

2019 기후변화 대응 건축·도시 정책동향

2019 Climate Change Policy Focused on Architecture and Urban

이은석 Lee, Eunseok
김영현 Kim, Younghyun
강현미 Kang, Hyunmi
송유미 Song, Yu-Mi
지석환 Ji, Seokhwan

(a u r

일반연구보고서 2019-7

2019 기후변화 대응 건축·도시 정책동향

2019 Climate Change Policy Focused on Architecture and Urban

지은이 이은석, 김영현, 강현미, 송유미, 지석환
펴낸곳 건축도시공간연구소
출판등록 제2015-41호 (등록일 '08. 02. 18.)
인쇄 2019년 12월 30일, 발행: 2019년 12월 31일
주소 세종특별자치시 절재로 194, 701호
전화 044-417-9600
팩스 044-417-9608

<http://www.auri.re.kr>

가격: 21,000원, ISBN: 979-11-5659-252-5

이 연구보고서의 내용은 건축도시공간연구소의 자체 연구물로서
정부의 정책이나 견해와 다를 수 있습니다.

| 연구책임

이은석 부연구위원

| 연구진

김영현 부연구위원

강현미 부연구위원

송유미 연구원

지석환 연구원

| 외부연구진

김준현 교수 (Michigan State University)

박종훈 연구교수 (Michigan State University)

경대승 박사 (토지주택연구원)

김충호 교수 (서울시립대학교)

민현준 이사 (친환경계획그룹 청연)

신진동 박사 (국립재난안전연구원)

이승호 교수 (울산과학기술원)

이은엽 박사 (토지주택연구원)

| 연구자문위원

권오인 단장 (한국감정원)

박창석 선임연구위원 (한국환경정책평가연구원)

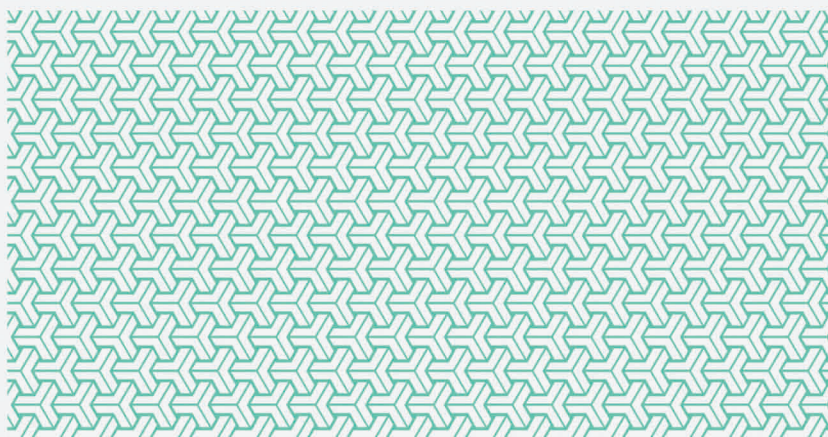
신지영 연구위원 (한국환경정책평가연구원)

임영신 전문연구위원 (한국환경정책평가연구원)

한우석 연구위원 (국토연구원)

연구요약

Summary



영국 옥스퍼드 사전은 2019년을 대표하는 단어로 ‘기후위기(Climute Emergency)’를 선정했다. 국제사회는 지구온난화에 따른 기후위기가 도래했다고 목소리를 높이고 있다. 이 보고서에서는 현재 우리가 처해있는 기후변화의 불편함과 불안감이 어떤식으로 생활환경에 영향을 주고 있는지 짚어보고, 우리나라에서 만들고 있는 온실가스 감축정책, 사회적 지속가능성을 유지하기 위한 안전정책, 그리고 기후변화에 의한 대표적인 환경변화로서 미세먼지를 중점적으로 다뤄본다. 기후변화에 따른 변화의 방향성을 모색하기 위한 기반으로 회복탄력성, 사회적 혁신, 선진국의 선도적인 건축정책과 도시정책을 통해 지속가능한 사회를 유지하기 위한 대안을 모색해 본다.

기후변화로 인한 불확실성이 증가하고 있으며, 우리 스스로 위협요인을 만들고 있다는 인식에 기초한 대응 및 실천이 필요한 시점임을 논의하였다. 아울러 미세먼지를 대기 순환계 변화에 따른 불안요소로서 살펴보고 미세먼지 관련 사회적 현상, 미세먼지 현상과 특징, 현 미세먼지 정책의 시사점을 논의하였다.

지속가능한 생활의 단서로서 회복탄력성의 개념을 소개하였다. 회복탄력성은 충격을 흡수하고, 재구성하는 시스템의 능력으로 적응적 순환을 통해 시스템이 발전된다는 점을 개념화하고 있다. 아울러 회복탄력성 강화 정책의 사례로서 건물 중심의 회복탄력성 강화를 위한 녹색건축 정책과 사회적 회복탄력성 강화를 위한 지역안전지수 정책, 외부공간의 지속가능성 강화를 위한 미세먼지 저감 및 적응을 살펴보았다.

아울러 회복탄력성 향상을 정책적으로 추진하고 있는 선진 사례들을 살펴보았다. 건축 정책적 접근과 도시정책적 접근 사례를 통해 기후변화 대응을 위해 건축물 부문에서 공공과 민간의 정책 협력 및 정책 혁신 시도의 중요성을 시사하고 있다. 도시 탄력성 프레임워크를 설정하는 과정에 있어서는 커뮤니티의 참여와 다차원적 협력을 위한 거버넌스 체계를 촉진하고자 하였다.

지속가능한 삶은 사람이 중심이다. 지속가능성을 위협하는 기후변화와 자연재해는 자연적 현상으로 언제 어디서든 발생할 수 있다. 우리가 지속가능한 삶을 위해서 사람이 모여 사는 곳인 도시와 도시를 이루는 건물과 주변공간을 미래 불확실성을 고려해 기후변화에 대응이 가능한 방식으로 전환이 필요하다.

주제어

기후변화, 기후위기, 회복탄력성, 혁신, 온실가스 감축, 적응정책

차례 CONTENTS

제1장 서론: 기후위기를 실감 하는가?	1
1. 기후변화, 불편함을 넘어 불안감으로	2
2. 지속가능성을 고려한 대응 방안에 대한 궁금증	5
제2장 현상: 예년과 다른 불편함과 불안함	9
1. 기후변화가 우리 생활에 미치는 일들	10
1) 지속가능한 삶을 위협하는 현상의 원인	10
2) 온난화 속도를 늦추고 피해를 줄이기 위한 대책의 방향	11
2. 대기 순환계 변화에 따른 불안요소: 미세먼지	14
1) 기후변화와 미세먼지 관련 사회적 현상	14
2) 미세먼지 현상과 특징	16
3) 현 미세먼지 정책의 시사점	20
3. 소결	22
제3장 대응방안: 회복탄력성(Resilience)강화	23
1. 지속가능한 생활의 단서: 회복탄력성(Resilience)	24
1) 리질리언스 개념의 등장 및 배경	24
2) 리질리언스 이론의 주요 개념	25
3) 리질리언스, 회복탄력성의 이해	26
2. 회복탄력성 강화 정책방안 사례	31
1) 건물 중심의 회복탄력성 강화: 녹색건축 정책	31
2) 사회적 회복탄력성 강화: 지역안전지수 정책	41
3) 외부공간의 지속가능성 강화: 미세먼지 저감 및 적응법	46
3. 소결	52

차례 CONTENTS

제4장 동향: 기후위기사대 선진 정책의 접근법	53
1. 회복탄력성 강화를 위한 사회적 접근 사례	54
1) 미국 시애틀의 리질리언스 향상을 위한 자산기반 접근방식	54
2) 혁신을 위한 사회 디자인을 중심에 둔 국책연구소의 등장	57
2. 건축정책적 접근법: 뉴욕, 영국, 칠레, 핀란드 사례	61
1) 뉴욕과 영국의 기후변화 대응 관련 건축정책	61
2) 칠레의 '점진적인' 공공주택 프로젝트	63
3) 핀란드의 전통적 소방법을 바꾸어 놓은 건축 공모전	65
3. 도시 정책적 접근법: 미국 주요도시	68
1) 성장 지향 전략으로서의 회복탄력성 강화 정책: 워싱턴 DC	69
2) 허리케인 샌디에 따른 회복탄력성이 강화된 도시 마스터플랜: 뉴욕	76
3) 도시 취약계층의 회복탄력성 강화를 위한 포용도시 계획: 시카고	87
4) 에너지전환 중심의 회복탄력성 정책: 신시내티	98
5) 기후재해에 대비하는 회복탄력적 도시 정책: 샌프란시스코	103
6) 회복탄력성 개선을 통한 사회병리현상의 해결 방안: 애틀랜타	107
4. 소결	120
제5장 결론: 기후위기, 패러다임 전환의 시작	121
1. 기후변화에 따른 패러다임 변화	122
1) 일상적 환경의 변화	122
2) 사회적 구조의 변화	122
3) 공간적 구조의 변화	124
2. 기후위기사대, 지속가능한 사회를 향한 해법	125
1) 기후변화 속도 조절에 적극 동참	125
2) 변화하는 기후여건에 적응	125
참고문헌	127
Summary	135

표차례

LIST OF TABLES

[표 2-1] 구 기후체제(교토의정서)와 신기후체제(파리협정)의 비교	13
[표 2-2] 국제암연구소(IARC)에 따른 발암물질 분류	15
[표 3-1] 청연빌딩의 항목별 예상 에너지절감량(시뮬레이션) 분석	40

그림차례 LIST OF FIGURES

[그림 1-1] 옥스퍼드 사전의 2019년 올해의 단어 'Climate emergency' 노출빈도 빅데이터	2
[그림 1-2] 뉴스에 나타난 2018년도 폭염	3
[그림 1-3] 2018년 사회조사 보고서에 나타난 우리사회의 주요 불안요소	5
[그림 1-4] 리질리언스와 지속가능한 개발	6
[그림 1-5] 수용관계선 개념과 재난·안전사고 사망자 감축 의미	7
[그림 2-1] 2018년 폭우로 인한 하수관로 역류 및 침수	10
[그림 2-2] 과도한 화석연료 사용으로 인한 역사적 피해	11
[그림 2-3] 기후변화 대응을 위한 도시계획 및 설계 개념	12
[그림 2-4] OECD 주요국 미세먼지(PM2.5) 농도, 2017년 연평균 기준(단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	16
[그림 2-5] 대기 중 화학반응에 의한 2차 미세먼지 생성	17
[그림 2-6] 미세먼지 발생원 분류	17
[그림 2-7] 도시 미세먼지의 특성 및 주요내용	18
[그림 2-8] 도로변 미세먼지 발생 메커니즘	19
[그림 2-9] 주거단지 주변의 건물 위요 정도에 따른 먼지 확산 경로 예시	19
[그림 3-1] 시스템의 유동적 변화에 따른 회복 탄력성 위치와 기능에 대한 개념도	28
[그림 3-2] 적응순환계가 상호 연결되어 상하간 영향을 주는 연속적 구조가 특징인 패나키의 개념도	29
[그림 3-3] 사회적 복잡계를 설명하는 적응적 순환의 구성 개념도	30
[그림 3-4] 제로에너지 건물 프로세스	32
[그림 3-5] 그린리모델링 후 청연사옥(좌) 및 녹색건축 관련 성과(우)	34
[그림 3-6] 창과 벽체부위 결로분석 비교	35
[그림 3-7] 광선반(좌) 및 외부전동블라인드(우)	35
[그림 3-8] 패시브 창호 시공	36
[그림 3-9] 폐열회수환기장치 설치 결과	36
[그림 3-10] 태양광발전 하부 휴게공간과 옥상녹화	37
[그림 3-11] 고효율 EHP 공사(인체감지센서 설치)	38
[그림 3-12] 옥상과 외벽 태양광 패널	38
[그림 3-13] EV홀 및 6층 복도의 BEMS 모니터	39
[그림 3-14] 통계기반 지자체 안전사고 감축정책 지원기술 필요	41
[그림 3-15] 지역안전지수 개발과정 및 지자체 반응	43
[그림 3-16] 지역안전지수 산출식 및 정의	44
[그림 3-17] 2018년 지역안전지수 산출지표 및 등급부여 기준	44

그림차례 LIST OF FIGURES

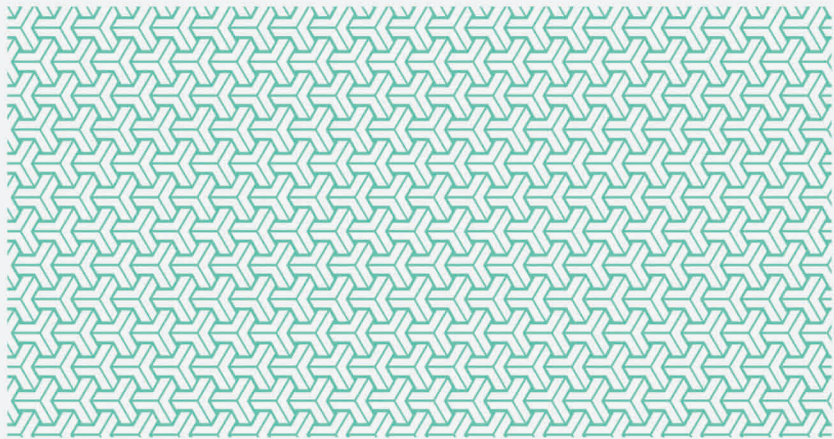
[그림 3-18] 지역안전지수 활용 및 등급 개선 절차	45
[그림 3-19] 안전지수 등급 상승 및 취약경감지표 증가	45
[그림 3-20] 독일 환경존(Umweltzone)과 영국 초저배출구역(ULEZ)	47
[그림 3-21] 미세먼지 저감 식생을 활용한 도시 미세먼지 저감방안	48
[그림 3-22] 한국(좌)과 독일(우)의 대기오염 측정망 설치 위치 비교	49
[그림 3-23] 하이브리드 집진패널 및 친환경 식생패널을 활용한 도시 미세먼지 저감	50
[그림 3-24] 물리적 미세먼지 저감장치를 활용한 도시 내 미세먼지 대응	51
[그림 4-1] 커뮤니티 워크숍	57
[그림 4-2] 핀란드의 초기 디자인 중심 혁신 조직들	58
[그림 4-3] 뉴욕시의 지열 설치 적합성 지도(좌) 및 AGU의 하수열교환 장치(우)	61
[그림 4-4] 뉴욕시의 해수면상승 예측 지도(좌) 및 건축설계 규정(우)	62
[그림 4-5] 영국 주거용 건축물의 에너지성능(EPC, B~G등급)과 준공 시기	63
[그림 4-6] 완공 직후 '점진적인' 공공주택 디자인(상)과 이후 실내외 변화(하)	64
[그림 4-7] 당선작 C-Life의 렌더링 이미지	67
[그림 4-8] 목조를 사용해 새로 지어진 헬싱키 중앙 도서관 오오디(Oodi)의 입구	68
[그림 4-9] 워싱턴 DC의 회복탄력성 계획 목표 4가지	70
[그림 4-10] 워싱턴 DC의 회복탄력성 프레임워크를 구성하는 네 가지 시스템	73
[그림 4-11] 워싱턴 DC의 회복탄력성 프레임워크	73
[그림 4-12] 워싱턴 DC의 회복탄력성 계획과 연계된 11가지 기존 계획 및 정책들	75
[그림 4-13] 뉴욕시 인구변화 1900~2040(전망치)	77
[그림 4-14] 뉴욕의 빈곤율 분포도(2009~2013)	78
[그림 4-15] NPCC 2015 보고서 표지(좌) 및 2050년도 기후변화 전망	80
[그림 4-16] PlaNYC 계획의 역사 2007년(좌), 2011년(중), 2013년(우)	81
[그림 4-17] OneNYC 2015 비전 결정과정	82
[그림 4-18] 회복탄력성 계획에서 시민들이 중요하게 생각하는 주제들	84
[그림 4-19] 회복탄력성 계획의 네가지 원칙과 각 원칙에 상응하는 비전	85
[그림 4-20] 시카고 경제취약층(economic hardship) 분포도	89
[그림 4-21] 시카고 회복탄력성 프레임워크	90
[그림 4-22] 시카고 회복탄력성 전략의 개발과정	91
[그림 4-23] 시카고 회복탄력성 전략개발 1단계 추진결과로 얻은 우선과제들	92
[그림 4-24] 시카고 회복탄력성 계획의 비전과 구조	94

그림차례

LIST OF FIGURES

[그림 4-25] 시카고 회복탄력성 전략 프레임워크	95
[그림 4-26] 시카고 회복탄력성 계획의 세가지 핵심주제와 각각의 목표들	96
[그림 4-27] 신시내티 회복탄력성 계획에 참여한 단체들	101
[그림 4-28] 샌프란시스코 회복탄력성 계획의 목표	106
[그림 4-29] 애틀랜타시의 인구변화(2015~2040): 백분율(좌) 및 거주민 수(우)	108
[그림 4-30] 애틀랜타 회복탄력성 계획수립의 일정	110
[그림 4-31] 애틀랜타 회복탄력성 계획의 의견수렴 결과	111
[그림 4-32] 애틀랜타 회복탄력성 계획의 4개 비전, 16개 목표, 57개 시행조치	112
[그림 4-33] 애틀랜타 회복탄력성 계획의 프레임워크	117

제1장 서론: 기후위기를 실감 하는가?

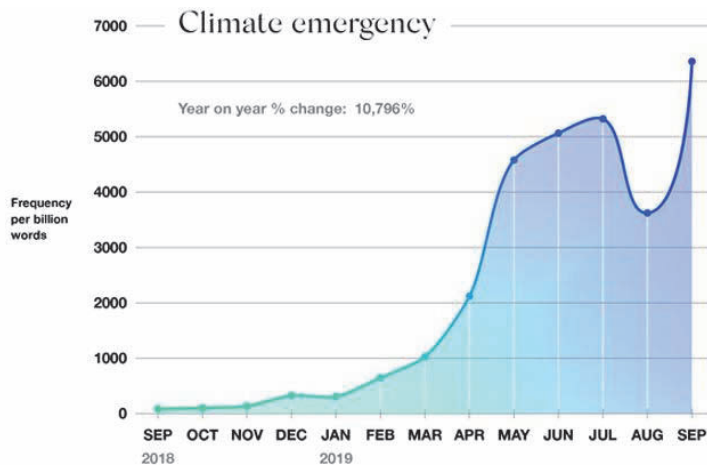


1. 기후변화, 불편함을 넘어 불안감으로
2. 지속가능성을 고려한 대응 방안에 대한 궁금증

1. 기후변화, 불편함을 넘어 불안감으로

□ 우리는 기후위기시대를 실감하는가?

기후변화 등교거부 운동으로 유명한 스웨덴의 소녀 환경운동가 그레타 툰베리는 기후변화당사국총회(COP) 24차 회의에서 기후변화 문제를 야기한 기성세대의 무책임을 비판했다. 영국의 유명한 환경잡지 가디언지(The Guardian)의 편집장 캐서린 바이너는 2019년 5월 기고를 통해 '가디언지는 앞으로 기후변화를 기후위기(Climate Crisis), 기후비상사태(Climate Emergency)로 용어를 변경하겠다.'라고 밝혔다(Carrington, 2019). 또한 영국 옥스퍼드 사전은 2019년을 대표하는 단어로 '기후위기(Climate Emergency)'를 선정했다¹⁾. 옥스퍼드 사전은 빅데이터 분석을 통해 그 해에 가장 많이 다뤄진 단어를 선정한다. 기후위기는 전년도에 비해 약 100배 가까이 많이 사용된 단어라고 전한다.

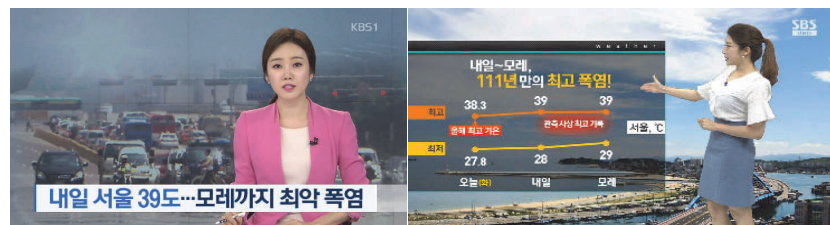


[그림 1-1] 옥스퍼드 사전의 2019년 올해의 단어 'Climate emergency' 노출빈도 빅데이터
출처: Oxford Languages (2019, <https://languages.oup.com/word-of-the-year/word-of-the-year-2019>, 검색일: 2019.11.30.)

2018년 10월 UN의 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)는 우리가 지구온난화를 2℃ 이하로, 나아가 최소 1.5℃ 까지 낮추지 않는다면 그 동안 겪어보지 못한 재앙이 12년 내에 올 것이라는 발표를 했다(Irfan, 2018). 이처럼 국제사회는 지구온난화에 따른 기후위기가 도래했다고 목소리를 높이고 있다. 국제사회가 기후위기에 대해 소리높이는 이유는 우리가 살고 있는 터전에 영향을 주고 나아가 생존과도 연결된 문제이기 때문이다.

1) 출처: Oxford Languages(2019), "Word of the years 2019", <https://languages.oup.com/word-of-the-year/word-of-the-year-2019>, (검색일: 2019.11.30.)

국내로 시각을 돌려보면 해외와 달리 기후변화 이슈가 조용하다 못해 고요한 수준이다. 현상적으로 보면, 봄과 가을은 황사와 미세먼지로 가득하고, 여름은 폭염과 집중호우에 따른 침수로 인명 피해가 이슈화된다. 겨울은 삼한사온 보다 연이은 한파라는 말이 익숙하다. 조금 더 자세히 보면, 2019년은 유난히 10월 태풍이 잦았고, 슈퍼문의 영향이라고는 하지만 해안가 침수피해가 자주 언급되고 있다. ‘기록적’이라는 수식어가 덧붙여진 기상현상은 더 이상 낯설지만 않다. 1년을 주기로 분산되어 있어 다른 뉴스에 비해 자극적이지 않아서 이겠지만, 이상기상 현상에 익숙해지고 일상화 되고 있다는 점은 이미 우리생활과 공간에 기후위기의 신호가 시나브로 켜지고 있다고 해석해야 하지 않을까?



[그림 1-2] 뉴스에 나타난 2018년도 폭염

출처:(좌) KBS 뉴스화면(2018, 7월 31일 보도자료), (우) SBS 뉴스화면(2018, 7월 31일 보도자료)

□ 본격적인 기후변화 영향의 시작, 지금 우리 삶은 지속가능할 것인가?

IPCC에서 경고한 바와 같은 재앙이 벌어진 이후는 지금과는 다른 환경에 놓이게 될 가능성이 매우 높아지게 된다. 그런 의미에서 IPCC가 우리에게 구체적인 시간을 예를 들어 경고한 것이기도 하다. 지금 우리는 최대한 그 시간을 뒤로 미루도록 노력하는 일과 재앙에 놓이게 될 경우 환경에 적응할 수 있는 지혜를 모으는 일을 병행해야 한다.

한편으로 기후변화는 전 지구적 현상이다. 어쩌면 태양 흑점 주기와 연결된 우주적 현상일지도 모른다. 다만, 지금처럼 우리가 공간에서 지속가능하게 살기 위해서는 자연현상을 이해하고 공간을 그에 맞게 변화시키는 노력이 필요하다. 즉, 과학적 이해를 바탕으로 둔 정책적 해법을 만들기 위한 시도가 이뤄져야 한다. 눈앞에 놓인 우리가 경험해보지 못한 불확실성을 인정하고 과거와 다른 공간정책을 만들어 간다면, 기후변화가 가속화되는 시점을 늦추고, 급변하는 기후변화시기에도 안정적인 적응사회를 만들 수 있을 것이다.

기후변화가 지속된다면 지금 우리 삶을 지속할 수 있는가에 대한 질문을 품고, 관성에 따른 과거 경험에 기댄 현재 공간을 규정하는 정책을 탈피해야 한다. 과거의

안전함을 믿고 계속 고집한다면 지속가능한 건축·도시공간에서 삶을 누릴 수 있는 시간은 얼마 남지 않게 될 것이다. 기후변화를 인정한다면, 미래 불확실성을 최소화 할 수 있는 방향으로 건축·도시공간정책의 패러다임 변화는 필연적이다.

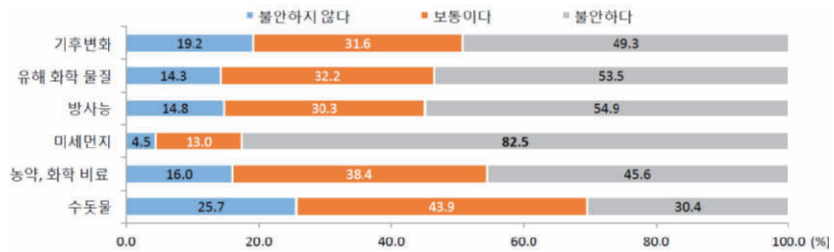
□ 기후변화 속도와 사회변화 속도의 차이는 불안감을 키운다.

건물에너지, 신재생에너지, 태양광과 같은 용어는 이미 익숙하다. 북극곰의 눈물 이야기는 모두 한 번쯤 들어봤고, 온실가스를 감축해야 한다는 다년간의 발표로 사회의 변화는 조금씩 느껴지고 있다. 그렇다면 사회의 변화속도는 기후변화 속도와 맞춰지고 있을까?

지구 온난화에 따라 한파는 감소하고, 폭염과 집중호우가 증가하고 있다. 해수면도 상승하고 있고, 몬순기후(아열대성 기후)로 인해 여름 장마의 형태가 변하고 있다. 가뭄과 폭풍 및 강풍 또한 늘고 있다(김호근 외, 2018). 공업의 발전으로 인한 미세먼지와 초미세먼지는 5살짜리 아이들도 알 정도로 사회문제가 되었다. 기후뿐만 아니라 2016년 경주의 지진과 같은 자연재해의 증가는 우리에게 더 이상 한반도가 지진 안전지대가 아니라는 사실과, 끊임없이 변화하는 지구에서 우리가 얹혀 살아가고 있다는 간단한 사실을 새삼 알려주었다.

2018년 통계청의 사회조사 보고서에 나타난 우리사회의 주요 불안요소를 보면 (그림 1-3), 과반수에 가까운 국민들이 기후변화를 불안요소로 꼽고 있다. 압도적인 것은 미세먼지이다. 이 두 가지 요소의 공통점은 불가항력적인 환경문제라는 점이다. 환경문제를 대응하는 사회변화 속도가 어떻게 뒷받침 해주는가에 따라 사회가 갖는 불안요소 또한 조정이 가능할 것이다. 기후변화와 미세먼지 같은 환경적 요인은 이미 우리사회의 불안요소로 자리잡고 있다.

건강과 재산 피해를 야기하는 기후문제에 우리는 어떻게 도시와 건축을 개발하고 준비해야 하는지 생각하게 한다. 기후변화의 속도를 늦추고 변화에 적응하기 위해 도시 및 건축분야에서도 오랫동안 이 문제를 해결하고 사회적 불안감을 낮추기 위해서 준비해왔다. 정부출연연구기관인 건축도시공간연구소는 기후변화에 대한 현상을 읽고 정책적 대안을 연구·개발하고자 2018년 12월 국회 승인, 기획재정부로부터 연구 사업비를 지원받아 「신 기후체제 대응 지속가능 건축·도시 정책지원 사업」을 수행하고 있다. 이 연구 사업을 통해 기후변화에 대응할 수 있는 지속가능한 공간을 만들기 위한 정책근거를 발굴하고 정책개발에 기여하고자 한다.



[그림 1-3] 2018년 사회조사 보고서에 나타난 우리사회의 주요 불안요소

출처: 통계청(2018, p.41.)

2. 지속가능성을 고려한 대응 방안에 대한 궁금증

- 질문 1. 사람이 살지 않는 공간에 지속가능성을 논할 수 있을까?
- 질문 2. 사람이 살아가는 장소가 안전하지 않다면 지속가능성을 이야기할 수 있을까?

□ 지속가능성은 우리의 일상적인 장소를 안전하게 하는 것부터 출발한다.

위 두 개의 질문에 “없다”라고 답한다면 지속가능성을 이야기 할 수 있는 곳은 사람이 살 수 있는 곳이 안전한 장소일 때 가능할 것이다. 안전하더라도 위험요인이 있다면 살아가면서 제거하거나 경감하는 작업이 병행될 때 비로소 지속가능성을 이야기 할 수 있을 것이다. 이것이 리질리언스(Resilience), 즉 회복탄력성이다.

그림 1-4의 UN(ISDR, 現 DRR)의 리질리언스와 지속가능한 개발이 이를 잘 설명해주고 있다. 정부기관은 리더십으로 대표된다. 자원의 적절한 배분, 제도적 수용용량에 대한 체계를 잡고 운영하면서 위험을 줄인다. 지속가능성은 사회활동과 떼어 놓을 수 없다. 누구나 기본적인 안전망을 제공받을 수 있어야 하며, 경제와 주거에 안전성을 확보 받아야 한다. 정부기관은 사회의 안전성 확보에 리더십과 체계로서 대응하게 된다. 사회를 움직이는 것은 경제활동이다. 빈부 격차는 공평한 지속가능성을 어렵게 하므로 공공 경제가 기여를 할 수 밖에 없다. 환경은 이를 모두 포함하되 안전에 위협 요소다. 사람 또한 생태계의 일부이나 생태계를 무너트리는 행위들이 역으로 지속가능성을 위협하게 된다. 이 모든 관계는 연결되어 있으며, 정부기관, 사회, 환경, 경제 등 지속가능성 지탱하기 위한 구조의 중심 주체는 사람과 장소에서 누리는 안전함이다.



[그림 1-4] 리질리언스와 지속가능한 개발(Resilience and Sustainable Development)
출처: UNISDR (2012, p.18),

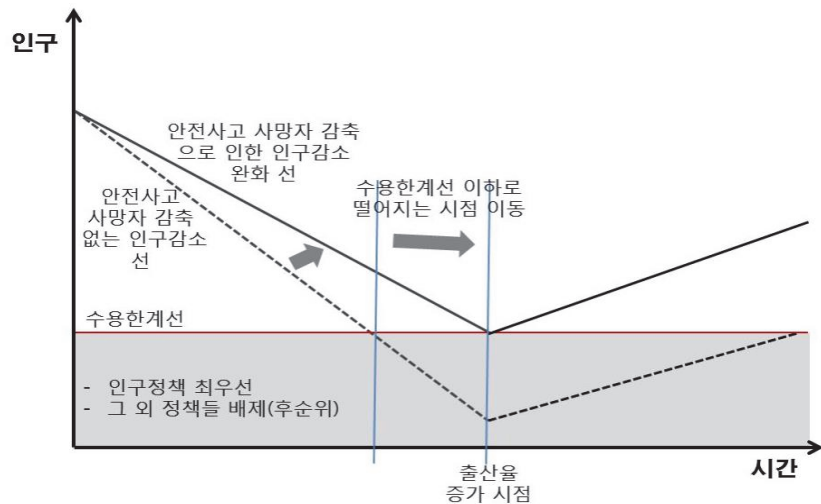
□ 사람이 있어야 도시의 지속가능성도 논의될 수 있다.

현재 우리가 살고 있는 장소는 최소한의 안전이 확보되어 있는 곳이다. 그러나 이러한 안전한 장소와 공간이 변하고 있다. 최근 쇠퇴도시 또는 도시소멸 등이 사회적 문제의 하나로 대두되고 있다. 도시가 인구의 감소와 더불어 지속가능성을 잃어가고 있다는 반증이다. 도시와 사람 간 상호작용이 지속가능성을 유지하는 기본원리임을 나타내는 것이기도 하다.

그렇다면 도시의 인구가 감소하는 원인은 무엇인가. 통계청 자료에 따르면 연간 출생아수는 꾸준히 감소되고 사망자는 증가하면서 2017년 자연증가인구는 72,237명에 그쳤으며 앞으로 더욱 감축될 것으로 보인다. 자연증가인구가 감소로 줄어드는 인구를 사회적 안전망으로 재난안전사고 사망자를 줄여 보완할 수 있다면 도시의 지속가능성을 확보 할 수 있지 않을까? 우리나라 전체 사망자 중 약 11%(29,545명)정도가 안전사고 사망자이다²⁾. OECD(Health Status) 평균 안전사고 사망자 비율은 약 6%(2015년), 스페인의 경우 4% 수준임을³⁾ 고려할 때 우리나라 안전사고 사망자 비율은 다소 높다.

- 2) 재난안전사고 사망자는 사망원인통계 중 외인사(질병 이환 및 사망의 외인)+법적감염 병 사망자(결핵, 에이즈 포함)로 29,545명(2017년), 2017년 출생아수는 357,771명, 사망자 285,534명, 2018년 자연증가인구는 28,000명(잠정)(통계청-a,b 참고 재구성)
- 3) 각 국가별 재난안전사고 사망자(외인사(External causes of mortality)+결핵(Tuberculosis)+에이즈(HIV-AIDS)) 및 총사망자(All causes of death)를 활용하여 산출(OECD-a,b 참고 재구성)

국가적으로 출산율 장려 정책을 추진하고 있지만 출생아수는 감소하고, 사망자수는 증가하고 있다. 이러한 추세라면 머지않아 인구감소 국가로 진입할 것이다. 이미 통계청은 생산가능인구의 감소가 시작되었음을 공표한 바 있다. 그러나 분명 인구에도 규모의 경제가 존재할 것이며, 그림1-5와 같이 이를 수용한계선이라 정의 한다면 안전사고 사망자수를 지금보다 감축하면 수용한계선 이하로 떨어지는 시기를 최대한 늘리는 것이 가능해 질 것이다.



[그림 1-5] 수용한계선 개념과 재난안전사고 사망자 감축 의미

출처: 저자 (신진동) 작성

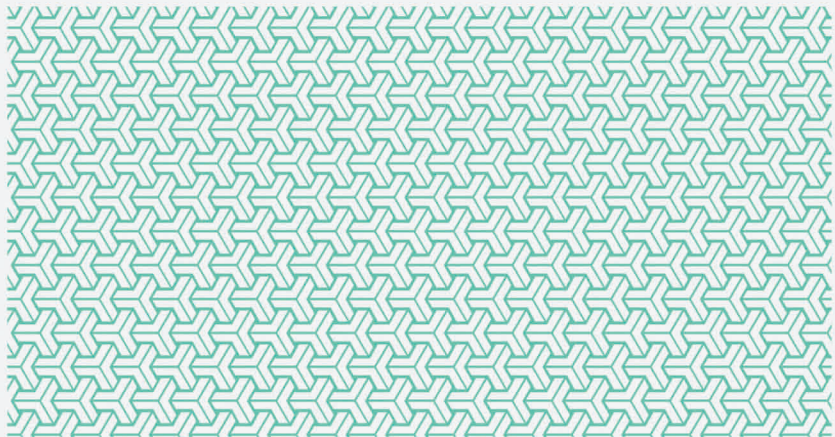
물론, 도시 인구의 감소는 안전사고가 직접적인 원인이라 하기 어렵다. 출생률 감소 및 자연사망률 증가에 따른 감소, 지역경제력 약화에 따른 전출 등 이주에 의한 감소까지 도시의 인구감소요인은 매우 다양하다. 인구가 감소해 도시가 축소 또는 소멸되고 지역이 사라지면 지속가능성에 대한 논의가 성립될 수 없다. 리질리언스를 향상시켜 사회적 안전망을 갖춘다면, 안전사고의 사망자를 줄일 수 있고, 나아가 살기 좋은 도시 또는 지역으로서 가치를 높여 인구 감소를 최소화할 수 있을 것이다.

□ 지속가능성은 사람과 공간이 어울려 이어나가는 것이다.

사람의 노력으로 좋은 공간을 만들고 지속해나가기 위해서는 앞으로 있을 위험에 대비하고 충격에 효율적인 대처를 하기 위한 사회적 시스템을 만들어야 한다. 지금 우리 사회에 들어온 기후변화의 영향과 충격, 대처방안이 어떤 수준으로 만들어지고 작동되고 있는지 국내외 여건을 종합해 살펴보고자 하자.

제2장 현상:

예년과 다른 불편함과 불안함



1. 기후변화가 우리 생활에 미치는 일들
2. 대기 순환계 변화에 따른 불안요소: 미세먼지
3. 소결

1. 기후변화가 우리 생활에 미치는 일들

1) 지속가능한 삶을 위협하는 현상의 원인

□ 기후변화로 인한 불확실성의 증가

지속가능한 삶은 사람이 중심이다. 지속가능성을 위협하는 기후변화와 자연재해는 자연현상으로 언제 어디서든 발생할 수 있다. 자연현상이 우연히 사람이 모여사는 곳에서 일어나게 되었을 때, 사회적 문제가 된다. 기후변화는 과거와 다른 양상의 자연재해를 일으킨다. 과거와 다른 재해 양상을 미래로 이어보면 언제 어디서 어떠한 강도로 발생할 지에 대한 불확실성이 높아지게 된다. 아직, 우리 사회의 방재정책은 대부분 과거의 기록에 기반하고 있다. 우리가 지속가능한 삶을 위해서 사람이 모여 사는 곳인 도시와 도시를 이루는 건물, 주변공간을 미래 불확실성을 고려해 기후변화에 대응이 가능한 방식으로 전환이 필요하다.



[그림 2-1] 2018년 폭우로 인한 하수관로 역류 및 침수

출처: JTBC 뉴스화면(2018, 8월 29일 보도자료)

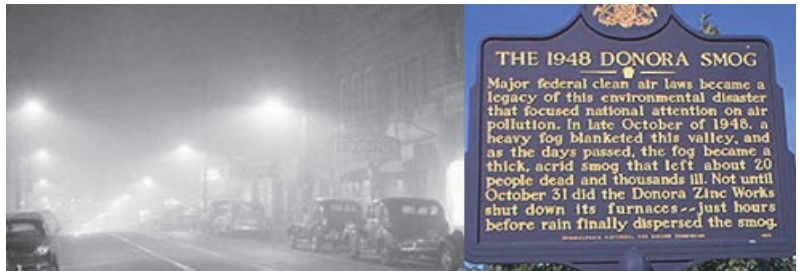
□ 우리 스스로 만드는 위험요인

우리는 도시생활에서 경제적 효율성을 빌미로 편리한 생활을 영위하기 위해 지속가능성을 악화시키는 일을 벌인다. 대표적으로 도시를 구성하는 재료의 선정이다. 도시를 구성하는 주요 재료는 콘크리트와 아스팔트다. 콘크리트와 아스팔트는 이동과 방수, 강도 면에서 유리하지만, 빗물이 땅으로 스미는 것을 거의 완벽히 차단한다. 이러한 불투수포장재는 폭우와 폭염 피해를 증가시키는 직간접적 원인으로 알려져 있다. 다음으로 화석연료이다. 도시에서 다양한 사회 활동을 위해 자동차, 공장, 발전소에서 화석연료를 1차 에너지원으로 쓴다. 우리는 열과 힘을 얻고 부산물인 가스와 먼지를 자연으로 배출한다. 화석연료 배출 가스는 대기 정체 시 미세먼지를 유발하는 원인으로 알려져 있다.

인간의 편리함을 위해 사용하고 있는 포장재와 화석연료는 기후변화와 만나 부메랑이 되어 우리 삶의 지속가능성을 스스로 위협하고 있다. 하지만 기후변화에 대응하고자 도시생활의 편리함을 주는 재료와 연료의 즉각적으로 사용을 중단한다면, 큰 사회적 저항을 무릅써야 하는 현실적 문제에 직면하게 된다.



12,000명 사망, 영국 런던스모그(1952, SOx&먼지) '온산병', 대한민국 울산공단(1980's, 원인불명 대기오염)



20명 사망-6,000명 피해, 미국 도노라 사건(1948, SOx&먼지)

[그림 2-2] 과도한 화석연료 사용으로 인한 역사적 피해

출처: (좌상) 매거진K(2017, 12월 21일 보도자료), (우상) 강찬수(2017, 10월 15일 보도자료), (하) 강찬수(2017, 10월 15일 보도자료), Splain(2018, 8월 8일 보도자료)

2) 온난화 속도를 늦추고 피해를 줄이기 위한 대책의 방향

□ 국제사회의 협력과 원칙

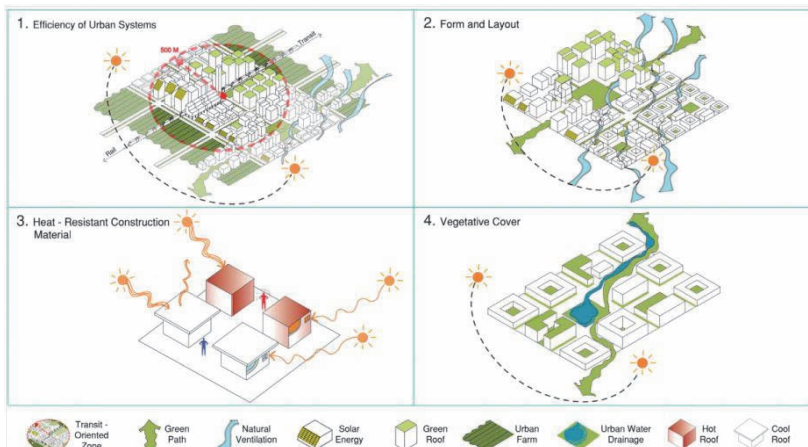
2015년 파리협정을 통해 195개국의 국제사회는 산업혁명기 대비 지구평균온도를 2℃를 낮추고, 이미 진행되고 있는 온난화에 따른 변화에 대비하자고 약속했다. 과거 주요 선진국이 모여 온실가스 배출을 줄이자는 단편적인 목표가 주요 의제였던 교토의정서와 비교해 범위와 대상국가의 수가 확장되었다. 모든 국가가 일반적인 국가정책으로 적용해야 하는 수준이다. 국가 간 협력에 대해 새로운 접근방식도 적용됐다. 개발도상국이 선진국의 과오를 따르지 않도록 선진국의 첨단기술을 개발도상국에 이전시켜 역량을 배양할 수 있도록 자원과 투명한 정책적 지원을 약속했다. 이는 과거 기후체제에 비해 매우 혁신적인 개념이다. 그 만큼 국가의 수준에 맞는 노력을 할 수 있는 플랫폼을 갖췄다고 볼 수 있다. 이제 남은 것은 실천하는 일 뿐이다.

□ 구체적인 대책의 대상과 방향성

구체적인 대책을 실생활과 직접 맞닿아 있는 공간에서부터 시작해 보자. 우리 생활은 이미 만들어진 도시와 건축물에서 이뤄지고 있다. 우선 외생적 변화에 대한 다양한 미래 시나리오에 현재 도시와 건축물의 상태를 대입해 어떤 기후변화 영향에 취약한지 알아야 한다.

익히 알려져 있는 바와 같이, 기후변화는 평균 대기온도 상승이 대기 중 수증기의 에너지 변화에 영향을 주는 것으로 시작된다. 이 작은 변화는 대부분 기상현상과 관련된다. 대기의 흐름을 바꾸기도 하며, 구름과 바람을 모으기도 하고, 대기 내 열 순환 시스템을 변화시키기도 한다. 대기 시스템의 변화는 폭우, 폭설, 한파, 폭염, 태풍, 대기정체 등의 자연적 현상으로 이어진다. 기후변화 추세에 따라 미래에는 이와 같은 자연현상이 빈번하게 발생할 가능성이 높다.

이런 현상이 인간의 활동이 이뤄지는 도시와 건축물에서 벌어지면 기후변화에 따른 자연재해가 된다. 따라서 현재 인간 활동이 일어나는 공간에서 폭우, 폭설, 한파, 폭염, 태풍, 대기정체와 같은 기후변화 현상이 발생했을 경우, 약점이 어디인지 사전에 파악하고 대비할 방법을 강구하는 것이 구체적인 대책의 방향성이다.



