

# 서울시, ‘기후위기 안전 특별시’ 실현 위해 기후 리스크 파악과 종합적 적응정책 필요

## 폭우·폭염·폭설 등 극한 기상현상, 지구온난화로 더 심하고 빈번하게 발생할 전망

최근 세계 각지에서 극한 기상현상이 빈번하게 발생하여 커다란 피해를 내고 있다. 미국에서는 지난 2022년 8월 사막지대인 데스밸리에 기록적인 폭우가 쏟아졌고, 2023년 1월에는 북부 뉴욕주의 기록적인 폭설과 캘리포니아 등 서남부 지역의 극심한 가뭄과 폭우가 발생하였다. 유럽은 2022~2023년 여름철 폭염과 가뭄에 따라 산불과 겨울철 이상기온 현상이 나타났고, 아시아 지역에서도 파키스탄 등 서남아시아 지역의 폭우, 중국과 일본의 기록적인 폭염과 폭우가 발생하였다. 한편 지난 2022년 8월, 서울시에 내린 시간당 140mm의 기록적인 폭우로 커다란 인명피해가 발생한 바 있다. 이러한 극한 기상현상은 향후 지구온난화가 진행되면서 더욱 심하고 빈번하게 발생할 것으로 전망된다. 21세기 후반기 서울시의 연평균 기온은 지금보다 약 6.7℃ 상승할 전망이고, 이에 따라 매년 폭염일수와 열대야 일수가 각각 110일, 96일로 크게 늘어날 것으로 예측된다(SSP5-8.5 시나리오). 서울시의 강수량 역시 21세기 후반, 현재 연강수량보다 293.5mm 증가할 것으로 전망된다. 1일 최다강수량 역시 21세기 중반에 현재 수준보다 50.9mm가 증가할 전망이다(SSP5-8.5 시나리오).

## 서울시, 집중호우 등 점증하는 기후위험 대응 위해 적응대책 전면 개선해야

서울시는 지난 2022년 「저탄소 녹색성장 기본법」에 근거하여 기후변화 적응대책 세부 시행계획을 마련하였다. 하지만 지난 2022년 8월 서울지역의 집중호우를 겪으면서 점증하는 기후위험에 대응하기 위해서는 보다 적극적이고 실효성 있는 대책이 필요하다고 인식했다. 그에 따라 기존 서울시 적응대책을 다음과 같이 개선·강화하는 방안이 제기되었다.

첫째, 기존 서울시 기후위기 적응대책(2022-2026)은 실질적인 취약성 감소를 위한 예산확보의 미흡 등으로 신규 사업보다는 기존 사업을 보완하는 선에서 마련되었다. 특히 지난 2022년 8월 집중호우로 인한 돌발성 홍수의 발생으로 극한 기상현상에 대한 보다 적극적인 방재계획이 요구되었다. 둘째, 기존 적응대책은 도시계획 단계에서의 기후변화 영향을 충분히 고려하지 못하였다. 도로, 건물, 공원 등의 도시기반시설 계획단계(예, 도시기본계획, 지구단위계획 등)에서 기후위험을 줄이는 방안을 적극적으로 고려할 수 있는 원칙과 지침의 필요성이 제기되었다. 셋째, 사업의 계획과 실행 과정에서 총괄기획·관리가 부족하였다. 홍수, 폭염 등의 기후위험은 도시의 다양한 분야에 영향을 미치므로 이를 종합적으로 평가하고 적응대책을 관리하는 총괄조직체계의 역할 강화가 필요하다. 넷째, 기술적 대안 위주로 적응대책이 마련되어 상대적으로 제도개선과 지역 역량 강화 방안이 미흡하였다. 이에, 홍수위험지역 지정, 차수판 의무화 및 운영규정 마련, 신규주택 저류시설 의무화·인센티브 제공, 공동체 정원 활성화 등을 위한 지원 방안 등과 같은 제도 마련과 시민참여 방안을 적극적으로 고려할 필요성이 제기되었다. 다섯째, 2022년 집중호우를 겪으면서 기후약자와 취약지역에 대한 맞춤형 대책이 미흡하다고 평가되었다. 이에 따라, 기후변화 취약계층을 전통적인 노약자에서 야외노동자, 운동선수, 배달 기사, 노인복지사 등 기후변화에 취약한 직업군과 반지하, 쪽방, 고시원 등 주거 취약 가구로 확장하고 구체적인 현황 파악과 대책 마련이 필요하다.

