파리협정 이행 위한 서울시 '2050 탄소중립' 전략

황인창 김고운 백종락

서울연구원
The Seoul Institute

파리협정 이행 위한
서울시 '2050 탄소중립' 전략

서울연구원
The Seoul Institute

연구책임

황인창 서울연구원 안전환경연구실 부연구위원

연구진

김고운 서울연구원 안전환경연구실 부연구위원
백종락 서울연구원 안전환경연구실 연구원
손원익 서울대학교 박사과정

서울연구원
The Seoul Institute

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

기후위기에서 벗어나 누구나 풍요롭고 지속가능한 서울 향한 2050 전략 마련

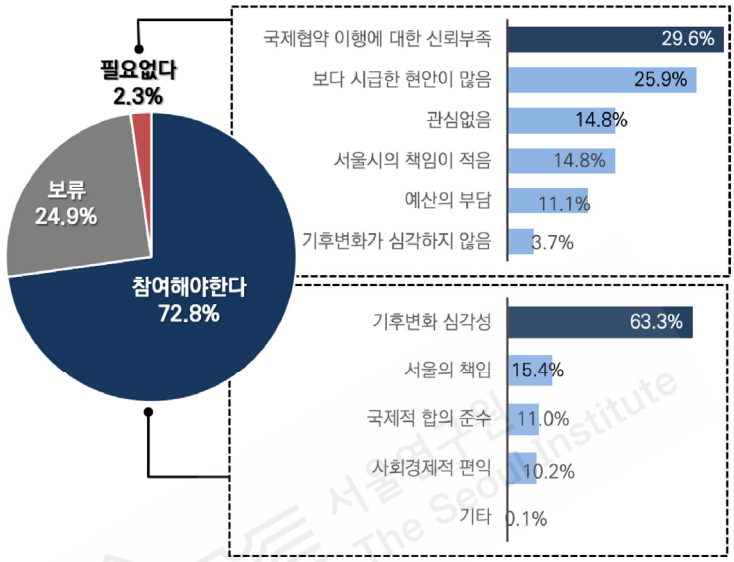
기후위기시대, 돌이킬 수 없는 환경변화 막으려면 도시가 먼저 행동해야

유엔기후변화협약과 C40 등 국제사회는 산업화 이전 대비 지구평균기온의 상승 정도를 1.5℃ 이내로 억제하기 위해 노력하고 있다. 기후 시나리오 분석에 따르면 1.5℃ 목표를 달성하기 위해서는 모든 당사국과 도시가 적어도 2050년까지는 온실가스 순 배출량을 0(탄소중립)으로 만들어야 한다. 공장과 발전소 등이 도시 외곽으로 이전하면서 온실가스 직접 배출은 줄어들었지만, 도시는 인구와 주거지가 밀집해 있으며 경제활동의 중심이라는 점에서 여전히 중요한 온실가스 배출원이다. 또한 도시는 높은 인구밀도와 부족한 생태계로 일정 수준을 넘어서는 기후변동성 발생 시 그 영향의 정도가 더 심각할 수 있다. 따라서 도시 정부는 온실가스 감축과 기후변화 적응을 위한 노력의 책임을 국가나 국제사회로 떠넘기거나, 국가나 국제사회의 이니셔티브에 소극적으로 따라가기보다는 스스로 적극적으로 먼저 행동해야 한다.

서울시민 10명 중 7명 "국제사회 탄소중립 노력에 서울시도 적극 동참해야"

서울은 1.5℃ 목표를 달성하기 위한 국제사회의 노력에 적극적으로 동참할 것이다. 설문조사 결과에서 확인할 수 있듯이 기후변화에 대한 서울시민의 인식은 상당히 높은 편이다. 서울시민 10명 중 9명은 기후변화로 인한 피해를 심각하게 받아들이고 있으며, 서울시가 기후변화문제를 해결하기 위해 적극적으로 행동하기를 요구하고 있다. 서울시민은 지구평균기온의 상승을 1.5℃ 이하로 억제하려는 국제사회의 노력에도 서울시의 적극적인 동참을 요구하고 있으며, 탄소중립을 달성하기 위한 수단으로서 탄소세, 배출권거래제, 탄소예산제, 자동차 운행제한제, 배출량 기반 자동차 통행료, 온실가스 상쇄 등의 정책을 도입하고 확대하는 것에 대해서도 10명 중 7명이 찬

성하고 있다. 또한 서울시민 10명 중 7명은 탄소중립 달성을 위해 지방세 추가 납부 의사가 있으며, 기후변화 정책 거버넌스 조직을 구성하게 되면 시민 10명 중 6명은 이에 참여할 의향도 있다. 설문조사를 통해 파악된 서울시민의 기후변화 인식과 정책 수용성은 서울시가 향후 탄소중립 정책을 적극적으로 실행해나가는 데 상당히 긍정적인 요소라고 할 수 있다.



[그림 1] 국제사회의 탄소중립 목표에 동참할 것인가에 대한 시민 의견

'인식·공감 넘어 개인이 행동하도록' 의제 설정하고 방향 제시할 시점

기후변화에 대한 적극적인 인식과 생각이 곧바로 행동(온실가스 감축)으로 이어지는 것은 아니다. 2020년에 코로나19 바이러스의 전 세계적 확산 과정에서 한국은 당국의 적극적인 대처와 시민의 방역수칙 준수로 바이러스의 폭발적인 확산을 통제한 바 있다. 시민 개개인이 바이러스의 위험성을 인식하고 있었을 뿐 아니라, 감염 위험성에서 벗어나기 위해서는 다소 불편할지라도 방역수칙을 준수해야 한다에 공감하고 실천했기 때문에 가능했던 일이다. 코로나19 바이러스 감염 사태는 이러한 집단의 압박(peer pressure)이 사회가 공유하는 가치를 실현하는 데 긍정적으로 작용할 수 있음을 잘 보여준다. 기후변화를 억제하려는 노력은 이제 과학자나 정치인들만의 의제가

아니다. 이제는 인식과 공감을 넘어 개개인이 행동할 수 있도록 서울시가 의제를 설정하고 방향을 제시해야 할 때이다.

서울 기후변화 정책 비전: 사람·자연, 미래가 공존하는 지속가능한 서울

서울의 기후변화 정책 비전은 '사람·자연, 미래가 공존하는 지속가능한 서울'이다. 이러한 비전 아래 서울은 2050년까지 기후위기에서 벗어나 누구나 누리는 풍요롭고 지속가능한 서울을 이루고자 한다. 서울의 비전은 기후환경 정책을 통해 달성하고자 하는 서울의 미래상으로 지속가능성, 환경적 깨끗함과 쾌적함, 풍요로움, 형평성과 공정성 등 서울시민이 중요하게 여기는 가치를 포함한다. 기후환경 변화는 우리 사회가 누릴 수 있는 지속가능성, 환경적 깨끗함과 쾌적함, 풍요로움을 위협하는 가장 큰 리스크이다. 적극적인 기후변화 대응은 기후변화가 이러한 사회적 가치에 미치는 부정적인 영향을 줄이기 위한 효과적인 수단이 될 수 있다. 기후변화 대응은 지속가능성, 환경적 깨끗함과 쾌적함, 풍요로움을 누구나 누리되 형평성과 공정성을 고려하여 추진되어야 한다.

서울연구원 The Seoul Institute

그린빌딩·그린모빌리티 등 5개 그린전략으로 2050년까지 탄소중립 실현

이 보고서는 서울이 2050년까지 탄소중립에 도달하기 위해 취해야 할 전략과 부문별 과제를 제시한다(5G: 그린빌딩, 그린모빌리티, 그린숲, 그린에너지, 그린사이클). 구체적으로 서울은 건물과 수송부문을 중심으로 온실가스 자체 배출량을 획기적으로 줄이고(2005년 대비 80% 감축), 부족한 부분은 탄소상쇄를 통해 2050년까지 탄소중립을 실현하려고 한다. 탄소중립에 도달하기 위한 핵심 수단으로 서울은 건물 온실가스 총량제와 제로에너지건물 확산 정책을 새롭게 시행할 것이다. 또한 도심 자동차 운행 제한을 확대해 2050년까지는 모든 차량을 전기차와 수소차 등 무배출차량으로 전환할 것이다. 전기차와 수소차의 보급, 건물부문의 전력화 등으로 인해 전력수요는 향후 지속적으로 높아질 전망인데, 서울은 태양광과 수소연료전지를 통해 자체 생산한 그린 전력으로 늘어나는 전력 수요의 대부분을 공급할 것이다. 폐기물 부문에서는 온실가스 배출량의 대부분을 차지하는 직매립을 2025년부터 금지할 것이다.

[그림 2] 서울 탄소중립 추진전략

이와 같은 서울의 탄소중립 전략과 과제는 온실가스 배출을 획기적으로 줄이는 데 기여할 뿐 아니라, 대기오염물질 배출을 큰 폭으로 줄이고, 신재생에너지, 그린리모델링, 새활용 등 관련 분야를 산업화하는 데 이바지할 것으로 기대된다. 결과적으로 서울의 탄소중립은 지구적 차원에서의 기후변화를 완화하는 데 공헌함과 동시에, 서울의 환경을 개선하고, 산업경제를 활성화시키며, 양질의 일자리를 만들어 서울시민의 삶의 질 향상에도 큰 기여를 할 것으로 기대된다.

[표 1] 서울의 탄소중립 정책 기대효과

구분	온실가스 배출 (2005년 대비)	초미세먼지 (PM2.5) 배출 (2016년 대비)	NOx 배출 (2016년 대비)	SOx 배출 (2016년 대비)
BAU	-5%	-16%	-22%	7%
탄소중립	-100% (상쇄 포함)	-54%	-61%	-59%

[표 2] 탄소중립 정책의 산업경제 파급효과(연평균)

구분		서울	전국
에너지부문	생산유발효과(백만 원/연)	17,947,246	35,019,141
	부가가치유발효과(백만 원/연)	5,546,019	10,020,442
	고용유발효과(개/연)	121,179	188,277
폐기물부문	생산유발효과(백만 원/연)	41,401	66,298
	부가가치유발효과(백만 원/연)	18,609	25,315
	고용유발효과(개/연)	385	494

주: 여기서 에너지부문은 가정, 상업, 공공, 수송, 산업 등 에너지를 소비하는 부문과 신재생에너지 등 에너지공급 부문을 모두 포함한다.

서울시 기후변화 적응전략, 시민협력 바탕으로 탄소중립 이행체계 구축

기후변화 취약성 평가결과 서울에서는 폭염으로 인한 건강영향과 집중호우에 따른 침수피해가 가장 클 것으로 판단된다. 또한 강우 강도와 빈도의 불규칙성에 따른 물관리 문제와 도시개발로 인한 생태계 손실 문제 등은 대도시로서 서울이 갖고 있는 중요한 적응 이슈이다. 이에 따라 서울시는 건강분야, 재해재난분야, 물관리분야, 산림생태계 분야 등으로 구분하여 [표 3]과 같은 적응전략을 세우고 다양한 사업을 통해 서울의 기후변화 취약성을 낮출 것이다. 또한 서울시는 중장기적으로 [표 4]에 제시한 바와 같은 과제를 추진해나갈 계획이다.

[표 3] 기후변화 적응분야와 주요 전략

분야	목표	주요 전략
건강영향	- 시민건강보호	- 폭염 대응 - 감염병 및 대기오염 대응
재해재난	- 도시재해 대응력 강화	- 풍수해대응 방재기능 강화 - 폭설과 한파 대응체계 확보 - 산림재해 예방 및 대응
물관리	- 안정적 물관리 체계 확보	- 안정적인 물관리 체계 확보 - 수질 및 수생태계 관리
산림생태계	- 생태계 건강성 회복	- 생물다양성 보전 - 도시녹지의 기능증진

[표 4] 기후변화 적응분야 중장기 과제

구분	주요 내용
취약성 평가 고도화	- 동 단위 또는 세부 격자단위 취약성 평가 도구 개발 - 지역사회 구성원이 참여하는 취약성 평가 체계 마련
기후변화 주류화를 위한 거버넌스 구축	- 도시계획, 교통, 산업경제, 에너지공급 등 주요 정책 수립 시 기후변화를 고려할 수 있도록, 시민, 기업, 이해당사자, 전문가가 참여할 수 있는 거버넌스 체계 마련
생태기반 적응계획 수립	- 생태기반 적응 기법 개발(생태기반 도시계획 지원 툴 등) - 로드맵을 포함한 중장기 계획 수립
감축-적응 연계사업 개발	- 감축과 적응을 연계할 수 있는 사업 개발 - 로드맵을 포함한 중장기 계획 수립
조기경보시스템 개발	- 조기경보시스템 구축

서울시는 탄소중립 사업을 원활히 수행하고 그린뉴딜을 촉진하기 위해 [표 5]와 같이 시민협력을 바탕으로 한 기후정책 이행체계를 구축할 계획이다. 시민들의 자발적인 온실가스 감축을 유도하고 지원하기 위해 에코플랫폼을 확대하고, 탄소중립과 그린뉴딜

관련 전문가를 양성하고 교육과 홍보를 확대할 예정이다. 또한 산하기관과 협력해 온실가스 감축기술을 개발하고 검증하는 체계를 마련할 것이다. 탄소중립 계획을 이행하는 과정을 모니터링하고 평가하기 위해 시민단체, 전문가, 기업, 이해당사자 등이 참여하는 기후정책 이행체계를 구축해 나갈 계획이다.

[표 5] 시민협력을 바탕으로 한 탄소중립 이행체계 구축

구분	주요 사업
시민참여 에코플랫폼 확대	- 에코마일리지, 승용차마일리지 등 인센티브 지급 분야 확대 - 에너지자립마을 확대
인력양성과 시민교육 확대	- 청년이 제안한 아이디어를 사업화할 수 있도록 전문가 컨설팅 및 기술협력 지원 - 태양광 창업스쿨 운영, 녹색산업분야 교육과 창업지원 - 교육과 홍보사업 확대
산하기관 협력 확대	- 산하기관과 탄소중립 협력체계 구축 - 온실가스 감축기술 개발 및 검증
기후위기대응 컨트롤 타워 구축	- 탄소중립 사업 통합적 관리를 위한 컨트롤 타워 마련, 메타 거버넌스 구성

서울연구원 The Seoul Institute

목차

01 서론 2

1_국제사회의 기후변화 대응 2
2_도시의 온실가스 감축 책임 3
3_연구의 목적, 서울의 장기 기후변화 대응전략 수립 6

02 기후변화와 서울의 미래 14

1_기후변화 전망 14
2_기후변화의 영향과 취약성 20
3_서울의 장기 온실가스 배출경로 전망 28

03 서울시민의 기후변화 인식과 정책 수용성 36

1_설문조사 개요 36
2_기후변화에 대한 인식 39
3_기후변화정책에 대한 수용성 40
4_재원과 거버넌스 46
5_시사점 47

04 탄소중립 목표와 전략 50

1_비전과 목표 50
2_전략과 방법 52
3_부문별 추진계획 53
4_기대효과 74

서울연구원 The Seoul Institute

05 기후변화 적응계획 — **80**

1_분야별 적응계획 80

2_중장기 과제 88

06 형평성 제고와 기후정책 거버넌스 전략 — **96**

1_기후형평성의 제고 96

2_기후정책 거버넌스 강화 109

참고문헌 — **119**

부록 — **124**

부록 1_설문지 124

부록 2_산업경제파급효과 분석 방법론 139

Abstract — **145**

서울연구원 The Seoul Institute

표 목차

[표 1-1] 국가와 서울의 1인당 온실가스 배출량 비교 8
[표 2-1] 최근 5년간 서울시 한파특보 발령 현황 17
[표 2-2] 서울의 기후변화 전망 19
[표 2-3] 최근 10년간(2009년~2018년) 서울시 풍수해 피해 총액 21
[표 2-4] 주요 사회경제 지표 전망 24
[표 2-5] 에너지원-부문별 설명변수 29
[표 2-6] 온실가스 배출경로 전망 시나리오 31
[표 2-7] 기후변화 대응 목표와 전략 수립을 위한 시민과 전문가 참여 32
[표 2-8] 서울 부문별 온실가스 목표 배출량 34
[표 2-9] 서울 부문별 온실가스 필요 감축량(2005년 배출량 대비) 34
[표 3-1] 설문조사 개요 36
[표 3-2] 설문지 구성 37
[표 3-3] 응답자 분포 38
[표 4-1] 탄소중립을 위한 주요 정책수단 53
[표 4-2] 건물부문 주요 정책수단 54
[표 4-3] 제로에너지 인증 기준 55
[표 4-4] 서울시 공공임대 및 분양주택 기준 56
[표 4-5] 그린리모델링 사업 계획 57
[표 4-6] 인식확산 및 기반마련을 위한 사업 57
[표 4-7] 수송부문 주요 정책수단 58
[표 4-8] 전기차와 수소차 보급 확대를 위한 정책수단 59
[표 4-9] 친환경등급에 따른 자동차운행제한 로드맵(안) 61
[표 4-10] 환경부 자동차 배출가스등급 산정기준(경형, 소형·중형자동차) 62

서울연구원 The Seoul Institute

[표 4-11] 환경부 자동차 배출가스등급 산정기준(대형·초대형자동차) 62
[표 4-12] 교통수요관리 정책수단 63
[표 4-13] 에너지공급부문 주요 정책 목표와 전략 65
[표 4-14] 태양광 보급 정책수단 66
[표 4-15] BIPV 도입 사례 66
[표 4-16] 수소연료전지와 분산형에너지 보급 정책수단 67
[표 4-17] 폐기물부문 목표와 전략 69
[표 4-18] 폐기물발생 예방 정책수단 70
[표 4-19] 발생폐기물 처리 정책수단 71
[표 4-20] 물질재활용체계 구축 정책수단 71
[표 4-21] 탄소상쇄부문 정책수단 73
[표 4-22] 서울의 탄소중립 정책 기대효과 75
[표 4-23] 산업경제 파급효과(연평균) 76
[표 4-24] 지불용의액 시나리오 77
[표 5-1] 기후변화 적응분야와 주요 전략 81
[표 5-2] 건강영향분야 주요 정책 82
[표 5-3] 폭염영향예보에 따른 공사장 대응방안 82
[표 5-4] 재해·재난분야 주요 정책 84
[표 5-5] 동파예보에 따른 행동요령 85
[표 5-6] 물관리분야 주요 정책 86
[표 5-7] 산림·생태계분야 주요 정책 87
[표 5-8] 중장기 과제 88
[표 6-1] 유엔과 서울시의 지속가능발전목표(SDGs) 13번 목표와 세부목표 102
[표 6-2] 기후정책 거버넌스 역량 구성 요소 109
[표 6-3] 기후정책 시민참여 영역 113
[표 6-4] 시민협력을 바탕으로 한 탄소중립 이행체계 구축 114
[표 6-5] 시민의견 수렴 방안 117
[표 6-6] 시민참여 워크샵 추진과정: 2019년 서울에너지시민기획단 사례 117

서울연구원 The Seoul Institute

그림 목차

[그림 1-1] 유엔 지속가능발전 목표 3
[그림 1-2] 인구 규모와 탄소발자국 4
[그림 1-3] 소득수준과 온실가스 배출 5
[그림 1-4] 온실가스 배출량 산정 범위 6
[그림 1-5] 서울시 온실가스 배출 7
[그림 1-6] 서울시 부문별 온실가스 배출 변화 8
[그림 1-7] 전 세계 주요 도시 1인당 온실가스 배출량 9
[그림 1-8] 녹색서울시민위원회 조직 10
[그림 1-9] 1.5℃ 목표달성을 위한 온실가스 배출경로 10
[그림 2-1] 서울의 연평균기온 전망 15
[그림 2-2] 기후변화와 기후변동성 15
[그림 2-3] 서울의 기온 변화 16
[그림 2-4] 서울 난방도일의 변화 17
[그림 2-5] 서울 냉방도일의 변화 18
[그림 2-6] 서울 열대야일수의 변화 18
[그림 2-7] 서울시 연강수량 및 강우일수 19
[그림 2-8] 환경-자원-경제의 상호작용 20
[그림 2-9] 환경 용량과 회복탄력성 22
[그림 2-10] 기후변화의 경제적 비용 23
[그림 2-11] 생태계의 역할 27
[그림 2-12] 서울의 도시형태 변화 27
[그림 2-13] 시나리오에 따른 서울 온실가스 배출경로 31
[그림 2-14] 서울의 부문별 온실가스 목표 배출량 33

서울연구원 The Seoul Institute

[그림 3-1] 기후변화 심각성과 우려사항 응답결과 39
[그림 3-2] 사회적 가치 우선순위 응답결과 40
[그림 3-3] 원전하나줄이기 2단계 주요 사업 41
[그림 3-4] 태양의 도시 서울, 실행 과제 41
[그림 3-5] 서울시 기후변화정책 인지도와 참여도 응답결과 42
[그림 3-6] 국제사회의 탄소중립 목표에 동참해야 하는가에 대한 시민 의견 43
[그림 3-7] 기후변화정책 고려사항 우선순위 응답결과 43
[그림 3-8] 온실가스 감축 목표 응답결과 44
[그림 3-9] 정책수단별 수용성 응답결과 44
[그림 3-10] 에너지 관리 정책 수립이 필요한 이유 응답결과 45
[그림 3-11] 에너지관리 정책 우선순위 응답결과 45
[그림 3-12] 재원마련 방안 응답결과 46
[그림 3-13] 정책추진력 확보를 위해 가장 중요한 사항 응답결과 47
[그림 3-14] 기후변화 대응 거버넌스 참여 의사와 주요 의제 응답결과 47
[그림 4-1] 서울 탄소중립 계획 수립 체계 51
[그림 4-2] 기후위기 대응 T/F 구성 51
[그림 4-3] 서울 탄소중립 추진전략 52
[그림 4-4] 건물 온실가스 총량제 로드맵(안) 54
[그림 4-5] 중앙정부 제로에너지건축 로드맵 55
[그림 4-6] 제로에너지건축물 개념 55
[그림 4-7] 서울시 민간건물 ZEB 로드맵(안) 56
[그림 4-8] 서울시 건물부문 탄소중립 로드맵(안) 58
[그림 4-9] 초저공해차량 인센티브 선호도 60
[그림 4-10] 녹색교통진흥지역 확대 계획 61
[그림 4-11] 서울시민의 자동차 교체주기 63
[그림 4-12] 서울시 수송부문 탄소중립 로드맵(안) 64
[그림 4-13] 서울시 신재생에너지 생산 목표 65
[그림 4-14] 스마트 에너지시티 조성 시범사업 68
[그림 4-15] 서울시 에너지공급부문 탄소중립 로드맵(안) 68
[그림 4-16] 분산형 에너지 그리드 개념도 69

서울연구원 The Seoul Institute

[그림 4-17] 서울시 폐기물부문 탄소중립 로드맵(안) 72
[그림 4-18] 순환경제 개념도 72
[그림 4-19] 서울시 탄소상쇄부문 탄소중립 로드맵(안) 74
[그림 4-20] 대기오염물질 배출원 중 에너지부문이 차지하는 비중(2016년) 75
[그림 4-21] 탄소중립을 위한 비용 지불의사 77
[그림 5-1] 기후변화 취약성 구성요소 80
[그림 5-2] 쿨링포그(광화문광장) 83
[그림 5-3] 안개분사형 그늘막(강북구) 83
[그림 5-4] 교통섬에 그늘목 식재 83
[그림 5-5] 무더위쉼터 야간 운영 현황 83
[그림 5-6] 서울시 동파 발생 현황 84
[그림 5-7] 향림 빗물순환마을 조성 현황 86
[그림 5-8] 도심형 식물공장 지하철 상도역 메트로팜 87
[그림 5-9] 서울형 수직정원 이미지 87
[그림 5-10] 생태기반적응 개념도 90
[그림 5-11] 생태기반적응 도시계획 지원 툴 적용 사례(네덜란드) 91
[그림 5-12] 기후변화 대응 방향 변화 91
[그림 5-13] 감축-적응 연계전략 고려 요소 92
[그림 5-14] 기후변화 대응 방식 분류 93
[그림 5-15] 기후회복력에 따른 시스템 상태변화 93
[그림 6-1] 기후정의 개념의 층위와 관련 기후변화 적응 방향 97
[그림 6-2] 서울시 기후변화종합대책의 적응 비전 98
[그림 6-3] 국가환경종합계획의 비전과 목표, 핵심전략과 5. 환경정의 전략 100
[그림 6-4] 제2차 서울시 지속가능발전기본계획 및 이행계획의 구조 101
[그림 6-5] 에너지빈곤 정의 및 정책대상 선정기준 사례 104
[그림 6-6] 서울의 약속 수립 절차 114
[그림 6-7] 서울시 에너지자립마을 2.0 추진계획 115
[그림 6-8] 찾아가는 에너지 놀이터 116

서울연구원 The Seoul Institute

01
서론

서울연구원
The Seoul Institute

1_국제사회의 기후변화 대응
2_도시의 온실가스 감축 책임
3_연구의 목적, 서울의 장기 기후변화 대응전략 수립

01. 서론

1_국제사회의 기후변화 대응

2015년 파리에서 열린 유엔기후변화협약(UNFCCC) 당사국총회(COP)에서는 195개 참가국 만장일치로 기후변화 대응 합의문(파리협정)을 채택하였다. 합의문에서 회원국은 지구평균기온 상승을 산업화 이전 대비 2℃ 이내로 억제하고, 추가적인 노력을 통해 1.5℃ 이내로 제한하기로 하였다. 또한 후속논의를 통해 2050년까지 탄소배출 제로(carbon neutral)를 목표로 국가별로 중장기 기후변화 대응전략을 수립하도록 하였다. 전 세계 주요 도시의 기후변화 대응 네트워크인 C40(cities 40)에서는 회원 도시가 2020년까지 파리협정과 연계한 장기 탄소중립 계획을 수립하도록 권고하고 있다. 이에 따라 서울 등 103개 도시는 2020년까지 장기 탄소중립계획을 수립하기로 하였으며(deadline 2020 선언), 현재까지 전 세계 12개 도시에서 탄소중립을 선언하고 보고서를 제출하였다.

2015년 유엔 정상회의에서는 [그림 1-1]과 같은 '2030 지속가능발전 의제'와 17개의 '지속가능발전 목표'(Sustainable Development Goals)를 작성하였다. 지속가능성은 '현재 세대의 필요를 충족시키기 위하여 미래 세대가 사용할 경제·사회·환경 등의 자원을 낭비하거나 여건을 저하시키지 아니하고 서로 조화와 균형을 이루는 것'이라고 정의할 수 있다(『지속가능발전법』 제2조). 이러한 '지속가능성에 기초하여 경제의 성장, 사회의 안정과 통합, 환경의 보전이 균형을 이루는 발전'을 지속가능한 발전이라고 한다(『지속가능발전법』 제2조). 유엔 정상회의의 결의에 따라 회원국과 지자체에서는 경제, 사회, 환경, 에너지, 복지 등 제반 분야에 대한 종합적인 발전 방안을 마련해 나가고 있다. 기후변화로 인해 초래될 수 있는 비가역적인 환경변화에 대한 체계적이고 종합적인 대응은 지속가능발전을 위한 핵심 의제 중 하나이다.

[그림 1-1] 유엔 지속가능발전 목표

출처: http://ncsd.go.kr/app/sub02/20.do

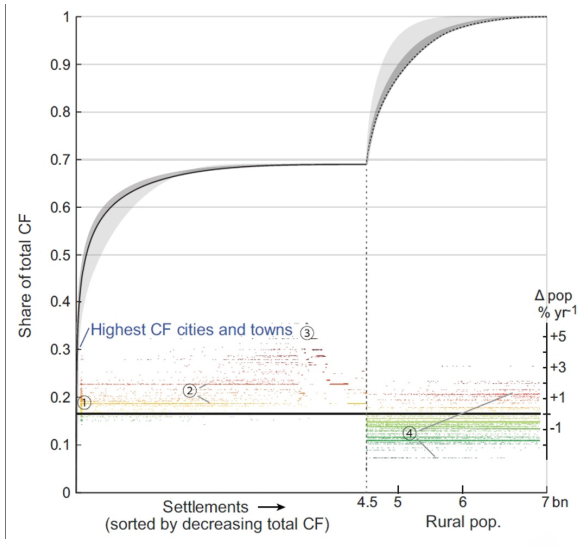
서울연구원 The Seoul Institute

2_도시의 온실가스 감축 책임

파리협정(Paris agreement) 이후 전 세계 주요 도시는 2100년까지 산업화 이전 대비 지구 평균기온의 상승폭을 2℃ 혹은 그보다 낮은 1.5℃ 이내로 유지하려는 목표를 달성하기 위해 노력하고 있다(IPCC, 2018). [그림 1-2]에서 나타난 바와 같이, 전 세계 도시는 지구 전체 탄소발자국(carbon footprint)의 약 70%를 배출하고 있으며, 이 중 대부분은 소수의 대도시에서 배출하고 있다(Moran et al., 2018).[1] 에너지 소비로 인한 배출로 국한하면 도시의 이산화탄소(CO_2) 배출량은 전 세계 배출량의 약 75%를 차지한다(IPCC, 2014). 또한 도시의 온실가스 배출 증가율은 비도시지역보다 훨씬 더 높은 수준에서 유지되고 있다.

---

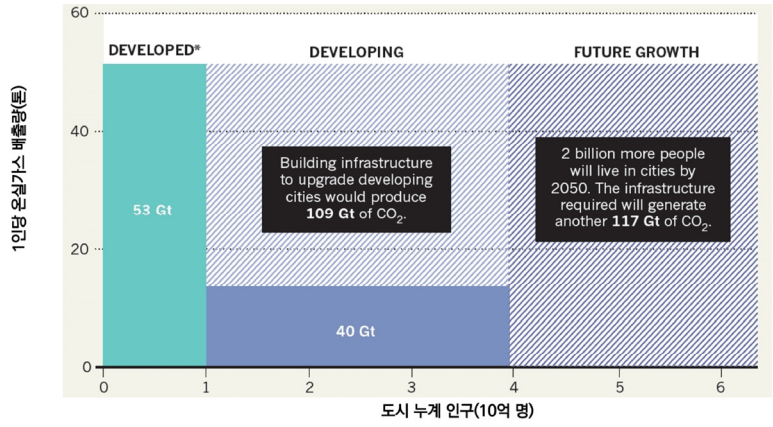
1) 탄소발자국은 개인이 소비와 생산 등 경제활동을 하는 과정에서 배출하는 온실가스 총량을 의미한다. 탄소발자국에는 자가용 주행, 보일러 사용 등과 같이 에너지를 사용하는 과정에서 직접적으로 배출되는 것뿐 아니라 제품 소비를 통해 간접적으로 배출되는 온실가스도 포함된다(제품을 생산하는 지역에서 배출되는 온실가스).



[그림 1-2] 인구 규모와 탄소발자국

출처: Moran et al., 2018

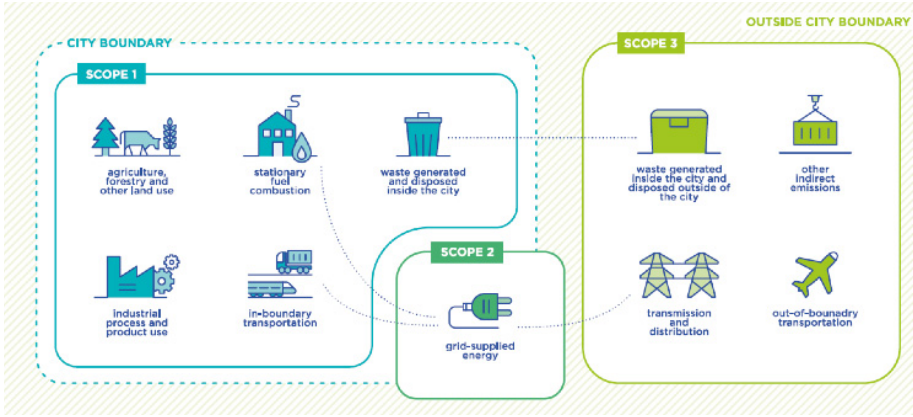
도시의 소득수준에 따라서도 온실가스 배출량은 큰 차이를 보인다. 선진국 도시의 1인당 온실가스 배출량(53톤CO_2/인)은 개발도상국 도시의 1인당 온실가스 배출량(10톤CO_2/인)보다 5배 이상 많다(Bai et al., 2018; Muller et al., 2013). [그림 1-3]에서 나타난 바와 같이 향후 개발도상국과 저개발국가의 도시가 선진국 도시 수준으로 온실가스를 배출하게 된다면, 기후변화에 따른 비가역적인 환경변화를 막을 방법은 없어질 수 있다. IPCC 5차보고서(IPCC, 2013)에 따르면 산업화 이전보다 1.5℃ 혹은 그 이상 지구 평균기온이 높아지게 되면, 극지방 빙하가 소멸되고 해양대순환이 붕괴되는 등의 비가역적인 환경변화가 유발될 수 있다. 이러한 비가역적인 환경변화를 막기 위해 향후 전 세계가 대기 중에 배출할 수 있는 온실가스의 총량을 의미하는 탄소예산(carbon budget)이라는 개념이 있다. IPCC의 1.5도 특별보고서(IPCC, 2018)에 따르면, 전 세계 탄소예산은 580~770기가톤CO_2eq 정도인데, 개발도상국과 저개발국가 도시의 1인당 평균 온실가스 배출량이 현재 선진국 도시 수준에 도달하게 되면, 1년에만 약 236기가톤CO_2eq를 배출하게 되어 3~4년만에 탄소예산을 모두 소진할 수 있다.



[그림 1-3] 소득수준과 온실가스 배출

출처: Bai et al., 2018

[그림 1-4]와 같이 도시의 온실가스 배출은 도시경계 내에서의 배출과 도시경계 밖에서의 배출로 구분할 수 있다. 서울시를 포함하여 현재까지 대부분의 도시는 도시 경계 내에서의 직접배출과 전력과 열소비 등에 따른 간접배출을 온실가스 인벤토리(부문별 온실가스 배출량에 대한 공식 통계)에 포함하고 있다. 최근에는 기후변화에 관한 도시 간 협의체인 C40를 중심으로 도시 내 제품 소비가 유발하는 간접 온실가스 배출(제품을 생산하는 지역에서 배출되는 양)도 도시의 책임 범주 안에 포함해야 한다는 인식이 지지를 받고 있다. 실제로 이러한 관점에서 도시 온실가스 배출량을 평가해보면, C40 회원도시들은 도시경계 외부에서 배출되는 것을 포함할 때 온실가스 배출량이 현재 인벤토리상의 배출량보다 59% 더 많아진다(C40, 2018). 서울시 역시 제품 소비에 따른 외부 배출량을 포함하면 인벤토리상 배출량에 비해 온실가스 배출량이 더 클 것으로 예상된다. 다만, 아직까지 서울에서는 제품 소비에 따른 간접배출량 공식 통계가 구축되어 있지 않기 때문에 이 보고서에서는 Scope 2 배출까지를 포함해 온실가스 배출량을 분석하고 장기 온실가스 감축 전략을 제시하고자 한다.



[그림 1-4] 온실가스 배출량 산정 범위

출처: C40, 2018

3_연구의 목적, 서울의 장기 기후변화 대응전략 수립

1) 서울의 온실가스 배출

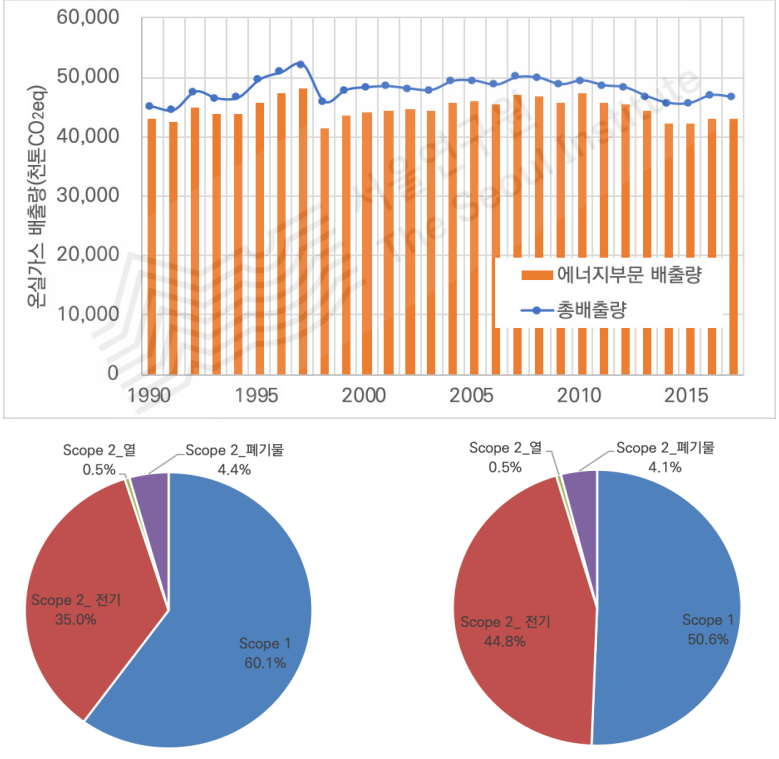
서울의 온실가스 배출량은 [그림 1-5]에서 나타난 바와 같이 2000년대 후반 이후 감소해 왔다. 구체적으로 서울시의 2017년 온실가스 배출량은 46,685천 톤CO_2eq로, 2005년 배출량에 비해 5.6%(276만 톤CO_2eq) 감소했다. 다만, 최근에는 에너지 부문을 중심으로 배출량 감소가 둔화되거나 다소 증가하고 있는데, 폭염과 한파 등 기후변동성이 증가하면서 냉난방을 위한 에너지 수요가 증가한 것이 주요한 원인이다. 서울에서는 에너지원의 전력화가 빠르게 진행되면서 간접배출(scope 2)이 전체 배출량에서 차지하는 비중이 점점 높아지고 있다. 구체적으로 2005년에는 간접배출이 서울시 총배출량의 39.9%를 차지했으나, 2017년에는 49.4%로 높아졌다. 간접배출 중에서는 전력소비로 인한 간접배출이 90.7%로 가장 높고, 폐기물 매립으로 인한 간접배출과 열소비로 인한 간접배출은 8.2%와 1.1%를 차지한다.

서울에서는 에너지부문에서의 온실가스 배출이 전체 배출량의 대부분인 90.6%를 차지하고 있다. 세부부문 중에서는 [그림 1-6]에서 나타난 바와 같이 가정, 상업, 공공 등 건물 부문에서의 에너지 소비로 인한 온실가스 배출이 68.2%를 차지하며, 수송부문은 19.1%를 차지한다. 폐기물과 산업, 산업공정부문의 온실가스 배출은 각각 총배

출량의 5.9%, 4.6%, 3.2%를 차지한다.

온실가스 배출량 변화에 있어서는 대부분 2005년 이후 온실가스 배출량이 감소하였으나, 상업, 공공, 산업공정 부문에서는 배출량이 증가하였다. 특히 상업부문에서는 2017년 배출량이 2005에 비해 17.2% 증가하였으며, 최근 배출 증가율이 높아 관리 필요성이 커지고 있다.

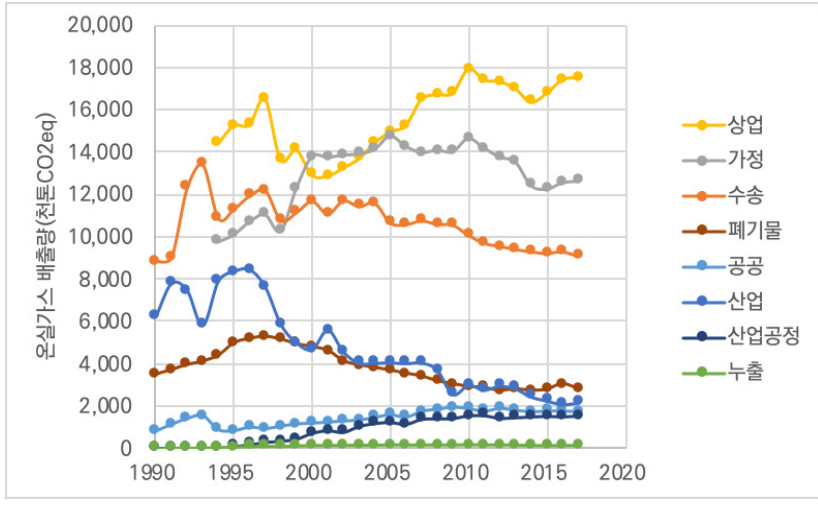
서울의 1인당 온실가스 배출량은 4.7톤CO_2eq/인으로 국가의 13.8톤CO_2eq/인에 비해 크게 낮은 수준이다. 서울의 1인당 배출량은 지속적으로 감소하다가 소폭 증가하였다. 국가 총배출량에서 서울이 차지하는 비중 역시 꾸준히 낮아지다가 2010년대 중반부터는 비슷한 수준을 유지하고 있다. [그림 1-7]에서도 확인할 수 있듯이, 서울은 국가뿐 아니라 전 세계 주요 도시에 비해서도 1인당 온실가스 배출량이 낮은 편인데 서비스업 중심의 고밀 개발이 주요 원인 중 하나일 것이다.

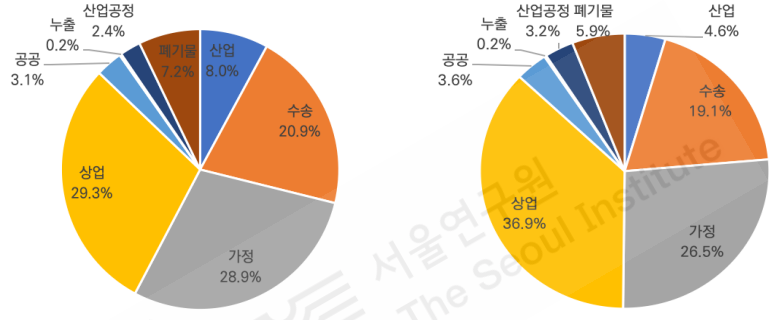


[그림 1-5] 서울시 온실가스 배출

자료: 서울시 온실가스 인벤토리

주: 하단 그림에서 왼쪽은 2005년, 오른쪽은 2017년 값을 나타냄





[그림 1-6] 서울시 부문별 온실가스 배출 변화

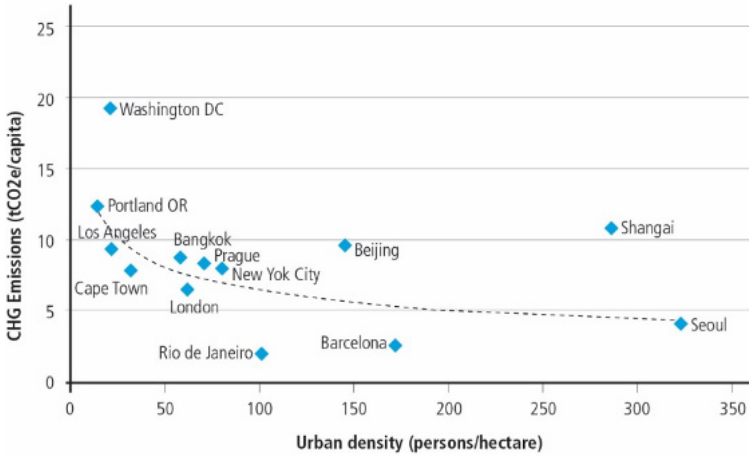
자료: 서울시 온실가스 인벤토리

주: 하단 그림에서 왼쪽은 2005년, 오른쪽은 2017년 값을 나타냄

[표 1-1] 국가와 서울의 1인당 온실가스 배출량 비교

구분		2005	2012	2013	2014	2015	2016	2017
서울	배출량 (천톤CO_2eq)	49,445	48,311	46,817	45,673	45,646	46,986	46,685
	1인당 배출량 (톤CO_2eq)	4.9	4.7	4.6	4.5	4.6	4.7	4.7
	국가 대비 비중 (%)	8.8	7.0	6.7	6.6	6.6	6.8	6.6
국가	총배출량 (천톤CO_2eq)	561,769	687,473	696,969	691,462	692,331	692,573	709,139
	1인당 배출량 (톤CO_2eq)	11.7	13.7	13.8	13.6	13.6	13.5	13.8

자료: 국가 온실가스 인벤토리, 서울시 온실가스 인벤토리

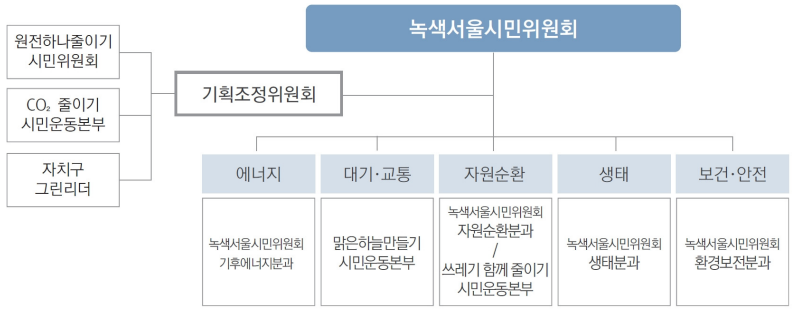


[그림 1-7] 전 세계 주요 도시 1인당 온실가스 배출량

출처: World Bank, 2014

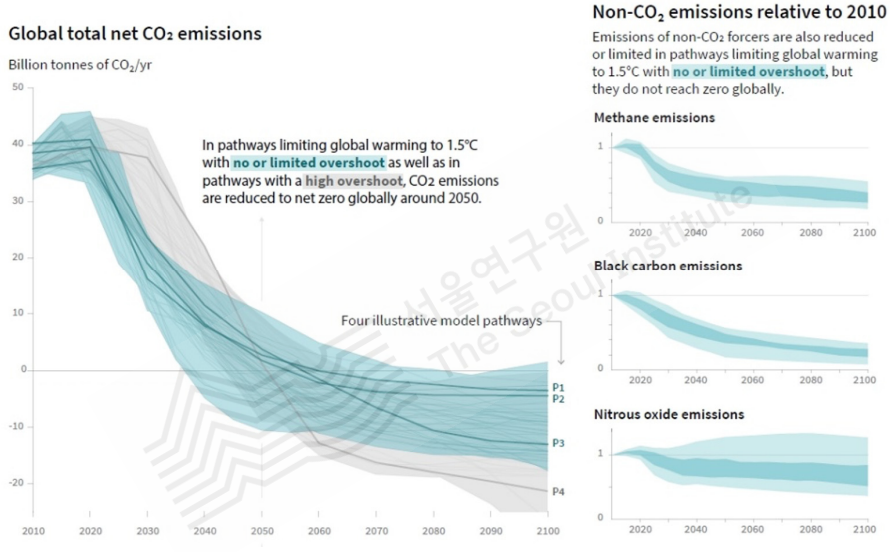
2) 서울시, 2050년까지의 장기기후변화 대응전략 수립 필요

서울시는 2015년 4월 지방정부 국제환경협의회(ICLEI) 세계총회에서 '기후변화 대응을 위한 서울의 비전'(서울의 약속)을 발표하였다(SMG, 2015). 서울의 약속에서 서울시는 에너지, 대기질, 교통, 자원순환, 물, 생태, 도시농업, 건강, 안전, 도시계획 등 기후변화와 관련한 다양한 분야의 사업을 제시하고, 이를 통해 온실가스 배출량을 2005년 대비 2020년까지 25%, 2030년까지 40% 줄이겠다는 목표를 제시하였다. 서울의 약속은 공공부문의 선도, 시민과 기업의 참여를 추진전략으로 하며, 5대 분야 160개 사업으로 구성되어 있다. 또한 서울시는 녹색서울시민위원회의 총괄하에 매년 서울의 약속 사업성과를 점검하고 모니터링 보고서를 발간하고 있다. 녹색서울시민위원회는 [그림 1-8]에 나타난 바와 같이 에너지, 대기·교통, 자원순환, 생태, 보건·안전 등 5개의 분과로 구성되며, 분야별 전문 시민단체가 개별 분과 운영에 참여하고 있다. 서울의 약속에서 제시한 서울의 온실가스 감축 목표는 비가역적인 환경변화를 최소화하기 위한 온실가스 감축경로에 부합한다고 할 수 있다. 참고로 기후변화에 관한 국제간 패널(IPCC)은 [그림 1-8]에 나타난 바와 같이 1.5℃ 목표에 도달하기 위해서는 모든 당사국과 도시가 이산화탄소 배출량을 2030년까지 2010년 대비 40~60% 감축해야 한다고 제시하였다. 이산화탄소를 제외한 온실가스는 감축비용 등을 고려해 대체로 이산화탄소보다는 감축요구량이 적다.