[그림 2-3] 기후변화 대응을 위한 도시계획 및 설계 개념

출처: Rosenzweig et al.(2015, p.7.)

[표 2-1] 구 기후체제(교토의정서)와 신기후체제(파리협정)의 비교

교토의정서 (구 기후체제)	구분	파리협정 (신 기후체제)
온실가스 배출량 감축 (1 차 : 5.2%, 2 차 : 18%)	목표	2 °C 목표 1.5 °C 목표 달성 노력
주로 온실가스 감축에 초점	범위	온실가스 감축 + 적응, 손실과 피해 최소화, 자원, 기술이전, 역량배양, 투명성
주로 선진국	감축의무국가	모든 당사국
하향식	목표설정방식	상향식
징벌적 (미달성량의 1.3 배를 다음공약기간추가)	불이행 징벌	비징벌적
특별한 언급 없음	목표설정기준	진전원칙
공약기간 종료 시점이 있어 지속가능성에 의문	지속가능성	종료시점을 규정하지 않아 지속가능한 대응 가능
국가중심	행위자	다양한 행위자 참여 독려

출처: 환경부(2016, p.30.)

□ 기후변화에 따른 역설적 현상에 주목

기후변화 대책은 누구를 위해야 할까? 대상을 고민하기에 앞서, 여기에 숨어있는 기후변화의 역설적 현상에 주목해야 한다. 대규모로 기후변화를 야기한 주체는 그동안 축적된 경제력으로 손실과 피해를 적게 받는 반면, 기후변화에 미미한 영향을 준 주체는 미약한 경제력으로 인해 손실과 피해가 생명에 위협을 줄 정도로 막대하다. 예로서, 지구온난화로 인해 바닷물의 온도가 올라 어류의 생태계 또한 변화하면서 연근해 어업을 생업으로 하는 어민들의 경제가 어려워진 사례는 일상이 되었다. 이들의 경제력으로는 과거보다 강력해진 태풍과 해수면 상승으로 삶의 터전이 망가지지 않도록 막는 것은 역부족이다. 따라서 빈부의 차이가 만드는 기후변화의 역설적 현상은 국가가 개입해야 하는 영역이다.

국가는 우선적으로 기후변화 취약계층을 대상으로 기후변화 대책을 강구해야 한다. 방재 인프라 강화, 중장기 계획을 통한 이주사업 추진, 시장 활성화를 통한 경제력 강화 등 공적사업을 추진해야 한다. 이는 파리협정의 정신과도 연결된다. 정책사업을 적용하기 위해서는 지역별 안전성과 취약성을 판단하기 위한 표준화된 잣대가 필요하다. 자칫 불필요한 곳에 대규모 예산이 잘못 집행될 수 있는 문제를 사전에 예방해야 한다. 이는 시급하면서도 세련된 정책적 해법이 필요한 대목이다.

2. 대기 순환계 변화에 따른 불안요소: 미세먼지

1) 기후변화와 미세먼지 관련 사회적 현상

기후변화는 다양한 사회적 현상의 원인을 제공한다. 온난화에 따른 폭염, 폭우, 가뭄 뿐 만아니라 지구적 기후 주기의 변화로 혹한, 폭설, 한파를 동반하기도 한다. 온난화에 따른 지구적 대기 대류의 변화는 국지적인 대기의 정체와 순환에 대한 경향성에 영향을 준다. 이러한 자연적 변화는 어디서든 일어날 수 있다. 하지만, 인구가 밀집된 도시에서 발생되면 사회적 불안감과 직결된다.

① 기후변화에 따른 미세먼지 영향

일반적으로 미세먼지 현상과 기후변화는 무관하다 생각할 수 있다. 과연 그럴까? 서두에 밝힌 바와 같이 미세먼지 현상은 대기오염물질이 먼지의 형태로 적체되는 것이 원인이다. 공기가 적체된다는 것은 대기가 움직이지 않음을 의미한다. 대기의 움직임은 온도와 연결되어 있다. 더운 공기와 찬 공기가 대류하며 공기의 흐름을 만들어 내고 대기오염물질을 산란시킨다. 그러나 온난화에 따라 전반적인 온도가 상승하면서 계절적 요인에 영향을 받는 대류의 흐름을 저해한다. 더불어 도시지역은 재료적 특성에 따라 열섬화 되면서 자연적 공기의 흐름이 변화하게 된다.

보다 구체적인 연구 결과들을 종합해 보면 이와 같은 맥락에서 기후변화의 영향을 살펴볼 수 있다. 미국 전역의 대기오염과 기후변화에 대한 잠재적 연관성을 연구한 문헌에서는 국지적인 기상현상(온도, 강수, 운량, 기압, 풍속, 풍향 등) 패턴이 달라짐에 따라 대기오염물질 전달 과정이 도시-지역-국가의 순으로 달라질 수 있다고 한다⁴⁾. 게다가 미래 기후변화는 대기의 이동과 정체, 분산에 대한 공간적 규모는 다양하게 영향을 줄 수 있다고 포르투갈을 대상으로 진행된 연구에서 밝히고 있다⁵⁾. 특히 경제규모가 큰 국가일수록 대기오염물질의 집적도가 높고, 기후변화에 따라 수직적으로 화학반응이 일어날 가능성이 크다고 한다⁶⁾.

4) Susan, Bernard, et al(2001), "The Potential Impacts of Climate Variability and Change on Air Pollution-Related Health Effects in the United States", *Environmental Health Perspectives*, V.109, 2, pp199-209.

5) Dias, D., et al(2012), "Particulate Matter and Health Risk under a Changing Climate: Assessment for Portugal", *The ScientificWorld Journal*, V.2012(2): 409546, pp.1-10.

6) EBi, K. L. and McGregor, G.(2008), "Climate change, tropospheric ozone and particulate matter, and health impacts", *Environmental Health Perspectives*, V.116(11), pp.1449-1455.

② 미세먼지 평균 오염도 및 건강위험 증가 추세

도시는 자연과 달리 이미 축조된 건축 구조물과 시설물로 인해 자연적 기후가 왜곡되는 경우가 많다. 도시의 왜곡된 기후현상은 ‘도시 미기후’로 알려져 있다. 미세먼지 또한 도시 내 공기 대류의 영향을 받는다. 따라서 도시의 안전을 위협하는 수많은 문제 중의 하나로 ‘도시의 미세먼지’가 부각되고 있다. 도시의 대기정체 현상으로 인한 미세먼지에 장시간 노출시 건강에 심각한 영향을 주는 것으로 입증되고 있다. WHO(2013)는 미세먼지를 1등급 발암물질로 규정하였으며, 호흡기, 심장, 신장 등에 치명적인 악영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

[표 2-2] 국제암연구소(IARC)에 따른 발암물질 분류

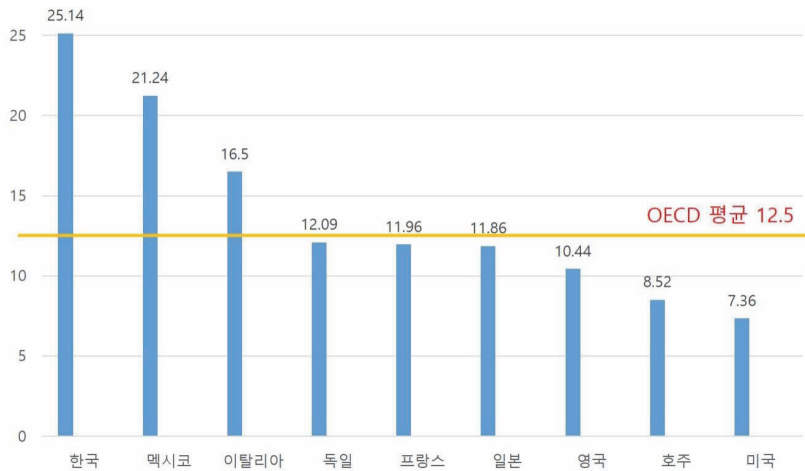
구분	예시 항목	주요 내용
1군 (Group 1)	석면, 벤젠, 미세먼지	인간에게 발암성이 있는 것으로 확인된 물질
2A군 (Group 2A)	DDT, 무기납화합물	인간에서 발암성이 있을 가능성이 높은 물질
2A군 (Group 2B)	가솔린, 코발트	인간에게 발암성이 있을 가능성이 있는 물질
3군 (Group 3)	페놀, 톨루엔, 카페인	발암성이 불확실하여 인간에게 발암성이 있는지 분류하는 것이 가능하지 않은 물질
4군 (Group 4)	카프로락탐	인간에게 발암성이 없을 가능성이 높은 물질

출처: International Agency for Research on Cancer (<https://monographs.iarc.fr/agents-classified-by-the-iarc/>, 검색일: 2019.06.10.)를 참고하여 연구진 작성

③ 국내 미세먼지 건강 위험은 국제적으로 가장 심각한 수준

한국은 연중 미세먼지 농도가 대기질 기준($25\mu\text{g}/\text{m}^3$)을 초과하는 날이 23.83일로 OECD 국가(평균: 12.5일) 중 가장 많으며, 대기질 기준을 초과하는 농도에 노출된 인구비율 또한 47%로 OECD 국가(평균: 3%) 중 가장 높다. 따라서 우리나라는 미세먼지에 의한 건강 위험이 국제적으로 가장 심각한 수준이다. PM10 오염도는 2012년까지 개선 추세였으나, 2013년부터 악화 또는 정체되고 있다. 특히, 인체 위해성이 더 높은 PM2.5 평균농도($26\mu\text{g}/\text{m}^3$)는 선진국 주요도시(도쿄: 13.8, 런던 $11\mu\text{g}/\text{m}^3$) 대비 1.8~2.6배 높으며, 최근 고농도 발생이 빈번하다.

우리나라와 주변국가의 경제 규모를 미뤄봤을 때, 미세먼지의 원인 물질이 많이 생성될 수밖에 없다. 더욱이 기후변화에 의한 대기 움직임의 변화와 도시를 중심으로 한 대기정체가 맞물린다면 기후변화가 미세먼지를 통해 국민건강에 심각한 영향을 주는 원인이 될 수 있다. 미세먼지 현상과 특징에 대해 보다 구체적으로 알아보자.



[그림 2-4] OECD 주요국 미세먼지(PM2.5) 농도, 2017년 연평균 기준(단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

출처: 송충현(2019, <http://www.donga.com/news/article/all/20190325/94711923/1>, 검색
일:2019.06.10.)를 참고하여 연구진 작성

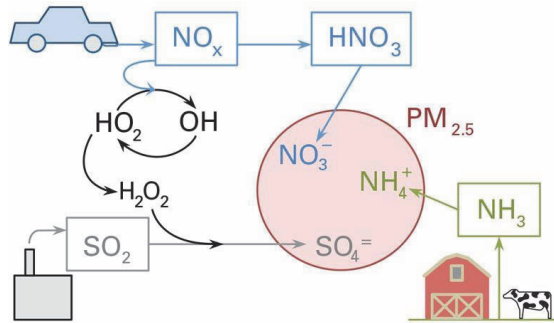
2) 미세먼지 현상과 특징

기후변화에 따른 대기 거동의 변화는 미세먼지 현상에 원인이 되는 것으로 살펴
봤다. 이처럼, 미세먼지 현상은 복합적인 기작을 따른다. 미세먼지의 발생원을
살펴보고, 자연 및 기후적인 조건과 도시에서 미세먼지가 어떠한 특성을 갖는지
짚어본다. 특히, 도시는 구성요소에 따라 미세먼지 배출, 차단, 완충 및 제거가 이
뤄지므로 구체적인 도시구성요소가 어떠한 기능과 특징을 갖는지 정리해본다.

① 미세먼지 발생원인

먼지는 유기물과 무기물의 복합한 혼합물을 나타내며, 입자의 직경에 따라 분류
될 수 있다. 입경이 $50\sim 100\mu\text{m}$ 이하인 것을 총 부유분진(Total Suspended
Particles)라 하며, 미세먼지(Particulate Matter)는 아황산가스, 질소산화물,
납, 오존, 일산화탄소 등을 포함하는 대기오염 물질로 대기 중 장기간 떠다니는
입경 $10\mu\text{m}$ 이하의 입자상 물질을 의미한다. 이는 다시 입경이 $10\mu\text{m}$ 미만인 PM10
과 입경이 $2.5\mu\text{m}$ 미만인 PM2.5로 분류된다(경대승, 2019; 환경부, 2016).

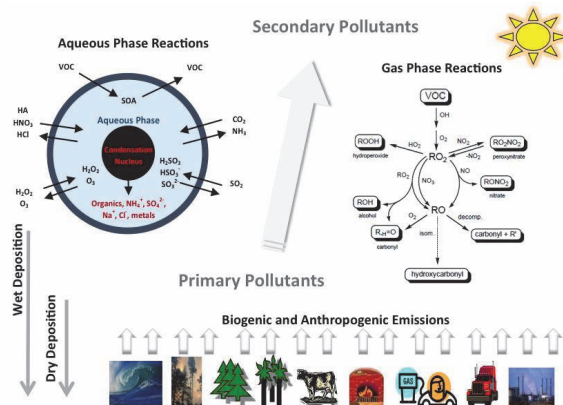
미세먼지 발생원은 유래에 따라 자연적 발생원(흙먼지, 해수염분, 식물의 꽃가루
등)과 인위적 발생원(발전시설, 화석연료 연소, 자동차 배기가스, 건설현장 비산
먼지 등)으로 구분된다. 또한 미세먼지는 발생원에서부터 고체 상태로 직접 배출
되는 1차 미세먼지와 발생원에서 가스 상태로 배출된 후 대기 중의 다른 물질과
화학반응을 통해 생성되는 2차 미세먼지로 구분된다.



[그림 2-5] 대기 중 화학반응에 의한 2차 미세먼지 생성

출처: Holt et al.(2015, p.4834.)

예를 들어, 자동차 배기가스에서 발생하는 질소산화물(NO_x)은 대기 중 오존(O_3) 등과 반응하여 질산(HNO_3)을 생성한다. 또한 화석연료 연소과정에서 배출되는 황산화물(SO_x)은 수증기 등과 반응하여 황산(H_2SO_4)이 된다. 이러한 물질들은 농업과정에서 배출되는 암모니아(NH_3) 등과 반응하여 질산암모늄(NH_4NO_3)이나 황산암모늄($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)과 같은 2차 미세먼지 입자를 생성한다. 2017년에 발표된 미세먼지 관리 종합대책(관계부처 합동, 2017)에 따르면, 국내의 경우 수도권과 전국에서 배출된 미세먼지 중 2차 생성에 따른 간접배출은 각각 73%와 72%를 차지하였다.



[그림 2-6] 미세먼지 발생원 분류

출처: Mazzoleni Research Group(2014, 7월 18일 보도자료)

② 도시 내 미세먼지 특성

도시 미세먼지(Urban Particulate Matter)는 도시 내에서 활동하는 미세먼지를 의미한다. 이는 배출원에서 직접 발생하는 1차 미세먼지와 배출 후 대기 중 화학

반응에 의해 새롭게 생성되는 2차 미세먼지를 모두 포괄한다. 도시 미세먼지의 50% 이상은 엔진의 작동, 타이어 마모 등 자동차에서 발생되며, 2차 미세먼지 생성 전구물질인 질소산화물(NO_x)의 영향이 가장 큰 비중을 차지한다. 도시 미세먼지는 동일한 지역에서도 도시의 구성요소, 자연 및 기후적 조건, 공간유형에 따라 활동 범위와 영향 등이 매우 상이하다. 따라서 도시 내 미세먼지 저감효과를 극대화하기 위해서는 도시의 특성을 사전에 파악하고 이에 적합한 전략을 마련하는 것이 필요하다.

□ 도시 구성요소

도시 내 미세먼지의 영향범위 및 피해정도는 도시를 구성하고 있는 요소에 따라 변화할 수 있다. 예를 들어 교통 정체구간이 심하고 인구가 밀집된 지역의 경우 미세먼지 배출량뿐만 아니라 이에 노출되는 도시민의 피해정도가 증가하게 된다. 반면 다양한 수종의 식생을 포함한 공원이나 완충녹지 등은 배출된 미세먼지를 흡수·흡착함으로써 미세먼지 노출정도를 완화시키는 역할을 수행할 수 있다.



[그림 2-7] 도시 미세먼지의 특성 및 주요내용

출처: 김정곤 외(2019, p.25.)

□ 자연 및 기후적 조건

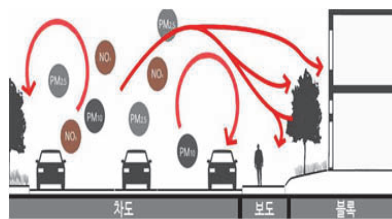
도시 내 미세먼지 농도는 온도, 습도, 풍속, 풍향 등 자연 및 기후적인 조건에 의해 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 예를 들어 습도가 높을 경우 수증기 입자가 오존 등과 결합하여 미세먼지를 생성할 수 있으며, 아침과 낮의 기온차가 클수록 기온 역전 현상이 발생하여 생성된 미세먼지가 일정 공간에 정체할 수 있다. 또한 이동성 고기압의 영향으로 풍속이 2m/s 이하로 약해질 경우 미세먼지가 널리 퍼져나가지 못하고 누적되어 미세먼지 고농도 지역을 유발할 수 있다.

□ 공간유형

건물의 형태, 높이, 밀도, 배치 등 공간적인 요소들은 도시 내 미세먼지의 거동에 영향을 미치므로 미세먼지 농도를 변화시키는 요인으로 작용할 수 있다. 예를 들어 높은 빌딩이 밀집한 지역의 경우, 외부로부터 신선한 공기의 유입을 차단하고 도로변에서 생성된 미세먼지를 정체시켜 다른 지역에 비해 미세먼지 피해에 더욱 많이 노출될 수 있다.

□ 도로변 미세먼지 발생현황 및 구성요소

도로에서의 미세먼지는 도로상의 재비산 먼지와 차량 운행에 따른 배기가스 입자, 타이어 및 브레이크에 의한 마모입자 등에 의해 지속적으로 발생하게 된다. 고농도의 미세먼지 발생시 배출원별 기여도를 분석한 결과, 도로 교통부문이 41%를 차지하고 있는 것으로 나타나(서울연구원, 2016) 도로에서 미세먼지 발생량이 많은 것을 알 수 있다.



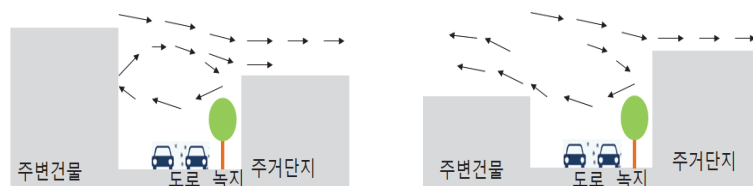
a) 도로에서의 미세먼지 이동 및 확산



b) 브레이크패드 및 타이어마모에 의한 PM2.5 발생

[그림 2-8] 도로변 미세먼지 발생 메커니즘

출처: (좌) 김정곤 외(2019, p.48.), (우) TV조선 뉴스판(2017, 4월 10일 보도자료)



[그림 2-9] 주거단지 주변의 건물 위요 정도에 따른 먼지 확산 경로 예시

출처: 이은엽 외(2019, p.18.)

도로에서의 미세먼지 배출 유형을 세부적으로 살펴보면 디젤차량 배출(50%), 차량운행에 따른 먼지(25%), 타지역에서 도로내로 이동해온 먼지(25%) 등으로 구성되어 있다. 특히, 도로구간 중 교차로는 가장 많은 오염물질을 도로와 대기로 배출, 재비산시키는 구역이며, 미세먼지 농도 변화가 가장 큰 구간으로 알려져

있다(박환서, 2011). 도로변에서 발생한 미세먼지 농도는 교통량, 바람, 도로변의 건물 높이 등에 영향을 받는다. 이동차량의 미세먼지는 차량 이동시의 난류와 차량후류의 오염물질의 부분적 체류로 발생하며, 최대 NO_x 농도는 교차로에서 출발할 때와 정지할 때 발생하게 된다.

3) 현 미세먼지 정책의 시사점

① 현행 미세먼지 정책 점검

□ 거시적 차원의 미세먼지 대책에 집중

정부는 관계부처 합동으로 2016년 「미세먼지 관리 특별대책」을 수립·추진하였으며, 최근 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법」을 시행(2019.03.26)하는 등 미세먼지 저감에 대한 대책을 마련하고, 국민 안전을 위한 최우선 해결과제로 설정하였다. 구체적으로, 미세먼지가 건강을 위협함에 따라 정부는 미세먼지 저감을 위해 2018년에 PM_{2.5} 기준을 선진국 수준으로 강화하였으며, 2019년에는 사회적 재난항목에 미세먼지를 포함시키고 미세먼지 관련 추경을 편성하는 등 미세먼지 저감을 위한 다양한 노력을 기울이고 있다. 그러나 국내의 미세먼지 대책은 발전, 수송, 산업부분과 중국으로부터 유입되는 미세먼지 문제 해결 등 거시적 차원의 정책대응에 집중되어 있다.

□ 도시 내 생활권 공간단위에서의 구체적인 저감대책 미비

정부는 2022년까지 총 7.2조원을 투자하여 국내 미세먼지 배출량을 30% 감축하고 전국 미세먼지 나쁨($50\mu\text{g}/\text{m}^3$) 초과일수를 70%(16년: 258일 → 22년: 78일) 저감하는 목표를 수립하였다. 그러나 교통 및 대규모 배출원(발전, 산업, 수송) 등 거시적 차원의 획일적 규제에만 비중을 두고 있을 뿐 도시 내 생활권 공간단위에서의 구체적인 저감 대책은 미비한 실정이다.

환경부가 실시한 ‘미세먼지에 대한 인식 조사’ 결과, 응답자 대다수가 미세먼지 오염도가 심각(91%)하고 건강에 위협이 된다(78.7%)고 인식하는 것으로 나타났다. 또한 정부의 미세먼지 대책에 대해서는 국민의 절반 이상(57.5%)이 알고 있으나 44.6%가 불만족을 표시하였다. 따라서 도시의 거주자들이 실제 생활하는 미시 공간 단위의 특성에 따른 환경영향과 미세먼지 특성을 분석하여 효과적인 미세먼지 노출 저감 방안을 마련함으로써 국민 체감도를 향상시킬 수 있는 전략이 마련되어야 한다.

② 생활권 단위의 생활밀착형 미세먼지 저감대책 마련 필요

도시공간에서 생성되고 영향을 미치고 있는 미세먼지 배출원에 대한 접근은 상대적으로 미흡한 측면이 있다. 최근 들어 2차 미세먼지에 의한 피해가 더 큰 것으로 규명되고 있으며 도시인구의 상당수가 미세먼지 기준을 초과하는 수준에 노출된 것으로 알려져 있다. 이에 도시 내 생활공간 단위에서 2차 미세먼지를 줄이기 위한 다양한 접근을 시도할 필요가 있다. 미세먼지는 국민건강 보호 측면에서 우려의 수준을 넘어 환경성 질환 및 질병부담 증가와 같은 부정적인 현상을 야기하고 있다. 따라서 도시 미세먼지 문제 해결을 위해서는 사전에 미세먼지의 배출과 생성을 방지하거나, 배출된 미세먼지의 경우 인체 노출 농도를 저감시키는 것이 중요하다. 기후변화에 따른 영향과 연계해 도시 미세먼지의 현황과 원인을 이해하고 지역의 특성에 적합한 해법을 도출해야 할 것으로 판단된다.

도시 미세먼지 문제를 해결하기 위해서는 앞서 언급한 도시 구성요소, 자연 및 기후조건, 공간유형 등 도시내 미세먼지의 특성과 연계하여 이를 효과적으로 저감할 수 있는 다각적인 정책을 발굴하고 기술을 개발해야 할 것으로 사료된다. 정책의 효과적 운영을 위해 중장기적인 미세먼지 저감 목표를 설정하고, 이를 달성하기 위해 관련 계획 반영, 허용기준 조정 등 다양한 미세먼지 저감 방안을 최적으로 조합해 실행력을 강화해야 할 것이다. 또한 원천적으로 대기오염의 원인을 차단하고 감소시키기 위해 공해 물질을 적게 유발시키는 대체 연료나 장치 등을 적극적으로 개발함과 동시에 미세먼지를 제어할 수 있는 기술을 지속적으로 연구하고 발전시켜 나가야 할 것이다.

생활공간인 도심에서는 많은 미세먼지가 도로에서 발생한다. 자동차 배기가스, 타이어와 브레이크 마모 등 도로에서 발생하는 미세먼지는 중금속이 함유되어 있어 도로 위 미세먼지를 효과적으로 차단하는 것이 필요하다. 도시계획시설로 도로변에 설치하는 완충녹지는 대기오염과 소음을 차단할 목적으로 조성하므로 미세먼지 차단을 위해 완충녹지를 활용해 본다면 도로 위에서 발생된 미세먼지를 효과적으로 저감시킬 수 있다. 미세먼지 발생량이 많은 장소에 설치하는 완충녹지대는 도로변에 방음벽을 설치하고 후면에 완충녹지를 설치하여 미세먼지 저감 효과를 높여주도록 한다. 또한, 완충녹지대의 폭이 20m 이상 확보될 경우 미세먼지 저감 효과가 높아지고 있어, 녹지대 폭을 상향 조정해 볼 필요가 있다. 이러한 점에서 완충녹지의 미세먼지 저감 기능을 확대 적용할 수 있도록 관련 제도를 개선해 나갈 필요가 있다.

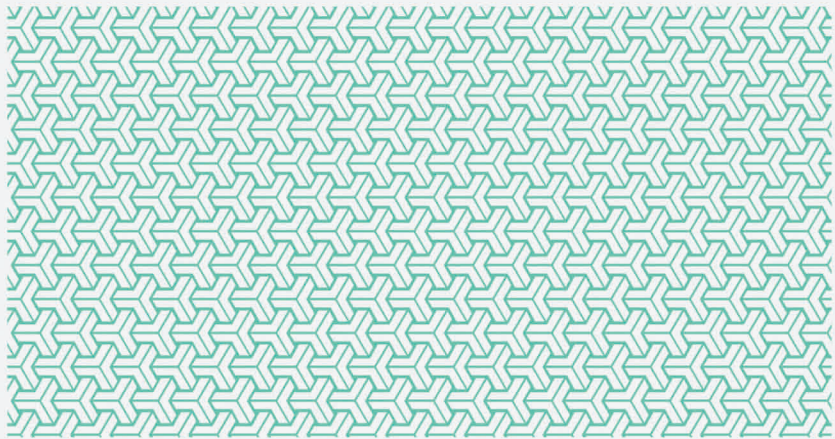
3. 소결

2장에서는 기후변화로 인한 현상들로 인해 우리의 일상생활이 불편함과 불안함을 동반하는 영향이 점차 증가하고 있음을 지적하였다. 기후변화로 인한 불확실성이 증가하고 있으며, 우리 스스로 위협요인을 만들고 있다는 인식에 기초한 대응 및 실천이 필요한 시점임을 논의하였다.

아울러 미세먼지를 대기 순환계 변화에 따른 불안요소로서 살펴보고 미세먼지 관련 사회적 현상, 미세먼지 현상과 특징, 현 미세먼지 정책의 시사점을 논의하였다. 국내 미세먼지 평균 오염도 및 건강위험은 증가 추세에 있으며, 국제적으로 심각한 수준에 이르고 있다. 대응에 있어 미시 공간 또는 생활권 단위의 특성에 따른 효과적인 미세먼지 저감 방안을 마련해야 한다는 점을 강조하였다.

미세먼지에 대한 불편함과 관련된 현상은 기후변화가 야기한 현상 및 문제 중 하나의 예시이다. 기온 상승, 폭염, 폭우 등으로 기후변화로 느껴지는 현상들도 일상생활에 감지되고 있는 불안요소로 작용하고 있다. 이에 대한 대응은 개개인의 생활 행태 변화에서부터 우리나라의 감축 및 적응 정책, 전 세계적 협력적 대응 노력 등을 포괄한다. 다음 장에서는 기후변화에 대한 대응방안의 핵심 단어로서의 회복탄력성(Resilience)의 강화를 논의해 보고자 한다.

제3장 대응방안: 회복탄력성(Resilience)강화



1. 지속가능한 생활의 단서: 회복탄력성(Resilience)
2. 회복탄력성 강화 정책방안 사례
3. 소결

1. 지속가능한 생활의 단서: 회복탄력성(Resilience)

1) 리질리언스 개념의 등장 및 배경

인간과 자연의 지속가능한 미래를 추구하는 것은 환경생태계획을 넘어서서, 모든 계획이 지향하는 목표 중에 하나일 것이다. 인류가 지금까지 지구에서 생존해 오는 동안, 지속가능성을 의식적이든, 무의식적이든 추구하지 않은 시기는 아마도 없을 것이다. 지속가능성을 심도 있게 고려하면서 오늘날 전 세계적으로 이슈가 되고 있는 기후변화, 자원고갈, 자연재해 등의 지속가능성 문제에 대한 해법으로 리질리언스(Resilience: 회복탄력성) 개념이 빈번하게 활용되고 있다.

① 지속가능성(Sustainability)의 출발

오늘날 우리가 일반적으로 말하는 지속가능성에 대한 고민은 1987년 세계환경개발위원회(World Commission on Environment and Development)의 브룬트란트 보고서(Brundtland Report)에서 출발한다. 브룬트란트 보고서(World Commission on Environment Development, 1987)의 ‘지속가능한 개발’(Sustainable Development)⁷⁾ 개념은 정의가 모호하다. 그 덕분에 환경을 고려한 성장 낙관론에서부터 환경문제에 의한 성장 한계론에 이르기까지 양극단의 다양한 해석을 오늘날까지 놓고 있다. 그럼에도 지속가능성이라는 용어는 학계와 산업계뿐만 아니라, 사회 전체가 지향하는 주요 가치로서 인식되고 있다. 결과적으로 지속가능성에 대한 대상과 정도에는 차이가 있겠지만, 오늘날 지속가능성에 대한 논의는 “미래는(반드시) 지속가능해야 한다.”는 다소 원론적이면서 윤리적인 선택마저 띠게 되었다.

② 리질리언스의 등장

한편, 지속가능성에 대한 논의는 미국을 중심으로 건축 및 도시 분야에서 2000년을 전후로 ‘리질리언스’(resilience) 개념의 본격적 등장과 함께 새로운 전기를 맞게 된다. 기존의 지속가능성에 대한 논의가 과학적인 규명보다 당위적인 실천 목표로서 강조되었던 것에 비해, 오늘날 리질리언스에 대한 논의는 ‘사회생태시스템’(Social-Ecological Systems)을 기반으로 과학적이면서 실증적인 차원에

7) ‘지속가능한 개발’(sustainable development)은 “미래 세대의 욕구를 충족시킬 능력을 손상시키지 않으면서 우리 세대의 욕구를 충족시키는 개발”이라고 정의한다(World Commission on Environment Development, 1987). 오늘날 지속가능한 개발은 일반적으로 경제, 사회, 환경의 세 차원에서(dimensions)에서 검토되고 있으나, 최근에는 문화 역시 제 4의 차원으로 받아들여지고 있다(Hayward, 2002).

서 연구되고 있다. 다시 말해, 인간과 자연의 지속가능한 목표를 위해 사회생태 시스템의 리질리언스라는 현상적인 특징을 과학적으로 규명하려는 것이다.

어쩌면 이 개념은 지속가능성보다 앞설 수 있다. 오늘날 건축 및 도시 분야에서 회자되고 있는 리질리언스의 개념은 생태학자 홀링의 1973년 선구적인 논문에서 비롯되었다(Holling, 1973). 리질리언스의 개념은 오랜 시간 동안 생태학과 심리학을 중심으로 발전하였는데, 오늘날에는 산림과학, 대기과학, 해양과학 등의 자연과학으로부터, 인류학, 지리학, 경제학, 정치학 등의 사회과학, 그리고 계획학, 행정학, 경영학과 같은 응용과학에 이르기까지 다양한 학문 분야에서 탐구되고 있다(Chelleri, 2012).

2) 리질리언스 이론의 주요 개념

① 개념적 토대

리질리언스 이론은 기본적으로 시스템 이론⁸⁾의 복잡계에 기초해 있다. 복잡계는 각 요소들이 단순하게 모여 있는 집합체(부분의 합=전체)와는 다른 개념으로서, 상호 연관되어 있는 각 요소들이 유기적으로 구성되어 있는 통일체(부분의 합≠전체)를 말한다. 이에 따라, 복잡계는 ‘창발성’(emergent property), ‘자기조직화’(self-organization), ‘비선형성’(non-linearity), ‘불확실성’(uncertainty), ‘비예측성’(unpredictability) 등의 특징을 지닌다.

이에 대해, 구체적으로 살펴보면, 창발성은 하위수준의 구성요소에서는 발견되지 않는 특성이 상위수준의 전체 시스템에서 나타나는 것을 말한다. 복잡계에서는 창발성의 원인을 시스템 스스로의 재구성 능력을 의미하는 자기조직화로서 설명한다. 이를테면 하나의 도시를 여러 개의 마을로 나누어 이해할 수는 있지만, 도시에서 나타나는 특징은 자기조직화에 의해 창발되므로 여러 마을의 특징의 합으로 설명할 수 없다는 것이다. 한편, 비선형성은 구성요소와 전체시스템 사이에 선형적인 상호작용이 성립하지 않는다는 것을 말한다. 이와 같은 특성들로 인해 복잡계에서 미래는 불확실한 것이 되며, 완벽한 예측은 불가능하다.

8) 시스템 이론(systems theory)은 1937년 생물학자 베르탈란피(Ludwig von Bertalanffy)에 의해 시작된 이론으로서, 모든 종류의 시스템과 관련된 원리들과 특성들을 탐구한다. 시스템 이론은 변화를 시스템 관점에서 다루는 다양한 학문 분야에서 두루 활용되고 있다. 본고의 리질리언스 이론은 사회생태시스템을 복잡 적응계 관점에서 살펴보는 것이다. 이것은 사회생태시스템이 ‘음의 피드백’(negative feedback)이 아닌 ‘양의 피드백’(positive feedback)으로 인해, 끊임없는 변화(constant change)가 일어나며, 시스템 스스로 ‘적응’(adaptation)이나 ‘학습’(learning)을 통해 진화하는 특성이 있다는 것이다.

3) 리질리언스, 회복탄력성의 이해

① 주요 개념⁹⁾

□ 사회생태시스템(Social-Ecological Systems)

사회생태시스템의 원론적 정의는 다음과 같다. 사회생태시스템은 사회시스템과 생태시스템이 통합되어 있는 복잡계이다(Berkes and Folke, 1998).

"Social-ecological systems are complex, integrated systems in which humans are part of nature." (Berkes and Folke, 1998)

사회생태시스템은 기본적으로 인간(사회)과 생태계(환경)가 상호 연관되어 '공진화'(coevolution)를 한다는 것을 상정한 개념이다. 다시 말해, 사회시스템은 생태시스템에게 영향을 주고, 생태시스템 역시 사회시스템에게 영향을 주는 상호 작용의 관계를 가지고 있다. 한편, 사회생태시스템을 '인간-환경 연계시스템'(coupled human-environmental systems)으로 표현하는 학자들도 있다(Liu et al., 2007; Alberti, 2008).

사회시스템과 생태시스템을 통합적으로 이해하는 이유는 두 시스템 사이의 개념적 공통점이 있기 때문이다. 두 시스템 모두 시공간 '차원'(dimensions)에서 '패나키(panarchy)' 구조를 기본으로 '적응적 순환(adaptive cycle)'을 하는 공통점이 있다(Holling and Gunderson, 2002). 참고로, 패나키와 적응적 순환에 대한 설명은 아래에서 보다 구체적으로 살펴볼 예정이다. 하지만, 두 시스템 사이에는 차이점 역시 존재한다. 사회시스템은 생태시스템과 달리 시공간의 차원을 넘어서, '상징 구축(symbolic construction) 또는 '의미'(meanings)라고 하는 제3의 차원이 존재한다. 이것은 '재귀적(reflexivity) 존재인 인간이 만든 사회시스템은 생태시스템에는 없는 추상적 사고, 미래 전망, 기술 활용 등의 능력이 있기 때문이다(Westley et al., 2002).

사회생태시스템 개념이 등장한 다른 실질적인 이유는 산업혁명 이후 오늘날의 생태계에서 인간의 영향력이 너무나 커진 것을 들 수 있다. 이를 테면, 크뤼첸(Crutzen, 2002)이 말하는 '인류세'(anthropocene)¹⁰⁾라는 용어에서 보듯이,

9) 본고에서 다루고 있는 '리질리언스'(resilience)' 이론의 주요 개념들에 대한 한국어 번역 용어는 건축 및 도시 분야에서 명확하게 확립되어 있지 않은 실정이다. 또한, 다양한 학문 분야별로 일반적으로 비슷하지만, 통일되지 않은 번역 용어들을 현재 사용되고 있다. 이에 본고에서는 영문 용어를 병기하여 사용하였으며, 앞으로 번역 용어의 일관된 사용을 위한 학문적 합의를 기대한다.

10) '인류세'(anthropocene)는 2010년 화학자 크뤼첸(Paul Crutzen)이 처음 제안한 비 공식적인 지질시대 용어로서, 인류에 의한 지구의 환경 파괴로 초래된 시대를 말한다.

인류는 이전 시대와는 비교할 수 없을 만큼, 지구의 기후와 생태계를 치명적으로 변화시키고 있다. 그리하여 지속가능한 미래에 대한 문제는 자연생태계의 문제임에도 불구하고 자연생태계를 좌지우지하는 인간의 행위나 사회제도 역시 자연생태계에 대등할 만큼 중요하게 되었다.

□ 리질리언스(Resilience)의 정의

오늘날 여러 학문분야에서 탐구되고 있는 리질리언스 개념은 ‘생태적 리질리언스’(ecological resilience)을 말하며, 우리는 흔히 다음과 같은 생태적 리질리언스에 기반한 정의와 친숙하다.

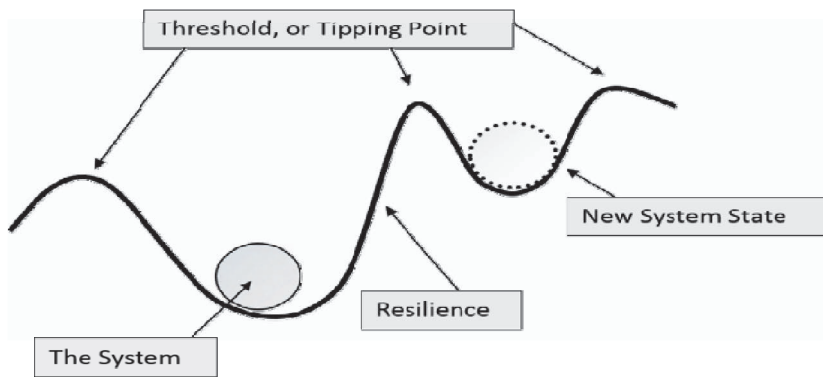
“Resilience is the capacity of a system to absorb disturbance and reorganize while undergoing change so as to still retain essentially the same function, structure, identity, and feedbacks.” (Walker et al., 2004)

- 리질리언스는 변화를 겪는 동안 본래의 기능, 구조, 정체성(identity), 피드백(feedback)을 유지하기 위해서 충격(disturbance)을 흡수하고, 재구성하는 시스템의 능력을 말한다(Walker et al., 2004).

생태적 리질리언스는 ‘공학적 리질리언스’(engineering resilience)와는 구분되는 개념이다. 홀링(Holling, 1996)에 따르면, 공학적 리질리언스는 하나의 안정된 평형상태(equilibrium)에 초점을 맞추는 전통적 개념으로서 효율성, 항상성(constancy), 예측성에 관심을 기울인다. 반면, 생태적 리질리언스는 다중의 안정 상태(stable states)를 강조하며, 진화적 관점에서 지속성(persistence), 변화성, 비예측성에 주목한다.

리질리언스를 이해하고 적용하는 핵심적인 방법 중의 하나는 “무엇(충격)에 대한 무엇(시스템)의 리질리언스”(resilience of what to what)을 파악하는 데에 있다(Carpenter et al., 2001). 리질리언스는 기본적으로 충격에 대한 시스템의 안정 능력을 표현하는 개념이므로 구체적인 충격과 이에 대응하는 시스템을 정확하게 파악하는 것이 중요하다.

지질시대는 ‘누대’(eon), ‘대’(era), ‘기’(period), ‘세’(epoch) 순으로 이어지는 세분화된 연대 구분 용어를 사용하는데, 인류세는 신생대 4기 충적세(holocene) 이후의 시대를 가리킨다(Zalasiewicz et al., 2010).



[그림 3-1] 시스템의 유동적 변화에 따른 회복 탄력성 위치와 기능에 대한 개념도

출처: Loring (<http://www.conservationofchange.org/resilience/>. 검색일: 2019.11.10.)

□ 사회시스템과 생태시스템 통합의 구조: 패나키(Panarchy)

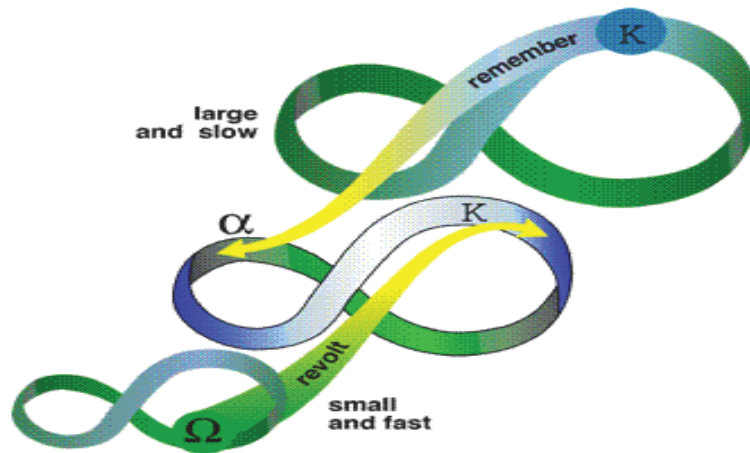
패나키는 사회생태시스템을 비롯한 복잡적응계의 전체 구조를 설명하는 용어로서, 시공간적으로 여러 개의 적응적 순환 모형들이 위계를 가지고 중첩되어 있는 순환(nested cycles) 모형의 집합을 말한다. 패나키는 상위 체계가 하위 체계를 지배한다는 뉘앙스를 주는 ‘위계’(hierarchy) 개념을 피하기 위해서 만들어진 용어이다. 다시 말해서, 패나키는 상위 체계와 하위 체계가 상호작용(cross-scale interactions)을 일으킨다는 개념을 담고 있다(Holling et al., 2002; Walker et al., 2012).

“A panarchy is a model of linked, hierarchically arranged adaptive cycles that represents the cross-scale dynamic interactions among the levels of a system and considers the interplay between change and persistence.”
(Holling et al., 2002)

- 패나키는 연결된 계층적 배열구조를 가진 적응 순환계가 연결된 모형이다. 이는 변화와 저항사이에서 상호작용을 고려하고, 공간적 범위를 넘어서는 동적 상호작용을 나타낸다 (Holling et al., 2002).

보다 구체적으로 살펴보면, 하위 체계의 적응적 순환은 작고 빠른 반면, 상위 체계의 적응적 순환은 크고 느린 특성을 보인다. 하위 체계는 기억(remember)을 통해, 상위체계에 영향을 주고, 상위 체계는 충격(revolt)을 통해 하위체계에 영향을 준다(Holling, Gunderson, and Peterson, 2002). 이에 대한 사회생태시스템의 구체적 구조는 그림 3-2와 같다.