## 이 연구, 서울의 주요 기후위험 재규명과 부문별 전략·핵심 적응대책을 제안해

이 연구는 서울시 기후위기 적응대책(2022)의 중점 기후 리스크 중 새롭게 수행한 전문가 및 시민 설문을 토대로 폭염과 집중호우로 인한 서울시의 주요 기후 리스크를 선정하였다. 이는 서울시가 직면하는 모든 기후 리스크를 포괄하기보다는 상대적으로 심각한 기후 리스크에 대해 보다 적극적인 대책을 마련하기 위함이었다. 그 결과 온열 질환, 감염병·매개체 질환, 생태계 변화, 열섬현상, 저지대 홍수위험, 노후·불량 건축물 붕괴, 산사태, 에너지·통신 시설 피해 등과 같은 위험이 서울시의 주요한 기후 리스크로 설정되었다.

이러한 기후 리스크 대응을 위해 회복탄력성이 높은 ‘기후위기 안전 특별시 조성’을 비전으로 수립하고, 통합적 적응대책 수립, 기후 취약계층 보호 강화, 효과적 실행체

계 구축을 주요 전략으로 설정하였다. 핵심 정책은 도시물순환 회복, 이상폭우 대비 풍수해 예방, 콘크리트에서 흙과 나무도시로, 도시공간 기후위기 대응능력 강화, 기후 위험 취약계층 및 시민건강 보호를 핵심 정책 부문으로 하고 세부사업계획을 제안하였다. 아울러, 적응정책 토대구축 사업으로 '기후위험 정보 전달체계 고도화'와 '적응 대책 추진기반' 사업을 제시하였다.



[그림 1] 기후위기 적응대책의 추진 목표와 전략

### ① 도시 물순환 회복

서울시의 열환경 개선, 도시 침수 방지, 생태계 복원을 위해 도시 물순환 체계 구축을 정책 방향으로 삼고, 서울시 불투수 면적을 현재 47.5%에서 2040년 40.7%로 낮추고 48.5천 $\text{m}^3/\text{hr}$ 의 물순환 회복시설을 설치하는 것을 목표로 설정하였다.<sup>1)</sup>

핵심 정책은 첫째, 서울시 투수층 전환을 통한 물순환 체계를 구축하는 것이다. 서울시 투수성 포장 확대하여 불투수 면적을 2030년 43.8%, 2040년 40.7%로 낮추고, 이를 위해 도로와 건물 등 주요 불투수 공간을 투수층으로 전환하는 사업을 중점적으

<sup>1)</sup> 서울시, 2021, 서울시 물순환 기본계획 중 2040년 관리 목표를 준용함. 서울시 2040년 물관리대책량은 611만  $\text{m}^3/\text{hr}$ 이나 시설분담량은 48.5천 $\text{m}^3/\text{hr}$ 로 설정됨

로 추진하는 것이 필요하다. 세부사업으로 빗물 투수를 고려한 가로수 식재 및 떠녹지 확대, 기존 불투수성 도로, 보도, 광장, 주차장 등을 투수성 블록으로 개선 등을 추진해야 한다. 특히 서울시 전체 불투수 면적 중 가장 큰 비중(47%)을 차지하는 도로의 불투수 면적(140.7km<sup>2</sup>)을 투수층으로 전환하는 사업을 적극 추진해야 한다. 이때 도로의 투수층 전환은 고속·고중량 차량 통행량이 적은 생활도로(34.3km<sup>2</sup>)를 우선해야 한다.