[그림 1-8] 녹색서울시민위원회 조직

출처: 녹색서울시민위원회, 2016



[그림 1-9] 1.5℃ 목표달성을 위한 온실가스 배출경로

출처: IPCC, 2018

그러나 현재 서울시의 온실가스 감축 목표와 전략은 2030년까지만 제시되어 있어 장기적인 비전이 부족하다는 한계가 있다. 또한 앞서 살펴보았듯이 상업부문을 중심으로 건물부문에서의 온실가스 배출량이 큰 폭으로 증가하고 있다는 점에서 건물부문의 전략을 보다 강화할 필요가 있다. 앞서 살펴보았듯이 유엔기후변화협약과 C40 등 국제사회에서도 2050년까지의 장기 기후변화 대응전략을 수립하도록 권고하고 있다.

3) 연구의 목적과 체계

이 보고서는 파리협정 이행을 위한 서울의 장기 기후변화 대응전략을 수립하고, 부문별 계획과 과제를 제안하는 것을 목적으로 한다. 다만 연구를 수행하는 과정에서 4장에서 기술한 것처럼 서울시의 자체 T/F, 전문가 포럼, 시민의 참여가 활발하였고, 이러한 협의 과정에서는 이 연구에서 제안한 주요 내용들이 기초 자료로 활용되었다. 또한 서울시에서는 이 연구에서 제안한 내용과 전문가 포럼에서 제안한 내용, T/F 결과 등을 기초로 2020년 7월에 '그린뉴딜 추진을 통한 2050 온실가스 감축전략'을 발표하였다.

서울시는 2020년 12월에 C40에 서울의 2050 온실가스 감축계획(탄소중립 계획)을 제출할 예정이다. 이 보고서는 C40에 제출할 서울시 공식 보고서의 초안으로도 활용될 예정이다. 따라서 이 보고서는 비록 형식적으로는 서울연구원의 자체 보고서이기는 하지만, 서울시의 입장에서 서울의 계획을 설명하는 형태로 기술되어있다. 또한 이 연구에서 제안한 내용일지라도 2020년 7월 서울시에서 발표한 '그린뉴딜 추진을 통한 2050 온실가스 감축전략'에 포함된 경우에는 출처를 '서울시 내부자료'로 표기하였다.

서울시는 현재 이 보고서를 기초로 C40에 제출할 탄소중립 보고서를 작성하고 있다. 다만, 서울시의 공식적인 최종 보고서는 서울시의 내부 논의를 통해 최종 확정되는 것인 만큼 이 보고서에서 기술한 내용들에서 일부 수정될 수 있음을 밝힌다.

02

기후변화와 서울의 미래

서울연구원
The Seoul Institute

1_기후변화 전망
2_기후변화의 영향과 취약성
3_서울의 장기 온실가스 배출경로 전망

02. 기후변화와 서울의 미래

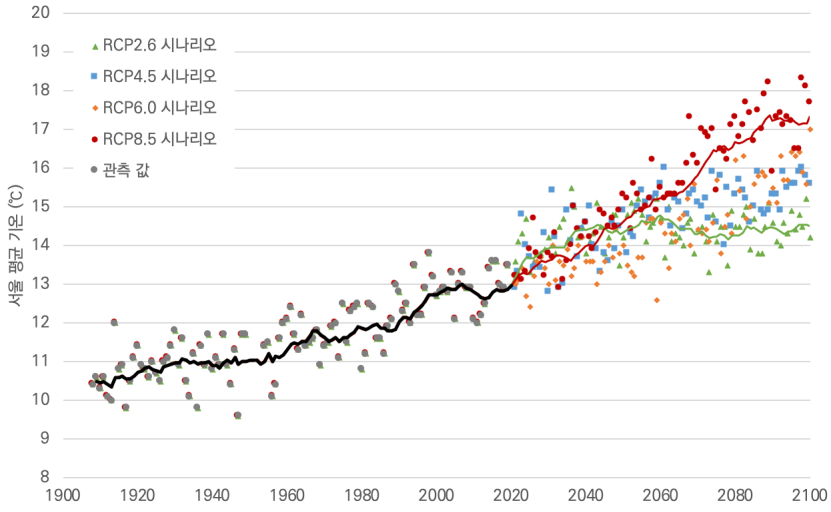
1_기후변화 전망

1) 기온상승과 기후변동성의 증가

지구평균기온은 산업화 이전(1850-1900년)에 비해 약 1℃ 정도 상승하였고, 한반도에서는 공식적인 관측이 시작된 이래 지난 100여 년간 연평균기온이 약 1.4℃ 정도 상승했다(기상청, 2018). 과학자들은 지구평균기온이 산업화 이전 시기에 비해 1.5℃ 이상 상승하게 되면 기후변화의 속도가 더 이상 제어할 수 없을 정도로 빨라지고, 폭염 뿐 아니라 슈퍼태풍과 같은 기상재해의 빈도와 강도가 더욱 커질 것이라고 경고하고 있다.

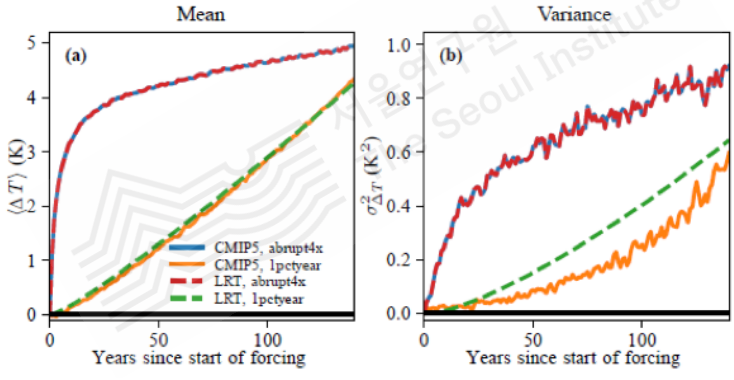
기후변화로 인한 비가역적인 환경변화를 억제하기 위해 2015년 파리에서 개최된 유엔기후변화협약 총회에서는 195개 참가국 만장일치로 '산업화 이전에 비해 향후 지구평균기온이 상승하는 정도를 2℃ 이내(가능한 1.5℃)로 억제'하자는 기후변화 대응 목표 합의문(파리협정)을 채택하였다. 그러나 현재와 같은 속도라면 지구평균기온은 2040년 이전에 산업화 이전 시기보다 1.5℃ 이상 높아질 수 있으며, 서울의 연평균기온은 [그림 2-1]에 나타난 바와 같이 2100년에 시나리오에 따라 현재보다 최대 4℃ 정도 더 높아질 것으로 전망된다(기상청, 2018).

연평균기온의 상승은 그 자체로도 건강과 재산, 생태계에 큰 영향을 미치지만, 기후변동성(climate variability)의 증가(Aengenheyster et al., 2018), 비가역적인 환경변화(OECD, 2015)로 이어질 수 있다는 점에서 최근 기후위기에 대한 인식이 더욱 확산되고 있다. [그림 2-2]는 연평균 기온이 상승함에 따라 기온의 변화폭도 더 커질 수 있음을 보여주고 있다.



[그림 2-1] 서울의 연평균기온 전망

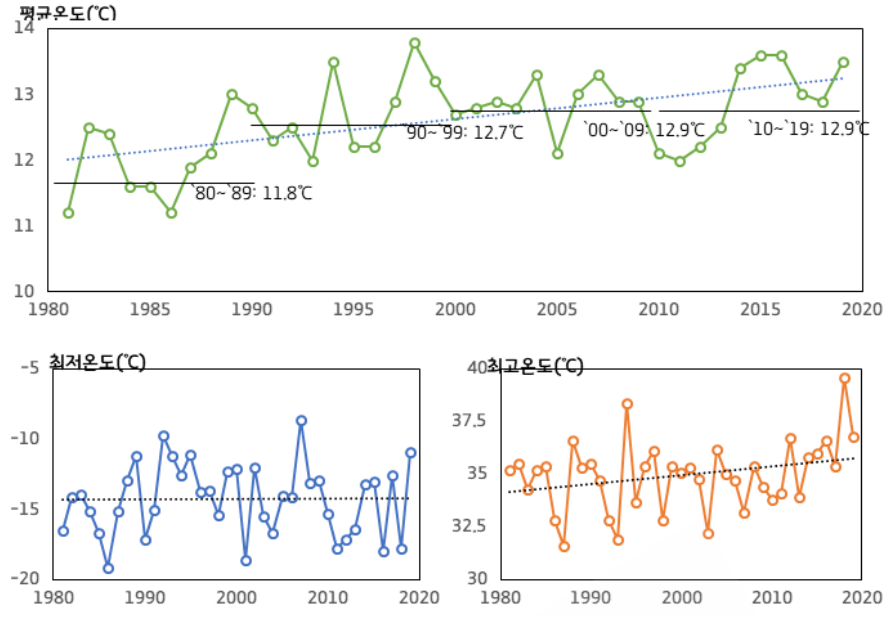
자료: 기상청 기상자료개방포털(https://data.kma.go.kr/)



[그림 2-2] 기후변화와 기후변동성

출처: Aengenheyster et al., 2018

기후변화로 인한 연평균기온의 상승과 함께 서울에서도 폭염 등 이상 기온의 빈도가 크게 증가하고 있다. [그림 2-3]에 나타난 바와 같이 서울의 최근 10년간 평균기온은 1980년대에 비해 1.1℃ 더 높아졌는데, 같은 기간 일 최고기온은 연평균기온보다 더 높게 증가하였으며, 일 최저기온은 동기간 평균보다 오히려 더 낮아졌다. 구체적으로 서울의 2010년대 일 최고기온은 평균 35.9℃로 1980년대에 비해 1.5℃ 증가했으며, 2010년대 일 최저기온은 평균 -15.2℃로 동기간 평균에 비해 0.9℃ 낮아졌다.



[그림 2-3] 서울의 기온 변화

자료: 기상청(https://data.kma.go.kr) 서울기상관측소 관측값

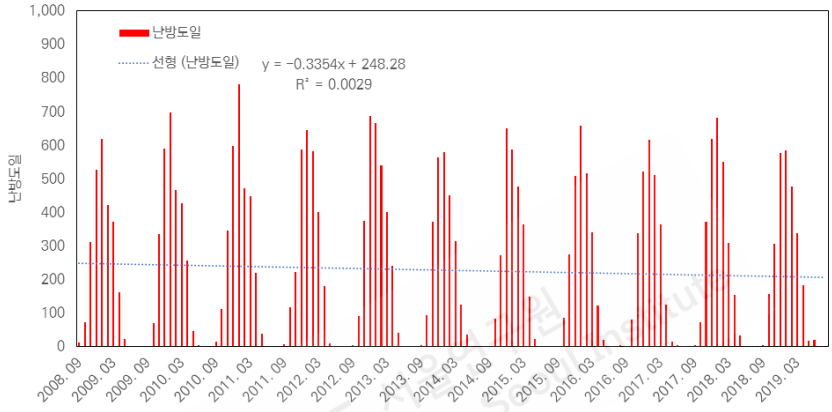
[그림 2-4]에 나타난 바와 같이 서울의 난방도일[2]은 장기적으로는 줄어드는 경향을 보이지만, 2017~2018년 겨울철과 같이 한파가 장기간 발생하는 경우에는 난방도일이 큰 폭으로 증가하기도 한다. [그림 2-5]에 나타난 바와 같이 서울의 냉방도일[3]은 장기적으로 높아지는 경향을 보이며, 2018년 여름철과 같이 폭염이 장기간 지속될 경우에는 냉방일수가 큰 폭으로 증가하기도 한다.

2017~2018년은 관측 역사상 서울에서 폭염과 한파 등 이상기온이 가장 많이 발생한 해이기도 하다. 서울에서는 2017~2018년 겨울철에 평년보다 4~5배 많은 한파일수(19일)를 기록하였고, 최근 30년 중 3번째로 낮은 일 최저기온(-17.8℃)을 기록하였다. 또한 2018년 여름철에는 관측이래(1907년) 최고기온(관측소 기준 41.8℃)을 기록하고 폭염일수(35일)도 관측사상 가장 높은 값을 기록하였다. 폭염이나 한파 현상은

2) 난방도일(Heating Degree Day; HDD): 1년 중 일평균기온이 18℃ 이하인 날의 일평균기온과 18℃와의 차이를 일정 기간 적산시킨 값(현재 기상청은 월 단위 산출). 사람들이 18℃ 이하가 되면 난방을 시작한다는 개념에서 출발하였으며, 난방도일 값이 크다는 것은 기후가 춥고 난방을 위한 연료비가 많이 드는 것을 의미

3) 냉방도일(Cooling Degree Day; CDD): 1년 중 일평균기온이 26℃ 이상인 날의 일평균기온과 26℃와의 차이를 일정 기간 적산시킨 값(현재 기상청은 월 단위 산출). 사람들이 26℃ 이상이 되면 냉방을 시작한다는 개념에서 출발하였으며, 냉방도일 값이 크다는 것은 기후가 덥고 냉방을 위한 전력소모가 커지는 것을 의미

더 이상 특정 해에만 일어나는 예외적 현상이 아니다. 실제로 관측 이래 서울의 열대야일수 상위 10개년 중 7번이 2010년 이후 발생하였으며, 최근 30년 동안 서울의 일 최저기온이 가장 낮았던 상위 5개년 중에서 4번이 2010년 이후 발생하였다. 또한 [그림 2-6]에 나타난 바와 같이 서울의 열대야일수는 뚜렷한 증가 추세를 보이고 있는데, 1990년대 이후의 증가 폭이 상대적으로 높음을 확인할 수 있다. 현재와 같은 속도로 기후변화가 진행될 때, 2100년 서울의 폭염과 열대야일수는 각각 69일과 61일로 2018년 폭염 때보다도 2배 내외 더 높아질 것으로 전망된다(기상청, 2018).



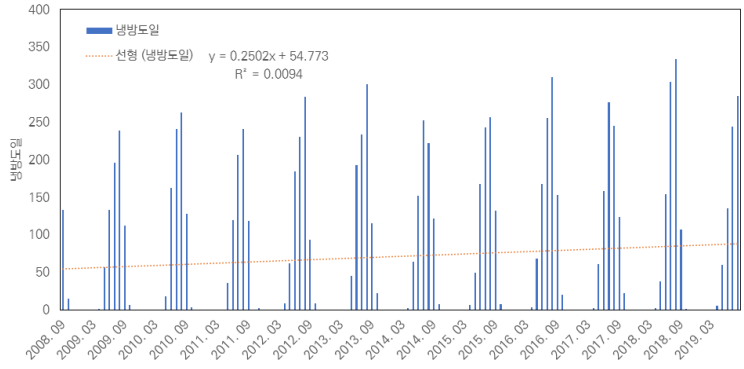
[그림 2-4] 서울 난방도일의 변화

출처: 황인창 외, 2020

[표 2-1] 최근 5년간 서울시 한파특보 발령 현황

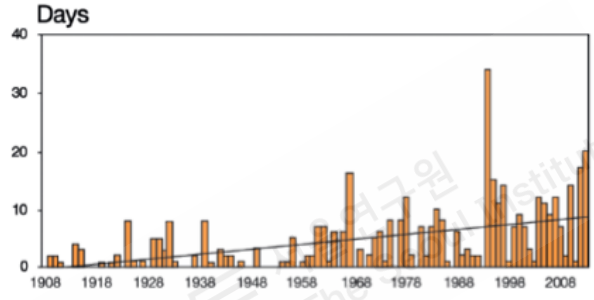
구분	'14~'15	'15~'16	'16~'17	'17~'18	'18~'19
한파주의보†	7일	4일	5일	19일	12일
한파경보‡	-	3일	-	4일	-
최저기온	-13.2℃	-18.0℃	-12.6℃	-17.8℃	-14.4℃

† 한파주의보: 아침 최저기온이 -12℃ 이하가 2일 이상 지속될 것이 예상 될 때
‡ 한파경보: 아침 최저기온이 -15℃ 이하가 2일 이상 지속될 것이 예상 될 때
자료: 서울안전누리(http://safecity.seoul.go.kr)



[그림 2-5] 서울 냉방도일의 변화

출처: 황인창 외, 2020



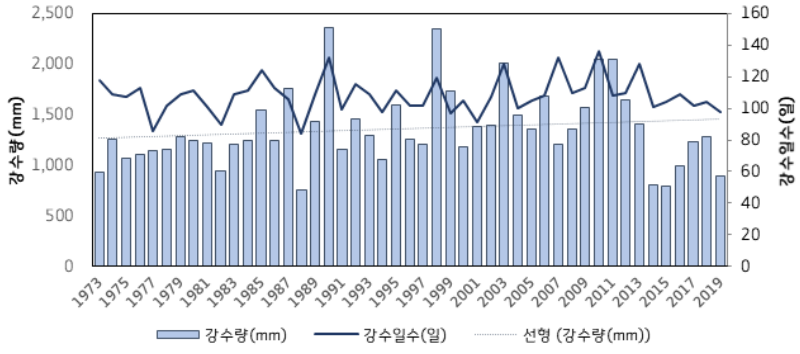
[그림 2-6] 서울 열대야일수의 변화

출처: Kim et al., 2015

2) 강수량 변화

[그림 2-7]에 나타난 바와 같이 서울의 연강수량과 강우일수는 해마다 변동 폭은 크지만 대체로 증가하는 추세를 보이고 있다. 다만 2010년대에는 연강수량과 강우일수가 장기 평균에 비해 줄어들었다. 서울의 최근 10년 평균 연강수량은 1,232.3mm이며, 연강수량의 대부분(72%)은 장마와 태풍의 영향을 받는 6~9월 사이에 집중되고 있다.[4] 시간당 30mm 이상 내리는 집중호우의 발생 빈도는 점차 증가하는 추세이다. 지난 30년 동안 서울의 집중호우 횟수는 연평균 3.8회였는데, 2018년에는 총 9회의 집중호우가 발생하였다(서울시, 2019).

[4] 기상청의 서울기상관측소(108) 기상데이터를 활용하여 분석



[그림 2-7] 서울시 연강수량 및 강우일수

자료: 기상청(https://data.kma.go.kr)의 서울기상관측소 관측자료

[표 2-2]에 나타난 바와 같이 서울의 2100년 연강수량은 현재와 비슷하거나 다소 감소할 것으로 전망된다. 연강수량 변화의 폭은 시나리오에 따라 현재보다 최대 8% 감소에서 1% 증가 사이가 될 것으로 전망된다(기상청, 2018).

[표 2-2] 서울의 기후변화 전망

구분	RCP 시나리오	현재 (2001~2010)	전반기 (2021~2040)	중반기 (2041~2070)	후반기 (2071~2100)
평균기온 (℃)	2.6	13.0	14.2	14.5	14.4
	4.5		13.9	14.7	15.3
	6.0		13.4	14.0	15.4
	8.5		13.8	15.2	17.1
강수량 (mm)	2.6	1,387.4	1,325.9	1,288.0	1,328.9
	4.5		1,044.4	1,466.5	1,276.2
	6.0		1,257.8	1,269.7	1,316.7
	8.5		1,183.6	1,291.0	1,400.6
폭염일수 (일)	2.6	11.1	20.0	29.0	23.4
	4.5		23.6	25.4	37.6
	6.0		19.8	24.4	39.8
	8.5		21.4	44.2	68.6
열대야일수 (일)	2.6	8.2	14.5	22.0	19.3
	4.5		13.0	19.8	30.3
	6.0		12.6	17.2	32.3
	8.5		11.9	32.8	60.8
한파일수 (일)	2.6	4.5	0.5	1.1	0.7
	4.5		1.4	0.4	0.2
	6.0		2.8	1.5	0.2
	8.5		2.1	0.4	0.0

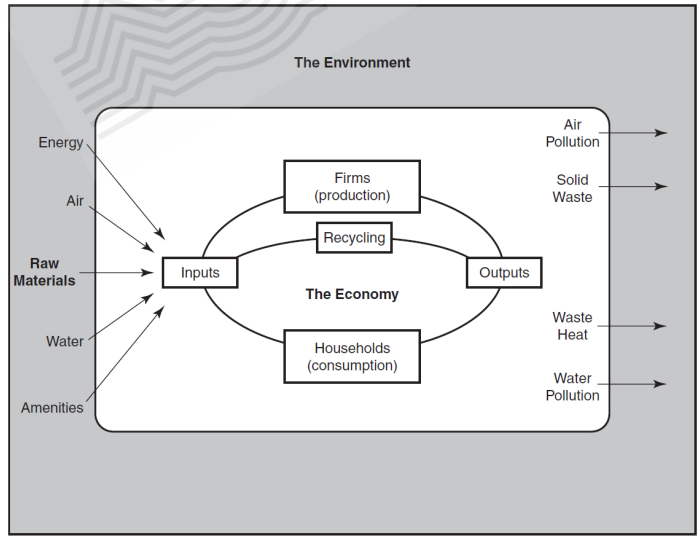
출처: 기상청(2018)

서울연구원 Seoul Institute

2_기후변화의 영향과 취약성

1) 기후환경 변화의 영향

기후환경문제는 [그림 2-8]에 나타난 것처럼 기본적으로 환경, 자원, 경제의 상호작용에 따른 부산물이라고 할 수 있다(Tientenberg and Lewis, 2012). 자원은 경제활동을 위한 투입물로서 물, 대기, 천연자원, 어메니티(amenity: 생태와 환경이 주는 쾌적함) 등으로 구성된다. 기업은 이러한 자원을 활용해 재화와 용역을 생산하고, 가정은 기업의 산출물을 소비한다. 산출물의 일부는 경제활동의 투입물로 재활용되거나 재사용된다. 생산과 소비활동 과정에서 부산물이 발생하고 대기오염, 수질오염, 폐기물, 생태계 파괴와 같은 환경문제를 야기한다. 해양, 담수, 산림, 대기, 생태계 등 자연자본(natural capital)이 경제활동의 부산물을 허용할 수 있는 용량에는 한계가 있기 때문이다. 이에 더해 지구환경시스템으로 배출되는 오염물질과 이로 인한 지구환경변화는 자연자본의 가용용량(carrying capacity)을 더욱 감소시킬 수 있다. 결과적으로 지구환경변화에 따라 자연자본이 제공하는 생태계서비스의 양은 점점 줄어들고, 생태계서비스를 기반으로 사회가 누리던 풍요로움(well-being: 후생, 복지, 행복, 안녕 등)은 감소하게 된다(Costanza et al., 2014).



[그림 2-8] 환경-자원-경제의 상호작용

자료: Tietenberg and Lewis, 2012

지구는 지난 수천 년 동안 온실가스 평균 농도를 유지해왔다. 그러나 산업화 이후 화석연료 소비가 급격히 증가하면서 온실가스 배출량이 자연적인 환경용량을 초과하기 시작했다. 용량을 초과해 누적되어 온 온실가스로 인해 지구평균기온은 상승하고 기후시스템(대기·해양대순환)은 변화하기 시작했다. 기후시스템 변화는 자연자원의 감소(서식지 파괴로 인한 생태계 다양성 손실 등), 전염병 확산, 식생 변화, 농림어업 피해 등을 유발하고 있다. 단기적으로는 기후변동성(폭우, 폭설, 강풍, 폭염, 한파 등)의 증가로 인해 자연재해(침수, 산사태 등)가 증가하고, 건강영향(온열질환 등)과 사회경제적 영향(노동생산성 감소 등)이 증가하고 있다(Watts et al., 2018).

서울에서는 2018년에 폭염으로 인해 온열질환자가 613명 발생했으며, 한랭질환자는 연평균 약 40명 발생하고 있다(질병관리본부, 2019). 서울의 연평균기온이 1℃ 상승할 때 조기사망률은 3% 증가하고 폭염발생 시 조기사망률은 8.7% 증가하는 것으로 분석되고 있다(Son et al., 2012; 신용승 외, 2016). 또한 서울에서는 집중호우와 가뭄 등으로 인해 크고 작은 인명과 재산피해를 겪어왔다. 여름철 집중호우로 인한 피해로는 2010년 광화문 일대 침수, 2011년 우면산 산사태, 2018년 은평구 다세대 주택 침수, 중랑천 도로 침수 등이 있었다. 최근 10년간 풍수해로 인한 서울의 총 피해액은 연평균 약 58억 원이었으며, 단일 연도 기준으로는 2011년의 피해액이 311억 원으로 가장 높았다. 한편 2014년과 2015년에는 연강수량이 평년의 절반 이하에 그쳐 한강 녹조현상과 수목 피해 등이 발생하기도 하였다. 서울의 특성상 풍수해로 인한 피해는 주로 건물과 공공시설에 집중되어있다.

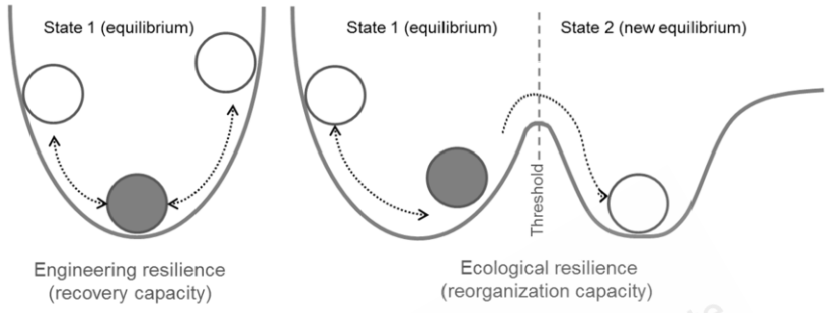
[표 2-3] 최근 10년간(2009년~2018년) 서울시 풍수해 피해 총액

구분	건물	공공시설	기타	농경지	선박
피해액(백만 원)	22,450	35,198	165	0.9	0

자료: 서울열린데이터광장(data.seoul.go.kr)

외부 충격이 발생했을 때 시스템(사회, 경제, 환경 등)이 고유의 기능과 구조를 유지하는 상태로 되돌아갈 수 있는 힘을 회복탄력성(resilience)이라고 한다(IPCC, 2014). 사회경제 발전경로에 따라 회복탄력성은 증가하거나 감소할 수 있다. 환경 용량의 감소는 외부의 충격으로부터 원래의 자리로 되돌아올 수 있는 회복탄력성을 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 도시개발로 도시 숲 등의 생태계가 훼손되면, 매년 겪는 동일한 강도의 장마철 폭우에도 산사태와 침수 등의 발생 가능성은 더욱 높아질 수 있다.

기후환경 변화에 적절히 대응하지 못할 때 인류는 지금까지 경험하지 못한 새로운 환경에 도달할 수 있다. [그림 2-9]에서 구슬이 외부 충격으로 인해 임계치(threshold)를 넘어서게 되면, 이전 상태로 돌아가기 어려운 것과 같다. 이러한 대전환(critical transition)을 촉발하는 사건을 학계에서는 티핑포인트(tipping point)라고 부른다. 지구환경시스템의 비가역적 변화를 유발하는 티핑포인트 요소에는 북대서양 해양대순환의 붕괴, 그린랜드 빙하의 붕괴, 아마존 열대우림의 파괴 등이 거론되고 있다.



[그림 2-9] 환경 용량과 회복탄력성

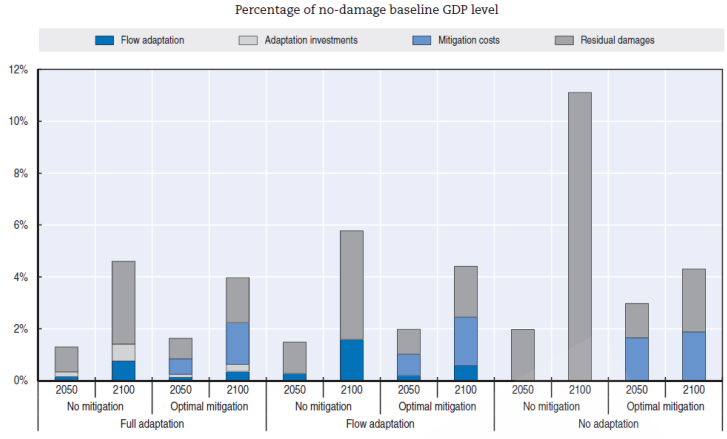
출처: Morelli and Tryjanowski, 2016

서울연구원 The Seoul Institute

기후환경 변화에 대한 대응으로서 완화(mitigation)는 오염물질 감축을 통해 기후환경 변화의 속도와 크기를 줄여가는 과정이라고 할 수 있다. 이는 [그림 2-9]에서 구슬에 가해지는 외부 충격의 크기를 줄여주는 것과 같다. 외부 충격의 크기가 줄어들면 상대적으로 구슬이 임계치를 넘어설 가능성은 줄어들 수 있기 때문에 완화는 비가역적인 환경변화를 방지할 수 있는 중요한 요소 중 하나이다. 반면 적응(adaptation)은 기후회복력을 증가시키는 방향으로 발전 경로를 선택해가는 과정이라고 할 수 있다. 이는 [그림 2-9]에서 구슬이 임계치를 넘지 않도록 봉우리를 더욱 높여주는 것과 같다. 동일한 외부 충격이 가해지더라도 봉우리가 높다면 상대적으로 구슬이 임계치를 넘어설 가능성은 줄어들 수 있기 때문에 적응 역시 비가역적인 환경변화를 방지할 수 있는 중요한 요소 중 하나이다.

오염물질 감축과 같은 완화 정책을 수행하더라도 기후환경 변화로 인한 피해를 모두 없앨 수는 없다. 기후환경의 변화는 이미 오랫동안 진행되어 왔으며, 이로 인한 피해는 즉각적이고 강할 수 있는데 반해, 현재 추진하고 있는 완화의 효과는 장기간에 걸쳐 제한적으로 나타날 수 있기 때문이다. 기후환경의 변화로 인한 피해를 완전히 없애기 어려운

경우 새로운 기후환경에 대한 적응을 통해 피해를 최소화해야 한다. [그림 2-10]에서 나타난 것처럼, 기후변화 적응은 완화와 함께 기후변화로 인한 피해를 상당부분 줄여 주는 데 큰 역할을 수행할 수 있다.



[그림 2-10] 기후변화의 경제적 비용

출처: OECD, 2015

서울연구원 The Seoul Institute

2) 기후변화 관련 영역의 변화 전망

(1) 인구가구구조

서울에서는 저출산과 고령화의 지속으로 인해 향후 총인구는 감소하고 고령자의 비율은 큰 폭으로 증가할 전망이다. [표 2-4]에 제시한 바와 같이 서울의 65세 이상 고령자수 비율은 2018년의 14%에서 2050년에는 39%까지 증가하고, 반대로 5세 이하 아동의 비중은 2018년 3.5%에서 2050년에는 2.7%까지 감소할 전망이다. 결과적으로 서울의 인구는 2050년까지 현재보다 16% 감소할 전망이다. 저출산과 고령화, 인구의 감소는 가정과 수송부문에서의 에너지수요 감소로 이어질 수 있다. 일반적으로 고령자는 경제활동이 적어 이동 수요가 낮고, 가정 내에서의 에너지소비도 적은 것으로 알려져 있다. 경제성장에도 불구하고 혼잡도와 고령화 등의 영향으로 1인당 차량 보유 대수는 크게 높아지지 않을 것으로 예상된다. 반면, 1인가구의 증가는 인구 효과로 인한 가정부문에서의 에너지소비 감소 요인을 일정부분 상쇄할 수 있다. 통계청에 따르면 서울의 1인가구 비율은 2018년 31%에서 2050년에는 37%까지 증가할 전망이다. 일반적으로 가구에서는 가구원의 규모와 상관없이 필수적으로 요구되는 에너지

소비(냉난방, 가전기기 등)가 있어 1인가구의 증가는 다른 조건이 동일할 때 에너지소비의 증가로 이어질 수 있다.

[표 2-4] 주요 사회경제 지표 전망

지표	2018년		2050년
인구	9,705천 명		8,140천 명
고령화율(65+)	13.9%		38.7%
가구 수	3,792천 가구		3,604천 가구
1인가구 비율	31.3%		37.1%
1인당 GRDP	36.4백만 원	⇨	77.2백만 원
서비스업 비중	91.2%		92.5%
평균기온	12.9도		14.3도
1인당 차량대수	0.33대		0.35대
전력가격지수(2015년=100)	87.2		106.7
석유가격지수(2015년=100)	105.6		278.2

주: 인구와 가구관련 지표는 통계청의 장래인구추계와 장래가구추계(중위추계 기준) 전망 적용, GRDP는 제3차 국가에너지기본계획에서 제시된 값 반영, 평균기온은 기상청 전망 중 RCP 2.6과 6.0 시나리오 평균값 적용(기상청, 2018), 1인당 차량대수는 GRDP, 석유가격, 이전시기 자동차수와의 통계적 관계이용 추정, 에너지원 가격지수는 IEA의 에너지원별 가격 전망치 활용(IEA, 2019)

(2) 경제구조

서울의 경제는 서비스업을 중심으로 지속적으로 성장할 것으로 전망된다. 다만 2050년까지 연평균 경제성장률은 1.8%로 장기적인 저성장시대에 진입할 것으로 예상된다. 서비스업의 비중은 2018년의 91.2%에서 2050년에는 92.5%까지 높아질 것으로 전망된다. 서비스업 중심의 경제성장으로 인해 제조업 등 산업부문에서의 에너지수요는 감소하지만, 서비스업 부문에서의 에너지수요는 큰 폭으로 증가할 것으로 예상된다. 서비스업의 비중 증가와 함께 서울에서는 4차 산업혁명의 영향으로 디지털 경제가 큰 폭으로 확산될 것으로 전망된다. 4차 산업혁명의 기반시설로서 측정망, 정보통신 설비, 데이터센터 등의 수요가 확대될 것으로 전망되며(Schwab, 2017), 이로 인해 건물부문의 전력화는 더욱 빠르게 진행될 것으로 예상된다. 다만, 사물인터넷 등을 활용한 전력수요관리는 에너지소비 증가 폭을 줄이는 역할을 할 수도 있다.

최근 복지와 환경문제 등에 대한 관심이 높아지면서 정부의 역할과 기능은 확대되고 있는데, 향후에도 고령화나 기후환경문제 등으로 인해 이러한 경향은 지속될 것으로 예상된다. 공공부문의 확대는 기후변화 대응사업 추진을 위한 기반이 될 수 있다. 기

후변화 대응 분야에서는 민간영역에서의 투자가 상대적으로 부족한데, 최근 유럽의 그린뉴딜 추진 사례에서도 확인할 수 있듯이 정부는 확대된 권한과 기능을 활용해 기후변화 대응 분야에 자원을 배분하고 민간영역의 참여를 독려할 수 있다. 다만, 공공부문의 확대는 공공부문에서의 에너지수요 증가로 이어질 수 있기에 이에 대한 대응 역시 필요하다.

최근 지속가능성과 폐기물 문제 등 선형경제(linear economy)에서 발생하는 문제에 대한 해결책으로서 순환경제(circular economy)에 대한 관심이 증가하고 있다(WEF, 2014; EEA, 2016). 순환경제는 제품과 소재의 효용성과 가치를 유지하는 방식으로 제품을 생산하고 소비, 처리하는 경제 시스템을 의미하는 것으로, 제품과 소재의 물질순환을 통해 폐기되는 자원을 최소화하여 자원효율성(resource efficiency)을 극대화하는 것을 추구한다. 유럽연합 등 해외에서 뿐 아니라 국내에서도 폐기물정책 패러다임은 순환경제의 개념으로 전환되어가고 있으며(환경부, 2019), 향후에도 이러한 경향은 더욱 강화될 것으로 전망된다. 순환경제 시스템으로의 전환은 폐기물 부문에서의 온실가스 배출 감소에 직접적으로 기여하며, 새롭게 생산하는 제품의 양을 줄일 수 있기 때문에 산업부문에서의 온실가스 감축에도 기여할 수 있다.

(3) 사회구조

최근 코로나19(covid-19) 대유행으로 인해 사회 여러 방면에서 다양한 변화가 나타나고 있다. 원격근로와 원격교육은 점차 확대되고 있으며, 원격의료에 대한 수요도 높아지고 있다. 밀레니얼(millennials) 세대의 등장과 함께 디지털 사회로의 전환은 어느 정도 예견되어왔지만(Schwab, 2017), 코로나19는 이러한 전환을 더욱 가속화시키는 촉매역할을 하고 있다. 원격근로와 원격교육 등 디지털 사회의 확산은 상업과 수송부문에서의 에너지수요 감소, 가정부문에서의 에너지수요 증가를 유발할 수 있다. 다만, 장기적으로는 데이터센터 수요가 많아짐에 따라 상업부문에서의 에너지수요는 증가할 수 있다.

밀레니얼 세대의 특징 중 하나는 공정성, 정의, 형평성, 가치에 대한 관심이 높다는 것이다. 이들의 등장으로 기존과는 다른 새로운 형태의 거버넌스 체계가 요구될 수 있다. 예를 들어 기업에서는 환경-사회적 가치경영(ESG: Environmental social governance)에 대한 투자가 확산될 수 있으며, 공공부문에서는 민간의 참여를 통한 의사결정을 포함하는 참여 거버넌스 형태가 더욱 확대될 수 있다. 이러한 거버넌스

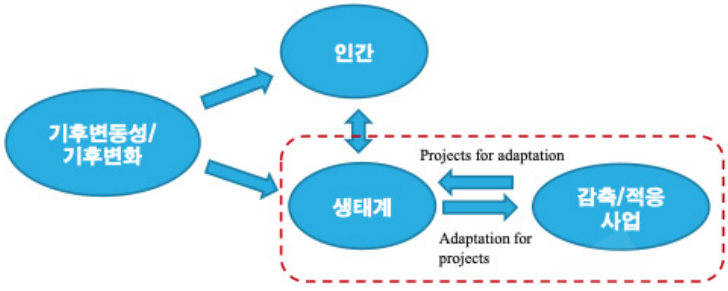
체계는 기후변화 대응에 대한 기업의 참여를 유도하고, 코로나19로 더욱 커진 정부의 기능과 권한을 견제하는 기능을 수행할 수도 있다.

(4) 에너지와 환경시스템

기후변화와 기후변동성의 확대(폭염, 폭우, 태풍 등)는 건물부문에서의 여름철 에너지 수요 증가로 이어질 수 있으며, 저소득가구를 중심으로 에너지비용 부담 증가로 인한 형평성 문제가 부각될 수 있다. 기후위기는 두 가지 방향에서 저소득가구의 에너지빈곤에 영향을 미칠 수 있다. 우선 상대적으로 주거환경이 열악하고 기후변화 적응수단(냉난방 기기 등)이 부족한 저소득가구는 기후변화가 심해질 때 에너지빈곤에 더 쉽게 노출될 수 있다. 둘째로 기후위기에 대한 대응은 에너지비용 상승으로 이어져 저소득가구의 에너지비용 부담을 높이고 에너지빈곤을 높일 수 있다. 탄소중립을 달성하기 위해 독일 등 주요 국가에서는 탄소 배출에 대해 세금을 부과하기로 하였으며(탄소가격제), 신재생에너지원을 통해 생산하는 전력의 비중을 높여가고 있다. 당분간은 탄소가격제로 인한 에너지가격 인상 요인 중 많은 부분이 소비자에게 전가될 수 있으며, 발전량의 많은 부분을 신재생에너지가 차지하게 되면 전력의 생산단가가 높아지고 결과적으로 전기요금은 상승할 수 있다. 실제로 전력과 석유 등 에너지원의 가격은 [표 2-4]에 나타난 것처럼 화석연료에 대한 규제 등의 영향으로 높아질 것으로 전망된다. 소득이 증가하고 환경문제가 심각해질수록 시민의 환경 인식은 높아지고, 안전하고 깨끗한 환경에 대한 수요는 더욱 확대될 수 있다. 이는 한편으로는 정부가 추진하는 환경정책에 대한 수용성을 높일 수 있으며, 다른 한편에서는 정부가 역할을 제대로 수행하지 않을 때 이를 감시하고 정책 실행을 요구하는 목소리가 더욱 커질 수 있다. 코로나 19로 인해 일부 국가에서는 보호주의를 강화하려는 움직임이 나타나고 있는데, 이러한 경향은 기후변화와 같은 공동의 환경오염문제를 해결하기 위한 국제협력을 어렵게 만들 수 있다.

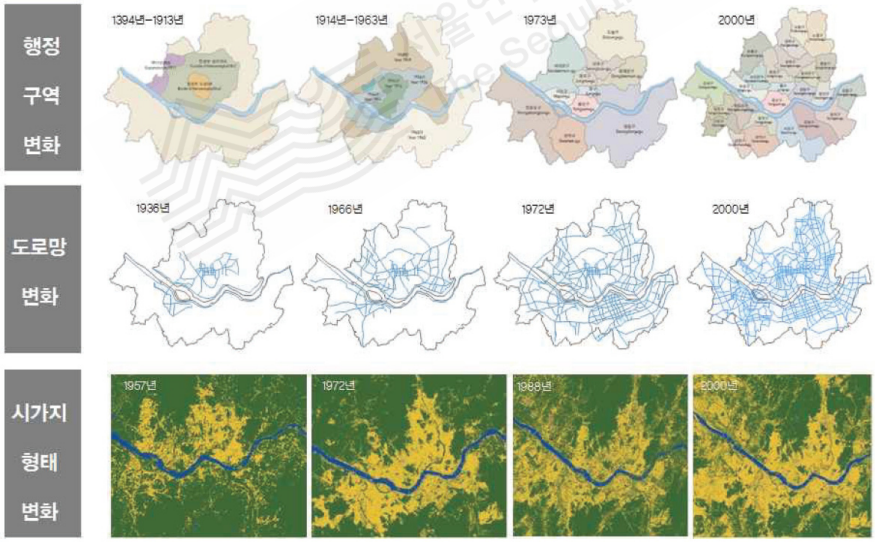
자연 생태계는 기후환경 변화의 충격을 흡수하는 완충재(buffer) 역할을 한다. [그림 2-11]은 기후변화의 영향과 생태계의 역할을 나타내고 있다. 기후변화와 기후변동성은 인간에게 직접적으로 영향을 미치기도 하지만, 생태계를 통해 간접적으로 영향을 미치기도 한다. 기후변화 대응은 인간에게 직접적으로 미치는 영향을 줄이려는 노력, 생태계를 고리로 인간에게 미치는 영향을 줄이려는 노력, 생태계 자체에 미치는 영향을 줄이려는 노력을 포함한다. 한편 생태계는 온실가스 감축사업과 기후변화 적응사

업이 실행되는 공간으로서의 역할도 한다. 그러나 인구과밀과 도시개발로 인한 자연 생태계 훼손으로 인해 기후환경 변화 취약성이 증가하고 있다. 고령화와 1인가구 증가 등 인구구조의 변화 역시 취약성 증가의 주요한 요인이다. [그림 2-12]는 지난 세기 동안 서울의 행정구역과 도로망, 시가지 형태의 변화를 보여준다. 급격한 도시화로 인해 자연 생태계의 영역이 크게 줄어들었음을 확인할 수 있다.



[그림 2-11] 생태계의 역할

출처: 황인창·김대수, 2017



[그림 2-12] 서울의 도시형태 변화

출처: 서울시, 2014

3_서울의 장기 온실가스 배출경로 전망

1) 방법론

서울시의 장기 온실가스 배출경로는 부문별로 계량경제모형을 구축하고 부문별 전망값을 합산하는 방법을 사용해 산출했다. 에너지부문은 세부 부문별로 다중회귀분석을 통해 에너지수요를 전망한 후 에너지원별 배출계수를 적용해 온실가스 배출량을 전망하였다. 다중회귀분석은 경제이론에 기초해 에너지원별 수요(종속변수)와 종속변수에 영향을 미치는 요소(설명변수) 사이의 관계를 추정하고 이를 통계적으로 검증하는 방법이다(Bhattacharyya, 2011).