예를 들어, 보다 쉽게 사회시스템의 규칙을 가지고 생각해 보면, ‘개인이나 소규모 집단의 결정’은 시공간적으로 빠르고 좁은 규모의 일이지만, 그것이 ‘정책/계약’, ‘법률’, ‘헌법’, ‘문화’로 나아갈수록 시공간적으로 느리고 커다란 규모의 일이라는 것을 직관적으로 알 수 있다(Westley et al., 2002). 이러한 체계는 ‘개인이나 소규모 집단의 결정’-‘정책/계약’-‘법률’-‘헌법’-‘문화’는 서로 연결되어 있으며, 하위 체계가 상위 체계에 영향을 줄 뿐만 아니라, 상위 체계 역시 하위 체계에 영향을 주는 것을 알 수 있다.



[그림 3-2] 적응순환계가 상호 연결되어 상하간 영향을 주는 연속적 구조가 특징인 패나키의 개념도

출처: Santa-Barbara Family Foundation (<http://www.sustainablescale.org/ConceptualFramework/UnderstandingScale/MeasuringScale/Panarchy.aspx>, 검색일: 2019.11.10.)

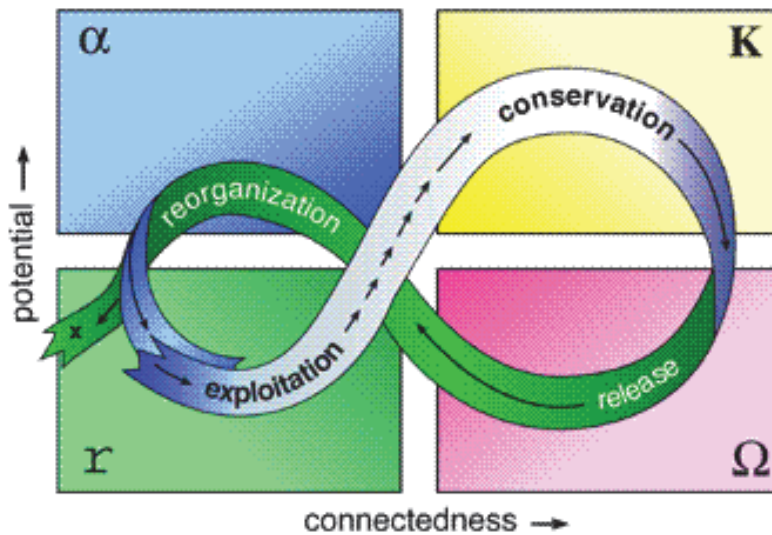
□ 적응적 순환(Adaptive Cycle)개념에서 리질리언스의 역할

그림 3-2에서 소개한 패나키의 적응순환 구조 하나를 확대해 살펴보자. 지속가능성은 외부의 변화를 포괄하는 순환적 사이클의 형태로 비춰볼 수 있다. 우리가 생활하는 사회를 하나의 복잡계로 보자. 어떠한 복잡계(또는 사회)든 나름의 태초의 시작이 있다. 시간이 흐르면 사회가 고도화되며 발전을 하고 어느 정점에 다르면 그 상태를 유지하고자 한다. 포화상태에 다르면, 갱신하기 위한 파괴를 인위적으로 감행하기도 하고, 자연재해와 같이 불가항력적인 힘에 의해 변화의 시점에 다다른다. 이때 재구성의 범위를 설정하는 것이 리질리언스(Resilience, 회복탄력성)이다. 리질리언스가 크다면 기존보다 더 나은 사회적 시스템 또는 복잡계를 낳게 된다(그림 3-3). 그 과정에서 일부는 버려지기도 한다. 결국 이러한 순환적 과정을 거치며 복잡계가 성장, 확대해 나가거나 버려지는 것에 대한 크기에 따라 현상을 유지하거나 다른 모습으로 전환할 수 있다.

이러한 개념을 Holling은 다음과 같이 정의내리고 있다.

"The adaptive cycle is a metaphor used to describe four commonly occurring phases of change in complex systems. The four phases are: exploitation, conservation, creative destruction, and renewal (also referred to as r , K , ω , α)." (Holling, 1986)

- 적응적 순환은 보통 복잡계에서 공통적으로 발생하는 4가지 변화의 장에 대한 은유적 표현이다. 네 가지 변화의 장은 개발(r), 보존(K), 창조적 파괴(Ω), 갱신(α)이다 (Holling, 1986).



[그림 3-3] 사회적 복잡계를 설명하는 적응적 순환의 구성 개념도

출처: Santa-Barbara Family Foundation (<http://www.sustainablescale.org/ConceptualFramework/UnderstandingScale/MeasuringScale/Panarchy.aspx>. 검색일: 2019.11.10.)

적응적 순환은 사회생태시스템을 비롯한 ‘복잡 적응계’(complex adaptive system)의 동적인 관계(dynamics)를 설명하는 경험적 모형(heuristic model)이다. 적응적 순환은 ‘ r (이용/성장, exploitation)’ → ‘ K (보존/축적, conservation)’ → ‘ Ω (창조적 파괴/이완, release)’ → ‘ α (재조직화, reorganization)’의 4단계의 순환 주기로 구성된다(Holling and Gunderson, 2002). 한편, 적응적 순환의 4단계를 시각적으로 설명하기 위해 가능성(potential), 연결성(connectedness), 리질리언스를 차원(dimensions)으로 하는 2차원과 3차원의 다이어그램을 보통 활용한다(Holling and Gunderson 2002; Gunderson, 2002; Walker and Salt, 2006).

2. 회복탄력성 강화 정책방안 사례

지속가능성을 유지하기 위해 사회가 갖추고 있는 위계에 대해서 살펴보았다. 작은 규모의 적응순환계에서 사회를 운영하는 대규모의 적응순환계가 각각의 개연성을 중심으로 연결되어 있다는 것을 확인했다. 적응순환계는 사회를 설명하는 하나의 복잡계로서 '탄생-유지-파괴-재생산'의 고리를 유지하며 변화해 나가고 있다는 의미도 확인했다. 이러한 이론적 배경이 현재 우리나라 사회를 운영하는 정책으로서 어떻게 작용되고 있을까?

우리사회 또한, 개인에서부터 국가 사회로 이르는 위계를 갖고 운영되고 있다. 기후변화는 개인에서 국가까지 전반적인 영향을 미치게 되므로 사회적 지속가능성과 안전에 직결된다 해도 과언이 아니다. 현행 중앙정부의 정책 중에서 대표적인 정책을 사례를 들어 살펴보고 앞서 짚어본 이론적 내용과 빗대어 시사점을 도출해보고자 한다. 살펴볼 대표적인 중앙정부 정책은 지속가능성의 측면에서 온실가스 감축 등 환경적 위해를 최소화하기 위한 정책인 녹색건축정책의 적용 사례와 지역의 사망자 감소를 위해 운영되고 있는 지역안전지수 정책을 조망한다. 더불어 현재 직면하고 있는 기후변화의 부정적 영향인 미세먼지 현상에 대한 기본적 해법을 사례를 통해 정리해 본다.

1) 건물 중심의 회복탄력성 강화: 녹색건축 정책

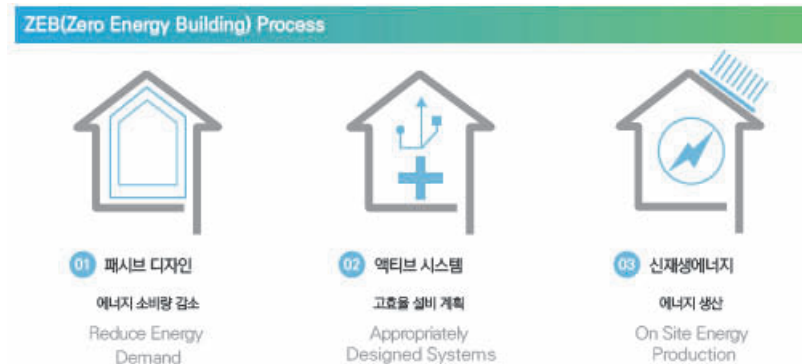
① 녹색건축물 정책의 이해

□ 기후변화 속도를 줄이기 위한 온실가스 감축정책

지구 온난화의 대표적 문제라고 할 수 있는 온실가스 배출에 대해서, 지난 2015년 정부는 2030년까지 배출전망치 대비 37%의 국가 온실가스 감축을 선언한 바 있다. 이러한 기후변화에 적응하기 위해 국내 건축분야에서는 녹색건축이란 개념을 정립하여 발전시켜 왔고 '2030 국가 온실가스 감축 로드맵 수정안(2018)'에서는 건물부문 온실가스 6,450만톤의 감축을 확정하였다.

건물부문의 온실가스 감축은 생활 소비 에너지를 줄이는데 초점을 두고 있다. 건물부문의 에너지는 냉·난방, 급탕, 조명, 환기 등 삶의 질을 향상시키는데 기초가 되는 에너지원이다. 에너지원으로 대부분 전력이 활용되며, 일부 도시가스, 지역난방, 석탄·석유가 사용된다. 온실가스 감축을 위해 에너지소비를 줄이는 것은

삶의 질이 떨어지는 것과 밀접하므로 에너지 소비를 효율적으로 할 수 있는 기법을 건물과 결합하도록 장려하고 있다.



[그림 3-4] 제로에너지 건물 프로세스

출처 : 김학건 외(2019, p.26.)

구체적으로 녹색건축물 보급, 제로에너지건축물 의무화, 그린리모델링사업 등을 추진하면서 건축물의 온실가스 배출을 최소화하되 보다 쾌적한 환경을 제공한다. ‘녹색건축물’이란 에너지절감과 환경보전을 목표로 에너지절약, 고효율설비, 자원재활용, 환경공학 저감 기술 등을 적용해 자연친화적으로 설계, 시공하고 건물의 수명이 다해 해체될 때까지 환경에 주는 피해를 최소화하도록 계획된 건축물이라 할 수 있다. 제로에너지건축물은 보다 에너지 부하에 초점을 맞추고 있다. 단열, 창호 등 건축물 자체 성능을 극대화한 패시브(Passive) 기술과 고효율 설비시스템의 액티브(Active) 기술을 결합시켜 에너지소요량을 최소화하고, 태양광, 지열 등 신재생 에너지를 활용함으로써 건물에서 사용하는 최종 에너지 소비가 ‘0 (에너지자립률 100% 이상)’인 건축물로 통용되고 있다.

□ 녹색건축물은 지속가능한 생활의 기반으로 발전

온실가스 감축을 위한 건물에서 소비하는 에너지를 줄이기 위한 노력은 제1차 녹색건축물 기본계획이 시작된 2014년부터 본격화되었다. 당시 관건은 건축으로 인한 자연성 훼손을 최소화 하고 에너지효율화를 통해 온실가스 배출을 최대한 줄이는 것 이었다. 5년 이상 녹색건축 정책이 운영되면서 이전보다 단열재, 창호, 설비 등이 비약적으로 우수한 제품을 적용하고 있다.

특히 최근에는 녹색건축물을 제로에너지건축물 수준으로 높여 보다 강력한 건축물의 온실가스 감축 정책을 추진하고자 국토교통부를 포함한 많은 기관이 고민하고 있다. 제로에너지건축물은 달성 수준에 따라 건축물의 5대 에너지(난방,

냉방, 급탕, 조명, 환기)를 이야기 하는 경우도 있고, 전열(플러그) 사용에너지까지 포함하는 경우, 그리고 이 모든 것을 금액으로 환산해서 0원을 만드는 단계로 이야기되기도 한다.

이는 우리가 줄여야 하는 총량의 한계를 크게 보느냐 적게 보느냐의 문제일 뿐 해결방법과 방향성은 유사하다. 다만 신축건축물은 인허가와 엮여서 건축성능 관리가 잘 동작하고 있으나, 기존건축물은 이미 지어진 건물을 고치는 문제라 경제성과 생활방식 등의 이유로 국내외를 포함하여 쉽게 접근하기 어려운 문제를 담고 있다.

실질적인 인식에 대한 문제도 있다. 녹색건축물 안에서 생활하거나 가까이서 경험하지 않으면 잘 인식되지 못하는 경우도 적지 않다. 그나마 생활에서 쉽게 눈에 띄는 부분은 건물 외부에 설치된 태양광 발전과 실내에 있는 LED 조명, 대기전력 차단콘센트 정도다. 관심 있게 지켜보지 않으면 인식하기 어려울 수도 있지만, 가끔 BEMS가 설치된 건물이 키오스크나 디스플레이 장치가 있어서 에너지사용량, 태양광 발전량 등을 보여주는 경우도 있다.

특히, 이미 사용 중인 건축물이 사용하는 에너지를 어떻게 효율적으로 줄여 온실가스 감축에 이바지 할 수 있는가는 중요한 문제다. 현재 정책은 그린리모델링을 장려하는 것으로 가닥을 잡고 시행 중 있지만, 아직 호응이 높은 편은 아니다. 하지만, 앞으로 일반 국민이 기후변화에 높은 회복탄력성을 갖춘 건축물에서 생활하기를 희망한다면, 그린리모델링은 녹색건축의 중요한 정책사업 중 하나이다.

녹색건축과 관련한 업무를 하는 민간기업에서 출선하여 사옥을 그린리모델링을 통해 업그レード 하고, 나아가 제로에너지를 실현하기 위한 시도를 하고 있다. 대표적인 사례를 통해 온실가스 감축을 위한 중앙정부의 정책이 어떻게 현실적으로 접목되고 있으며 일반건축물과의 차이점은 무엇인지 살펴보자.

② 일반 노후건축물이 녹색건축물로 변화하는 과정

□ 제로에너지 그린리모델링 건축사례 : 서울 청연사옥

청연사옥은 서울특별시 강남구 논현동에 소재한 업무용건축물이다. 건축주는 노후한 업무용 건축물을 인수해 2016년 11월 설계에 착수, 2017년 8월 공사를 시작해 약 10개월간의 공사를 거쳐 2018년 5월에 준공했다. 계획부터 준공까지 약 1년 7개월이 소요된 사업이다.



[그림 3-5] 그린리모델링 후 청연사옥(좌) 및 녹색건축 관련 성과(우)

출처 : 김학건 외(2019, p.24, p.269)

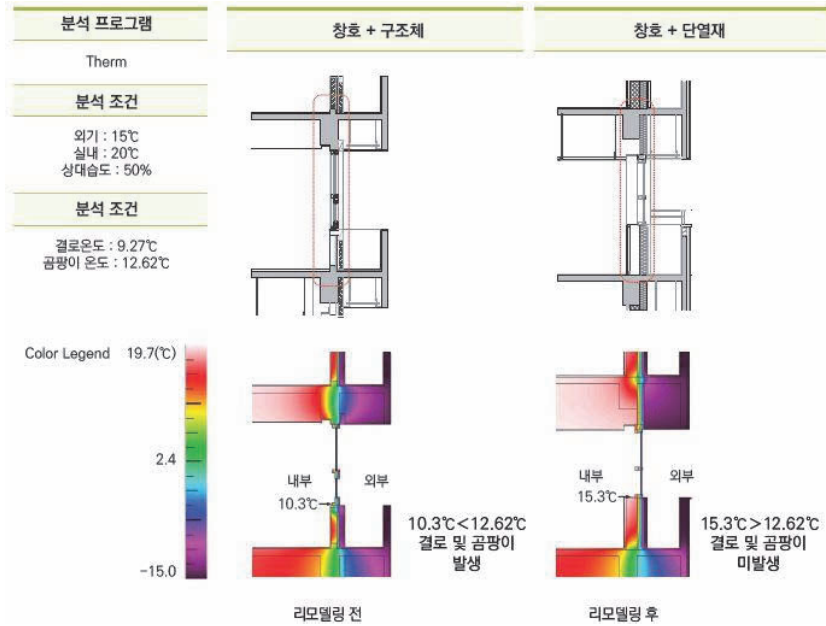
민간 업무용건축물로는 최초로 제로에너지건축물인증(5등급)을 취득하였고, 건축물에너지효율등급 1++등급(연간 1차에너지소요량 104.1kWh/m²y)이라는 대단히 수준 높은 에너지절감형 건축물을 구현했으며, 녹색건축인증 리모델링 부문 최우수 등급이면서 동시에 100점 만점을 받았다. 그리고 LH의 그린리모델링 이자지원 사업의 민간이자 3%도 지원(최고수준, 에너지요구량 144.6→68.3으로 절감률 52.8%) 받았다. 이 사례는 소규모 리모델링 건축물에서도 제로에너지 그린리모델링 구현이 가능하다는 선례를 남겼다는 점에게 의미가 크다.

- 건축부분의 변화 : 패시브 디자인

대표적인 변화는 단열재 두께의 증가와 고성능 창호 변경이다. 이는 ‘패시브 디자인’의 기본이다. 기본적으로 건축물의 단열 성능이 좋아지면 실제로 에너지를 사용하는 설비의 부담을 줄일 수 있으므로 가장 기본적인 에너지 감축 방법이다.

단열재는 「건축법 시행규칙」에서 ‘건축물의 열손실 방지를 위한 조치(1979.9.5., 일부개정)’가 추가되면서 건축물의 단열 두께와 열관류율 값이 규정되었다. 이후 「녹색건축물 조성지원법」이 2012년 제정되면서 단계별로 단열성능이 크게 좋아졌다. 특히, 창은 단유리와 복층유리 일색에서 로이복층유리, 로이삼중유리, 진공유리 순으로 발전해왔고, 로이유리의 코팅 횟수, 스마트글라스로 원하는 빛을 제어하는 수준까지 발전하였다.

단열재의 위치도 구조체의 안쪽 벽에서 설치되는 내단열 방식에서 구조체의 외벽 쪽으로 설치되는 외단열 방식이 적용됐다. 실제로 오랜 시간을 거주하는 공간은 구조체가 열을 담는 축열 역할을 할 때 에너지 소비가 적어지므로 주거와 사무 공간에서의 외단열 공법은 지속적으로 확산은 될 것이다. 물론 외단열 공법은 건축물 대화성능에서 문제가 제기되기도 하였으나, 외벽의 준불연 단열재 사용 확대로 대비하고 있다.



[그림 3-6] 창과 벽체부위 결로분석 비교

출처 : 김학건 외(2019, p.141.)



[그림 3-7] 광선반(좌) 및 외부전동블라인드(우)

출처 : 김학건 외(2019, p.232.)

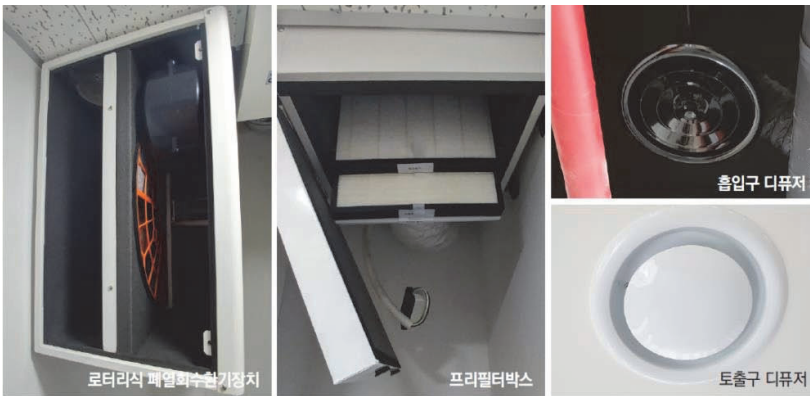
이 외에도 최근에는 열교 부위를 최소화 하는 공법, 건축물의 기밀성능을 높이는 공법, 차양을 어떻게 설치하는 것이 효과적인지를 검토하는 방법론이 계속 발전하고 있다. 차양은 건축물 구조체를 활용한 차양, 광선반, 외부 블라인드 등 상황에 따른 다양한 방법으로 원하는 일사량을 조절할 수 있다. 청연사옥은 고성능 창호 교체와 외단열공법을 적용해 열교로 인한 열손실과 결로 및 곰팡이 문제를 최소화했다. 외부 전동블라인드와 광선반을 설치해 일사량 조절을 통해 냉난방에너지와 조명에너지가 절감되었으며 자세한 내용은 경제적 효과 부분에서 서술하였다.



[그림 3-8] 패시브 창호 시공

출처 : 김학건 외(2019, p.234.)

건물의 기밀성능도 창호의 발전과 함께 급속도로 높아지고 있다. 특히 외부 미세먼지의 증가는 기밀성능의 발전 속도에 큰 영향을 끼쳤다. 높아진 기밀성능은 외부 소음을 차단하는 성능도 대폭 향상시켰다. 그 결과 외부 소음 및 오염물질 유입량이 줄어든 장점이 생겼다. 청연사옥 또한 이러한 기밀성능과 소음차단 기술을 적용했다. 외부소음과 실내 미세먼지 유입은 확실히 차단하게 되었으나, 또 다른 문제가 생겼다.



[그림 3-9] 폐열회수환기장치 설치 결과

출처 : 김학건 외(2019, p.246.)

기밀성능을 높이다 보니, 실내에서 발생한 오염물질이 외부로 배출되는 기능도 같이 줄어들어 이를 보완하는 설비를 보강했다. 점차 기밀해진 건축물 속에 오염된 공기를 적절히 환기하고 깨끗한 공기를 실내에 제공하기 위해서는 건축적인 방법과 설비적인 방법이 동시에 고려되어야 한다. 원칙적으로는 창호의 개구면적이 크고, 개구부 방향이 건물의 주변 풍향과 적절하게 설치되어야 한다. 보조적으로 설비 중 외기도입이 가능한 설비(폐열회수 환기장치)가 설치되어야 하며 적절한 공기여과성능을 갖추어야 한다.

녹색건축정책의 궁극적인 추진목적 중 하나는 건축물의 생태성 강화이다. 지붕에 옥상녹화와 쿨루프 기법¹¹⁾을 적용하여 도시의 온도를 낮추는데 기여하고자 했다. 옥상녹화를 적용하여 일대 지역에 찾아보기 힘든 생태적 구역을 조성했다. 집중호우시 일시적으로 빗물을 저류할 수 있도록 해 건물 주변지역의 홍수예방에 도움이 될 수 있을 것으로 기대한다. 보통 방수도료를 피복하고 방치하는 일반 건물의 옥상과 달리, 옥상녹화, 쿨루프, 태양광발전시설을 함께 설치하면 에너지소요를 줄이고 폭우의 배출을 지연하며 점점 더워지는 기후변화를 극복할 수 있는 좋은 방안이라 생각된다.



[그림 3-10] 태양광발전 하부 휴게공간과 옥상녹화

출처 : 김학건 외(2019, p.297.)

이밖에도 조명의 스마트한 제어를 이용해서 불필요하게 사용되는 에너지를 줄이는 기술이 크게 적용된다. 한 때 화장실에서 열심히 손을 흔들며 불을 키던 시절도 있었지만 이제는 감지센서를 이용해 자동으로 조명제어가 가능하다. 그래서 사람이 없더라도 항상 켜놓던 공간들도 필요한 만큼만 전등이 켜지고 그 외에는 에너지를 줄일 수 있는 상황이 되었다.

- 설비부분의 변화 : 액티브 시스템

실내생활의 향상성을 유지하는 건축설비는 고효율 장비 설치가 중요한 요소이므로, 에너지효율 1등급 제품 또는 고효율인증제품을 냉난방, 급탕, 조명설비를 사용했다. 동시에 보일러는 저녹스(低NO_x) 보일러 또는 저녹스 버너 제품을 사용하여 연료(가스) 연소 시 배출되는 이산화질소를 최소화하고, 도시에 배출되는 오염물질(미세먼지 포함)을 줄이도록 고려했다.

11) 일반 지붕재 대비 일사 반사율과 태양열 방사율을 최대화할 수 있는 마감재 또는 공법 적용을 통해 지붕 표면의 온도를 낮추는 방법(출처:박소희 외, 2017)

건축물의 에너지 절감을 기준으로 신재생에너지의 확대는 많은 이슈를 가지고 있다. 제로에너지건축물을 목표로 한 청연빌딩에서는 소규모건축물의 도심에서 리모델링을 기준으로 해당 설비가 도입되기 위한 필요성, 적정 용량, 방법 등 이런 부분의 설치를 적극적으로 검토하였다. 특히 지열 냉난방 장치와 태양광(PV+BIPV)을 검토했는데 지열 냉난방장치는 지하 천공 위치와 이에 따른 슬리지 제거, 소음 및 진동이 발생하는데 도심지 리모델링 건축 특성 상 인근 건물과의 거리와 상황이 지열까지 설치하기는 어려웠다.



[그림 3-11] 고효율 EHP 공사(인체감지센서 설치)

출처 : 김학건 외(2019, p.243.)

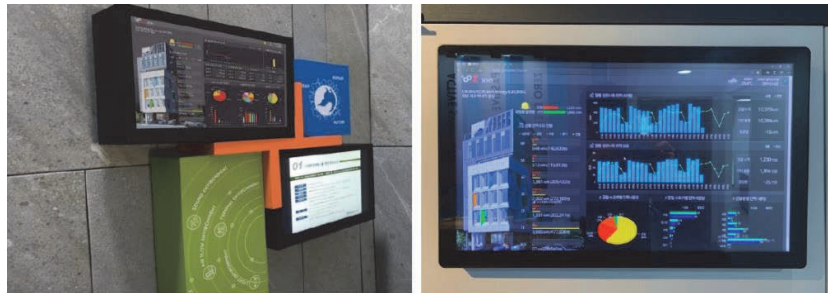
앞으로도 도심지 내에서 설치하기 적합하고 발전량이 적절히 나오는 장소에는 태양광 발전 설치가 확대될 것으로 전망된다. 누군가는 이런 부분이 폭발적으로 확대하길 원할 수 있으나 기술적, 경제적 한계가 있어서 이 한계를 넘어 무리하게 설치하는 것은 지양할 필요가 있다.



[그림 3-12] 옥상과 외벽 태양광 패널

출처 : 김학건 외(2019, p.260.)

제로에너지건축물 인증을 위해서는 3개 요소가 크게 적용되는데 ① 건축물 에너지효율등급 인증 1++등급 이상, ② 에너지 자립률 20% 이상, ③ 원격검침 시스템 또는 BEMS(건물에너지관리시스템) 설치를 기본으로 신재생에너지 생산량에 따라 수준이 달라지는 에너지 자립률을 기반으로 20% 구간마다 등급을 5개 등급(ZEB1~5)까지 구성하고 있다. BEMS는 건물에서 생산·저장·사용하는 에너지 데이터를 원별로 수집하고 표시하였으며, 원하는 기간설정을 통해 에너지사용량 조회가 가능토록 했다. 냉난방, 조명, 환기, 급탕, 전열, 운송 에너지사용량과 메인전력 피크값, 실내 온·습도 목표값을 입력할 수 있으며, 실제 측정되는 관제값과 비교하면서 건물에너지를 관리 및 제어할 수 있는 장치이다.



[그림 3-13] EV충 및 6층 복도의 BEMS 모니터

출처 : 김학건 외(2019, p.259.)

□ 제로에너지 그린리모델링으로 인한 경제적 효과

청연빌딩에서는 녹색건축 관련 건물에너지 절감요소를 설치한 결과 이전 사무실에서 사용하던 에너지량의 35%를 절감할 수 있었다. 이전에 비해 사무실 사용면적은 36%, 사용인원 8%가 증가한 사항으로 유사한 단위면적당 에너지소비량으로 보면 52%가 절감된 수준(청연빌딩 소비량 : 73.3kWh/m²·y)이다.

건축물에서 요금고지서를 받는 또 다른 요소는 물이다. 절수형 기기는 이전 수전에 비해 물을 크게 절약할 수 있는 설비로 양변기에서부터 세면기, 수전까지 사용이 가능하다. 수도는 층별 계량을 하지 않아 정확한 비교는 어려우나, 이전 건물에서 소비량 대비 64%가 줄어들었다. 단위면적당 물 소비량으로 보면 69%가 절감된 수준이다. 건축물 에너지평가 프로그램(ECO2)을 이용한 개선 전 후를 비교하면 에너지 절감률은 68.9% 수준이다. 이 프로그램에서 제공하는 1차에너지 소요량은 컴퓨터나 프린터 등 전열(콘센트) 사용량은 제외한 냉방, 난방, 급탕, 조명, 환기 에너지를 대상으로 평가한 결과로 건물의 사용시간이나 인원의 증가는 반영되지 않는 결과이다.

[표 3-1] 청연빌딩의 항목별 예상 에너지절감량(시뮬레이션) 분석

구분	세부항목	개선 전	개선 후 (청연빌딩)	1차에너지소요량 (kWh/㎡·y)	누적 절감률
공사전 최초성능				335.6	
기밀 및 증축	기밀성시공	미적용	적용	281.2	16.2%
단열성능 향상	벽체	0.586W/㎡·K	0.142W/㎡·K	236.6	29.5%
	지붕	0.257W/㎡·K	0.117W/㎡·K		
	바닥	0.518W/㎡·K	0.114W/㎡·K		
창호	창호	16mm 일반복층유리	44mm 로이삼중유리	214.0	36.2%
	열관류율 SHGC	3.40W/㎡·K 0.717	1.302W/㎡·K 0.516		
차양	루버	미적용	적용	193.8	42.3%
	외부전동 블라인드	미적용	적용		
냉난방	EHP용량 난방/냉방효율	209.9kW/186.5kW 2.587/2.203	177.1kW/157.3kW 4.152/3.536	166.7	50.3%
환기	폐열회수환기장 치 용량 난방/냉방효율	미적용	3,350CMH 77%/54%		
조명	센서 적용	미적용	적용	143.3	57.3%
	전체 / 업무시설 조명밀도	10.24W/㎡	4.36W/㎡		
태양광	용량(PV/BIPV) 모듈 효율	미적용	14.4kW/2.5kW 19.30%/16.89%	104.1	68.9%
운송	엘리베이터	일반	고성능 EV 등	-	-
전열	대기전력 차단 콘센트	미적용	82개 중 61%	-	-
수자원	절수형 기구	미적용	36개 중 100%	-	-
모니터링	BEMS	미적용	적용	-	-

출처: 김학건 외(2019, p.129.)

③ 기후변화로부터 지속가능한 사회를 위한 녹색건축정책이 줄 수 있는 변화

국가 정책은 거시적이고 규범적 성격이 강해 민간영역까지 미치는 영향을 직접적으로 접근해보기는 쉽지 않은 일이다. 녹색건축정책은 실생활의 기반이 되는 건축물을 다루는 국가 정책이므로 거시적이지만 실천력이 확보되어야 하는 정책이기도 하다. 그렇기 때문에 국가에서 정한 기후변화를 완화하고 적응력을 높이기 위한 목표와 방법이 실현될 수 있다고 본다.

온실가스 배출을 줄이기 위한 노력으로 화석에너지 소비를 줄여야한다는 명제를 달성하기 위해 건물에서 소비하는 에너지를 고효율화하기 위한 국가와 공공, 민간 모두의 노력과 성과가 있었음을 청연빌딩 사례에서 비춰볼 수 있었다. 녹색건축정책에서 국가적 목표를 설정하고 실천전략으로 만들어진 프로그램을 이행하기 위해 사회의 위계별로 적응순환계를 형성하고 있고, 지속적인 창발로 인해 일반건축물의 기준이 에너지 효율을 높이는 방향으로 향상된 것을 확인할 수 있다.

다만 아직까지, 보다 많은 민간에서 호응을 일으키기 위해 필요한 투자 대비 경제적 효용성에 대한 고민은 숙제로 남아있다. 표3-2와 같이 청연빌딩이 일반건축물과 녹색건축물간 개선 전과 후를 비교함으로써 경제적 효용성을 도출했다는 점은 귀감이 될 만하다. 그러나 앞으로 기후변화에 대응하기 위해 녹색건축물이 보다 많이 보급되기 위해서는 이를 보다 범용적으로 활용할 수 있는 체계를 갖출 필요성이 남아있다.

2) 사회적 회복탄력성 강화: 지역안전지수 정책

① 지속가능한 사회 형성을 위한 안전분야 도구 개발

□ 지역사회 안전관리 정책의 새로운 자극 사례: 지역안전지수

안전 분야에 주목하면, 우리사회는 앞서 이론적으로 정리한 사회시스템의 적응적 순환이 안전을 중심으로 순환하고 있고, 국민 개인에서부터 지역, 지자체, 국가에 이르는 공간적 위계에 따라 패나키 구조를 이루고 있다고 할 수 있다. 사고로 인해 증가하는 사망률을 줄이기 위해 다양한 변화가 시도되고 있고 그 중 지역 안전지수는 정량적으로 지역에서 국가로 이어지는 변화하기 위한 노력의 시발점이 되고 있다.



[그림 3-14] 통계기반 지자체 안전사고 감축정책 지원기술 필요

출처: 신진동(2018, p.233.)

안전사고 감축은 다양한 사회 주체들의 노력이 필요하다. 특히 관련 정책을 국민들에게 최일선에 결정하고 제공하는 지자체(장)의 관심과 노력이 중요하다. 그러나 그림 3-19와 같이 관심부족, 인력한계, 기술부재 등의 문제로 실효적인 안전사고 사망자 감축 정책이 만들어지지 못한 것 또한 현실이었다.

現 행정안전부의 지역안전지수는 지자체가 안전관련 정책 및 사업을 할 때 기술 부재를 해결하고자 개발되었다. 지자체의 객관적 안전수준을 대국민에게 공유 해 내가 살고 있는 곳의 안전에 대한 시민들의 관심유도 목적을 지닌다. 시민들의 관심은 자연스럽게 지자체(장)의 관심으로 연결될 수 있기 때문이다. 지역안전지수가 공표된 12월 한 달에만 신문 및 뉴스에 1,600회 이상(2018년 기준) 노출되면서 자연스럽게 지자체 안전관리 정책의 새로운 변화의 자극이 되고 있다.

□ 보다 나은 안전사회로 나아가기 위한 창조적 파괴 과정

지역안전지수는 그림 2-2와 같이 오랜 연구개발과 지자체 의견수렴 과정을 거쳤으며 여전히 진화중이다. 지수를 만드는 과정에서 지자체의 지속가능성을 확보하고, 쉽게 활용할 수 있는 지역안전지수가 무엇인지 충분히 고민했다. 특히 창조적 파괴과정에는 반발이 있기 때문에 관련 지수를 통한 안전관련 업무가 지속적이고 연속적으로 이루어 질 수 있도록 법제화¹²⁾와 함께 신뢰성과 활용성을 갖출 수 있도록 하였다. 반발을 최소화하기 위해 세운 기준은 3무(無)원칙이다. 이는 지수개발 및 운영의 근간이다.

3무원칙은 첫째, 업무가 없다(1無). 지수 산출만을 목적으로 자자체에 자료 요구 등 업무로 작용하지 않도록 한다. 둘째, 평가자가 없다(2無). 지수의 신뢰성부분으로 안전사고 사망자, 위험환경 등이 유사하면 결과도 유사하게 나오게 한다는 원칙이다. 즉, 기존 정성적 방식¹³⁾을 통계 등의 정량적 진단방식으로 변경한 것이다. 이는 평가자 없이 지자체 안전역량을 진단할 수 있도록 하는 것이다. 셋째, 형식적 업이 없다(3無). 지자체가 노력해야 하는 부문이다.

지수 등급은 지자체가 안전사고 원인을 분석하고, 맞춤형 정책 집행을 통해 사망자 및 발생건수를 감축할 때 개선되도록 설계되었다. 이는 지역에서 안전사고 사망자 및 발생건수가 감축되지 않는 보여주기식 사업에 행정 및 예산 집행을 막기 위한 것이다. 지역안전지수에 대한 필요성은 지수 개발과정에서 지역사회도 충분히 공감하고 있었다. 하지만 지수가 공표되었을 때 상당한 반발도 있었다. 그러나 지역사회가 리질리언스를 갖추는데 기준이 될 수 있도록 지수가 최고가 아닌 최선의 방법이란 유연성을 바탕으로 소통하고, 맞춤형 컨설팅 등 후속 사업 등을 통해 지자체가 연중 관심을 가질 수 있도록 노력하고 있다.

12) 「재난 및 안전관리 기본법」 법률 제16301호(2019.3.26. 일부개정), 제 66조의 10.

13) 지자체가 제출한 자료를 평가자가 서면 및 현장에 가서 개인의 역량을 기준으로 정성적으로 평가하던 방식



[그림 3-15] 지역안전지수 개발과정 및 지자체 반응

출처: 국립재난안전연구원(2019, p.2.)

② 지역안전지수의 산출과정

지수(index)는 지표¹⁴⁾(통계)를 가중 평균한 것으로 복잡한 사회현상 등을 누구나 알 수 있도록 쉽게 설명한 수치 정보다. 통계청에서는 기준시점, 가중치, 지수식을 요구하고 있다¹⁵⁾. 지수는 복잡한 사회현상을 몇 개의 대표지표를 가중 평균한 결과로 지표의 선정과 가중치 부여 방식의 객관성이 매우 중요하다.

지역안전지수의 경우 모든 사건·사고는 통계에 직·간접적으로 흔적을 남긴다는 생각에서 출발하고 있다. 우리나라에서 생산되고 있는 재난안전에 직·간접적으로 영향을 미칠 수 있는 통계를 모두 조사하는 일부터 시작되었다. 연구당시 약 600여종의 통계를 확보했으며, 시군구 단위까지 연속적이고 신뢰할 수 있는 수준으로 생산되는 250여종의 지표를 활용 지역안전지수를 개발하였다.

통계자료를 기반으로 회귀모형을 활용 위해지표(사망자 및 발생건수)를 종속변수로 최적의 독립변수를 찾는 작업 형태로 진행되었다. 각 독립변수의 유의확률은 90%이상, 설명력(R²)이 높은 지표 조합을 최종 취약경감지표로 선정하였다. 그러나 통계적 우연성 배제를 위해 단순 설명력이 높은 지표의 조합만을 활용하기보다 각종 논문 등을 통해 사회 통념적 설명 가능성도 검증하였다. 이와 함께 VIF는 5미만으로 다중공선성 부분도 함께 검토하였다. 최종적으로 위해지표와 음(-), 양(+)의 관계와 표준화계수베타값을 고려 가중치를 부여하고 있다.

14) 지표(indicator)는 상호 비교 가능하도록 인구, 면적 등 특정 기준값으로 표준화한 통계로 비율지표, 단순지표(simple index) 불리기도하며 〇〇시 인구 1만명당 교통사고 사망자, 작년대비 교통사고 사망자 감축 비율 등을 지표라 할 수 있다.

15) 신진동 외(2018), p.11. 참고 재구성.

통계자료와 통계모델의 활용은 결과적으로 지수개발의 3가지 원칙(3無) 중 업무가 없다와 평가자가 없다는 원칙을 만족할 수 있는 조건이기도 하다. 통계자체 오류가 내재할 가능성에 대한 상당한 논의도 있었으며 통계청 등 중앙부처 단위에서 생산되는 신뢰할 수 있는 통계자료 사용을 통해 최소화 하고자 하였다.

안전지수 = 100 - (위해지표 + 취약지표 - 경감지표) $= 100 - \left\{ \sum_{i=1}^n (\omega_i \times H_i) + \sum_{j=1}^m (\alpha_j \times C_j) - \sum_{k=1}^o (\beta_k \times M_k) \right\}$	
ω_i : 위해지표별 가중치 C_j : 취약(cause)지표 점수	H_i : 위해(harm)지표 점수 β_k : 경감지표별 가중치 M_k : 경감(mitigation)지표 점수

지표 정의
• (위해지표) 분야별 사망자수 및 발생건수 등 결과지표(교통사고사망자, 5대범죄발생건수 등) • (취약지표) 위해 발생의 인적, 물적 요인이 되는 지표(재난약자, 자동차등록대수 등) • (경감지표) 위해 발생을 사전에 방지하고 대응하기 위한 지표(구조구급대원수, 의료기관수)

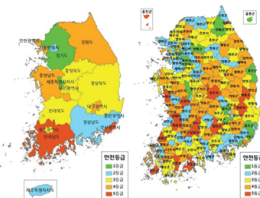
[그림 3-16] 지역안전지수 산출식 및 정의

출처: 국립재난안전연구원(2019), p.3. 참고 재구성

분 야	위해지표(결과)	취약지표(원인)	경감지표(사법)
가중치	50%	25%	25%
교통사고	교통사고 사망자수(500) ※ 고속도로 사망자 제외	①재난약자수(139) ②의료보험 가입자수(014) ③자동차 등록대수(097)	①행정구역 면적당 응급의료기관수(080) ②도로 면적당 교통단속 CCTV대수(076) ③문전 시 안전벨트 착용률(094)
화재	화산사망자수(500) * 사망자(0.409)÷발생건수(0.004) ※ 교통사고 화재 제외	①재난약자수(155) ②주점업 및 음식점 종사자수(063) ③창고 및 운송관련 서비스업 업체수(032)	①의료인력(082) ②발생건수당 화재구조실적(070) ③행정구역 면적당 소방서 종사자수(098)
범죄	5대 주요 범죄발생 건수(500) • 살인, 강도, 강간, 폭력, 절도	①인구밀도(117) ②주점업 및 음식점 종사자수(027) ③주점업 및 음식점 업체수(106)	①경찰 종사자수(153) ②범죄예방 CCTV대수(097)
생활안전	생활안전관련 구급건수(500)	①건설업 종사자수(056), ②제조업 종사자수(037), ③재난약자수(157)	①구급센터당 전체 이송건수(075) ②의료기관수(084) ③행정구역면적당 AED설치대수(091)
자살	자살 사망자수(500)	①특허노인수(139) ②주점업 및 음식점 종사자수(038) ③기초수급자수(073)	①보안업 및 사회봉사자수(039) ②자살예방관리기관수(095) ③기초생활보장 비율(056)
감염병	법정감염병 사망자수(500)	①고령 인구수(155), ②의료급여1종 인구수(070), ③건강보험 외래급여일수(024)	①인물류전자 예방 접종률(085), ②취약계층지원 비율(113), ③면역접종 지역보건기관수(052)
자연재해	지역안전도진단 결과		

도시와 농촌의 특성을 고려하여 시·도, 시·군·구 별로 그룹을 지어 1~5등급 부여(1등급일수록 안전)

구분	지자체 수 (개소)	등급(개소)				
		1등급 (10%)	2등급 (25%)	3등급 (30%)	4등급 (25%)	5등급 (10%)
광역	시	8	1	2	2	1
	도	9	1	2	3	1
기초	시	75	7	19	22	19
	군	82	8	20	25	21
	구	69	7	17	21	17



[그림 3-17] 2018년 지역안전지수 산출지표 및 등급부여 기준

출처: 국립재난안전연구원(2019, p.3.)를 참고하여 재작성

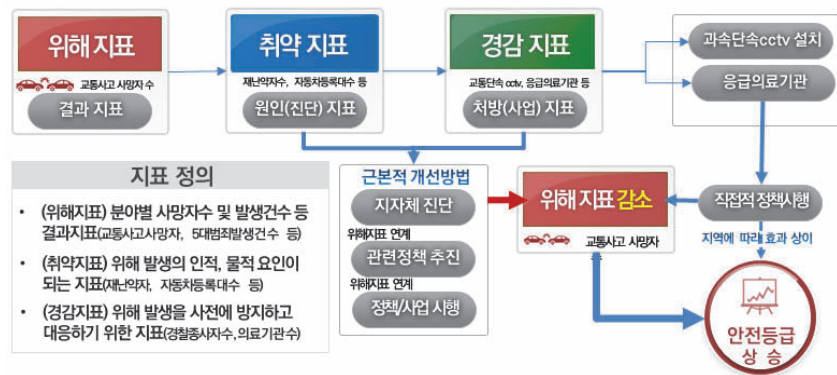
③ 지역안전지수의 지자체 활용과 지속가능성

□ 지역안전지수 결과는 지속가능한 사회로 가기위한 창조적 파괴 과정

지역안전지수가 공표되면서 초기에 일부 지자체들의 상당한 반발이 있었던 것도 사실이다. 지자체 입장에서 해당 지자체에 유불리한 지표 중 불리한 부문에 대한

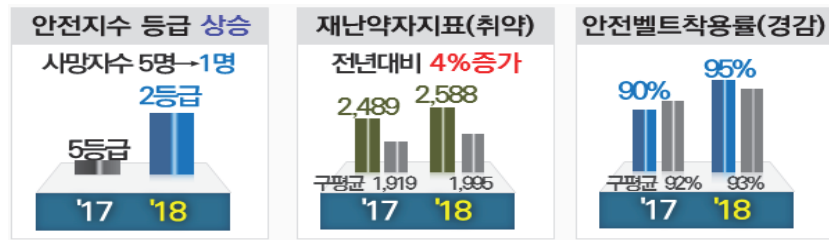
적극적인 개선을 요구하기도 했다. 하지만 지자체는 지수를 분석하는 과정에 그림 3-24과 같은 원리를 이해하고 원인에 대한 처방을 통해 안전사고 사망자 등을 감축시키고 있다. 증거기반의 안전관리 정책으로 지역의 안전사고 사망자 감축 등 선순환적으로 활용되고 있는 것이다.