둘째, 홍수위험 분산 시스템 구축이다. 빗물 저류시설을 확대하고 이를 실개천, 분수대, 도로청소, 쿨링포그 등에 재활용하는 물순환 시스템을 구축하여야 한다. 건물 및 공원 등과 같은 Blue-Green 인프라의 침수/저류 기능을 확대하여 하수·배수관로의 우수 유입량을 최소화하는 사업도 필요하다.

셋째, 하천 생태계의 복원형 지천 르네상스 사업을 통해 물순환을 개선하고 하천 주변 홍수위험을 줄여야 한다. 특히, 서울시 총 25개의 (일부 혹은 전부) 복개하천의 생태하천으로의 복원이 필요하다. 이들 복개구간은 현재 주차장, 도로 등의 구조물 설치로 통수단면이 축소되어 인근 지역 침수 원인으로 작용하고 있다. 때문에 봉천천과 녹번천 같은 침수취약지역의 복개하천을 우선으로 단계적으로 복원할 필요가 있다. 한편, 복개천 복원 과정에서 홍수방지, 하천환경 개선, 투수층 확대로 물순환 개선, 열섬효과 개선, 시민여가 공간 활용 등을 고려한 친환경적·복합적 복원 대책이 필요하다.

## ② 이상 폭우 대비 풍수해 예방

서울시의 방재성능 목표를 현행 95mm/hr에서 시 전역 100mm/hr, 중점관리지역은 110mm/hr로 상향하고 우수배제 시설용량을 신규 확대하고 반지하 등 침수취약지역에 대한 안전관리 체계를 강화하는 목표를 설정하였다.

이를 위한 핵심 정책으로 첫째, 침수취약지역 하수관로 관경 확대, 빗물펌프장 성능증설, 빗물 저류조 신설, 하천 통수능 개선 위한 단면 확장을 추진해야 한다. 한편 상습 침수취약지역 6개소에는 대심도 빗물 배수터널(18.9km)을 설치하여 극한 강우에 대비할 필요가 있다. 한편 방재성능 기준 상향만으로는 모든 홍수위험을 제거하기 어려우므로 홍수 취약성을 개선하는 방안이 병행되어야 한다. 이를 위해 반지하주택 등 도심지 침수취약지역의 홍수방지 대책을 강화할 필요가 있다. 커다란 인명피해가 발생했던 반지하 등 홍수취약 건물·시설에 물막이 설비를 확대하고 반지하주택 일몰제를 단계적으로 추진해 나가야 한다. 대형건물 지하주차장 물막이 설비를 의무화하고,

지하역사 및 지하철도 역시 침수피해 방지사설을 확충·개선해야 한다.

### ③ 콘크리트에서 ‘흙과 나무도시’로

생활에서 쉽게 녹지를 접할 수 있도록 도심공원을 확대, 산림훼손지 복원 등 도시내 탄소흡수원 확충을 정책 방향으로 설정하였다. 한편, 생태계 건강성 유지와 생물다양성 증진, 도시의 물순환 개선과 집중호우에 대비하는 공원의 다목적 기능 강화 또한 주요 정책목표이다.

이를 위해 첫째, 생활권 공원녹지를 확충하는 것을 핵심 정책으로 설정하였다. 5분 내 접근할 수 있는 생활권공원을 조성하고, 현재 공원녹지율 31.2%를 2030년 32.2%, 2040년 33.9%로 향상하는 것을 구체적 목표로 설정하였다.<sup>2)</sup> 이를 위한 한 방편으로 교통기반시설(도로, 철도 등) 및 환경기초시설을 지하화한 후 상부공간을 공원녹지로 조성하는 방안을 고려할 필요가 있다. 둘째, 훼손된 산림 복원이다. 훼손 산림, 생활권 유휴부지 식재와 도시자연공원구역 보존이 중요한 정책과제이다. 셋째, 기후변화 대응을 위한 산림생태계 환경 회복이다. 생태계 보호지역을 확대하고 생물지표종 관리를 강화하는 것이 필요하다. 또한 고온 기후로 변화함에 따라 산림병해충과 생태계 교란종 확산에 따른 생태계 손실을 막기 위한 대책을 중요한 과제로 수행할 필요가 있다.

