에 대비한 저류시설의 관리를 위하여 지속적으로 관리를 꾀야하는 점이 있다. 또한 대응량의 저류시설을 도시 공원에 설치할 경우 주민들의 반대 등 민원에 대응하기도 어려움이 있다. 저류공원은 공원 내 저류시설의 단점을 보완하고 도심 속에서 주민들의 휴식공간을 겸한 홍수대응 공간을 조성하는 대안이 될 것이다.

앞서 법규 검토에서도 언급한 것처럼 법률상 공원 유형 중 공원지정 시 안전(수량, 수질)에 특화된 공원이 없기 때문에 주제공원에 저류공원이 추가되어야 한다. 기존의 도시공원 유형은 자연적인 공간에 대한 보전과 도시민의 일상적 휴식공간 제공 차원에서 구분되어 왔으나, 기후변화에 따른 도시재해에 대응하기 위한 저류시설확보를 위한 최적의 공간으로 도시공원과의 복합 이용을 유도하고자 한 것이다.

국내외 사례연구와 현장조사를 바탕으로 총 5개의 저류공원 유형을 구분하고 각 유형별 조성방향을 제시하였는데, 이들 저류공원 유형이 제도적으로 안착하기 위해서는 다음과 같은 추가적인 후속 연구가 필요할 것으로 판단된다.

먼저 저류공원의 입지분석이 선행되어야 한다. 기후변화로 인한 도시재해위험은 갈수록 증대되고 있는 상황에서 도시홍수와 같은 재해에 선제적으로 대응하기 위해서는 도시내 저류공원의 도입이 필수적이다. 각 도시별 저류공원 가능 입지에 대한 분석을 통해 저류공원 확대를 위한 사전 정보구축이 필요하다.

다음으로 기술적인 차원에서 저류시설의 성능을 평가할 수 있는 체계가 마련되어야 한다. 현재 국내에서는 시설별로 우수 유출 저감량이 공인된 원단위로 존재하지 않고, 시설별로 설계가 완료되면 외산 우수저류 분석 프로그램을 활용하여 산출하는 방식을 적용하고

있다. 현장 사례별로 저류 용량 규모와 유출 저감량을 산출하고 있으며, 검증절차 부재로 인해 이에 대한 신뢰도는 매우 낮다. 향후 국내 기후와 환경, 시방에 맞는 저류시설별 우수 유출 저감량 원단위에 대한 산출 연구가 필요하다.

* 본 연구는 국토교통부 정책연구과제 “개발제한구역 등 도시의 녹색공간을 활용한 방재시스템 개발연구용역”의 조사 자료를 기반으로 작성되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 유인표, *도시공원 내 저류시설의 생태적 활용을 위한 계획 및 설계요소에 관한 연구* 상명대학교 대학원, 박사학위논문, 2006.
- [2] 이정식, 이재준, “도시유역에서 지체저류시설의 수문학적 설계에 관한 연구,” 한국수자원학회 물과미래, Vol.28, No.3, 1995.
- [3] 김영란, *서울시 침수피해 저감을 위한 우수저류시설 적용방안* 서울시정개발연구원, 2004.
- [4] 현경학, *공동주택단지 내 우수저류 침투시설 적용을 위한 타당성 조사연구* 대한주택공사주택도시연구원, 2004.
- [5] 이재준, 김호년, “도시유역 저류지 위치에 따른 우수유출저감효과 분석,” 대한토목학회논문집, 제28권, 제5 B호, pp.535-546, 2008.
- [6] 연종상, 김상단, 최현일, 신현석, “LID 시설의 시공 및 유지관리 비용에 대한 우수유출 저감효과 분석,” 한국방재학회 논문집, 제15권, 제4호, pp.281-287, 2015.
- [7] 서울연구원, *방재공원 정비 촉진(일본)*, 세계도시동향, 2007.
- [8] 신상영, 이석민, 박민규, “기상이변에 대응한 서울의 수해방지전략,” 정책리포트, 제96호, pp.1-23, 2011.
- [9] 안태진, 박정환, 윤재식, “유하시설 또는 저류시설을 통한 도시방재성능 제고 방안에 관한 연구,”