2018년 지역안전지수 결과를 보면 지수등급이 개선된 지자체의 90% 이상이 위해지표가 감축되었다. 지자체는 지역안전지수 등급을 결과가 아닌 새로운 안전 정책의 시작 시점으로 받아들이고 있는 것이다.



[그림 3-18] 지역안전지수 활용 및 등급 개선 절차

출처: 국립재난안전연구원(2019, p.4.)



[그림 3-19] 안전지수 등급 상승 및 취약경감지표 증가

출처: 국립재난안전연구원(2019, p.21.)

지자체에서 지역안전지수를 공표 이후 많은 후속사업들이 진행되고 있으며 등급이 개선된 지역 사례를 보면 지역안전지수에 대한 이해도가 매우 높다. 그림 3-19와 같이 OO 구의 경우 취약지표인 재난약자가 인구 1만명당 구평균보다 30%정도 많으면서 전년대비 약 4% 증가했다. 그러나 취약지표인 재난약자 등 원인인자에 대한 관리정책¹⁶⁾을 통해 위해지표를 직접 감축했다. 또한 찾아가는

16) 보행교통지킴이, 대표적으로 폐지 좁은 어르신 교통안전 보호 장구 지원, 고령운전자 실버마크 제작 배포 등

교통안전교실 등 경감지표 증가할 수 있는 사업도 적극 확대하면서 운전자의 안전벨트 착용률 등도 전년대비 5%정도 증가했다. 이러한 노력으로 위해지표인 교통사고 사망자를 5명에서 1명으로 감축시켰으며, 지수 등급도 개선되었다.

□ 보다 나은 지속가능한 사회구현을 위한 지역안전지수의 고민

지역안전지수가 지자체 안전정책의 새로운 패러다임이 되고 있는 것에 만족하지 않고 고도화를 통해 지자체 활용성 및 체감도 증진을 고민하고 있다. 현 지역안전지수가 최고가 아닌 최선이란 생각으로 지속적으로 사용자 관점에서 문제점을 찾는 작업이다.

첫 번째는 사용 통계의 최신성 부문이다. 2018년 지수는 전년도 통계(2017년)를 기반으로 하고 있으며, 지자체의 지수결과 활용은 2019년이다. 지자체 활용 관점에서 통계의 최신성은 2년 정도 차이가 존재한다. 통계들의 공표 주기의 한계로 치부할 수 있지만 분명 고민해 볼 수 있는 부문이다. 두 번째로 주민들의 의식 부문이다. 안전사고 감축의 중요한 한 개의 축이 바로 주민들의 의식 수준이다. 하지만 지금은 교통사고의 안전벨트착용률 등 주민들의 의식수준 관련 지표는 매우 제한적으로 사용되고 있다.

주민의식수준을 별도로 측정하는 방법 등 적절한 방법을 고민할 필요가 있다. 세 번째로 지역적 특징 및 역량이 고려되지 못한 부문이다. 우리가 살아가는 지역마다, 생활권별로 다른 인문·사회·자연적 환경을 가지고 있다. 지역안전지수는 국가표준 형태로 만들어져 있다. 안전사고 사망자가 많아 지역 간의 사망자 감축을 위한 선의의 경쟁과 결과의 객관적 측정을 위해서는 현 방법이 가장 이상적일 수 있다. 그러나 안전사고 사망자가 OECD수준 이하로 감축되는 등 우리의 안전여건이 크게 개선된다면 지역맞춤형 진단과 컨설팅 기법 도입도 고민해 볼 필요가 있다.

이러한 고도화는 사실 한 개의 연구기관이 할 수 있는 것은 아니며, 다양한 주체들의 적극적 참여와 통계자료 제공이 있을 때 가능한 부문이기도 하다.

3) 외부공간의 지속가능성 강화: 미세먼지 저감 및 적응법

미세먼지 대응법은 외생적 문제와 자생적 문제를 해결하는 접근법이 필요하다. 우선 자생적 문제는 국내에서 발생하는 미세먼지를 제어하기 위한 방법으로 접근이 필요하다. 과학적 근거에 따른 정량적 기준을 세우고, 이를 지키기 위한 법·

제도를 통한 통제와 규제를 들 수 있다. 외생적 문제는 우리나라 제도권 범위 밖에서 벌어지는 영향에 대한 것 이므로 기후변화 적응 방법론에 따른 대책을 적용을 고려해 볼 수 있다.

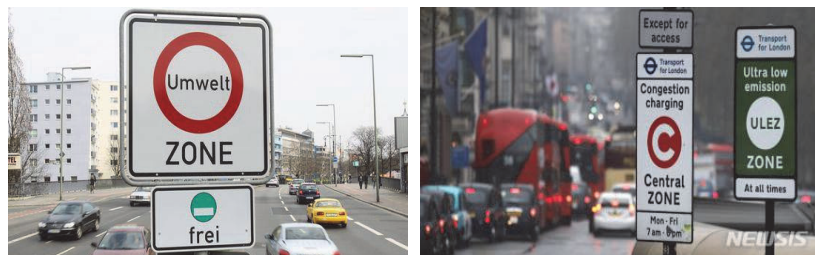
① 미세먼지 저감법으로서 접근

□ 발생원에 대한 통제방법

발생원에 대한 통제방법은 국토 및 도시 단위에서 배출 또는 생성되는 미세먼지를 사전에 감소시키기 위한 노력으로 법·제도 등의 근거를 바탕으로 배출시설 및 특정 공간단위를 관리하거나 배출량 등을 규제하는 방안을 의미한다.

• 우리나라 법·제도적 규제

사전에 미세먼지 배출 및 생성을 방지하기 위해서는 미세먼지에 대한 법·제도적 규제 및 기준을 마련하거나 강화할 필요가 있다. 환경부는 미세먼지(PM2.5) 환경기준과 예보기준을 미국과 일본 등 선진국과 동일한 수준으로 강화하는 「환경정책기본법 시행령」을 발효(2019.02.15.) 하였다. 이에 따라 연평균 미세먼지 농도 기준은 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로, 일평균 미세먼지 농도는 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준으로 상향되었다. 미세먼지 ‘나쁨’ 예보의 경우 기존 $51\sim 100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 $36\sim 75\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 기준이 강화되었다. 또한 ‘주의보’ 기준은 $90\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로, ‘경보’ 기준은 $180\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 강화하는 「대기환경보전법 시행규칙」을 개정(2019.05.02.)하였다.



[그림 3-20] 독일 환경존(Umweltzone)과 영국 초저배출구역(ULEZ)

출처: (좌) kthy(2015, <https://www.toytowngermany.com/forum/topic/344192-ive-an-umweltpaketten-question/>, 검색일: 2019.06.10.), (우) 민경찬(2019, 4월8일자 보도자료)

• 도로를 중심으로 한 해외규제 사례

미세먼지는 인체 유해성에 미치는 영향이 크므로 국제적인 기준 및 법·제도 등을 고려하여 강화를 지속할 필요가 있다. 또한, 도시 미세먼지가 자동차 등 도로이동오염원에 의해 배출·생성되는 비중이 크기 때문에 도로를 중심으로 시민들이

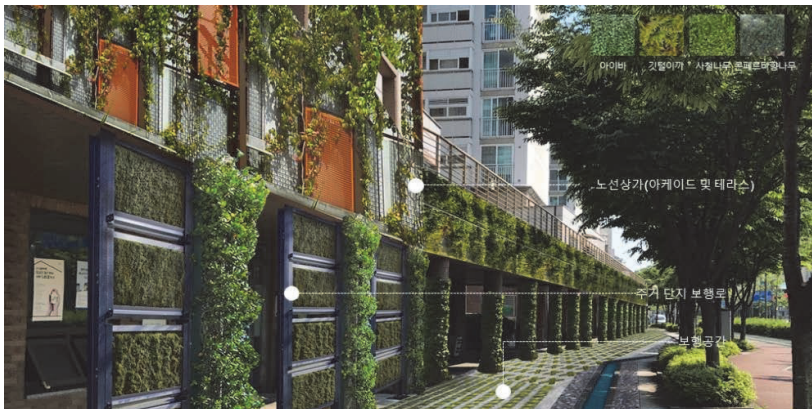
활동하는 공간을 관리하는 방안을 고려할 수 있다. 대표적인 사례로는 독일의 환경존(Umweltzone)¹⁷⁾과 영국의 초저배출구역(ULEZ, Ultra Low Emission Zone)¹⁸⁾을 들 수 있다(그림 3-20).

□ 녹지를 활용한 저감방법

- 도심 내 녹지를 통한 미세먼지 저감방안 마련

도시 녹지는 생활공간에서 미세먼지를 저감시키는데 중요한 요소 중의 하나로 인식되고 있다. 특히, 완충녹지는 먼지 농도가 높은 도로변에서 유입되는 미세먼지를 저감하는데 효과적으로 활용해 볼 수 있다. 그러나 지금까지 생활공간 내 심 녹지를 대상으로 미세먼지를 줄이기 위한 접근은 상대적으로 미흡했다.

지면·옥상·수직 등 도시 공간별 녹화 및 식재 밀도, 구조 등의 변화를 통한 녹지 기능개선을 바탕으로 미세먼지를 저감할 수 있다. 식생을 활용할 경우 잎 표면 왁스층에 미세먼지가 붙잡히거나 기공을 통해 식물체 안으로 들어가 식물효소의 작용으로 미세먼지가 저감되는 효과가 규명되었다(산림청, 2017). 식물은 포름알데히드나 벤젠 같은 휘발성유기화합물(VOCs) 제거에 효과적이며, 수종에 따라 미세먼지 흡수율은 14배 정도 차이가 발생한다. 따라서 미세먼지 저감에 효과적인 식물을 선별할 필요가 있으며, 이를 적용하고자 하는 공간의 특성을 고려하여 적용 효과를 향상시킬 수 있는 방안을 마련해야 한다.



[그림 3-21] 미세먼지 저감 식생을 활용한 도시 미세먼지 저감방안

출처: 이성희(2019)

- 17) 독일 55개 지역에서 녹색 스티커(Euro 4)를 부착한 차량만 출입을 허락하는 자동차 진입 제한정책
- 18) 배기가스 배출량이 많은 노후 차량이 런던 중심가에 진입할 경우 혼잡통행료에 더해 12.5 파운드를 부과하는 제도

- 도로변 완충녹지를 활용한 저감방법

차도, 보도, 완충녹지로 구성되어 있는 경우, 보행로는 차도와 완충녹지 사이에 입지함에 따라 차도에서 발생한 미세먼지가 완충녹지대에 정체되면서 보행로에는 미세먼지 농도가 높아진다. 이에 계획단계에서부터 보도의 노선을 조정하여 미세먼지로부터 피해를 경감시킬 수 있도록 한다. 완충녹지내로 보행로를 유도하여 이용자들이 완충녹지에 의한 필터링 효과로 미세먼지 피해를 줄이도록 한다. 아래의 그림과 같이 차도에 면해 보도가 위치한 경우 보행자들이 미세먼지에 의한 피해를 줄일 수 있도록 보도의 위치를 완충녹지 내부에 설치하고 교목과 관목, 상록과 낙엽수를 혼합식재하여 미세먼지를 차단해 준다.

② 기후변화 적응법으로서 미세먼지 대책

기후변화에 따른 대기흐름이 변화함에 따라 영향을 주는 미세먼지를 하나의 변화하는 환경으로 인식하고 생활권내에서 안전한 생활을 가능하도록 하기 위한 기능적 변화를 모색해본다. 발전한 센서와 통신 기술로 인해 생활권 미세먼지의 수치를 실시간으로 확인할 수 있다. 따라서 미세먼지의 피해를 사전에 감지하여 정보를 공유하는 예·경보체계와 미세먼지로부터 보호하기 위한 다양한 시설사례를 정리해본다.

□ 적응력 강화를 위한 기초정보망 구축: 모니터링 및 예·경보체계

미세먼지 배출에 대한 정확한 측정과 정보 공유는 배출된 미세먼지의 영향에 대한 사전적 대응할 수 있는 중요한 적응방안이라 할 수 있다. 환경부와 국립환경과학원의 '대기오염 측정망 설치·운영지침(2019)'에 따르면 도시민이 실질적으로 생활하고 호흡하는 지상 1.5~10m 범위에 측정망을 설치해야 하며, 불가피한 경우 20m 이내에서 높이를 조정할 수 있다고 규정되어 있다.



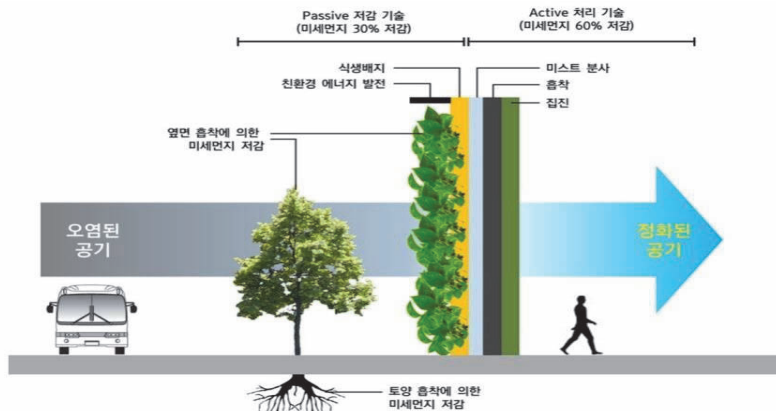
[그림 3-22] 한국(좌)과 독일(우)의 대기오염 측정망 설치 위치 비교

출처: (좌) 윤미령(2018, 1월 10일 보도자료) (우) 김기범(2018, 10월 17일 보도자료)

하지만 환경부 조사에 따르면 전국 대부분의 미세먼지 측정소가 지상 10m 이상의 위치에 설치되어 있는 실정이다. 따라서 향후 실질적인 도시 생활 공간권 내에 측정망을 설치하고 운영함으로써 측정의 신뢰도를 향상시키고, 신속하게 정보를 제공할 수 있도록 운영체계를 보완할 필요가 있다.

□ 저감기술과 처리기술을 활용한 생활권내 적응 강화 대책

외생적 미세먼지의 영향이 생활공간으로 들어오기전 차단하는 기술로 변화한 미세먼지 환경에 도시의 적응력을 높이는 개념이다. 크게 여과 및 전기 집진, 미스트 분사 등을 활용한 물리적 저감, 광촉매, CMA(Calcium Magnesium Acetate) 등을 활용한 화학적 저감, 식생 기반의 그린인프라 구축을 바탕으로 한 생태적 저감방안으로 구분될 수 있다. 또한 상기 요소기술들을 복합적으로 적용하여 실내 혹은 공공공간으로 유입되는 미세먼지를 저감하는 효과를 극대화 할 수 있다.



[그림 3-23] 하이브리드 집진패널 및 친환경 식생패널을 활용한 도시 미세먼지 저감

출처: 경대승 외 (2018)

- 미세먼지와 접촉을 최소화 할 수 있는 물리적 제어방안

심한 미세먼지 상태가 도래 했을 때, 외부활동시 미세먼지 노출을 최소화 할 수 있는 방안을 물리적 제어를 통해 시도할 수 있다. 기상이나 액상 중의 작은 고형 물을 제거할 수 있는 여과필터, 미세먼지 입자를 하전 시킨 후 정전력을 이용하여 포집하는 전기집진, 먼지 입자를 습윤하게 하여 점성에 의해 미세먼지를 응결시키는 미스트 분무 등의 활용이 각광 받고 있다.

물리적 제어는 미세먼지가 일상화 된 환경에 적응하기 위한 적정기술의 발전과도 연결된다. 특히, 버스정류장, 유동인구 밀집지역, 주거단지 쉼터 및 놀이터,

도로변 방음벽 등 다양한 도시 생활공간에 적용하여 미세먼지 인체 노출농도 저감 및 제거가 가능한 시스템의 도입 가능성을 검토하고 있는 상황이다. 도시민이 실제 생활하는 지표로부터 높이 4m 이하의 공간에 미세먼지 저감·제거 시스템을 설치하여 운영할 경우 효과적으로 미세먼지 노출 영향을 완화시킬 수 있을 것으로 판단된다.



[그림 3-24] 물리적 미세먼지 저감장치를 활용한 도시 내 미세먼지 대응
출처: 경대승(2019, p.96.)

- 화학적 기작을 이용한 도시시설물의 적응력 강화방안

건축물이 공간에서 차지하는 밀도가 높아지는 도시에서 건축물을 미세먼지에 대응하는 하나의 대형설비로 적용해 볼 수 있다. 구체적으로 미세먼지 저감을 위해 유동인구가 많은 횡단보도, 보행자 보도블럭, 지하철 입구나 아파트 벽면, 터널 등에 미세먼지 발생을 저감시킬 수 있는 광촉매 활용방안이 강구되고 있다. 빛을 흡수하여 화학반응을 촉진시키는 광촉매 물질(TiO_2)을 도로나 시설물에 코팅함으로써 2차 미세먼지 생성 주요물질인 황산화물과 질소산화물 등을 분해할 수 있는 활성화 산소($\text{OH}^\cdot$ 또는 O^{2-} 라디칼)를 생성할 수 있다.

겨울철 도로 표면의 결빙을 방지하는 환경 친화적 제산제인 CMA는 미세먼지를 흡착하는 효과가 뛰어난 결합제(binder)로써 주목받고 있으며, 이에 따라 오스트리아, 이탈리아, 독일 등 EU 국가에서 도시 내 미세먼지 저감을 위해 다양한 프로젝트를 진행하고 있다. 향후 시범사업을 바탕으로 실외 공간에서 정량적인 미세먼지 저감 효과를 검증한 후 다양한 도시 공간에 확대 적용할 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

3. 소결

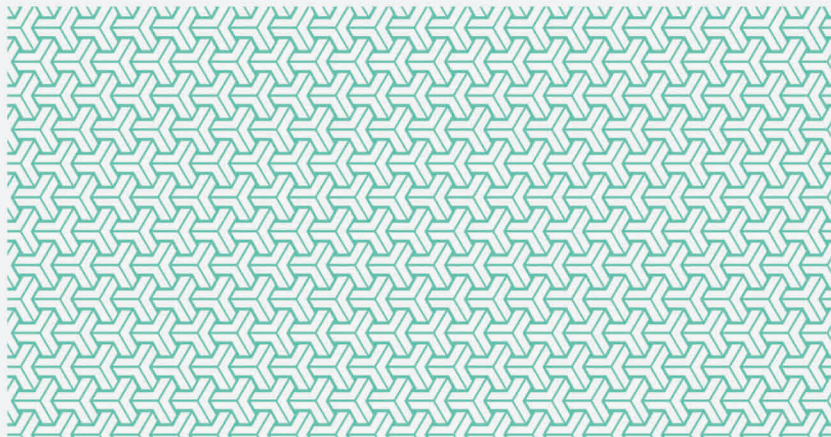
3장에서는 지속가능한 생활의 단서로서 회복탄력성의 개념을 소개하였다. 회복탄력성은 충격을 흡수하고, 재구성하는 시스템의 능력으로 적응적 순환을 통해 시스템이 발전된다는 점을 개념화하고 있다. 아울러 회복탄력성 강화 정책의 사례로서 건물 중심의 회복탄력성 강화를 위한 녹색건축 정책과 사회적 회복탄력성 강화를 위한 지역안전지수 정책, 외부공간의 지속가능성 강화를 위한 미세먼지 저감 및 적응을 살펴보았다.

기후변화라는 충격을 흡수하기 위한 건축물 부문 정책으로서 우리나라에서는 녹색건축 정책이 정립되고 발전되어 왔다. 녹색건축물 보급, 제로에너지건축물 장려, 그린리모델링사업 추진 등을 통해 환경에 주는 피해를 최소화하도록 유도하고 있다. 강남구 청연빌딩의 사례는 제로에너지 그린리모델링을 수행하여 패시브 디자인을 포함한 건축부분의 변화와 액티브 시스템을 포함한 설비부분의 변화를 통해 단위면적당 에너지소비량이 52%가 절감된 효과를 가져온 사례이다.

지역사회의 안전사고라는 충격을 흡수하고 재구성하기 위해 지역안전지수가 측정되어 매년 관리되고 있는 점은 사회적 회복탄력성 강화를 위한 노력이라 할 수 있다. 지역안전지수는 위해지표, 취약지표, 경감지표로 구성되어 있는 데, 지자체가 안전등급의 상승을 위해 원인인자에 대해 관리정책 시행함으로써 지역안전지수가 개선되고 지역사회의 안전사고가 경감되는 효과를 유도하고 있다.

미세먼지라는 충격을 흡수하기 위해 외부공간의 지속가능성 강화 다양한 노력들이 실행되고 있다. 미세먼지 저감을 위한 발생원의 통제와 녹지를 활용한 저감 등을 들 수 있고, 기후변화 적응적 대응으로서 모니터링 및 예·경보체계 구축, 저감기술과 처리기술을 활용한 생활권내 적응 강화 사업들의 시행 등을 외부 공간의 미세먼지에 대한 회복탄력성 증진 관점에서 살펴보았다. 다음 장에서는 회복탄력성 강화를 위한 선진국의 건축, 도시정책 접근 사례를 논의해 보고자 한다.

제4장 동향: 기후위기시대 선진 정책의 접근법



1. 회복탄력성 강화를 위한 사회적 접근 사례
2. 건축정책적 접근법: 뉴욕, 영국, 칠레, 핀란드 사례
3. 도시 정책적 접근법: 미국 주요도시
4. 소결

1. 회복탄력성 강화를 위한 사회적 접근 사례

3장에서 기후변화에 대응하기 위해 우리나라에서 실행하고 있는 다양한 정책대안을 살펴봤다. 국가-도시-지역-개인에 이르는 사회적 위계에 따른 적응적 순환계가 패나키 구조에 따라 개연성 있게 작동하고 있음을 확인 할 수 있었다. 하지만, 하위 위계로 내려갈수록 사회적 체계성이 약하다는 인식을 지우기 어렵다. 회복탄력성을 높이기 위한 사회적 체계를 하위 위계에서부터 국가적 위계까지 사회적 접근법을 통해 짜임새 있게 추진하고 있는 선진 사례들을 정리해봤다.

미국 시애틀의 시민사회 주도 자산기반 회복탄력성 향상 접근법과 해외 정책 연구기관의 유연한 사고를 기반으로 개발되고 적용되고 있는 사례, 그리고 북유럽 국가의 지역사회의 민주적 절차에 따른 특징이 돋보이는 핀란드 사례를 모았다.

1) 미국 시애틀의 리질리언스 향상을 위한 자산기반 접근방식¹⁹⁾

시민사회 주도로 리질리언스 향상을 위한 새로운 접근방식이 연구논문으로 정리되어 출판되었다. 해당 논문은 미국 워싱턴대학의 Robert Freitag²⁰⁾을 비롯한 동 대학 연구진들에 의해서 진행되었다. 이 연구는 미연방 재해관리국(Federal Emergency Management Agency, FEMA)의 연구 프로젝트를 기반으로 하였다. 해당 논문의 연구는 회복탄력성(Resilience), 재난 방재, 그리고 종합 계획(comprehensive planning) 사이의 연결을 시도하고 있으며, 주민 참여 방식(Public Participation)을 통해 커뮤니티의 회복 탄력적 역량을 강화하고자 한 결과를 도출하기 위한 시도다.

오늘날 건축 및 도시 분야에서의 리질리언스에 대한 빈번한 논의에도 불구하고, 리질리언스를 계획이나 설계 실무에 직접적으로 적용한 사례를 찾는 것은 쉽지 않은 편이다. 리질리언스가 복잡계 개념에 기초해 있으며, 실무에 직접적으로 적용하기에는 아직 많은 부분들이 충분하게 연구되지 않았기 때문이다. 이러한 이유로 주민참여를 통한 지역사회의 회복탄력성 향상을 위한 체계를 마련하고 실천한 사례를 정리한 것은 큰 의의를 갖는다.

19) Freitag, Robert C., Daniel B Abramson, Manish Chalana, and Maximilian Dixon (2014), "Whole Community Resilience: An Asset-Based Approach to Enhancing Adaptive Capacity Before a Disruption", Journal of the American Planning Association, v.80(4), pp.324-335.

20) Freitag 디렉터의 연구센터 홈페이지는 다음과 같다. <http://mitigate.be.uw.edu/>

① 연구개요

전형적인 위험 저감(hazard mitigation) 및 사전 재난 복구 계획(pre-disaster recovery planning)은 대개 앞으로 있을 재난과 이에 따른 건조환경(built environment)의 영향을 분석한 재난 시나리오(hazard scenarios)로 대개 시작한다. 이것은 가상적인 피해에 대한 대비의 과정이다. 예를 들면, 건물이나 구조물을 강하게 만들거나, 위험 가능 지역에 있는 건물이나 구조물은 철거하는 방식이다. 이와 같은 접근 방식은 자연적, 사회적 적응 능력(adaptive capacity)에 대한 중요성을 과소평가하는 측면이 있다.

미 연방재해관리국의 위험 지도(Risk MAP)를 워싱턴 주에서 강화하기 위해서, 세 차례의 “원리 증명 연구(proof-of-principle)” 활동을 실시하였다. 이 활동을 통해, 재난 완화와 복구 계획을 훌륭하게 수행할 수 있는 방법을 찾을 수 있다. 세 차례의 활동은 다음과 같이 진행되었다. 우선, 이해당사자들(stakeholders)인 참석자들은 인간의 웰빙(human wellbeing)에 기여하는 건조(built)/자연(natural)/사회적(social) 자산들(assets)을 직접 발견하는 작업을 수행하였다.

이후, 참석자들에게 인간의 웰빙에 영향을 끼치는 지진 시나리오를 설명한 후, 지진으로 변화된 환경들(“새로운 상태(new normal)”)에 적응하는 데에 도움이 될 것 같은 자산들(assets)을 찾는 작업을 진행하였다. 이와 같은 작업을 통해서, 참석자들은 앞서의 자산들이 위험 저감 및 재난 복구뿐만 아니라 커뮤니티 종합 계획의 목표들을 어떻게 달성할 수 있는지를 논의하였다. 결과적으로 근린 단위의 사회 조직은 재난 방재에 있어 중요한 우선순위라는 것을 확인할 수 있었다.

② 자산기반 회복탄력성 향상을 위한 주요 커뮤니티 활동

□ 시나리오 계획에 따른 커뮤니티 활동

주민 참여 워크숍에서 참석자들은 [그림 4-1]에서 보는 것과 같이 세 차례의 활동(rounds)을 수행하였다. 각각의 활동은 시나리오에 기반을 둔 채, 다음과 같은 질문을 바탕으로 수행되었다.

- 첫 번째 활동: 어떤 재화 / 용역 / 공급자가 삶의 질에 기여할까?
- 두 번째 활동: 지진이 일어난 직후, 누가 첫 번째 활동에서 열거된 재화와 용역을 공급할까?
- 세 번째 활동: 지진이 일어난 후에, 커뮤니티는 어떻게 앞서의 활동에서 열거된 재화와 용역을 공급할 수 있을까? 이것은 장기적인 맥락 회복을 포함한다.

□ 회복탄력성 향상을 위한 지역사회의 고려사항

각각의 활동에서 판단 기준인 재화와 용역은 “좋은 삶을 위한 기본적 요소(Basic Material for a Good Life)”, “건강(health)”, “안전(security)”, “좋은 사회적 관계(Good Social Relations)”와 같은 항목으로 분류되었다. 이와 같은 활동은 재난과 상관없이 인간의 삶을 지탱하기 위해, 반드시 필요한 요소와 그렇지 않은 요소를 참석자 스스로 파악하도록 하였으며, 나아가 재난으로 인해, 외부의 도움을 받을 수 없는 환경에 처하였을 때, 커뮤니티 스스로 어떻게 자구책을 마련할 수 있는지를 상상하도록 하는 일련의 활동이었다.

□ 커뮤니티 참여를 통한 재난 역량 강화

앞서 시나리오 계획에서 설명한 바와 같이, 본 논문은 커뮤니티 자체의 역량을 기르기 위한 방법으로서, 기존의 전문가 중심의 엔지니어링 해결책과는 다른 방법을 시도했다. 일종의 사회적 자본을 증대시키는 방법으로서, 커뮤니티 스스로 미연에 발생할지 모르는 위험과 재난에 대하여 문제를 인식하고, 그것에 대한 대비를 하는 것을 말한다. 커뮤니티 자체적으로 다양한 자본의 통합적 고려가 적응적 역량을 증가시키고, 결과적으로 리질리언스를 높일 수 있다는 것을 보여준다.

요약하면, 인공적인 건축·시설 자본(built capital), 자연 자원과 생태계 서비스와 관련된 자연 자본(natural capital), 인간관계의 네트워크와 연합과 관련된 사회 자본(social capital) 모두 커뮤니티 리질리언스에 기여할 수 있다. 3가지 자본의 연결성이 강하면, 갑작스럽게 일어나는 자연 재난에 긍정적인 효과를 낼 수 있다는 것이다. 지역사회가 갖고 있는 자산을 기반으로 주민이 적극 활동에 참여함으로써 자연 재난에 대한 전 방위적인 대처 측면에서 기존의 전문가 주도의 기술적인 해결책과는 다른 보다 현실적이며, 지속가능한 능력이 있음을 연구결과로 제시하고 있다.

③ 시사점

우리나라 커뮤니티 사회와 연구사례 지역의 차이점은 적극적 참여이다. 지역사회에 위급한 자연재해가 발생했을 때, 중앙 또는 지방정부의 지원이 시작되기까지 의사결정에 시간이 소요된다. 그 시간 동안, 많은 사람들의 생명과 재산의 갈림길이 결정된다. 우리는 이 시간을 ‘골든타임’이라고 부르기도 한다.

골든타임동안 지역 주민이 구호활동에 즉시 참여할 수 있다는 의미는 주민이 살고있는 지역사회가 갖고 있는 유무형의 자산에 대해 위치와 크기, 용도 등 구체적

인 정보를 누구나 알고 있다는 뜻이다. 이를 공유하기 위해 주민들이 적극적으로 커뮤니티 워크숍을 열어 참여하고 기준에 따라 시나리오를 반복해 토의한다는 점은 선진적 체계라 할 수 있다. 우리나라는 정부가 모든 지역 내 자산정보를 보유하고 관리하고, 공무원이 문제를 초반부터 직접적으로 해결하고 주민은 관주도로 해결하기를 기대하는 문화와 매우 다른 적극적 참여라 할 수 있다.



[그림 4-1] 커뮤니티 워크숍

출처: Freitag et al.(2014, p.328.)

2) 혁신을 위한 사회 디자인을 중심에 둔 국책연구소의 등장

기후변화 등 기성제도에서 다뤄보지 못한 사회적 위험요소들이 등장하면서 이를 혁신적으로 극복해보고자 각국의 정부는 디자인 중심의 혁신 연구소를 설치, 운영하고 있다. 대표적으로 유럽은 덴마크, 핀란드, 영국이 주도하고 있으며, 아메리카에서는 칠레와 미국이 연구소를 설립해 새로운 혁신을 주도하고 있다.

① 유럽과 아메리카 국가들의 혁신 연구소

덴마크 정부는 3개의 행정부와 1개의 지자체가 힘을 합쳐 설치한 '마인드랩(Mind Lab, 2002-2018)'을 통해 공공 서비스를 혁신해왔고²¹⁾, 현재는 디지털 서비스 혁신을 위한 전문가 집단 '디스럽티브 태스크포스(Disruptive Task Force, 2018-)'를 발족해 정부 곳곳에 통합해 활용하고 있다.

핀란드 정부는 단기 프로그램 중심의 운영을 하는 혁신기금 시트라(Sitra)가 주도적으로 2009년부터 2013년까지 헬싱키 디자인 랩(Helsinki Design Lab)이

21) 국내에 소개된 관련 글로 <월간 디자인>의 2016년 특집 '덴마크 산업 분류 코드 서비스 브랜치코드 Branchekode(박고은, 2016a)'이 있다.

라는 이름으로 더 널리 알려진 전략 디자인 유닛(Strategic Design Unit)를 운영했고, 이는 헬싱키 시를 비롯한 3개의 지자체가 발족한 디자인 주도 도시(Design Driven City, 2013-2015)²²⁾, 핀란드 재무국(State Treasury)이 발족한 디지털 혁신팀 D9(2017-현재), 이민국(Migri)이 설치한 혁신 디자인 팀 '인란드(InLand, 2017-현재)²²⁾' 등의 발족에 직간접적으로 영향을 주었다.



[그림 4-2] 핀란드의 초기 디자인 중심 혁신 조직들

출처: 저자 (이승호) 작성

영국은 내각이 설치한 디자인 주도 혁신기구 '폴리시 랩(Policy Lab, 2014-현재)'이 '열린', '데이터 중심의', '디지털', '사용자 중심의 정책 개발'을 목표로 20여개의 대형 프로젝트를 진행해 왔으며, 5,500명 이상의 공무원이 프로젝트와 워크숍에 참여해 왔다고 밝히고 있다.

칠레 정부는 급격한 경제성장과 함께 급변하는 시민들의 기대에 부응하기 위해 '정부 연구소 (Laboratorio de Gobierno, 2014-현재)'를 설치해 공공 서비스와 정책을 개발하고 있다. 이들은 단지 예산의 편성 뿐 아니라 공공이 일하는 방식을 변화시키겠다고 선언하고 있다.

미국 연방 행정 연구소 인사관리국 (Office of Personnel Management, OPM)은 디자인 주도 혁신기구 '더 랩(The Lab, 2015-현재)'을 출범, 연방 정부의 다양한 기관들을 교육하고, 또 협력 프로젝트들을 꾸리고 있다.

② 혁신 연구소의 정신적 토대

국가가 주도로 사회적 혁신을 한다는 것은 일종의 모험과 같다. 그러나 앞서 언급한 국가들은 변화하는 사회에 혁신적 접근이 없다면 지속가능한 미래를 대응하기 어렵다는 판단으로 국가 재원을 지원해 연구소를 설립하고 자율적 연구를 모

22) 국내에 소개된 관련된 글로, <디자인 프레스>에 실린 필자의 에세이(디자인프레스, 2017a; 2017b; 2018a; 2018b)가 있다.

토로 미래사회를 위한 건강한 혁신을 일으키도록 하고 있다. 이러한 사회적 움직임의 토대가 되는 비유적 키워드가 있다. 바로, 네덜란드의 도시계획 이론가 바우터 밴스티푸트(Wouter Vanstiphout)가 2012년 현 빅토리아 알버트 뮤지엄의 큐레이터인 디자이너 로리 하이드(Rory Hyde)와의 인터뷰에서 사용한 ‘암흑물질(dark matter)’이라는 비유다 (Hyde, 2012).

"정말 도시를 바꾸고 싶다면, 진짜 투쟁을 해보고 싶다면, 진짜 싸움 말이죠, 예를 들면 공공 계획 같은 일에 새로운 방식으로 관여하거나, 정부에 새로운 방식으로 관여하거나, 혹은 거대한 제도화된 개발사에 관여하거나 해야 할 겁니다. 이런 구조와 기관 같은 끔찍하게 복잡한 '암흑물질'에 새로이 관여할 때 진짜 투쟁이 있다고 생각해요. 거기서 부터 정말 재미있는 일이 벌어질 수 있는 거죠."²³⁾

밴스티푸트의 비유를 민원에 1차원적이며, 근시안적으로 접근하는 우리나라의 전통적 정책 실행법과 연결시켜 볼 수 있다. 즉, 우리가 망원경으로 관측할 수 있는 물질, 그리고 눈에 보이지 않지만 이 현상에 영향을 미치는 다양한 문제들, 즉, 현장 조사 없는 탁상행정, 잘못된 인센티브 시스템, 시민 불만 처리를 외주로 해결하는 행정편의주의 등은 암흑 물질이 될 것이다. 암흑물질은 우주에 널리 분포하는 물질로서, 빛과 상호작용하지 않지만 질량을 가지는 물질이다. 즉, 우리 눈에 보이지 않지만 그것이 가지는 중력에 의한 효과 때문에 그 존재를 유추할 수 있는 물질이다. 흥미로운 점은 현재까지의 이론에 따르면 암흑물질이 가시광선으로 관측할 수 있는 물질의 다섯배가 넘는다고 추측된다는 점이다(Palmer, 2018).

핀란드 혁신기금에 몸 담았던, 현재는 스웨덴의 혁신기구 비노바(Vinnova)의 전략 디자인 부서장으로 일하고 있는 댄 힐(Dan Hill)은 2012년 그의 책에서 이런 문제를 해결하기 위한 새로운 접근을 주창하며 ‘트로이의 목마와 암흑물질’이라는 은유를 든다(Hill, 2012). 마치 아테나를 위한 대규모 제사의 상징물로 위장한 트로이의 목마에 전쟁에 이기기 위한 전략이 숨어 있었던 것처럼, 당장의 디자인 프로젝트에서 해결해야 할 문제를 푸는 해답(트로이의 목마)은 제공하되, 이에 연결되어 있는 보이지 않는 구조나 인센티브 혹은 업무 문화(암흑 물질)를 바꾸어 놓을 전략적인 프로젝트를 말한다.

23) If you really want to change the city, or want a real struggle, a real fight, then it would require re-engaging with things like public planning for example, or re-engaging with government, or re-engaging with a large-scale institutionalised developers. I think that's where the real struggles lie, that we re-engage with these structures and these institutions, this horribly complex 'dark matter'. That's where it becomes really interesting.

③ 혁신연구소가 만드는 사회적 파급효과

이런 정부들의 흐름을 읽은 디자인 컨설팅 시장에도 변화의 바람이 불었다. 상업 공간 디자인 컨설팅을 주로 하던 핀란드의 헬론(Hellon)²⁴⁾은 2012년 서비스 디자인으로 영역을 전환하면서 이제 헬싱키와 런던에 스튜디오를 둔 33명 규모로 성장했다. 초기부터 공공 서비스 개선에 주력한 헬론은 현재에도 매출의 40% 정도가 공공영역에서 나온다.

예를 들면, 2009년 두 명의 창업자로 출발한 영국 스코트랜드의 스눅(Snook)은 공공 서비스와 정책 프로젝트만 집중하면서도 현재 38명 규모의 디자인 전문회사로 성장했다. 세계적인 디자인 전문회사인 아이디어오(IDEO) 역시 자신들의 작업을 소개하는 페이지에 ‘정부(government)’라는 태그를 만들고 공공 프로젝트를 별도로 모아 소개하고 있다. 이들 모두 세계의 정부들이 혁신을 위해 디자인 프로세스를 적극적으로 활용하고 있다는 반증이라고 할 수 있을 것이다.

④ 지속가능한 사회를 향한 우리나라 혁신의 현주소

흔히 ‘디자인적 사고(design thinking)’ 혹은 ‘서비스 디자인(service design)’이라고 불리는 이 새로운 접근은 우리나라에서도 적극적으로 받아들여지고 있는 추세다. 한국 디자인 진흥원과 행정안전부, 산업통상자원부는 ‘국민디자인단’ 사업으로 2014년부터 2017년까지 총 900여개 과제, 9천명의 참가자를 정책 위킹 그룹을 운영했고²⁵⁾, 이는 2017년 행정절차법 시행령의 변화로 이어졌다.

이에 따르면 행정청은 “일반인, 전문가가 직접 참여하여 국민의 수요를 관찰분석함으로써 공공정책 및 서비스를 개발·개선하는 공공 서비스 디자인 기법”을 사용할 수 있다고 명시하고 있다²⁶⁾. 하지만 위에 언급한 해외의 사례들과 다르게, 국내에서는 서울 의료원의 ‘시민공감 서비스디자인 센터(HUDC)’를 제외하고는 공공기관 내 설치된 디자인 혁신 조직을 찾아보기 쉽지 않은 현실이다. 정부와 공공이 책임지고 있는 문제들이 대부분 ‘난제(wicked problem)’임을 감안한다면, 그리고 이 문제들이 단발성의 프로젝트로 해결되기 어려운 성격을 가지고 있다는 점을 감안하면 매우 암담한 현실이라고 할 수 있다. 하지만 그렇다면 이 상황에서 디자이너들이, 건축가들이 지속가능한 사회 진입을 위해 할 수 있는 일이 없을까?

24) 국내에 소개된 관련된 글로, <디자인 프레스>에 실린 필자의 에세이(디자인프레스, 2018c; 2018d; 2018e)가 있다.

25) 한국디자인진흥원, <http://www.kidp.or.kr/?menuno=1130>. (검색일: 2019.08.20.)

26) 「행정절차법 시행령」 제7장 제25조의2 2호 1항.

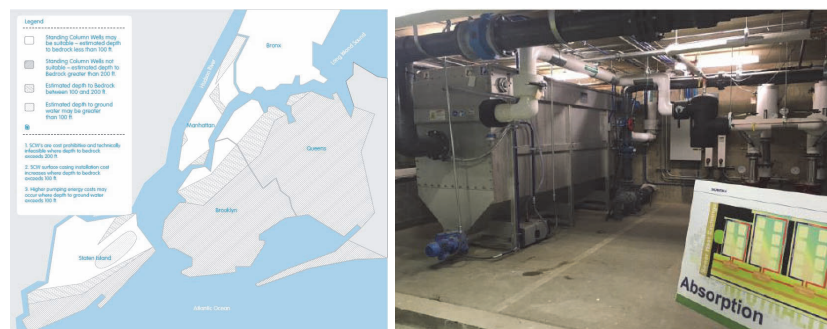
2. 건축정책적 접근법: 뉴욕, 영국, 칠레, 핀란드 사례

지속가능한 사회로 진입하기 위한 건축가, 도시계획가들의 노력이 정책으로 펼쳐지고 있는 사례를 정리 한다. 건물 부문의 온실가스 배출량을 줄이기 위해서 건축계획에 집중한 도시계획정책을 시정부 차원에서 기초자료에서부터 원칙과 가이드라인을 제공하고 있는 뉴욕 사례와 건축물 자체가 온실가스에 영향을 최소화함과 동시에 실내쾌적성을 확보할 수 있도록 제도를 운영하는 영국, 정책에 대한 실험적 접근으로서 칠레의 ‘점진적’ 공공주택 프로젝트와 친환경 건축물을 설계하기 위해 현행 소방정책을 과감히 바꿔버린 핀란드의 사례를 소개한다.