### ④ 도시공간 기후위기 대처능력 강화

서울시의 건물 중 30년 이상 건축물이 45.6%를 차지하고 있으며, 도로, 상하수도, 지하철 등 도시의 주요 기반시설 역시 노후되어 기상재난으로 인한 기능 상실 시 커다란 시민 피해가 우려된다. 이에, 기후변화에 취약한 노후 건축물 사전 안전관리와 기상재난에 대한 대처 능력을 강화하여 도시의 리질리언스(resilience)를 높일 필요가 있다.

이를 위해 첫째, 노후 건축물의 안전관리를 강화해야 한다. 30년 경과 노후 건축물 대상 찾아가는 안전 점검을 확대하고, 스마트 기술을 활용한 노후·위험 건축물 안전성에 대한 실시간 모니터링 시스템을 도입해야 한다. 둘째, 산사태 예방을 위해 산사

<sup>2)</sup> 서울시, 2023, 2040 서울공원녹지기본계획 공청회 자료(2023. 8. 11.). 해당 공원 면적은 공원과 녹지면적을 합산한 공원녹지면적임.

태 위험지 위험도 평가, 산사태 우려지역 정비사업, 산사태 현장 예방단 구성 등을 시행할 필요가 있다. 셋째, 폭염과 폭설에 대비한 시설물 관리 강화가 필요하다. 도로 차열포장 등으로 포장면 반사율을 높여 도심 열섬효과를 저감하고, 쿨링로드 조성과 원격제설시설 확대로 도시 인프라의 기후위험 대처 능력을 향상해야 한다. 넷째, 상수도 및 집단에너지 공급 기반시설의 관리를 강화해야 한다. 안정적인 수돗물 공급체계를 구축하는 한편 가뭄 시 상수도 비상 급수대책을 마련할 필요가 있다. 또한 겨울철 열수송관 누수 대비를 위한 IoT활용 원격관리 시스템을 도입해야 한다.

##### ⑤ 기후위험으로부터 취약계층과 시민의 건강보호

기후변화로 인한 기상요인의 변화는 다양한 경로를 통해 직·간접적으로 시민건강에 영향을 미친다. 특히, 사회경제적·생물학적 취약층은 상대적으로 기후위험의 영향을 더 크게 받기 때문에 기후약자의 보호는 적응대책의 핵심적 과제이다. 기후 영향의 변화(예, 열대야 증가)와 기후취약 거주자, 기후취약 직업군의 정책수요에 맞춘 적응 대책을 마련할 필요가 있다.

시민건강 보호를 위한 과제로, 첫째, 감염병 관리체계를 고도화해야 한다. 감염병 환자의 체계적 관리를 위한 통합관리 시스템 구축, 24시간 긴급상황센터, 하수 기반 감염병 감시 체계 구축, 공공 의료인프라 확충이 이루어져야 한다. 둘째, 시민 밀착형 1:1 기후약자 구호체계 마련이 필요하다. 장애인, 거동 불편자 등 반지하 거주자에 대한 수해 돌봄 인력을 확대하고, 기후재난 대응 트라우마 치료 프로그램을 운영할 필요가 있다. 셋째, 기후위험 노출이 높은 취약계층 및 노동자에 대한 우선 보호 시스템을 마련할 필요가 있다. 기후위기 적응 거버넌스(공공, 기업, 시민단체 등)를 통해 기후취약층을 확대하고, 건강 돌봄, 가스 검침, 환경미화, 통신·가전 설비 설치 등 정책 사각지대의 폭염 취약군 보호 대책을 강화할 필요가 있다. 넷째, 에너지 취약 거주자에 대한 지원을 강화할 필요가 있다. 에너지 가격의 부담이 큰 취약 거주자 대상 에너지 바우처 확대, 건물에너지효율개선 확대를 통해 취약계층의 건강을 보호해야 한다. '에너지 서울 동행단'과 같은 주택 에너지 절약 및 효율화 시민 캠페인도 중요한 정책 수단으로 활용할 필요가 있다.