서울시 온실가스 배출량을 전망하기 위해 구축한 계량경제모형을 일반화하면 [식 2-1]과 같다.

$$E_{s,j,t} = \beta_{0_{s,j}} + \beta_{1_{s,j,t}} A_{1_{s,j,t}} + \beta_{2_{s,j,t}} A_{2_{s,j,t}} + \ldots + \beta_{n_{s,j,t}} E_{s,j,t-\tau} + \epsilon_{s,j,t} \quad [식\ 2\text{-}1]$$

여기서, E는 에너지 수요 또는 온실가스 배출량, A는 에너지 수요 또는 온실가스 배출량에 영향을 미치는 요소, β는 모형의 계수(coefficient), ϵ은 잔차(residual), s, j, t는 각각 세부부문, 에너지원, 시간을 의미한다. τ는 분석대상 시점 t와의 시간 차이를 나타낸다(예를 들어 τ=1은 t시점보다 1년 전을 의미).

변수들 사이의 관계는 모형의 계수인 β의 부호(+/-)와 크기에 따라 결정된다. β를 추정하는 데 있어서 다중회귀분석의 기본적인 가설은 '설명변수인 A는 에너지 수요에 영향을 미치지 않는다(β=0)'이며, 실제 관측 자료를 통해 이러한 가설을 검증하는 것이 다중회귀분석의 주요한 작업이다. β가 통계적인 의미에서 0과 같지 않다면($\beta \neq 0$) 위의 가설은 기각된다. 즉 통계적 의미에서 A는 E에 영향을 미치며, 그 영향의 정도는 β의 크기로 확인할 수 있다. 구축한 모형에 대한 통계적 검증을 위해 모형 적합성 검증, 다중공선성 검증, 자기상관성 검증, 이분산성 검증 등을 실시한다.

통계분석을 위한 에너지원과 부문 구분은 국가의 에너지통계 구분방식을 따랐다(에너지경제연구원, 2018). 구체적으로 에너지원은 석탄, 석유, 가스, 전력, 열, 신재생에너지로 구분했으며, 부문은 산업, 수송, 가정, 상업, 공공 및 기타로 구분하였다. 수송부문의 석유 소비는 도로, 항공, 선박, 철도로 구분하였다.

서울연구원 The Seoul Institute

모형에서 고려한 주요 설명변수에는 저출산, 고령화, 1인가구 등의 인구구조, 지역총생산(GRDP), 부문별 GRDP, 정부지출, 소득, 건물 수 등의 경제구조, 자동차대수, 수단분담률, 주행거리, 연비 등의 교통 특성, 에너지원별 가격, 냉방도일, 난방도일, 폭염일수, 평균기온 등의 기후요소 등이 있다. 다만, 에너지원-부문별로 통계적 유의성이 확보된 것들을 중심으로 에너지원-부문별 최종에너지 수요 전망모형을 구축하였다. 최종적으로 확정된 에너지원-부문별 설명변수는 [표 2-5]에 제시된 바와 같다.

[표 2-5] 에너지원-부문별 설명변수

에너지원	부문		설명변수
석탄	가정-상업		인구, GRDP, 난방도일, 석탄가격, 고령화율
석유	산업		인구, 산업부문 GRDP, 석유가격
	수송	도로수송	인구, 용도별 자동차 주행거리(veh-km), 시간 용도별 자동차 주행거리: 인구, GRDP, 자동차 수, 고령화율, 시간 자동차 수: 인구, GRDP, 석유가격, 이전시기 자동차수
		항공	김포공항 입출항 횟수
		선박	이전시기 소비
	가정		인구, 가구수, 소득, 석유가격, 난방도일
	상업		인구, 상업부문 전력소비
	공공		인구, 공공부문 전력소비
열	전체		인구, GRDP, 지역난방가격, 난방도일
신재생	전체		제3차 국가에너지기본계획 BAU 전망(증가율)
천연가스	산업	열병합, 지역난방	인구, GRDP, 가스가격, 난방도일, 이전시기 소비
		그 외 산업	인구, 가스가격, 시간, 이전시기 소비
	수송		인구, 버스 승객수, 가스가격, 이전시기 소비 버스 승객수: 인구, GRDP, 고령화, 이전시기 버스 승객수
	가정		인구, 가구수, 소득, 가스가격, 난방도일, 고령화율
	상업		인구, 상업부문 GRDP, 가스가격, 이전시기 소비
	공공		인구, 공공부문 석유 소비, 이전시기 소비
전력	산업		인구, 산업부문 GRDP, 산업부문 전력가격, 이전시기 소비
	수송		인구, 지하철 탑승객 수, 시간 지하철 탑승객 수: 인구, 소득, 고령화율, 이전시기 탑승객 수
	가정		인구, 가구수, 소득, 냉방도일, 난방도일, 전력가격, 고령화율
	상업		인구, 상업부문 GRDP, 냉방도일, 난방도일, 상업부문 전력가격
	공공		인구, 공공지출, 공공부문 전력가격, 냉방도일, 이전시기 소비

항공 부문과 신·재생에너지 부문은 자료의 한계로 통계적인 유의성을 확보한 모형을 구축할 수 없어 별도의 방법을 활용해 에너지 수요를 전망하였다. 구체적으로 항공부문은 국토교통부(2015)의 김포공항 입출항 횟수 전망 값을 활용해 에너지 수요를 전망하였으며, 신·재생에너지 부문은 제3차 국가에너지기본계획에서 제시한 국가 신·재

생에너지 증가율을 반영해 에너지 수요를 전망했다. 열에너지는 세부 부문별로는 통계적인 유의성을 확보한 모형을 구축할 수 없어 서울시 총 열에너지 수요를 다중회귀분석 방식으로 전망한 후, 최근 부문별 열에너지 소비 비중을 반영해 부문별로 배분했다.

통계분석을 위해 사용한 자료는 기본적으로 국가와 서울시의 공식 통계(지역에너지통계연보, 국가통계포털, 서울 열린 데이터광장 등)이며, 일부 에너지원에 대해서는 에너지공급사 등에서 제공받은 자료를 보완적으로 사용했다(한국도시가스협회, 서울지역 열에너지 공급사 등). 분석 자료의 지역 범위는 서울시 전역이며, 시간 범위는 기본적으로는 1990년과 2017년 사이 연도별 자료이다. 부문과 에너지원별로는 모형의 설명력을 높이기 위해 설명변수와 종속변수에 자연로그를 취하거나 1인당 값으로 변환한 후에 분석하였다.

2) 시나리오 구성

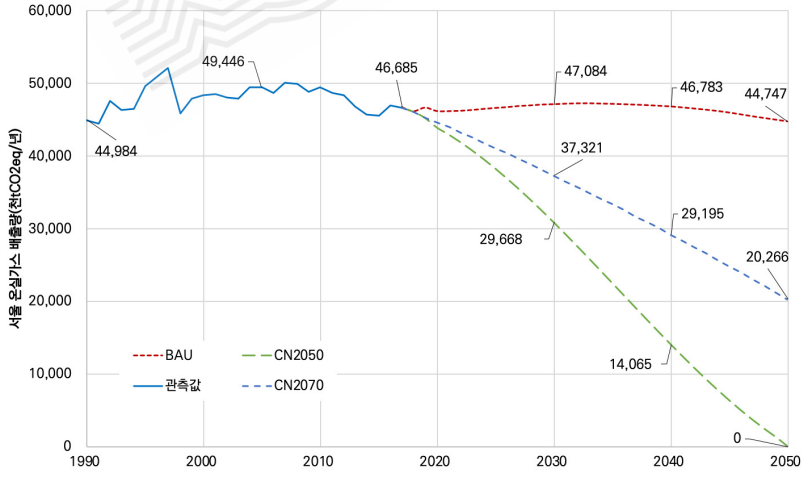
서울의 장기 온실가스 배출경로를 산출하기 위해 [표 2-6]과 같이 3가지 시나리오를 구성하였다. 첫 번째는 과거의 추세가 미래에도 지속된다는 가정 아래 다중회귀분석 기법을 활용해 산출한 온실가스 배출경로이다(BAU 시나리오). 두 번째는 서울시가 산업화 이전 대비 지구평균기온의 상승을 2℃ 이내로 억제하려는 국제사회의 노력에 동참하여 온실가스를 감축하는 시나리오이다. IPCC(2019) 보고서에 따르면 2℃ 목표를 달성하기 위해서는 2070년까지는 온실가스 순 배출량(배출량에서 흡수량을 빼준 값)을 0으로 만들어야 한다(2070 탄소중립 시나리오). 세 번째는 2℃ 목표를 넘어 추가적인 노력을 통해 산업화 이전 대비 지구평균기온의 상승을 1.5℃ 이내로 억제하려는 국제사회의 노력에 서울시가 동참하는 시나리오이다. IPCC(2019)에 따르면 1.5℃ 목표를 달성하기 위해서는 적어도 2050년까지는 온실가스 순 배출량을 0으로 만들어야 한다(2050 탄소중립 시나리오). 두 번째와 세 번째 탄소중립 시나리오에서는 탄소중립이라는 목표와 달성시기가 명확하기 때문에 백캐스팅(backcasting) 방식을 사용해 온실가스 배출경로를 산출하였다. 부문별 감축목표는 부문별 온실가스 배출비중과 감축잠재량을 고려해 산정하였다. 부문별 감축잠재량은 국가와 서울시의 유관분야 기본계획(에너지, 교통, 자원순환, 도시계획 등)의 사업물량과 온실가스 감축효과 등을 바탕으로 산정하였다. 목표달성에 비해 감축잠재량이 부족한 경우에는 탄소상쇄사업을 통해 감축물량을 확보하도록 설계하였다. 탄소상쇄는 서울 이외의 지역

에서 수행한 온실가스 감축사업에서 달성한 온실가스 감축량을 서울의 온실가스 감축 실적으로 반영하는 것을 의미한다(C40, 2018).

[표 2-6] 온실가스 배출경로 전망 시나리오

시나리오	특징	산출방법
BAU	현재의 추세 유지	다중회귀분석 기법
CN2070	2070년 탄소중립	부문별 감축잠재량을 고려한 백캐스팅(Backcasting) 기법
CN2050	2050년 탄소중립	부문별 감축잠재량을 고려한 백캐스팅(Backcasting) 기법

시나리오에 따른 온실가스 배출경로는 [그림 2-13]과 같다. 온실가스 배출경로에 대한 선택을 위해 서울시는 [표 2-7]과 같이 전문가 자문단을 구성하고, 시민참여 워크숍을 개최하였다(서울특별시, 2020; 유정민·김정아, 2020). 또한 설문조사를 통해 기후변화 대응에 대한 시민의 의견을 수렴하였다. 전문가 자문단, 시민참여 워크샵, 서울시 거버넌스 기구, 시민 설문조사에서는 공통적으로 서울시도 탄소중립을 위한 국제사회의 노력에 동참해야 한다는 의견이 다수였으며, 온실가스 감축 목표로는 대다수의 시민이 2050년까지 서울의 온실가스 배출량을 2005년 대비 최소 80% 이상 감축해야 한다고 선택하였다. 탄소중립 달성 방안으로서 온실가스 상쇄사업에 대해서는 시민 10명 중 7명이 찬성하였다.



[그림 2-13] 시나리오에 따른 서울 온실가스 배출경로

[표 2-7] 기후변화 대응 목표와 전략 수립을 위한 시민과 전문가 참여

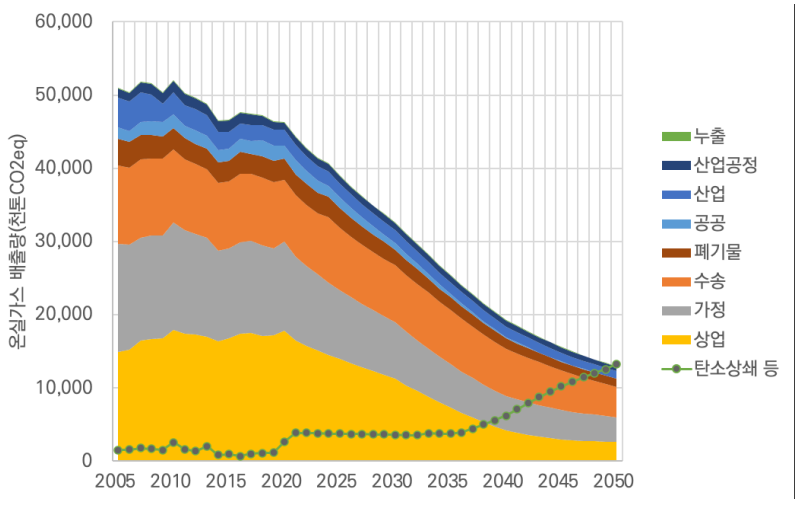
구분	구성	기간	주요 내용
전문가 자문단	분야별 전문가 25명	2019.11.~ 2020.5.	탄소중립 달성을 위한 정책 건의문 작성 탄소중립 달성을 위한 부문별(건물, 교통, 폐기물, 거버넌스) 주요의제 설정
시민참여 워크숍	시민 100명	2019.7.~ 2019.9.	에너지 분야 목표와 주요 전략 수립 핵심사업 선정
거버넌스 조직	녹색서울시민위원회, 에너지정책위원회	2020.3.~ 2020.6.	탄소중립 목표 및 감축전략 검토 신규정책 제안 그린뉴딜을 통한 일자리 창출방안 제언
시민설문 조사	1차 시민 1,200명, 2차 시민 1,000명	1차 2020.2. 2차 2020.6.	기후변화 대응관련 시민인식과 정책수용성 성별, 나이, 거주지역을 고려하여 표본 설계

3) 온실가스 배출 경로

시민의 의견과 전문가의 권고 등을 종합하여 서울의 장기 온실가스 배출 목표 경로는 [그림 2-13]에서 제시된 시나리오 중 2050 탄소중립 시나리오로 선정하였다. 2050 탄소중립 시나리오에 따른 부문별 배출량은 [그림 2-14]와 같다. 구체적으로 서울의 온실가스 감축 목표는 시기별로 2030년과 2040년까지 2005년 배출량 대비 각각 40%와 70%를 감축하고, 2050년에는 온실가스 순 배출량을 0으로 하는 탄소중립을 달성하는 것이다. 탄소중립을 달성하기에 부족한 부분은 서울 이외 지역에서의 온실가스 감축 사업을 통해 보충할 계획이다. 이러한 탄소상쇄사업은 2030년대 중반부터 시작하고 점차 확대하여 2050년에는 탄소중립을 위해 필요한 서울의 온실가스 총 감축량 중 약 20%를 탄소크레딧 등을 통해 상쇄할 계획이다.

탄소중립을 달성하기 위한 부문별 목표 배출량과 필요 감축량은 [표 2-8, 9]와 같다. 2050년까지의 부문별 온실가스 감축률을 살펴보면(2005년 배출량 대비), 건물부문은 81%, 수송부문은 61%를 감축해야 한다. 폐기물 부문은 69%, 산업, 산업공정, 누출 부문은 각각 75%, 50%, 50%를 감축해야 한다.

2050년에 서울에서 감축해야 할 온실가스 총량에서 개별 부문이 차지하는 기여율을 보면, 건물이 51%로 가장 높고, 수송, 산업, 폐기물이 각각 13%, 6%, 5%를 차지한다. 2050년에 개별 부문이 감축할 수 있는 온실가스 감축량은 탄소중립을 위해 필요한 감축량 대비 80% 수준인데, 앞서 언급하였듯이 부족한 20%는 상쇄사업을 통해 확보할 계획이다.



[그림 2-14] 서울의 부문별 온실가스 목표 배출량

주: '탄소상쇄 등'은 토지이용 및 산림 부문의 온실가스 흡수, 에너지 자가 생산에 따른 차감, 서울 이외 지역에서 발생한 탄소크레딧 등을 모두 합산한 값으로, 부문별 배출량의 합에서 '탄소상쇄 등'을 뺀 값이 0이 된다는 점에서 서울은 2050년에 탄소중립 달성

서울연구원 The Seoul Institute

[표 2-8] 서울 부문별 온실가스 목표 배출량

(단위: 천 톤CO_2eq)

년도	종합 배출량	에너지부문							비에너지부문					에너지 생산	탄소 크레딧
		부문 계	산업	수송	건물				부문 계	누출	산업공정	토지이용	폐기물		
					부문 계	가정	상업	공공							
2005	49,445	45,972	4,056	10,652	31,264	14,736	14,951	1,577	5,081	118	1,229	73	3,661	−1,607	0
2017	46,685	43,067	2,161	9,063	31,843	12,611	17,518	1,714	4,373	105	1,537	−62	2,793	−756	0
2030	28,904	29,431	1,753	7,810	19,869	7,705	11,228	936	2,553	92	956	−631	2,136	−2,967	0
2040	14,065	16,940	1,455	6,484	9,001	4,666	4,187	147	1,444	82	854	−912	1,420	−2,419	−2,839
2050	0	11,135	1,003	4,141	5,991	3,352	2,612	28	572	59	614	−1,227	1,125	−2,351	−9,696
2005년 대비 감축(%)	100	76	75	61	81	77	83	98	89	50	50	480*	69	46	신규

주: * 토지이용 부문은 연도별로 편차가 심하고 2005년에는 순배출이었기 때문에 2017년 순흡수량 대비 2050년의 순흡수량 비율로 산정. 참고로 서울의 토지이용 부문 순흡수량은 1990년에 733천톤 CO_2eq로 가장 높았음

[표 2-9] 서울 부문별 온실가스 필요 감축량(2005년 배출량 대비)

(단위: 천 톤CO_2eq)

년도	종합 배출량	에너지부문							비에너지부문					에너지 생산	탄소 크레딧
		부문 계	산업	수송	건물				부문 계	누출	산업공정	토지이용	폐기물		
					부문 계	가정	상업	공공							
2017*	2,760	2,905	1,895	1,589	−579	2,125	−2,567	−137	708	13	−308	135	868	−851	0
2030	20,542	16,541	2,303	2,842	11,395	7,031	3,723	641	2,528	26	273	704	1,525	1,360	0
2040	35,381	29,032	2,601	4,167	22,263	10,070	10,764	1,430	3,637	36	375	985	2,241	812	2,839
2050	49,445	34,837	3,053	6,511	25,273	11,384	12,339	1,549	4,509	59	615	1,300	2,536	744	9,696
부문별 기여(%)**	100	70	6	13	51	23	25	3	9	0.1	1	3	5	2	20

주: * 2017년 자료는 2005년 배출량 대비 감축 실적임. 상업 등 감축량이 음수로 표시된 부문은 2005년 대비 2017년의 배출량이 증가했음을 의미함. ** 부문별 감축기여율은 2050년 서울의 온실가스 총 감축량에서 개별 부문의 감축량이 차지하는 비율을 의미함

서울연구원 The Seoul Institute

03

서울시민의 기후변화 인식과 정책 수용성

서울연구원
The Seoul Institute

1_설문조사 개요
2_기후변화에 대한 인식
3_기후변화정책에 대한 수용성
4_재원과 거버넌스
5_시사점

03. 서울시민의 기후변화 인식과 정책 수용성

1_설문조사 개요

서울시민의 기후변화에 대한 인식과 정책수용성을 확인하기 위해 설문조사를 시행하였다. 설문조사의 모집단은 만19세 이상의 서울시민이며, 표본의 크기는 1,200명이다. 설문지는 초안을 작성한 후 전문가 회의와 100명을 대상으로 한 사전조사를 통해 최종 확정하였다. 설문조사 대상은 모집단의 특성을 고려해 성별, 나이, 거주지(동북, 동남, 서북, 서남, 중부 등 5대 권역)에 따라 무작위로 비례할당 하였다. 설문조사는 전문 조사기관에 의뢰해 2020년 2월 18일부터 2월 21일까지 수행하였으며, 코로나19 확산을 고려해 온라인 설문으로 진행하였다.

[표 3-1] 설문조사 개요

구분	세부내용
조사 대상	만 19세 이상 서울시민
조사 방법	온라인 설문조사
조사 시기	2020년 2월 18일 ~ 2월 21일
유효 표본	1,200명
표본 추출	2020년 1월 주민등록인구현황 기준, 거주지(권역), 성, 연령별 비례 할당
조사 도구	구조화된 설문 문항
조사 기관	㈜리서치앤리서치

설문 문항은 [표 3-2]와 같이 기후변화 인식에 관한 사항, 기후변화 정책 수요에 관한 사항, 기후변화 정책 재원에 관한 사항 등으로 구성하였다. 응답자 분포는 다음 [표 3-3]과 같다.

[표 3-2] 설문지 구성

구분	세부내용
응답자 일반사항	- 응답자 거주지역(권역), 성별, 연령 - 응답자 직업, 학력 - 가구원 수 - 가구원 중 만 5세 이하 어린이 수 - 가구원 중 만65세 이상 어르신 수 - 가구원 중 등록장애인 수 - 월 평균 가구소득 - 가구원 순자산 - 생활수준
기후변화 인식에 관한 사항	- 기후변화 문제 심각성 동의 정도 - 기후변화로 인한 피해 - 기후변화 사회경제적 가치 우선순위
기후변화 정책수요에 관한 사항	- 기후변화 대응사업 인지 및 참여도 - 온실가스 감축을 위한 서울시의 노력 - 서울시 기후변화 관리정책 수립을 위한 고려사항 - 국제사회의 지구평균기온 상승 억제 합의에 대한 인지 - 지구평균기온 상승 억제를 위한 서울시의 동참 - 기후변화 정책에 대한 서울시의 목표 - 온실가스 저감을 위한 정책 동의여부 - 서울시 에너지 문제 관리 정책 수립 이유 - 서울시 에너지 관리정책 수립 우선 고려사항 - 서울시 기후변화 저액 수립 및 실행 관련 중요 사항 - 기후변화 정책 민관협력형 기구 참여 의향
기후변화 정책 재원에 관한 사항	- 서울시 기후변화 정책 수행을 위한 재원 조달 방법 - 온실가스 감축 정책 추진을 위한 지방세 납부 의향 - 지방세 금액별 납부 의향 - 지방세 납부 의사 없는 이유

서울연구원 Seoul Institute

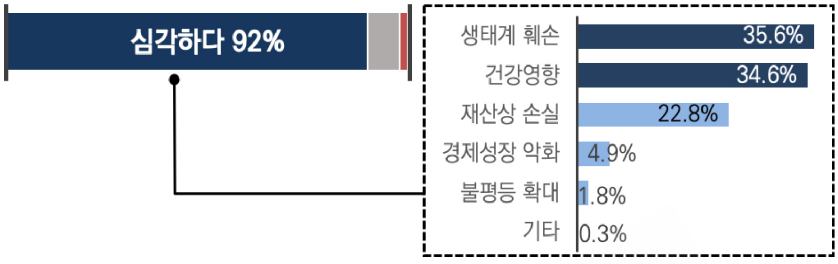
[표 3-3] 응답자 분포

구분		사례 수(명)	비율(%)
응답자 전체		(1,200)	100.0%
권역	도심권	(65)	5.4%
	동북권	(371)	30.9%
	서북권	(143)	11.9%
	서남권	(369)	30.8%
	동남권	(252)	21.0%
성별	남성	(592)	49.3%
	여성	(608)	50.7%
연령	20대	(243)	20.3%
	30대	(248)	20.7%
	40대	(257)	21.4%
	50대	(254)	21.2%
	60대 이상	(198)	16.5%
직업	대학·대학원생	(71)	5.9%
	사무직	(540)	45.0%
	전문직	(114)	9.5%
	판매 및 생산직	(56)	4.7%
	서비스직	(92)	7.7%
	자영업	(96)	8.0%
	전업주부	(189)	15.8%
	기타	(42)	3.5%
학력	중학교 졸업 이하	(17)	1.4%
	고등학교 졸업	(179)	14.9%
	대학교 졸업	(854)	71.2%
	대학원 재학 이상	(150)	12.5%
가구원 수	1명	(160)	13.3%
	2명	(183)	15.3%
	3명	(381)	31.8%
	4명	(395)	32.9%
	5명 이상	(81)	6.8%
월평균 가구소득	300만 원 미만	(204)	17.0%
	300~500만 원 미만	(348)	29.0%
	500~700만 원 미만	(355)	29.6%
	700만 원 이상	(293)	24.4%
가구순자산	1천만 원 미만	(190)	15.8%
	1천만 원~1억 원 미만	(282)	23.5%
	1억 원~5억 원 미만	(353)	29.4%
	5억 원 이상	(375)	31.3%

서울연구원 The Seoul Institute

2_기후변화에 대한 인식

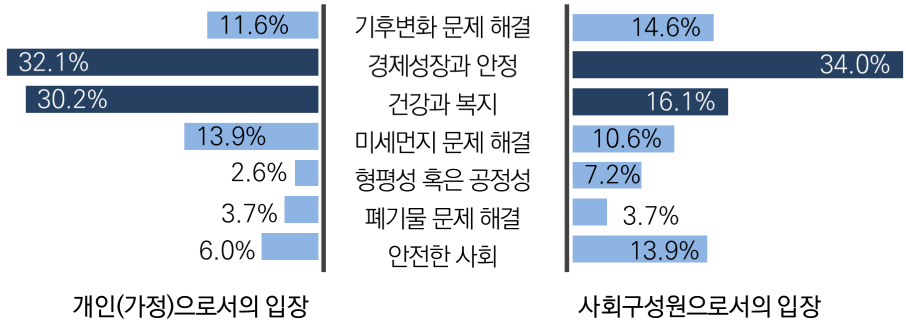
서울시민 10명 중 9명 이상은 기후변화가 심각하다는 의견에 동의하고 있으며, 기후변화로 인한 피해 중에서 생태계 훼손, 건강영향, 재산손실 순으로 우려하는 비중이 높았다.



[그림 3-1] 기후변화 심각성과 우려사항 응답결과

서울시민은 다양한 사회경제적 가치 중에서 경제성장과 안정(일자리와 소득), 건강과 복지에 가장 높은 우선순위를 두고 있었다. 경제성장과 안정을 제외면 개인(가정)의 입장에서 선택할 때와 사회구성원의 입장에서 선택할 때 개별 가치에 대한 중요도는 다소 차이가 있었는데, 개인(가정)의 입장에서는 건강과 복지, 미세먼지 문제 해결의 중요도가 상대적으로 높았던 반면, 사회구성원의 입장에서는 기후변화문제 해결, 안전한 사회(테러, 자연재난, 물리적 사고 등으로 인한 재난상황 예방 및 관리시스템 구축 등), 형평성 혹은 공정성(기회의 평등과 과정의 공정성, 빈부격차 해소 등)의 중요도가 상대적으로 높아졌다.

서울시민은 경제적 가치와 건강 측면에 대한 관심이 가장 높지만, 기후변화와 미세먼지 등 환경적 가치에 대한 관심도 높음을 확인할 수 있다. 특히 사회구성원의 입장에서 판단할 때 기후변화문제 해결의 우선순위를 더 높게 선택하는 것으로 나타났다. 기후변화문제 해결은 개인(가정)의 입장에서는 4순위였으며, 사회구성원의 입장에서는 3번째로 높은 우선순위였다.



[그림 3-2] 사회적 가치 우선순위 응답결과

3_기후변화정책에 대한 수용성

1) 기후변화정책 인지도와 참여도

서울시는 2012년부터 에너지 및 기후변화문제 해결을 위해 원전하나줄이기 정책을 실행하고 있다. 1단계(2012~2014)에서는 원자력발전소 1기에서 생산하는 양만큼의 에너지(200만 TOE)를 신재생에너지를 통해 생산하거나, 효율화와 절약을 통해 에너지소비를 절감하는 것을 목표로 하였다. 2단계(2014~2020)에서는 '에너지 살림도시, 서울'을 비전으로 하여 에너지자립, 에너지나눔, 에너지참여 등 3가지 전략을 통해 서울의 온실가스 배출량 1.1천만톤CO_2eq을 줄이는 것을 목표로 하였다. [그림 3-3]에 나타난 바와 같이 원전하나줄이기 정책의 주요 사업으로는 미니태양광 보급, 신재생에너지 등 분산형전원 의무 도입, LED 조명 보급, 승용차 마일리지제 도입, 건물에너지 소비현황 공개, 에너지 거버넌스 구축, 에너지복지 사업, 재활용 활성화, 에너지신산업 육성, 에너지허브센터 구축 등이 있다.

서울시는 2018년부터 '태양의 도시, 서울' 사업을 진행하고 있다. 태양의 도시 사업은 온실가스와 미세먼지 문제 해결을 위해 2022년까지 태양광 설비용량을 1GW로 높여 태양광 발전비율을 2016년보다 10배 이상 높이는 것을 목표로 하였다. [그림 3-4]에 나타난 바와 같이 구체적인 실행과제에는 100만 가구에 태양광 보급, 공공부지 태양광 100% 보급, 시민참여형 태양광 사업, 태양광 랜드마크 조성, 태양광 특화지구 조성, 태양광 확산 기반조성, 태양광 산업육성 등이 포함되어 있다.

[그림 3-3] 원전하나줄이기 2단계 주요 사업

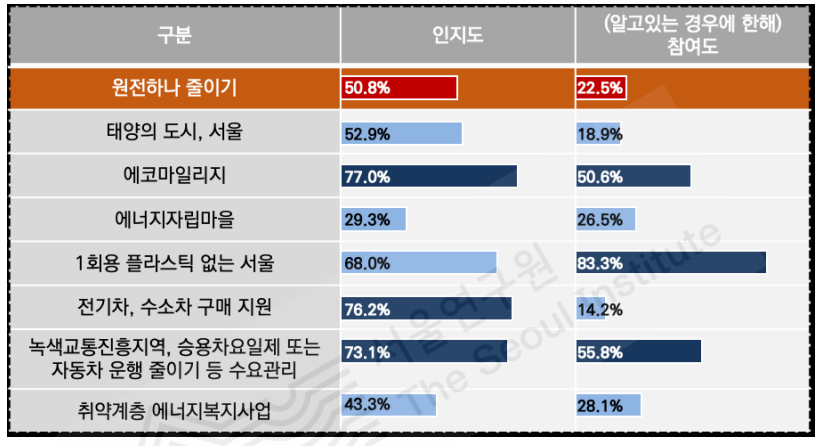
출처: 원전하나줄이기 홈페이지(http://energy.seoul.go.kr/seoul/energy/seoul.jsp)

[그림 3-4] 태양의 도시 서울, 실행 과제

출처: 원전하나줄이기 홈페이지(http://energy.seoul.go.kr/seoul/energy/seoul.jsp)

원전하나줄이기 정책에 대해 서울시민 2명 중 1명은 알고 있었으며, 인지하고 있는 10명 중 2명 이상이 원전하나줄이기 정책 사업에 참여하고 있었다. 개별 사업 중에서는

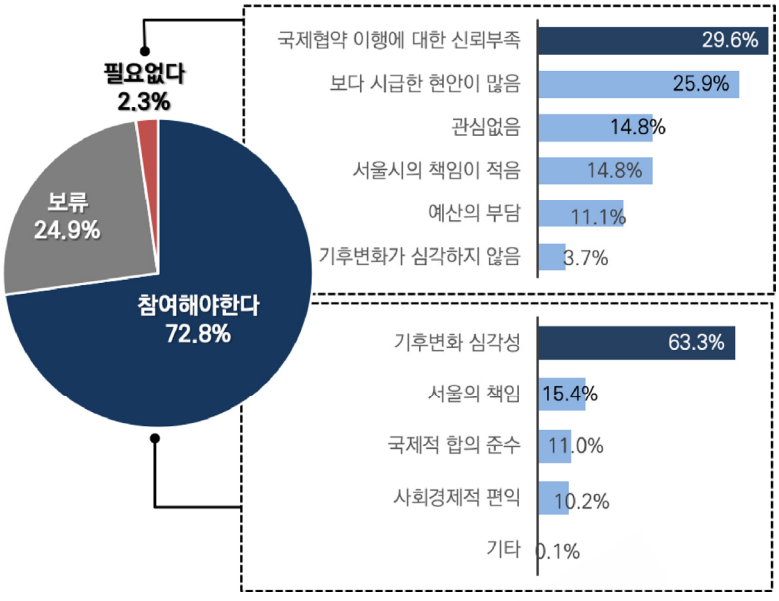
에코마일리지(에너지절약 인센티브 지급), 전기차와 수소차 등 친환경차량 구매지원(보조금 지급과 세금혜택), 교통수요관리정책(녹색교통진흥지역, 승용차요일제, 자율 2부제 등) 등의 인지도가 70% 이상으로 높았다. 인지하고 있는 경우에 한해 참여도를 물어보았을 때 1회용 플라스틱 없는 서울(1회용품 사용자제 또는 재활용 등), 교통수요관리정책(녹색교통진흥지역 자동차 운행제한, 승용차요일제 등 참여), 에코마일리지(가입 또는 인센티브 수령 등) 등의 사업에서 참여율이 50% 이상으로 높았다. 친환경자동차 구매지원 사업과 태양의 도시 서울 사업은 인지도에 비해 참여도가 크게 낮았다.



[그림 3-5] 서울시 기후변화정책 인지도와 참여도 응답결과

2) 온실가스감축의 필요성

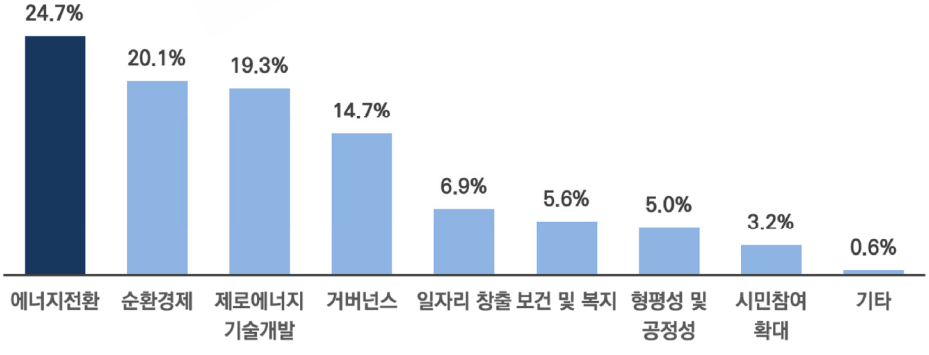
서울의 온실가스 감축노력이 부족한 편이라고 응답한 시민의 비율은 33.5%로 충분히 노력하고 있다고 응답한 시민의 비율인 24.6%에 비해 더 높았다. 국제사회의 온실가스 감축노력에 서울시도 동참해야 하는지에 대해서는 10명중 7명 이상이 동의하였다. 서울시가 국제사회의 온실가스 감축 노력에 동참해야 하는 이유로는 기후변화문제 자체의 심각성(63.3%)을 가장 많이 선택했고, 서울의 감축책임, 국제사회의 합의 준수 의무, 사회경제적 편익 순으로 선택하였다. 국제사회의 온실가스 감축노력에 동참할 필요가 없다는 의견은 2.3%에 불과했는데, 국제협약에 대한 신뢰부족과 우선순위의 문제(보다 시급한 현안이 많음) 등을 불참 이유로 선택하였다.



[그림 3-6] 국제사회의 탄소중립 목표에 동참해야 하는가에 대한 시민 의견

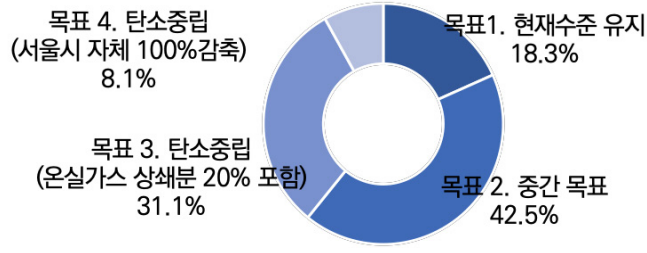
3) 기후변화정책 우선순위와 수용성

서울시가 기후변화정책 수립을 위해 고려해야 할 사항 중에서는 에너지전환(화석연료에서 신재생에너지로의 전환), 순환경제(자원효율성 향상, 재사용, 재활용 등을 통한 순환경제 달성), 제로에너지 기술개발(제로에너지건물, 고효율 가전기기, 전기수소차 등), 시민이 직접 참여할 수 있는 참여형 정책 개발 순으로 우선순위가 높았다.



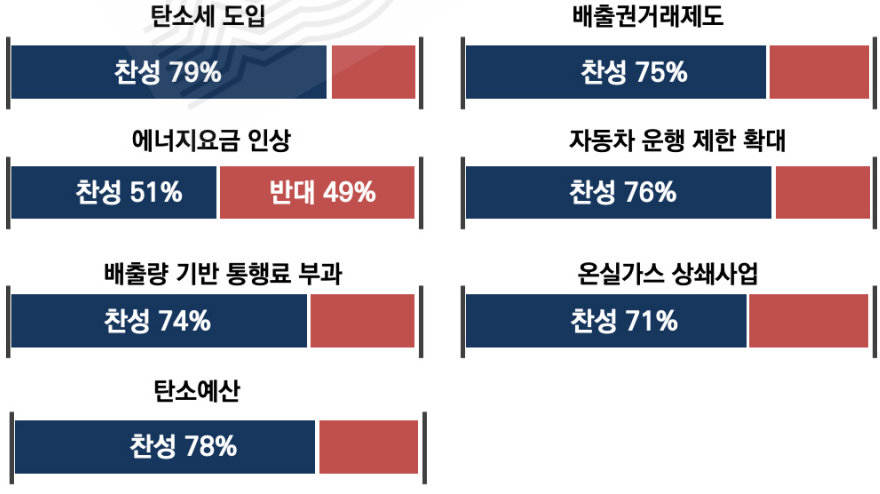
[그림 3-7] 기후변화정책 고려사항 우선순위 응답결과

서울시민 10명 중 8명 이상은 2050년까지 서울의 온실가스 배출량을 자체적으로 80% 이상 감축해야 한다고 응답하였다. 2050년까지 자체적으로 온실가스 배출량을 100% 줄여야 한다고 응답한 의견은 8.1%였으며, 현재수준의 배출량을 유지해야 한다는 의견은 18.3%였다.



[그림 3-8] 온실가스 감축 목표 응답결과

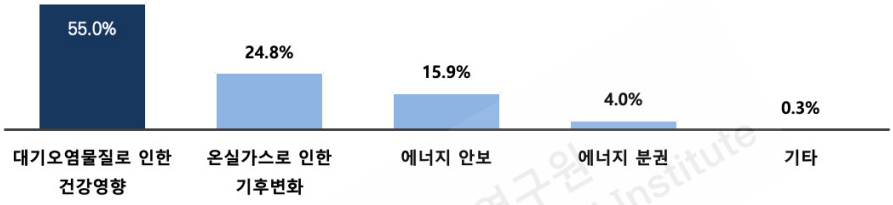
구체적인 정책수단과 관련해서 탄소세, 탄소예산수립, 배출권거래제도 도입, 자동차 운행제한 확대, 배출량기반 자동차통행료 부과, 온실가스 상쇄사업 등에 대해서는 모든 정책에 대해 10명 중 7명 이상이 찬성하였으며, 에너지요금 인상과 관련해서는 51%의 시민이 찬성하였다.



[그림 3-9] 정책수단별 수용성 응답결과

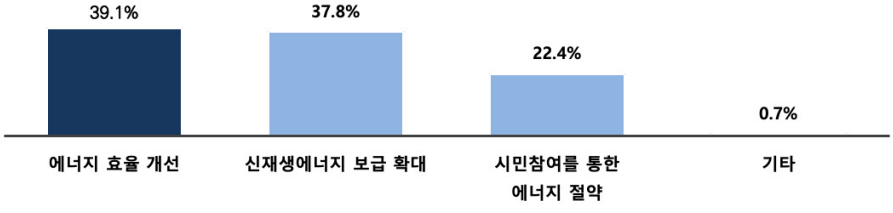
4) 에너지정책 우선순위

서울시민 대다수(10명 중 8명)는 서울시가 에너지문제에 관심을 갖고 관리정책을 수립해야 하는 이유로 에너지소비로 인한 환경문제를 선택하였다. 에너지 소비 과정에서 발생하는 대기오염물질(미세먼지 등)과 그로 인한 건강영향을 가장 중요한 이유라고 응답한 시민이 절반 이상인 55.0%였으며, 온실가스와 그로 인한 기후변화를 선택한 응답자는 24.8%였다. 환경문제 이외에 에너지안보(에너지원이 대부분은 수입에 의존하고 있기 때문에 국제정세에 따라 공급에 차질이 발생할 수 있음)와 에너지분권(에너지 수요와 공급에 대한 서울시 혹은 시민의 관리권한 확대)을 선택한 시민은 각각 15.9%와 4.0%에 불과했다.



[그림 3-10] 에너지 관리 정책 수립이 필요한 이유 응답결과

에너지관리 정책 우선순위와 관련해서는 에너지효율개선(건물 단열 개선, 가전제품 등 에너지이용기기 효율 개선 등)과 신재생에너지 보급 확대가 중요하다고 응답한 시민이 각각 39.1%와 37.8%였으며, 시민참여를 통한 에너지절약(에코마일리지, 교육 및 홍보 등)을 선택한 시민은 22.4%였다.

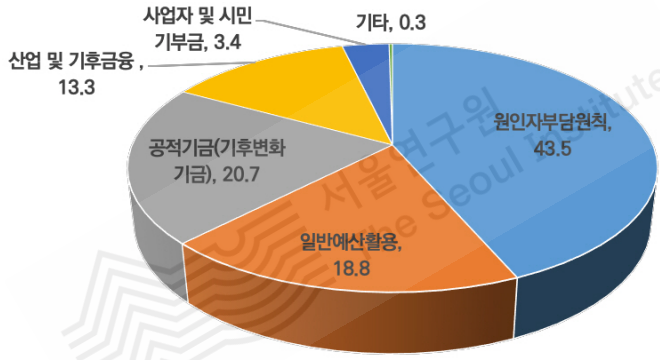


[그림 3-11] 에너지관리 정책 우선순위 응답결과

4_재원과 거버넌스

1) 재원마련 방안

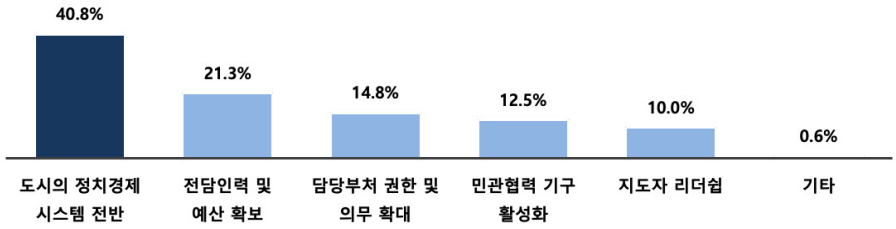
기후변화정책 실행을 위한 재원마련 방안과 관련해서 서울시민 10명 중 4명은 원인자부담원칙에 따라 온실가스를 배출하는 대상에게 비용을 부과하는 방안(탄소세, 배출권거래제, 과태료, 배출부과금 등 활용)을 가장 선호하였다. 20.7%의 시민은 기후변화기금과 같은 특별기금을 활용하는 방안을 선호하였으며, 현재의 제도 내에서 정부와 서울시의 일반 예산을 활용하는 방안에 대한 선호도는 18.8%였다. 기후변화 관련 산업 육성과 기후금융 활성화 등을 통한 수익금, 배출권 거래제도 수수료 등을 활용하는 방안은 13.3%의 시민이 선호하였다.



[그림 3-12] 재원마련 방안 응답결과

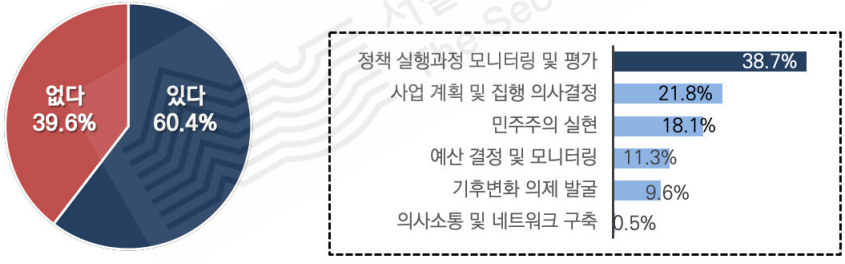
2) 거버넌스

서울시민 10명 중 4명은 현재 서울시의 기후변화 정책 수립 및 실행과 관련하여 정치권, 언론, 이해당사자, 시민의 관심과 태도 등 정치·경제·사회 시스템 전반의 변화가 가장 중요하다고 응답하였다. 다음으로 기후변화 대응을 위한 전담인력과 예산 확보(21.3%), 정부 담당부처의 권한과 의무 확대(14.8%), 시민이나 민간기관이 참여할 수 있는 민관 협력기구(거버넌스 조직) 활성화(12.5%), 시장 등 정부 지도자의 관심과 리더십(10%) 등의 순서로 중요하다고 응답하였다.



[그림 3-13] 정책추진력 확보를 위해 가장 중요한 사항 응답결과

서울시민 10명 중 6명은 기회가 주어진다면 기후변화 정책 민관협력기구(거버넌스 조직)에 참여할 의향이 있었다. 거버넌스 조직의 운영 목표로는 기후변화 대응 사업에 대한 모니터링과 평가(집행과정, 성과 등)를 가장 많이 선호하였고(38.7%), 다음으로 사업계획 및 집행에 관한 의사결정(21.8%), 지역 주요 구성원들의 의사소통 및 네트워크 구축(참여 민주주의 실현)(18.1%), 기후변화 대응 사업의 예산 및 기금 운영에 관한 사항(11.3%), 기후변화 대응을 위한 새로운 의제 발견(9.6%) 순으로 중요하다고 응답하였다.