1) 뉴욕과 영국의 기후변화 대응 관련 건축정책

① 뉴욕: 공공정보를 기반으로 한 기후변화 대응 건축 전략

뉴욕시²⁷⁾는 2030년까지 건물의 총 온실가스 배출량을 2005년 대비 40% 감축하기 위해서 2024년부터 2050년까지 5단계로 건물별 온실가스 배출을 제한(BUILDING ENERGY AND EMISSIONS LIMITS)한다. 이는 향후 탄소제로도시로 나아가기 위한 방향이며 국내에서도 모든 도시와 건물이 이행할 수는 없겠지만 사회적 책임을 크게 부여받는 도시는 이런 정책을 검토할 것으로 보인다.



[그림 4-3] 뉴욕시의 지열 설치 적합성 지도(좌) 및 AGU의 하수열교환 장치(우)

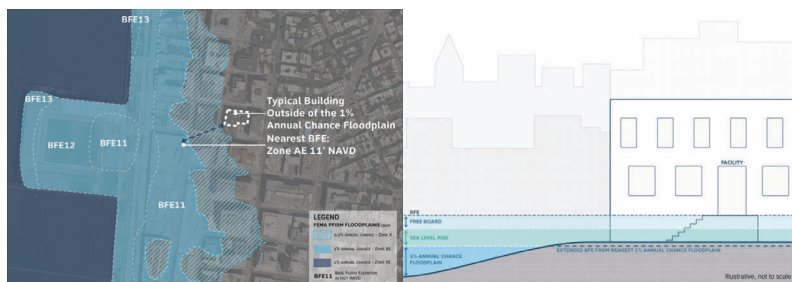
출처 : (좌) City of New York DDC (2012), (우) USGBC (2018, p.8.)

대표적인 고효율 에너지원 지열에너지는 도시에서 지열 냉난방 장치를 아무 위치나 설치할 수 없다. 지하상태, 지질 및 대수층을 고려하여 설치하도록 기초정보의 제공을 통한 유도가 필요하다. 뉴욕(DDC, 2012)에서는 지열 천공방법의

27) 「Commitment to achieve certain reductions in Greenhouse gas emissions by 2050」. (2019.5.19.).

특징과 암반 지질, 로이드 대수층(Lloyd aquifer)에 따라 밀폐형, 개방형, SCW 형 지열 시스템의 설치 적합, 비적합 장소를 제시하고 있다. 정부가 공공정보를 생산해 민간에 도움이 될 수 있도록 정보체계를 개발해 지원하고 있고, 민간은 이를 신뢰하여 적극 활용함으로써 사회적 비용절감에 도움이 되고 있다.

기후변화는 해수면 상승을 야기한다. 해안도시 뉴욕은 바다 가까이 있는 건축계획을 할 때는 해수면 상승을 염두하고 건축계획을 하도록 유도하고 있다. 뉴욕시에서는 2100년까지 밀물 시 해수면 상승에 따른 예상되는 침수가능구역을 지도화하였고, 해당 건물의 사용 연수를 고려하여 건축 계획시 적용해야 하는 기준높이(DFE, Design Flood Elevation)를 중요 시설과 그렇지 않은 시설로 구분하여 지정·운영하고 있다.



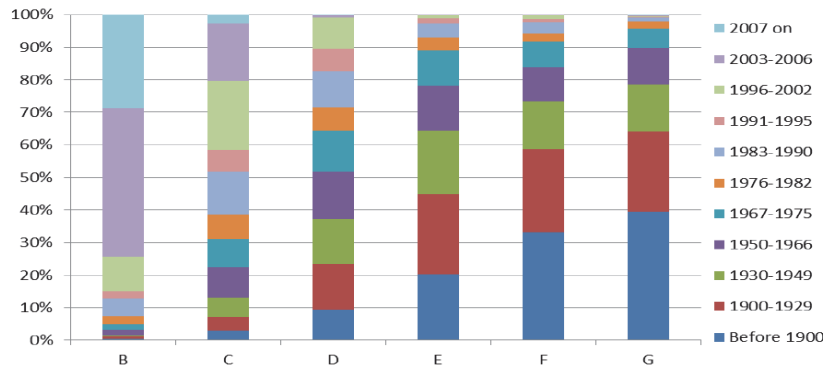
[그림 4-4] 뉴욕시의 해수면상승 예측 지도(좌) 및 건축설계 규정(우)

출처 : NYC (2019, p.27.)

② 영국: 계약 시스템에 적용된 건축물의 지속가능성

영국에서는 에너지 성능이 취약한 주거 및 비주거 건물에 대해서 2018년 4월부터 새로운 임차인과 계약하거나 기존의 계약을 갱신할 수 없고, 2020년 4월부터는 계약을 유지할 수 없는 법²⁸⁾을 운영 중이다. 영국은 건물 에너지 성능을 A~G 등급까지 운영 중이고, 이 중 F와 G등급 건물에 대해 민간차원의 임대를 금지하고 있다. F와 G등급의 건물은 주로 1970년 이전 건물이 대부분을 차지하고 있고, 이런 건물의 개선 지원프로그램(Green Deal funding and the Energy Company Obligation)과 투자금액 한계액(£3,500)도 같이 운영하고 있다.

28) 「The Energy Efficiency (Private Rented Property) (England and Wales) Regulations 2015」, Part 3 Chapter2 Regulation 2, Chapter3 Regulation 27.



[그림 4-5] 영국 주거용 건축물의 에너지성능(EPC, B~G등급)과 준공 시기

출처 : Department of Energy & Climate Change (2013, p.13.)

2) 칠레의 ‘점진적인’ 공공주택 프로젝트²⁹⁾³⁰⁾

① 첫 번째 시도와 실패 : 정부주도 중산층 주택보급 사업

1990년대, 칠레는 고속 경제성장을 이루었다. 이에 힘입어 칠레 정부는 도시에 서 빈민가를 없애겠다는 야심찬 계획을 세웠다. 정부가 주도하여 모든 사업을 기획하고 시행했다. 시민들에게 미화 기준 약 300달러의 저축을 요구하되, 정부 지원금 약 3,700달러, 은행 대출 약 7,000달러를 더해 약 1만 1천달러로 벽지와 보일러를 갖춘 소위 중산층형 주택을 보급하려 했다. 하지만 이 계획은 결국 더 많은 빈민가를 생산하며 실패로 돌아갔다.

많지 않은 예산으로 중산층형 주택을 지어 보급하기 위해서 도시 바깥에 싼 토지를 매입한 것이 그 원인이었는데, 서비스업에 주로 종사하는 빈민들이 결국 새로 입주한 지역의 주변에서 일자리를 찾지 못했고, 아직 대중교통도 마련되지 않은 채로 입주를 하게 된 이들이 결국 도시로 돌아가 새로운 슬럼을 형성하면서 외부의 중산층형 주택 역시 새로운 슬럼이 만들어졌다. 정책 사업은 실패였다.

② 발상의 전환 : 시민의 의견을 수렴한 공공주택

칠레 주택도시개발부가(Ministry of Housing and Urban Development)의 의뢰를 받은 건축 사무소 엘레멘탈(Elemental)은 이와 정반대의 해답을 내어 놓았

29) 이 프로젝트에 대해 더 자세히 살펴보고자 한다면 헬싱키 디자인 랩에서 2010년 출간한 케이스 스터디 “From Shelter to Equity: Designing social housing but building wealth (Cook and Boyer, 2010)”를 추천한다.

30) 국내에 소개된 글로는 〈월간 디자인〉의 2016년 특집 ‘가능성으로 가득 찬 반쪽짜리 집 키타 몬로이 Quinta Monroy (최명환, 2016)’가 있다.

다. 시민들에게 중산층 주택과 일자리, 혹은 도시로 매일 통근할 수 있는 고속도로와 저렴한 대중교통을 제공할 수 없다면 도시 안에 작은 부지를 매입하고, 그곳에 ‘반쪽짜리 좋은 집(half-a-good house)’을 짓자는 것. 대부분의 빈민가의 시민들이 벽을 세우거나 창을 만드는 정도의 간단한 공사는 할 수 있다는데서 영감을 받은 이들이 제안한 디자인은 쉽게 확장이 가능한 연립형 주택이었다.

완공된 ‘반쪽짜리 좋은 집’은 얼핏 보면 완성되지 않은 건물처럼 보인다. 비용을 아끼기 위해 외부에 페인트 칠도 하지 않았고, 실내엔 벽지도 바르지 않았고, 또 부엌 싱크대 밑에는 판자도 대지 않은 모습이었기 때문이다. 하지만 이 집은 시간이 지날수록 가치가 올랐는데, 비록 마감은 하지 않았지만 골조와 수도, 전기 등이 좋은 집의 필수적인 요소들이 제대로 설계되어 시공되어 있었고, 이 집에 입주한 사람들이 집을 가꾸어 나가며 ‘점진적으로’ 집을 개선해 나갔기 때문이다. 실제로 엘레멘탈이 진행한 공공 주택 프로젝트의 첫 사례인 ‘킨타 몬로이(Quinta Monroy)’ 지역을 보면 입주 2년 후 집의 평가 가치가 미화 약 2만 달러를 넘었는데, 이는 유사한 입지 조건의 다른 다세대 주택의 2.6배에 가까운 가치라고 한다.



[그림 4-6] 완공 직후 ‘점진적인’ 공공주택 디자인(상)과 이후 변화(하)

출처: The Pritzker Architecture Prize(<https://www.pritzkerprize.com/laureates/ale-jan-dro-ara-ve-na>, 검색일:2019.06.30.)

이를 위해 알레한드로 아라베나(Alejandro Aravena)를 비롯한 엘레멘탈의 건축가들은 사회학자, 수송엔지니어 등 다양한 학제의 전문가들과 함께 일했다. 이 뿐 아니라, 이들은 실제 입주를 계획하고 있는 시민들과 꾸준히 소통하며 디자인을 개선했는데, 이를 위해 건축도면 등의 전문가만 알 수 있는 자료는 지양하고 종이로 만든 스케일 모델 등을 활용했다. 한 예로, 시민들은 어차피 보일러를 사용하기 위해서는 연료를 구입해야 하는데 이는 경제적 부담이 되고, 또 보일러는 추후에 설치하는 것이 간단한 편이니 차라리 보일러 보다는 추후에 설치하기 어려운 욕조를 건축 계획에 포함시켜 달라고 요구했다.

엘레멘탈이 진행한 이 ‘점진적인’ 공공 주택 프로젝트는 주택도시개발부가 요구한 공공 주택 디자인은 제공하면서도, 그 뒤에 숨어 있는 난제를 해결한 대표적인 사례라 할 수 있다. 전장에서 서술했던 혁신의 정신적 토대에 비유하자면, 반쪽짜리 좋은 집은 트로이의 목마, 그리고 이 프로젝트가 가능하게 한 빈민들의 공공 경제 진입과 공공이 건축을 대하는 방식의 변화를 암흑물질이라 할 수 있다. 암흑물질 속에는 건축을 하는 사람과 집에서 살 사람의 보이지 않는 의견 교환이 가득했다고 이해할 수 있다. 눈에 보이지 않은 사회적 합의의 결과는 성공이었다.

3) 핀란드의 전통적 소방법을 바꾸어 놓은 건축 공모전³¹⁾

① 지역 문화가 갖고 있었던 관행의 변화

핀란드 혁신기금 시트라(Sitra)의 전략디자인 부서는 2009년 지속가능한 디자인 공모전 로우투노(Low2No)를 진행했다. 당시 새롭게 개발이 결정된 얏까사아리(Jätkäsaari) 지역의 한 블록에 직접 투자하고 그쪽으로 헤드쿼터를 옮겨 핀란드의 지속가능한 발전에 귀감이 되는 건물을 짓는 계획이었다.

이 공모전을 통해 이들은 개개의 아파트에 개인 사우나를 배제하고 공공 사우나를 가진 아파트 단지를 설계했다. 개인 사우나를 즐기는 핀란드인들의 대표적인 사우나 문화가 소비하는 엄청난 에너지문제를 지적한 것이다. 또한 건설과정중의 온실가스 배출을 최소화하고 탄소를 오랜시간 건축물에 보유할 수 있도록 환경부와의 협력을 통해 핀란드에서 최대 8층까지 목골조 건물을 추진했다. 그 결과 100년 목은 소방법을 바꾸었다.

② 건축물의 초기 단계에서부터 지속가능성을 부여하기 위한 체제 개편

우선 이들은 지속가능한 건축을 가능하게 하기 위해선 건축공모전 자체를 다시 디자인해야 할 대상으로 보아야 한다고 생각했다. 보통의 건축 공모전처럼 완성된 건축물을 제안으로 받은 것이 아니라, 지속가능하고 확장성 있는 결과물을 위해 갖추어야 할 핵심 역량들을 명시하고 이를 갖춘 기관들과 전문가들이 콘소시엄을 형성해 1차 지원서를 작성하도록 했다. 이들은 단지 건축, 엔지니어링, 지속가능한 발전 등 건물과 직접적인 연관이 있는 역량 뿐 아니라, 통합적 도시 설계, 기후분석, 환경시스템, 도시경제학, 에너지 정책 및 기반시설, 교통, 기술 등을 기준으로 내세웠다.

31) 이 프로젝트에 대해 더 자세히 살펴보고자 한다면 필자가 참여한 2016년 <월간 디자인>의 특집 기사 ‘지속가능한 건축을 위한 공모전 로투노(Low2No)(박고은, 2016b)’를 살펴볼길 추천한다.

이를 바탕으로 23개국 74개 콘소시엄 중 다섯 개의 콘소시엄을 선정한 로우투노 팀은 5주간 실사를 진행하도록 했다. 이를 위해 각 콘소시엄에 5만 유로(우리 돈 약 6천만원)를 제공했는데, 단 최종 제안서의 결과물은 모두 핀란드 혁신기금에 귀속되고 이 프로젝트를 최종적으로 수주하는 팀과 로우투노 팀이 그 안에 있는 아이디어들을 활용할 수 있도록 하는 조건이었다(Bechthold and Kane, 2011).

최종적으로 프로젝트를 수주한 C-Life라는 제안은 영국의 건축 엔지니어링 전문회사인 아럽(Arup), 이탈리아의 서비스 디자인 전문회사인 엑스페리엔샤(Experientia) 등이 꾸린 콘소시엄에 의해 만들어졌다. 로우투노 팀은 이들과 힘을 합쳐 실제 건축물을 위한 디자인에 들어갔다.

③ 지역의 문화적 편의성을 이해한 지속가능한 건축물의 탄생

로우투노 단지가 핀란드 전역에서 볼 수 있는 중산층 혹은 주상복합 아파트와 크게 다른 점 하나는 바로 이 건물에는 개인 사우나가 없다는 것이다. 개인 사우나가 배제된 목골조 건축이 특별히 핀란드 인들에게 중요한 이유는 핀란드 사람들의 생활문화와 밀접하게 연관되어 있다. 우리에게도 친숙한, 뜨거운 돌 위에 물을 부어 증기를 만드는 목욕 방식인 사우나(sauna)가 바로 핀란드 단어로, 핀란드 사람들은 정말 일주일이 멀다하고 매 주말 사우나를 즐기기 때문이다. 따라서 최근 지어지는 적당한 크기 이상의 집에는 보통 개인 사우나가 설치되어 있는데, 이는 우리나라에서 더운 여름에 에어컨 사용량이 에너지수요 피크의 원인이 되는 것과 반대로 핀란드의 겨울 에너지수요 피크의 원인이 되고 있다.

서비스 디자인 전문회사인 엑스페리엔샤는 실제 이 지역에 입주를 고려하고 있는 수요자들과의 코디자인(co-design) 워크숍을 통해 많은 아파트 개발사들의 선입견과는 다르게 많은 사람들이 크기가 작아 증기의 질이 낮은 사우나를 비싼 아파트에 가지고 있기 보다는 더 넓은 주방이나 침실을 원한다는 것을 알게 되었다.

2018년 완공된 로우투노 단지에는 공공 사우나인 우우시 사우나(Uusi Sauna)가 들어섰다. 매일 오후 4시 문을 여는 이 사우나는 오후 3시부터 4시까지 아파트 단지 주민들에게 개방된다. 즉, 공공 사우나이긴 하지만 단지 주민들에게 우선권이 주어진다. 이를 통해 우우시 사우나는 단지 단지의 전체 전기 사용량을 줄이고 더 좋은 증기의 사우나를 제공하는 것이 아니라 다양한 연령대와 직업을 가진 주민들이 이웃을 이룰 수 있도록 돕는다.



[그림 4-7] 당선작 C-Life의 렌더링 이미지

출처: Finnish Innovation Fund, SITRA (<https://www.sitra.fi/en/>, 검색일:2019.06.30.)

④ 지속가능한 건축물이 일으킨 기성제도의 변경

로우투노 프로젝트가 이룬 더 큰 성과는 핀란드에서 8층 건물까지 목재 골조 건물을 지을 수 있도록 소방법을 바꾼 것에 있다. 핀란드에서는 19세기 투르쿠(Turku)시에서 있었던 대화재 이후 생긴 소방법 때문에 목골조는 2층까지만 허용하고 있었다. 하지만 로투노 팀은 애럽과의 협력을 통해 지난 수십년간 목골조에 대한 이해가 세계적으로 높아져 특정 높이까지는 목골조가 철근 콘크리트 골조보다 오히려 더 안전할 수 있으며, 또 높은 탄소 흡수 효과를 기대할 수 있다는 점을 알아냈다. 일례로 로투노 건물과 같은 8층 건물에 철근 콘크리트 골조가 아닌 목골조를 사용하면 필라델피아에서 런던을 850회 비행기로 왕복하는 만큼의 탄소를 줄일 수 있다고 한다.

⑤ 지속가능한 건축물 도입을 위한 혁신의 결과

로우투노 프로젝트가 남긴 유산은 오늘까지도 회자된다. 핀란드 전역에 이런 새로운 프로세스를 채택한 건축 공모전이 속속 등장하고 있고, 또 소방법의 변화로 목골조를 활용한 건축물들이 새로이 계획되고 지어지고 있기 때문이다. 일례로 최근 새로 지어진 헬싱키 중앙 도서관 오오디(Oodi) 역시 목조를 활용했는데, 이는 후퇴하고 있던 핀란드의 임업에도 새로운 활력을 불어넣고 있다. 로우투노 사례는 건축공모전 역시 하나의 트로이의 목마로 활용될 수 있으며, 이를 통해 건축의 프로그램 뿐 아니라 법규, 산업 등의 사회규범인 암묵물질에 영향을 미칠 수 있음을 보여준다.



[그림 4-8] 목조를 사용해 새로 지어진 헬싱키 중앙 도서관 오오디(Oodi)의 입구

출처: Ninara (2018, Flickr, <https://www.flickr.com/photos/37583176@N00/454175065>
25 검색일: 2019.08.20.)

3. 도시 정책적 접근법: 미국 주요도시

미국은 트럼프정부가 들어서기 이전까지 기후변화에 적극적으로 대응해 왔다. 특히, 오바마정부는 2009년부터 2017년까지 기후문제에 대해 ‘그린뉴딜’과 같은 심도있는 정책을 설계하고 집행했다. 그 결과 2015년 12월 파리협약을 이끌어 냈는데 큰 기여를 했으며, 교토협약 이후 보완이 필요했던 기후체제에 새로운 지평을 열었다. 오바마정부시절 많은 기후변화 대책을 연방정부, 주정부, 지방정부의 위계에 맞춰 수립하고 실천할 것을 권고했다. 물론 많은 연구지원도 뒷받침되었다. 트럼프 정부는 기후변화를 부정하고 파리협약에서 탈퇴했지만, 여전히 주요 도시들은 기후영향을 대비하기 위한 정책을 개발하고 실천중이다.

이에 도시정책에 기후변화의 영향과 취약성, 대응방안을 마련해 실천하고 있는 미국 주요도시들의 접근법을 살펴보고 우리나라 정책에 참고할 수 있는 가능성을 모색해 본다. 기후변화 정책을 운영하고 있는 주요도시인 워싱턴DC, 뉴욕, 시카고, 신시내티, 샌프란시스코, 애틀랜타의 기후변화 정책을 다뤘다.

1) 성장 지향 전략으로서의 회복탄력성 강화 정책: 워싱턴 DC³²⁾

① 워싱턴 DC의 기후변화 취약성

□ DC가 경험했거나 전망하고 있는 기후영향

DC의 기후변화는 열파의 빈도와 강도를 증가시키며, DC를 지나는 강들의 평균 수량 및 호우 발생 빈도와 강도를 또한 증가시킬 것으로 전망되고 있다. 구체적으로 연 평균기온은 지난 50년 동안 이미 1.1℃가 상승하였으며, 금세기 중반까지 2.6℃가 추가로 상승할 것으로 예상되고 있다.

DC는 기후변화로 인해 폭염, 해수면상승과 침식, 강수량 패턴 변화들을 경험하고 있다. 이미 2018년에만 25회의 폭염이 발생했던 경험이 있으며(열파지수는 35℃ 혹은 그 이상), 기상학자들은 DC가 2080년까지 폭염횟수가 두 배 이상 증가할 것이라 예측하고 있다. 기후변화로 인해, DC를 지나는 포토맥 강과 아나코스티아 강의 해수면 상승과 침식이 진행되어 하천수위는 지난 90년 동안 0.28m 증가하였으며, 하천유역에 발생하는 홍수빈도는 300% 이상 증가하였다. 또한 현재의 100년 빈도 강수량은 기후변화로 인하여 25세기 중반에는 일반적인 강우패턴이 될 가능성이 높은 것으로 전망되고 있다.

② 회복탄력성 계획의 개요

워싱턴 DC가 직면하고 있는 도시문제는 인구증가, 기후변화, 사회적 불평등 등 다양하다. 기후변화 문제와 결합되면 커질 수 있는 문제에 대한 대책으로 도시의 회복탄력성을 증진시켜 도시의 대응능력을 강화하는 방향을 잡고 있다. 구체적으로 도시 회복탄력성 구축을 통해서 빈곤이나 사회 불평등에서 야기되는 사회적 재난들을 완화할 수 있으며, 홍수나 폭설 등의 대규모 자연재해가 발생한 경우 도시의 기능을 회복하고 정상적인 상태로 복구할 수 있는 회복력 또한 높아진다는 방향성을 갖고 있다.

워싱턴 DC는 도시의 회복탄력성을 높이기 위한 로드맵을 설정하였다. 로드맵에 따른 회복탄력성 증진을 위한 기본전략을 설정하기 위해서 2년여 동안 다양한 분야에서 회복탄력성 관련 연구 및 검토가 이루어졌고, 총 100개 이상의 지역사회 지도자와 관련 전문가들의 아이디어를 공유 및 검토하였으며, 이 과정에서 DC의 8개 구 전체에서 1,100 명의 주민들이 자원봉사로 참여하였다.

32) 출처: Government of DC (2019), Resilient DC: A strategy to thrive in the face of change, Government of The District of Columbia.

□ 회복탄력성 계획의 목표

DC의 회복탄력성 기본 전략에서는 도시의 변화를 일으키는 네 가지 주요 요인(경제 및 인구증가, 기후변화, 기술혁신, 건강과 안전)을 바탕으로 [그림 4-9]와 같이 네 가지 목표를 제시하고 있다. 구체적으로 보면, 목표 1은 ‘포용성장(Inclusive Growth)’으로서 거주기간과 경제/사회적 상황에 관계없이 모든 주민들이 지속적으로 경제 및 인구 성장의 혜택을 누릴 수 있는 DC를 계획하는 것이다. 목표 2는 ‘기후행동(Climate Action)’으로서 기후변화 영향에 대비하고 주민들의 경제활동이 기후변화에 보다 효과적인 대응방안이 될 수 있도록 하는 것이며, 목표 3은 ‘더욱 스마트한 DC(Smarter DC)’로서 기술혁신을 활용하여 기후변화의 부정적인 결과를 최소화하는 것이다. 마지막으로 목표 4는 ‘안전하고 건강한 워싱턴인(Safe and Healthy Washingtonians)’으로서 DC내 모든 커뮤니티의 주민들이 안전하고 건강하게 변영할 수 있는 DC를 계획하는 것이다.

 Goal 1, Inclusive Growth, envisions a DC where all residents benefit from our continued economic and population growth, whether they have been here for five minutes or five generations. This section outlines initiatives that will show the world how to leverage growth and counter growing inequality.	 Goal 3, Smarter DC, envisions a DC that embraces advancements in technology, while minimizing the negative consequences of change. This section outlines initiatives that will make DC a technology-enabled city with strong support and safeguards for its residents.
 Goal 2, Climate Action, envisions a DC that is prepared for the impacts of climate change and where residents and businesses take bold action to combat its causes. This section outlines initiatives that will uphold the commitments of the Paris climate agreement and lead the country in the response to climate change.	 Goal 4, Safe and Healthy Washingtonians, envisions a DC where every neighborhood is safe, our residents are strong and healthy, and all Washingtonians can thrive. This section outlines initiatives that build individual resilience for all residents by addressing disparities in health and reducing crime in all neighborhoods.

[그림 4-9] DC의 회복탄력성 계획 목표 4가지

출처: Government of DC (2019, p.5.)

이 목표를 구체화함에 있어서 DC가 현재 직면한 네 가지 취약성을 설정하였다. 워싱턴 정부 셋다운, 노후화된 교통시스템, 인구증가와 사회적 불평등을 초래하는 불충분한 주거환경, 기후변화에 따른 홍수 등의 발생을 전제로 했다. 이처럼 형평성과 회복탄력성을 고려한 DC의 계획은 관련 정책 및 시행의 집행을 가속화하고, 실행계획의 능률을 향상하기 위해 설정된 목표를 통해 세부 계획을 하나로 통합시킨 전술적 구현전략이기도 하다.

③ 워싱턴DC의 회복탄력성 정의와 주요 키워드

□ 워싱턴 DC의 회복탄력성 정의

DC에서는 회복탄력성 있는 도시는 무엇을 갖추어야 하는지에 대한 목표를 설정하고 시행하는 것에 초점을 맞추고 있다. 여기서 정의되고 있는 도시의 회복탄력성(Urban resilience)은 만성적이거나 급격한 스트레스와 충격에도 불구하고 도시 혹은 도시를 이루고 있는 주체들(개인, 지역사회, 기관, 기업, 인프라)가 생존하고 적응하며, 번영할 수 있는 역량을 의미한다.

□ 회복탄력성을 갖춘 도시가 갖는 7가지 특징

워싱턴 DC가 정의 내린 회복탄력성을 구성하는 세부적 정의를 7가지로 정리할 수 있다. 통합적 프로세스, 포용적 프로세스, 자원관리, 실행·반영, 예비자원, 내구성, 유연성 등이다. 이 특징에 따른 통합적이고 포괄적인 접근은 적절한 관리, 효과적인 리더십과 관련이 있다. 이러한 회복탄력성 계획으로의 접근방식을 통해서 도시의 인프라 구축과 실행의 적절한 시행이 가능하게 되며, 가장 취약한 주민들의 요구를 충족시킴으로써 전체 시민을 위한 탄력적인 도시조성이 가능하게 된다.

- 통합적 프로세스(integrative process)

통합적 프로세스는 보다 나은 결과를 위해 다양한 시스템과 기관을 통합적으로 활용하여 문제해결 능력을 향상시키는 것으로, 부처 및 기관 사이의 시너지 효과를 극대화하기 위한 것이다. 예를 들어서, 통합적 도시계획은 기후변화, 재난위험감소, 협력을 통한 응급대응 등 다양한 분야에 걸친 문제들을 전반적으로 처리할 수 있다.

- 포용적 프로세스(inclusive process)

포용적 프로세스는 도시의 회복탄력성을 구축하기 위한 공동비전 혹은 공동체 의식을 고양시키기 위한 과정이며, 이를 위해 광범위하게 공동협의를 필수적으로 이루어져야 한다.

- 자원관리(resourceful)

지력이 풍부한 개인 혹은 기관을 활용하게 되면 위기상황에서 자원을 사용하여 자신의 필요를 충족시키거나 목표달성에 활용할 수 있는 다양한 대안수립을 가능하게 된다.

- 반영·실행 (reflective)

개인 및 기관은 미래를 위한 결정들을 위해 과거의 경험을 반영하고, 그에 따라 관련 기준 및 행동을 수정해야 한다.

- 예비자원(redundant)

과도한 압력, 수요 급증 또는 외부에서 내부로 유입되는 다양한 문제에 대응하기 위해 의도적으로 조성하게 되는 자원을 뜻하며, 주어진 상황에 맞는 대응방법 모색을 위해서는 예비자원의 다양성 확보도 고려해야 한다. 예를 들어, 기반시설에 대한 중복 투자 등을 통해 설치된 에너지 시스템은 갑작스런 수요급증이나 공급 중단을 해결할 수 있는 대안방안으로 활용될 수 있다.

- 내구성(robust)

내구성 높은 설계는 잘 계획되고, 잘 만들어지고, 잘 관리되는 것을 목표로 하며, 이를 통해 향후 발생가능한 문제의 원인 예측을 가능하게 하며, 문제 대응능력의 실패 가능성을 줄이게 된다. 예를 들어, 내구성 높은 인프라는 해당 설계의 임계치를 초과하더라도 치명적인 오류가 발생할 확률을 줄여준다.

- 유연성(flexible)

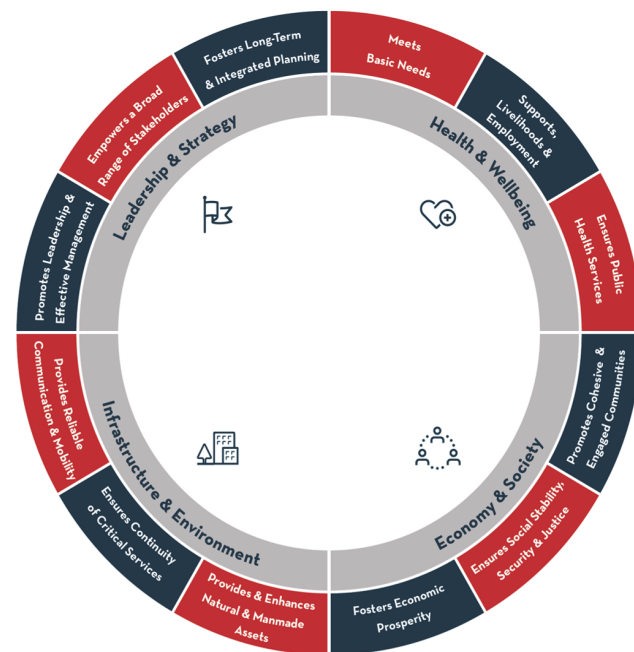
유연성이란 변화하는 상황이나 갑작스러운 위기에 대응하여 대체 전략을 전통적인 기술 활용 뿐만 아니라 새로운 기술이나 지식을 도입함으로써 전반적인 시스템의 문제 해결 능력을 보다 유연하게 한다.

④ 회복탄력성 프레임워크

DC의 도시 회복탄력성 프레임워크(City Resilience Framework, CRF)는 기존에 도시가 보유한 지식과 경험을 통해 직면하고 있는 도시 문제의 복잡성과 회복탄력성의 증진을 위한 요인들을 이해할 수 있는 틀이다. CRF는 도시 회복탄력성 증진을 위한 아래의 네 가지 시스템으로 구성된다(그림 4-10과 그림 4-11). 첫째로, '건강 및 웰빙'은 도시에서 일하고 살아가는 모든 사람들이 삶을 영유하고 번영을 이루기 위해 필요한 자원 및 지원에 접근할 수 있는 시스템을 의미하고, 둘째로, '경제 및 사회'는 도시 인구가 평화롭고 집단적으로 활동할 수 있는 사회 및 금융시스템을 말하며, 셋째로, '인프라 및 환경'은 주민을 위한 중요한 서비스를 제공하고 물류, 서비스 및 지식의 흐름을 가능하게 하며 도시자산을 보호하고 연결하는 인공 및 자연시스템을 지칭하고, '리더십 및 전략'은 효과적인 리더십, 포용적인 의사결정, 이해 관계자의 권한 부여 및 통합 계획을 촉진하는 시스템을 의미한다.



[그림 4-10] 워싱턴 DC의 회복탄력성 프레임워크를 구성하는 네 가지 시스템
출처: Government of DC (2019, p.10.)



[그림 4-11] 워싱턴 DC의 회복탄력성 프레임워크
출처: Government of DC (2019, p.11.)

⑤ 회복탄력성 계획과 연관된 기존 계획들

2019년 수립된 워싱턴DC의 회복탄력성 계획은 기존에 추진되고 있던 11개의 시정부 계획들과 연관성을 가지고 있다. 기존 계획과의 연계를 통해서 DC의 회복탄력성 계획은 기존의 자연자원 및 불평등 해소를 위한 사업 대상지역들과 회

복탄력성 증진을 위한 네 개의 목표(포용성장, 기후변화 대응, 보다 스마트한 DC, 안전하고 건강한 워싱턴یان)를 부분적으로 공유하며, 그에 해당되는 상세 내용들을 가지고 있다. 아래 11개의 제목과 내용들은 회복탄력성 계획의 실행을 위해 기존 계획들의 계획명과 연계를 한 내용들의 개요이다.

- Safer, Stronger DC: 범죄로 가장 큰 피해를 입은 지역에 안정성, 회복 및 발전 기회 및 더 많은 서비스를 제공하도록 포용적인 공공안전 정책과 연계된다.
- LIVE. LONG. DC: 2020년까지 약물오남용을 줄이고 관련 사망률을 50% 줄 이려고 하는 계획과 연계된다.
- Workforce Investment Opportunity Act Unified State Plan: 인적자원의 효율적인 관리를 통해 인력개발기회의 연계성 및 접근성을 강화하기위한 계획과 연계된다.
- Healthy People 2020: 2020년을 목표로, 시민의 건강 증진을 위한 목표와 대상을 설정하는 계획과 연계된다.
- Cultural Plan: 문화참여를 늘리고, 예술가 및 재능개발을 지원하며, 문화생 산을 자극 및 관련 의사결정의 지원 등을 통해 도시 전역의 예술, 인문, 문화 및 유산을 강화하려는 계획과 연계된다.
- DC's Economic Strategy: DC가 다양성과 혁신을 통해서 어떻게 공정한 경제성장을 이룰 수 있는지를 보여주는 포용적 번영과 회복탄력성의 글로벌 모델을 제시하는 계획과 연계된다.
- Housing Preservation Strike Force Report: 주택보존 전담팀의 업무결과 와의 협업을 통해 DC의 기존 저가주택 전략을 지속적으로 실행하기 위한 계획과 연계된다.
- Consolidated Plan: 정부정책, 기능 및 데이터를 분석하여 주택시장 상황과 저렴한 주택 및 지역사회 개발요구를 점검 및 결정하는 계획과 연계된다.
- Climate Ready DC: 구축된 인프라 및 지역사회 자원들이 기후변화에 노출 되었을 때 예상되는 영향들을 제시하고 기후변화의 영향에 대비할 수 있도록 고안된 77 개의 적응전략을 포괄하는 계획과 연계된다.
- Clean Energy DC: 2032년까지 도시 온실가스 배출량을 2006년 수준의 50% 로 줄이기 위한 55 가지 행동제시 계획과 연계된다.
- Sustainable DC: DC를 미국에서 가장 건강하고, 녹색이며, 가장 살기 좋은 도시로 만들기 위한 활동 계획과 연계된다.



[그림 4-12] 워싱턴DC의 회복탄력성 계획과 연계된 11가지 기존 계획 및 정책들
출처: Government of DC (2019, p.17.)

□ 기타 워싱턴DC의 기후변화 적응관련 계획

- 계획수립과 실행 주체인 연방 및 시정부, 민간단체 활동

주요 내용으로는 2023년까지 DC 정부 차원의 기후 변화 적응 정책, 지침 및 절차 등을 수립하고, 기후변화와 회복탄력성에 관한 위원회를 설립 및 운영하며, 지역활동 지원을 위해서 2023년까지 지역기후 적응전략들을 구축하는 등이다.

- 건축물 및 시설의 회복탄력성 증진계획

주요 내용으로는 2032년까지 기후변화에 적응된 새 건물들을 건설하고, 2050년까지 위험에 처한 건물을 모두 개량하거나 고위험 지역 내 건물을 철거하며, 지속 가능하며 다양한 잇점을 제공하는 인프라에 투자하고, 기후적응에 준비된 생활권 계획과 개발을 추진하는 등이다.

- 건강보건 회복탄력성 증진계획

주요 내용으로는 도시열섬 줄이기 캠페인 등을 실시하는 등이 있다.

- 시민경제 회복탄력성 계획

주요 내용으로는 홍수보험 구입 촉진 및 구입률을 증가시키고, 2023년까지 회복탄력성 전담 공공업무를 시작하며, DC 그린 뱅크를 설치하고, 새로운 금융 도구 및 회복탄력성을 확보를 위한 금융상품들을 개발하는 등이다.

2) 허리케인 샌디에 따른 회복탄력성이 강화된 도시 마스터플랜: 뉴욕³³⁾

① 뉴욕시 개요

□ 뉴욕시의 사회적 여건과 변화

과거의 뉴욕시는 항구와 강, 운하 등 중요 무역로가 연결되어 있는 지리적 여건을 바탕으로 1625년 이래로 무역과 문화의 중심지였다. 이는 곧 이민자들의 증가로 이어졌고, 이들은 이민초기에 사회적 불평등, 빈곤 등의 문제를 겪었다. 또한, 여러 산업들의 흥망성쇠가 계속되어 왔으며, 현재는 금융, 연구, 산업, 관광 및 문화의 세계적 중심지로 자리잡고 있다. 현재 뉴욕시 거주자들은 세계 모든 나라에서 왔으며, 이에 따라 180개 이상의 언어가 존재하고 있다.

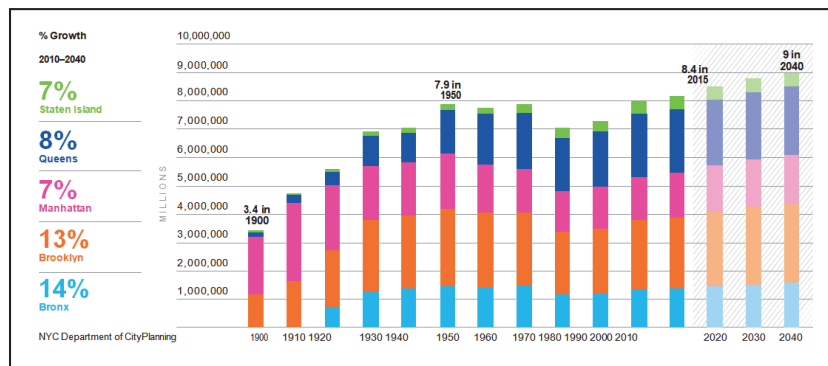
뉴욕의 환경질에 대해서는 최근 일련의 환경친화적인 규제와 지속가능한 개발 계획을 통하여 공기와 물의 질적 향상을 보이고 있으며, 오래된 항구와 산업황폐지(brown field)의 재활성화, 저가주택개발, 신규 상업지구개발 등의 개발계획을 활발히 추진 중이다. 또한 공공토지신탁(Public Trust for Trust)을 통해서 공원시설 관리 및 확충에 대한 투자를 하고 있으며, 투자규모는 미국 60개 대도시 중 2위에 해당한다.

33) 출처: The City of New York (2015), One New York: The plan for a strong and just city, The City of New York.

□ 인구증가 및 인구구조 변화

뉴욕시의 인구는 계속해서 빠른 속도로 증가하고 있다. 이민자의 유입이 큰 기여를 하고 있으며, 맨하튼 외에 특히 브룩클린과 브롱크스 지역의 인구성장이 클 것으로 예상되고 있다. 현재 뉴욕시 전체 약 840만 명의 인구는 2040년까지 900만 명에 달할 것으로 전망된다. 전체 인구구성 중 외국인이 전체인구의 40%를 차지하고 있으며, 자국의 젊은층 유입이 증가세를 보이고 있어 저렴한 주택공급 확대 방안을 모색 중이다.

이러한 인구 증가에 따라 직면하는 문제들이 있는데, 기존인프라 시스템에 부담이 증가되며, 서비스의 질적 저하가 야기되고 있고, 인구의 노령화 역시 뉴욕이 직면한 문제로, 2040년까지 65세 이상의 인구가 취학연령 인구를 넘어설 것으로 예측되고 있다. 이러한 인구변화는 시정부에서 제공하는 서비스부터 도시설계에 이르기까지 모든 분야에 새로운 도전과제를 요구하고 있는 상황이다. 또한 변화하는 인구 구조와 기술 발달에 따른 맞춤형 서비스와 고용평등을 위한 사회적 및 물리적 인프라 개선이 필요한 실정이다.



[그림 4-13] 뉴욕시 인구변화 1900~2040(전망치)

출처: The City of New York (2015, p.27.)

□ 도시환경 문제의 증가

오랫동안 지속되어 온 뉴욕의 아래와 같은 고질적인 환경문제들은 시민의 건강과 삶의 질에 지속적인 영향을 미치고 있다. 2012년 한 해 동안 5세~17세 아동 1,000명 중 4명이 천식으로 입원하였으며, 2030년까지 난방연료 수요가 14% 증가하고, 2030년까지 에너지 소비량이 44% 증가할 것으로 예상되고 있는데, 기본적인 도시시설 운영만으로도 환경문제를 계속 야기할 것으로 예측되고 있다.

□ 인프라 시스템의 노후화

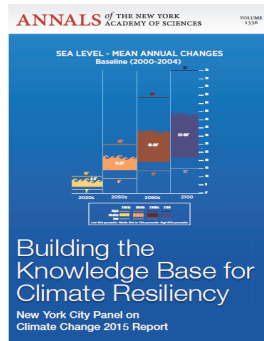
현대적이면서도 역동적인 도시로 인식되는 뉴욕은 세계의 대표적인 도시임에도 도시기반시설들은 도시의 기본 기능을 유지하는데 심각한 문제가 될 정도로 노후화되고 낙후되어 있는 실정이다. 인프라는 사람, 지역 및 비즈니스를 연결하며, 식수, 가스, 전기, 의사소통 및 학습을 위한 인터넷 액세스와 같은 필수서비스를 포함하고 있다. 그러나 노후화된 인프라를 유지 및 업그레이드하고 도시전체에 걸쳐서 일관되면서도 질적으로도 양호한 보수상태를 유지하기 위해서는 필요한 자금확보가 중요하다. 현재 뉴욕시의 인프라와 경제성장 간의 연계성은 반드시 고려되어야 하지만, 지역적 차원에서 이루어져야 할 공공투자는 이를 뒷받침하지 못하고 있는 상황이다.

□ 기후변화 위험증가

뉴욕시도 기후변화 영향의 위험성이 증가하고 있다. 기후변화 저감에 대한 진전을 다양한 환경 개선사업을 통해 이루고 있지만, 여전히 도시에 위협이 되는 지역적인 기후재해 위험은 계속 예상되고 있다. 이에 뉴욕시는 기후변화에 관한 뉴욕시 패널(New York City Panel on Climate Change, NPCC)과 협력하여 이러한 위험을 시의 기후정책으로 만들기 위해할 수 있는 한 최선의 과학적 수단을 동원해 왔다.

2015년 초 NPCC는 아래와 같은 내용을 담은 기후탄력성을 위한 지식기반 구축 보고서-NPCC 2015(Building the Knowledge Reserves for Climate Resiliency - NPCC 2015 Report)를 발표했다. 2050년까지 평균기온이 2.3~4.3°C 증가, 평균강수량이 4~11% 증가, 해수면 상승이 0.3~0.5m 증가를 예상하고 있으며, 2050년까지 32°C 이상의 연평균 일수는 적어도 현재의 두 배가 될 것으로 예상하고 있다.