## 정보전달 고도화·녹색예산 확대·제도개선 등으로 적응대책 실효성 제고해야

### ① 기후위험 정보 전달체계 고도화

지역적인 집중 돌발강우로 인해 특정 지역의 급속한 침수 상황 발생이 많아지고 있어 위험 상황을 신속하게 시민에게 전달하여 대응할 수 있도록 하는 예·경보 시스템 구축이 필요하다. 기존의 기상현상과 시설 중심의 예·경보 시스템에서 이용자 중심의 예·경보 시스템으로의 전환과, IoT 스마트 기술을 이용한 자동 감지 시스템 구축이 필요하다. 저지대 골목, 도로, 시설 등 시민 생활권 단위 위험 예·경보 시스템 구축, 침수위험도로 사전통제 및 알림 시스템 구축, 대피 골든타임 확보를 위한 주거지역 침수 예비 경보제를 시행할 필요가 있다. 서울시 과거, 현재, 미래 기상정보를 가뭄, 홍수, 산불 등 위험 요인별로 위험도와 취약성 정보를 제공할 수 있도록 기후위험지도의 개선이 필요하다.

### ② 녹색예산 확대

많은 나라에서 탄소중립 기후적응 정책 실행을 위한 녹색예산을 확대하고 있다. 미국은 인플레이션 감축법을 제정하여(2022년 8월) 에너지 안보와 기후 변화 대응 부문에 총 3,690억 달러를 투자할 계획이다. 한편 기업이 필요한 전력량을 100% 재생에너지로 충당하겠다는 기업들의 자발적인 재생에너지 캠페인인 RE100도 전 세계적으로 확산 중이다. EU는 기관과 민간의 녹색산업 투자를 유도하고 그린워싱(green washing)을 방지하기 위해 지속가능한 경제활동을 정의하는 EU 텍소노미법(Taxonomy Regulation 2020/852/EU)을 제정하고 지원을 강화하고 있다.

서울시 역시 탄소중립과 기후 적응대책을 안정적으로 이행하기 위해서는 이를 뒷받침할 수 있는 녹색 예산 마련이 필수적이다. 특히, 향후 대심도 터널, 빗물 펌프장 증설, 하수관거 신설 및 확장, 물막이판, 빗물 저류조, 복개천 복원 등과 같은 방재 인프라 구축과 반지하 매입, 기후 취약층 계층 지원 등과 같은 기후위기 대응 적응 사업을 차질 없이 진행하기 위해서는 막대한 예산투입이 요구되고 있다. 녹색예산 확보를 위해서는 우선 서울시 자체적인 재원 확보가 필요하지만, 한편으로는 정부의 지자체 기후예산 지원 확대가 적극적으로 이루어질 필요가 있다.

국가 재원의 일부를 지방재정으로 이양하는 방안 중 하나로, 교통·에너지·환경세를 지방의 녹색예산으로 활용하는 방안이 있다. 교통·에너지·환경세의 당초 도입 목적은

사용자 부담 원칙에 따른 교통시설 확충 재원 마련이었다. 하지만 교통 인프라는 어느 정도 충분히 구축된 반면, 도로수송부문은 미세먼지 및 온실가스의 주요 오염원으로 작용하여 대기환경 개선과 기후위험 대비 안전 강화 수요는 크게 증가한 상황이다. 현재 교통시설특별회계로 가장 큰 비중의 세입이 전입되나, 지출이 수입을 따라가지 못해 여유 재원이 지속 발생하여 매년 남은 재원을 공공관리기금으로 예탁 중이다. 화석연료 기반 도로이동오염원에 의한 기후·대기 문제와 안전 문제는 특정 구역 내에서 발생하는 즉, 지역성이 높은 문제이기에 지방정부의 환경예산으로 활용할 수 있는 방안 마련이 필요하다.