[그림 3-14] 기후변화 대응 거버넌스 참여 의사와 주요 의제 응답결과

5_시사점

설문조사 결과에서 확인할 수 있듯이 기후변화에 대한 서울시민의 인식은 상당히 높은 편이다. 서울시민 10명 중 9명은 기후변화로 인한 피해를 심각하게 받아들이고 있으며, 서울시가 기후변화문제를 해결하기 위해 적극적으로 행동하기를 요구하고 있다.

서울시민은 지구평균기온의 상승을 1.5℃ 이하로 억제하려는 국제사회의 노력에 서울시가 적극적으로 동참하기를 요구하고 있으며, 탄소중립을 달성하기 위한 수단으로서 탄소세, 배출권거래제, 탄소예산제, 자동차 운행제한제, 배출량 기반 자동차 통행료, 온실가스 상쇄 등의 정책을 도입하고 확대하는 것에 대해서도 10명 중 7명이 찬성하고 있다. 또한 서울시민은 탄소중립 달성을 위해 10명 중 7명은 지방세 추가 납부의사가 있었으며, 기후변화 정책 거버넌스 조직을 구성하게 되면 시민 10명 중 6명은 이에 참여할 의향도 있었다. 설문조사를 통해 파악된 서울시민의 기후변화 인식과 정책 수용성은 서울시가 향후 탄소중립 정책을 적극적으로 실행해나가는 데 있어 상당히 긍정적인 요소라고 할 수 있다.

기후변화에 대한 적극적인 인식과 생각이 곧바로 행동(온실가스 감축)으로 이어지는 것은 아니다. 또한 기후변화에 대응하기 위해서는 사회뿐 아니라 개인에게도 어느 정도의 비용이 수반될 수 있음을 응답자들이 정확히 인지하고 답했는지는 명확하지 않다. 물론 설문조사 과정에서는 정책 실행에 소요되는 비용과 목표 달성을 통해 얻을 수 있는 편익을 구분하여 소개하기는 했지만, 시민들이 이러한 정보를 얼마나 진지하게 받아들이고 응답했는지는 확인할 수 없다. 다만, 설문 문항 중에서 전기요금 등 에너지비용의 인상 방안에 대해서는 다른 수단에 비해 찬성률이 낮았다는 점을 통해 응답자들이 개별 정책수단에 대해 고민하지 않고 의견을 제시한 것은 아니라고 볼 수 있다.

2020년에 코로나19 바이러스의 전 세계적 확산 과정에서 한국은 당국의 적극적인 대처와 시민의 방역수칙 준수로 바이러스의 폭발적인 확산을 통제한 바 있다. 시민 개개인이 바이러스의 위험성을 인식하고 있었을 뿐 아니라, 감염 위험성에서 벗어나기 위해서는 다소 불편할지라도 방역수칙을 준수해야 한다는 점에 대해 공감하고 실천했기 때문에 가능했던 일이다. 일반적으로 개인은 자신이 속한 사회와 집단이 공유하는 가치를 존중하지 않거나 훼손하는 것처럼 보이는 것을 싫어하는 경향이 있는데, 코로나19 바이러스 감염 사태는 이러한 집단의 압박(peer pressure)이 사회가 공유하는 가치를 실현하는 데 있어 긍정적으로 작용할 수 있음을 잘 보여준다. 기후변화를 억제하려는 노력은 이제 과학자나 정치인들만의 의제가 아니다. 설문조사에서도 확인할 수 있듯이, 대다수의 시민은 기후변화의 심각성에 대해 인식하고 있으며 대응노력의 필요성에 공감하고 있는데, 이제는 인식과 공감을 넘어 개개인이 행동할 수 있도록 집단의 압박을 활용하는 방안도 검토할 필요가 있다.

04

탄소중립 목표와 전략

서울연구원
The Seoul Institute

1_비전과 목표
2_전략과 방법
3_부문별 추진계획
4_기대효과

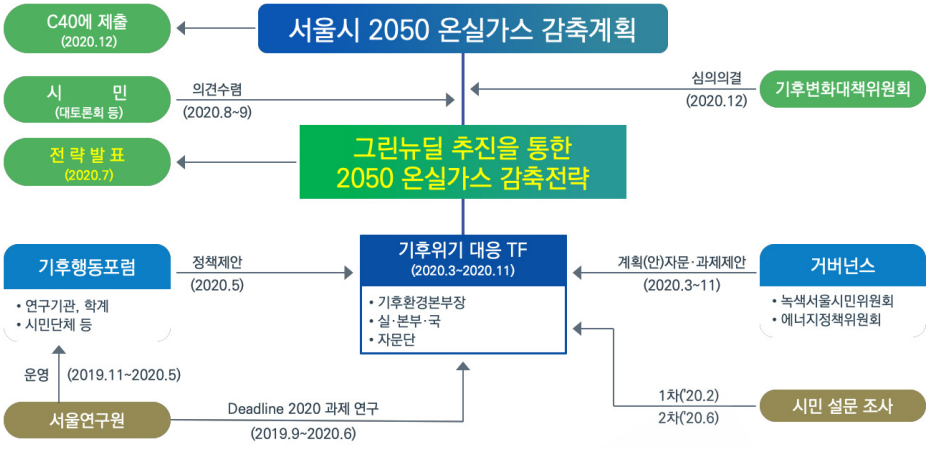
04. 탄소중립 목표와 전략

1_비전과 목표

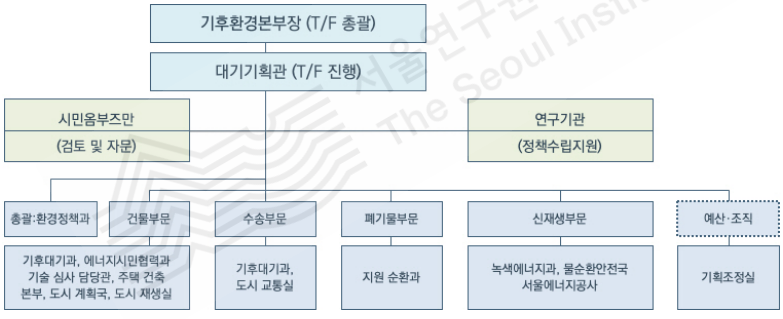
서울시는 [그림 4-1]과 같은 과정을 통해 2050년 탄소중립 목표와 비전을 정하고 부문별 세부 전략을 수립하였다. 탄소중립 전략의 초안은 서울연구원에서 작성하였고, 학술연구와 병행하여 시민 설문조사, 녹색서울시민위원회, 에너지정책위원회, 기후행동포럼 등을 통해 시민과 시민단체, 전문가의 의견을 수렴하였다. 또한 서울시는 [그림 4-2]와 같이 유관부서 담당자와 외부위원으로 구성된 기후위기대응 T/F를 구성하고 서울연구원의 학술연구, 시민과 시민단체의 의견, 전문가 의견 등을 종합하여 탄소중립 전략 초안을 마련하였다. 향후 서울시는 2020년 하반기에 시민 토론회 등을 거쳐 탄소중립 전략초안을 보완하고 기후변화대책위원회의 심의를 거쳐 최종안을 확정할 예정이다. 이렇게 완성된 서울의 탄소중립 계획은 2020년 12월에 기후변화 대응을 위한 전 세계 도시 간 협의체인 C40에 제출할 예정이다.

서울의 기후변화 정책 비전은 '사람·자연, 미래가 공존하는 지속가능한 서울'이다. 이러한 비전 아래 서울은 2050년까지 기후위기에서 벗어나 누구나 누리는 풍요롭고 지속가능한 서울을 이루고자 한다. 서울의 비전은 기후환경 정책을 통해 달성하고자 하는 서울의 미래상으로 지속가능성, 환경적 깨끗함과 쾌적함, 풍요로움, 형평성과 공정성 등 서울시민이 중요하게 여기는 가치를 포함한다(3장 설문조사 결과 참고). 기후환경 변화는 우리 사회가 누릴 수 있는 지속가능성, 환경적 깨끗함과 쾌적함, 풍요로움을 위협하는 가장 큰 리스크이다. 적극적인 기후변화 대응은 기후변화가 이러한 사회적 가치에 미치는 부정적인 영향을 줄이기 위한 효과적인 수단이 될 수 있다. 다만, 기후변화 대응은 경제활동과 시민생활을 일정 부분 제약할 수 있을 뿐 아니라, 현재의 화석연료 기반 에너지시스템 안에서는 에너지가격의 상승을 불러올 수 있다. 또한 기후변화로 인한 피해는 취약지역과 취약계층에게 집중될 가능성이 높다. 따라서 기후

변화 대응은 지속가능성, 환경적 깨끗함과 쾌적함, 풍요로움을 누구나 누릴 수 있도록 형평성과 공정성을 고려하여 추진되어야 한다.



[그림 4-1] 서울 탄소중립 계획 수립 체계



[그림 4-2] 기후위기 대응 T/F 구성

서울의 기후변화 정책 목표는 2050년까지 온실가스 순 배출량(배출량과 흡수량의 합)을 0으로 하는 탄소중립을 달성하는 것이다. 2050년까지의 탄소중립은 산업화 이전 대비 지구평균기온의 상승을 1.5℃ 이내로 억제하기 위한 마지노선이라고 할 수 있는데(IPCC, 2019), 서울은 국제사회가 달성하려고 하는 1.5℃ 목표에 적극적으로 동참하고자 한다. 서울은 2050년까지 탄소중립에 도달하기 위한 중간 경로로서 2030년까지는 2005년 대비 온실가스 배출량을 40% 줄이고, 2040년까지는 2005년 대비 온실가스 배출량을 70% 줄일 계획이다.

2_전략과 방법

탄소중립 달성을 위해 서울은 [그림 4-3]과 같이 5가지의 추진전략(5G)을 수립하였다. 각각의 추진전략은 탄소중립을 달성하기 위해 경제활동과 시민생활의 모든 영역에서 발생하는 온실가스를 최소화하고, 흡수원을 통한 온실가스 상쇄를 확대한다는 의미에서 그린(green)이라는 수식어가 붙어 있다. 건물부문에서는 서울 시내 모든 건물을 저탄소 제로에너지빌딩으로 전환함을 의미하는 그린빌딩이 핵심전략이다. 수송부문에서는 모든 내연기관차량을 전기차와 수소차 등 제로배출차량으로 전환함을 의미하는 그린모빌리티가 핵심전략이다. 에너지공급 부문에서는 화석연료 기반 전력을 태양광과 수소연료전지 등 신재생에너지 기반 전력으로 전환함을 의미하는 그린에너지가 핵심전략이다. 폐기물 부문에서는 폐기물 발생을 원천적으로 줄이고 발생한 폐기물에 대해서는 순환이용을 촉진하고 직매립을 금지함을 의미하는 그린사이클이 핵심전략이다. 상쇄부문에서는 온실가스와 대기오염물질 흡수원을 확대함을 의미하는 그린숲이 핵심전략이다.

서울연구원 Seoul Institute

[그림 4-3] 서울 탄소중립 추진전략

탄소중립 달성을 위한 주요 정책수단은 [표 4-1]과 같다. 부문별 핵심전략은 이러한 정책수단의 조합을 통해 구현될 수 있다.

[표 4-1] 탄소중립을 위한 주요 정책수단

유형		주요 부문	정책수단 예시
에너지 전환	에너지효율 개선	건물, 수송	온실가스총량관리제, 건물에너지효율개선사업(BRP), 제로에너지건물, IoT 기반 에너지수요관리, 자동차 연비 개선 등
	신재생 에너지	에너지공급	태양광 보급, 연료전지 보급, 에너지시스템 전환 (분산형에너지), 에너지저장장치 보급, 수소차 보급 등
	에너지절약	건물, 수송	에코마일리지, 승용차마일리지, 교통수요관리 등
순환경제		산업, 폐기물	1회용 플라스틱 생산 및 사용 제한, 리앤업사이클링 활성화, 에코디자인, 폐기물자원화 등
기반 조성	경제적 수단	전 부문	탄소세, 배출권거래제도, 종량제봉투, 전력요금제도, 신재생에너지지원제도(FIT, RPS), 기타 경제적 인센티브
	기술개발	전 부문	온실가스 감축기술 R&D 지원 등
	거버넌스	전 부문	시민참여 거버넌스 조직, 기후환경통합관리시스템 구축, 탄소예산제 도입, 기후변화 주류화, 예산과 조직 확보 등

3_부문별 추진계획

1) 건물부문

건물부문은 2050년까지 온실가스 배출량을 2005년 대비 81% 감축하는 것을 목표로 한다. 이를 달성하기 위해 서울시는 [표 4-2]와 같이 건물 온실가스 총량제를 도입하고, 제로에너지건물 사업, 그린리모델링 사업을 확대해나갈 계획이다. 서울시는 가정부문에서의 온실가스 감축을 유도하기 위해 에코마일리지 제도를 확대하고 친환경보일러 보급을 확대할 계획이다. 또한 서울시는 건물의 온실가스 감축 필요성에 대한 인식을 확산하고 제도시행을 위한 기반을 마련하기 위해 에너지다소비건물의 온실가스 배출량 공개, 건축물 에너지효율등급 인증 의무화, 부동산 거래 시 건축물 에너지평가서 첨부 의무화 등의 방안도 계획하고 있다.

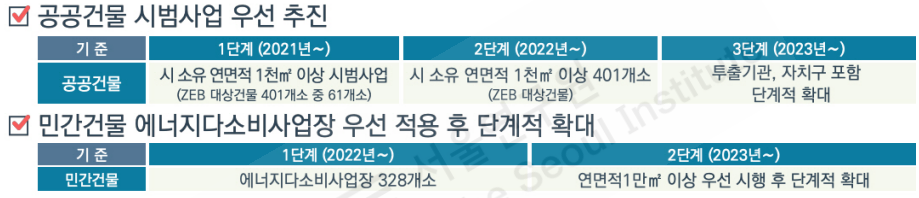
건물 온실가스 총량제는 탄소중립 목표 달성을 위한 서울의 건물부문 핵심정책이라고 할 수 있다. 건물 온실가스 총량제는 건물의 온실가스 배출을 줄이기 위해 건물별로 온실가스 배출허용 총량을 설정하고 관리해가는 제도이다. [그림 4-4]에 나타난 바와 같이 서울시는 2021년에 공공건물을 대상으로 시범사업을 시행하고, 2022년부터는 민간건물을 포함해 제도를 확대해나갈 계획이다. 개별 건축물의 온실가스 배출허용

서울연구원 The Seoul Institute

총량은 서울의 총 온실가스 감축목표와 연동하되, 건물용도와 규모별 특성을 고려해 유형별로 설정할 계획이다. 서울시는 현재 구체적인 건물 온실가스 총량제 도입방안을 마련하기 위해 학술연구를 진행하고 있다.

[표 4-2] 건물부문 주요 정책수단

건물 유형	주요 부문	정책수단
기존	가정, 상업, 공공	그린리모델링 사업(건물에너지효율화사업) 확대
신축/개보수	가정, 상업, 공공	제로에너지건물 사업
전체	상업, 공공	건물 온실가스 총량제
	가정, 상업	에너지다소비건물 온실가스 배출량 공개, 건축물 에너지효율등급 인증 의무화, 부동산 거래 시 건축물 에너지평가서 첨부 의무화
	가정	에코마일리지 제도 개선/확대, 가정용 친환경보일러 보급 확대

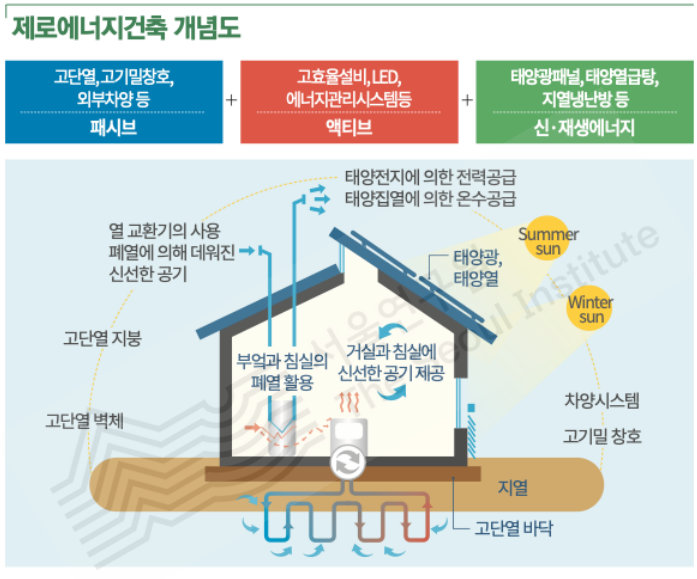


[그림 4-4] 건물 온실가스 총량제 로드맵(안)

중앙정부는 2019년에 제로에너지건축 도입 계획을 수립하고 [그림 4-5]와 같이 2030년까지의 로드맵을 발표하였다(국토교통부, 2019). 제로에너지건축은 '단열성능을 극대화하여 건물 외피를 통해 외부로 유출되는 에너지양을 최소화하고, 신재생에너지를 활용하여 건물기능에 필요한 에너지를 자체적으로 공급하는 에너지자립 건축물'이라고 정의할 수 있다(서울시, 2020). 정부의 제로에너지건축 인증 기준은 [표 4-3]과 같다. 정부는 먼저 2020년 이후 신축되는 연면적 1,000㎡ 이상의 모든 공공건물에 대해 제로에너지건축을 의무화하고, 점차 민간 건물로 대상 건물을 확대해나갈 예정이다.

[그림 4-5] 중앙정부 제로에너지건축 로드맵

출처: 국토교통부 외(2020)



[그림 4-6] 제로에너지건축물 개념

출처: 국토교통부 외(2020)

[표 4-3] 제로에너지 인증 기준

에너지효율등급	에너지자립률	제로에너지등급
1++등급* 이상 (최고 1+++ ~ 최저 7등급) *최저 7등급 대비 80% 절감	100% 이상인 건축물	1등급
	80 이상 ~ 100% 미만인 건축물	2등급
	60 이상 ~ 80% 미만인 건축물	3등급
	40 이상 ~ 60% 미만인 건축물	4등급
	20 이상 ~ 40% 미만인 건축물	5등급

주: 에너지자립률은 1차에너지 생산량을 1차에너지 소비량(소요량+생산량)으로 나눈 비율(%)

자료: 국토교통부(2020)

서울시는 연면적 1,000㎡ 이상의 모든 공공건물에 대해 2020년부터 제로에너지건축을 의무화하고, 연면적 500㎡ 이상 공공건물에 대해서는 정부 계획보다 3년 앞당겨 2022년부터 제로에너지건축을 의무화할 계획이다. 공공임대 및 분양 주택에 대해서는 [표 4-4]와 같이 에너지효율과 에너지자립률 기준을 강화해 2024년부터는 모든 신축 공공임대 및 분양 주택이 제로에너지등급 인증을 받도록 할 계획이다. 또한 서울시는 [그림 4-7]에 나타난 바와 같이 민간건물에 대한 제로에너지건축 도입 시기를 정부의 계획보다 1~2년 정도 앞당겨 시행할 계획이다.

[표 4-4] 서울시 공공임대 및 분양주택 기준

구분	1단계(2021~2023년)	2단계(2024년 이후)
에너지효율등급	1+	1++
에너지자립률	18~20%	20% 이상

자료: 서울시 내부자료

☑ 대형건물 (연면적 1만㎡이상) 정부 계획보다 1~2년 앞당겨 ZEB 의무화

구 분	정부 ZEB 로드맵	서울시 ZEB 계획
연면적 10만㎡이상	2025년	2023년
연면적 1만~10만㎡미만	2025년	2024년

❖ 서울시환경영향평가 심의기준 및 서울시 녹색건축물 설계기준 개정 추진(2020~2021년)

☑ 공동주택(300세대 이상) 정부 계획보다 1~2년 앞당겨 ZEB 의무화

구 분	정부 ZEB 로드맵	서울시 ZEB 계획
1,000세대 이상	2025년	2023년
300세대 ~ 1,000세대	2025년	2024년

❖ 서울시환경영향평가 심의기준 및 서울시 녹색건축물 설계기준 개정 추진(2020~2021년)

[그림 4-7] 서울시 민간건물 ZEB 로드맵(안)

자료: 서울시 내부자료

그린리모델링은 에너지효율이 낮거나 환경적 성능(자원효율성, 실내공기질, 온실가스 배출 등)이 부족한 기존 건축물을 개보수하거나 에너지절약 혹은 친환경 기술을 신규로 도입하여 건물의 에너지효율과 환경적 성능을 향상시키는 사업이라고 할 수 있다. 단열성능이 낮고 저효율 에너지설비를 사용하는 기존 건축물을 그린빌딩으로 리모델링하는 사업은 건축물의 에너지소비와 온실가스 배출을 줄이고 건축물이 환경에 미치는 부정적인 영향을 최소화하는 데 효과적일 수 있다(EPA, 2019). 서울시는 [표 4-3]과

같이 노후건물을 대상으로 그린리모델링 사업을 수행할 예정이며, 향후 대상범위를 확대할 계획이다.

[표 4-5] 그린리모델링 사업 계획

대상	사업내용
노후 공공건물	- 2020년 19개소 시범사업 후, 2023년까지 1,532개소 그린리모델링 - 30년 내외 경과된 연면적 1천㎡ 이상 시 소유 건물 401개소 - 20년 내외 경과된 자치구 경로당, 어린이집, 보건소 1,131개소
저층주거지 노후주택	- 서울가꿈주택사업 대상지역 확대(2021년까지 주택성능개선지원구역 147개소)
민간건물	- BRP 융자 금리 2021년까지 제로금리로 인하(현재 0.9%) - BRP를 통해 에너지효율등급 1+ 이상 인증 시 보조금 지원, 인증수수료 지원
SH공사 공공임대주택	- 20년 이상 된 임대주택(70,699세대) 그린리모델링 - 고효율보일러(8.3천 개소), LED조명(10.9천 개소), 절수형수전(15.3천 개소) 설치 (2020년) - 2021년 이후 LH 공사와 협의하여 지원범위 확대

자료: 서울시 내부자료

건물부문 온실가스 감축 필요성에 대한 인식확산과 기반 마련을 위해 서울시는 [표 4-6]과 같은 사업을 시행할 계획이다.

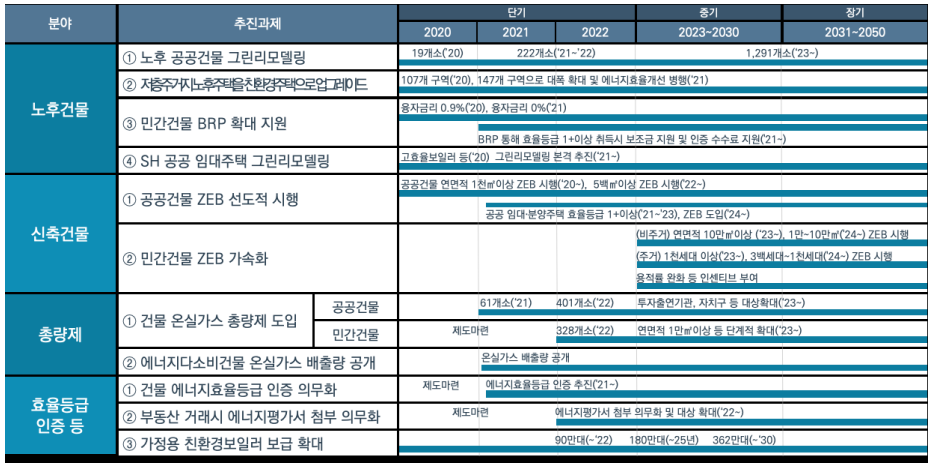
[표 4-6] 인식확산 및 기반마련을 위한 사업

사업	내용
건물에너지효율등급 인증 의무화	- 2022년까지 연면적 1천㎡ 이상인 시 소유 건물 401개소 에너지효율등급 인증 시범실시 - 2024년까지 공공건물과 에너지다소비건물 에너지효율등급 인증 및 개선명령 - 2025년 연면적 1천㎡ 이상인 민간 건물로 대상 확대 - 2030년 연면적 5백㎡ 이상인 민간 건물로 대상 확대 - 2050년까지 모든 건축물로 대상 확대(최저기준 이하 건물의 부동산 거래 제한 조치 도입)
부동산 거래 시 에너지평가서 첨부 의무화	- 부동산 중개업자가 건축물 중개 시 에너지평가서를 계약서에 첨부하도록 의무화 - 2022년까지 연면적 5백㎡ 이상인 모든 건물에 적용
가정용 친환경보일러 보급	- 가정용 노후보일러를 친환경보일러로 100% 교체 - 2022년까지 90만 대, 2025년 180만 대, 2030년까지 전체(362만 대)
에너지다소비건물 온실가스 배출량 공개	- 2021년부터 에너지다소비건물 온실가스 배출량 공개

자료: 서울시 내부자료

건물부문의 탄소중립 사업을 종합한 로드맵은 [그림 4-8]과 같다. 4개 분야에 걸쳐 11개 과제를 선정하였다.

서울연구원 The Seoul Institute



[그림 4-8] 서울시 건물부문 탄소중립 로드맵(안)

2) 수송부문

수송부문에서는 2050년까지 서울에서 운행하는 모든 차량을 전기차와 수소차 등 온실가스 무배출차량(zero emission vehicle)으로 전환하는 것을 목표로 한다. 이를 통해 서울은 수송부문에서 온실가스 배출량을 2050년까지 2005년 대비 61% 감축할 계획이다.[5] 수송부문의 주요 정책수단은 [표 4-7]과 같이 전기차와 수소차 보급 지원, 친환경등급에 따른 도심자동차운행제한 확대, 도로다이어트 등을 통한 교통수요 관리, 오염물질 배출량에 기반한 자동차 주행세 도입 등이다.

[표 4-7] 수송부문 주요 정책수단

유형	정책수단
신차	전기차, 수소차 보급 지원
운행차	친환경등급에 따른 도심자동차운행제한 확대, 도로다이어트 등을 통한 교통수요관리
기반조성	오염물질 배출량에 기반한 자동차 주행세 도입 검토

전기차와 수소차 보급 확대를 위해 서울시는 [표 4-8]과 같은 정책수단을 도입할 계

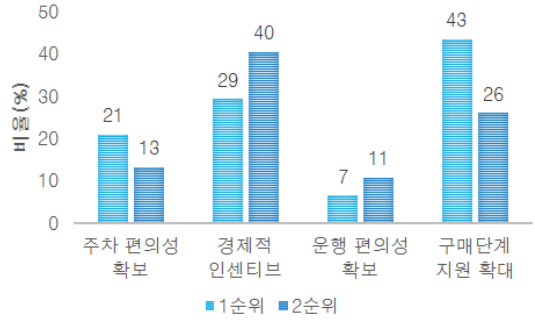
5) 도로 수송부문의 모든 차량을 전기나 수소차로 전환하면 휘발유와 경유 등 화석연료 소비는 줄어들지만 전기차 충전과 수소 생산을 위한 전력수요는 증가한다. 국가의 전력수급계획이 획기적으로 바뀌지 않는 한 소비하는 전력의 대부분을 외부로부터 공급받고 있는 서울에서 수송부문의 온실가스 간접배출을 0으로 만드는 것은 현실적으로 어렵다. 철도와 항공부문에서도 온실가스가 배출되는데, 국가 기간산업에 해당하기 때문에 서울의 정책이 미칠 수 있는 영향에는 한계가 있다.

획이다. 서울시는 공공부문에서 관용차 교체 시 전기차와 수소차를 의무적으로 도입하도록 하고, 서울시의 관리 권한이 어느 정도 확보되어 있는 버스와 택시 등 대중교통으로 전기차와 수소차 보급을 확산할 계획이다. 민간부문에서는 충전시설을 확충하여 사용자 편의성을 높이고, 인센티브를 확대해 시민과 기업의 전기차와 수소차 구매를 유도할 계획이다. 구체적으로 서울시는 2022년까지는 서울 전역에서 전기차 충전기를 5분 거리(800m) 이내에서 찾을 수 있도록 충전인프라를 확대해 나갈 계획이다. 이를 위해 2022년까지 전기차 공용충전기를 2천 기 보급하고 수소충전소도 15개소로 확충할 예정이다. 이후에도 서울시는 충전인프라를 지속적으로 확대해 2035년까지 전기차 공용충전기 4천 기와 수소충전소 65개소를 마련할 계획이다. 또한 민간건축물에서의 전기충전기 보급을 위해 현재 주차공간 100면당 1기 설치하도록 하고 있는 기준을 단계적으로 강화해 2035년에는 5면당 1기를 의무적으로 설치하도록 할 계획이다. 민간부문에서의 전기차와 수소차 보급 확산을 위해 서울시는 시민의 선호를 바탕으로 인센티브 제도를 보완해나갈 예정이다. 참고로 황인창 외(2018)에 따르면 서울시민의 초저공해차량 구매의사는 적절한 인센티브를 제공하면 7~9%p 정도 증가한다. 서울시민은 다양한 인센티브 유형 중 [그림 4-9]에서 확인할 수 있듯이 구매단계에서의 지원(보조금, 세제지원 등)과 보유단계에서의 경제적 인센티브(주차료, 통행료 감면 등)를 가장 선호하고 있다.

[표 4-8] 전기차와 수소차 보급 확대를 위한 정책수단

유형		정책수단
공공부문		- 2020년부터 시와 산하기관에서 승용관용차 구매 시 친환경자동차 의무 구매 - 2025년부터 전차종 관용차 구매시 전기차와 수소차 의무 구매
대중교통	시내버스	- 2021년부터 시내버스 교체 시 전기차와 수소차 구입 추진
	택시	- 2030년부터 택시 교체 시 전기차와 수소차 구입 의무화
	기타 차량	- 공항버스, 시티투어버스 교체 및 증차 시 친환경차에 대해서만 사업 인·허가 - 마을버스, 어린이통학버스, 렌터카, 나눔카 등 서울시 등록·협력사업은 협약을 통해 친환경차 교체 추진
민간부문		- 2025년까지 신규등록 차량 중 전기차와 수소차 비중 20%(2019년 4%) - 2030년까지 신규등록 차량 중 전기차와 수소차 비중 50% - 2035년부터 모든 내연기관차량 신규등록 금지
기반조성		- 2022년까지 서울 전역에서 5분 거리(800m) 이내에 전기차 충전기 설치 - 공용충전시설 확충: 2022년까지 전기차 충전기 2천기, 수소충전소 15개소 설치, 2035년까지 전기차 충전기 4천기, 수소충전소 65개소 설치 - 민간 신축건물 충전기 설치 의무비율 확대: 현행 주차공간 100면당 1면에서 2030년까지 5면당 1면으로 단계적 확대 - 전기차와 수소차 인센티브 확대(승합차, 화물차 포함)

자료: 서울시 내부자료



[그림 4-9] 초저공해차량 인센티브 선호도

출처: 황인창 외(2018)

이러한 정책을 통해 서울시는 신규등록 차량 중 전기차와 수소차 비중을 2019년 4%에서 2025년 20%, 2030년 50%로 단계적으로 높일 계획이다. 또한 서울시는 2035년부터는 모든 내연기관차량에 대한 신규등록을 금지할 계획이다.

수송부문에서의 온실가스 감축을 위한 핵심정책 중 하나는 친환경등급에 따른 도심자동차운행제한을 단계적으로 확대하여, 노후차량에서 배출되는 온실가스를 획기적으로 줄이고 전기차와 수소차 등 초저배출차량으로 전환하도록 유도하는 것이다. 이를 위한 시기별 로드맵은 [표 4-9]와 같다. 현재 서울시에서는 도심에 지정된 녹색교통진흥지역(16.7㎢) 내에서 환경부 배출가스등급 기준 5등급 차량의 운행이 상시적으로 제한되고 있다(황인창 외, 2018). 자동차의 배기가스 등급은 [표 4-10, 11]과 같다. 서울시는 녹색교통진흥지역의 운행제한 대상차량을 2022년에는 4등급 이하, 2028년에는 3등급 이하, 2035년에는 2등급 이하로 확대할 계획이다. 현재는 중구와 종로구 일부가 포함된 한양도성 내부가 녹색교통진흥지역으로 지정되어 있는데, 향후 서울시는 [그림 4-10]과 같이 강남과 여의도 등 중심업무지구를 포함해 녹색교통진흥지역을 점차 확대해나갈 계획이다. 녹색교통진흥지역이 확대되면 해당 지역에서는 친환경등급에 따른 도심자동차운행제한 제도가 동일하게 적용된다. 또한 서울시는 2025년부터 서울 전역을 대상으로 환경부 배출가스 등급 5등급 이하 차량의 운행을 제한하고, 2030년부터는 4등급 이하 차량, 2040년부터는 3등급 이하 차량의 운행을 제한할 계획이다. 2050년에는 서울 전역에서 전기차와 수소차 등 무배출차량만 운행할 수 있도록 할 예정이다. 참고로 [그림 4-11]에서 확인할 수 있듯이 서울시민 10명 중 9명은 출고된 지 14년 이내에 자동차를 교체하고 있기 때문에, 2020년대 중반까지의 서울시 로드맵은 일반적인 차량교체 주기를 감안하면 대다수의 시민에게 큰 부담이 되

지는 않을 것이라고 볼 수 있다. 다만 2020년대 중반 이후에는 미리 준비하지 않으면 차량교체에 대한 부담이 커질 수 있기 때문에, 자동차 소비자와 판매자에게 지속적으로 신호를 주어 사전에 대비할 수 있도록 해야 할 것이다.

[표 4-9] 친환경등급에 따른 자동차운행제한 로드맵(안)

구분		현재	2022년	2025년	2028년	2030년	2035년	2040년	2050년
운행 제한 차량	배출가스 등급	5등급	4~5등급	5등급	3~5등급	4~5등급	2~5등급	3~5등급	2~5등급
	연식 (경유차 기준)	2005년 이하	2009년 이하	2005년 이하	2018년 까지 출고	2009년 이하	모든 경유차	2018년 까지 출고	모든 경유차
	출고 후 기간 (경유차 기준)	최소 14년	최소 13년	최소 20년	최소 10년	최소 21년		최소 22년	
대상지역		녹색교통 진흥지역	녹색교통 진흥지역	서울시 전역	녹색교통 진흥지역	서울시 전역	녹색교통 진흥지역	서울시 전역	서울시 전역
운행시간		상시(365일, 06~21시)				상시(365일, 24시)			
예외차량		저공해조치 이행으로 배출가스 기준등급 이상으로 조정된 차, 장애인차, 특수공용목적차, 긴급차, 외교용차				장애인차, 특수공용목적차, 긴급차, 외교용차			
과태료		10만 원(3회 이상 위반 시 20만 원)							
특이사항		환경부 배출가스등급 변경 시 변경된 등급기준을 따름, 관계법률 조정 시 해당 법률에 명시된 과태료 부과, 서울 외 지역 등록차량 포함, 녹색교통지역 확대 시 동일 적용, 저공해조치 차량은 매년 저공해조치 이행사항에 대한 점검을 받는 자동차에 한함(관계기관 확인서 필요)							

[그림 4-10] 녹색교통진흥지역 확대 계획

출처: 서울시(2020)

[표 4-10] 환경부 자동차 배출가스등급 산정기준(경형, 소형·중형자동차)

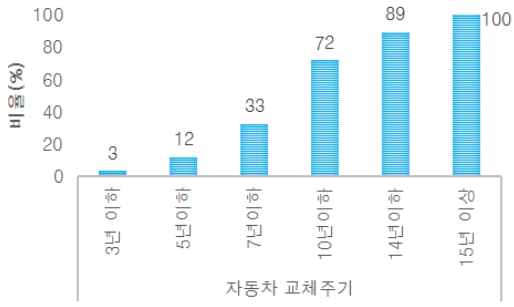
등급	배출허용기준 수준	경형, 소형중형 승용, 소형중형 화물				
		사용연료	기준적용연식	NMOG+NOX (g/km)	NOX (g/km)	PM (g/km)
1	ZEV	전기,수소,	-	0.000	-	-
	SULEV	휘발유, 가스 (하이브리드 포함)	2016(기준6)	0.0125		0.002
			2016(기준5)	0.019		0.002
			2013(기준3) 2009(기준3)			-
2	ULEV		2016(기준4)	0.031		0.002
			2016(기준3)	0.044		0.002
			2016(기준2)	0.078 (0.056)		0.002
			2013(기준2) 2009(기준2) 2006			-
	LEV (LEV Ⅱ&Ⅲ)	휘발유,가스	2016(기준1)	0.100		0.002
			2013(기준1) 2009(기준1)			-
3	LEV (LEV Ⅰ)	휘발유	2003	0.248~0.331	-	-
		가스	2003	0.331~0.534	-	-
	실도로	경유	2017.9. 이후	-	0.168~0.263	-
			2020.1. 이후	-	0.120~0.189	
	Euro-6	경유 (하이브리드 포함)	2014	0.174~0.219	-	0.0045
	Tier 1	휘발유·가스	2000	0.416~0.720		
	Euro-5	경유	2009.9	0.232~0.353		0.005
4	-	휘발유·가스	1988 이후 (삼원촉매 부착)	0.870~1.930		-
	Euro-4	경유	2006	0.302~0.463		0.025~0.060
5	-	휘발유·가스	1987 이전 (삼원촉매 미부착)	5.300		-
	Euro-3 이전	경유	2002.7.1. 이전	0.560~		0.050~

자료: 환경부고시 제2018-58호

[표 4-11] 환경부 자동차 배출가스등급 산정기준(대형·초대형자동차)

등급	배출허용기준 수준	대형·초대형 승용, 대형·초대형 화물				
		사용연료	기준적용연식	NMHC	NOX	PM
1	ZEV	전기·수소연료전지		0.00	0.00	-
	Euro-6 ↑	휘발유(하이브리드) 가스(하이브리드)	2016.12	0.10	0.35	0.01
2	Euro-6	휘발유·가스	2016, 2013	0.14	0.40	-
		경유(하이브리드)	2014	0.12	0.35	0.01
3	Euro-5	휘발유·가스	2009	0.55	2.00	-
	Euro-6	경유	2014	0.16	0.46	0.01
	Euro-4	휘발유·가스	2006	0.55	3.50	-
	Euro-5	경유	2009.9	0.55	2.00	0.03
4	Euro-3	휘발유·가스	2002.7	0.90	3.50	-
	Euro-4	경유	2006	0.55	3.50	0.03
5	Euro-2	휘발유·가스	2000 이전	1.2	5.5	-
	Euro-3	경유	2002.7	0.66	5.00	0.10

자료: 환경부고시 제2018-58호



[그림 4-11] 서울시민의 자동차 교체주기

출처: 황인창 외(2018)

서울시는 [표 4-12]와 같은 교통수요관리 정책도 시행할 계획이다. 현재 녹색교통진흥지역 등 도심 일부에서 진행하고 있는 도로다이어트 사업을 서울 전역으로 확대하여 자전거와 도보 등을 위한 녹색교통공간을 확보해나갈 계획이다. 또한 공용자전거인 따릉이를 확대 보급하고 자동차전용도로를 확대하여 자전거의 교통분담률을 2030년까지 15%로 높일 계획이다. 이 밖에도 교통유발부담금 제도와 주차관련 제도 등을 보완하여 자동차 통행수요를 줄이고 대중교통과 친환경수단 이용률을 높이도록 유도할 계획이다.

[표 4-12] 교통수요관리 정책수단

유형	정책수단
도로다이어트를 통한 도로 공간 재편	- 2025년까지 22개 도로 정비, 보행 및 녹색교통공간 확보(차로 축소 등) - 자전거전용도로 네트워크 구축(2030년까지 자전거도로 390km 확장) - 도심에서 진행하던 도로 공간 재편 사업을 서울 전역으로 확대(4차로 이상, 차로 폭 3m 초과, 속도 30km/h 이상인 도로 대상)
자전거 교통분담률 확대	- 2030년까지 자전거의 교통분담률 15% - 자전거 인프라 확충(2030년까지 자전거전용도로율 7%) - 2021년까지 공용자전거 따릉이 4만 대, 대여소 3,040개소 확대(도로 5분 거리 이내 따릉이 접근 가능)
기타 수요관리 제도	- 교통유발부담금 제도 관리체계 개선(데이터기반 관리프로그램 도입) - 대중교통 접근성을 고려한 주차급지 개선(점단위 5급지 체계에서 면단위 3급지 체계로 변경)

자료: 서울시 내부자료

수송부문의 탄소중립 사업을 종합한 로드맵은 [그림 4-12]와 같다. 3개 분야에 걸쳐 8개 과제를 선정하였다. 이 밖에도 서울시는 중장기적으로 오염물질 배출량에 기반한

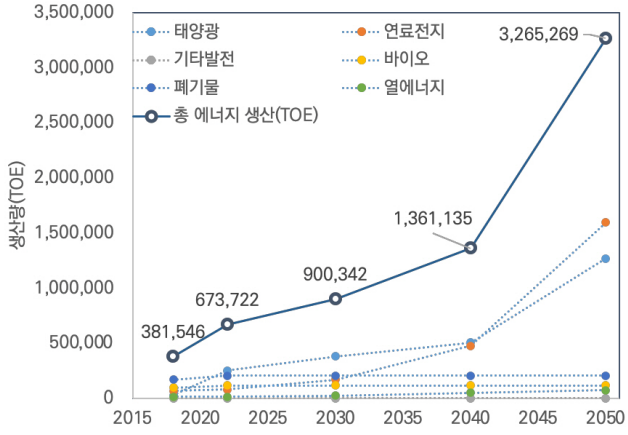
자동차 주행세 도입을 검토할 계획이다. 현재 서울에서는 도심지역에서 혼잡통행료가 부과되고 있는데, 중장기적으로는 자동차 세제를 배기량이 아닌 오염물질 배출량에 기반해 부과하는 방안을 도입할 필요성이 있다.

[그림 4-12] 서울시 수송부문 탄소중립 로드맵(안)

3) 에너지공급부문

에너지공급부문은 2050년까지 신재생에너지원을 통해 3,265천TOE의 에너지를 생산하는 것을 목표로 한다. 서울의 특성을 고려해 도입 가능성이 높은 태양광과 수소연료전지를 중심으로 신재생에너지 보급을 확대하고, 태양열과 지열 등 기타에너지원에 대해서는 기술개발을 통해 경제성을 확보해 나갈 계획이다. 서울시는 시민참여를 기반으로 2022년까지 태양광 설비 1GW를 보급하는 목표로 태양의 도시 사업을 진행하고 있는데, 이후에도 사업을 더욱 확대하여 2050년까지 태양광 설비를 5GW 보급할 계획이다. 건물분야 규제수단과 기술개발 지원 등을 통해 수소연료전지 보급을 확대하여 2050년까지는 연료전지 설비용량을 1GW로 확대할 계획이다. 서울시는 중장기적으로 신재생에너지 발전소와 열병합발전소 등 분산형 발전 공급원과 주거단지와 업무지구 등 에너지 수요처를 그리드로 연결해 안정적으로 에너지를 주고받을 수 있도록 하는 방안을 검토할 것이다. 또한 현재 운영 중인 서울복합화력(800MW)에서 발생하는 온실가스를 줄이기 위해 탄소포집 및 저장 기술(CCS), 바이오에너지 활용 기술 등의 도입방안을 검토할 계획이다.

서울연구원 The Seoul Institute



[그림 4-13] 서울시 신재생에너지 생산 목표

[표 4-13] 에너지공급부문 주요 정책 목표와 전략

유형	목표와 전략
신재생에너지 보급	- 규제, 지원제도, 시민참여를 바탕으로 건물부문 중심 신재생에너지 보급 확대 - 2050년까지 태양광 설비용량 5GW 설치 - 2050년까지 연료전지 설비용량 1GW 설치
스마트 에너지시티 조성	- 정보통신기술과 사물인터넷을 활용 에너지 생산과 소비 최적화 - 서울시 에너지통합플랫폼 에너지정보센터 구축
기술개발 지원과 기반조성	- 기술적 잠재량이 높은 신재생에너지원 기술개발 지원을 통한 경제성 확보 - 분산형에너지 공급원과 수요처 연결망 구축 방안 검토 - 서울 복합화력(800MW) 온실가스 감축 기술 도입 검토

서울시는 규제수단, 지원제도, 시민참여를 바탕으로 건물부문을 중심으로 태양광 보급을 더욱 확대해 나갈 계획이다. 구체적인 정책수단은 [표 4-14]와 같다. 우선 규제수단으로 2023년부터 건물 신축이나 개보수 시에 신재생에너지 자립률을 20% 이상으로 의무화할 계획이다. 이러한 신재생에너지 자립률 의무 조건은 앞서 건물부문에서 살펴본 건물온실가스 총량제와 제로에너지건축 사업과 함께 건물부문에서의 신재생에너지 보급을 확대하는 데 큰 도움을 줄 수 있다.

[표 4-14] 태양광 보급 정책수단

유형	정책수단
건물 중심 보급 확대	- 2023년부터 건물 신축이나 개보수 시 신재생에너지 자립률 20% 의무화 - 태양광 설치 보조금 지원대상 확대(옥상과 지붕 뿐 아니라, 지상과 벽면 등 건물 주변 모든 공간에 대한 설치 지원) - 건물일체형 태양광(BIPV) 설치 보조금 사업(2022년까지 120억원 지원)
태양광 부지 발굴 및 설치 확대	- 시민으로 구성된 태양광탐사대 운영(태양광 부지 발굴을 돕기 위해 콜센터나 온라인 업무창구 운영) - 도시기반시설과 전통시장 등 공공부지를 적극 활용해 태양광 설치 확대
기술개발 지원 등	- 신재생에너지 신기술 실증단지 조성을 통해 기술검증 및 상용화 지원 - 서울형 햇빛발전 지원제도(FIT) 대상 확대(2020년부터 자가소비용도 지원)

자료: 서울시 내부자료

서울시는 태양광 보급을 위해 각종 지원사업도 확대할 예정이다. 태양광 설치 보조금 지원대상을 확대하고, 건물일체형 태양광(BIPV) 설치 보조금도 2020년부터 지급할 예정이다. [표 4-15]에 나타난 바와 같이 건물일체형 태양광은 태양전지를 건물의 외장재로 사용한 시스템으로, 창호, 외벽, 지붕 등 건물의 다양한 공간에 설치가 가능해 태양광 보급 뿐 아니라 도시 미관 개선에도 효과적일 것으로 기대된다. 서울시는 시민으로 구성된 태양광탐사대를 운영하여 태양광 설치가능 부지를 적극적으로 발굴할 계획이며, 도시기반시설과 전통시장 등 공공부지를 적극 활용해 태양광 설비를 설치할 계획이다. 기반조성을 위해 신재생에너지 신기술 실증단지를 조성하고, 서울형 햇빛발전 지원제도(FIT) 대상을 자가소비용으로도 확대할 계획이다.