해수면 상승으로 인해 해안의 홍수빈도와 강도가 모두 증가하고 북대서양 해역에서의 강력한 허리케인 발생 빈도가 증가할 것으로 전망된다. 이러한 각각의 변화는 도시의 지역사회, 기업 및 기반 시설의 기후영향 노출을 증가시키며, 뉴욕 시민들의 건강에 미치는 영향 또한 계속 증가시키게 될 것이다. 이에 뉴욕시는 기후변화에 대응하기 위하여 다방면의 노력을 기울이고 있는데, 예를 들면, 온실가스 배출량을 줄이고, 지역사회를 기후변화에 적응할 수 있도록 계획하며, 뉴욕의 해안선, 건물 및 기반시설에 대한 투자를 진행하는 등이다.



NPCC mid-range projections on climate change

Chronic Hazards	Baseline (1971-2000)	2050s
		Middle Range
Average Temperature	54°F	+4.1 to 5.7 °F
Precipitation	50.1 in.	+4 to 11%
Sea Level Rise	Baseline (2000-2004)	2050s
		Middle Range
Sea Level Rise	0	+11 to 21 in.
Extreme Events	Baseline (1971-2000)	2050s
		Middle Range
Number of days per year with maximum temperature at or above 90° F	18	39 to 52
Future annual frequency of today's 100-year flood at the battery	Baseline (2000-2004)	2050s
		Middle Range
Future annual frequency of today's 100-year flood at the battery	1%	1.6 to 2.4%

[그림 4-15] NPCC 2015 보고서 표지(좌) 및 2050년도 기후변화 전망

출처: The City of New York (2015, p.34.)

② 뉴욕시의 OneNYC 회복탄력성 계획의 개요

□ 뉴욕시의 제반문제들

눈부신 번영에 따른 생활비와 소득 불평등은 증가하고 있으며, 빈곤률과 노숙자 비율은 여전히 높은 상황이다. 인구증가에 맞춘 저렴한 주택공급의 부족하며, 도시의 핵심 인프라(도로, 지하철, 하수구 및 교량)가 노후화되고 있다. 아직도 물과 공기는 깨끗하지 못하며, 공원과 공공장소가 부족하며 질적 수준도 떨어지고 있다. 기후변화는 뉴욕시가 대응해야 할 잠재적인 위협이다.

□ OneNYC 계획의 역사

- PlaNYC 2007-2013

2007년 마이클 R. 블룸버그(Michael R. Bloomberg) 뉴욕시장은 도시의 증가하는 인구 및 도시기반시설에 대한 요구를 책임감있게 실행하는데 중점을 둔 최초의 보고서인 PlaNYC를 제시하였다. 'Greener, Greater New York'이라는 제목의 보고서(그림 4-16)는 뉴욕시의 지속가능한 개발의 초기전략이 포함되어 있으며, 이내 다른 대도시의 모델이 되었다. PlaNYC는 도시의 노후화된 인프라를 해결하고, 공원의 보수와 확대를 지원하며, 뉴욕 주민의 삶의 질과 건강을 개선하고, 최초로 온실가스 배출량감소 목표달성을 위한 조치를 제시하였다. PlaNYC 2011은 환경 안정성과 살기좋은 지역에 대한 도시의 노력을 강화하고, 산업황폐지를 개선 및 개발하며, 공기질과 수질을 개선하는 등의 도시 정책들을 시행하는 초석이 되었다. 2013년 허리케인 샌디 이후, 뉴욕시는 'PlaNYC: A Stronger, More Resilient New York'을 발표하며 기존 계획을 강화했다. 이 계

획은 허리케인 샌디로 부터 발생한 피해 및 복구 작업에서 얻은 경험을 문서화하고, 도시재건 전략을 제시했으며, 도시가 해수면 상승 및 극한기후 등 기후재해를 예상하고 대응할 수 있는 전략을 기술하였다.

- PlaNYC Progress

2007년 최초의 PlaNYC 보고서 발간 이후, 제시된 목표달성에 상당한 진전을 이루게 되었다. 그 성과로, 2005년부터 온실가스 배출량을 19% 줄였고, 물 공급을 원활하고 안정적으로 제공하기 위해 수십억 달러를 인프라에 투자했으며, 공기 질 향상을 위해 백만여 그루의 나무를 심었고, 연장 483km의 자전거 전용도로를 설치했으며, 오염된 난방유를 단계적으로 폐지하기 위한 규정과 프로그램을 개발하였다. 또한 해안방어를 강화하고 폐수 처리시설과 같은 중요한 인프라를 보수했으며, 건물과 인근지역의 기후탄력성을 높이기 위해 노력해왔다.



[그림 4-16] PlaNYC 계획의 역사 2007년(좌), 2011년(중), 2013년(우)

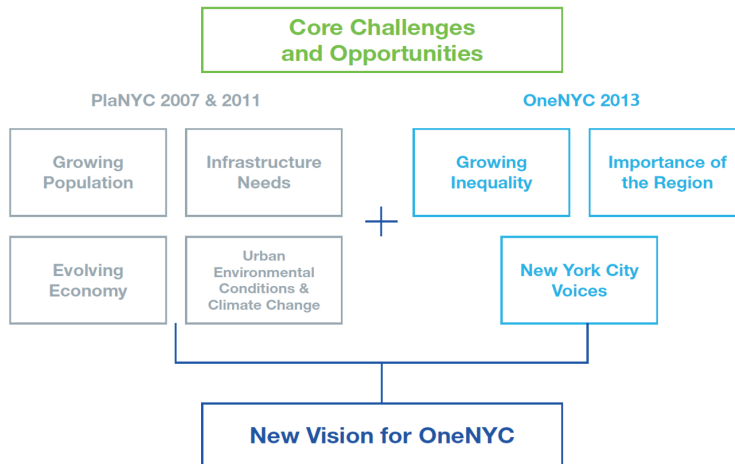
출처: The City of New York (2015, p.11.)

□ 뉴욕시 회복탄력성 계획수립의 과정

새롭게 만들어진 OneNYC 계획은 기존의 도시 마스터플랜인 PlaNYC 2007과 PlaNYC 2011 그리고 2013년에 만들어진 OneNYC 2013의 내용들을 새롭게 변화되는 여건들을 고려하여 보완하고, 수정한 것이다.

기존 PlaNYC 2007과 2011에서는 인구증가, 인프라에 대한 요구, 경제성장, 도시의 환경과 기후변화를 다루었으며, OneNYC 2013에서는 기존 주제에 사회적 불평등 해소, 주요지역에 대한 시범사업들, 연관 뉴욕시 보고서들, 뉴욕시민들의 의견수렴 등이 새로이 반영되었다. OneNYC는 수천 명의 뉴욕시민들이 제공하는 아이디어를 기반으로 하였는데, 그 방식은 시민, 지역사회 및 지역업체 리더들의 의견을 수렴하고, 시청회의와 온라인, 여론조사 및 설문조사를 진행하며,

뉴욕주민들에게 일상에서 자신의 삶에서 무엇이 효과적이고 무엇을 선호하는지, 그리고 뉴욕의 미래에 대해 상상할 수 있는 것들에 대해서 물어보았으며, 70개 이상의 시정부 기관 및 담당부서들과 많은 지역파트너와 협력하여 진행하는 것이었다.



[그림 4-17] OneNYC 2015 비전 결정과정

출처: The City of New York (2015, p.26.)

□ OneNYC 계획을 위한 의견수렴

• 의견수렴과정

뉴욕시민이 요구하는 우선순위를 파악하고, 아이디어를 활용하기 위해 원탁회의에서 온라인 설문조사에 이르기까지 수개월에 걸쳐서 다양한 의견수렴을 거쳤다. 뉴욕시의 거주자는 뉴욕시 전체 인구의 37%인 약 3백만 명의 뉴욕주민의 출생국가가 미국이 아니며, 모든 거주자 중 49%가 집에서 영어 이외의 언어를 사용하고 있을 정도로 다양한 커뮤니티 환경에서 생활을 하고 있으며, 다양한 지식, 문화, 관심사, 기술 및 경제자원을 가지고 있다는 점이 고려되었다. 일부 거주자는 지역사회 문제 해결과정에 집중적으로 참여하는 반면, 일부 거주자는 참여도가 떨어지나 이들도 여전히 중요한 서비스에 의존하고 있음을 인지하였다.

• 주민 봉사 활동

1,300명 이상의 뉴욕시민이 시민참여단체 및 선출 공무원과의 일대일 회의, 원탁회의 및 시청주관 포럼 등에 참여하였고, 주요 주제로 고령화, 학교, 주택, 환경, 공원 및 교통에 관한 문제를 다루었다.

- 지역 비즈니스의 원탁회의

도시 내에서 사업규모가 크고 혁신적인 사업을 하는 주체들 중 다수를 만나서 사업의 성공, 근로자의 존속, 신규고용 및 성장에 필요한 내용들을 청취하였고, 의견들은 주로 문화 자원의 필요, 교통, 광대역 인프라, 보육서비스 및 문화적 공동체(인종, 성별, 종교, 출신국)의 중요성 등이었다.

- 자문위원회

뉴욕시장의 지속가능성 자문위원회는 38명으로 구성되었고, 5개의 뉴욕 자치구를 대표하며, 시민지도자, 정책전문가 및 지역사회 지도자로 구성되었다. 이들은 지속가능성, 사회서비스, 업계, 학계, 부동산 및 건강관리 등의 부문들을 대표하였다.

- 지역 조정

뉴욕, 뉴저지, 코네티컷시의 시장들과 카운티 행정관들을 포함한 15명의 지도자들은 뉴욕시와 만나 인프라, 주택, 일자리 및 기후변화와 같은 지역에 영향을 미치는 일반적인 문제에 대해 논의했다.

- 온라인 설문조사 : nyc.gov/ideas

2015년 3월 6일에 시행된 온라인 설문조사(nyc.gov/ideas)를 통해 뉴욕시민들의 아이디어를 수렴하였고, 7,500명이 넘는 응답자들은 7개 언어를 사용하여 신중하고 솔직하며, 통찰력 있는 답변들을 제시했는데, 압도적으로 높은 생활비와 저렴한 주택을 주요 관심사로 언급했다.

- 전화조사

800여 명의 뉴욕주민을 대상으로 주요 문제와 우려 사항을 파악했다. 전화조사 결과 뉴욕시민들은 현재 도시가 직면하고 있는 가장 중요한 문제로 교육, 직업 및 주택을 꼽았으며, 다양성을 뉴욕시가 가진 중요자산으로 인식하고 있었다.

- 뉴욕시민 의견수렴 결과

의견수렴 결과는 회복탄력성 계획의 목표와 중요정책들에 직접 적용되었다. 우선 '저가형 주택정책'의 경우 뉴욕시 10년 주택계획인 'Housing New York'에서 저가형 주택공약을 포함하고 있는데, 이는 거의 3,500명에 달하는 응답자들에게 주택과 경제상황에 대한 온라인 설문조사를 실시한 결과에 의거한 것이었다. 이 계획은 향후 10년 동안 20만 채의 저가형 주택을 만들고 보존하기 위한 전략을 제시하고 있었다. 이에 기반하여 OneNYC는 이제 향후 10년 이내에 시장

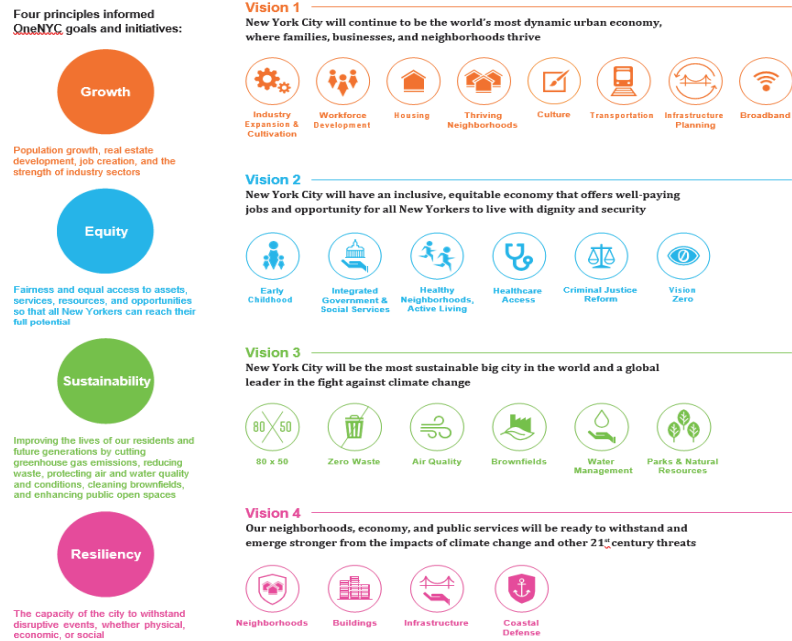
‘통근 편의성을 향상하기 위한 교통계획’에서는 뉴욕시민들이 통근에 용이한 교통편을 제공하는 데 중점을 두고 있는데, 대중교통에 대한 투자확대, 다양한 지역에서의 일자리 창출 및 대중교통 이용 접근성이 높은 주택건설 등을 제시하고 있다. 계획목표는 2040년까지 뉴욕시민이 대중교통으로 180만개의 일자리에 도달하는 시간을 평균 45분 이하로 줄이는 것이다. ‘쓰레기 줄이기’ 관련 의견 수렴결과 응답자들은 환경과 지역 공동체의 환경 개선을 위하여 쓰레기를 줄이는 것에 동의하였고, 이에 따라 2030년까지 뉴욕시의 폐기물 제로 달성전략을 세우게 되었다.



OneNYC 계획의 비전은 성장, 평등, 지속가능성, 회복탄력성 등 네 가지 원칙에 기반하고 있다.

지속가능한 경제 성장 도시를 위해서 필요한 주요 목표로는 개인, 기업, 지역이 함께 성장하는 역동적인 도시경제를 창출하는 것이다. 구체적으로 인구증가에 따른 주택비용 상승에 대응하기 위해서 저가형 주택 보급 및 보조정책 시행하며,

고용성장 촉진, 고성장 산업에 집중하기 위한 교육투자 증진 및 취업난을 겪는 노동자들에게 기술교육 프로그램 제공한다. 혁신적인 산업에 대한 경제지원을 확대하고, 고속무선 네트워크를 구축하며, 교통인프라 투자를 확대하고, 지역간 긴밀한 연계를 구축하는 것이다. 주요 키워드로는 산업의 확장 및 운영, 인력개발, 주택개발(Housing), 공동체 번영, 문화, 교통, 인프라계획, 광대역 통신망 구축 등이 있다.



[그림 4-19] 회복탄력성 계획의 네가지 원칙과 각 원칙에 상응하는 비전

출처: The City of New York (2015, pp.14-15.)

□ 비전 2) 공정하고 평등한 도시

공정하고 평등한 도시는 모든 사람이 품위있고 안전하게 살 수 있는 양질의 일자리와 기회를 제공하며, 포용적이고 공평한 경제를 구축하는 도시를 실현한다. 이를 위해서 최저임금 인상을 실현하고, 일자리 증대와 교육훈련 지원정책을 충실히 이행함으로써 2025년까지 80만 명의 뉴욕주민의 빈곤탈출을 목표로 하고 있다. 또한 뉴욕시민이 신체 및 정신건강 관리서비스에 용이하게 접근하고, 가정적인 위험을 해결할 수 있도록 지원한다.

가정폭력 피해자를 돕기 위한 가족사법센터 확장운영 등을 통해 뉴욕커의 조기

사망률을 25%까지 줄이려 하고 있다. 한편 도시정보에 대한 접근성을 높이기 위해서 정부서비스, 정보, 지역데이터의 통합을 촉진하고 있다. 비전의 주요 키워드로는 유아기 지원, 통합된 정부 및 사회복지 서비스, 건강한 지역사회, 활기있고 건강한 공동체, 의료서비스 접근성, 형사사법 제도개혁(Criminal justice reform).

□ 비전 3) 지속가능한 도시

뉴욕시는 지속가능한 세계 최고의 도시를 지향하며, 기후변화 적응의 세계적인 리더가 되는 것을 목표로 삼았다. 구체적으로는 환경발자국 최소화, 온실가스 배출 저하, 공기질과 수질의 향상 등을 통해서 2050년까지 온실가스를 80% 줄이겠다는 목표를 제시하고 있으며, 건축물의 경우 건설초기부터 준공이후 에너지 공급, 운송 및 고형쓰레기 처리에 이르는 모든 과정을 관리함으로써 2030년까지 쓰레기 매립 제로화를 목표로 하고 있다.

한편, 매립지에서 유기물을 지속적으로 분리해 온실가스 배출을 줄하고, 오염된 토지개선을 위한 투자를 확대하며, 주민들에게 더 많은 공원접근성 확보를 보장하고자 하고 있다. 비전을 위한 주요 키워드는 쓰레기 제로, 대기질개선, 산업황폐지 개선, 물관리, 공원 및 천연자원 등이다.

□ 비전 4) 회복탄력성 있는 도시

회복탄력성 있는 도시를 위해 뉴욕시는 기후변화 및 새롭게 등장하는 환경 위협에 대응하기 위한 지역공동체, 경제 및 공공 서비스를 준비하고 있다. 구체적으로 보면, 기후재해에 탄력적인 지역사회 구축을 위해서 허리케인 샌디(Hurricane Sandy)와 같은 재해에 대응하고, 모든 주민에게 삶을 영위할 수 있는 기본적인 도시 기능과 서비스를 제공하며, 재해발생 이후 주거와 일자리의 회복과 보존을 도모하고 있다.

또한, 건축물과 인프라의 회복탄력성 강화를 위해서는 민간 및 공공건물을 기후변화의 영향에 대해서 보다 에너지 효율적이고 탄력적으로 업그레이드하고 있다. 아울러서, 교통, 통신, 물 및 에너지 인프라를 악천후에 견딜 수 있도록 개선하며, 홍수와 해수면 상승에 대한 연안방어를 강화하고 있다. 비전을 위한 주요 키워드는 지역사회, 건물 및 인프라시설, 연안방어 강화 등이다.

3) 도시 취약계층의 회복탄력성 강화를 위한 포용도시 계획: 시카고³⁴⁾

① 시카고 개요

□ 도시개요

외부 충격이나 스트레스에 대응하여 빠르게 회복하는 탄력성과 관련된 계획은 시카고에서는 비교적 오래 전부터 존재하였다. 1871년의 도시 대화재 이후 시카고 시민들은 잿더미가 된 도시를 재건한 사례나, 1900년 시카고 강의 범람으로 인한 재난을 복구하면서 도시의 깨끗한 식수공급과 미시간 호수 보호를 위한 조치를 취한 것이나, 도시에서 발생한 과거의 열파 및 폭설과 같은 기후재해, 범죄, 폭력 및 빈곤 등에 대한 대응조치를 마련한 것들이 그 예이다. 시카고에서는 최근 들어 보다 구체적이고 강력한 회복탄력성을 요구하는 시대적 변화요구에 맞추어 보다 탄력적인 지역사회 조성을 지원할 수 있는 회복탄력성 계획을 만들게 되었다.

시카고는 지리상 미시간 호수를 따라 형성되어 있으며, 풍부한 담수를 지니는 등의 여건을 통해서 다양한 경제활동 및 레크리에이션 기회를 제공하고 있다. 시카고 도시의 중심부는 오랫동안 미국의 교통시스템의 중심 교차지점이 되어왔으며, 미국에서 가장 변화한 철도와 주간 고속도로의 중심 교차로 역할을 하고 있고, 2개의 세계적 수준의 공항을 보유하고 있다. 한편 시카고가 위치하고 있는 지리적인 여건상으로 볼 때, 기후변화, 산불, 허리케인, 해수면 상승과 같은 자연 재해의 영향에 대해서는 취약성이 크지 않은 편이다.

□ 숫자로 보는 시카고

시카고는 해외 투자 및 지역 기반 기업들의 활발한 경제활동으로 경제적 부를 누리고 있으며, 400개가 넘는 주요기업들의 본거지이기도 하다. 이러한 경제적 자산 덕분에 시카고는 미국에서 경제 및 산업의 다각화를 선도하는 도시가 되었으며, 단일산업이 도시 전체 인력의 14% 이상을 차지하지 않는 경제적 다양성 또한 확보하고 있다. 한편 140개국 이상에서 온 270 만 명의 자국민과 이민자들이 거주하고 있는데, 이들이 쓰는 언어의 종류만 해도 100개 이상이 되며, 이들이 이루는 지역사회는 77개 지역사회(communitiy), 공동체는 200개 이상이다.

34) 출처: City of Chicago (2019), Resilient Chicago: A plan for inclusive growth and a connected city, City of Chicago.

교육통계를 볼 때, 시카고 내 130개 대학은 연간 118,000 명의 졸업생을 배출하여 25세 이상의 시카고 거주자 중 39%가 학사학위를 소지하고 있으며, 시카고 공립학교는 2018년 기준으로 전국에서 가장 높은 졸업률, 대학 입학률 및 대학 장학금 수혜율을 보이고 있을 만큼 높은 교육수준을 보이고 있다. 시카고는 매일 미시간 호수에서 약 10억 갤런의 깨끗한 용수를 공급받고 있으며, 600개 이상의 공원과 8,800에이커의 공공 녹지공간, 수백개의 문화기관 및 박물관은 시민들에게 다양한 레크리에이션 기회를 제공하고 있다.

시카고는 교통의 중심지답게 미국 7개 클래스에 속하는 북미 철도 중 6 개가 시카고를 지나고 있으며, 6개 주요 미국 주간(Interstate) 고속도로와 세계에서 가장 변화한 공항 중 두 곳이 위치하고 있다. 한편 2016년에는 Bicycling Magazine으로부터 미국 최고의 자전거 도시로 선정되기도 하였다.

② 시카고 회복탄력성의 과제들

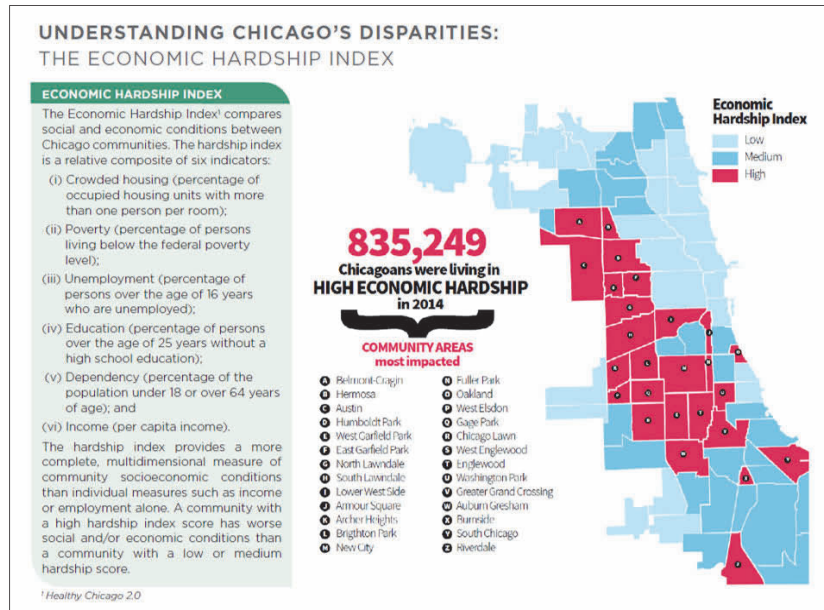
□ 시카고의 도시문제

앞서 열거한 시카고의 많은 강점에도 불구하고 여전히 많은 도전에 직면해 있는 것이 사실이다. 이미 18세기 후반부터 다양한 인종과 민족적 배경을 가진 수백만의 사람들이 유입되어 온 만큼, 이민의 역사는 시카고가 갖는 특징이 되어왔다.

그러나 시카고의 가장 취약한 소수인종 거주자들에게는 인종갈등 및 문화차별적인 관행과 정책으로 인해 삶의 불균형을 지속적으로 겪고 있는 실정이다. 이런 불균형은 지리적, 인종적, 사회경제적으로 구분 가능할 정도로 뚜렷하게 나타나고 있으며(그림 4-20), 특히 공공안전, 경제적 기회, 교육보장 기회 및 교통 접근성에서 그 심각성이 높아지고 있다.

□ 시급히 해결되어야 할 회복탄력성 과제들

시카고는 도시 회복탄력성을 높이기 위한 회복탄력성 계획의 명칭이자 주제인 ‘Resilient Chicago’의 노력에 집중하기 위해 ‘시카고 내 지역 간 불균형을 줄이기’, ‘범죄와 폭력의 근본 원인을 해결하기’, ‘주요 인프라 제공을 보장하기’, ‘참여, 준비 및 결집력 있는 지역사회를 조성하기’ 등 4가지 우선순위 과제를 설정하였다. Resilient Chicago는 시민, 이웃, 기관, 기업 및 정부기관이 함께 긴밀히 연결되어 모두에게 평등한 경제참여 기회, 안전, 보안 및 지속가능성을 추구하고자 하고 있다.



[그림 4-20] 시카고 경제취약층(economic hardship) 분포도

출처: City of Chicago (2019, p.23.)

③ 회복탄력성 계획(Resilient Chicago)의 프레임 워크

Resilient Chicago는 회복탄력성 제고를 위한 3개의 비전(강력한 이웃, 견고한 인프라 및 준비된 커뮤니티)으로 구성되어 있으며, 12개의 실천목표와 50가지 시행조치를 설정하였다. Resilient Chicago는 또한 조직기능의 일부로 여러 지역조직에서 해야 할 중요한 사안들을 적시하고, 주민들이 도시 회복탄력성 구축을 위해 취해야 할 구체적 행동 권고사항들을 설명하고 있다.

CRF(City Resilience Framework)는 록펠러 재단(Rockefeller Foundation)의 지원을 받아 컨설팅 그룹인 Arup이 개발한 시카고시 고유의 회복탄력성 계획을 위한 프레임워크로, 도시의 복잡성과 회복탄력성에 기여하는 요인을 이해할 수 있도록 해준다(그림4-21). 여기서 회복탄력성 기여요인은 도시의 회복탄력성 정도를 평가할 수 있게 하는 요소이며, 주요 취약지점들을 식별함과 동시에 도시 회복탄력성 향상을 위한 활동과 프로그램들을 파악할 수 있도록 해준다.

CRF는 (1) 건강과 복지, (2) 경제와 사회, (3) 인프라와 환경, (4) 리더십과 전략 등 도시 회복탄력성에 필수적인 4 가지 차원을 기반으로 하며, 세부 사항은 해당 체계에 속한 회복탄력성의 요인에 의해서 설정된다. Resilient Chicago를 개발함에 있어서 CRF는 시카고가 가진 상대적인 강점과 약점을 평가하고, 도시의 전반적인 회복탄력성을 향상시키는 데 중점을 두도록 만들어졌다.



[그림 4-21] 시카고 회복탄력성 프레임워크
출처: City of Chicago (2019, p.11.)

④ 시카고의 회복탄력성 계획 및 전략 개발과정

□ 단계별 주요내용

회복탄력성 계획 및 전략은 두 단계로 진행되었다. 우선 1단계는 회복탄력성 예비평가로서 2016년 가을~2017년 여름에 진행되었다(그림 4-22). 이 단계에서는 이해관계자 참여와 1 단계 계획 수립의 실질적인 초점을 제시하기 위한 의제 설정 워크숍을 개최했다. 워크숍에서는 시카고가 경험한 외부 충격과 스트레스, 기존의 노력을 평가하기 위한 활동을 목록화하고 거주자들에 대한 인식 분석을 시행하였다. 또한 시카고의 충격과 스트레스에 대한 이해를 높이기 위한 지역사회 및 이해 관계자를 참여시켰으며, 충격과 스트레스의 근본원인과 해결책에 대한 보다 자세한 연구를 위한 회복탄력성 예비평가를 통합적으로 시행하였다.

2단계는 2017년 가을~2018년 겨울에 진행되었으며, 회복탄력성 계획 수립을 위한 근본원인을 도출하고, 솔루션 개발 및 분석을 시행하였다. 구체적으로는 실행 가능한 솔루션을 보다 구체적으로 설계하기 위한 연구를 진행하였고, 회복탄력성 전략 목표 및 조치를 결정하기 위한 솔루션 설계 및 기회 등을 문서화하였고, 전략 목표 및 행동을 위한 운영위원회 회의를 개최하였다.



[그림 4-22] 시카고 회복탄력성 전략의 개발과정

출처: City of Chicago (2019, p.15.)

□ 1 단계 : 예비 회복력 평가

회복탄력성계획 및 전략개발 프로세스의 1단계에서 회복탄력성 담당부서장(CRO, Chief Resilience Officer)은 (1)시카고의 강점, 최대 위협 및 주요과제 이해; (2)기존 회복탄력성을 개선하려는 노력 이해; (3)이러한 결과를 전략의 중점영역으로 삼아 회복탄력성 문제를 해결하기 위한 종합 등의 세 가지 세부목표를 설정하였다.

• 시카고 이해하기

CRO와 그의 팀은 시카고의 강점, 위협 및 과제를 더 잘 이해하기 위해 100명의 시민 및 지역사회 리더와 함께 의제설정 워크숍을 개최하고, 450개 이상의 응답을 얻은 온라인 설문조사를 실시했으며, 675명 이상의 참가자와 130개의 조직을 통해서 해당 지역성을 대표하면서도 광범위한 보완연구를 수행하였다. 이를 네 가지 충격과 네 가지 스트레스를 파악하게 되었다. 네 가지 충격은 폭우, 경제 붕괴, 홍수, 인프라 고장으로 선정되었고, 네 가지 주요 스트레스로는 폭력범죄, 양질의 교육부재, 인종차별, 소득 및 고용 불평등으로 선정되었다. 아울러서 시카고의 강점 세 가지와 약점 세 가지도 선정되었다.

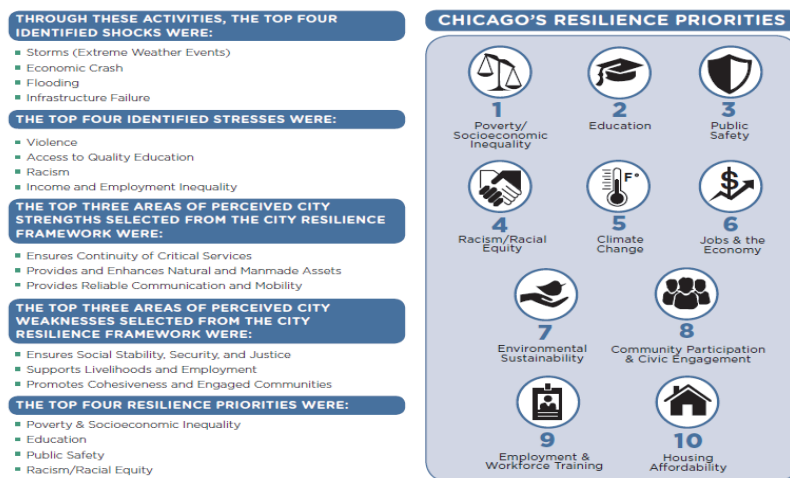
도시회복탄력성 프레임워크에서 선정된 시카고 시가 가지고 있는 세 가지 강점들은 '중요 서비스의 연속성을 보장하고 있다', '천연 및 인공자산을 제공하고 개선할 수 있다', '안정적인 커뮤니케이션이 가능하고 교통이동수단을 충분히 제공

할 수 있다' 등이었다. 이에 반해서 도시회복탄력성 프레임워크에서 선정된 세 가지 약점들은 '사회적 안정성이 높고, 안전보장과 정의사회 구현이 가능하다', '생계 및 고용을 보장한다', '결집력(cohesiveness)이 높고, 참여가 활발한 커뮤니티(engaged community)를 촉진한다' 등이었다.

이를 바탕으로 선정된 4 대 회복탄력성 우선순위는 '빈곤 및 사회 경제적 불평등 해소', '교육질 향상', '공공안전 확충', '인종차별 철폐 및 인종평등 구현' 등이었다.

- 기존의 노력에 대한 이해

시카고의 회복탄력성 향상을 위한 기존 노력을 이해하고 시 전역에서 추진 중인 회복탄력성 유지 및 증진 활동들의 차이들을 파악하기 위해서 현재 시에서 진행 중인 회복탄력성 관련 정책을 두 가지 관점으로 분석하였다. 첫 번째 분석은 시카고 시가 이전에 개발한 5가지 기본계획의 검토를 통해 수행되었으며, 이를 통해서 주요 회복탄력성 영역에서 이루어진 진행상황에 대한 자세한 이해를 할 수 있었다. 두 번째 분석은 다양한 이해관계자가 참여하여 184개의 계획, 프로그램, 정책, 시행계획, 연구들에 대한 방대한 검토를 시행하였으며, 이 과정에서 수집된 184개의 자료들은 워크숍, 포커스 그룹, 회의, 보도자료 및 기타자료들로 구성되어 있었다. 이러한 분석을 통해 주요 인프라, 교통 및 운송, 환경 및 지속가능성과 관련된 노력들이 회복탄력성의 일환으로 지속적으로 이루어지고 있었음이 밝혀졌으며, 교육과 공공안전 분야에서 시카고의 회복탄력성을 향상시키기 위한 수많은 전략들이 존재한다는 것이 확인되었다.



[그림 4-23] 시카고 회복탄력성 전략개발 1단계 추진결과로 얻은 우선과제들

출처: City of Chicago (2019, p.17.)

- 종합 결과도출

시카고에서 예상될 수 있는 충격, 스트레스, 강점 및 약점과 기존의 회복탄력성 구축노력에 대한 명확한 이해를 바탕으로, CRO는 시카고가 직면하고 있는 주요 회복탄력성 문제를 파악할 능력을 갖추게 되었다. 이 과정에서 다음과 같은 4 가지 주요 회복탄력성 과제들, 즉, '시카고 지역 간의 불균형 해소', '범죄와 폭력의 근본 원인 해결', '중요한 인프라 제공 보장', '결집력 있고 의사결정에 적극적으로 참여하는 준비된 공동체 조성' 등이 확인되었고, Resilient Chicago에서 이 과제들에 대하여 전략들의 초점을 맞추고 우선순위를 부여하게 되었다(그림 4-23).

□ 2 단계 : 근본 원인 분석 및 솔루션 개발

CRO와 전담팀은 회복탄력성 계획의 검토 및 수립을 위해 1 단계에서 설정된 시카고의 4 가지 주요 회복탄력성 문제들의 근본원인을 해결할 수 있는 방법을 찾기 위해 추가 연구를 수행하였다. 연구과정에 주요 이해관계자를 참여시켰는데, 공공, 민간, 비영리 및 자선 부문의 40명 이상의 리더로 구성된 운영위원회를 정기적으로 소집하여 조사결과를 검토하고, 아이디어를 교환하며, 도시의 특정한 상황과 직면한 요구를 효과적으로 해결할 전략 프레임 워크를 개발하였다.

이 과정 속에서 분명한 것은 시카고에게 필요한 다수의 과제들은 서로간의 밀접한 연계가 부족하여 발생한다는 것이었다. 구체적으로 보면, 고용장벽, 교통수단 연결부재, 교육수준 제한 등으로 인해 다수의 시민들이 경제적으로 고립되고 있으며, 저렴한 주택의 재고부족으로 인해 일부지역에서는 공동체 연결기회가 단절되고 있으며, 사회결집력 부족과 공동체 준비부족으로 재해나 극한기상 발생시 도움을 받지 못하는 곳에 거주하고 있는 취약계층이 존재하고 있었다.

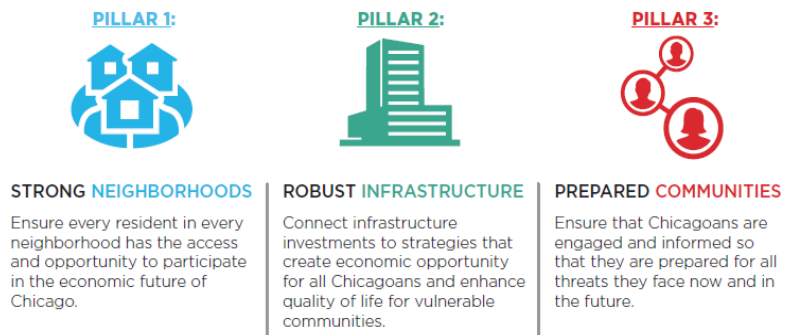
결과적으로, 도시의 사회, 경제 및 지리적 경계부가 취약성이 높았는데, 이러한 곳에 위치하고 있는 시민들과 지역사회들은 부족한 연계성으로 인해 사회적, 경제적으로 고립되고 있으며, 이에 따른 여러 어려움에 노출되어 있고, 다양한 사회적 불균형 문제들로 고통받고 있었다.

이에 Resilient Chicago는 기존에 해왔던 회복탄력성 활동을 바탕으로 보완 및 수정을 통해 효율적인 정책 실행을 위한 단기 전략들을 도입하며, 장기 우선순위에 대한 다양한 방법을 고려한 로드맵을 통해 개인 및 기관간의 연계를 통한 해결 방안을 권고하게 되었다. 이 전략은 또한 시카고가 도시의 전반적인 회복탄력성을 가지도록 지원하는 방식이기도 하다.

⑤ 회복탄력성 계획의 비전과 구조

□ 회복탄력성 전략의 초점

Resilient Chicago는 도시의 사회적, 경제적, 지리적 여건으로 인해 파생되는 취약계층에게 필요한 정책과제들을 주민, 지역사회, 기관, 정부 간 연계를 통해 해결하고자 하고 있다. 이 전략은 강한 공동체, 견고한 인프라, 준비된 커뮤니티 등 세 가지 회복탄력성 핵심주제들로 이루어져 있다(그림 4-24).



[그림 4-24] 시카고 회복탄력성 계획의 비전과 구조

출처: City of Chicago (2019, p.29.)

- 강한 공동체 (Strong Neighborhoods)
 - 모든 지역사회에 속한 시민들이 시카고의 경제발전에 참여할 수 있는 기회를 보장한다.
- 견고한 인프라 (Robust Infrastructure)
 - 시카고 시민들에게 경제 활동 기회를 창출할 수 있는 정책들과 취약계층의 삶의 질 향상을 위해 인프라 투자를 연계시킨다.
- 준비된 커뮤니티 (Prepared Communities)
 - 시카고 시민들의 참여와 축적된 경험 및 지식을 통하여 현재와 미래에 닥칠 모든 위험들에 대비한다.

위의 세 가지 핵심 축은 시카고시의 회복탄력성 있는 미래를 위해서는 오늘날의 시민, 정부 및 기타 협력기관들과의 협조가 필수적임을 뒷받침하고 있다. 이에 시카고는 도시 회복탄력성을 구축함으로써 현재 직면하고 있는 스트레스는 물론 충격에 대한 대응력이 높은 도시로 발전해 가고자 노력하고 있다.

- 회복탄력성 전략 프레임워크

회복탄력성 높은 시카고를 위해 결정된 최종 비전은 ‘연결된 시카고’이다(그림 4-25). 비전실천을 위해서 위에서 언급한 핵심주제들 세 가지를 설정하였으며, 각 핵심 주제별로 4가지, 총 12가지의 회복탄력성 세부목표들이 설정되었다. 또한 세부목표들을 달성하기 위해서 50개의 세부시행조치를 제안하고 있다.

STRATEGY FRAMEWORK

To achieve Resilient Chicago's vision to create a more Connected Chicago, actions must be taken by residents, government, and other partners. This strategy details 50 such actions.

To better understand the impact of these actions, this strategy is structured to demonstrate each action's contribution toward twelve specific resilience goals, which in turn comprise the three resilience pillars - Strong Neighborhoods, Robust Infrastructure, and Prepared Communities.



[그림 4-25] 시카고 회복탄력성 전략 프레임워크

출처: City of Chicago (2019, p.31.)

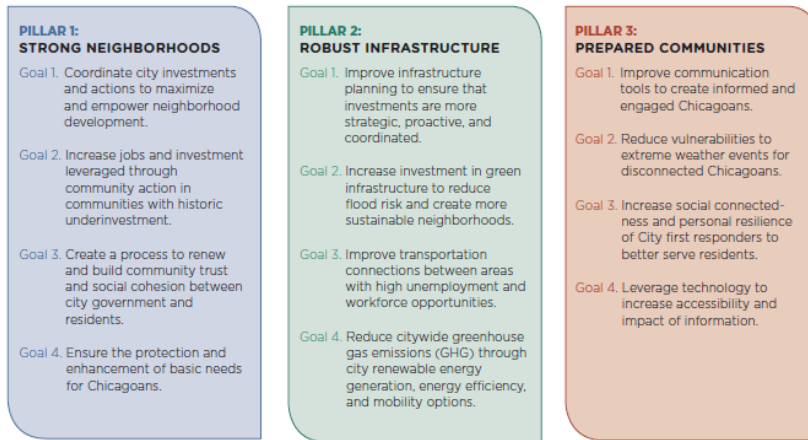
- 비전과 6개의 실천전략들

‘연결된 시카고’를 위해서는 거주지, 공동체, 정부기관이 함께 연계하여 활동해야만 경제기회, 안전, 형평성 및 지속가능성을 추구할 수 있다. 이러한 연계성이 높은 시카고의 계획은 도시 내 여러 주체들과의 연결을 강화하여 문제 해결 능력을 향상시킬 수 있을 것이다. 비전의 실천전략으로 ‘시민들과 기회의 연결’, ‘공동체 서로간의 연결’, ‘커뮤니티 서로간의 연결’, ‘시민과 정부와의 연결’, ‘시와 정부의 연결과 공동협력’, ‘지자체 서로간의 연결과 협력’, ‘자연과의 연결로 건강한 커뮤니티 실현’ 등을 제시하고 있다.

- 비전 달성을 향한 세 가지 핵심주제들(pillars)

첫 번째 핵심주제는 ‘강한 공동체’로서 4가지 하부목표를 가진다. 목표 1은 ‘투자와 정책 시행을 조율하여 도시개발 및 지역개발을 극대화한다’이며, 목표 2는 ‘일자리 창출을 위하여 기존의 투자가 덜 이루어진 공동체에 투자 및 정책 시행을 우선한다’이고, 목표 3은 ‘시정부와 주민 사이의 혹은 시정부와 지역사회 사이의 신

회와 사회적 결집력을 제고할 수 있는 프로세스를 구축한다'이며, 목표 4는 '시카고 시민의 기본요구를 보호하고 이를 보장한다'이다.



[그림 4-26] 시카고 회복탄력성 계획의 세가지 핵심주제와 각각의 목표들

출처: City of Chicago (2019, p.32.)

두 번째 핵심주제는 '견고한 인프라'로서 4가지 하부목표를 가진다. 목표 1은 '인프라 계획을 개선하여 투자의 전략성과 적극성을 확보한다'이며, 목표 2는 '홍수 위험을 줄이고 보다 나은 지속가능한 지역사회를 위해 녹색인프라에 대한 투자를 확대한다'이며, 목표 3은 '실업이 높은 지역과 일자리 기회가 높은 지역 간의 교통연결성을 개선한다'이고, 목표 4는 '도시재생 가능 에너지 생성, 에너지 효율 및 운송수단의 개선을 통해 도시 전체 온실가스 배출량 (GHG)을 저하 시킨다'이다.