또 다른 방안으로 환경개선부담금의 지방 재원 이양 방안을 검토할 수 있다. 환경개선 부담금은 오염원인자부담원칙에 따라 오염물질을 배출하는 자가 그에 상응하는 오염 물질 처리 비용을 부담하도록 함으로써 오염 저감을 유도하고 대기 및 수질 환경 개선사업 등을 위한 환경투자재원을 확충하는 데 목적을 두고 있다. 이를 현재 중앙에서 지역으로 교부하는 방식보다는 지역에서 징수·세수 확보 후 지출하는 것이 지역별로 분포와 정도가 상이한 오염 문제 해결에 효과적이며 행정비용도 줄일 수 있을 것이다. 부담금이 많이 발생한다는 것은 해당 지역의 오염이 많이 발생하며, 환경개선을 위한 상당한 비용이 필요하다는 것을 보여주는 것이다. 중앙정부가 부담금 형태로 징수하여 다시 지역에 교부하는 방식보다는 지역에서 징수하고 지출하도록 하는 것이 원인자 부담 원칙에 상응한 조치라고 볼 수 있다.

한편, 서울시 자체적인 녹색예산 확보 방안으로 서울시 기후대응기금 예산의 확대와 이용 개선을 검토할 필요가 있다. 기금 확대를 위해 현재 일반회계로 편입되는 환경 관련 부담금 징수교부금을 서울시 기후대응기금의 재원으로 확보하는 방안(예, 전라남도 기후대응기금), 일반회계로부터 일정 비율을 기후대응기금으로 전입하는 방안을 검토할 필요가 있다. 한편 서울시 기후대응기금의 예산확보뿐만 아니라 기금 용도의 명확화, 고유 목적 사업(기후 사업)의 발굴이 함께 진행될 필요가 있다. 기후대응기금의 재원은 주로 민간건물 에너지효율화, 신재생에너지보급 위주로 지원되고 있는데, 이 외에 기후위기 적응을 위한 고유 목적 사업의 발굴이 필요하다.

### ③ 관련·상위계획과의 연계성 강화

기술 중심의 적응대책에서 관련 계획과 제도의 체계적인 수립과 운영으로 도시 인프라의 장기적·구조적인 전환을 이루어야 한다. 이를 위한 방안 중 하나로, 도시기본계



획의 기후변화 취약성 평가와 적응계획을 공간적으로 반영할 필요가 있다. 현재 도시 기본계획의 재해 취약성 분석이 제대로 이루어지지 않고 있으며, 공간적·사회적 취약성 특성에 따른 재해 저감 대책이 반영되어 있지 못하고 있다. 이에, 도시공간 내 기후변화 재해에 취약한 지역을 구체적으로 파악하고, 지역 맞춤형 적응대책을 도시계획 단계에서 제시하여 사업이 안정적으로 추진될 수 있는 토대를 마련할 필요가 있다. 지구단위계획은 도시기본계획의 핵심 이슈별 전략, 기초생활권 관리방안 등 상위계획을 구체화하는 실현 수단이다. 보도, 공원, 녹지, 주차장 등 기반시설 계획 시 기후적응(열, 물순환, 바람길 등)을 반영할 수 있도록 의무 지침을 마련하고 신규 개발 시 지역난방, 지열·수열 히트펌프, 태양광 등의 친환경 에너지 기반시설을 의무적으로 구축하도록 지침 강화가 필요하다.

도시공원의 방재기능 강화가 중요해지면서 공원의 방재기능 강화를 위한 실질적인 제도개선도 필요하다. 지난 2019년 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」에 공원 유형 중 하나로 방재공원을 신설하였지만 우수유출 저감을 위한 설치기준, 기능 등 구체적인 내용이 미흡한 상태이다. 이에 방재공원을 체계적으로 조성 및 배치할 수 있도록 「도시공원 및 녹지 등에 관한 시행규칙」, 「도시공원 녹지의 유형별 세부기준 등에 관한 지침」 등을 개정하여 공원 유형별 기능, 설치가능 시설, 공간계획 등의 세부적인 기준을 마련해야 한다.