[표 4-15] BIPV 도입 사례

종 류	설치 위치	시공전	시공후
칼라형 (GtoG)	외벽		

BIPV(Building Integrated Photovoltaic): 태양전지를 건물의 외장재로 사용한 시스템으로, 창호, 외벽, 지붕 등 건물의 다양한 공간에 설치가 가능해 친환경 에너지 보급 뿐 아니라 도시 미관 개선에도 효과적인 기술

자료: 서울시 내부자료

서울시는 제도개선 등을 통해 수소연료전지의 보급을 확대해나갈 계획이다. 제도상 건물용 연료전지는 현재 자가소비용으로만 허용되고 있는데, 수익창출을 통한 가동률 향상을 위해 발전사업으로도 허용하는 방안을 추진할 것이다. 또한 연료전지를 건물 비상용발전설비로 인증하는 방안도 추진할 것이다. 서울시는 연료전지 발전소에 대한 사회적 수용성을 확보하기 위해 철저한 안전성 검증을 요구하는 한편, 설치지역 주민에 대한 혜택도 강화하는 방안을 제안할 예정이다. 더불어 서울시는 물재생센터와 철도차량기지 등 공공부지를 활용해 민간 연료전지발전소를 유치하는 방안을 지속해서 추진할 계획이다.

서울시는 폐기물 자원화사업을 통한 에너지생산을 높이고 소수력과 하천수열 등을 활용하는 방안도 마련할 계획이다. 자원회수시설의 일처리용량을 2025년까지 3,350톤으로 확대하고, 하수처리시설, 음식물폐기물 처리시설 내에 바이오가스 수소화 시설을 도입할 예정이다. 잠실수중보에 2.5MW 용량의 소수력 발전을 추진하고, 광역상수열을 건물 냉난방에너지원으로 활용할 계획이다. 서울시는 재건축단지 등을 중심으로 2030년까지 67개 단지에 대해 집단에너지 보급을 확대할 계획이다. 지역난방에서 남는 열을 활용하여 에너지효율을 향상하는 방안도 마련하기 위해 마곡지구에서 실증사업을 시행할 계획이다.

[표 4-16] 수소연료전지와 분산형에너지 보급 정책수단

유형	정책수단
수소연료전지	- 건물용 연료전지 경제성 확보방안 마련 - 상기 가동 가능한 연료전지를 건물 비상용 발전설비로 인정 추진 - 물재생센터, 철도차량기지 등 공공부지 활용 민간 연료전지 발전소 유치
기타 신재생에너지	- 자원회수시설 소각 열 생산 증대 및 바이오가스 단계적 수소화 추진 - 소수력, 하천수열 등 다양한 에너지원 활용
집단에너지	- 집단에너지 공급 확대와 차세대 지역난방 도입

자료: 서울시 내부자료

서울시는 정보통신가술을 활용해 탄소중립 도시 구현을 돕는 스마트 에너지시티 조성사업을 시행할 계획이다. [그림 4-14]에 나타난 바와 같이 스마트 에너지시티 모델 개발을 위한 시범사업을 2023년까지 실시하고 이후 대상지역을 확대해나갈 예정이다. 서대문구에서는 공동주택과 저층주택 3천 가구가 참여하여 전력소비 패턴에 따라 선택형 전기요금제를 적용하고, 지역 내에서 생산한 신재생에너지를 거래하는 방안도 적용할 계획이다. 마곡지구에서는 1MW 용량의 태양광 발전소를 공동으로 설치하여

운영하고, 에너지통합 플랫폼을 시범구축해 운영할 예정이다. 또한 1천 가구가 전력 피크 시 에너지절감에 동참할 계획이다. 에너지통합 플랫폼은 에너지의 생산과 소비 현황을 실시간으로 모니터링하는 시스템으로, 2025년까지 시스템을 마련하고 운영하는 에너지정보센터를 구축할 계획이다. 에너지통합 플랫폼은 2020년 말에 완료되는 태양광모니터링 시스템과 온실가스모니터링 시스템과도 연계하고, 태양광 발전량 예측, 전력피크 시 전력수요 분산 등을 통해 전력수요와 공급을 효율적으로 관리하는 데 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

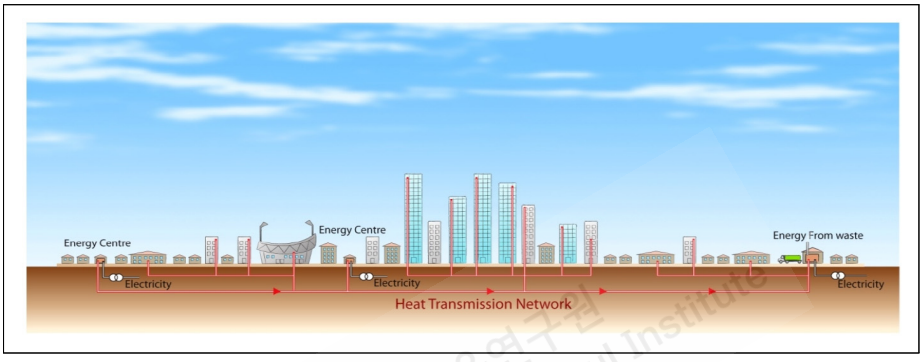
[그림 4-14] 스마트 에너지시티 조성 시범사업

에너지공급부문의 탄소중립 사업을 종합한 로드맵은 [그림 4-15]와 같다. 3개 분야에 걸쳐 10개 과제를 선정하였다. 이 밖에도 서울시는 중장기적으로 분산형 에너지원과 수요처를 연결하는 그리드망을 구축하는 방안을 검토할 계획이다. 또한 2019년부터 운영 중인 서울복합화력(800MW)에서 발생하는 온실가스를 줄이기 위한 기술 도입을 검토할 계획이다.

분야	추진과제	단기			중기	장기
		2020	2021	2022	2023~2030	2031~2050
태양광 보급 확대	① 공공부문 태양광 보급	보급용량(MW, 누적)		291MW	356MW	818MW
	② 민간부문 태양광 보급	보급용량(MW, 누적)		551MW	1,064MW	3,382MW
	③ 신재생에너지 발전사업 공모제 시행	보급용량(MW, 누적)		158MW	340MW	800MW
연료전지 및 기타 신재생에너지	① 연료전지 보급 확대	보급용량(MW, 누적)		315MW	540MW	1,000MW
	② 바이오·폐기물 에너지 생산 증대	에너지 생산량(toe/년)		205천toe	300천toe	360천toe
	③ 소수력·수열 등 기타 신재생에너지 보급	보급용량(MW, 누적)		290MW	300MW	500MW
스마트 에너지 시티 조성	① 시민이 체험하는 스마트그리드 실증 및 확산	서대문구 시범운영(~'23)			실증결과 우수모델 서울시 전역 확대(~'50)	
	② 마곡지구 스마트에너지시티 모델 조성 및 확산	마곡지구 스마트에너지시티 조성(~'22)			기술실증·확산모델 개발 및 단계적 확산('23~)	
	③ 서울시 공급기반 가상발전소 프로젝트 추진	거래량(MW)		2MW	30MW	100MW
	④ 서울형 시민 전력수요관리사업(DR) 추진	서울형 DR 참여횟수(회/년)		300만회	700만회	1,000만회

[그림 4-15] 서울시 에너지공급부문 탄소중립 로드맵(안)

온실가스 배출이 거의 없는 재생가능에너지 보급을 통해 화석연료에서 생성된 전력수요를 대체하기 위해서는 안정적인 공급망 구축이 중요하다. 이를 위해서는 [그림 4-16]과 같이 집단에너지 발전소를 중심으로 태양광을 포함해 연료전지 등 재생가능에너지 발전소를 연계한 네트워크를 구축하는 방안도 고려할 수 있다. 참고로 런던은 2025년까지 전체 에너지소비량의 25%를 분산형 에너지로 보급할 계획이며 이를 위한 핵심 사업으로 열지도 작성 및 열 네트워크 구축사업을 추진하고 있다(GLA, 2011). 또한 가정 등에서 생산한 잉여전력을 그리드를 통해 쉽게 판매할 수 있도록 제도를 마련할 필요도 있다.



[그림 4-16] 분산형 에너지 그리드 개념도

출처: GLA(2011)

4) 폐기물부문

폐기물부문은 2050년까지 온실가스 배출량을 2005년 대비 69% 감축하는 것을 목표로 한다. 서울시는 폐기물 발생을 줄이고 재사용과 재활용을 높이는 한편, 발생한 폐기물에 대해서는 직매립을 줄이고 자원화율을 높이는 방법으로 온실가스 감축목표를 달성하고자 한다.

[표 4-17] 폐기물부문 목표와 전략

유형	목표와 전략
폐기물 발생 예방	- 2016년 대비 폐기물 발생량 2050년까지 15% 감축 - 생산, 판매, 유통, 소비 단계에서 1회용 플라스틱 등 폐기물 발생 최소화 - 2025년까지 서울형 업사이클종합 클러스터 조성
발생한 폐기물 처리	- 2025년까지 생활폐기물(가연성) 직매립 제로화 - 폐기물 직매립률 2050년까지 1.5%로 축소
기반조성	- 지역순환완결형 물질재활용체계 구축을 위한 자원순환 산업 육성 - 순환경제 활성화 방안 검토

폐기물 발생을 예방하기 위해 서울시는 [표 4-18]과 같이 관련 산업을 육성하고 시민의 인식을 개선하기 위해 노력할 것이다. 서울시는 2024년까지 업사이클(upcycle) 종합클러스터를 조성하고, 국가 업사이클 지원센터와 연계해 업사이클 산업육성을 위한 핵심허브로 기능하도록 할 계획이다. 또한 2025년까지 자치구마다 리앤업사이클(re&upcycle) 플라자를 1개소씩 조성하여 재활용 및 새활용 관련 기업을 지원할 계획이다. 업사이클 종합클러스터와 리앤업사이클 플라자는 폐기물과 관련한 시민 인식을 높이기 위한 시민체험 복합시설로도 활용될 수 있다. 서울시는 1회용 플라스틱 포장재 안 쓰는 유통·소비문화를 확산하기 위해 단계적으로 매장 내 사용금지를 확산해 나갈 예정이다. 더불어 자원순환 컨설턴트를 양성하고 시민실천운동을 전개해 1회용품 없는 서울을 조성하기 위한 문화를 조성해 나갈 계획이다.

[표 4-18] 폐기물발생 예방 정책수단

구분	정책수단
업사이클종합클러스터 조성	- 2024년까지 서울새활용플라자를 확대하여 업사이클 종합 클러스터 조성
리앤업사이클 플라자 조성	- 2025년까지 자치구당 리앤업사이클 플라자 1개소 조성(총 25개소)
1회용품 없는 서울 문화조성	- 서울시내 매장에서 1회용품 사용 금지 단계적 확대 - 시민실천운동 전개, 자원순환컨설턴트 양성 등을 통해 시민생활문화 확산

서울시의 폐기물 발생량 중 매립되는 쓰레기의 양은 7%에 불과하지만, 폐기물부문 온실가스 배출량의 78%는 매립쓰레기에서 발생한다. 서울시는 2025년까지 생활폐기물 직매립 제로화를 목표로 생활폐기물 반입량을 줄이고 자원회수시설을 확충할 계획이다. 이를 위해 서울시는 2025년까지 광역자원회수시설 1개소(처리용량 500톤/일)를 건립하고 기존처리시설의 공동이용을 확대하며 전처리시설(480톤/일)을 설치할 예정이다. 서울시는 2020년에 서초구에 공공 재활용선별장을 건립하고 2030년까지 도봉구, 노원구, 양천구, 금천구 등 4개 자치구에 공공 재활용선별장을 신설할 계획이다. 또한 2024년까지 7개 자치구의 공공 재활용선별장을 증설해 일처리용량을 확대해나갈 예정이다.

[표 4-19] 발생폐기물 처리 정책수단

구분	정책수단
직매립 제로화	- 2025년까지 공공처리시설의 생활폐기물 반입량 2018년 대비 10% 감축 - 자원회수시설 확충으로 2025년까지 생활폐기물 직매립 제로 달성
공공 재활용 선별시설 확대	- 2030년까지 공공선별장이 없는 4개구에 공공 재활용 선별시설 신설 - 2020년 강서구 등 3개구, 2024년까지 성북구 등 4개구 공공 재활용 선별시설 처리용량 확충

서울시는 지역순환완결형 물질재활용체계를 구축하기 위해 자원순환 산업을 육성하고 신기술 개발을 지원할 계획이다. 2021년부터 리앤업사이클 플라자와 연계해 우수 녹색기업을 지원하고, 2022년부터는 자원순환분야 청년창업을 지원하고 시니어기술자 일자리 창출을 지원할 예정이다. 2021년부터 자원순환 분야 신기술 개발을 위해 자금을 지원하고 자원순환산업 혁신 해커톤을 개최해 기술개발을 촉진할 예정이다. 공공기관에서 발주하는 공사에는 재생건축자재를 우선 구매하도록 하고 재생제품 종합정보 사이트를 구축하여 재활용품의 판매를 촉진할 계획이다. 또한 재활용 제품 생산 기업에 대한 지방세 감면을 추진할 예정이다.

[표 4-20] 물질재활용체계 구축 정책수단

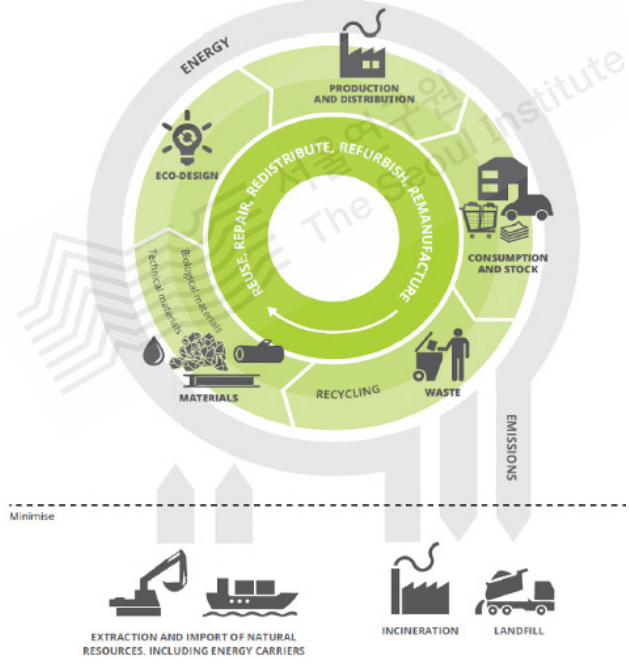
구분	정책수단
자원순환 산업 육성	- 리앤업사이클 플라자와 연계해 우수 녹색기업 육성 - 자원순환 분야 청년창업 지원, 시니어 기술자 일자리 창출 지원 사업
재생용품 우선구매	- 공공기관 발주공사 재생 건축자재 우선구매 - 재생제품 종합정보 사이트 구축 - 폐기물 재활용 제품 생산 기업에 지방세 감면
신기술 개발 지원	- 자원순환산업 육성을 위한 신기술 개발 자금 지원 - 민간참여 자원순환산업 혁신 해커톤 개최로 기술개발 촉진

폐기물부문의 탄소중립 사업을 종합한 로드맵은 [그림 4-17]과 같다. 3개 분야에 걸쳐 8개 과제를 선정하였다. 이 밖에도 서울시는 순환경제 활성화 방안을 검토할 계획이다. 순환경제는 제품과 재료의 효용성과 가치를 유지하는 방식으로 제품을 생산하고, 소비, 처리하는 경제 시스템이라고 정의할 수 있다(EEC, 2016). 순환경제는 재생력을 갖춘 산업경제구조로 제품과 재료의 순환을 통해 폐기되는 물질과 자원을 최소화하는 데 기여할 수 있다. 순환경제의 주요요소로는 에코디자인, 재사용 등을 통한 폐기물 예방, 물질투입 최소화, 무기질 재료보다는 생화학적으로 분해 가능한 재료

사용 등이 있다. 서울시는 민관협력 거버넌스 등을 통해 순환경제를 활성화할 수 있는 방안을 마련하고 종합계획을 수립할 예정이다.

분야	추진과제	단기			중기	장기
		2020	2021	2022	2023~2030	2031~2050
생활 폐기물 직매립 제로화	① 2025년까지 생활폐기물 직매립 제로화 추진					
	② 공공재활용선별시설 신·증설로 자원재활용 촉진	(신설)서초 (증설)강서 등 3개구('20) 성북 등 4개구('21~'24) (신설)4개구(~'30)				
재활용·새활용 활성화	① 서울새활용플라자 확대로 업사이클 종합 클러스터 조성			업사이클 종합 클러스터 조성(~'24)		
	② 2025년까지 1자치구 1리앤업사이클플라자 조성	누적 5개소(~'20)10개소(~'21)			총25개소(~'25)	
	③ '1회용품 없는 서울'을 위한 문화 조성		자원순환 컨설턴트 양성('21~)			
자원순환 산업육성	① 고부가가치 재활용·업사이클 산업 육성		우수 녹색기업 육성('21~)			
	② 폐기물 활용 재생제품 공공기관 우선구매로 재활용시장 활성화		공공기관 우선구매('21~)		지방세 감면('23~)	
	③ 자원순환 신기술 개발지원		신기술 개발 및 자금 지원, 해커톤 개최('21~)			

[그림 4-17] 서울시 폐기물부문 탄소중립 로드맵(안)



[그림 4-18] 순환경제 개념도

출처: EEA(2016)

5) 탄소상쇄부문

앞서 살펴본 부문별 대책을 통해 서울시에서 가능한 온실가스 감축량은 2050년까지 2005년 배출량 대비 80%이다. 이에 서울시는 2050년까지 탄소중립을 달성하기 위해 2005년 온실가스 배출량의 20%를 탄소상쇄를 통해 확보할 계획이다. 중단기적으로는 도시숲 조성을 통해 온실가스 자체 흡수원을 확대하고, 2030년 이후부터 서울 이외의 지역에서 탄소상쇄사업을 진행해 탄소크레딧을 확보할 계획이다. 구체적으로 서울시는 2022년까지 '시민과 함께 3천만그루 나무심기' 사업을 추진하여 바람길숲 120천㎡, 한강숲 295천㎡, 하천숲 403㎡, 미세먼지 차단숲 30천㎡ 등을 조성할 예정이다. 또한 세종대로 1.5km 구간에 가로숲을 조성하여 보행친화공간을 확대할 예정이다. 도심생활권 공원녹지사업도 추진하여 용산공원(3백만㎡)과 송현동 부지(30천㎡) 등에 도시숲을 조성하고, 국회도로 등 도시기반시설의 상부를 공원화하고 아파트 옥상공간에 녹지를 조성할 계획이다. 탄소상쇄사업은 미세먼지 문제의 심각성을 고려해 외부유입 기여도가 큰 국내 인근 지자체나 해외 지자체에서 수행하는 것을 우선적으로 고려할 것이다. 동북아시아지역 사막화방지사업도 지속적으로 추진할 계획이다.

[표 4-21] 탄소상쇄부문 정책수단

구분	정책수단
도시숲	- 도시숲 조성을 통한 온실가스 흡수원 확대 - 2022년까지 시민과 함께 3천만그루 나무심기 사업 추진 - 도심생활권 공원녹지 조성
탄소크레딧 확보	- 2030년부터 시범사업 시작, 2035년부터 본격적으로 상쇄크레딧 확보 - 수도권, 충남 등 국내 인근 지자체에서의 온실가스 감축사업 - 동북아 대기질 협력도시 등 서울시의 국제협력관계를 활용해 해외 저개발국가 지자체에서 온실가스 감축사업 수행 - 동북아지역 사막화방지 사업 지속 추진

탄소상쇄부문의 탄소중립 사업을 종합한 로드맵은 [그림 4-19]와 같다. 3개 분야에 걸쳐 3개 과제를 선정하였다. 이 밖에도 서울시는 중장기적으로 탄소크레딧 확보를 위한 사업계획도 수립할 계획이다.

[그림 4-19] 서울시 탄소상쇄부문 탄소중립 로드맵(안)

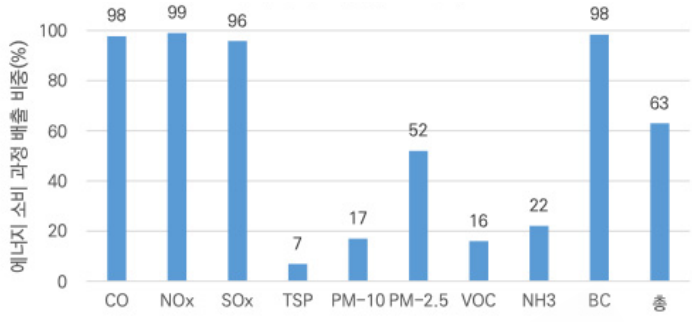
4_기대효과

1) 대기오염물질 감축 효과

서울의 주요 대기오염물질 배출원과 온실가스 배출원은 상당 부분 일치한다. 1장에서 살펴보았듯이 서울의 총 온실가스 배출에서 에너지부문이 차지하는 비중은 90.6%이었는데, 서울의 주요 대기오염물질 배출량에서 에너지부문은 큰 비중을 차지하고 있다. 특히 [그림 4-22]에서 나타난 바와 같이 질소산화물과 황산화물, 블랙카본 등 대기 중에서 화학반응을 통해 초미세먼지(PM2.5)를 생성하는 전구물질은 96% 이상 에너지부문에서 배출되고 있다. 다만, 초미세먼지 직접배출에서 에너지부문이 차지하는 비중은 52%로 다른 오염물질에 비해서는 낮았는데, 이는 서울의 초미세먼지 직접배출에서 비산먼지가 차지하는 비중이 높기 때문이다. 그러나 에너지 연소과정에서 배출되는 초미세먼지의 건강위해성이 비산먼지보다 더 높을 수 있다는 점에서 에너지부문에서의 초미세먼지 직접배출 관리의 중요성은 더 높다고 할 수 있다. 이와 같은 이유로 서울이 에너지전환 등을 통해 2050년에 탄소중립을 달성하면 자연스럽게 대기오염물질 배출 역시 줄어들 수 있다.

앞에서 제시한 서울시의 부문별 탄소중립 사업을 통해 기대할 수 있는 환경적 효과는

[표 4-22]와 같다. 서울은 탄소중립 사업을 통해 온실가스 배출량을 2050년까지 2005년 대비 자체적으로 80% 감축할 수 있으며, 탄소상쇄 사업을 더하면 2050년까지 탄소중립에 도달할 수 있다. 또한 질소산화물과 황산화물, 초미세먼지와 같은 대기오염물질 배출량은 2050년까지 2016년 대비 50~60% 줄일 수 있다.



[그림 4-20] 대기오염물질 배출원 중 에너지부문이 차지하는 비중(2016년)

자료: 황인창, 백종락(2020)

[표 4-22] 서울의 탄소중립 정책 기대효과

구분	온실가스 배출 (2005년 대비)	초미세먼지 (PM2.5) 배출 (2016년 대비)	NOx 배출 (2016년 대비)	SOx 배출 (2016년 대비)
BAU	-5%	-16%	-22%	7%
탄소중립	-100% (상쇄 포함)	-54%	-61%	-59%

서울연구원 The Seoul Institute

2) 산업경제 파급효과

앞에서 살펴본 바와 같이 서울시는 2050년까지 탄소중립을 달성하기 위해 다양한 사업을 계획하고 있다. 이 절에서는 이러한 사업을 통해 기대할 수 있는 산업경제적 파급효과를 살펴본다. 방법론으로는 국내외에서 산업경제 파급효과 분석을 위해 널리 사용되고 있는 산업연관분석 기법을 사용했으며, 입력 자료로는 서울시의 분야별 사업 예산과 한국은행에서 제공한 투입산출표를 사용했다. 국민경제의 순환과정은 생산분야에서 산출한 재화와 용역의 순환을 통해 파악할 수 있는데, 산업연관분석은 산업간 연관관계를 통하여 특정 산업의 생산변화가 국민경제에 미치는 파급효과를 산정할 수 있도록 하는 분석틀이다. 자세한 분석 방법과 입력 자료는 [부록 2]를 참고할 수 있다.

탄소중립을 위한 서울시의 사업예산(민간투자 금액 포함)은 에너지부문은 연평균 13.6조 원, 폐기물부문은 연평균 330억 원으로 추정된다.[6] 이를 바탕으로 산출한 서울시 탄소중립 사업의 산업경제 파급효과는 [표 4-23]과 같다. 에너지부문의 탄소중립 사업을 통해 서울시에서는 연평균 17.9조 원의 생산유발효과가 발생하고 연평균 약 12.1만 개의 일자리가 생겨날 것으로 추정된다. 서울시의 투자가 전국에 미치는 영향까지 고려한다면 서울시의 에너지부문 탄소중립 사업을 통해 전국에서는 연평균 35.0조 원의 생산유발효과가 발생하고 연평균 약 18.8만 개의 일자리가 생겨날 것으로 추정된다. 폐기물부문에서는 서울시에서는 연평균 414억 원의 생산유발효과와 385개의 일자리가 생겨날 것으로 추정된다. 전국적으로는 서울시의 폐기물부문 투자로 연평균 663억 원의 생산유발효과와 494개의 일자리가 생겨날 것으로 추정된다.

[표 4-23] 산업경제 파급효과(연평균)

구분		서울	전국
에너지부문	생산유발효과(백만 원/연)	17,947,246	35,019,141
	부가가치유발효과(백만 원/연)	5,546,019	10,020,442
	고용유발효과(개/연)	121,179	188,277
폐기물부문	생산유발효과(백만 원/연)	41,401	66,298
	부가가치유발효과(백만 원/연)	18,609	25,315
	고용유발효과(개/연)	385	494

주: 여기서 에너지부문은 가정, 상업, 공공, 수송, 산업 등 에너지를 소비하는 부문과 신재생에너지 등 에너지공급 부문을 모두 포함한다.

3) 사회경제적 편익

일반적으로 경제학에서 환경정책에 대한 편익은 조건부가치추정 기법(CVM)을 통해 산정한다(Arrow et al., 1993; 한국개발연구원, 2012). 이 보고서에서도 탄소중립의 사회경제적 편익을 조건부가치추정기법을 활용해 산정하였다. 이를 위해 이중양분선택(dichotomous choice) 방식으로 시민들에게 탄소중립을 위한 지불용의액을 물어보았다. 시민에게 제시한 시나리오는 [표 4-24]와 같고, 자세한 설문문항은 [부록 1]

[6] 서울시의 단위 사업별 예산 추계 자료를 바탕으로 산정하였다. 서울시 내부 자료에서 에너지 부문(건물, 수송부문 등 포함)은 단위 사업별 예산이 2040년까지 산출되어 있는데, 이를 바탕으로 연평균 예산을 산정하였다. 서울시 내부 자료에서 폐기물부문은 2022년까지 예산이 산출되어 있는데, 이를 바탕으로 연평균 예산을 산정하였다. 따라서 산업파급효과는 자료의 한계로 과소 산정되었을 가능성이 있다.

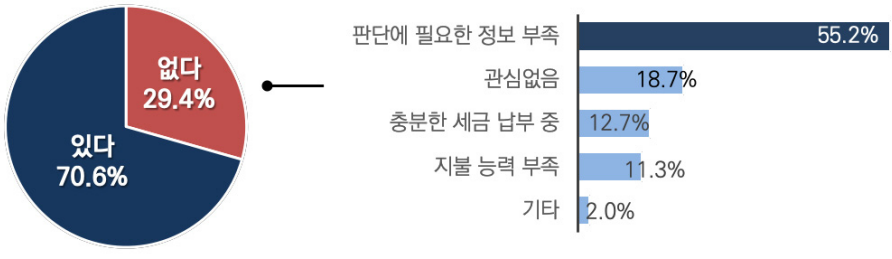
을 참고할 수 있다. 100명을 대상으로 한 사전조사 결과를 바탕으로 본 조사 시에 사용할 초기금액 6개를 선정하였다. 구체적으로 사전조사에서는 100명의 시민에게 오픈형 질문으로 지불용의액을 물어보았다. 시나리오를 비롯한 다른 질문 문항은 본 조사 설문지와 동일하였다. 사전조사 응답결과에서 지불용의액 분포를 도출하였으며, 지불용의액 분포의 4분위값, 최댓값, 최솟값, 중윗값 등을 바탕으로 본 조사에서 사용할 6개의 초기제시금액을 선정하였다. 본 조사 시에는 응답자를 6개의 그룹으로 나누고 그룹별로 각기 다른 초기금액을 제시하였다. 본 조사의 응답결과는 스파이크 모형(Kristrom, 1997)을 통해 분석하였다(황인창, 손원익, 2020).

[그림 4-21]에 나타난 바와 같이 서울시민 10명 중 7명은 탄소중립을 위한 사업에 소액이라도 지방세를 납부할 의사가 있었으며, 지불의사가 없는 경우에도 절반 이상은 판단에 필요한 정보 부족 때문이었다. 스파이크 모형 분석 결과 서울시민 1인당 탄소중립을 위한 지불용의액은 월평균 14,954원이었으며, 95% 신뢰구간은 월평균 13,624원에서 16,283원이었다. 만19세 이상 성인(2020년 2월 기준, 8,375천 명)을 기준으로 서울시민의 탄소중립을 위한 지불용의액을 산정하면, 연평균 1.50조 원이며, 95% 신뢰구간은 연평균 1.37~1.64조 원이었다.

서울연구원 The Seoul Institute

[표 4-24] 지불용의액 시나리오

정책		영향			
		평균기온 상승 (산업화 이전 대비)	기후변화 건강영향	미세먼지 배출	기후변화로 인한 사회경제적 피해비용
A	현상태유지	4도	현 상태 유지	현 상태 유지	연간 7조 원
B	탄소중립	1.5도	조기사망률 8% 감소	80% 이상 감소	연간 1조 원



[그림 4-21] 탄소중립을 위한 비용 지불의사

05

기후변화 적응계획

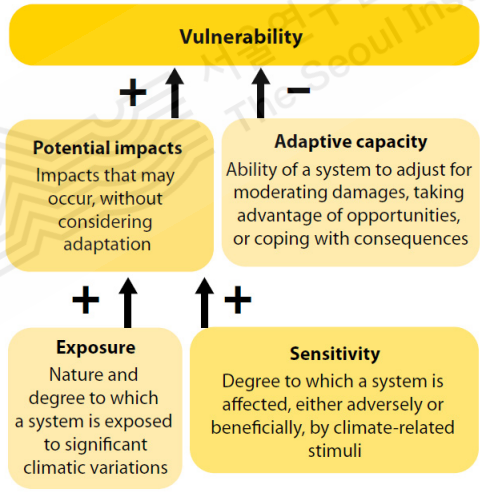
서울연구원
The Seoul Institute

1_분야별 적응계획
2_중장기 과제

05. 기후변화 적응계획

1_분야별 적응계획

서울시에서는 기후변화 취약성 평가를 바탕으로 부문별로 적응계획을 수립하고 중점사업을 선정하고 있다. 기후변화 취약성은 [그림 5-1]에 나타난 바와 같이 기후노출, 민감도, 적응역량의 영향을 받는 함수인데, 기후변화에 따른 취약성을 낮추기 위해서는 기후노출의 정도를 줄이거나 민감도를 줄이고 적응역량을 높여야 한다.



[그림 5-1] 기후변화 취약성 구성요소

출처: Locatelli(2011)

서울시는 환경부가 개발한 기후변화 취약성평가 지원도구(VESTAP)를 활용해 분야별 기후변화 취약성을 평가하고 있다(서울시, 2017). VESTAP은 기후노출, 민감도, 적응능력을 종합적으로 고려해 취약성을 평가할 수 있도록 설계되어 있으며, 자치구별 기

후요소와 사회경제적 통계자료가 입력 자료로 활용된다. 취약성 평가결과 서울에서는 폭염으로 인한 건강영향과 집중호우에 따른 침수피해가 가장 클 것으로 판단된다. 한편 강우 강도와 빈도의 불규칙성에 따른 물관리 문제와 도시개발로 인한 생태계 손실 문제 등은 대도시로서 서울이 갖고 있는 중요한 적응 이슈이다. 이에 따라 서울시는 건강분야, 재해재난분야, 물관리분야, 산림생태계분야 등으로 구분하여 적응계획을 세우고 다양한 사업을 통해 서울의 기후변화 취약성을 낮출 계획이다.

[표 5-1] 기후변화 적응분야와 주요 전략

분야	목표	주요 전략
건강영향	- 시민건강보호	- 폭염 대응 - 감염병 및 대기오염 대응
재해재난	- 도시재해 대응력 강화	- 풍수해대응 방재기능 강화 - 폭설과 한파 대응체계 확보 - 산림재해 예방 및 대응
물관리	- 안정적 물관리 체계 확보	- 안정적인 물관리 체계 확보 - 수질 및 수생태계 관리
산림생태계	- 생태계 건강성 회복	- 생물다양성 보전 - 도시녹지의 기능증진

서울연구원 The Seoul Institute

1) 건강영향분야

건강영향분야는 기후변화로 인해 직접적으로 영향을 받는 폭염분야와 간접적으로 영향을 받는 감염병분야, 대기오염분야로 나누어 볼 수 있다. 폭염분야에서는 폭염 대피시설 및 안전시스템 구축, 폭염 취약계층 집중보호 및 관리대책 수립을 주요 정책으로 한다. 대표적으로 서울시는 폭염 시 취약계층을 보호하기 위해 경로당, 복지관, 복지시설, 주민센터, 관공서 등을 무더위쉼터로 지정하고, 매년 5월부터 9월까지 4개월간 운영하고 있다. 서울시에서는 2019년 기준으로 3,769개소의 무더위쉼터가 운영되고 있는데, 서울시는 향후 접근성을 높이기 위해 무더위쉼터 개소수를 더 늘리고 경로당과 복지시설 등에는 냉방비 등의 지원을 강화할 계획이다. 서울시는 2019년까지 4개소에서 쿨링포그 시스템 시범사업을 실시하였으며, 향후 성과를 바탕으로 자치구별로 사업을 확대해나갈 계획이다. 여름철에 서울시는 폭염 재난대책본부를 운영하고 있으며 취약계층과 야외근로자 등에 대한 상황전파와 문자서비스 등을 통해 정보를 전달하고 있다. 실질적인 취약계층 보호를 위해 서울시는 쪽방촌 거주민과 거리노숙인에 대한 보호체계를 구축하고 운영하고 있다. 쪽방지원센터나 임시보호소 등에서 임시잠

자리와 편의시설을 제공하고, 노숙인 정신건강팀, 위기대응콜, 무료급식장 따스한채움터 등을 운영하고 있다. 또한 독거어르신이나 만성질환자, 장애인 등 취약계층에 대해서는 폭염대비 방문건강관리를 시행하고 있다(연간 350천건). 이 밖에도 서울시는 폭염대비 시민행동요령, 폭염취약현장 행동매뉴얼을 보급하고 있으며, [표 5-3]에 나타난 바와 같이 폭염영향예보제를 시행하고 현장점검을 하는 등 건설공사장 근로자 보호대책을 강화하고 있다.

[표 5-2] 건강영향분야 주요 정책

구분	주요 정책
폭염 대응	- 폭염 대피시설 및 안전시스템 구축 - 폭염 취약계층 집중보호 및 관리대책 수립
감염병 대응	- 감염병 대응체계 구축 및 관리강화 - 식중독 관리강화
대기오염 대응	- 대기오염 취약계층 건강관리 강화 - 대기오염 감시 및 예방강화

[표 5-3] 폭염영향예보에 따른 공사장 대응방안

폭염 특보	폭염 영향예보	대응방안
	《예비단계》 폭염 관심(단계) (31℃ 이상, 3일)	○ 폭염 저감을 위해 공사장 살수량 증대(매시간 1회 이상) ○ 공사현장(구내식당 등) 청결 관리에 유의하여 식중독, 장티푸스 등 질병을 예방 ○ 시원하고 깨끗한 물을 충분히 물을 마실 수 있게 하고 쉴 수 있는 그늘 준비 ○ 폭염대비 사전 안전교육 실시(열사병 등 온열질환에 약한 근로자 미리 확인)
폭염 주의보	폭염 주의(단계) (33℃ 이상, 2일)	○ 작업자에게 충분한 휴식시간 부여(10분 휴식 ⇒ 15분 휴식 등) ○ 민감군, 중작업자에 대해서는 휴식시간 추가 배정(30분 간격 휴식 등) ○ 옥외 작업자에게 아이스 조끼, 아이스 팩 등 보랭장구 사용을 권장 ○ 덥다고 안전모·안전대 등 개인 보호 장구 착용에 소홀하지 않도록 유의 ※ 나머지는 폭염 관심 단계와 동일하게 적용
폭염 경보	폭염 경고(단계) (35℃ 이상, 2일)	○ 가장 무더운 오후 2~5시 사이 실외작업 중지 또는 실내 작업으로 전환 ○ 무더위 시간대에 근무를 피할 수 있도록 유연근무제 적극 활용 (1~2시간 조기출근 등) ※ 나머지는 폭염 주의 단계와 동일하게 적용
	폭염 위험(단계) (38℃ 이상, 2일)	○ 가장 무더운 오후 시간대(2~5시) 공사 중단(실내·외 작업 중단) ○ 무더위 시간대에 근무를 피할 수 있도록 유연근무제 적극 활용 (1~2시간 조기출근 등) ※ 나머지는 폭염 경고 단계와 동일하게 적용

출처: 서울시(2019)

서울연구원 Seoul Institute

[그림 5-2] 쿨링포그(광화문광장)

[그림 5-3] 안개분사형 그늘막(강북구)

[그림 5-4] 교통섬에 그늘목 식재

[그림 5-5] 무더위쉼터 야간 운영 현황

출처: 서울시(2019); https://news.joins.com/article/23546658

감염병 대응과 관련해서는 식중독 발생 신속대응체계를 강화하고 우려시설을 집중 관리하고 있다. 대기오염 대응과 관련해서는 아토피, 천식 안심학교 사업을 진행하고, 미세먼지 집중관리구역을 지정해 관리하고 있다. 미세먼지 집중관리구역은 미세먼지 다량발생 지역 중에서 미세먼지 취약계층 이용이 밀집한 지역으로 취약계층 노출저감 사업 등을 위해 민관협의체를 구성해 운영하고 있다. 2019년 기준 3개 구역이 지정되어 있으며 2022년까지 12개 구역을 지정할 계획이다.

2) 재해·재난분야

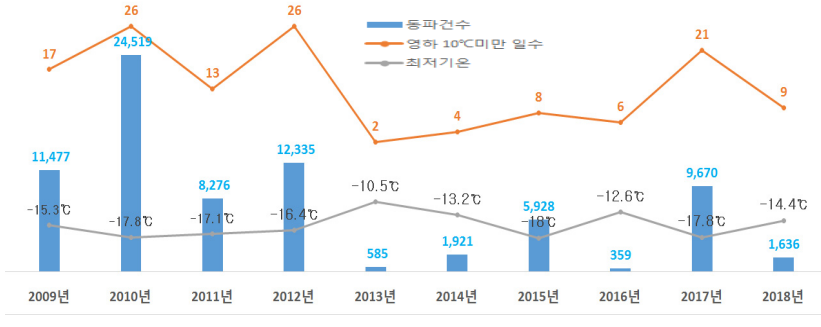
서울에서 기후변화와 관련된 재난·재해로는 풍수해와 폭설·한파가 중요하다. 서울시는 풍수해에 대비하여 비상대응 역량을 강화하고 취약계층의 복구역량을 제고하며 침수취약지역 등에 대한 안전도를 강화하는 것을 주요 정책으로 시행하고 있다. 풍수해 비상대응역량을 강화하기 위해 하천 위기상황 관리시설을 설치하고 예·경보 체계를 구축하고 있으며, 풍수해 발생 시 침수지역에서 신속하게 대피할 수 있도록 재해 지도

를 작성해 활용하고 있다. 상습침수지역 등 침수 취약지역을 선정하여 하수관거를 정비하고, 펌프장을 신설하는 등 시설개선 작업을 수행하고 있다. 이 밖에도 서울시는 취약계층이 풍수해 보험에 가입할 수 있도록 정보를 제공하고 보험료를 지원하고 있다. 침수취약지역에 대해서는 하수저류시설을 설치하고, 하수관로를 정비하며, 빗물저류시설을 확충할 계획이다. 또한 집중호우에 대응할 수 있도록 모든 빗물펌프장의 노후설비를 개량하고 시설용량을 기존 10년 강우빈도 기준에서 30년 강우빈도 기준으로 확충할 계획이다.

서울시는 폭설·한파에 대비하여 도로결빙을 막기 위한 자동액상 살포장치 설치를 확대하고, 민간제설기동반(2019년 기준 1,055명)을 구성해 운영하고 있다. 서울시는 겨울철에 한파 상황관리체계를 구축해 운영하고 있으며, 한파 정보 전달체계를 구축하였다. 수도계량기 동파를 방지하기 위해 급수대책 상황실을 운영하고 [표 5-5]와 같이 동파예보제를 실시하고 있다. 또한 서울시는 노숙인 종합지원센터와 임시보호시설을 운영하는 등 한파 시 거리노숙인 보호대책을 추진하고 있다.

[표 5-4] 재해·재난분야 주요 정책

구분	주요 정책
풍수해 대응	- 풍수해 대비 비상 대응역량 구축 - 풍수해 취약계층 복구역량 제고 - 침수취약지역 침수안전도 강화 - 배수시설 체계적 정비 및 확충으로 집중호우 대응 능력 향상
폭설·한파 대응	- 폭설피해 저감 및 안전시스템 구축 - 지역 단위 폭설대비 제설체계 강화 - 한파 및 기상재해 적응역량 강화



[그림 5-6] 서울시 동파 발생 현황

출처: 서울시(2019)

[표 5-5] 동파예보에 따른 행동요령

단계	판단기준	시민 행동요령
관심	일 최저기온 -5℃ 초과 (동파 가능성 상존)	- 수도계량기 보호통(함) 내부에 헌옷 등 보온재를 채우고 뚜껑을 비닐 등으로 덮거나 부착하여 외부의 찬 공기를 차단 - 노출 수도관, 화장실 및 보일러 등은 보온재 등으로 노출 부위를 감싸 외부 찬 공기로부터 보호
주의	일 최저기온 -5℃ ~ -10℃ (동파 발생)	- 수도계량기, 노출 수도관, 화장실 및 보일러 등 보온조치 재점검
경계	일 최저기온 -10℃ ~ -15℃ (동파발생 위험수준)	- 장기간 집을 비울 때는 보온조치를 하였더라도 욕조의 수도꼭지를 아주 조금씩 흐를 정도로 개방
심각	일 최저기온 -15℃ 미만 (동파 다량발생)	- 일시 외출, 야간 등 단기간 수돗물을 사용하지 않는 경우에도 보온조치를 하였더라도 욕조의 수도꼭지를 아주 조금씩 흐르도록 개방

출처: 서울시(2019)

3) 물관리분야

물관리분야는 수량과 수질을 안정적으로 관리하는 것을 목적으로 한다. 수량관리를 위해 서울시는 빗물이용시설(140개소/년) 등 물재이용 시설 설치를 확대하고 중수도(40개소/년)와 재생수(10개소/년)를 확대 공급할 계획이다. 서울시는 지하수자원을 지속가능한 방식으로 이용하기 위해 수위 보조관측망 시설과 재난대비 비상급수시설을 확충할 계획이다. 서울시는 상수관로의 누수량을 최소화하기 위해 체계적인 누수탐지를 통해 누수를 방지하고 노후 상수도관을 정비할 계획이다. 서울시는 [그림 5-7]과 같은 빗물순환마을 조성사업도 시행하고 있다. 빗물순환마을 사업은 투수블록 포장, 침투측구, 빗물저금통, 빗물 저류조 등 빗물관리시설을 이용해 마을 내에서 빗물을 순환 이용할 수 있도록 설계한 것이다. 서울시는 2016년을 시작으로 2019년까지 총 13개소의 친환경 빗물마을을 조성하였다.

수질관리를 위해 서울시는 2027년까지 9개 유수지 내에 저류조를 설치하여 합류식 하수관로 월류수(CSOs)로 인한 수질오염을 방지할 계획이다. 강우시 공공하수처리시설에서 유입되는 고농도 초기우수를 처리하기 위해 2030년까지 모든 물재생센터에 초기우수처리 시설을 확대 설치할 계획이다. 또한 서울시는 한강 지천으로 유입되는 수질오염물질을 관리하기 위해 비점오염원에 대한 관리를 강화해 나갈 계획이다.