세 번째 핵심주제인 '준비된 커뮤니티'도 4가지 하부목표를 가진다. 목표 1은 '정보를 습득 의사결정에 참여하는 시카고 시민들을 육성하기 위해 소통방법을 개선한다'이고, 목표 2는 '극한기상 상황 속에 고립된 시카고 시민들의 취약성을 줄인다'이며, 목표 3은 '더 나은 주민 서비스 제공을 위해 City First 응답자의 사회적 연계성과 개인 회복탄력성을 향상시킨다'이고, 목표 4는 '기술을 활용하여 정보의 접근성과 영향범위를 확대시킨다'이다.

⑥ 기후변화적응 관련 시카고 회복탄력성 세부계획

시카고 회복탄력성 계획에서 기후변화적응과 관련된 세부계획들을 살펴본 결과, 세 가지를 찾을 수 있었다. 첫 번째는 '홍수위험을 줄이고 보다 나은 지속가능한 지역사회를 위해 녹색인프라에 대한 투자를 확대한다(핵심주제 2 중 목표 2)

‘는 것으로서 도시가 기후변화와 극한기후 가능성에 맞서서 홍수위험을 해결하기 위해 우수관리에 대한 효율적인 접근의 필요성을 제시하고 있었으며, 녹색인프라에 대한 투자, 시스템 관리 향상 및 혁신적인 정책채택으로 홍수위험을 줄이고 보다 살기 좋고 지속가능한 지역사회를 만드는 방법을 제시하고 있다. 구체적인 사항은 다음과 같다.

- 우수의 지하직배수 금지(Downspout Disconnection) 캠페인을 도시 전체로 실시한다(Action 19)
- 식물이 성장할 공간들을 찾아내고 이를 확장적으로 적용한다(Action 20)
- Great Rivers Chicago 비전을 실행한다(Action 21)
- 우수 거래 프로그램(Stormwater Trading Program)을 구축한다(Action 22)
- ‘녹색 빗물 인프라 전략 2.0 만들기(Action 23)
- ‘데이터 중심의 녹색 인프라 투자(Action 24)

두 번째는 ‘도시재생 가능 에너지 생성, 에너지 효율 및 운송수단의 개선을 통해 도시 전체 온실가스 배출량(GHG)을 저하시킨다(핵심주제 2 중 목표 4)’로서 이 목표는 에너지 관련 목표를 달성하고 재생에너지 기술에 투자하며, 도시의 청정 에너지를 활용하기 위한 조치를 취함으로써 온실가스(GHG) 배출감소를 실현하고자 하고 있다. 주요 시행조치는 다음과 같다.

- 시카고 기후현장을 더욱 발전시킨다(Action 30)
- 도시 전력수요를 위해 100% 재생 에너지로 전환시킨다(Action 31)
- 시카고 건물의 에너지 효율 향상시킨다(Action 32)
- 클린에너지를 이용하는 상업차량에 대한 재정적 지원을 시행한다(Action 33)
- 도시 자동차들의 전기자동차화를 진행한다(Action 34)
- 제로배출 버스(Zero Emission Transit Buses)를 채택한다 (Action 35)
- 지역사회에서 태양에너지에 대한 접근성을 더욱 높인다(Action 37)

세 번째는 ‘극한 기상상황 속에서 고립되는 시카고 시민들의 취약성을 줄인다(핵심주제 3 중 목표 2)’로서 이 목표는 모든 시카고 사람들이 극한기후로 영향받을 수 있지만, 가장 취약한 주민은 자원과 준비, 또는 주요 정보 및 서비스로부터의 고립으로 인해 엄청난 부담을 지게 된다는 것과, 재해에 취약한 지역사회에서는

재산손실, 질병, 부상 및 최악의 경우 사망발생이 생길 수 있음도 제시하고 있다. 따라서 이 목표는 극한기상의 영향을 가장 많이 받는 지역을 파악하고 도시와 지역사회의 대응능력을 개선하여 이러한 취약점을 해결하는 것이다. 주요 시행조치들로는 다음과 같다.

- 폭우 대비 지역사회를 준비한다(Action 41)
- 위험 완화계획에 회복탄력성 프레임을 적용한다(Action 42)
- 도시 열대응 파일럿 프로젝트를 수행한다.(Action 43)

4) 에너지전환 중심의 회복탄력성 정책: 신시내티³⁵⁾

① 신시내티의 기후변화 진단

신시내티는 기후변화로 인해서 폭염, 폭우, 건강위험, 농업손실, 기후난민 등의 주제별로 그 영향을 정리하고 있다.

□ 폭염

신시내티는 매년 기온이 상승하고 있다. 앞으로도 연평균 기온은 시간이 지날수록 계속 상승할 것으로 전망되고 있다. 구체적으로는 20세기말까지 신시내티 연평균기온은 7°C 상승하며, 2050년이 되면, 연중 30일 이상의 폭염일수가 발생할 수 있는 것으로 예상되고 있다. 폭염에 노출되면, 열사병은 물론 천식, 발진 및 경련과 같은 열 관련 질환의 증가율이 높아진다.

기온상승은 수분증발률을 더 높일 수 있는데, 그레이트 마이애미 강(the Great Miami river)의 경우 수위가 35% 줄어들 수 있으며, 용수공급 부족으로 농업생산성이 저하될 것으로 전망되고 있다. 이에 반하여 상대적으로 겨울은 더 온난해져서 동결/해동주기의 변화로 홍수, 곤충 및 잡초 개체수 증가를 예상한다. 추운 날씨가 필요한 토착종의 손실과 같은 예기치 않은 문제가 발생할 것으로 보고 있다.

□ 폭우

신시내티는 1950년대 이후 일부지역의 강수량이 거의 40% 증가했으며, 이로 인해 오히려 강수량의 수량은 향후 30년 동안 25%나 급증할 것으로 예측되었다.

35) 출처: City of Cincinnati (2018), 2018 Green Cincinnati Plan, City of Cincinnati.

대규모 폭우로 인해서 하수구의 기능정지, 산사태, 홍수 등의 피해가 발생할 것으로 예측되고 있는데, 이미 2017년에 발생한 폭우로 인해 5천만 달러 이상의 복구 및 대응 예산을 집행한 바 있었다. 이 예산집행에 있어 책정된 예산의 일부를 극한 기상 전담부서 신설에 사용하였고, 해당 부서는 미래의 폭우피해를 준비하고 피해를 최소화하기위한 정책 권고사항들을 평가하는 등의 업무를 담당하고 있다.

□ 해충과 질병의 확산

기후변화와 기온상승으로 겨울이 짧아지면서 오하이오의 작물 수확주기는 평소보다 약 6주정도 연장될 것으로 예측되고 있다. 연장된 수확주기는 잠재적으로 농민과 식량생산에는 유리한 반면, 곤충과 해충의 증가에 영향을 주게 된다. 구체적으로, 공기 중 이산화탄소 농도가 증가하게 되면, 개별 식물이 보유하는 질소량은 적어지게 되는데, 질소는 곤충에게 중요한 영양소로서 섭취량을 맞추기 위해서는 더 많은 식물로부터 질소를 섭취해야 하며, 이로 인한 해충의 공격이 더욱 심해질 수 있을 것으로 전망하고 있다.

한편, 겨울이 짧을수록 농업의 피해는 더 많아질 것으로 예측되며 그 기간도 길어질 것으로 예상되고 있다. 더운 날씨가 오랜 기간 지속되면 오하이오에서는 진드기와 모기가 더 많이 생겨 전 세계적으로 확산되고 있는 라임(Lyme)과 같은 벡터 매개질병 감염증의 국지적 확산이 일어날 수 있으며, 기온상승에 따라 일부 곰팡이 및 기타 병원균은 연간 4 마일까지 북쪽으로 이동가능한 것으로 보고되고 있다. 신시내티의 기온이 상승하면서, 기존의 해충 뿐 만 아니라 새롭게 발견되는 종들에 대해서도 계속 주의를 기울이고 있다.

□ 시민의 건강

기온상승에 따라 더운 날씨는 대기 중에 오존 및 미세먼지 등 더 많은 오염물질들을 포함시키게 되며 이로 인해서 천식 및 만성 폐쇄성 폐 질환과 같은 호흡기 질환이 악화될 뿐만 아니라, 심장마비 및 심부정맥 혈전과 같은 심혈관 질환도 증가하게 된다. 현재의 극단적인 폭염이 일반적인 기온으로 자리잡게 되면, 신시내티에서는 2080년대까지 열과 관련된 사망자가 70~120% 증가할 수 있을 것으로 전망되고 있다. 한편, 기후변화로 인한 폭우와 홍수로 인해 하수도가 넘치고, 습기가 많은 지하실로 하수의 유입이 이어질 경우 가정과 기업에서 곰팡이가 더욱 확산되며 질병을 유발하는 박테리아, 바이러스 및 기생충 등을 옮길 수도 있다.

□ 농업

기후변화로 인해서 그레이터 신시내티 지역(the Greater Cincinnati Area)의 농업에 대한 만성적인 위협 중 하나는 작물 손실이다. 평균기온이 상승하면 서리 없는 계절이 길어지게 되고, 대기 중 이산화탄소 농도가 높아지는 등 작물 수확량을 높아질 수 있으나 동시에 심한 가뭄과 해충문제도 동반하게 된다. 오하이오 주 전체에서 여름 가뭄의 심각성은 2050년까지 50%까지 증가할 것으로 예측되고 있다. 기온 변화와 증발량 증가에 따른 수온 및 수위 변화는 내륙의 저지대인 버틀러(Butler)와 워렌(Warren) 등의 지역들은 예측할 수 없는 최악의 가뭄을 경험하게 될 것으로 예측되고 있다.

한편, 더운 여름철 야외에서 일하는 농민들은 열에 더 취약하게 될 것이며, 옥수수 수와 대두와 같은 농작물의 재배지역이 기온 변화로 인해 보다 북쪽으로 이동하게 되므로 기존 농장주들의 경제적인 손실이 더 커질 것으로 예상되고 있다. 봄이 더 오래 지속되고, 잦은 빈도의 홍수 발생으로 인한 농업용수의 질적 저하는 농작물 생산량 변화에 큰 영향을 미칠 수 있다.

□ 기후난민

자연재해로 인한 기후난민의 증가는 전세계적으로 40년 전보다 60% 이상 높아진 실정이다. 이는 지난 십 년 동안 평균 2,170만명의 사람들이 실직한 것과 같은 사회적, 경제적 손실을 의미하는 것이기도 하다. 기후난민은 개발도상국이나 선진국의 저소득층과 같이 경제적으로 취약한 인구에 직접적인 영향을 미치게 된다.

미국에서는 2017년 발생한 서부지역의 대형 산불과 허리케인 하비와 어마로 인해 수십 명의 사상자가 발생했으며, 수백명이 실종되고, 수천 채의 주택이 파괴되었다. 현재 발생하고 있는 기후위험 요인들을 고려할 때, 오하이오는 미국에서 세 번째로 기후영향에 안전한 주이므로 향후 기후난민들이 유입되는 피난처가 될 수 있다. 이런 점에서 오하이오 주에서 가장 큰 도시 중 하나인 신시내티도 인프라와 경제가 기후변화에 탄력적으로 대응하여 기후난민의 지역사회 유입을 준비할 필요가 있다.

② 신시내티 회복탄력성 계획의 역사

신시내티의 회복탄력성 계획은 2008년부터 5년 단위로 갱신되고 있으며, 2018년에 개정된 회복탄력성 계획은 세 번째 계획에 해당한다. 구체적인 회복탄력성 계획의 역사를 보면, 2006년 신시내티에 환경의 질을 전담하는 부서인 'City of

Cincinnati Office of Environmental Quality'가 설립되었고, 2008년 '2008 Green Cincinnati Plan'이 처음으로 공표되었으며, 2009년~2012년 동안에는 전기자동차 장려를 위한 무료주차장, 에너지효율 극대화, 리사이클링 장려, Green Umbrella(신시내티 지속가능성 위원회)의 활동, 100% 재생에너지 활용, 카셰어링, 태양광 패널 확대적용 등을 시행하였다.

2013년에는 '2013 Green Cincinnati Plan'이 공표되어 자전거셰어링 프로그램이 시행되었고 35개소에서 50개소로 확대되었다. 또한 3개 지구 경찰서는 LEED 플래티넘을 달성하였고, 중서부 지역이 참여하는 지속가능성 회담을 개최하였으며, 전기자동차 충전소 5개를 확충하였다. 또한 천연가스 활용 및 Streetcar로 불리는 대중교통수단을 시행하였으며, 주거단지에 태양광 패널 설치확대하였고, 리사이클링 재료를 다양화하고, 도시공공시설을 100% 녹색에너지로 운영하는 등의 정책들을 추진하였다. 2017년에는 탄소배출, 기후리스크에 대한 보고서를 만들기 시작하였고, 2035년까지 도시 전체 에너지를 100% 재생에너지로 활용할 계획을 공표하였다.

③ 2018 신시내티 회복탄력성 계획의 개요

2018 Green Cincinnati Plan이라 불리는 신시내티 회복탄력성 계획은 커뮤니티 전체를 아우르며, 계획수립 과정에 커뮤니티가 중심이 되어 협력한 노력의 결과물이다. 또한 이 계획은 지역업체들, 종교단체, 비영리단체 및 정부 지도자들 등 다양하게 구성된 운영위원회가 주도하였다.



[그림 4-27] 신시내티 회복탄력성 계획에 참여한 단체들

출처: City of Cincinnati (2018, p.14.)

신시내티 회복탄력성 계획은 '지속가능성', '평등', '회복탄력성' 등 세 가지 주요 요소를 중심으로 하고 있다. 또한 회복탄력성 계획의 8개 분야는 건조환경분야, 교육분야, 에너지, 식량, 자연시스템, 회복탄력성, 교통, 쓰레기로 세분화되어 있다. 또한 계획의 목표는 2050년까지 탄소 배출량을 80% 줄이는 것이며, 이를 위해서 80가지의 효과적인 권장사항을 제시하고 있다. 또한 지속가능하고, 공평하며, 회복탄력성 있는 신시내티를 위해 26개의 실현목표도 제시하고 있다.

④ 신시내티 회복탄력성 계획의 수립과정

신시내티 회복탄력성 계획의 수립은 2017년 7월 기존 녹색 신시내티 계획을 업데이트하기 위한 위원회를 구성하며 시작하였다. 2017년 8월~2018년 2월 동안 추가적인 계획내용들을 결정하고, 8개 분야의 태스크포스팀이 각 분야의 전문가들, 지역주민들과 함께 회복탄력성에 근간한 계획들을 결정하였다. 아울러서 계획수립의 모든 단계에서 커뮤니티 일원들을 참여시켰으며, 각 태스크포스팀에는 수백 명의 시민들이 자발적으로 참여하였다. 또한 시민들에게 공개된 회의를 30회 이상 개최하였으며, 이를 통해서 1,400개 항목에 이르는 지속가능행동 권장사항들을 결정하는 성과를 거두기도 하였다.

도출된 각 권장사항에 대하여 신시내티 대학교(University of Cincinnati)와 자비에 대학교(Xavier University)에서는 협력을 통해 계획의 경제성 분석, 온실가스 감축의 잠재성 분석들을 시행하였다. 또한 보다 원활한 언어소통을 위해 스페인어를 사용하는 시민들을 위한 회의를 추가하였으며, 회복탄력성 계획의 우선순위 후보인 일부 지역사회에서는 관련회의를 개최하고 주민들로 부터 다양한 의견들을 수렴하기도 하였다. 그 모든 결과들을 취합하고 정리하여, 2018년 3월 공청회를 실시하였고, 2018년 4월 시 운영위원회에서 최종 인준을 받게 되었다.

⑤ 회복탄력성 계획에 포함된 이행평가 개요

□ 회복탄력성 계획이행을 위한 접근방식

신시내티 회복탄력성 계획은 회복탄력성의 목표를 이행하고, 달성하기 위해서 세 가지 접근방식을 취하고 있다. 첫째로, 도시는 정부의 모든 운영을 녹색화하고, 도시의 운영비용을 절약할 수 있도록 효율향상을 추구하고 있다. 시정부는 해당 계획 시행에 모범을 보이면서 목표 달성을 계속해서 주도하고 있다.

둘째로, 신시내티의 지속가능성을 핵심적으로 실현할 수 있는 수많은 지역 내 사업체, 비영리 단체 및 기타 기관들과 파트너십을 통하여 회복탄력성 구현 저해 요

소를 평가하여 꾸준한 목표 이행을 도모하고 있다. 계획내용 중 각 권장사항은 해당 내용이 구현되고 있는지를 확인할 수 있는 주체인 하나 이상의 "챔피언"을 제시하고 있다. 시에서는 이러한 평가주체들의 노력을 모니터링하고 지원하여 이행이 잘 되고 있는지를 지속적으로 확인하고 있다. 또한 신시내티의 상황에 맞는 지역기반 전략, 브랜딩 및 디자인 회사인 BluEarth와 협력하여 가능한 많은 주민과 소통할 수 있는 커뮤니케이션 전략을 개발해 오고 있다.

셋째로, 계획 세부 영역에 양적인 평가지표를 개발해 계획 목표 이행상황을 평가하도록 하고 있다. 신시내티는 파트너 조직과 협력하여 각 목표의 진행 상황을 추적하며, 시의 다양한 전담부서는 진행상황을 시의회 및 신시내티 녹색계획 운영 위원회에 정기적으로 보고하고 있다. 또한 협의회 또는 운영위원회는 필요한 경우, 계획 이행평가 검토 및 수정에 개입할 수 있다.

□ 이행평가지표 및 방법

회복탄력성 계획의 세부 추진정책의 효과를 측정하는 방법에는 여러 가지가 있을 수 있다. 온실가스 배출량을 추적하기 위해서는 신시내티 Insights 등 관련된 메커니즘이 이미 확립되어 있다. 그렇지만 이 외의 평가지표들은 수립과정에 있어서 커뮤니티의 의견을 적극적으로 수렴하여 만들어졌으며, 향후 5년 동안의 완료를 목표로 진행상황을 추적하는 데 사용될 양적 목표를 제시하고 있다. 평가 지표는 회복탄력성 계획의 8개 분야로서, 건조환경분야(Built Environment), 교육분야(Education & Outreach), 에너지(Energy), 식량(Food), 자연시스템(Natural Systems), 회복탄력성(Resilience), 교통(Transportation), 쓰레기(Waste) 분류를 그대로 수용하고 있으며, 각 분야의 세부지표들로 구성되었다.

5) 기후재해에 대비하는 회복탄력적 도시 정책: 샌프란시스코³⁶⁾

① 샌프란시스코의 회복탄력성을 위한 도전과제들

샌프란시스코는 기후변화에 따른 재해와 더불어 지진 등 다양한 자연재해의 위험도가 높은 지역이다. 샌프란시스코는 기후변화와 지진까지 자연재해를 모두 포괄하는 관점에서 당면할 수 있는 모든 사안을 설정하고 그에 맞는 사회적 회복탄력성 강화 방안을 도출하고 있다. 도전과제로 다루는 자연재해는 지진, 해수

36) 출처: City and County of San Francisco (2016), Resilient San Francisco: Stronger today, Stronger tomorrow, City and County of San Francisco.

면상승이며, 인프라, 사회적 불평등과 같이 피해의 확산으로 연결되는 문제를 사전에 점검하고 있다.

□ 지진

샌프란시스코 베이지역은 향후 30년 내에 강도 7.0의 지진이 발생할 확률이 76%이다. 원거리에서 발생한 비교적 중간 강도였던 1989년 Loma Prieta 지진(강도 6.9)조차도 상당한 피해를 입혔기에, 샌프란시스코의 생존에 필수불가결한 대규모 지진에 대한 대비와 회복을 준비하는 것이 가장 중요한 도전과제로 인식되고 있다.

□ 해수면 상승

전지구적 기후변화의 영향은 가뭄과 점점 심해지는 폭풍 등의 형태로 나타나고 있다. 기후변화 완화를 통해서 도시의 미래를 확보해야 하며, 기후변화 영향에 대한 대응을 너무 늦기 전에 바로 시작하는 것이 중요함을 인식하고 있다. 특히 샌프란시스코는 해수면 상승을 관심있게 보고 있다. 2100년까지 샌프란시스코의 해수면은 총 66인치 가량 상승할 것으로 예상되고 있는데, 도시개발 계획시, 해안가는 물론, 샌프란시스코 지역전체와 삶의 방식을 어떻게 영위해야 하는지 고려해서 적응전략의 수립이 필요한 실정이다.

□ 인프라 관리

인프라는 도시민 일상생활의 핵심으로서, 식량, 사회적 네트워크 및 일상을 영위하기 위해 매일 사용하는 도로 및 도시 수도관 등 대형 시스템이 포함된다. 때로는 이러한 시스템이 의도한 수명보다 오래 작동하는 경우가 있으나, 지속적으로 성장하고 활기찬 도시의 현재 혹은 미래 수요를 충족시키기에 부적절한 경우도 있으므로 꾸준한 모니터링과 개선이 요구되고 있다.

□ 사회적 불평등과 매우 낮은 주택구매력(affordability)

샌프란시스코는 평등과 형평성을 보장하는 도시로 알려져 있으며, 가능한 모든 정책을 통해서 사회적 불평등을 없애려고 노력하고 있다. 사회적 형평성과 포용성은 샌프란시스코를 변형시키는 핵심요소로 인식하고 있다.

샌프란시스코에 사는 임차인의 45%는 가구소득의 30% 이상을 임대료로 납부하고 있으며, 주택가격은 계속해서 상승하며, 높은 생활비로 인하여 생애최초 주택

구입이 어려운 실정이다. 높은 생활비와 주택가격은 샌프란시스코는 오늘날 도시의 번영과 가치를 만들기까지 기여한 많은 주민들에게까지는 아직 충분한 혜택을 주지 못하는 실정이다.

② 회복탄력성 계획을 위한 과정과 질문들

샌프란시스코의 회복탄력성 계획은 계획수립 과정의 프로세스와 최종 결과물에 동등한 가치를 두고 장기간에 걸친 협의를 통해 수립되었다. 지역 주민들의 의견 청취를 계획에 반영하기 위해 약 160,000명의 샌프란시스코 거주민에게 다음과 같은 질문을 던졌다. ‘인구증가는 샌프란시스코가 직면한 도시문제에 어떤 영향을 미치는가?’, ‘샌프란시스코가 새롭게 도전해야 할 과제는 무엇인가?’, ‘2040년 까지 회복탄력성 계획을 실행함으로써 기대할 수 있는 긍정적인 효과를 기대할 수 있는가?’, ‘가장 중요한 질문으로 현재와 미래에도 직면하게 될 문제점들을 어떻게 해결함과 동시에 미래의 성장을 이룰 것인가?’.

③ 네 가지 회복탄력성 전략의 목표

계획과정을 통해서 ‘Resilient San Francisco’라는 비전을 설정하였고, 비전 실천을 위해 실행 가능한 4가지 목표를 결정하였다(그림 4-28). 각 목표는 그동안 성공적으로 실행되었던 도시관리부처 정책들을 활용하여 설정되었으며, 각 목표들의 세부시행은 기존 프로젝트들과 연관부서의 정책들을 지원하였던 시스템을 활용하게 될 것이다.

□ 내일을 계획하고 준비

오늘날의 도전과 미래의 재난을 처리할 수 있는 도시의 역량을 구축하는 것을 의미한다. 구체적으로는 지진에 대응하기 위한 계획 및 준비는 물론 토지이용계획 및 복구계획을 다루고 있다.

□ 완화, 적응 및 새로운 접근(Retrofit)

도시와 해당 공동체가 안고 있는 특정한 도전과제를 목표화하고, 문제해결을 위한 새로운 접근방법을 모색한다. 더 회복탄력성이 높아진 도시 건설을 수행하면서 예측이 불가능한 대지진, 기후변화 및 해수면 상승에 적응하려는 목표를 가진다.

□ 거주지 확보

재난 전 혹은 후에 주민을 위한 거주지를 미리 확보하는 것을 의미한다. 도시의

주택부족 문제와 노숙자 문제를 해결하기 위한 노력을 꾸준히 지속하는 것도 포함된다.

□ 공동체간 연결성 강화

샌프란시스코는 다양한 공동체로 이루어진 도시이므로, 공동체가 연결성 강화는 필수적인데, 신뢰, 형평성 및 파트너십을 기반으로 탄력적이고 건강하며 결집력 있는 공동체를 구축하여 도시의 성격과 활력 강화를 모색하게 될 것이다.

1 Plan and Prepare for Tomorrow

San Francisco's challenges build slowly and quickly, steadily and suddenly. This goal looks toward building our city's capacity to handle today's challenges and tomorrow's disasters. We address land use planning and recovery planning, as well as earthquake planning and preparedness.

2 Mitigate, Adapt and Retrofit

We face a future with certain challenges. This goal looks to confront the pressing realities of an imminent large earthquake, a changing climate and rising seas, all while building a stronger city today.

3 Ensure Housing for San Franciscans Today and After a Disaster

Today's challenges will only worsen with tomorrow's disruptions. We must work now to ensure housing for all San Franciscans before and after a disaster. We will work to address our city's housing and homeless crises through innovative policies, reimagining and bold action to build a stronger city for today and tomorrow.

4 Empower Neighbors and Neighborhoods through Improved Connections

San Francisco is a city of neighborhoods and neighbors. This goal seeks to build on the strength of our city's character and vibrancy, by being effective governmental stewards of resilient, healthy and cohesive neighborhoods based in trust, equity and partnership.

[그림 4-28] 샌프란시스코 회복탄력성 계획의 목표

출처: City of Cincinnati (2018, p.14.)

④ 주요 기후적응프로그램

□ NERT (Neighborhood Emergency Response Teams) 프로그램

이 프로그램은 개인, 지역단체 및 지역 사회기반 유지 및 발전을 위한 무료 교육 프로그램이다. 프로그램에서는 지역사회 구성원에게 비상시 개인이 지켜야 할 기본 사항을 교육하고, 소방 및 구급대가 다양한 응급 상황에 대처하는 과정에서 지역공동체가 그들의 재난 지원을 도울 수 있는 방법을 교육한다.

□ 비상시 보건시설과 서비스 접근 기회 확대

이 프로그램은 노숙인을 포함한 샌프란시스코 도시민들의 정신 및 육체 건강 서비스 이용을 확대하는 것을 목적으로 하고 있다. 비상사태시 도시의 회복을 돕는 주요활동은 공중보건을 지키고, 정신건강 서비스와 노숙자 서비스를 확대하며, 지역사회의 안전을 향상시키는 것이다.

□ 장기적인 관리 계획 수립

2018년까지 샌프란시스코는 효과적이고 포용적인 거버넌스, 비용 회수, 전략적 파트너십, 데이터 수집 및 도시 전체계획 검토 및 개선을 목표로 비전과 목표를 제시하는 장기적인 계획수립을 예정하고 있다.

□ 라이프 라인 협의회 활동

샌프란시스코 라이프 라인 운영회 개인 및 공공 유틸리티의 이용 및 복구를 위한 능동적인 조정을 하는 주체이다. 시의 회복탄력국은 이 운영회와 협력하여 여러 재난이 동시다발적 발생으로 인해 재난강도가 매우 높게 집중되어 인프라 복구 가 더욱 어려워지는 지역, 즉, 지리적 "choke point" 영역을 계속 파악하며 이들의 기후적응을 높이는 방법을 지속적으로 모색하고 있다.

6) 회복탄력성 개선을 통한 사회병리현상의 해결 방안: 애틀랜타³⁷⁾

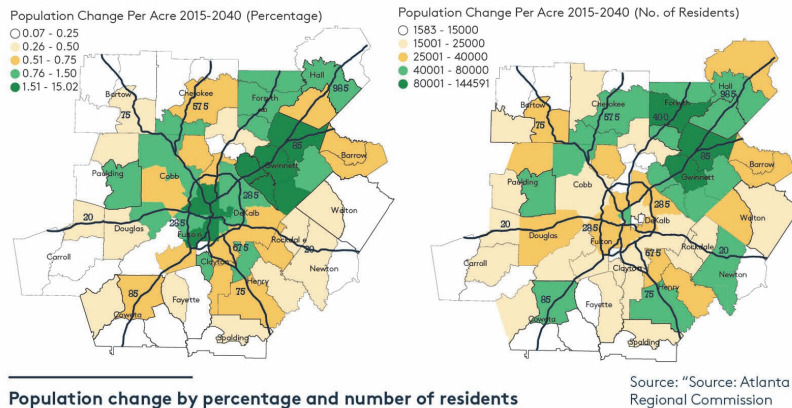
① 애틀랜타의 현안

□ 애틀랜타의 성장과 그늘

애틀랜타 시와 속한 지역들은 모두 지난 10년간 상당한 성장을 경험했으나, 도시의 미래상을 위해서는 회복탄력성 계획수립의 요구도 증가하고 있다. 성장의 측면에서 애틀랜타 주변 메트로폴리탄 지역을 제외한 애틀랜타 시의 인구는 2010년에서 2016년 동안 12%가 증가하였다. 이와 같은 인구증가는 2000년 이후 출생한 밀레니엄 세대와 중산층이 Sun Belt city에 속하는 도시이며, 비교적 생활비가 저렴한 애틀랜타로 이주한 결과이다. 2040년까지 애틀랜타와 소속된 20개 카운티 전체에 걸쳐서 인구는 현 560만 명에서 800만 명으로, 일자리는 현 290만 개에서 390만 개로 증가할 것으로 추산하고 있다.

37) 출처: City of Atlanta (2018), Resilient Atlanta: Actions to build on Equitable future, City of Atlanta.

이러한 인구변화는 인종간의 거주지역 분리문제를 야기하고 있는데, 북부에는 백인인구가 밀집하고, 남부에는 흑인인구가 밀집되고 있다. 지리적인 인구학적 분리는 도시 전체의 소득 불평등 확대는 물론 고급 부동산 투자의 시장 편중 등의 문제를 증가시키고 있는 실정이다. 그로 인해 애틀랜타는 인종적, 사회적 및 지리적으로 분리되고 있으며, 이러한 현상은 시간이 지날수록 악화될 소지가 있는 것으로 판단되고 있다.



[그림 4-29] 애틀랜타시의 인구변화(2015~2040): 백분율(좌) 및 거주민 수(우)

출처: City of Atlanta (2018, p.20.)

□ 기후변화로 인한 외부적인 스트레스

• 가뭄(Drought)

애틀랜타는 지역 내 주요 상수원 공급원을 중심으로 건설되지 않은 미국의 대도시 중 하나로서 특히 가뭄에 매우 취약하다. 2007년 이후 지역 강우량이 기후변화로 인하여 극도로 적어지게 되어 도시 수자원 공급압력이 가중되었고, 최근 조지아주가 가뭄으로 인한 주 비상상황을 선언할 정도로 심각성이 높아지고 있는 실정이다. 이에 기존의 Bellwood 채석장을 25억 갤런을 담수할 수 있는 저수지로 용도를 변경하는 프로젝트가 진행되어 2018년 기준으로 3~30일 정도의 증가된 저수 예비량을 보유하게 되었다. 그럼에도, 애틀랜타의 회복탄력성 계획에서 안정적인 물공급은 가장 중요한 부분을 차지하고 있다.

• 홍수(rainfall flooding)

가뭄에 많은 노력을 기울이고 있는 상황과 함께 극지적이고 기록적인 폭우에 따른 홍수도 위험수준에 있는 것이 애틀랜타가 겪고 있는 이중고이다. 2009년 9월, 기록적인 폭우로 인한 홍수로 수백만 달러의 피해를 입었으며, 최소한 10명이 홍

수 관련 사고로 사망했다. 이러한 기록적인 폭우는 연간 발생률이 0.01%일 정도로 희귀한 사례로서, 24시간 동안 한 지역에서 508mm 이상의 강우량을 보이기도 하였다. 이러한 홍수의 심각성은 구조물의 안정성 저하, 하수구 수량 과부하 및 우수배수불량으로 인해 홍수가 반복적으로 악순환 된다는 점에 있다.

- 폭염(heat)

기후변화로 인하여 도시지역은 일반적으로 인접한 농촌 지역보다 더 빠르게 뜨거워지고 있다. 현재의 온실가스 배출추세가 2100년까지 계속된다고 가정하면, 애틀랜타는 연간 3개월 이상 35°C를 넘는 폭염도시가 될 것으로 예측되고 있다. 고온에 대한 취약성은 특히 유아와 노인에게 높으며, 에어컨 비사용 지역 거주자들에게도 심각한 건강 문제를 야기하게 된다.

□ 인프라 부족

- 물리적 인프라 (hard infrastructure)

2014년 미국 인프라 통계보고서(미국토목학회, ASCE)에서 기반시설의 품질과 안전성을 평가한 결과에 따르면, 조지아주는 전반적인 물리적 인프라 환경에서 'C등급'을 받았으며, 특히 교량과 교통시설 인프라는 'D등급'을 받을 정도로 열악한 상황이다. 2017년 3월 85번 주간 고속도로 교량(Interstate 85 bridge) 붕괴로 교통시스템의 신속한 보수, 확장 및 통근시간 단축 등을 속히 해결해야 된다는 요구가 폭증하였으며, 개인 자동차 출퇴근보다 대중교통과 보행자에 맞는 새로운 교통옵션들을 대안으로 마련하는 다양한 노력이 시도되고 있다.

이런 노력의 일환으로 2015년에는 최초의 자전거계획 책임담당관(Chief Bicycle Officer)이 고용되어 2016년 여름 100대의 자전거로 자전거 쉼터링 프로그램을 시작하였다. 2017년 여름에는 자전거 쉼터링 프로그램이 500대의 자전거로 확대되었으며, 향후 200개 역에서 2,000대가 넘는 자전거를 쉼터링하는 프로그램으로 성장이 기대되는 등의 성과를 가져오기도 하였다. 현재 시는 산책로 및 자전거 도로 신설을 통해 자전거 및 도로 인프라를 확장하고 있다.

2016년 시행된 주민투표에서 주민들은 애틀랜타 급행 대중 교통수단 담당국(Metropolitan Atlanta Rapid Transit Authority, MARTA)의 신설, 거리 경관 개선 및 자전거 및 보행자 편의시설에 도시 공적 자금을 지원을 우선시 하는 법안에 찬성하여 도시의 심각한 대중교통 수요를 해결할 것을 승인한 바 있다. 그러나 아직 도시에 넓게 분포하고 있는 대다수의 빈곤지역에서는 다양한 교통수단에 대한 접근성이 없는 실정이다.

- 사회적 인프라(soft infrastructure)

애틀랜타 인근의 위치한 약 242개 중/소도시와 29개 메트로 카운티에서 식료품점까지의 접근성 및 다양성 미비 등으로 인해 주민들이 원하는 식량공급이 불가능한 식량사막(food desert) 현상이 생겨나고 있으며, 이에 따른 식량공급 비상사태에 대한 준비가 필요한 실정이다. 대다수의 애틀랜타 주민들은 식료품점에서 1.6km 이상 떨어져 살고 있어 접근성이 매우 떨어지며, 대부분 식료품점에서 제공하는 음식은 저렴하지도 않고 건강에 좋은 메뉴들을 제공하지 못하고 있는 상황이다. 도시의 주요한 의사결정 수립 및 이행 과정에서 시민들의 사회참여를 촉진하는 시스템은 수십 년 동안 현대화되지 못하고 있으며, 시민 참여를 확대하기 위해 20세기 중반에 만들어진 Neighborhood Planning Units (NPU)은 시행에 있어 지역별 효과에 차이를 보이고 있다.

② 애틀랜타 회복탄력성 계획의 과정

애틀랜타의 회복탄력성 계획수립 과정은 [그림 4-30]과 같다. 2016년 9월 19일 애틀랜타시는 카터 센터에서 도시 회복탄력성 계획의 아젠다를 설정하기 위한 워크숍을 주최함으로써 회복탄력성 계획을 위한 첫발을 내딛었다. 이후 2016년 11월에는 최초의 CRO(Chief Resilience Officer, 회복탄력성 책임담당관)를 고용하여 기존의 시장 직속 지속가능성 부서를 시장 직속 회복탄력성 부서로 재편하였다. CRO는 시 정부 내에서 도시의 각료회의에 참여하고, 시 전역의 회복탄력성 및 회복력을 조정하는 혁신적인 위치를 갖고 있다.

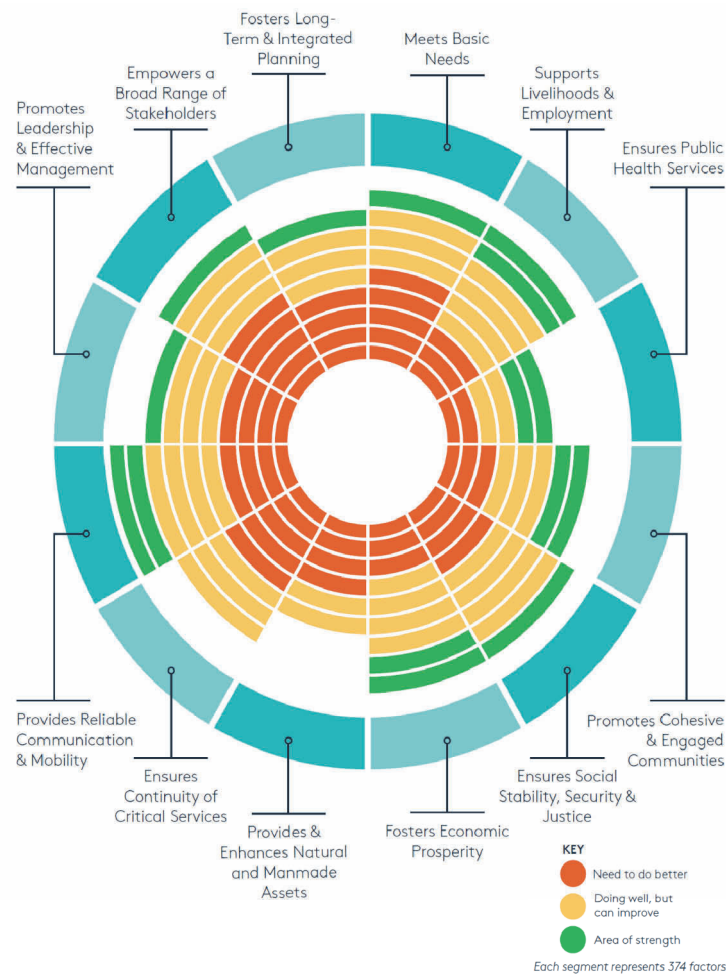


[그림 4-30] 애틀랜타 회복탄력성 계획수립의 일정

출처: City of Atlanta (2018, p.14.)

2016년 11월부터 2017년 10월까지 CRO와 회복탄력성 부서는 7,000명 이상의 애틀랜타 주민들과 협력하여 도시의 미래를 위한 비전과 실천가능 계획을 논의했으며, 계획과정은 애틀랜타의 커뮤니티, 지역사회의 다양한 관점들을 대표하는 참가자들의 참여를 통해 이루어졌다.

이 과정은 두 단계로 진행되었는데 첫 번째 단계는 시민들로부터의 포괄적인 의견수렴이었고, 두 번째 단계는 실무그룹 위주의 전문가 모임을 통한 집중적인 논의였다. 각계각층의 시민들의 의견을 수렴한 첫 번째 단계는 애틀랜타 주민과 이해관계자에 대한 온라인 공개 설문조사, 광범위한 지역사회 모임, 계획 전반에 걸친 다층적인 토론회 등을 통해 이루어졌다.

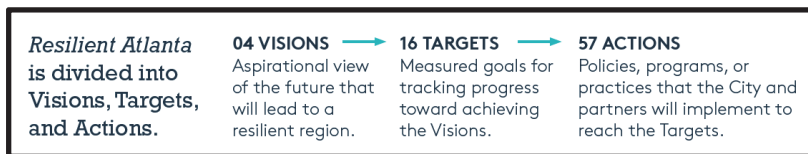


[그림 4-31] 애틀랜타 회복탄력성 계획의 의견수렴 결과

출처: City of Atlanta (2018, p.13.)

이 과정에 참여한 주민과 이해 관계자는 애틀랜타에서 발생하거나 발생 가능한 충격 및 스트레스의 형성과 심화의 원인들을 꾸준히 제시하였고, 도시의 빈곤과 사회 경제적 불평등 해결에 초점을 맞추되 인종적, 경제적, 사회적 형평성 개선을 우선순위로 설정하였다. 또한 주거 및 주택공급의 불안정성이 주된 관심사로 합리적인 주택공급과 주거이동의 어려움은 도시민들의 고용불안과 연관이 매우 높으며, 이는 도시의 한정된 교통망과 부족한 인력개발로 인해 악화되고 있음을 직시하였다. 대중교통 및 우수관리 등 인프라 서비스 개선의 필요성 제시했으며, 시정부와 시민 간의 의사소통과 협력 개선에 대한 필요성 제시했다.

두 번째 단계에서 CRO와 팀은 5가지 주제를 가진 실무그룹, 1) 시민들의 참여와 투명한 거버넌스, 2) 주거 및 지역개발, 3) 경제적 사회적 유동성, 4) 대중교통 접근성, 5) 탄력적인 인프라 등 주요 영역을 추가로 논의하고 우선순위를 선정하였다. 실무그룹으로 초청된 시민들은 학문, 종교 단체, 비영리기관, 복지가 및 사업가 대표들로 구성되어 있었으며, 이들은 도시가 가진 기회들을 조사하고 각 부문의 우선순위 정책들을 선정 및 이행하기 구체적인 계획들을 설정하였다. 이후 시장 직속 회복탄력성 부서는 공청회를 열고, 실무그룹의 논의결과를 광범위한 애틀랜타 지역사회로부터 온 7,000명이 넘는 거주자와 이해관계자와 공유하여 실무그룹과 공청회를 거쳤다. 그 결과로 애틀랜타가 가진 보편적인 강점(Overall Strength)을 '지역 정체성 및 문화, 의료시설 및 의료서비스, 지역 비즈니스 개발 및 혁신, 강력하고 다양한 지역경제, 고등교육'으로 보편적인 약점(Overall Weakness)을 '주택공급, 토지개발, 인프라 부족, 대중교통 및 이동성, 교육(유치원부터 초등학교 저학년), 이해 관계자 간의 의사소통 및 협력'으로 정리하였다.



[그림 4-32] 애틀랜타 회복탄력성 계획의 4개 비전, 16개 목표, 57개 시행조치
출처: City of Atlanta (2018, p.29.)

이를 기반으로 애틀랜타의 회복탄력성 계획의 기반은 4개 비전, 16개 목표, 57개의 시행조치들로 이루어졌으며, 이는 계획 준비과정 동안 수집된 시민 및 이해 관계자의 의견을 반영한 것이기도 하다(그림 4-42). 또한 애틀랜타의 회복탄력성 계획의 근간은 '사회적, 경제적, 인종적으로 평등한 도시실현'이라는 애틀랜타의 비전을 따르고 있다. 회복탄력성 전략에 명시된 목표를 달성하기 위해서는 세 부 정책과제 이행책임을 시정부, 지역사회를 포함한 모든 이해관계자가 함께 저

야 하는데, 회복탄력성 계획은 4년 주기로 검토 및 보완을 거쳐 지속적으로 개선되며, 2019년 7월부터는 각 회계연도에 보고서를 제출하는 것으로 되어있다.

③ 회복탄력성과 직접적인 연관성이 높은 기존 계획

지난 10년 동안 애틀랜타 정부조직들은 도시의 미래에 대한 비전을 설정하는 다양한 보고서를 작성하고 프레임 워크를 만들어 왔다. 애틀랜타 회복탄력성 계획은 이전에 만들어졌거나 현재 진행 중인 프로젝트들을 수렴하고, 이를 구체화하거나 더욱 발전시키기 위한 통합적 노력의 결과이기도 하다. 애틀랜타 회복탄력성 계획과 직접적인 연관이 있는 기존 계획들은 아래와 같다.