[표 5-6] 물관리분야 주요 정책

구분	주요 정책
안정적인 물관리 체계 마련	- 안정적인 물재이용 시스템 강화 - 가뭄시 물부족 해소의 도시용수 공급체계 구축
깨끗하고 건강한 수질 및 수생태계 관리	- 하천 배출오염물질 저감 및 관리체계 구축

투수포장 및 침투측구

빗물저류조

[그림 5-7] 향림 빗물순환마을 조성 현황

출처: 서울시 은평구(2018), 빗물의 재변신 은평 향림 빗물순환마을 조성, 보도자료

서울연구원 Seoul Institute

4) 산림·생태계분야

산림·생태계분야는 산불이나 산사태와 같은 산림재해 예방, 생물다양성 보존, 도시녹지 기능 증진 등을 주요 정책으로 한다. 서울시는 산불예방과 신속한 대응을 위해 산불방지 대책본부, 산불전문 예방진화대, 전문조사반을 운영하고, 도시형 산불시스템을 구축하고 있다. 산사태 현장예방단을 운영하여 산사태 취약지역을 관리하며, 사면통합관리시스템을 구축하여 활용할 계획이다. 서울시는 산림기능 회복력 증진을 위해 조림사업, 생물서식공간 조성, 병해충 방제, 등산로 정비 등을 지속적으로 추진할 계획이다. 생물다양성보전과 관련해 서울시는 생물 지표종을 지정하고 모니터링하며, 생물다양성 네트워크를 조성하고 있다. 서울시는 열섬현상과 호우에 대비하여 가로수 띠녹지를 조성하고 있으며, 학교 내 유휴공지를 활용해 옥상녹화, 벽면녹화, 텃밭 등을 조성하는 에코스쿨 사업을 진행하고 있다. 한강공원과 북한산에 민간 기업과 시민의 참여를 바탕으로 탄소상쇄숲 3개소를 조성하였다. 탄소상쇄숲 사업은 온실가스 감축의무를 가진 지자체와 기업이 나무심기 등을 통해 탄소흡수원을 확보하면, 이를 통해 흡수한 탄소량에 대해 정부가 인증해주는 제도를 의미한다. 서울시는 도시농업 활성화를 위해 도심형 식물공장 모델을 개발해 보급하고 도시농부학교도 운영하고 있다.

녹지공간 확보를 위해 서울시는 2022년까지 총 3,000그루 나무심기 프로젝트를 진행할 계획이며, [그림 5-9]와 같은 도심 내 수직정원도 조성할 계획이다. 수직정원은 벽면녹화, 옥상정원, 가로녹지 조성 등을 통해 도심 열섬현상 완화와 미세먼지 농도 저감에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

[표 5-7] 산림·생태계분야 주요 정책

구분	주요 정책
산림재해 예방과 대응	- 산림재해 예방 관리시스템 구축 - 산림기능 회복력 증진
생물다양성 보존	- 기후변화 취약종 모니터링 강화 - 생태계 보전과 복원
도시녹지의 기능 증진	- 공원시설 수해예방과 대응 - 도시녹지 확대 - 도시농업 활성화

[그림 5-8] 도심형 식물공장 지하철 상도역 메트로팜
출처: https://love.seoul.go.kr/asp/articleView.asp?intSeq=7046&tr_code=m_snews

[그림 5-9] 서울형 수직정원 이미지
출처: 서울시(2019)

2_중장기 과제

앞서 제시한 사업 외에도 서울시는 중장기적으로 [표 5-8]에 제시한 바와 같은 사업들을 추진해나갈 계획이다. 이러한 사업들은 아직까지 구체적인 로드맵이 작성된 것이 아니며, 사업 타당성에 대한 검토가 추가적으로 필요하기 때문에 중장기 과제로 분류하여 제시한다.

[표 5-8] 중장기 과제

구분	주요 내용
취약성 평가 고도화	- 동 단위 또는 세부 격자 단위 취약성 평가도구 개발 - 지역사회 구성원이 참여하는 취약성 평가체계 마련
기후변화 주류화를 위한 거버넌스 구축	- 도시계획, 교통, 산업경제, 에너지공급 등 주요 정책 수립 시 기후변화를 고려할 수 있도록, 시민, 기업, 이해당사자, 전문가가 참여할 수 있는 거버넌스 체계 마련
생태기반 적응계획 수립	- 생태기반 적응 기법 개발(생태기반 도시계획 지원 툴 등) - 로드맵을 포함한 중장기 계획 수립
감축-적응 연계사업 개발	- 감축과 적응을 연계할 수 있는 사업 개발 - 로드맵을 포함한 중장기 계획 수립
조기경보시스템 개발	- 조기경보시스템 구축

1) 취약성평가 고도화

서울시가 현재 사용하고 있는 환경부의 기후변화 취약성 평가도구(VESTAP)는 서울의 특성을 세밀하게 파악하는 데에는 한계가 있어 향후 이를 고도화할 필요가 있다. 우선, VESTAP에서는 자치구 범위에서 기후변화 취약성을 평가하고 전망할 수 있도록 되어있는데, 보다 세밀한 공간 범위(동 또는 격자 단위)에서 취약성 평가가 가능하도록 고도화될 필요가 있다. 동일한 자치구라 하더라도 한강 본류나 지천의 인접지역, 산악 인접지역, 업무지역, 도로변 지역 등은 각각 다른 특성을 갖고 있어 기후변화 취약성이 다를 수 있기 때문이다. 또한 VESTAP은 입력항목과 분석항목이 정해져 있기 때문에 서울의 특성을 반영해 입력항목을 조절하고 분석하는 것이 불가능하다. 2010년대 초반 국내에서 기후변화 적응대책을 수립하기 시작한 초기에는 취약성 평가 개념이 생소하고 지자체마다 역량이 부족했다는 점에서 국가가 개발해 보급하는 취약성 평가도구를 사용하는 것이 필요했지만, 앞으로는 지역(자치구 또는 동)의 상황을 잘 반영할 수 있는 방법론을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 취약성 평가 과정에

다양한 이해관계자가 참여하도록 하는 것도 필요하다. 지자체가 직접 취약성 평가를 계획하고 수행하도록 하면 기후변화 적응계획수립 초기단계에서부터 지역의 상황을 보다 깊이 고민할 수 있고, 이러한 과정에서 시민과 이해관계자의 참여, 역량강화 등을 기대할 수 있다. 결과적으로 지역의 자체적인 필요에 부합하는 시행계획을 수립할 수 있도록 돕고, 수립한 계획이 실행력을 갖게 하는 데에도 도움이 될 수 있다.

2) 기후변화 주류화를 위한 거버넌스 구축

시민 설문조사 결과에서도 나타났듯이 기후변화 인식이 행동으로 옮겨지기 위해서는 사회전반에 걸친 변화가 필요하다. 여전히 기후변화는 도시계획, 교통, 에너지공급, 산업경제 등의 정책을 수립하는 데 있어 후순위에 있거나 고려되지 않고 있다. 도시계획, 교통, 에너지공급, 산업경제 분야는 사회가 에너지를 생산하고 소비하는 양식을 결정하고, 시민의 삶의 방식에 지대한 영향을 주는 하부구조라고도 할 수 있다. 이러한 사회의 하부구조는 기후변화 취약성을 결정하는 요소이기도 하다. 시민들의 인식이 높아진다고 해도 사회의 기본구조가 에너지를 더 많이 쓰고 기후변화 영향을 고려하지 않는 방식으로 고착화되어 있다면, 온실가스를 줄이고 적응을 통해 기후변화 피해를 줄이는 것에는 한계가 있다.

서울시는 기후변화가 다양한 분야의 정책을 수립하는 데 있어서 중요한 고려요소가 될 수 있도록 노력해 갈 것이다. 이를 위해서는 시민, 전문가, 기업, 이해당사자가 참여하는 거버넌스 조직을 구성할 필요가 있다. 이러한 거버넌스 조직은 다양한 집단이 참여해 의제를 설정하고 상호 간 교류를 통해 학습하는 플랫폼이다. 다양한 구성원이 참여하여 사회적 학습을 통해 결정한 정책은 부서 간 장벽과 같은 장애물을 넘어서기에 용이하고, 사회적 수용성을 확보해 도입 후의 정책 효과성도 높아질 수 있다.

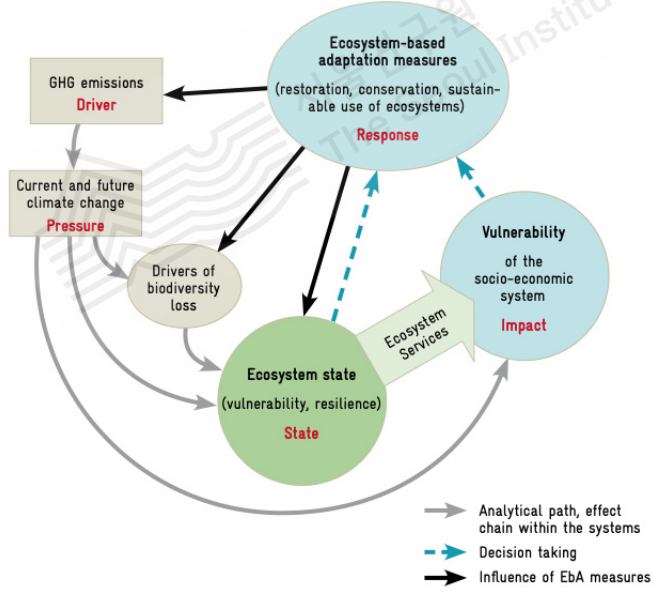
3) 생태기반 적응계획 수립

생태계는 기후환경과 인간사회의 중요한 연결 고리이다. 기후환경의 변화는 생태계를 변화시키고, 생태계의 변화는 인간사회에 영향을 준다. 생태계는 기후환경의 변화로 인한 충격을 완화시켜주는 완충재로써의 역할을 수행할 수 있지만, 반대로 급격한 생태계의 변화(특히, 비가역적인 변화)와 이로 인한 생태계의 기능 손실은 기후변화로 인한 사회경제적인 피해를 더욱 강화시킬 수도 있다. 인류는 생태계를 통해 다양한 혜택(수자원 보호기능, 미기후 조절기능, 폭풍에 대한 보호기능 등)을 누리지만 이용

과정에서 생태계를 훼손하기도 하는데, 훼손된 생태계는 기후환경 변화에 대한 인간 사회의 취약성을 더욱 가중시킬 수 있다.

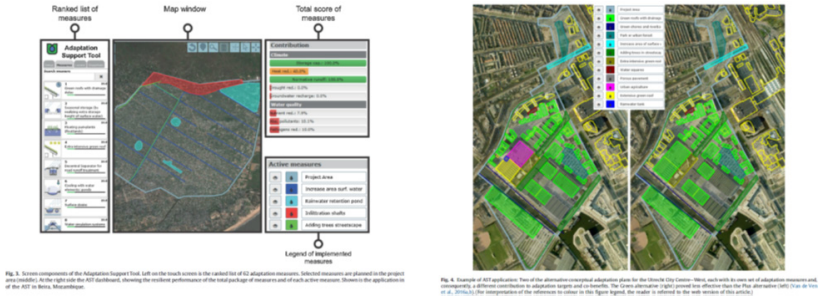
[그림 5-10]과 같이 생태계의 다양한 기능과 역할을 활용해 효과적으로 기후환경 변화에 대응하는 노력을 생태기반 적응(EbA) 이라고 한다(UNEP, 2012). 생태기반적응 기법은 온실가스 배출부터 기후변화 취약성과 영향에 이르기까지 전반에 걸쳐 적용될 수 있으며, 개별 단계에서 기후변화가 생태계와 인간사회에 미치는 부정적인 영향을 최소화하도록 돕는 것을 목표로 한다. [그림 5-11]과 같이 생태기반적응 도시계획 툴을 활용해 도시계획 수립 시 생태계 서비스를 활용할 수 있도록 하거나, 해안이나 하천변에 온실가스 흡수효과가 높은 식물(예를 들어, 동남아시아에서 활발히 활용되고 있는 맹그로브)을 식재하여 수위 상승 시 1차적인 완충재 역할을 할 수 있도록 하는 방안(Ayers and Huq, 2009)이 대표적인 예라고 할 수 있다.

서울시는 다양한 생태기반적응 기법을 검토하고 활용방안을 마련하기 위한 중장기 로드맵을 수립해나갈 계획이다.



[그림 5-10] 생태기반적응 개념도

출처: GIZ(2012)

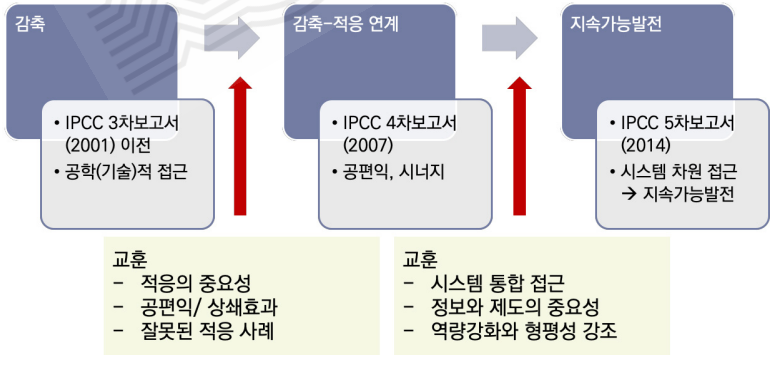


[그림 5-11] 생태기반적응 도시계획 지원 툴 적용 사례(네덜란드)

출처: van de Ven et al.(2016)

4) 감축-적응 연계 사업 개발

[그림 5-12]에 잘 나타나있듯이 최근 기후변화 정책의 방향은 온실가스 감축 중심에서 감축과 기후변화 적응을 연계하고, 시스템 차원에서의 접근을 통해 지속가능성을 높이는 것으로 변화되고 있다. 실제로 농업과 산림 등의 분야를 중심으로 감축과 적응을 연계한 사업들이 활발히 진행되고 있으며, 도시에서도 건물녹화, 도시 숲, 유기성 폐기물처리 등을 활용한 감축-적응 연계방안이 시도되고 있다(황인창·김대수, 2016). 황인창·김대수(2016)는 효과적으로 감축과 적응을 연계하기 위한 전략을 [그림 5-13]과 같이 사회적 기반, 제도적 측면, 사업적 측면으로 구분하여 제시하였다.

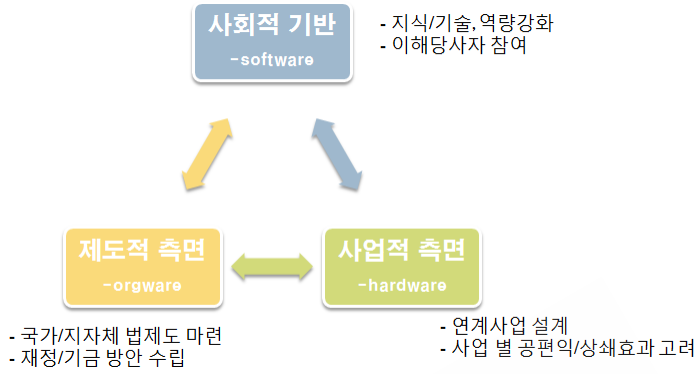


[그림 5-12] 기후변화 대응 방향 변화

출처: 황인창·김대수(2016)

서울시는 온실가스 감축계획과 기후변화 적응계획을 하나로 묶어 기후변화 대응 종합계획(서울시, 2017)을 수립하고 있는데, 이는 감축과 적응을 연계해 시너지효과를 거

둘 수 있는 좋은 출발점이라고 할 수 있다. 다만 서울시는 실질적인 감축-적응 연계전략과 로드맵을 마련해 감축-적응 연계사업을 개발하고, 이를 뒷받침할 수 있도록 제도를 개선하고 재원을 마련하며 거버넌스 체계를 구축할 필요가 있다. 서울시는 중장기적으로 이를 반영한 전략과 로드맵을 마련해나갈 계획이다.



[그림 5-13] 감축-적응 연계전략 고려 요소

출처: 황인창·김대수(2016)

서울연구원 The Seoul Institute

5) 조기경보시스템 개발

기후변화와 기후변동성에 대한 대응 방식은 [그림 5-14]와 같이 사전적 예방과 사후적 대응으로 구분할 수 있다. 일반적으로 환경변화에 따른 피해가 발생한 이후 이를 회복하기 위해 자원을 투입하는 것보다는 사전에 이를 예방하는 것이 더 효율적이다. 더욱이 기후변화가 진행되면서 기후변동성으로 인한 피해는 더욱 커지고 있기 때문에 사전예방의 중요성은 더 높다고 할 수 있다. [그림 5-15]에서도 알 수 있듯이 기후변화로 인해 기후회복력이 약해지면 시스템의 상태 변동성은 더욱 커질 수 있기 때문이다. 강우사례를 예로 들면 기후회복력이 높을 때에는 강우량이 일정한 범위 내에서 분포하여 사전에 예측하고 대비할 수 있지만, 기후회복력이 낮을 때에는 예측 범위를 넘어서는 집중호우와 가뭄의 빈도가 높아지고 큰 피해가 발생할 수 있음을 의미한다. [그림 5-14]에 제시되어 있는 것처럼, 기후변화 영향에 대한 사전적 예방은 개인적 차원과 사회적 차원으로 구분하여 살펴볼 수 있다. 개인적 차원에서는 건물이나 시설물, 제품 등이 기후변화에 탄력적으로 대응할 수 있도록 사전에 성능을 보강하거나, 건물이나 시설물, 제품 구매 시 기후회복력이 높은 방식으로 설계된 물건을 구입할

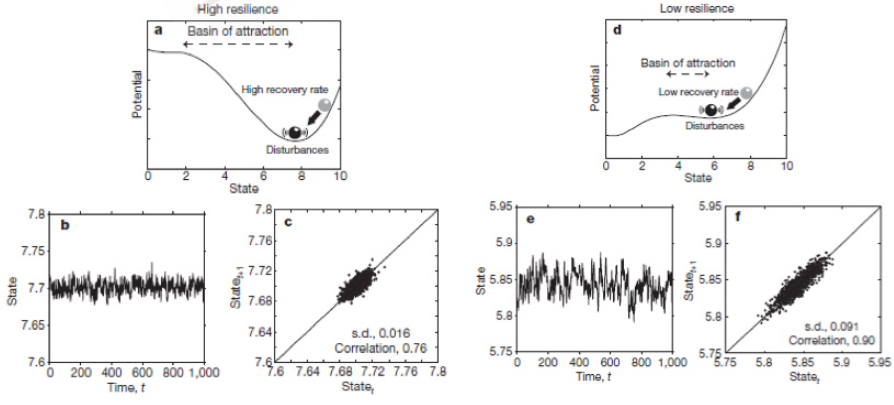
수 있다. 또한 재해 보험에 가입하여 기후재해로 인한 경제적 손실 위험을 사전에 예방할 수 있다. 사회적 차원에서는 건물기준이나 시설물 설계기준을 강화하여 기후변화에 대한 내구성을 높이도록 하고, 해안가나 하천변에 방조제 등 범람을 방지할 수 있는 시설물을 설치·보강할 수 있다. 또한 조기경보시스템을 구축하여 기후변화로 인한 급격한 환경변화를 사전에 감지하고 예측하여 시민들이 미리 대비할 수 있도록 정보를 제공할 수 있다.

서울시는 앞서 살펴보았듯이 다양한 적응수단을 통해 기후변화로 인한 피해를 사전에 예방할 수 있도록 노력하고 있다. 다만 기후변화로 인한 위험을 사전에 감지하고 예측할 수 있는 조기경보시스템은 부족한 편인데, 서울시는 중장기적으로 조기경보시스템을 구축하고 활용하는 방안을 검토할 계획이다.

		Anticipatory	Reactive
Natural Systems			• Longer or shorter growing seasons • Migration of wetlands • Changes in ecosystems
Human Systems	Private	• Changing architecture of buildings • Buying hazard insurance • Devising new consumer products	• Moving home • Changing insurance premiums • Buying air conditioning systems
	Public	• Installing early warning systems • Establishing new building codes • Constructing dykes	• Offering compensation or subsidies • Enforcing building codes • Beach nourishment

[그림 5-14] 기후변화 대응 방식 분류

출처: UNFCCC(2006)



[그림 5-15] 기후회복력에 따른 시스템 상태변화

출처: Lenton(2011)

06

형평성 제고와 기후정책 거버넌스 전략

서울연구원
The Seoul Institute

1_기후형평성의 제고
2_기후정책 거버넌스 강화

06. 형평성 제고와 기후정책 거버넌스 전략

1_기후형평성의 제고

1) 기후형평성, 기후불공평의 문제와 기존 논의

(1) 형평성의 문제

기후위기를 막기 위한 행동의 중요성을 이야기할 때 우리는 왜 형평성[7]의 문제를 다뤄야 하는가. 첫째, 기후위기를 초래한 책임은 차별적인데 비해서 기후위기로 인한 영향은 특정 대상에게 집중되어 나타나는, 책임과 피해의 불균형 문제 때문이다. 기후위기를 초래한 화석연료 기반 산업 활동을 지속하는 기여 국가와 이상 기후와 해수면 상승으로 인한 영향을 받는 적도부근 도서국가가 기후위기에 관한 비용 부담에서 차별적인 책임을 지게 된 이유이기도 하다. 차별적 책임의 문제는 일차적으로 서울시민 중에서 피해가 편중되는 대상을 파악하고 이를 교정하려는 노력이 우선일 것이지만 서울시가 책임의 주체가 된 문제로도 살펴봐야 한다. 서울시의 책임성을 강조한 기후정의 대책이 마련될 필요가 있다.

또한 기후위기가 누구를 향하는 가를 주목할 필요가 있다. 기후위기라는 현상과 영향인자, 이를 관리하는 사회정치시스템 중심으로 사고하기보다 기후위기로 인해 영향을 받는 '수용체'를 파악하고 이에 관한 대응을 중요시하는 접근방식이다. 우리사회를 비롯하여 전 지구적으로 사회경제적 불평등이 심화되면서 삶의 질을 좌우하는 사회 물리적 조건 간 격차가 커지고, 이로 인해 기후위기에 관한 취약성이 악화될 가능성이 높아졌기 때문이다(홍덕화, 2019). 수용체의 특성이 사회경제적 요인, 기후위기에 대

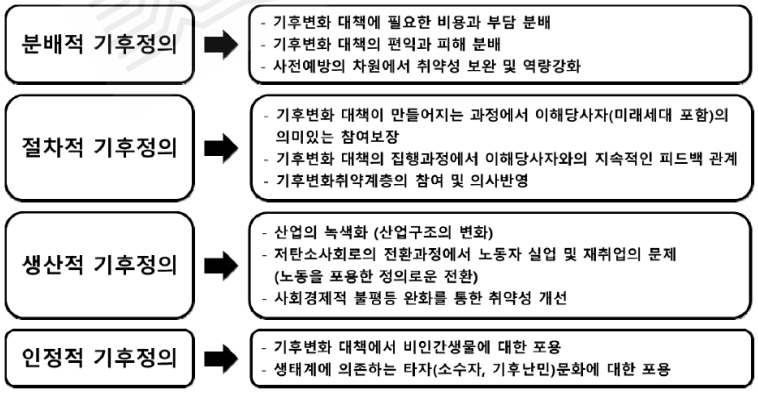
---

7) 여기서 형평성은 동등하지 않음(unequal)을 포함하는 불평등(inequality)보다는 불공정함(unfair), 부당함(unjust), 피할 수 있음(avoidable)의 개념을 포함하는 불공평(inequity)(WHO 2012: 정다운 외 2019 재인용)의 문제를 관리, 교정함으로서 도달할 수 있는 상태로 정의할 수 있다.

한 대응/회피 능력 등이 결합되면서 복잡하게 구성되는 만큼 차별적 책임의 원칙에 비해서 훨씬 복잡하고 섬세한 대응이 필요하다. 취약한 집단을 공간, 계층, 필요시 사례별로 유형화하고, 수용체 맞춤형 환경 개선 대책, 지원 정책을 구사할 수 있다. 누구나 누려야 하는 기준선을 만족시키면서도 기후위기로 인해 발생할 수 있는 환경비용의 격차, 취약성을 보완하는 접근방식이 함께 구사되기도 한다. 전 세계 대도시 기후변화 협의체인 C40 Cities에서는 회원도시들이 장기 기후변화 행동계획 수립 시 에너지 접근성을 포함한 형평성 측면을 반드시 고려하도록 권고하고 있다(C40, 2018: 황인창 외 2020 재인용).

(2) 기존 논의

C40 자료에 따르면 기후형평성을 원칙의 관점에서 접근하면 형평성, 책임성, 수용능력의 제고를 지향한다(C40, 2020). C40 자료는 기후정의를 추진할 때 고려해야 할 요소와 하위 사업 분야를 정의하고 있다. 기후형평성 추구를 어떻게 할 것인가를 다룬 연구를 통해 구체화될 수 있으나, 국내 논의가 아직 활성화되지는 못하였다. 그 중에서 국내외 기후정의 논의를 정리한 한상운 외(KEI, 2019) 연구는 기후정의에 관한 철학적, 선언적 접근 방식을 정책의 영역으로 구체화하는 역할을 담당하였다고 평가할 수 있다. 이 연구에서 기후정의, 형평성의 문제는 분배적, 절차적, 생산적, 인정적 정의로 구분하여 각각 유형별 대응전략으로 관리하고자 하였다.



[그림 6-1] 기후정의 개념의 층위와 관련 기후변화 적응 방향

자료: 한상운 외(2019)

한상운 외(2019)의 논의는 기후형평성에 관한 기존 접근 방식인 기후변화 적응 대책에 비해 포괄적인 틀과 세부적 접근 방식을 함께 제시하면서 보다 통합적인 대책이라는 점에서 긍정적이다. 하지만 네 가지 유형의 기후정의를 병렬적으로 나열한 점에서는 추상성과 실천 전략적 측면에서는 취약하다. 이러한 아쉬운 점을 보완하여 보다 실효성 있는 방향을 제시한 뒤 실천적 과제를 도출할 필요가 있다.

기후형평성을 이루기 위한 정책에 앞서 유사한 시도인 '기후변화 적응(climate change adaptation)'대책에 대해서도 토론이 필요하다. 기후변화 적응은 기후변화로 인한 취약성(vulnerability)과 이를 저감하는 과정(고재경 외, 2010)이며, 기후변화에 관한 취약성은 좁게는 기후 위해에 대한 시스템의 취약성으로 정의(같은 책)된다. 시스템의 취약성에는 취약한 인구 집단과 지역이 포함되면서 기여에 비해 비용을 과다하게 지불해야 하는 대상에 관한 고려가 들어 있다.

[그림 6-2] 서울시 기후변화종합대책의 적응 비전

출처: 서울시(2017)

물리적 취약성까지 포괄하는 개념이고 부문별 대책을 망라하였다는 점은 장점이나 정책적인 고려에서는 좀 더 개선할 필요가 있다. 우선, 4대 부문(재난·재해, 건강, 물관리, 산림·생태계)의 취약성과 대책을 나열적으로 제시해왔다[8]. 중앙정부에서 제시한 작성 지침에 따라서 4개 부문별 기후변화 영향을 파악한 뒤 취약성 평가를 실시하고 부문별 적응 추진계획을 수립하여 기후형평성을 추구하는데 그쳤다. 따라서 부문

8) 2010년 처음으로 14개 중앙부처 합동으로 2011년부터 5년간 국가 기후변화 적응대책이 최초로 수립된 이후 2016년 12월 중앙정부는 녹색성장기본법에 의거하여 2036년까지 중장기 기후변화대응 기본계획, 서울시와 같은 광역지자체의 세부시행계획에 부문별 적응 추진계획이 포함되었다.

별 계획을 넘어서는 통합적 접근이 필요하다. 여기에 서울시의 기후 행동에 관한 책임성, 기후불공평의 문제를 교정하기 위한 통합적 분배적 정의 대책, 절차적 정의를 강조하기 위한 의사결정과정의 투명성과 참여성을 좀 더 강조할 필요가 있다.

2) 기후형평성의 제고: 목표, 원칙과 추진 방향

(1) 기후형평성의 목표: 누구나 기후위기 없는 세상에서 살아갈 권리와 자유

기후형평성의 지향을 보편적 목표로 구성한다면 인권운동의 시각에서 정리할 수 있다. 기후위기는 인권을 위협한다고 보면서 세계 인권선언 28조[9]와 연결 지어 생명·생존권, 건강권, 생계권, 폭력과 갈등의 촉발과 심화, 취약한 집단에 대한 차별적 피해 심화, 극단적 기후위기에서 법치의 몰락 등 문명의 붕괴로 이어지는 해악을 열거하기도 한다(조효제, 2019, 66-67쪽). 저자는 이러한 인권의 위협은 네 가지 '정의'롭지 못한 문제점(설계된 비극으로서 시스템 정의의 문제, 공간적 정의의 문제, 세대 간 정의의 문제, 생물종 간 정의의 문제 등)으로 나타나며, 이를 극복하기 위해서 환경, 에너지 관련 분야만 고민할 것이 아니라 사람의 기본 권리를 뜻하는 인권적 관점에서 다뤄져야 한다고 주장한다.

기후위기 시대의 재해석을 통하면 세계 인권선언 28조는 다음과 같이 제시된다. "모든 사람은 이 선언에 나와 있는 모든 권리들과 자유가 온전히 실현될 수 있도록, 기후위기 없는 질서에서 살아갈 권리가 있다". 이 선언을 서울시에 적용하여 2050년 서울시의 탄소중립을 목표로 정책을 추진할 때 도달하고자 하는 기후형평성의 최상위 목표이자 미래상을 설정할 수 있다:

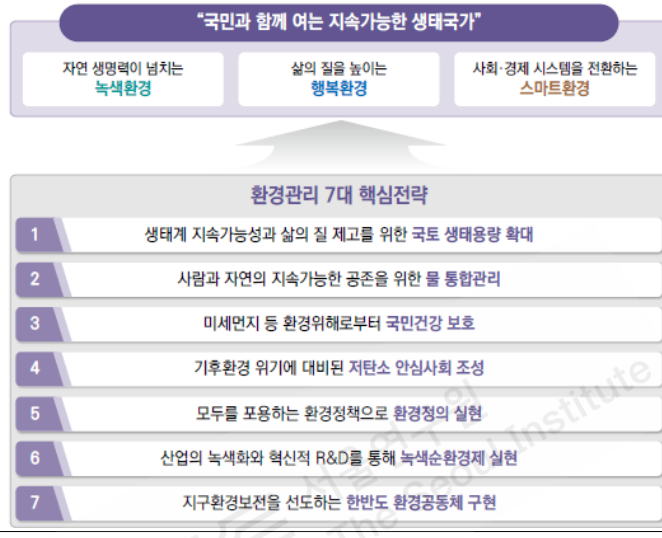
"서울시민 누구나 기후위기 없는 질서에서 살아갈 권리와 자유의 보장".

(2) 원칙: 환경정의론에 입각한 기후형평성의 우선순위

환경정의적 접근은 문제 해결형적 접근 방식을 취하면서 인권론적 지향과 미래상을 실천의 우선순위와 대상으로 구체화한다. 일반적으로 기후정의(climate justice) 논의는 환경정의(environmental justice)적 접근 방식에 따른다. '(부)정의'를 중심으로

9) "모든 사람은 이 선언에 나와 있는 권리들과 자유가 온전히 실현될 수 있는 어떤 사회적, 국제적 질서에서 살아갈 권리가 있다"(1948, 조효제, 2019 재인용)

문제를 진단하고 문제를 대응, 관리, 해결하는 원칙과 방안도 도출한다는 의미다(앵거스 엮음 2009: 번역 2012 참조). 한국의 경우 환경정의, 기후정의에 관해 국가가 나서서 종합계획을 수립한 것은 비교적 최근의 일이다. 정의의 문제를 원칙과 틀 면에서 접근하였다는 점에서 에너지, 대기, 폐기물 등 환경 매체별 관리방식에서 다뤄지던 기존 환경부정의의 문제에서 더 나아간 시도라고 평가할 수 있다.



5. 모두를 포용하는 환경정책으로 환경정의 실현

- 환경정의 구현과 녹색사회로의 전환
- 수용체 관점의 환경개선(공간적, 계층적 환경 불평등 파악과 개선, 동물과 미래세대 포함)
- 환경정보의 알 권리와 피해자 구제 강화

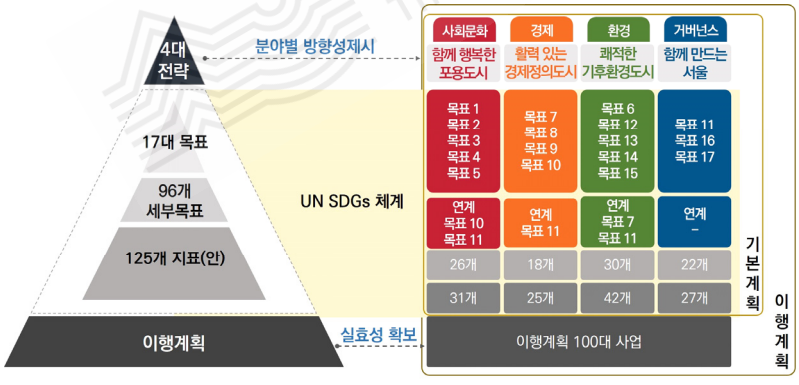
[그림 6-3] 국가환경종합계획의 비전과 목표, 핵심전략과 5. 환경정의 전략

자료: 정부합동(2020)

제5차 국가환경종합계획(2020-2040)에 담긴 환경정의의 개념은 2019년 1월 「환경정책기본법」 개정에 따라 환경정의 실현을 위한 목표 설정과 대책 및 계획이 추가되었다. 계획상 환경정의는 삶의 질, 환경만족도를 결과 지표로 상정하고, 이를 개선하기 위한 절차적 정의(투명한 정보 공개, 참여형 의사결정 거버넌스 강조), 환경부정의를 겪고 있는 취약성을 개선하는 분배적 기후정의적 관점을 반영하여 계획을 수립하였다. 앞서 살펴봤던 한상운 외(2019) 연구와 비교해보면 상대적으로 인정적 기후정의, 생산적 기후정의적 측면은 크게 강조되지 않았다. 따라서 환경정의의 논의에 빗대어 보면 기후형평성의 문제는 수용체의 입장에서 공간적, 계층적 불공평의 문제를 개

선하는 것을 우선해야하며, 피해가 발생하기 전 정보 공개, 적응력 개선을 통해 예방하고, 피해가 발생한데 대해 구제가 이뤄지는 방향으로 개선될 수 있다.

또 다른 원칙으로 살펴볼 만한 것이 유엔 지속가능발전목표(UN Sustainable Development Goals, SDGs)[10]이다. 기후는 13번에서 다루며 유엔과 서울시의 목표-세부목표 체계[11]는 다음 표와 같이 설정되었다. SDGs 체계의 장점 중 하나는 종합적인 틀과 세부 요소 간 연계성(linkage)으로, 기후 대응과 연계된 에너지, 불평등, 도시 등이 하나의 묶음으로 들어 있다. 기후문제만큼 복잡하게 얽혀있는 사안에 보다 통합적으로 대처하기 위해서는 지속가능발전목표의 체계 속에서 연계성을 파악하고, 기후형평성의 사업과 함께 고민되어야 할 측면을 도출할 수 있다. 분야별로 기후정의의 문제를 직접적으로 다루고 있는 부분은 에너지(7번), 기후(13번), 불평등(10번), 도시(11번), 지속가능한 생산과 소비(12번) 등으로 구체적인 정책 목표인 세부 목표(targets)와 지표(indicators)로 구성된다. 누구도 뒤처져서는 안 된다는 대원칙(No One Left Behind)이 수용체적 관점의 형평성 제고를 지향하는 관점과 일맥상통하며, 목표의 구성면에서도 10번인 불평등이 경제 성장을 가로막는 요소로서 경제 분야에 포함시켜 불공평의 문제를 경제 구조의 개선이라는 측면에서 접근하고 있다는 점에서 주목할 만하다(김고운 외 2019).



[그림 6-4] 제2차 서울시 지속가능발전기본계획 및 이행계획의 구조

10) 2015년 제70차 유엔총회를 통해 지속가능한 발전을 위한 국제적인 약속으로 의결된 SDGs는 2030년 이 목표연도이며, 경제, 사회, 환경 전 분야를 망라하는 17개 목표(Goals)와 169개 세부목표(Targets), 지표 244개(2017년 3월 기준, 중복 제외 시 232개)로 구성되어 있는 다층적 피라미드 구조이다.

11) 가장 포괄적인 접근은 유엔 지속가능발전목표(UN SDGs)와 서울 SDGs 체계는 서울시 담당부서(기획조정실 평가2팀)와 서울시 지속가능발전위원회가 이를 지역적으로 재해석(localising)하여 목표, 세부목표를 조정, 재작성하였다.

[표 6-1] 유엔과 서울시의 지속가능발전목표(SDGs) 13번 목표와 세부목표

	UN	서울시
원칙	누구도 뒤처져서는 안 된다(No One Left Behind)	
목표	13. 기후변화와 그 영향을 방지하기 위한 긴급한 행동의 실시	13. 기후변화 대응 모범도시 조성
세부목표	13.1 기후관련 위험요소와 자연재해에 대한 적응역량 및 탄력성 강화 13.2 국가정책, 전략 및 계획에 기후변화 조치 통합 13.3 기후변화 완화, 적응, 영향 감소, 조기 경보에 대한 교육, 인식 고취, 인구 및 제도 역량 개선 13.a 개발도상 국가들의 기후변화 완화 활동의 이행 및 녹색기후펀드의 완전한 운영을 위해 유엔기후변화협약 상의 선진국들의 공약인 연간 $1000억 동원 즉각 이행 13.b 최빈개도국의 효과적인 기후변화 관련 계획 및 관리 역량 제고 메커니즘 촉진(취약계층, 여성, 청소년 및 소외집단 포함)	13.1 기후변화와 관련된 위험을 조기에 파악하여 그에 대한 대응책을 마련하고 자연재해가 발생했을 때 신속히 복구하는 능력을 강화한다. 13.2 서울시 정책, 전략, 계획에 기후변화 대책을 통합하여 추진한다. 13.3 기후변화교육 대상 확대 등 기후변화 대응을 위한 인식을 제고하고, 자치구 협력 및 공동체 지원 프로그램을 확대 추진하여 지역 역량을 강화한다. 13.4 온실가스를 2005년의 40% 수준으로 감축하고, 온실가스 감축과 적응정책을 통합하여 추진한다. 13.5 지속적이며 안정적인 기후변화 대응을 위하여 '서울시 기후변화기금'을 확대하고, 개발도상국 도시의 기후변화 대응 프로그램을 지원하기 위해 노력한다. 13.6 국제기구의 기후변화 메커니즘에 참여하고 파트너십을 이루어 기후변화 관련 프로그램을 운영하며 국제협력을 강화한다.

자료: 환경부, 지속가능발전포털; 서울시, 2017; 서울시, 2020, 내부자료.

서울연구원 The Seoul Institute

(3) 추진 방향

① 목표의 실현: 지향과 원칙의 실현으로서 즉각적이고 효과적인 기후 행동

서울시의 기후형평성 추구를 위한 실천 방향은 '누구나 기후위기 없는 세상에서 살아갈 권리와 자유'를 옹호하고 보장하며, 기후위기로 인해 발생할 불공평의 문제를 개선하고 예방, 관리하는데 중점을 두고 진행되어야 할 것이다. 우선 기본적으로 기후위기에 대한 즉각적으로 근본적인 행동을 통해 위기를 막아내는 결과를 만들어내는 것이 중요하다. 따라서 즉각적이고 효과적인 기후 행동 그 자체가 기후형평성을 막는데 가장 기본적인 실천 방향이 된다.

② 원칙의 실현: 책임지는 기후 투자, 재정 마련과 투입

서울은 우리나라의 수도이자 소비중심 도시로서 기후위기에 대한 책임을 통감하고, 이를 교정하기 위한 재정을 투자를 통해 마련하고, 이를 기후형평성 문제의 해결에 투입함으로써 책임지는 실천을 해야 한다. 2020년 6월 전문가들로 이뤄진 기후행동 포럼을 통해 2050년까지 서울이 탄소 중립을 이루기 위해 행동해야 할 방향과 원칙이 제기되었고, 서울시장은 이를 받아들여서 행정 각 부서별로 이를 실천하기 위한

과제를 취합하는 과정에 있다(2020년 6월 28일 현재). 서울의 책임은 2019년 서울을 바꾸는 17가지 방법에서 서울 지속가능발전목표의 세부목표를 지역화(localising)하는 과정을 참고하여 지속적인 정책 방향으로 삼아야 할 것이다. 서울시의 행정뿐만 아니라 서울지역의 25개 자치구의 지속가능발전을 위한 노력을 지원하고(세부목표 13.3, 지표(안) 13.3.2), 개도국의 기후변화를 지지하고 지원하며 지속가능한 국제 협력을 통해 기후위기에 관한 책임을 실천하려는 방향으로 정책이 추진되어야 한다(세부목표 13.5, 지표(안) 13.5.2, 세부목표 13.6, 지표(안) 13.6.1). 기후변화뿐만 아니라 지속가능한 발전에 역행하는 투자, 보조금 지원 등을 사전에 차단하는 세부목표(12.9)와 지표(안)(12.9.1, 탈석탄 시 금고) 또한 책임을 다하고 목적에 적합한 재정 투입과 투자를 강조하고 있다. 또한 기후위기로 인한 피해가 발생하였을 경우 이를 구제할 수 있는 재원으로서도 기후에 관한 재정 투자가 필요하다.

2020년 5월 대통령이 기후위기를 막고 경기를 부양한 정책 대안으로서 그린뉴딜을 주창하면서 기후위기에 관한 재정 투자의 가능성이 열렸다. 2020년 6월 말 현재 중앙정부는 물론이고 서울시와 같은 광역지자체는 경기는 부양하되 기후위기를 악화시키는 그레이뉴딜(grey new deal)을 방지하고 탄소 중립을 위한 시스템적 전환에 투자하면서 동시에 경기도 부양하고 일자리를 늘리는 사업을 발굴하는 과정에 있다. 그린뉴딜의 방향성 속에 기후형평성의 제고도 고려된 사업이 추진되는 것이 더욱 바람직할 것이다.

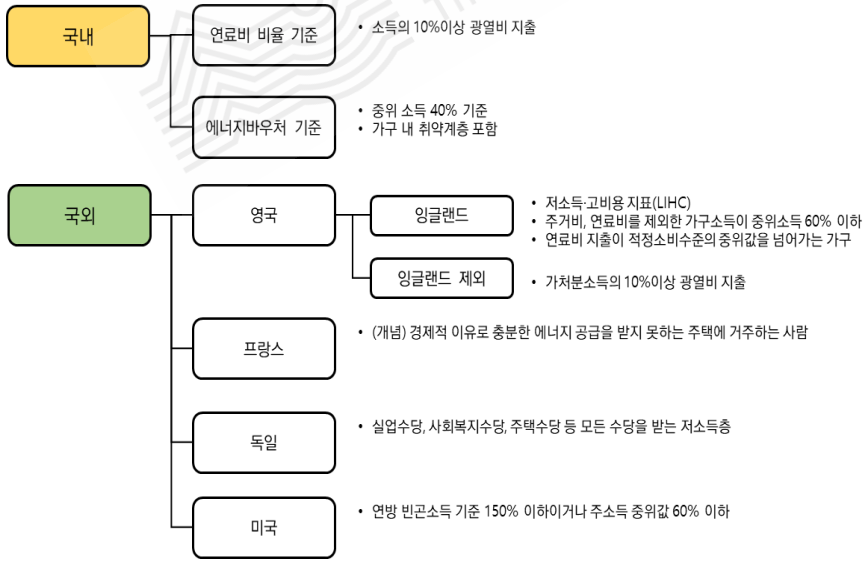
③ 원칙의 실현: 시스템적 기후불공평의 교정

- 에너지빈곤, 기후불공평의 대상 집단을 확인하고 관리하는 첫걸음

기후정의와 형평성의 문제를 맥락에 맞게 재해석하고 실천의 영역으로 옮겨놓는 대표적인 시도로는 에너지빈곤에 관한 주요 정책을 들 수 있다. 구체적으로 유엔에서는 '적정가격의 신뢰할 수 있는 현대적 에너지서비스에 대한 보편적 접근 보장'을 지속가능발전목표(Sustainable Development Goals) 중 하나(목표 7)로 선정하여 관리하고 있다. 유럽연합에서는 모든 회원국이 에너지빈곤 상황을 지속적으로 모니터링하고 에너지빈곤 해소를 위해 정책수단을 제시할 것을 권고하고 있다. 이와 같은 에너지빈곤 문제에 대한 대책도 같은 보고서에서 상세히 설명하고 있듯이 서울시는 「국민기초생활 보장법」에 따른 기초생활보장수급권자 및 차상위계층을 대상으로 에너지빈곤을 해결하기 위해 생존에 필요한 최소한의 에너지 사용을 보장받을 수 있도록 복지 지원을

지속해왔다. 조례에서 에너지공급 지원에 관한 사업, 신·재생에너지 설치사업, 에너지 효율화 사업, 에너지복지 증진을 위한 연구·조사 등을 복지 사업으로 규정하고 있으며 2015년부터 서울에너지복지시민기금을 설립하여 저소득가구를 대상으로 주거에너지 효율화, 고효율제품 지원, 미니태양광 지원, 혹서기 지원, 혹한기 지원 등의 에너지복지 사업을 수행하고 2018년부터는 '옥탑방, 고시원, 쪽방촌 거주자, 고독사 위험가구, 저소득 독거노인 등에게 냉방용품이나 의료비 등을 최대 3백만 원까지 지원'하는 '서울형 긴급복지 폭염 대책'도 시행 중이다.

서울시의 특성을 반영한 기후정의의 개념과 정책 제안에 관한 최근 연구는 에너지취약계층에 관한 기초 연구(황인창 외 2020)를 들 수 있다. 이 연구에서 에너지빈곤(fuel poverty 또는 energy poverty)은 경제적인 이유로 가정에서 냉·난방 등 필수적인 수준의 에너지서비스를 이용하기 어려운 상태라고 정의하면서 에너지빈곤의 문제를 다루는 국내외 다양한 정책적 시도를 검토하고 서울시 저소득가구 602가구를 대상으로 실태 조사를 하여 에너지빈곤 현황과 빈곤 대책의 효과를 평가하였다. 특히 국내외의 다양한 에너지빈곤 가구에 대한 정의를 다루었으며, 실태 조사를 통해 에너지 형평성이 단일한 기준이 아니라 다층적인 지표에 의해 다양하게 해석될 수 있음을 보여주었다.



[그림 6-5] 에너지빈곤 정의 및 정책대상 선정기준 사례

출처: 황인창 외(2020)

조사 결과 서울시 저소득 가구 중 에너지빈곤 가구의 비율은 정부의 에너지빈곤 지표에 따른 결과인 1.3%에서부터 유럽연합 지표 기준 12.5%, 서울의 높은 주거비(월세)를 반영한 결과 29.2%, 에너지 비용에 대한 부담수준을 고려하여 숨겨진 에너지빈곤 가구까지 고려하면 40%까지 높아진다. 생계비 부담으로 인해 적절한 수준 이하로 에너지비용 지출을 줄이는 '숨겨진 에너지빈곤' 가구의 비율은 저소득가구 3가구 중 1가구이며, 특히 차상위계층과 기타 저소득가구 등 상대적으로 에너지복지 혜택을 적게 받는 유형에서는 숨겨진 에너지빈곤율이 높은 것으로 나타났다. 기존 에너지복지 제도가 이른바 에너지 접근권으로서 최소한의 복지를 지향할 때 놓칠 수 있는, 정책 격차(gap)가 드러난 것이다.

서울시 저소득가구 5가구 중 2가구에서는 냉·난방 에너지부족을 경험하고 있었으며, 3가구 중 1가구에서는 부족한 냉·난방으로 인한 질병(온열질환과 한랭 질환)으로 병원 진료를 한 바 있었다. 가구원 구성과 주택 특성에 따라서는 아동을 포함한 가구일 때, 여성 가구주일 때, 가구원 수가 적을수록, 지하나 옥탑방에 거주할 때, 주택면적이 작을수록 소득대비 에너지비용 비율이 높았다. 문제는 현재처럼 '생존에 필요한 최소한의 에너지 사용을 보장'(서울시 에너지 조례)하는 것이 충분하지 않다는 점이다. 같은 연구에서 차상위계층일수록 에너지 비용을 숨기는 경향이 있으며, 주관적으로 에너지를 제대로 활용하기 어려운 현실이라는 조사 결과에서 보듯이 '기후위기 없이 살아갈...로 표현되는 기후 인권적 보장과는 상당히 거리가 있다. 따라서 현재의 저소득층 대책을 보완할 수 있는 지속가능한 접근 방식이 필요하다.

- 수용체에 초점을 맞춘 정책 추진

서울시 내에서 기후불공평에 놓일 가능성이 큰 취약집단으로서 사회경제적 취약 계층에 주목하는 등 수용체에 초점을 맞춘 연구와 정책이 지속적으로 추진될 수 있어야 할 것이다. 폭염과 혹한과 같은 이상기후가 발생할 때 대처능력이 없는 생물학적 취약집단(기저질환자, 고령자 등)과 사회경제적 취약집단 모두를 대상으로 재해 상황을 예비하고 대처할 수 있도록 하고, 비상시 지원을 위한 체계를 갖추고, 기후 재난, 재해 상황인 경우 신속하게 정보를 제공할 수 있는 체계 또한 갖춰놓아야 할 것이다. 서울시 기후변화 적응계획 중에서 폭염과 자외선 적응, 감염병 대응, 폭설과 한파에 강한 대응체계 확보, 풍수해 대응 방재기능 강화, 물 관련 기후변화 대응 방재체계 확보, 산림 재해 예방 등을 지속적으로 추진해나가는 것도 중요하다(서울특별시, 2017).

- 시스템적 불공평의 교정 추진

단지 취약한 집단을 대상으로 하는 복지 정책을 수행하는 데 그쳐서는 안 되고 시스템적 불공평의 문제를 파악하고 이를 해결하려는 노력이 필요하다. 시스템의 공격은 울리히벡의 위험사회(울리히벡, 1997)에서 지적하였듯이 우리가 만들고 우리를 지탱하는 체계가 우리를 공격하는 상황을 초래하는 것으로, 기후불공평이 재생산, 악화되도록 하는 사회경제 체계, 도시 계획, 관리체계의 문제를 의미한다.

서울시 내부에서는 소득 불평등으로 인해 기후위험이 편중되는 문제가 나타날 수 있다. 인간다운 삶을 영위하는 지속가능한 도시민의 조건이 제대로 갖춰지지 않아 기후위기로 인한 영향을 회피하기 어려운 문제가 발생하게 되고, 지속가능발전목표(SDGs)의 분야로 표현하면 10번 불평등의 문제가 해결되지 않는 상황이며, 이에 더하여 에너지빈곤, 기후변화에 취약한 거주조건(7번, 13번), 주거조건의 문제(11번) 등이 연계하여 발생할 수 있다. 지속가능발전목표 지표(안)13.1.1침수 취약지역, 7.1.1 에너지 취약계층 감소율 또한 사회경제적 취약계층과 기후위기에 취약한 조건을 교정하려는 노력을 반영하고 있어 지속적인 정책 추진과 모니터링이 필요하다. 이 밖에도 지표(안) 3.9.1 취약계층의 안전, 1.4.1 서울형 긴급복지 지원 가구 수, 11.5.1 취약가구 안전 점검 및 정비 등에 관한 노력도 함께 경주해야 할 것이다.

- 절차적 형평성 제고

마지막으로 절차적 형평성을 제고하려는 노력도 함께 추진되어야 한다. 민주주의는 우리사회의 의사결정 과정을 대표하는 원칙이다. 따라서 의사결정 과정에서 기후위기로 인한 피해에 취약한 사람들을 고려하고, 이들의 목소리를 대변하여 의사 결정할 수 있도록 참여를 강화해야 할 것이다. 기후위기에 관한 논의가 현재 세대를 중심으로 이뤄지기 때문에, 미래 세대는 의사결정과 그로 인한 피해의 부담에 있어서 취약한 집단이라 할 수 있으며, 현재 세대 중에서는 소수자 집단이 해당한다. 서울 지속가능발전 목표 11번(도시) 중 11.3 '시민참여를 확대하고, 사회적 약자를 포용하고 다양성을 보장하는 사회 통합적 도시계획을 수립하고 실행한다'는 세부목표를 설정하고, 지표(안)으로 11.3.1 도시계획 시민 참여단의 사회적 소수자 참여비율을 설정한 측면 등은 긍정적인 변화라고 볼 수 있다. 또한 최근 들어 서울시의 기후와 관련된 의사결정 과정에서 미래세대의 목소리를 반영하려는 의도적인 노력도 눈에 띈다. 2019년 서울시 지역에너지계획 수립 과정에서 시민 기획단 100명을 공모를 통해 선발하는

서울연구원 The Seoul Institute

과정에서 현재 인구 비례보다 가중치를 두어서 청년 세대(10대 후반, 20대)를 선발하였으며, 같은 해 서울시 지속가능발전기본계획 수립을 위한 시민 공청회에서도 같은 방식으로 총 50명의 참가단을 구성하였다(서울특별시, 2020, 내부자료). 서울시는 광역지자체 중에서도 최초로 청년을 위한 정책을 수립, 추진하는 청년청과 연 4회 열리는 서울청년시민회의와 같은 청년 정책 플랫폼을 운영하고 있다. 2020년 2월에는 '기후위기, 성평등, 불평등완화 등 미래 사회문제 해결을 위해 참여하는 '서울청년정책네트워크' 멤버를 모집하였으며, 대상을 서울에서 거주하거나 활동하는 만 19세부터 39세 청년으로 한정하였다.[12] 기후위기에 대한 대응에서 청소년을 미래세대로 포함시켜 고민할 필요가 있다. 모 자치구 청소년 의회의 구성원의 기후 파업 활동이나 아시아 최초로 '청소년 기후행동' 소속 청소년 19명이 정부의 소극적인 온실가스 감축 목표가 헌법에 보장된 기본권을 침해한다는 내용의 헌법소원 심판 청구서를 헌재에 제출[13]하는 등 행동하는 데 앞장서고 있는 점 등으로 보면 20대가 중심이 되는 서울의 청년 정책에 10대 청소년 의회의 영향을 보다 확대하는 방안도 마련되어야 할 것이다.

④ 원칙의 실현: 수용능력 제고로 위험 관리

기후위기로 인해 초래되는 위험을 줄이고 최소화하는 수용능력 제고도 기후형평성을 개선하는 데 중요한 실천 방향이다.

- 누구나 맑은 공기를 누릴 권리의 보장

기후위기를 대표하는 위험 중 하나는 대기오염 문제이다. 복잡한 발생 메커니즘으로 인해 논쟁적인 이슈이긴 하지만 건강 위험이 큰 초미세먼지의 고농도 초과일 수가 지속될 경우 주거환경이 열악하고 공기청정기 등 회피 비용을 지불하기 어려운 사회경제적 취약계층과 기저질환자 등 생물학적 취약 집단이 상대적으로 높은 위험에 노출되기 때문이다. OECD는 2017년 한국의 환경정책성과평가보고서에서 인구가 밀집된 서울과 같은 도시지역에서 미세먼지 문제가 심각해지는 문제를 '환경정의'의 문제로 지적하고, 미세먼지 대응 강화, 관련 물질과 건강에 미치는 영향에 관한 정보를 투명하게 제공할 것을 주문하였다(OECD, 2017). 화석연료 사용과 같은 정의롭지 못

12) 내손안에 서울, 2020, 정책발굴·예산편성 주도할 '서울청년정책네트워크' 모집, 서울시, 2020년 2월 5일 보도.
13) 서울신문, 아시아 최초로 '기후변화 소송' 나선 한국 청소년들, 2020년 3월 13일 보도.

한 에너지의 사용, 기후위기 사이에 가장 현실적으로 중요한 체감형 문제가 대기오염 문제인만큼 에너지-기후-대기를 연결 지어 고민하고 상호 연계성을 강화하는 정책적 노력이 필요하다. 최근 2040년을 목표로 수립되고 있는 서울시 도시기본계획인 2040 서울플랜에서 기후-대기-에너지를 묶어서 하위 부문을 설정하고 전략과 지표를 구성하려는 시도를 하였다(서울연구원 내부자료, 2020).

- 생태계 서비스의 공평한 제공

다음으로 중요한 수용능력 제고 대상은 기후위기로 인한 위험을 상쇄시켜줄 수 있는 녹지, 생태자원과 생태계 서비스의 공정한 제공이다. 침수 방지, 이상기온으로 인한 위기 방재기능, 미기상학적 기온 조절, 생물학적 다양성 보전, 녹지 등 자연환경이 사회에 제공하는 다양한 생태계 서비스 등은 다양하게 열거할 수 있으나, 이러한 생태계 서비스를 공정하게 누릴 수 있도록 제공하려는 노력 또한 함께 추진되어야 할 것이다. 소득계층에 따른 주거지역의 격차가 녹지 접근성으로 이어지는 해외사례와는 달리 등산을 즐기는 인구가 많은 우리나라의 경우[14] 서울이라는 도시의 공간문제를 감안할 때 도시 공원 면적을 확보하고, 도시 공원이나 녹지를 무장애(barrier free) 시설로 제공하려는 노력이 좀 더 강화될 필요가 있다. 2017년 서울시는 무장애 관광도시 조성계획을 발표하였으며, 서울 지속가능발전목표의 11.7 세부목표에서도 '공원 녹지 서비스의 소외지역을 최소화하고 여성, 아동, 노인, 장애인 등의 공공녹지공간에 대한 보편적 접근을 보장한다'고 선언하고 있다. 이를 실현하고 모니터링하기 위한 지표(안)으로 11.7.1. 1인당 공원면적이 제시되었으며, 보다 보편적인 접근성을 강화하기 위해 서울시 공원 당국은 형평성 제고를 위한 정책을 마련하는 것이 바람직할 것이다.

14) 한 달에 한 번 이상 산에 가거나 트레킹을 한다는 만 18세 이상 등산·트레킹 인구가 전체 성인의 62%에 해당(한국리서치, 2019년 4월 전국 성인 1,515명 대상 조사, 월간 산 2019년 6월 10일 보도)

2_기후정책 거버넌스 강화

1) 기후정책 거버넌스 역량

온실가스 감축과 관련하여 도시정부의 역할은 직접관리, 공공조달, 규제, 참여유도, 협력 등 크게 5가지로 구분할 수 있다(Bulkeley et al., 2009). 이때 기후정책 거버넌스(governance)는 기후변화와 관련하여 도시정부가 이 같은 정부의 역할을 잘 수행할 수 있도록 도시정부 내 부처를 조직하고, 중앙정부, 개별 부처, 국제사회, 이해당사자 및 시민사회와 협력관계를 구축하는 활동이라고 할 수 있다. 도시정부의 기후정책 거버넌스 역량은 리더십, 담당부처의 권한과 의무, 자원, 도시의 정치경제 시스템과 같은 요소들에 따라 달라진다(Bulkeley et al., 2009).

[표 6-2] 기후정책 거버넌스 역량 구성 요소

요소	주요 내용
리더십	시장 등 도시 정부 지도자의 관심, 조직화 정도
담당 부처의 권한과 의무	도시 온실가스 감축관련 핵심 영역(에너지, 교통, 도시계획, 폐기물)에 대한 기후정책 담당 부처의 권한과 의무
자원	전담인력 및 예산
도시의 정치경제 시스템	기후변화에 관한 정치권, 이해당사자, 시민의 관심 및 태도(경제, 보건, 환경 문제 등과 비교한 상대적 중요성)

주: Bulkeley et al., 2009 내용 정리

(1) 시장의 기후정책 리더십 강화

리더십과 관련해서는 뉴욕과 런던이 대표적인 사례라고 할 수 있다. 구체적으로 런던의 리빙스턴 시장은 기후변화와 관련한 사안을 선거 핵심 공약 중 하나로 내세웠으며, 당선 후에도 지속해서 기후변화관련 정책들을 수립하고 실행해 왔다. 뉴욕도 2005년 미국기후보호시장협약에 가입한 당시의 블룸버그 시장은 2007년 뉴욕기후보호법을 제정하고 기후변화 적응 및 완화와 관련된 뉴욕시의 첫 번째 정책인 'A Greener, Greater New York'을 채택하며 적극적인 대응에 신호탄을 올렸다. 물론 성공적인 거버넌스를 위한 리더십은 단순히 시장 등 도시정부 지도자의 관심 정도를 의미하는 것이 아니다. 도시정부 지도자의 관심이 실제적인 조직화로 이루어질 때 성공적인 거버넌스로 이어질 수 있다. 실제로 뉴욕은 시장실 산하에 기후정책 프로그램 팀을 조직

하여 뉴욕시의 기후행동 프로그램을 총괄하고 있으며, 제1부장실 산하에 기후정책국장을 두고 있다. 런던은 기능별로 여러 명의 부시장을 두고 있는데 환경과 에너지 담당 부시장이 기후정책을 담당하고 있다.

(2) 담당 조직의 권한 강화

성공적인 기후정책 거버넌스를 위해서는 도시 온실가스 감축관련 핵심 영역(에너지, 교통, 도시계획, 폐기물)에 대한 기후정책 담당 부처의 권한과 의무가 확립되어 있어야 한다. 이는 도시 정부 내의 부처 간 역할구분뿐 아니라 중앙정부와 도시정부 간의 역할 배분도 관련된다. 대표적인 사례로 네덜란드와 프랑스가 있는데 이들 나라는 교통계획과 관련한 권한과 책임을 도시정부에 이양하면서 도시정부가 자체 특성에 따라 기후정책을 수립할 수 있도록 돕고 있다(Crass, 2008). 서울시도 건물, 교통, 에너지, 도시계획 등과 관련하여 중앙정부의 제도가 서울시 기후정책의 실행 폭을 약화시키지 않도록 제도를 개선하도록 건의하고, 필요한 권한을 이양할 수 있도록 촉구해야 한다(김고운 외, 2018).

최근에는 전 세계적으로 도시의 많은 기능이 민영화되고 있는데(에너지 공급, 폐기물, 수자원 관리 등), 이 때문에 도시 담당부처의 권한과 책무가 줄어들 가능성도 있다. 이에 따라 성공적인 기후정책 거버넌스를 위해서는 민영화와 관련하여 온실가스 감축 책무에 대한 명확한 설정이 필요하다.

현실적으로 도시정부 내에서 환경관련 부서는 교통, 에너지공급, 도시계획 등과 관련하여 조정 권한이 부족하다. 온실가스 감축은 다양한 분야를 포괄하고 있기 때문에, 온실가스와 관련하여 실질적인 조정 권한을 갖춘 부처가 기후정책을 담당하도록 기능을 조정할 필요가 있다. 필요하면 뉴욕과 같이 시장실 내 기후변화 전담조직을 마련하거나 런던과 같이 기후정책을 담당하는 부시장을 지명하는 것도 검토할 수 있다.

(3) 기후행동 실행을 위한 자원 마련

성공적인 기후정책 거버넌스를 위해서는 기후행동을 위한 전담 인력과 예산이 준비되어 있어야 한다. 실제로 남아프리카공화국의 케이프타운과 요하네스버그를 사례 분석한 연구는 전담인력이 있을 경우 온실가스 감축에서 더 큰 성과를 보였음을 밝히기도 했다(Holgate, 2007). 기후정책을 실행하기 위해 필요한 자금은 외부로부터 공급받는 방안과 내부에서 마련하는 것이 있을 수 있다. 외부로부터 공급받는 방안은 중앙정

부로부터 지원받는 것과 기업 및 시민사회에서 기금을 마련하는 방안이 있을 수 있다. 실제로 스웨덴과 네덜란드는 지방정부가 온실가스 감축 등 기후정책을 추진할 수 있도록 예산을 지원하고 있다(Bulkeley et al., 2009).

내부에서 자금을 마련하는 방안은 기후정책을 위한 예산을 확보하거나 자체 사업에서 자금을 마련하는 것이다. 구체적으로 도시정부가 수행하는 에너지효율화 사업에서 얻는 수익금(줄어든 에너지비용)을 에너지관련 사업에 재투자하는 방안이나 에너지사업자들과의 계약을 통해 민간의 자금을 활용하는 방안 등이 있을 수 있다.

서울시는 『기후변화기금의 설치 및 운용에 관한 조례』에 따라 기후변화기금을 조성하여 운영하고 있다. 기후변화기금은 2016년 현재 약 458억 원이 조성되어 있으며, 연간 약 200억 원 내외가 신규 조성되며 비슷한 액수가 사용되고 있다(서울재정포털, 2018.11.13.) 조례에 따라 기금은 시 일반회계 출연금, 기금운용 수익금, 국가 및 은행 차입금, 한국지역난방공사 출자배당금, 한국가스공사 주식배당금, 온실가스 배출권 매각 수입 등으로 조성되며, 신재생에너지 보급, 온실가스 감축 기술개발, 집단에너지사업, 에너지효율화사업, 에너지복지사업 등에 사용된다.

서울시는 기후변화기금을 조성하고 활용하고 있지만, 추가적으로 예산을 확보할 수 있도록 자금 모집방법을 다양화할 필요가 있다. 한 가지 사례로서 캐나다 앨버타주는 약 5억 달러 규모의 기후변화배출관리기금(Climate change and emissions management fund)을 자체적으로 조성하여 기후변화 대응사업을 수행하고 있다. 앨버타주에서는 연간 10만 톤 이상 온실가스를 배출하는 업체들은 BAU 대비 원단위를 12% 이상 개선해야 하며, 이를 달성하지 못하면 온실가스 1톤당 15달러의 벌금을 납부해야 한다(NRC, 2015). 기후변화배출관리기금은 온실가스 감축의무를 달성하지 못한 기업들이 내는 벌금에서 적립되고 있다.

(4) 시민인식과 주류화 필요

성공적인 기후정책 거버넌스를 위해서는 기후변화에 관한 정치권, 이해당사자, 시민의 관심 및 태도가 중요하다. 이때 기후변화 자체에 대한 관심뿐 아니라, 경제, 보건, 교통, 환경, 복지 등 도시의 다양한 주요 문제들과 비교한 상대적 중요성에 대해 당사자들이 어떤 인식을 갖고 있는지도 중요하다. 관련하여 문헌들에서는 기후변화 프레이밍(framing)의 중요성이 강조되고 있다(Bulkeley et al., 2009). 기후변화는 먼 미래 북극에서만 일어나는 일이 아니라, 지금 당장 서울시에서 일어나고 있는 일들과

관련되어 있다는 방식(예를 들어, 여름 폭염과 기후변화의 연결고리 제시)으로 문제에 대한 시민들과 당사자들의 인식 틀을 바꿀 수 있어야 한다는 것이다. 최근에는 지자체 공무원이나 공기업 관계자들에 대한 평가시스템에 기후변화 대응 정도를 반영해야 한다는 방안도 제시되고 있다(Qi et al., 2008).

지방정부의 다양한 기능 수행 시에 기후변화를 필수적으로 고려할 수 있도록 제도화하는 것 역시 중요하다. 실제로 런던은 런던계획(London Plan)에 기후변화에 관한 장을 포함시켰으며, 이후 수립되는 법정계획들이 기후변화를 고려하도록 규정하고 있다. 서울시도 교통, 에너지, 폐기물, 도시계획 등에 관한 계획을 수립할 때 기후변화에 따른 영향, 온실가스 배출에 미치는 영향, 기후변화적응에 미치는 영향 등을 필수적으로 고려할 수 있도록 해야 한다.

도시의 온실가스 감축에서 기업과 시민사회의 참여는 필수적이다. 단적인 예로 서울의 약속 온실가스 감축 목표 중 에너지 부분에서 에코마일리지사업을 이용한 감축이 차지하는 비중은 21%에 달한다. 에코마일리지 외에도 주택태양광 보급, 공회전 관리, 민간부문 LED 조명 보급, 시민참여 폐기물재활용 등 서울의 약속에서 제시된 많은 사업의 목표를 달성하기 위해서는 기업과 시민사회의 적극적인 참여가 요구된다. 구체적인 사업을 실행하는 과정 이외에도 시민사회와 기업들은 [표 6-3]에 제시된 바와 같이 다양한 과정에 참여할 수 있다. 이러한 참여가 보장될 때 기업과 시민들의 아이디어를 활용할 수 있으며, 사업의 수용성이 높아져 사업이 성공적으로 실행될 가능성도 커진다.

런던과 뉴욕은 전문가 집단, 기업, 이해당사자, 시민들이 참여하는 파트너십을 다양하게 구성하고 있으며, 이를 통해 구체적인 기후행동 사업들을 기획하고 실행하고 있다. 구체적으로 뉴욕시 기후변화위원회(NPCC)는 뉴욕시의 기후변화 대응정책에 과학적 기반을 제공하는 기후변화 대응 전문기관으로 학계와 산업계가 공동으로 참여하여 정책의 실효성을 높이는 뒷받침이 된다. 뉴욕 시민들의 기후변화 대응 행동과 인식 변화를 위한 시책으로는 마케팅, 연구, 기후심리학 및 행동경제학을 결합하여 전략적 미디어 교육 캠페인과 이벤트를 기획한다. 실질적인 온실가스 배출량 감축을 위한 'The New York City Carbon Challenge' 프로젝트에서는 자발적으로 온실가스 감축을 약속한 개인 및 기관, 비영리 부문의 지도자 간의 파트너십이 맺어져 오고 있다.

런던시는 런던광역정부법에 강력한 기후변화 대응 권한을 갖고 책임을 지는 시장을 필두로 GLA와 다양한 정부 기관, 기업 등과의 파트너십을 구축해나가고 있다. 시장과

GLA만으로는 온실가스 배출감축 목표달성 실현이 어렵다는 한계를 인지하고 다양한 파트너십을 개발 중이다. 파트너십의 다양성은 런던 기후변화 정책의 강점으로 뽑히며 추가적인 자원 마련과 전문성을 높였다. 다양한 참여자가 모이는 파트너십은 사업 진행이 느릴 수 있지만 그만큼 다양한 조직과 견해를 반영하며, 런던 각계각층이 기후변화를 함께 해결해야 할 문제라는 공감대를 형성하는 데에도 이바지했다.

[표 6-3] 기후정책 시민참여 영역

과정	참여 방식	주요 참여 주체
기후변화 과학적 기반 마련	국가 기후전망 지역화(downscaling), 온실가스 인벤토리 구축, 기후모니터링, 지역적 특성(전통 지식) 고려	전문가, 시민
기후정책 수립	공청회, 포럼, 시민숙의, 이해당사자	시민, 전문가, 기업
기후정책 실행	온실가스 감축 기후행동	시민, 기업
모니터링 및 평가	사업 평가 회의, 모니터링 보고서 작성	시민, 전문가

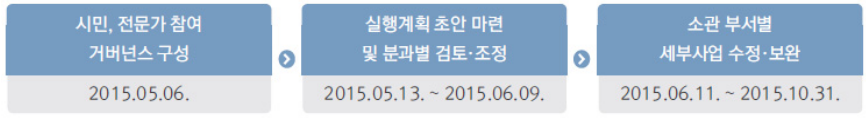
2) 기후정책 거버넌스 전략

(1) 서울의 약속 거버넌스

서울시는 2015년에 개최된 ICLEI 세계 총회에서 '기후변화 대응을 위한 서울의 약속'(SMG, 2015)을 발표하였다. 서울의 약속은 온실가스 감축과 기후변화 적응을 모두 포괄하는 서울시의 중장기 기후변화 대응 종합계획이다. 서울의 약속에 따라 서울시는 부문별로 온실가스 감축과 기후변화 적응을 위한 세부사업 목표를 정하고(2020년, 2030년) 추진하고 있다. 참고로 이처럼 온실가스 감축과 기후변화 적응을 하나로 묶어 관리하는 것은 상호 간의 연계 가능성을 높인다는 측면에서 공편익 또는 시너지를 높일 수 있는 방안이 될 수 있다.

서울의 약속이 특징적인 것은 계획수립 단계에서부터 평가단계에 이르기까지 시민사회의 참여를 적극적으로 유도하고 있다는 점이다. 구체적으로 계획수립 단계에서는 [그림 6-6]에서 나타난 것처럼 시민과 전문가가 참여하는 거버넌스를 먼저 구성하고 분과별로 초안을 작성한 후 소관부처에서 세부사업을 최종 확정하였다. 평가와 관련해서는 [그림 1-8]에 제시한 바와 같이 시민과 전문가가 참여하는 녹색서울시민위원회를 구성하고 매년 서울의 약속 점검 모니터링 보고서를 발간하고 있다. 2019년의 경우 적응분야 66개 사업에 대해 시민(시민단체)과 전문가 10명의 평가위원으로 구성된 적응분야 모니터링단이 이행 여부를 평가하였다(서울시 2019). 모니터링단은 분

야별 검토회의를 통해 세부사업별 목표와 달성 정도를 점검하고, 미흡한 사업에 대한 보완방안을 제안하며, 모니터링 평가보고서를 작성하는 등의 역할을 수행한다. 검토회의 과정에서는 세부사업의 적절성(목표 및 사업 내용)을 검토하고 사업의 지속 여부나 수정 방향 등을 제안할 수도 있다.



[그림 6-6] 서울의 약속 수립 절차

출처: 녹색서울시민위원회(2016)

(2) 시민협력을 바탕으로 한 기후정책 이행체계 구축

서울시는 탄소중립 사업을 원활히 수행하고 그린뉴딜을 촉진하기 위해 [표 6-4]와 같이 시민협력을 바탕으로 한 기후정책 이행체계를 구축할 계획이다. 서울시는 시민들의 자발적인 온실가스 감축을 유도하고 지원하기 위해 에코플랫폼을 확대하고, 탄소중립과 그린뉴딜 관련 전문가를 양성하고 교육과 홍보를 확대할 예정이다. 또한 산하기관과의 협력을 통해 온실가스 감축기술을 개발하고 검증하는 체계를 마련할 것이다. 탄소중립 계획을 이행하는 과정을 모니터링하고 평가하기 위해 시민단체, 전문가, 기업, 이해당사자 등이 참여하는 기후정책 이행체계를 구축해 나갈 계획이다.

[표 6-4] 시민협력을 바탕으로 한 탄소중립 이행체계 구축

구분	주요 사업
시민참여 에코플랫폼 확대	- 에코마일리지, 승용차마일리지 등 인센티브 지급 분야 확대 - 에너지자립마을 확대
인력양성과 시민교육 확대	- 청년이 제안한 아이디어를 사업화할 수 있도록 전문가 컨설팅 및 기술협력 지원 - 태양광 창업스쿨 운영, 녹색산업분야 교육과 창업지원 - 교육과 홍보사업 확대
산하기관 협력 확대	- 산하기관과 탄소중립 협력체계 구축 - 온실가스 감축기술 개발 및 검증
기후위기대응 컨트롤 타워 구축	- 탄소중립 사업 통합적 관리를 위한 컨트롤 타워 마련, 메타 거버넌스 구성

자료: 서울시 내부자료

서울시는 시민들의 자발적인 에너지소비 절감을 유도하기 위해 에코마일리지와 승용차마일리지 제도를 시행하고 있다. 에코마일리지는 가구 에너지 사용량(전기·가스·수

도·지역난방 등)을 줄이면 현금처럼 사용할 수 있는 마일리지를 제공하는 시민 참여 에너지 절약 프로그램이다. 2018년 기준으로 에코마일리지 회원은 205만 명이며(개인회원 198만 명), 에코마일리지 제도를 통해 2009년 이후 에너지소비를 75만TOE 줄일 수 있었다(서울시, 2019). 에코마일리지 회원은 직전 2개년 평균 에너지 사용량 대비 에너지 소비량을 최소 5% 이상 절감 시에 최대 5만 원 상당의 마일리지를 제공받을 수 있는데, 2018년 기준으로 약 18만 가구가 에너지 소비 절감으로 총 57억 원 상당의 마일리지를 지급받았다. 승용차마일리지 제도는 운전자를 대상으로 하여 주행거리 감축 실적에 따라 현금처럼 사용할 수 있는 마일리지를 지급하는 시민참여 프로그램이다. 연간 자동차 주행거리를 500km 이상 감축하거나 전년대비 5% 이상 감축하면 최대 7만 원 상당의 인센티브를 지급받을 수 있다. 2018년 기준으로 79천 대가 승용차마일리지에 가입하고 있으며, 약 23천 대의 자동차가 주행거리 감축(총 주행거리 감축 109백만km)을 통해 마일리지를 지급받았다. 서울시는 에코마일리지와 승용차마일리지 대상을 확대하고 통합하는 방안을 마련할 계획이다.

비 전	도시형 에너지전환모델 구현 및 서울 전역 확산	
핵심가치	자발적 참여, 자립, 혁신성장, 지속가능성	
정책목표	○ 에너지 절약·실천문화를 선도하는 에너지공동체 300개소 발굴 ○ 에너지자립을 지향하는 서울형 에너지자립마을 50개소 지정 ○ 산·학·연 네트워크 기반 마을맞춤형 에너지전환 실험장 10개소 추진 ○ 에너지일자리 및 수익을 창출하는 에너지자립 혁신 지구 4개소 조성	
추진전략 및 과제	에너지자립마을 운동 실천문화 확산(양적확산)	1. 서울시 에너지공동체 확산 및 육성
		2. 서울형 에너지자립마을 지정·관리 사업 추진
	선도적 에너지전환 모델 조성(고도화)	1. 에너지자립 혁신 지구 시범 조성
		2. 공동주택 에너지절감 컨설팅 서비스 발굴
		3. 주민참여형 에너지전환 리빙랩 발굴·지원
		4. 소규모 전력중개시장 활성화기금 융자사업 도입
	에너지자립마을 에너지절감 우수모델 확산(홍보)	1. 에너지자립마을 우수사례 전시회 개최
		2. 에너지자립마을 백서 제작
		3. 에너지자립마을 에너지 체험투어코스 운영 지원
		4. 언론홍보 및 방송매체 홍보사업 추진
	마을육성 및 행정지원체계 강화	1. 에너지자립마을 운영협의회 내실화
		2. 에너지자립마을 대외협력지원단 활성화
		3. 에너지시민인프라 멘토링 역할 강화
		4. 에너지자립마을 간담회 및 포럼 정례화
		5. 우리집 에너지진단 웹서비스 활용도 확대

[그림 6-7] 서울시 에너지자립마을 2.0 추진계획

자료: 서울시(2019)

시민참여 에코플랫폼의 하나로 서울시는 2012년부터 에너지자립마을을 선정해 지원하고 있다. 2018년 기준으로 서울시 내에는 에너지자립마을 100곳이 선정되어 있다. 서울시는 [그림 6-7]과 같이 '도시형 에너지전환모델 구현 및 서울 전역 확산'을 비전으로 2022년까지 에너지 공동체 300개소, 에너지자립 혁신지구 4개소, 서울형 에너지자립마을 50개소, 에너지전환 실험장 10개소 등을 추가로 지정하고 지원할 계획이다. 서울시는 에너지수호천사단, 에너지를 아끼는 착한가게, 찾아가는 에너지 놀이터, 행복한 불끄기 캠페인 등 탄소중립을 위한 시민교육과 홍보사업을 지속적으로 수행할 계획이다. 에너지수호천사단은 학교와 가정에서 에너지절약을 실천하는 청소년 리더를 양성하는 프로그램으로 2012년 이후 14만 명이 참여하여 차 없는 날 캠페인, 나눔 장터, 체험교육, 에너지수호천사단 한마당 등의 활동을 수행하고 있다. 서울시는 2012년부터 여름철 전력소비를 전년 대비 5% 이상 감축한 점포에 에너지를 아끼는 착한가게 인증 마크를 부여하고 에너지컨설팅 비용을 지원하고 있다. 2018년까지 총 4,508개의 착한가게가 선정되었으며, 착한가게는 평균적으로 전력소비를 13% 절감할 수 있었다(서울시, 2019). 서울시는 매월 22일을 불끄기의 날(오후 8~9시)로 지정하고 민간 및 공공건물의 불필요한 조명과 간판 등을 소등하도록 유도하고 있다. 서울시는 [그림 6-8]과 같이 화물차를 에너지 캠핑카(해요)와 에너지 카페(해로)로 개조해 아이들이 놀이와 체험을 통해 에너지절약 방법을 배울 수 있도록 하는 '찾아가는 에너지 놀이터' 사업을 진행하고 있다. 2018년 기준으로 3.2만 명이 체험에 참여하였다.

[그림 6-8] 찾아가는 에너지 놀이터

자료: 서울시 (2019)

서울시는 에너지와 온실가스 관련 전문 인력을 양성하여 양질의 일자리를 확보하는 사업도 지속적으로 진행할 계획이다. 또한 탄소중립과 그린뉴딜 관련 청년 스타트업을 지원하는 사업도 진행할 계획이다. 서울시는 중소형건물 에너지 사용실태 점검과

에너지 진단보고서 작성 등 업무 수행하는 서울에너지설계사를 양성하고 있으며, 녹색산업지원센터를 통해 녹색산업분야 전문가를 양성할 계획이다. 또한 태양광창업스쿨을 운영하고 에너지절약 실천 공모사업을 통해 민간의 아이디어를 사업화하는 방안도 추진할 계획이다.

서울시는 에너지, 미세먼지, 기후변화 등과 관련한 정책결정 시 [표 6-5]와 같이 다양한 방식을 통해 시민의견을 수렴해 왔다. [표 6-6]은 서울시 지역에너지계획을 수립하기 위해 서울에너지시민기획단(시민 120명 참여)을 모집하고 운영한 사례이다. 서울시는 총 3회에 걸친 숙의과정(워크숍)을 통해 시민의 의견을 수렴하고 에너지 정책의 목표와 전략을 수립하였다. 서울시는 향후에도 시민생활과 밀접한 관련이 있거나 시민이 관심이 큰 정책에 대해서는 시민의 참여를 통해 정책을 결정하는 과정을 지속적으로 수행할 계획이다.

[표 6-5] 시민의견 수렴 방안

구분	내용
시민대토론회	시민 생활에 직접적으로 관련되어 있어 시민의 의견을 직접 청취하고 정책을 결정해야 하는 경우(사례: 미세먼지 시민대토론회)
공청회	법률에 따라 공청회를 의무적으로 시행해야 하는 경우(사례: 녹색교통진흥지역 자동차 친환경등급제 도입방안)
워크숍	사안이 복잡하여 숙의 과정을 거쳐 대안을 검토하고 정책을 결정해야 하는 경우(사례: 서울에너지시민기획단)
설문조사	상대적으로 사안이 단순하여 설문조사를 통해 시민의 의견을 수렴하기 용이한 경우, 전문적인 설문조사 설계를 통해 응답자의 대표성을 확보할 필요가 있는 경우
기타	행정고시나 정책(안)에 대한 서면 의견수렴, 서울시 홈페이지를 통한 의견수렴 등

[표 6-6] 시민참여 워크샵 추진과정: 2019년 서울에너지시민기획단 사례

일자	세부 추진 내용
07/15~07/28	에너지시민기획단 모집
07/18	시나리오 회의
07/29~08/02	에너지시민기획단 선정안 확정
08/02~08/16	선정된 기획단 확인, 워크숍 장소 및 현장 체크, 퍼실리테이터 구성
08/06	현장 답사(서울시청, 종로구청)
08/08~08/16	사전 전화조사
08/24	제1차 시나리오 워크숍(서울시청 8층 다목적홀)
08/31	제2차 시나리오 워크숍(종로구청 4층 한우리홀)
09/07	태풍으로 3차 워크숍 연기
09/26	3차 최종 장소 답사
09/28	제3차 시나리오 워크숍(서울시의회별관 제1대회의실)
10/15	최종안 보고

자료: 코리아스픽스(2019)

서울시는 산하기관과의 협력체계를 구축하여 탄소중립과 그린뉴딜 사업추진을 지원해나갈 계획이다. 미세먼지 분야에서는 서울연구원, 서울기술연구원, 서울보건환경연구원이 협력하여 연구를 수행하고 있는데, 기후변화 분야에서도 유사한 협력체계를 구축하는 것도 가능한 방법이다. 예를 들어, 서울기술연구원에서는 온실가스 감축 기술을 개발하고 검증하는 기능을 수행할 수 있으며, 서울연구원은 그린뉴딜 센터 등을 통해 탄소중립과 그린뉴딜 사업과 관련한 정책연구를 수행하고 사업을 평가하는 과정을 담당할 수 있을 것이다.

현재 서울시의 탄소중립 계획 단위사업은 여러 담당 부서에서 개별적으로 수행하고 있는데, 서울시는 이를 효율적으로 관리하기 위해 통합관리 컨트롤타워를 마련할 계획이다. 이와 함께 이해당사자와 시민, 민간, 전문가가 모두 참여하는 메타 거버넌스를 구성하여 서울시 주요 정책에 대한 총괄 자문 역할을 부여할 계획이다. 메타 거버넌스에서는 탄소중립 개별 사업과 관련된 의제뿐 아니라, 개별 정책수립 단계에서부터 기후와 환경에 미치는 영향을 고려하도록 제도화하는 방안, 에너지전환과 분권 방안, 시민참여와 소통체계 구축방안, 사회적 책임투자 활성화를 위한 시 금고 선정기준 등에 대한 의제를 다룰 예정이다.

서울연구원 The Seoul Institute

참고문헌

고재경 외, 2010, "지방자치단체 기후변화 적응정책의 특성 연구", 「한국지역개발학회지」, 22(1), 67-86.

국토교통부, 2015, "제5차 공항개발 중장기 종합계획", 국토교통부.

국토교통부 외, 2020, "제로에너지건축물 인증제 리플렛", 국토교통부.

기상청, 2018, "신기후체제 대비 서울특별시 기후변화 전망보고서", 기상청.

김고운 외, 2018, "서울시 환경행정, 현장밀착형 분권화 필요: 대기·에너지 등 분야별로 차별화전략 수립", 서울연구원.

김고운 외, 2019, "서울 지속가능발전목표 2030 지표체계 구축과 평가 방안", 서울연구원.

녹색서울시민위원회, 2016, "2015 서울의 약속 점검 모니터링", 서울특별시.

서울연구원, 2020, 내부자료, 2040서울플랜 지속가능기반분과 논의 자료.

서울특별시, 2014, "2030 서울도시기본계획", 서울특별시.

_____, 2017, "서울시 기후변화대응 종합계획(2017~2021) 수립 연구", 서울특별시

_____, 2017, "서울을 바꾸는 17가지 방법", 서울특별시.

_____, 2018, "1회용 플라스틱 없는 서울", 서울특별시.

_____, 2019, "서울시 지역에너지 기본계획 2040", 서울특별시.

_____, 2019, "서울시, 동파취약 38만여 세대 수도계량기 맞춤형 보온대책", 보도자료.

_____, 2019, "서울시, 시 발주 건설현장에 '폭염영향 예보제'도입으로 근로자 온열사고 막아", 보도자료.

_____, 2019, "시민과 함께, 강서한강공원에 '탄소상쇄숲' 만들어요", 보도자료.

_____, 2019, "2017 온실가스 인벤토리 작성·검증 계획 활용", 서울시 내부자료.

_____, 2019, "서울 폭염주의보 발령...서울시 폭염 종합지원상황실 가동", 보도자료.

_____, 2019, "서울시 돈의문박물관마을 외벽 등에 1천m^2 첫 '수직정원' 착공 도시녹화", 보도자료.

_____, 2019, “2018 에너지백서”, 서울특별시.

_____, 2019, “서울시 에너지자립마을 2.0 추진계획(안)”, 서울시 내부자료.

_____, 2020, “제2차 서울특별시 지속가능발전기본계획 및 이행계획”, 서울특별시.

_____, 2020, “제5차 서울시 지역에너지계획”, 서울특별시.

_____, 2020, “서울시 설치비 최대 80% 지원 ‘건물일체형 태양광(BIPV) 신청하세요”, 보도자료.

서울특별시 은평구, 2018, 빗물의 재변신 은평 향림 빗물순환마을 조성, 보도자료.

신용승 외, 2016. “기후변화에 따른 건강영향 평가·적용 기술 및 정책지원 시스템 개발”, 환경부

에너지경제연구원, 2018, “2018 에너지 통계 연보”.

유정민·김정아, 2020, “2050 서울시 탄소배출 제로를 위한 비전과 추진전략”, 서울연구원.

정부합동, 2020, “제5차 국가환경종합계획”.

조효제, 2019, “기후위기와 인권”, 녹색평론 169호, 2019년 11-12월호.

질병관리본부, 2019, “2019 폭염으로 인한 온열질환 신고현황 연보”, 질병관리본부.

한상운 외, 2019, “기후정의 실현을 위한 정책 개선방안 연구(Ⅰ)”, 한국환경정책평가연구원(KEI).

홍덕화, 2019, “기후정의를 바로 잡기 위해 필요한 질문들”, 초록발광, 프레시안 온라인 보도 (2019.11.08.), http://m.pressian.com/m/m_article/?no=264608, 2020년 3월 9일 열람.

환경부, 2019, “환경백서”, 환경부.

황인창·김대수, 2016, “온실가스 감축-기후변화 적응 연계전략 수립”, 한국환경정책평가연구원.

황인창 외, 2018, “지자체 교통부문 미세먼지 관리방안: 서울시 자동차 친환경등급제를 중심으로”, 서울연구원.

황인창 외, 2020, “서울시 저소득가구 에너지 소비실태와 에너지빈곤 현황”, 서울연구원.

황인창·손원익, 2020, “서울시 미세먼지 관리 정책의 사회경제적 편익: 지불용의액 분석을 중심으로”, 산업연구.

황인창·백종락, 2020, “미세먼지와 온실가스 감축을 위한 경제적 수단”, 서울연구원.

한국개발연구원, 2012, “예배타당성 조사를 위한 CVM 분석지침 개선 연구”, 한국개발연구원.

코리아스픽스, 2019, “서울에너지 시민 워크숍 결과 보고서”, 서울연구원.

Aengenheyster, M. et al., 2018, The point of no return for climate action: effects of climate uncertainty and risk tolerance, Earth System Dynamics 9:1085-1095.

Angus, I., 2010, The Global Fight for Climate Justice, 기후정의, 2012, 김현우, 이정필, 이진우 공역, 이매진.

Arrow, K. et al., 1993, Report for the NOAA Panel on Contingent Valuation. NOAA.

Ayer, J. M. and Huq, S., 2009, The Value of Linking Mitigation and Adaptation: A Case Study of Bangladesh, Environmental Management, DOI: 10.1007/ s00267-008-9233-2.

Bhattacharyya, S. C., 2011, Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance, Springer.

Bai, X. et al., 2018, Six research priorities for cities and climate change, Nature 555: 23-25.

Beck, U., 1986, Risikogesellschaft, 위험사회, 1997, 새물결 엮음.

Bulkeley, H. et al., 2009, Cities and climate change: The role of institutions, governance and urban planning, Report prepared for the World Bank Urban Symposium on Climate Change.

Costanza, R. et al., 2014, Changes in the global value of ecosystem services, Global Environmental Change 26: 152-158.

Crass, M., 2008, Reducing CO_2 emissions from urban travel: Local policies and national plans, OECD Conference on Competitive cities and climate change.

C40, 2018, Consumption-based GHG emissions of C40 cities, C40 cities.

_____, 2020, Deadline 2020: How Cities will Get the Job Done, C40 cities.

EEA, 2016, Circular economy in Europe, EEA.

EPA, 2019, EPA FACILITIES MANUAL: VOLUME 2 ARCHITECTURE AND ENGINEERING GUIDELINES, EPA.

Gala, R.G.L., 2014, London's decentralised energy development programme.

GIZ, 2012, Ecosystem-based adaptation, GIZ.

Holgate, C., 2007, Factors and actors in climate change mitigation: A tale of two South African cities, Local Environment 12(5): 471-484.

IEA, 2019, World Energy Outlook 2019, International Energy Agency.

IPCC, 2014, AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014.

IPCC, 2014, Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change, Intergovernmental Panel on Climate Change.

_____, 2018, Global warming of 1.5℃, Intergovernmental Panel on Climate Change.

Kim. et al., 2015, Monthly Changes in Temperature Extremes over South Korea Based on Observations and RCP8.5 Scenario, Journal of Climate Change Research 6(2): 61-72.

Schwab. K. 2018, The Fourth Industrial Revolution.

Lenton, T. M., 2011, Early waning of climate tipping points, Nature Climate Change, DOI:10.1038/NCLIMATE1143.

Locatelli, B., 2011, Synergies between adaptation and mitigation in a nutshell, CIFOR.

Moran, D. et al., 2018, Carbon footprints of 13000 cities, Environmental Research Letters 13: 064041.

Morelli, F. and Tryjanowski, P., 2016, The dark side of the redundancy hypothesis and ecosystem assessment, Ecological Complexity 28: 222-229.

Muller, D. B. et al., 2013, Carbon emissions of infrastructure development, Environmental Science and Technology 47(20): 11739-11746.

NRC, 2015, Linking Mitigation and Adaptation Goals in the Energy Sector, Natural Resources Canada.

OECD, 2015, The economic consequences of climate change, OECD.

_____, 2017, OECD Environmental Performance Reviews: Korea 2017.

Qi, Y. et al., 2008, Translating a global issue into local priority: China's local government response to climate change, The Journal of Environment and Development 17(4): 379-400.

SMG, 2015, Promise of Seoul, Seoul Metropolitan Government.

Son. et al., 2012, The impact of heat waves on mortality in seven major cities in Korea, Environmental Health Perspertives 120(4): 566-571.

Tietenberg, T. and Lewis, L., 2012, Environmental and Natural Resource Economics, Pearson.

UNEP, 2011, Near Term Climate Protection and Clean Air Benefits, United Nations Environmental Protection.

UNFCCC, 2006, Technologies for Adaptation to Climate Change, UNFCCC.

van de Ven et al., 2016, Adaptation planning support toolbox, Environmental Science and Policy 66: 427-436.

Watts. N. et al., 2018, The 2018 report of the Lancet Countdown on health and

climate change: shaping the health of nations for centuries to come. The Lancet, 392(10163).

World Bank, 2014, The World Bank Annual Report 2014.

서울연구원 The Seoul Institute

WEF, 2014, Towards the circular economy: Accelerating the scale-up across global supply chains. WEF.

https://data.kma.go.kr/ (기상청)

http://mediahub.seoul.go.kr/ (서울시, 내손안에 서울)

http://energy.seoul.go.kr/seoul/energy/seoul.jsp/ (서울시, 원전하나줄이기)

http://www.seoul.co.kr/ (서울신문)

http://safecity.seoul.go.kr/ (서울안전누리)

https://data.seoul.go.kr/ (서울열린데이터광장)

http://openfinance.seoul.go.kr/ (서울재정포털)

http://san.chosun.com/ (월간 산)

http://ncsd.go.kr/ (환경부, 지속가능발전포털)

서울연구원
The Seoul Institute

부록

부록 1_설문지

통계법 33조(비밀의 보호)에 의거 본 조사에서
개인의 비밀에 속하는 사항은 엄격히 보호됩니다.

서울시민 기후변화 인식 및 정책수요 조사	ID				

안녕하십니까?

서울연구원은 서울시민의 복리를 증진하고 서울의 지속가능한 발전에 이바지함을 목적으로 설립된 서울시출연 연구기관입니다.

서울연구원에서는 기후변화 문제를 해결하기 위해 다양한 연구 과제를 수행하고 있습니다. 이번 설문조사는 연구원에서 진행하고 있는 기후변화 과제의 일환으로,

서울시민의 기후변화 인식과 정책수요를 파악하기 위한 목적으로 고안되었습니다. 이번 설문조사의 결과는 서울시 기후변화 정책을 설계하는 데 있어 기초자료로 활용될 예정입니다.

응답해 주신 정보는 연구 목적으로만 사용되며, 설문 및 개인 신상에 관한 내용은「통계법」제33조에 의해 비밀이 보장됨을 알려 드립니다.

바쁘시더라도 잠시만 시간을 내어 설문에 응답해 주시면 감사하겠습니다.

◆ **주관기관** : 서울연구원 The Seoul Institute

◆ **조사기관** : Research & Research

◆ **문의처** : 서울연구원 백종락 연구원 (☎ 02-2149-1436)
㈜리서치앤리서치 김혜경 과 (☎ 02-3484-3020)

LOC. 귀하께서 현재 살고 계신 지역은 다음 중 어디입니까? (서울시 제외 조사종료)

① 서울	② 부산	③ 대구	④ 인천
⑤ 광주	⑥ 대전	⑦ 울산	⑧ 경기
⑨ 강원	⑩ 충북	⑪ 충남(세종)	⑫ 전북
⑬ 전남	⑭ 경북	⑮ 경남	⑯ 제주

PART SQ 응답자 특성

SQ1 귀하는 서울시 어느 구에 거주하십니까?

① 종로구	② 중구	③ 용산구	④ 성동구	⑤ 광진구
⑥ 동대문구	⑦ 중랑구	⑧ 성북구	⑨ 강북구	⑩ 도봉구
⑪ 노원구	⑫ 은평구	⑬ 서대문구	⑭ 마포구	⑮ 양천구
⑯ 강서구	⑰ 구로구	⑱ 금천구	⑲ 영등포구	⑳ 동작구
㉑ 관악구	㉒ 서초구	㉓ 강남구	㉔ 송파구	㉕ 강동구

서울연구원 The Seoul Institute

SQ2 귀하의 성별은 어떻게 되십니까?

① 남성 ② 여성

SQ3 귀하의 연령대는 만 나이로 어떻게 되십니까?

① 10대 이하 **(조사종료)** ② 20대 ③ 30대 ④ 40대 ⑤ 50대 ⑤ 60대 이상

PART 1 기후변화 인식에 관한 사항

※ 설문에 응답하시기 전에 기후변화의 전망에 대해 한번 읽어주시기를 부탁드립니다.

◆ 기후변화에 대한 과학적 사실과 전망, 국제사회의 노력

지구평균기온은 산업화 이전 시기(1850-1900년)에 비해 약 1℃ 정도 상승하였고, 한반도에서는 공식적인 관측이 시작된 이래 지난 100년간 연평균기온이 약 1.4℃ 정도 상승했다고 합니다. 기후변화로 인한 평균기온의 상승과 함께 서울에서도 폭염 등 이상기온의 빈도가 크게 증가하였습니다.

과학자들은 지구평균기온이 산업화 이전 시기에 비해 1.5℃ 이상 상승하게 되면 기후변화의 속도가 더 이상 제어할 수 없을 정도로 빨라지고, 폭염 뿐 아니라 슈퍼태풍과 같은 기상재해의 빈도와 강도가 더욱 커질 것이라고 경고하고 있습니다.

기후변화로 인한 재난을 억제하기 위해 2015년 파리에서 개최된 유엔기후변화협약 총회에서는 195개 참가국 만장일치로 '산업화 이전에 비해 향후 지구평균기온이 상승하는 정도를 2℃ 이내(가능한 1.5℃)로 억제'하자는 기후변화대응 목표 합의문(파리협정)을 채택하였습니다.

그러나 현재와 같은 속도라면 지구평균기온은 2040년에 이미 산업화 이전 시기보다 1.5℃ 이상 높아질 것으로 예측되고, 서울의 연평균 기온은 2100년에 현재보다 최대 4℃ 정도 더 높아질 것으로 전망하고 있습니다.

서울에서는 평균기온이 1℃ 상승할 때 조기사망률이 3% 증가하고, 폭염발생 시에는 조기사망률이 8.7% 증가한다고 합니다. 이밖에도 기후변화는 열사병 등 온열질환, 말라리아 등 전염성 질환, 농작물 피해, 근로의욕 상실 등 노동 생산성 감소, 생태계 서식지 파괴, 자연 재해, 대기오염 악화(미세먼지, 오존) 등에 영향을 줄 수 있다고 알려져 있습니다.

문1 **귀하는 기후변화 문제가 심각하다는 의견에 동의하십니까?**

① 매우 동의한다
② 대체로 동의한다
③ 보통이다
④ 대체로 동의하지 않는다
⑤ 전혀 동의하지 않는다

문2 **기후변화로 인한 피해 중에서 귀하에게 가장 우려되는 것은 무엇입니까?**

① 건강영향(온열질환, 전염병 확산 등)
② 기상재해로 인한 재산 손실(슈퍼태풍, 폭우 등)
③ 생태계 훼손(서식지 파괴로 인한 동식물 멸종 등 생물다양성 손실, 자연경관 훼손 등)
④ 경제성장에 대한 부정적 영향(노동생산성 감소, 농작물 피해 증가 등)
⑤ 기후변화 피해의 지역적 격차에 따른 불평등 확대(상습침수지역, 쪽방촌 등)
⑥ 기타 (구체적으로:)

문3 **귀하에게 기후변화는 다음의 여러 가지 사회경제적 가치 중에서 얼마나 높은 우선순위를 갖고 있습니까? 개인(가정)의 입장과 사회구성원으로서의 입장을 구분하여 우선순위를 선택해 주십시오.**

구분	개인(가정)의 입장	사회구성원으로서 입장	참고
① 경제성장과 안정			개인(가정)은 일자리와 소득문제
② 기후변화 문제 해결			
③ 건강과 복지			일반적인 건강과 복지문제
④ 미세먼지 문제 해결			
⑤ 형평성 혹은 공정성			기회의 평등과 과정의 공정성, 빈부격차 해소 등
⑥ 미세 플라스틱 등 폐기물 문제 해결			
⑦ 안전한 사회			테러, 자연재난, 물리적 사고 등으로 인한 재난상황 예방 및 관리 시스템 구축 등

서울연구원 The Seoul Institute

PART 2 기후변화 정책수요에 관한 사항

문4 **서울시에서는 시민과 기업이 참여할 수 있는 아래와 같은 다양한 기후변화 대응사업을 수행하고 있습니다. 귀하는 다음과 같은 사업에 대해 알고 계십니까? 알고 있는 경우 아래 사업들에 참여하고 계십니까?**

기후변화 대응사업	문4-1 인지여부	(각 기후변화 대응사업 중 인지한 경우에만 응답) 문4-2 참여여부	참여방법
1) 원전하나 줄이기	① 알고있다 ② 모른다	① 참여 ② 미참여	(설명문 삭제)
2) 태양의 도시, 서울	① 알고있다 ② 모른다	① 참여 ② 미참여	베란다 미니태양광 설치 등
3) 에코마일리지	① 알고있다 ② 모른다	① 참여 ② 미참여	에코마일리지 가입 또는 인센티브 수령 등
4) 에너지자립마을	① 알고있다 ② 모른다	① 참여 ② 미참여	에너지자립마을 활동 또는 방문 등
5) 1회용 플라스틱 없는 서울	① 알고있다 ② 모른다	① 참여 ② 미참여	1회용품 사용자제 또는 재활용 등
6) 전기차, 수소차 구매 지원	① 알고있다 ② 모른다	① 참여 ② 미참여	전기차, 수소차, 하이브리드차 구매 등
7) 녹색교통진흥지역, 승용차요일제, 자율2부제 등 교통수요관리 정책	① 알고있다 ② 모른다	① 참여 ② 미참여	녹색교통진흥지역(4대문 안) 자동차운행제한 참여(대중교통이용 등), 승용차요일제 또는 자율2부제 참여 등
9) 취약계층 에너지복지사업	① 알고있다 ② 모른다	① 참여 ② 미참여	에너지복지시민기금 참여(기부, 시민활동) 등

서울연구원 The Seoul Institute

문5 **귀하는 서울시가 기후변화 원인물질인 온실가스 감축을 위해 충분히 노력하고 있다고 생각하십니까?**
(참고로, 국가의 온실가스 배출량은 2005년 대비 32% 증가한 데 반해, 서울시의 온실가스 배출량은 2005년 대비 5% 감소하였습니다. OECD 국가들의 배출량은 평균적으로 9% 감소하였고, OECD 국가들 중 스웨덴에서는 배출량이 75% 감소하였습니다.)

① 매우 충분하다
② 대체로 충분하다
③ 보통이다
④ 대체로 부족하다
⑤ 매우 부족하다

문6 **서울시가 기후변화 관리정책 수립을 위해 가장 우선적으로 고려해야 할 사항은 무엇이라고 생각하십니까? 아래 보기 중에서 1순위와 2순위를 선택해 주십시오.**

(1) 1순위	(2) 2순위

① 화석연료(석유, 석탄, 도시가스 등)에서 신재생에너지(태양광, 연료전지 등)로의 에너지전환
② 자원 효율성 향상과 재사용, 재활용 등을 통한 순환경제 달성
③ 고효율에너지 기술개발 및 보급(제로에너지건물, 고효율 가전기기, 전기차, 수소차 등)
④ 시민이 직접 참여할 수 있는 참여형 정책 개발
⑤ 저탄소 기반 신산업 육성 등을 통한 일자리 및 소득 증진(부가가치 확대)
⑥ 기후변화 적응 사업(피해 예방 및 대응)을 통한 보건 및 복지 증진
⑦ 형평성 및 공정성 확보(에너지빈곤 해결, 지역과 소득에 따른 환경문제 격차 해소 등)
⑧ 시민의 참여를 통한 절약(에코마일리지, 에너지자립마을 등 확대)
⑨ 기타 (구체적으로:)

문7 **유엔기후변화협약(UNFCCC), 기후변화도시협의체(C40) 등 국제사회는 온실가스 감축을 통해 지구평균기온 상승을 산업화 이전 대비 1.5도 혹은 2도 이내로 억제하기로 합의하였습니다. 귀하께서는 이와 같은 사실을 알고 계십니까?**

① 잘 알고 있다
② 알고 있다
③ 들어본 적이 있다
④ 모른다
⑤ 전혀 모른다

문8 **지구 평균기온 상승을 억제하기 위해서는 상당한 양의 온실가스 배출을 감축해야하며, 이를 위해서는 에너지 소비를 큰 폭으로 줄이거나 재생 가능한 에너지를 큰 폭으로 늘려야 합니다. 이러한 정책 수행에는 많은 예산이 소요될 수 있고 생활의 불편을 겪을 수도 있습니다. 귀하께서는 서울시도 국제사회의 이러한 노력에 동참해야 한다고 생각하십니까?**

① 동참해야 한다 ☞ 문8-1로 ② 판단할 수 없다

③ 동참할 필요 없다 ☞ 문8-2로

문8-1 **서울시도 국제사회의 노력에 동참해야 한다고 판단하신 이유는 무엇입니까? 다음의 선택지 중에서 귀하의 의견에 가장 근접한 것 하나를 선택해 주십시오.**

① 기후변화 문제의 심각성
(아래 선택지들의 내용과 상관없이 기후변화 문제를 해결하기 위해서는 서울시도 행동해야만 함)

② 온실가스 감축에 대한 서울의 책임
(서울은 온실가스를 다량으로 배출해왔기 때문에 기후변화에 대한 책임이 있음)

③ 국제사회 일원으로서 국제적 합의를 준수해야 함
(국제사회의 합의가 없었다면 온실가스 감축을 위해 노력할 필요 없음)

④ 온실가스 감축을 통한 사회경제적 편익
(대기질 개선을 통한 건강영향 개선, 신산업 투자를 통한 일자리 창출 등 경제적 파급 효과)

⑤ 기타 (구체적으로:)

서울연구원 The Seoul Institute

문8-2 **서울시는 국제사회의 노력에 동참할 필요가 없다고 판단하신 이유는 무엇입니까? 다음의 선택지 중에서 귀하의 의견에 가장 근접한 것 하나를 선택해 주십시오.**

① 기후변화의 심각성에 대해 동의할 수 없어서(지구평균기온 상승과 온실가스 감축은 관련성이 크지 않다고 생각해서)

② 기후변화에 대한 서울시의 책임이 크지 않아서

③ 다른 나라가 합의한 바를 이행한다는 것을 신뢰할 수 없어서(국제사회가 함께 노력하지 않는 한 서울시의 노력만으로는 기후변화 문제를 해결할 수 없기 때문에)

④ 기후변화 정책을 수행하는 데 소요되는 예산이 너무 클 것 같아서(지방세 등 세금 부담)

⑤ 기후변화보다 더 중요하고 시급히 해결해야 할 문제들이 많아서

⑥ 기후변화 문제에 큰 관심이 없어서

⑦ 기타 (구체적으로:)

문9 **기후변화 정책 목표에 따른 기대효과와 비용이 아래와 같다고 가정할 때 귀하는 어떤 안을 서울시의 목표로 삼아야 한다고 생각하십니까? 국제사회 구성원 모두는 동일한 목표를 위해 필요한 감축 노력을 지속한다고 가정하며 서울시와 시민의 비용 지출을 통해 기후변화 목표는 달성가능하다고 가정합니다. 참고로 지난 10년간 국내에서의 기상재해 관련 피해액은 연평균 3천5백억원이었으며, 평균기온이 4도 상승할 때 우리나라의 기후변화 피해비용은 연간 7조원에 달할 수 있습니다.**

① 목표 1 (현재 수준 유지)
② 목표 2 (중간 목표)
③ 목표 3 (탄소중립: 타지역에서의 감축사업 진행을 통한 상쇄 포함)
④ 목표 4 (탄소중립: 서울 자체 감축만으로 달성)

	2050년 서울시 온실가스 감축목표 (2005년 대비)	효과와 편익			정책 비용	
		초미세먼지 감축률 (현재 대비)	평균기온 상승 (산업화이전 대비)	기후변화에 따른 피해비용 절감액	서울시 예산 소요	가구당 에너지비용 상승(전기료, 가스료 등)
①	8%	5~10%	4도	0원	현행 유지	현행 유지
②	80%	60~70%	2도	연간 5조원	연평균 1천억원	월평균 6천원
③	100% (타지역에서의 감축사업 진행을 통한 상쇄분 20% 포함)	60~70%	1.5도	연간 6조원	연평균 2~3천억원	월평균 6천원
④	100% (서울 자체 감축 100%)	80% 이상	1.5도	연간 6조원	연평균 4천억원	월평균 1만 2천원

서울연구원 The Seoul Institute

문10 **정부가 온실가스 저감을 위해 아래와 같은 새로운 정책을 도입하려 한다면 각 정책에 대해 동의하십니까?**

정책	정책 설명	동의여부
1) 탄소세	온실가스를 배출하는 사업자(건물 포함)에게 배출량에 근거해 추가적인 세금을 부과	① 동의함 ② 동의하지 않음
2) 배출권거래제도	온실가스를 배출하는 사업자(건물 포함)에게 배출총량의 한도를 정해주고 부족하거나 남는 것을 거래할 수 있도록 함	① 동의함 ② 동의하지 않음
3) 탄소예산	예산을 수립하는 것처럼 연도별로 공공기관(대형 민간기업 포함 가능)이 배출할 수 있는 온실가스 총량(탄소예산)을 정하고, 이를 지키지 못할 경우 과태료와 행정처분 등 불이익 부과	① 동의함 ② 동의하지 않음
4) 에너지요금 인상	에너지소비가 유발하는 환경비용(미세먼지, 온실가스)을 반영해 전기료 등 에너지 요금 인상	① 동의함 ② 동의하지 않음
5) 자동차 운행제한 확대	온실가스와 미세먼지 배출이 많은 자동차에 대한 운행제한 확대(배출량에 근거한 자동차 통행료 부과)	① 동의함 ② 동의하지 않음
6) 배출량에 근거한 자동차 통행료 부과	현재 통행여부에만 기초해 일괄적으로 부과하는 혼잡통행료 개선, 온실가스와 미세먼지 배출량에 기초한 차등 통행료 부과	① 동의함 ② 동의하지 않음
7) 온실가스 상쇄사업	온실가스 감축 잠재량과 감축 비용이 낮은 외부 지역(국내 다른 지자체나 해외)에서 온실가스를 감축하고 해당 감축량을 서울시 온실가스 감축 실적으로 인정	① 동의함 ② 동의하지 않음

문11 **서울시가 에너지 문제에 관심을 갖고 관리정책을 수립해야 할 이유는 무엇이라고 생각하십니까?**

① 에너지 소비 과정에서 발생하는 온실가스와 그로 인한 기후변화

② 에너지 소비 과정에서 발생하는 대기오염물질(미세먼지 등)과 그로 인한 건강 영향

③ 에너지 안보 (에너지원의 대부분은 수입에 의존하고 있기 때문에 국제사회 정세에 따라 공급에 차질이 발생할 수 있음)

④ 에너지 분권 (에너지 수요와 공급에 대한 서울시 혹은 시민의 관리 권한 확대)

⑤ 기타 (구체적으로:)

문12 **서울시가 에너지 관리정책 수립을 위해 가장 우선적으로 고려해야 할 사항은 무엇이라고 생각하십니까?**

① 에너지 효율 개선(건물 단열 개선, 가전제품 등 에너지이용기기 효율 개선 등)

② 신재생에너지 보급 확대(태양광, 연료전지 등)

③ 시민참여를 통한 에너지 절약(에코마일리지, 교육 및 홍보 등)

④ 기타 (구체적으로:)

문13 **현재 서울시의 기후변화 정책 수립 및 실행과 관련하여 가장 중요하다고 판단하시는 것은 무엇입니까?**

① 시장 등 정부 지도자의 관심과 리더십

② 정부 담당부처의 권한과 의무 확대

③ 전담인력과 예산 확보

④ 정치·경제·사회 시스템 전반의 변화(정치권, 언론, 이해당사자, 시민의 관심과 태도)

⑤ 시민이나 민간기관이 참여할 수 있는 민관협력 기구(거버넌스 조직) 활성화

⑥ 기타 (구체적으로:)

문14 **기회가 주어진다면 서울시 기후변화 정책 민관협력형 기구(거버넌스 조직)에 참여하실 의향이 있으십니까?**

① 예 ② 아니오

문14-1 **이러한 거버넌스 조직의 주요 운영 목표는 무엇이 되어야 한다고 생각하십니까?**

① 기후변화 대응을 위한 새로운 의제 발굴

② 기후변화 대응 사업의 계획 및 집행에 관한 의사결정

③ 기후변화 대응 사업에 대한 모니터링 및 평가(집행과정, 성과 등)

④ 기후변화 대응 사업의 예산 및 기금(기후변화기금)의 운영에 관한 사항

⑤ 지역 주요 구성원들의 의사소통 및 네트워크 구축(참여 민주주의 실현)

⑥ 기타 (구체적으로:)

PART 3 기후변화 정책 재원에 관한 사항

문15 **서울시가 기후변화 정책 수행을 위한 재원을 마련한다면, 어떤 식으로 조달하는 것이 바람직하다고 생각하십니까?**

① 오염자부담원칙에 따라 온실가스를 배출하는 대상에게 비용 부과(탄소세, 배출권거래제도, 과태료, 배출부과금 등 활용)

② 현재의 제도 내에서 정부와 서울시의 일반 예산 활용(시민의 세금)

③ 기후변화기금과 같은 특별기금 확대(공적 기금 활용 포함)

④ 기후변화 관련 산업, 기후금융 활성화를 통한 수익금, 배출권 거래제도 수수료 등 민간자본 활용

⑤ 배출사업자와 시민의 기부금 등을 통한 자금 조성

⑥ 기타 (구체적으로:)

서울시는 온실가스 배출을 줄이기 위해 보다 강력한 정책을 시행하려고 합니다. 이를 통해 폭염과 폭우 등 기후변화가 건강과 재산에 미치는 악영향을 완화하는 효과를 거둘 수 있습니다. 온실가스 감축사업을 시행할 경우 아래의 표와 같이 건강영향이 개선되고 미세먼지 역시 배출이 줄어듭니다. 또한 기후변화로 인한 사회경제적 피해비용이 줄어듭니다. 다만 온실가스 감축사업을 위해서는 많은 예산이 소요되므로 이 비용은 지방세의 형태로 시민이 부담해야 합니다. 온실가스 감축사업은 향후 10년간 추진될 예정이며, 이에 따라 귀댁에서는 10년간 동일한 액수의 지방세를 매년 납부하셔야 합니다.

정책		정책의 결과			
		평균기온 상승 (산업화이전 대비)	기후변화 건강영향	미세먼지 배출	기후변화에 따른 사회경제적 피해비용
A	현상태유지	4도	현 상태 유지	현 상태 유지	연간 7조원
B	탄소중립: 적극적 온실가스 감축사업 시행으로 온실가스 순배출량(배출량-흡수량) 0	1.5도	조기사망률 8% 감소	80%이상 감소	연간 1조원

문16 **서울시가 지구 평균기온 상승 억제를 위해 적극적인 온실가스 감축 정책을 추진하여 A 상태에서 B 상태로 바뀔 수 있다면, 귀하께서는 이를 위해 소액이라도 지방세를 납부하실 의향이 있으십니까? 납부한 세금은 전액 온실가스 감축을 위한 사업(신재생에너지 보급 확대, 건물에너지효율 개선 사업, 전기·수소차 보급확대 등)에 사용될 예정이며, 감축사업은 효과적이어서 감축목표를 100% 달성할 수 있다고 가정하고 응답해 주십시오. 또한 서울 뿐 아니라 국제사회 구성원 모두는 동일한 목표를 위해 필요한 감축 노력을 지속한다고 가정하고 응답해 주십시오.**

① 있다. ☞ 문16-1로 ② 없다. ☞ 문16-4 로

문16-1 **귀하께서는 온실가스 감축사업을 위해 월평균 최대 (6종 - 1천원, 3천원, 5천원, 1만원, 1.5만원, 2만원)의 지방세를 납부하실 의향이 있으십니까? 참고로 전국 가구당 월평균 주거관련 지출액과 의료비용 등은 아래 표와 같습니다.**

① 있다. ☞ 문16-2로 ② 없다. ☞ 문16-3 로

2018년 전국 가구 월평균 지출액(단위: 원/월)

구분	1인 가구	2인 가구	3인 가구	4인 이상 가구
상하수도료 및 쓰레기처리비용	26,968	38,093	59,320	70,584
전기, 가스, 석유, 연탄, 지역난방 등 연료비	9,484	17,104	24,780	31,125
공동주택관리비 및 기타주거서비스 비용 (월세, 유지 및 수선비용 제외)	53,438	89,488	103,424	114,392
보건료 (의약품, 보건기구, 입원, 치료비 등 의료서비스 일체)	103,653	213,160	230,649	247,975

자료: 2018년 가계동향조사(전국 가구 대상)

문16-2 **그렇다면 귀하께서는 월평균 최대 (6종 - 2,000원, 6,000원, 1만원, 2만원, 3만원, 4만원)만원의 지방세를 납부하실 의향이 있으십니까?**

① 있다. ② 없다.

문16-3 **그렇다면 귀하께서는 월평균 최대 (6종 - 500원, 1,500원, 2,500원, 5,000원, 7,500원, 1만원)천원의 지방세를 납부하실 의향이 있으십니까?**

① 있다. ② 없다.

문16-4 **지방세 납부 의사가 없는 이유는 무엇입니까?**

① 지불할 능력이 없어서

② 이미 충분한 세금을 내고 있어서

③ 이 문제에 별로 관심이 없어서

④ 판단할 만한 충분한 정보가 주어지지 않아서

⑤ 기타 (구체적으로:)

서울연구원 The Seoul Institute

PART DQ 통계처리를 위한 문항

DQ1 **귀하의 직업은 무엇입니까?**

① 대학·대학원생
② 사무직(회사원, 공무원)
③ 전문직(의사, 변호사, 연구원 등)
④ 판매 및 생산직
⑤ 서비스직
⑥ 자영업(상점, 식당, 기업 등 사업체 운영)
⑦ 전업주부
⑧ 기타 ( )

DQ2 **귀하의 학력은 어떻게 되십니까?**

① 중학교 졸업 이하
② 고등학교 졸업
③ 대학교 졸업(재학 포함)
④ 대학원 재학 이상

DQ3 **귀댁에 살고 있는 가구원 수는 본인을 포함해서 모두 몇 명입니까?**

( )명

DQ4 **귀댁에 살고 있는 가구원 중 만5세 이하 어린이와 만65세 이상 어르신은 각각 몇 명입니까?(1,2번 중복응답 가능)**

① 만 5세 이하 어린이 : ( )명
② 만 65세 이상 어르신 : ( )명
③ 해당 없음

DQ5 **귀댁에 살고 있는 가구원 중 「장애인복지법」에 의한 등록장애인이 있습니까?**

① 없음
② 있음 ( )명

서울연구원 The Seoul Institute

DQ6 **귀댁의 월 평균 가구소득은 어떻게 되십니까? 모든 가구원의 수입을 합산해 주십시오. 정부나 민간기관에서 받는 연금이나 공공급여, 가족이나 친척에게서 받는 지원금을 모두 포함해 주십시오.**

총 ( ) 만원

[redacted] **귀댁의 순자산은 어느 정도 됩니까? 모든 가구원의 순자산을 합산해 주십시오.**

(순자산이란? 은행예금, 채권 등을 포함한 동산, 전월세 보증금, 부동산 등을 모두 합산한 금액에서 부채를 제외한 금액)

총 ( ) 만원

DQ8 **귀하가 생각하시기에 귀댁의 생활수준은 다음 중 어디에 속합니까?**

① 고소득층 ② 중산층 ③ 저소득층

서울연구원 The Seoul Institute

"귀중한 시간을 내어 끝까지 응답해 주셔서 대단히 감사드립니다."

부록 2_산업경제파급효과 분석 방법론

■ (투입산출표의 구조) 경제적 파급효과를 위해 활용되는 투입산출표는 크게 내생부문과 외생부문으로 구성되어 있으며, 내생부문은 산업간 재화와 서비스의 거래흐름을, 외생부문은 부가가치와 최종수요를 나타냄. 투입산출표의 세로열은 특정 산업의 생산물을 생산하기 위해 투입되는 연관산업의 생산물의 양과 이에 따라 발생하는 부가가치를 나타내며, 가로행은 특정 산업의 생산물이 각 부문 산출에 기여한 양을 나타냄

■ (산업연관분석을 통한 생산유발 효과 추정) 투입산출표의 열이 나타내는 기술구조를 이용하여 j부문 재화 1단위를 생산하기 위해 투입되는 i부문 중간재의 투입량 투입계수로 나타낼 수 있음(식 1 참조). 특정 산업 재화에 대한 최종수요가 증가하면 이에 따라 해당 최종수요 만큼의 해당 산업에 대한 직접적 생산유발 효과가 발생하며 연쇄적으로 해당 산업의 최종수요를 충족시키기 위한 연관산업에서의 생산유발효과가 발생함. 이를 수식으로 살펴보면 최종수요 X가 직접적 생산유발효과에 해당하며 최종수요 X에 투입계수를 거듭 곱하여 간접적 파급효과를 산정할 수 있음(식 2 참조)

$$\text{투입계수} : A_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j} \qquad \text{(식 1)}$$

$$X + AX + A^2X + A^3X + \cdots\cdots + A^nX = (I + A + A^2 + A^3 + \cdots\cdots . + A^n)X \qquad \text{(식 2)}$$

■ (생산유발계수의 도출) 생산유발계수는 최종수요 변화로 인해 단위 투자액 당 발생하는 관련 산업의 직간접적 파급효과의 승수를 의미하며 레온티에프 역행렬을 이용하여 생산유발계수를 도출할 수 있음(식 3 참조). 최종수요액에 생산유발계수를 곱하면 해당 산업에서의 생산유발액을 산정할 수 있음

$$I + A + A^2 + A^3 + \cdots\cdots . + A^n = (I - A)^{-1} \qquad \text{(식 3)}$$

■ (부가가치 유발효과 추정) 부가가가치 유발효과는 해당 산업의 부가가치율과 생산유발계수를 이용하여 산정할 수 있으며 여기서 부가가치율은 j부문 총 투입액에서 j부

문 부가가치액이 차지하는 비중으로 나타냄(식 4 참조). 부가가치율에 생산유발계수를 곱하면 부가가치 유발계수를 구할 수 있으며, 여기에 최종수요의 변화분을 곱하면 부가가치 유발액을 추정할 수 있음

$$\text{부가가치율} : A_j^v = \frac{v_j}{x_j} \qquad \text{(식 4)}$$

■ (고용유발 효과 추정) 고용유발 효과는 해당 산업의 고용계수[15]와 생산유발계수를 이용하여 산정할 수 있으며 여기서 고용계수는 j부문 산출액(10억원당)에서 j부문 생산활동에 투입된 노동량이 차지하는 비중으로 나타냄(식 5참조). 고용계수에 생산유발계수를 곱하면 고용 유발계수를 구할 수 있으며, 여기에 최종수요의 변화분을 곱하면 고용유발 효과를 추정할 수 있음

$$\text{고용계수} : l_i^{e^*} = \frac{l_i^e}{x_i} \qquad \text{(식 5)}$$

■ 산업연관표는 1960년 최초로 작성된 이래 한국은행은 기준년표(실측표)와 비교년표(연장표)를 작성하고 있으며 가장 최근 작성된 실측표는 2015년 기준임

- 기준년표는 5년마다(끝자리가 0과 5인 연도) 작성되며 비교년표는 기준년표를 근거로 간접추정의 방식으로 2006년부터 매해 작성하고 있음
- 산업연관표 산업분류는 통합소분류 161부문, 통합중분류 83부문, 통합대분류 34부문으로 분류되어 제공됨
- 한국은행에서 제공하는 투입산출표에는 각종 유발계수(생산유발계수, 부가가치 유발계수 등)가 함께 제공됨

15) 노동계수에는 고용계수와 취업계수가 존재하며 전자는 임금근로자만을 포함하고 후자는 자영업자 및 무급가족종사자를 모두 포함함. 여기서는 고용계수를 중심으로 노동유발효과를 살펴보고 있음

	2000	2005	2010	2012	OECD(2010)
농림수산품	**1.608**	**1.730**	**1.861**	**1.817**	**1.684**
광산품	**1.492**	**1.647**	**1.714**	**1.669**	**1.526**
공산품[1)]	**2.022**	**2.092**	**2.095**	**2.078**	**1.769**
소비재[1)]	2.122	2.172	2.144	2.105	1.832
기초소재제품[1)]	1.923	1.972	1.994	2.013	1.718
조립가공제품[1)]	2.046	2.161	2.172	2.133	1.729
전력·가스·수도 및 폐기물[1)]	**1.478**	**1.498**	**1.709**	**1.691**	**1.684**
건설	**1.993**	**2.006**	**2.250**	**2.223**	**1.818**
서비스[1)]	**1.502**	**1.563**	**1.664**	**1.663**	**1.529**
도소매및운송[1)]	1.462	1.555	1.687	1.708	1.629
생산자서비스[1)]	1.433	1.525	1.622	1.622	1.530
사회서비스[1)]	1.412	1.415	1.513	1.509	1.389
소비자서비스[1)]	1.852	1.886	1.973	1.951	1.437
평균[1)]	**1.745**	**1.811**	**1.882**	**1.869**	**1.642**

[그림 부록 2-1] 품목별 생산유발계수 추이

자료: 한국은행(2014)

주: 통합대분류(30부문)의 생산유발계수를 단순평균

- 위의 생산유발계수의 추이에 따르면 2000년 우리나라의 산업에 1조 원을 투자했을 경우 1.745배인 1조 7,450억 원의 생산유발효과가 발생하였을 것으로 추정되며 2012년의 경우 동일한 1조 원을 투자했을 경우 1.869배인 1조 8,690억 원의 생산유발효과가 발생하였을 것으로 추정됨

■ 서울시와 같은 특정 지역단위에서의 파급효과를 추정하기 위해서는 지역간 산업간 연계관계가 표현된 지역산업연관표가 필요하며 이를 바탕으로 해당지역에서의 파급효과는 물론 그 외 지역에 미치는 파급효과를 분석할 수 있음

- 한국은행은 지역산업연관표를 작성하여 제공하고 있으며 이를 통해 특정지역의 생산기술구조와 지역간 산업간 의존관계를 파악할 수 있음

- 가장 최근 작성된 지역산업연관표는 2013년 기준이며 세종시를 제외한 16개 광역시에 대한 지역간, 산업간 연계관계에 대한 정보를 제공

- 지역산업분석에서 생산유발계수는 특정지역에 일정규모의 생산이 발생할 경우 해당지역과 이외 지역의 산업에 미치는 생산유발효과를 의미함. 아래 표의 사례를 예시로 살펴보면 k지역 농림수산품 산업에 1조 원이 투자될 경우 전국적인 생산유발 효과는 1.9945배인 1조 9,945억 원이며 이 가운데 k지역 내에서 발생하는 생산유발효과는 1.7891배인 1조 7,891억 원임(표 참조)

		k지역			r지역			s지역			행합계
		농림수산품	공산품	서비스	농림수산품	공산품	서비스	농림수산품	공산품	서비스	
k지역	농림수산품	1.1489	0.0774	0.1118	0.0234	0.0359	0.0290	0.0494	0.0833	0.0871	1.6461
	공산품	0.2759	1.3767	0.2089	0.1791	0.2221	0.1990	0.2656	0.3249	0.2463	3.2984
	서비스	0.3283	0.3056	1.2484	0.1827	0.2563	0.2057	0.1764	0.1785	0.1442	3.0260
r지역	농림수산품	0.0259	0.0671	0.0660	1.2669	0.2244	0.2580	0.1819	0.1627	0.1259	2.3787
	공산품	0.0589	0.2101	0.1076	0.2415	1.2402	0.2279	0.1185	0.1915	0.1687	2.5648
	서비스	0.0144	0.0343	0.0390	0.1691	0.1465	1.2213	0.0379	0.0414	0.0449	1.7489
s지역	농림수산품	0.0056	0.0162	0.0132	0.0048	0.0105	0.0080	1.1193	0.0599	0.0683	1.3059
	공산품	0.0428	0.1453	0.0837	0.0450	0.1109	0.0899	0.3187	1.3366	0.2466	2.4194
	서비스	0.0938	0.2514	0.2334	0.0727	0.1482	0.1094	0.3861	0.2600	1.3598	2.9149
열합계		1.9945	2.4841	2.1120	2.1852	2.3948	2.3482	2.6538	2.6386	2.4918	21.3031

[그림 부록 2-2] 지역간 생산유발계수표

자료: 한국은행(2014)

서울연구원 The Seoul Institute

[표 부록 2-1] 에너지부문 사업비 예산

단위: 백만 원

구분	2020~2024	2025~2029	2030~2034	2035~2040	계
에너지다소비건물 에너지효율화	1,820,000	1,260,000	1,360,000	1,350,000	5,790,000
상업건물 BRP	15,000,000	12,000,000	15,000,000	18,000,000	60,000,000
공공건물 에너지효율화-교육시설	15,636	23,784	58,826	162,541	260,787
공공건물 에너지효율화-업무시설	5,696	8,663	21,425	59,192	94,976
공공건물 에너지효율화-의료시설	7,268	11,054	27,340	75,542	121,204
사회복지 시설 BRP	125,000	50,000	62,500	75,000	312,500
주택 BRP	811,568	649,254	811,568	973,881	3,246,271
공공임대주택 BRP	17,842,500	14,274,000	17,842,500	21,411,000	71,370,000
온실가스 목표관리제	392,500	324,500	432,500	507,000	1,656,500
녹색건축물 설계기준 적용	11,654,908	9,323,926	11,654,908	13,985,890	46,619,632
녹색건축물 설계기준 적용	2,904,011	2,323,209	2,904,011	3,484,814	11,616,046
친환경 보일러	100,524	130,824	273,666	616,192	1,121,205
자원	27,840	45,431	92,431	201,171	366,872
민간부문 LED 보급	296,567	105,513	77,000	92,400	571,480
에코 마일리지	35,527	30,093	39,936	51,560	157,116
태양광	1,166,492	553,168	943,923	1,657,006	4,320,588
태양열	0	16,229	35,000	35,000	86,229
소형풍력발전	206	394	1,252	4,694	6,546
소수력 발전	5,866	2,933	3,667	4,400	16,866
발전용 연료전지	0	430,920	359,100	179,550	969,570
건물형 연료전지	71,820	215,460	430,920	502,740	1,220,940
건물형 열병합	0	45,980	22,990	45,980	114,950
바이오(하수슬러지)	0	11,800	11,800	17,700	41,300
잉여열 연계 지역난방 이용	5,500	0	0	0	5,500
상수열 이용	41,407	209,058	311,716	355,730	917,911
하수열	0	23,476	29,027	31,074	83,577
지열	0	23,270	28,874	32,737	84,882
폐기물	0	0	0	0	0
승용차마일리지제 참여대수	10,566	1,557	1,001	667	13,792
나눔카 보급대수	100,000	75,000	125,000	50,000	350,000
도시철도 연장	3,866,667	2,107,333	0	0	5,974,000
중앙버스 전용차로 연장	209,773	45,182	0	0	254,955
보도율	289,533	231,627	289,533	347,440	1,158,133
자전거 도로 연장	282,642	282,642	262,453	242,264	1,070,000
공공자전거 이용실적	19,500	19,200	28,500	39,800	107,000
공유 개인교통수단 운영대수	43,940	9,464	7,098	3,380	63,882
전기차 점유율	3,561,910	4,069,022	7,739,987	14,506,947	29,877,867
수소차 점유율	2,661,210	3,937,992	8,796,076	17,371,330	32,766,609
친환경 시내버스 비율	552,336	856,610	1,254,703	700,928	3,364,577
계	63,928,913	53,728,568	71,341,230	97,175,550	286,174,262

자료: 서울시(2020)

[표 부록 2-2] 폐기물부문 사업비 예산

단위: 백만 원

	2018	2019	2020	2021	2022	계
시도 성과관리대상 공공부문 사업장의 생산성 효율화 증대사업	0	0	0	50	50	100
자원순환 신기술 개발 및 기금지원	0	0	0	500	500	1,000
재활용 선도도시 구축	6,188	6,188	6,333	6,188	6,188	31,085
재활용시장 안정화	0	0	50	50	50	150
민간부문 1회용품 사용규제	0	10	10	10	10	40
음식물 폐기물 무게종량제 확산	3,481	0	3,700	4,200	0	11,381
공공기관 서울시 및 투자 출연기관 대형감량기 설치지원	185	185	185	185	185	925
시민 기업 실천을 통한 서울형 자원순환 문화확산	0	5,468	0	0	0	5,468
서울 재활용플라자 자원순환공간으로 조성	1,270	1,270	1,270	1,270	1,270	6,350
생활자원회수센터를 통한 관리기반 자립	0	0	0	0	68,419	68,419
음식물폐기물 공공처리시설 확충 및 개선	0	0	0	0	13,600	13,600
자치구 폐기물 처리시설 설치촉진 유도책 도입	0	0	15	0	0	15
재활용 배출 수거체계 개선	1,840	1,840	1,840	1,840	1,840	9,200
쾌적한 도시환경 조성을 위한 사업추진	1,923	1,923	1,923	1,923	1,923	9,615
생활폐기물 수집 운반 대행체계 개편 및 환경여건 개선지원	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	6,000
미래지향적인 서울형 청소기반시설 구축	100	100	100	100	100	500
자원순환 정책기반 마련 및 제도개선	0	160	200	200	200	760
자원순환 물질흐름에 기초한 과학적 관리 추진	100	100	100	100	100	500
계	16,287	18,444	16,926	17,816	95,635	165,108

자료: 서울시(2020)

서울연구원 The Seoul Institute

Abstract

Long-term Strategy and Sectoral Approaches of Seoul for Achieving Carbon Neutrality by 2050

In Chang Hwang · Ko-Un Kim · Jong-Rak Baek

The global community, including the United Nations Framework on Climate Change (UNFCCC) and C40, is currently making an effort to constrain global warming below an increase of 1.5℃ compared to the preindustrial level. According to climate scenarios, every country and city should achieve carbon neutrality (or net-zero emissions) by at least 2050 in order to meet the temperature target. Considering the importance of cities in terms of the levels of emissions and population exposure, city governments should take the initiative to reduce carbon emissions, rather than act as late movers. Seoul Metropolitan Government (SMG) takes part in global efforts to achieve the temperature target. Citizens of Seoul also agree with the global target and support local actions to avoid the adverse impacts of climate change. Further, citizens require SMG to take more stringent actions to address climate change. This report presents the long-term strategy and sectoral approaches of Seoul toward achieving carbon neutrality by 2050. The city of Seoul will reduce its carbon emissions by 80% by 2050, compared to the level of emissions in 2005, through the 5G strategy: green building, green transport, green energy, green cycle, and green forest. The remaining carbon will be offset by carbon credit programs to achieve net-zero emissions by 2050. The main policy measures in the building sector include a cap and trade program on greenhouse gas

emissions and the zero emissions buildings regulation. The city of Seoul plans to strengthen the currently initiated (in 2019) urban access regulation (e.g., Seoul LEZ) to curb carbon emissions in the transportation sector. The registration of conventional vehicles with internal combustion engine will be prohibited by 2035, and no vehicles other than zero-emission vehicles will have access to the entire city by 2050. In the energy supply sector, SMG will provide most of its electricity consumption via new and renewable energy sources, including energy generated by solar panels and hydrogen fuel cells, by 2050. Most of the carbon emissions in the waste management sector can be reduced via the current regulation on direct landfill disposal by 2025. Such strong actions taken by Seoul benefit the global community, since they contribute to net-zero emissions by an appropriate timeline, which is required to tackle climate change.

Seoul citizens will also benefit from the carbon neutrality policy, since it helps improve the quality of life in general. The climate policy of Seoul is expected to contribute to a substantial reduction of urban air pollution as well as carbon emissions. A huge investment in sectoral measures, including renewable energy sources, green remodeling, zero-emissions vehicles, carbon offset programs, and re-and-up-cycling, is required to achieve the goal. However, such an investment will help promote the growth of related industrial sectors in Seoul, resulting in quality jobs and economic activities (a so-called 'green new deal'). The strategy and approaches of Seoul also include equality aspects and governance issues, which are detailed in the report.

Contents

01 Introduction

1_Background

3_Role and Responsibility of Cities

3_Research Purpose

02 Climate Change in Seoul

1_Climate Change Projections

2_Vulnerability Assessments

3_Emission Pathways

03 Public Acceptability toward Climate Policies

1_Public Survey

2_Climate Change Recognition

3_Public Acceptability

4_Resources and Governance

5_Policy Implications

04 Strategy and Sectoral Approaches of Seoul toward Carbon Neutrality

1_Goals

2_Strategy

3_Sectoral Roadmap

4_Benefits of Climate Policy

05 Climate Change Adaptation Strategy

1_Strategy

서울연구원 The Seoul Institute

2_Recommendations for Climate Resilience

06 Governance for Climate Neutral City

1_Climate Equality

2_Governance

서울연구원
The Seoul Institute

파리협정 이행 위한
서울시 '2050 탄소중립' 전략

서울연 2019-PR-44

발행인 서왕진
발행일 2020년 6월 30일
발행처 서울연구원
ISBN 979-11-5700-538-3 93530 10,000원

06756 서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57

이 출판물의 판권은 서울연구원에 속합니다.