□ Atlanta Housing Authority Vision 2022(2017)

애틀랜타시에 저렴한 주택공급 방안을 포괄적으로 제시한 5년 전략계획이다.

□ 모든 플랫폼을 위한 도시(2017)

새로운 도시 지도부가 주택 가격 및 접근성에 대해 긴급조치를 취할 수 있도록 지원하는 플랫폼 구축계획이다.

□ 애틀랜타 시티, 애틀랜타 시티 디자인(2017)

애틀랜타시의 가치인 평등, 진보, 염원, 접근 및 자연의 가치 등을 반영한 포괄적인 디자인 프레임워크를 제공하여 모두를 포용하는 미래도시를 목표로 한다.

□ 우리의 미래 애틀랜타 아젠다(2017)

정부의 투명성을 높이고 시민사회를 강화하며 공평한 성장을 보장하며, 보다 안전하고 건강한 지역사회를 만들기 위한 아젠다를 제시하고 있다.

□ HOME ClearPath 파트너(2017)

노숙자의 증가를 억제하기 위한 향후 5년간의 공공-민간 파트너십 전략계획이다. 구체적인 계획으로 ClearPath는 2017년까지 퇴역군인 노숙자들을 구제하고, 2019년까지 만성 노숙자들을 구제하며, 2020년까지 청년과 가족단위 노숙자들을 구제하려는 목표를 제시하고 있다.

□ 애틀랜타 지역위원회 애틀랜타 지역계획(2016)

향후 20년 동안 세계적 수준의 인프라를 제공하고 경쟁력 있는 경제기반을 구축하며, 건강하고 살기 좋은 지역사회를 조성할 수 있도록 투자 우선순위 및 내용을 상세하게 설명하는 장기 청사진을 제시하는 계획이다. 이 계획은 지역 교통인프라에 930억 달러 이상을 투자하여 도시 내 이동성을 향상하고, 보다 활기차고 걷기 쉬운 커뮤니티 만들기에 주력하며, 급성장 중인 노인인구의 요구를 충족하고 보다 깨끗하고 풍부한 물 공급을 보장하는 내용을 담고 있다.

□ 애틀랜타 시티 종합 개발계획(2016)

도시의 성장과 발전을 위해 현재 혹은 미래를 위해 계획된 물리적, 사회적 및 경제개발 목표를 제공하는 계획으로, 이 계획에는 인구, 주택, 경제개발, 천연자원, 역사자원, 지역사회 시설, 교통, 토지이용 및 도시설계와 관련된 정책 및 목표를 제시하고 있다.

□ 애틀랜타시 녹색인프라 전략 실천계획 2016)

매년 851,717m³의 도시 우수유출수량을 줄이기 위해 환경적으로 건전한 설계시공 모범사례 장려해 보다 효율적인 우수관리를 도모하고자 하는 계획이다.

□ 애틀랜타 인프라 개선 프로그램(2015)

애틀랜타 서비스 지역의 수도 및 하수시스템, 복합 하수도 제어시설 및 일반적인 시스템의 유지보수 및 수리 우선순위 선정, 지원시설 및 인프라의 유지, 시스템 복원 및 현대화 요구사항 등을 제시하는 프로그램이다.

□ 애틀랜타 기후행동 계획(2015)

2020년까지 온실가스 배출량을 2009년 수준보다 20%, 2030년까지는 2009년 수준보다 40% 줄이는 방안에 대한 계획이다.

□ 사회적 연계망 구축 및 장벽 제거: 전략적 커뮤니티 투자 보고서(2013)

공평한 성장을 추구하기 위해 현재 인구이동이 일어나고 있거나 이미 쇠퇴하고 있는 지역에 투자와 자원을 집중시키기 위한 필요성 제시하는 보고서이다.

□ TransFormation Alliance 전략계획(2013)

대중교통 투자를 통해 커뮤니티의 접근성 및 연결성을 강화하여 시민들에게 평등한 기회와 혜택을 제공하는 방안을 제시하는 계획이다. 인종갈등을 완화하기 위해 예술과 문화 기반의 사업을 통한 지역사회 참여를 바탕으로 공동체를 통합하며, 주택, 교통, 취업 접근성을 강화하여 주민 건강을 증진하며, 양질의 직업환경을 제공하는 전략들을 담고 있다.

□ 애틀랜타 BeltLine 평등 개발계획(2009)

모든 시민들에게 지속적인 경제적, 환경적, 사회적 이익을 제공할 수 있도록 공정하고 지속가능한 개발원칙을 포함하고 있다.

□ 애틀랜타 프로젝트명 ‘녹지’(2009)

2030년까지 애틀랜타에 세계적 수준의 녹지시스템을 만들기 위한 프레임워크와 전략을 제공하고 있다.

□ 애틀랜타 교통계획(2008, 2015 부록)

애틀랜타의 첫 번째 종합 교통계획으로, 향후 40년 동안 교통에 대한 주요 공공 투자를 안내하는 프로젝트 목록을 포함하고 있다. 주요 목표는 투자확대를 통해 이동성, 접근성 및 대중교통 제고를 통해 지속적인 경제성장을 지원하고 주민, 근로자 및 관광객의 삶의 질을 향상시키는 것이다.

□ 애틀랜타 지역위원회의 Livable Centers Initiative(2007)

지역 관할구역에서 교통 인프라와 토지이용 계획을 연계하여 보다 살기 좋고 걷기 쉬운 지역사회를 만드는 지역차원의 계획 연구를 수행하도록 장려하는 정책을 제시하고 있다.

④ 애틀랜타의 회복탄력성 비전과 체계

□ 회복탄력성 비전의 방향

애틀랜타는 변화의 기로에 서 있다. 지난 6년 동안 이 도시는 빠르게 진행된 인구 유입, 부동산 투자로 인해서 경제의 확장이 일어나고 있으며, 도시의 성장은 도시 여러 곳에서 진행되고 있는 다목적 개발, 새로운 경기장, 최첨단 업무빌딩

(state-of-the-art office buildings) 건설 프로젝트 등에서 확인할 수 있다. 그러나, 현재의 경제 발전은 일부 지역에만 국한된 것이며, 일부 사람들만이 경제 성장에 따른 이익을 차지할 뿐이다.

실제로 도시의 일부는 번창한 반면 그 외 지역들은 지속적인 쇠퇴를 경험하고 있으며, 이런 현상의 지속은 도시에 불평등이라는 만성 스트레스를 악화시키고 갑작스러운 충격에 대응하는 것을 더욱 어렵게 만들고 있다. 이에 시는 지속적인 성장과 투자를 준비하면서 현재 메트로 지역과 그 주민들이 직면하고 있는 근본적인 문제를 해결하여 애틀랜타가 지속가능하며, 거주민들이 균등한 기회를 누리고 생활을 영위할 수 있는 장소가 되도록 보장해야 한다는 점을 인식하고 있다. 구체적으로는 주택, 대중교통, 비상대응, 인프라 개선 및 확충, 교육, 인력교육, 건강 및 안전, 성장관리와 관련된 문제가 가장 중요하게 지적되고 있다.

탄력적인 애틀랜타를 구축하려면 오래된 문제를 해결하기 위한 새로운 접근법을 찾아야 하며, 이에 따라 준비된 애틀랜타 회복탄력성 계획 개발과정에서 사회평등, 문화 및 정체성, 기후와 관련된 주제들이 애틀랜타의 우선적인 과제로 반복적으로 강조되고 있다. 그 결과 탄력적인 애틀랜타 비전 전체에 형평성, 문화-정체성, 기후를 포함하였고, 해당 주제들을 기반으로 우선과제들을 선정하여, 다양한 각도에서 그 중요성을 부각하였다.

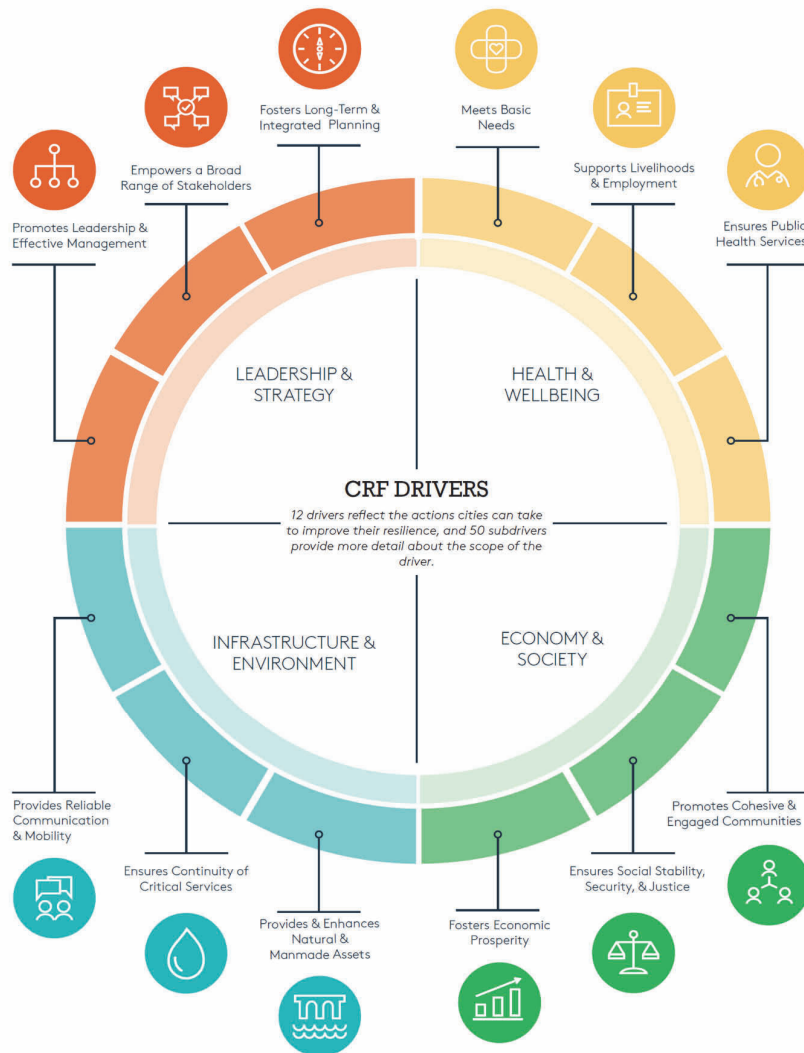
회복탄력성 계획의 이행에 있어서는 공동의 노력을 수반하며, 탄력적인 애틀랜타를 건설하고 그 비전을 달성하려면 행정단위 및 공동체, 카운티, 인근 광역지역, 정부부서, 기관, 단체를 서로 긴밀히 연계하여 진행해야 함을 제시하고 있다. 또한 보다 효율적인 목표 달성과 의사결정과정에 정확한 정보제공 및 효과적인 협업을 위해 데이터 구축이 중요하다는 점도 제시되고 있다.

□ 도시 회복탄력성 체계

애틀랜타의 도시 회복탄력성 체계(City Resilience Framework, CRF)는 도시의 복잡성과 회복탄력성에 기여하는 요인들을 이해하고, 도시가 가진 지식과 경험을 공유할 수 있도록 공통화된 개념으로 만들어졌다. CRF는 도시 회복탄력성의 네 가지 필수적인 핵심 주제들과 각각에 해당하는 세부항목들로 이루어져 있다.

- 건강과 복지: 도시에 거주하고 일하는 모든 사람의 건강과 복지 실현이 핵심주제 달성을 위해서 세 가지 목표가 제시되고 있는데, 첫째로 '기본 요구 사항 충족'은 특히 위기 상황에서 사람들이 생존에 필요한 기본자원에 접근할 수 있도록 보장해야 함을 의미한다. 둘째로, '생활 용품 및 취업 지원'에서는 개인이

사업투자 및 사회복지에 대한 접근은 물론, 다양한 생계와 고용기회를 이용할 수 있도록 지원하는 것을 의미하고 있다. 셋째로 ‘공공 보건 서비스를 보장’ 하는 것은 육체적, 정신적 건강보호를 위해 효과적인 공중보건 및 응급서비스를 이용하도록 지원하는 것을 의미한다.



[그림 4-33] 애틀랜타 회복탄력성 계획의 프레임워크

출처: City of Atlanta (2018, p.31.)

- 경제 및 사회: 도시민이 평화롭게 살며, 소속된 집단에 따라 삶을 영위할 수 있게 해주는 사회 및 금융 시스템

세 가지 세부주제를 담고 있는데, ‘단합되고 참여하는 공동체 촉진’은 소속된 집단의 정체성과 상호적 지원 창출을 의미하며, ‘사회적 안정, 안전, 사법의 보장’은 안정되고 안전하며 정당한 사회를 조성하게 하는 법의 집행 및 정의실현에 포괄적이고 포용적인 접근방식을 보장하는 것을 의미한다. 끝으로 ‘경제성장 촉진’은 다양한 수익원, 사업투자 유치력 및 비상상황 대처계획 등을 통해서 자금지원 유용성 및 활기찬 경제를 보장하는 것을 의미한다.

- 인프라 및 환경: 인공인프라 및 자연인프라 시설을 통해 중요한 서비스를 제공하고 도시민을 보호하는 방법

여기서도 세 가지의 세부주제를 제시하고 있는데, ‘자연 및 인공자산 제공 및 향상’에서는 도시 시스템의 물리적 취약성을 감소시키는 보존자연 및 인공자산을 유지하기 위한 내용을 제시하며, ‘중요 서비스의 연속성 보장’에서는 자연 및 인공자원을 적극적으로 관리하고 향상하기 위한 방법들을, ‘믿을 수 있는 의사소통 및 이동성 제공’에서는 사람들, 정보 및 상품의 자유로운 흐름을 제공하기 위한 방법들을 제시한다.

• 리더십 및 전략: 효과적인 리더십, 이해 관계자 간의 의사결정 통합계획
효과적인 리더십과 이해 관계자 간의 의사결정을 통합하기 위해서는 ‘리더십 및 효과적인 전략 관리 촉진’을 통해서 정부와 시민 사회 내에서 유능한 리더십을 통한 효과적인 도시관리를 장려하고, ‘이해관계자의 범위 확대’를 통해서 도시 모든 사람들이 도시에 대한 정보취득이 잘 이루어지며, 소속감을 느끼며 일할 수 있도록 하고, ‘장기 및 통합 계획수립’을 통해서 부문별 계획과 개별 프로젝트를 도시의 비전과 도시 기본 요구사항에 맞추어 검토 및 조정하는 것이 필요하다.

□ 도시 회복탄력성 비전과 목표

애틀랜타의 탄력성 계획은 아래와 같은 4가지 비전들과 16가지 목표들을 정하였다.

- 비전 1) 애틀랜타 정체성을 확립한다

세 가지 세부목표를 두고 있다. 우선 목표 1.1은 2022년까지 구조적 인종차별 문제해결, 역사적 인종차별 조정 및 인종평등 증진에 있어 앞장서는 도시가 되는 것이다. 목표 1.2은 애틀랜타 242개 지역과 메트로 애틀랜타 29개 카운티의 역사를 기록하고 공유하는 것이다. 목표 1.3은 애틀랜타 시정부에 예술과 문화부분을 신설하여 2025년까지 도시에서 가장 빠르게 성장하는 신산업 중 하나로 만든다.

- 비전 2) 모든 애틀랜타 주민이 번영할 수 있도록 지원한다.

세 가지 목표를 제시하고 있는데, 목표 2.1은 애틀랜타 어린이 100%가 유치원에 등록할 수 있도록 투자하는 것이며, 목표 2.2는 2020년까지 10,000명의 애틀랜타 주민을 최소 10,000개의 신규 일자리에 연결하는 것이며, 목표 2.3은 애틀랜타에서의 경력 선택 보장하는 것이다.

- 비전 3) 미래도시를 건설한다.

다섯 가지의 목표를 제시하고 있다. 목표 3.1은 저가형 주택의 품질, 접근성 및 분배를 개선하는 것이며, 목표 3.2은 애틀랜타 전역의 교통 접근성 향상시키는 것이며, 목표 3.3은 2025년까지 모든 애틀랜타 주민에게 신선하고 건강한 음식을 제공하는 시설이 거주지에서 800m 내에 위치할 수 있도록 하는 것이며, 목표 3.4는 2022년까지 2km²의 새로운 공공 녹지공간을 새로 만드는 것이다. 목표 3.5는 매년 약 500개의 주택, 사업장, 공공장소에서 지속가능한 에너지 및 물 효율적인 인프라 개선을 실시하는 것이다.

- 비전 4) 가치를 반영하는 시스템을 설계한다.

다섯 가지의 목표 중에서 목표 4.1은 2022년까지 회복탄력성 계획 추진을 위해 도시시스템 적응 및 확장하는 것이다. 목표 4.2는 애틀랜타 시민들의 참여를 높이기 위한 정책 및 시스템 지원, 목표 4.3은 2035년까지 도시 전체 청정에너지 사용률을 100% 달성, 목표 4.4는 지역사회 결집력 강화 및 프로그램 평가 강화를 통해 공공안전 및 지역사회 대응능력 향상, 목표 4.5는 하츠필드-잭슨 국제공항을 2025년까지 회복탄력성, 지속가능성 및 인력개발을 성공적으로 수행한 국가 모범 사례로 승격시키는 것이다.

4. 소결

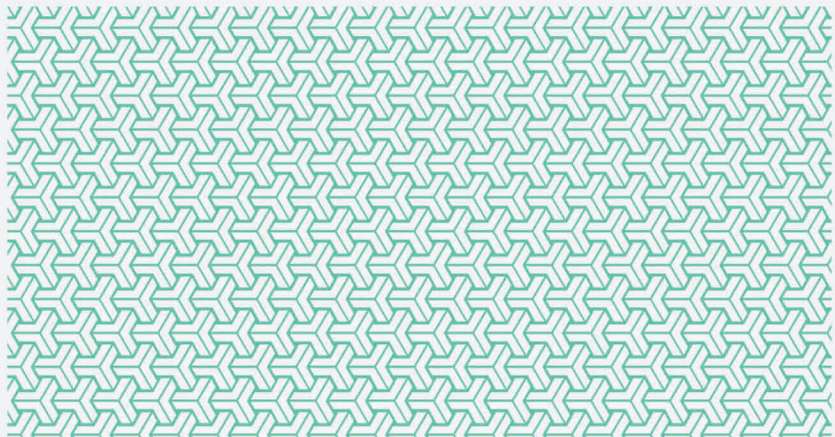
4장에서는 회복탄력성 향상을 정책적으로 추진하고 있는 선진 사례들을 살펴보았다. 미국 시애틀의 사례는 지역사회 참여를 통해 자산기반 회복탄력성 향상을 위한 고려사항을 마련하고 위험과 재난에 대한 지역 역량을 강화한 사례로서 회복탄력성 시나리오에 대하여 지역 주민들이 적극적으로 참여하여 공유를 강화한다는 점에서 의의가 있다. 덴마크, 핀란드, 영국, 칠레, 미국 등에서 추진되고 있는 혁신을 위한 사회 디자인을 중심에 둔 혁신 연구소의 설립 및 운영은 사회적 혁신을 위해 디자인 프로세스를 적극적으로 활용하고 있다는 점을 시사하고 있다.

건축 정책적 접근에 있어서는 뉴욕시의 공공정보를 기반으로 한 기후변화 대응 건축 전략 사례, 에너지 성능이 취약한 건물에 대한 계약 시스템 연계 개선 지원 프로그램 운영 사례, 칠레의 점진적인 공공주택 프로젝트 사례, 핀란드의 소방법의 개정과 건축공모전을 통한 기후변화 대응형 건축 사례를 다루었다. 이를 통해 기후변화 대응을 위해 건축물 부문에서 공공과 민간의 정책 협력 및 정책 혁신 시도의 중요성을 시사하고 있다.

도시 정책적 접근에 있어서는 기후변화 정책 또는 회복탄력성 증진을 위한 계획을 운영하고 있는 워싱턴 DC, 뉴욕, 시카고, 신시내티, 샌프란시스코, 애틀랜타의 사례를 다루었다. 각 지역은 목표의 구체화를 위해 현안 문제와 취약성을 지역 특성에 맞추어 설정하였다. 도시 회복탄력성 프레임워크를 설정하는 과정에 있어서는 커뮤니티의 참여와 다차원적 협력을 위한 거버넌스 체계를 촉진하고자 하였다.

제5장 결론:

기후위기, 패러다임 전환의 시작



1. 기후변화에 따른 패러다임 변화
2. 기후위기사대, 지속가능한 사회를 향한 해법

1. 기후변화에 따른 패러다임 변화

1) 일상적 환경의 변화

기후변화는 눈에 보이지 않는다. 막연히 ‘날씨가 예년과 다른 것 같다.’ 정도가 일반적인 체감일 것이다. 일부 예민한 사람은 예년과 다름이 몇 년째 반복되고 있음을 느끼는 정도일 것이다. 특히 4계절이 뚜렷한 우리나라는 변화의 주기가 크기 때문에 날씨에서 오는 덥고 차가움이 예년과 다름을 희석시키고 있을지도 모른다. 시야를 넓혀 열대기후와 한대기후에 속한 국가들의 사정을 보면 이미 환경이 눈에 보이게 달라지고 있다. 열대기후 국가는 해수면상승과 수산자원의 변화에 따라 경제구조가 영향을 받고 있으며, 한대기후에 속한 국가는 영구동토가 녹아 경작이 가능해지고 사람이 살 수 있는 지역이 확장되고 있다. 기후대 양 극단에 속한 국가들이 겪는 변화가 서서히 우리의 일상 환경에도 영향을 주고 있다.

우리나라에도 기후변화에 따른 영향이 시나브로 자리잡고 있다. 전장에서 서술한 바와 같이, 우리는 집중호우에 따른 도시 산사태를 겪었고 폭염의 역사상 기록이 갱신되는 현장을 목격했다. 서해안 부둣가 시장은 바닷물에 발목이 잠기는 일이 일상화되고 있다. 아직 이런 변화들이 작거나 일회성에 그친다고 생각할 수 있다. 그러나 기후변화에 의한 대기 대류변화에 따른 현상인 미세먼지는 이미 일상에 자리 잡았다. 우리는 이미 봄과 가을에 미세먼지가 심해진다는 것을 알고 일상 생활을 준비하고 있다. 특히 어린아이들을 키우는 부모들은 봄과 가을의 미세먼지에 대해 주기적으로 대비하고 있다. 몇 년 전만해도 황사가 주된 이슈였지만, 황사와 미세먼지가 이슈에서 섞이다 최근에는 미세먼지가 주로 전면에 나오고 있다. 많은 전문가들은 오래전부터 비단 미세먼지 뿐만 아니라 폭염, 폭우, 가뭄, 폭한과 같은 기후에 영향을 받는 현상들이 예년과 다름을 내세우며 우리의 일상적 환경을 변화시키게 될 것으로 전망한다.

2) 사회적 구조의 변화

환경의 변화는 개인의 일상에 영향을 준다. 영향을 받는 개인의 일상이 모이게 되면 사회적 구조의 변화가 시작된다. 3장에서 소개한 ‘적응적 순환’에서 언급한 바와 같이, 사회구성원의 필요성과 합의에 따라 창조적 변화과정을 거쳐 지속가능성을 확보할 수 있을 때 까지 운영한다. 기후변화는 국가규모의 공간을 대상으로 하므로, 국가에서 개인에 이르는 개별적 적응적 순환이 연결된 사회적 ‘패나키’ 구조체에 영향을 주게 된다. 예를 들면 미세먼지에 국가적 차원의 대응을 위해 2019년 4월 대통령 직속 ‘미세먼지 문제 해결을 위한 국가기후환경회의’가 구성

되어 현재 활동하게 된 것을 들 수 있다. 이 조직은 환경적 변화에 따라 새로 구성된 사회적 구조체라 할 수 있다. 정치계, 산업계, 학계, 시민사회, 종교계, 중앙정부, 지방자치단체 등 우리나라 사회를 구성하는 적응적 순환계를 대표하는 이들이 조직원으로 참여한다³⁸⁾. 많은 국민들이 이 조직을 통해 미세먼지 환경을 개선하기 위한 사회적 혁신을 기대하고 있다.

4장 ‘지향점’에서 다양한 선진국가의 기후변화에 지속가능한 사회를 구성하기 위한 다양한 정책과 혁신적 시도를 정리했다. 기후변화에 대한 정책을 만든다는 것은 기본적으로 온실가스 배출을 제어한다는 근본적 저의가 바탕에 깔려있다. 지금까지 우리는 산업혁명 이후 지금까지 화석에너지를 주 동력원으로 활용하는 기본적 정서가 바탕인 현행 정책 속에서 생활해왔다. 현대 사회의 주된 체제에서 기후변화에 대응하는 정책을 바로 적용하는 것은 사회적 관성에 맞서 정면으로 역행하는 것으로 묘사할 수 있다. 따라서 기후변화를 고려한 정책은 곧 ‘혁신’과 맞닿아 있다. 예를 들었던 영국, 핀란드, 칠레, 미국의 주요 도시들은 모두 혁신연구소를 설립해 미래를 위한 준비와 계획을 정책화 하고 있었다.

혁신의 창발(創發)이 어떻게 시작되는 지에 대한 궁금증도 해외 사례에서 열볼 수 있다. 시애틀의 자산기반 접근방식이 대표적인 예이다. 주민 개인이 스스로가 살고있는 지역의 지속가능성을 확보 하는데 필요한 자산이 무엇인지 잘 알고 있다는 점과 지역에서 어떠한 변화가 일어나는지 커뮤니티 활동을 통해 진단하고 있다는 점이다. 커뮤니티 활동에서 나온 결과가 지방정부에 전달되어 정책화 되는 일련의 과정이 혁신의 창발점이 아닐까 한다. 마찬가지로 미국 주요도시가 기후변화 관련된 정책을 이끌어 내는 핵심은 지역이 어떠한 기후적 문제에 처해있고, 주민과 커뮤니티가 어떤 상태인지 사회적 문제를 주기적으로 면밀히 진단하고 있다는 점이다. 심지어 연방정부가 기후변화를 부정하고 있어도 지역기반의 노력은 눈에 보이지 않지만 높은 상호 유대관계를 유지하면서 위기가 왔을 때 작동하도록 전략화 되고 있다.

본 연구에서는 문제를 야기하는 하나의 위기이자 해답이 숨어 있는 사건을 ‘트로이목마’로, 위기를 대비하기 위해서나 위기를 대처하기 위해 보이지 않는 사회적 문화에 따라 작동하는 계획과 전략을 ‘암흑물질’로 비유했다. 기후변화에 따라 일상적 환경에 영향을 받고 있는 우리사회는 기후변화가 일종의 트로이목마를 바라보는 시각으로서 해법을 모색해야한다. 예를 들자면, 영구동토가 녹아 경작지가 늘어난 것이 선물로 착각해 방치하다 동토에 얼어있던 온실가스가 대량 방

38) 출처 : 국가기후환경회의, “조직도”, <https://www.ncca.go.kr/>(검색일:2019.12.20.)

출되어 결국 지구온난화를 가속화 해 생태계 전반을 위협할 수 있다는 것을 간과할 수 있다는 점이다. 이미 기후변화라는 트로이목마는 눈앞에 와 있다. 아직은 그 안에서 대기 중이나 우리를 위협하는 것이 나올 수 있기 때문에 선제적 대응이 필요하다. 선제적 대응은 우리사회에 만들어져 있는 개인에서부터 국가로 이어지는 적응적 순환계와 패나키의 체계가 우리나라의 사회·문화적으로 보이지 않게 연결되어 있는 ‘암흑물질’로 서로 연결되어 있음을 늘 고려해야한다.

3) 공간적 구조의 변화

공간적 구조는 일상적 환경의 변화와 사회적 구조의 변화에 영향을 받는다 할 수 있다. 외부에서 오는 일상의 불편함이 시작되면 그동안 익숙한 공간이 순간 불편한 공간으로 바뀐다. 생활하는 공간 대부분이 불편하면 사회적 요구가 발생하며 합리적인 과정을 거쳐 기존의 사회적 구조가 변화하게 되고 공간을 개선하는데 영향을 미친다.

본 연구에서 사례로 들었던 청연빌딩은 기후변화에 민감하게 대응해 공간적 구조를 변화시킨 사례다. 기존 통상적 건축에서 다루지 않는 공간설계, 자재를 적용해 녹색건축 등 새 간판을 부여받았다. 일상생활에서 변화된 공간에 편리함을 느끼게 되면 가까운 미래에 녹색건축물이 일반화 될 가능성이 있다. 또한, 미세먼지의 영향으로 옥외공간의 구성요소가 변화하고 있는 사례를 검토했다. 미세먼지를 저감할 수 있고 미세먼지의 영향에 피해를 최소화하기 위한 공간적 대안들이 제안되고 실제 공간의 변화에 영향을 주고 있다. 해외에서는 공간적 구조를 변화하기 위해 사회적 구조를 변화시킨 핀란드의 소방법 개정 사례가 있었다.

우리가 현재 생활하는 공간은 과거로부터 만들어져 현재 사용하고 있다. 기후변화는 미래에 대한 문제이자 위기다. 우리나라의 미래세대를 위한 공간적 구조는 칠레의 ‘점진적인’ 공공주택 프로젝트와 같이 미래세대가 만들어 변화한 기후에 맞춰 완성할 수 있도록 유연하게 열어두어야 한다. 이미 선진국은 도시정책에서부터 건축정책에 이르기까지 미래세대를 염두한 정책이 만들어지고 있음을 본 사례연구를 통해 정리할 수 있었다. 미래세대를 염두한 유연함은 회복탄력성(Resilience)의 확보로 요약할 수 있었다.

기후변화는 일상생활, 사회적·공간적 구조의 변화를 필요로 할 것이다. 앞으로 패러다임은 예측하기 어려운 기후변화에 과거와 다른 체계를 갖는 일상·사회·공간적 구조에 얼마나 회복탄력성을 확보해 대비할 수 있을지 고민을 함과 동시에 미래세대의 지속가능성까지 포괄해야 할 것이다.

2. 기후위기사대, 지속가능한 사회를 향한 해법

1) 기후변화 속도 조절에 적극 동참

기후변화의 가속도가 점점 높아지고 있다. 기후위기(Climate crisis)가 하나의 사회용어로 등장한 배경은 이제 관망 할 여유가 없다는 경고의 의미기도 하다. 바로 실천에 옮길 수 있는 대책들이 실행되어야 한다는 뜻이다. 그렇다고 온실가스 배출을 줄이기 위한 노력을 멈출 수 없다. 화석연료의 사용을 줄이고, 녹지를 보전하기 위한 개인의 작은 노력이 모여 사회와 국가가 하나의 공동체로서 노력을 지속해야 할 것이다.

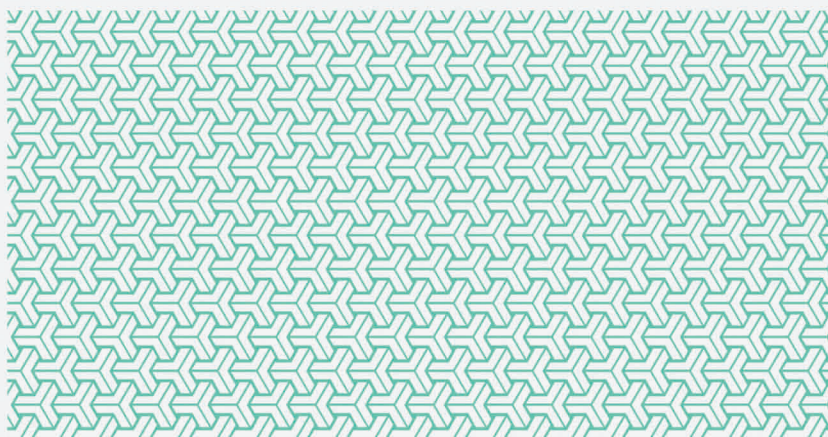
우리나라가 온실가스를 줄이기 위해 모니터링하고 있는 분야는 전환(전력생산), 산업, 건물, 수송, 에너지산업 등이다. 2018년 보다 강화된 온실가스 감축 로드맵을 수정해 공개했다. 국가에서 온실가스 감축에 대한 노력을 강화하는 방향으로 설정한 만큼 지역 사회와 개인의 생활에서 협력할 수 있어야 한다. 결국 개인의 탄소소비량이 줄지 않으면 지역과 국가의 목표달성은 어렵게 되므로 우리 아이들이 살아갈 지구의 기후가 지속가능한 환경이 되도록 개인부터 관심을 갖고 적극 동참해야 할 것이다. 플라스틱제품을 덜 쓰고, 자동차를 이용한 이동을 자전거와 걷기, 대중교통 이용으로 바꾸는 생활부터 쉽게 시작할 수 있는 기후변화 속도를 늦출 수 있는 해법이라 할 수 있겠다.

2) 변화하는 기후여건에 적응

기후변화는 예년과 다른 기상현상을 불러올 수 있다. 지금 내가 살고 있는 집과 마을, 도시는 기후변화 이전에 만들어진 공간이 일반적이라 할 수 있다. 불특정한 공간에서 발생하는 예년과 다른 기상현상은 뜻밖의 피해를 만들기도 한다. 기후변화 시나리오에 따라 닥칠 수 있는 위험성을 사전에 파악하고 대비하는 것이 기후변화 적응의 첫 출발점이라 할 수 있다. 변화하는 기후여건에 적응 하는 일은 개인이 처음부터 시작하기 어렵다. 지역안전지수와 같이 국가가 개인과 지역사회를 위해 연구를 통해 정보를 만들어 공개하는 것이 우선적으로 필요하다.

개인은 내가 살고 있는 지역이 어떤 안전자산을 갖고 있는지 숙지하고, 자연재해가 발생하기 전 충분한 완충작용을 위한 회복탄력성이 지역 내에서 향상될 수 있도록 감시와 모니터링, 의견개진을 커뮤니티 활동을 통해 지속해야한다. 기후변화로부터 지속가능한 사회의 완성은 개인 스스로가 사전에 피해를 최소화 할 수 있도록 공개된 정보를 활용해 대비하고 공유하는 것부터 시작이라 하겠다.

참고문헌



- 강찬수(2017), “1만2000명 목숨 앗아간 최악의 대기오염사고는?”, 중앙일보, 10월 15일자.
- 경대승 외(2018), 「미세먼지 Free Zone 구현을 위한 Passive/Active 통합 모듈형 장치개발」, 국토교통과학기술진흥원.
- 경대승(2019), “미세먼지 발생에 따른 도시차원 대응방안 검토”, 「대전세종포럼」, 대전세종연구원, v.68. pp.81-95.
- 국가기후환경회의, “조직도”, <https://www.ncca.go.kr/>. (검색일 : 2019.12.20)
- 국립재난안전연구원(2019), 「2019 지역안전지수 활용 가이드라인」, 국립재난안전연구원.
- 관계부처 합동(2016), “정부합동, 미세먼지 관리 특별대책 확정·발표”, 6월3일자 보도자료.
- 관계부처 합동(2017), 「미세먼지 관리 종합대책」
- 김정곤·경대승·이성희(2019), 「미세먼지 저감 도시 조성기법 및 사례연구」, 토지주택연구원, p.25, 48.
- 김학건·민현준·윤종호·김태한·이종현·김창걸(2019), 「제로에너지 그린리모델링」, 서울: 주택문화사.
- 김호근·전혜영·김우택·김창수·신동찬·윤동근·이지현·전혜영·홍진규(2018), 「변화하는 기후에서 보건 및 재난 대응을 위한 다학제간 연구에 대한 정책적 제언」, 한국과학기술한림원.
- 디자인프레스(2017a), “[이승호 에세이 17화] 핀란드 이민국의 서비스 디자인 팀, 인란드(1화)”, 디자인프레스, <https://blog.naver.com/designpress2016/2210692569> 24. (검색일: 2019.08.20.)
- 디자인프레스(2017b), “[이승호 에세이 18화] 핀란드 이민국의 서비스 디자인 팀, 인란드(2화)”, 디자인프레스, <https://blog.naver.com/designpress2016/2210699827> 54. (검색일: 2019.08.20.)
- 디자인프레스(2018a), “인터뷰: 엔터 핀란드 서비스 디자이너 요나탄 케일립-1화”, 디자인프레스, <https://blog.naver.com/designpress2016/221246283643>. (검색일: 2019.08.20.)
- 디자인프레스(2018b), “인터뷰: 엔터 핀란드 서비스 디자이너 요나탄 케일립-2화”, 디자인프레스, <https://blog.naver.com/designpress2016/221246296590>. (검색일: 2019.08.20.)
- 디자인프레스(2018c), “[이승호 에세이 26화] 약국 체인에서 경량철도까지, 서비스 디자인의 범위를 확장하다 - 미꼬 꼬이비스토포”, 디자인프레스, <https://blog.naver.com/designpress2016/221303579287>. (검색일: 2019.08.20.)
- 디자인프레스(2018d), “[이승호 에세이 27화] 인터뷰: 서비스 디자이너 미꼬 꼬이비스토포-1화”, 디자인프레스, <https://blog.naver.com/designpress2016/221303586423>. (검색일: 2019.08.20.)
- 디자인프레스(2018e), “[이승호 에세이 28화] 인터뷰: 서비스 디자이너 미꼬 꼬이비스토포-2화”, 디자인프레스, <https://blog.naver.com/designpress2016/22130359271>

9. (검색일: 2019.08.20.)

매거진K(2017), “12000명의 목숨을 앗아갔던 런던스모그 사건”, 매거진K, 12월 21일자.

민경찬(2019), “영국, 도심에 초저공해구역(ULEZ) 시행”, 뉴시스, 4월 8일자.

박고은(2016a), “덴마크 산업 분류 코드 서비스 브랜치코드 Branchekode”, 월간디자인, http://mdesign.designhouse.co.kr/article/article_view/102/73587?per_page=2&sch_txt=. (검색일: 2019.08.20.)

박고은(2016b), “로투노(Low2No)”, 월간디자인, http://mdesign.designhouse.co.kr/article/article_view/102/73588. (검색일: 2019.08.20.)

박소희·공경배·민현준(2017), “도시열섬 완화를 위한 쿨루프 성능 평가”, 「대한건축학회 논문집: 구조계」, v.33(4), 대한건축학회, pp.55-62.

박환서(2011), “개인노출 이해를 위한 도시교차로 협곡의 공기유동과 농도장”, 한국과학기술정보연구원, ReSEAT 분석리포트. <https://www.reseat.or.kr/portal/bbs/B0000261/view.do?nttId=193136&menuNo=200019> (검색일: 2019.08.20.)

산림청(2017), “도시숲은 미세먼지 잡아먹는 하마”, 5월 30일자 보도자료.

서울연구원(2016), 「초미세먼지(PM-2.5) 배출원 인벤토리 구축 및 상세모니터링 연구」, 서울특별시.

송충현(2019), “한국 초미세먼지 농도 OECD중 최악”, 동아일보, 3월 25일자.

신진동(2018), “지자체 안전수준 진단을 위한 지역안전지수 산출”, 「제8회 국가통계발전 포럼」, pp.229-244.(2019.08.30.)

신진동·박소연·원진영·음미령(2018), 「국가 안전수준 측정기법 개발」, 국립재난안전연구원.

윤미령(2018), “상주시, 도시대기 측정소 정상가동 시작”, 양파티브이뉴스, 1월 10일자.

이성희(2019), “도시 생활공간 내 그린 인프라를 활용한 미세먼지 저감 방안”, 대한민국 조경·정원박람회 세미나(2019.05.23).

이은엽·윤은주·김미나·이은영(2019), 「도시 내 미세먼지 저감을 위한 완충녹지 기능 개선 방안 연구」, 토지주택연구원.

최명환(2016), “킨타 몬로이 Quinta Monroy”, DESIGN, http://mdesign.designhouse.co.kr/article/article_view/102/73454. (검색일: 2019.08.20.)

통계청(2018), “2018년 사회조사보고서결과(가족교육보건안전환경)”, 11월 6일자 보도자료.

통계청-a, “사망원인통계”, 국가통계포털, http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1B34E07&conn_path=I2. (검색일: 2019.06.02.)

통계청-b, “인구동향조사”, 국가통계포털, http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1B8000G&conn_path=I2. (검색일: 2019.06.02.)

한국디자인진흥원, “국민디자인단”, <http://www.kidp.or.kr/?menuno=1130>. (검색일: 2019.08.20.)

환경부(2003), 「환경친화적 완충녹지 기준설정 및 조성기법 개발」, p.13.

환경부(2016), 「교토의정서 이후 신 기후체제 파리협정 길라잡이」, p.30.

환경부(2016), 「바로 알면 보인다. 미세먼지, 도대체 뭘까」.

- 환경부·국립환경과학원(2019), 「대기오염측정망 설치·운영지침」.
- Alberti, Marina(2008), *Advances in Urban Ecology: Integrating Humans and Ecological Processes in urban Ecosystems*, New York, NY: Springer, pp.1-26.
- Bechtholdm, Martin and Anthony Kane(2011), *Low2No: Strategies for Carbon Neutrality, Case Study on the Low2No Competition in Helsinki, Finland*, Boston: SITRA, Harvard University Graduate School of Design.
- Berkes, Fikret and Carl Folke(1998), *Linking social and ecological systems. Management practices and social mechanisms for building resilience*, New York: Cambridge University Press.
- Carpenter, Steve, Brian Walker, J. Marty Anderies and Nick Abel(2001), "From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What?", *Ecosystems*, v.4(8), pp.765-781.
- Carrington, Damian(2019), "Why the Guardian is changing the language it uses about the environment", *The Guardian*, 17 May.
- Chelleri, Lorenzo(2012), "From the Resilient City to Urban Resilience. A review essay on understanding and integrating the resilience perspective for urban systems", *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, v.58(2), pp.287-306.
- City and County of San Francisco(2016), *Resilient San Francisco: Stronger today, Stronger tomorrow*, City and County of San Francisco.
- City of Atlanta(2018), *Resilient Atlanta: Actions to build on Equitable future*, City of Atlanta.
- City of Chicago(2019), *Resilient Chicago: A plan for inclusive growth and a connected city*, City of Chicago.
- City of Cincinnati(2018), *2018 Green Cincinnati Plan*, City of Cincinnati.
- Cook, Justin W and Bryan Boyer(2010), *From Shelter to Equity: Designing social housing but building wealth*, Helsinki Design Lab.
- Crutzen, Paul J(2002), "Geology of mankind". *Nature*, v.415(6867), p.23.
- City of New York DDC(2012), *Geothermal Heat Pump Manual*, New York City Department of Design and Construction.
- Department of Energy & Climate Change(2013), *An investigation of the effect of EPC ratings on house prices*, Department of Energy & Climate Change, p.13.
- Dias, Daniela, Oxana Tchepel, Anabela Carvalho, Ana Isabel Miranda, and Carlos Borrego(2012), "Particulate Matter and Health Risk under a Changing Climate: Assessment for Portugal", *The ScientificWorld Journal*, V.2012(2):409546, pp.1-10.
- EBi, K. L. and McGregor, G.(2008), "Climate change, tropospheric ozone and particulate matter, and health impacts", *Environmental Health*

- Perspectives*, V.116(11), pp.1449-1455.
- Finnish Innovation Fund, SITRA, <https://www.sitra.fi/en/>, (검색일:2019.06.30.)
- Freitag, Robert C., Daniel B Abramson, Manish Chalana, and Maximilian Dixon (2014), "Whole Community Resilience: An Asset-Based Approach to Enhancing Adaptive Capacity Before a Disruption", *Journal of the American Planning Association*, v.80(4), p.328.
- Government of DC (2019), *Resilient DC: A strategy to thrive in the face of change*, Government of The District of Columbia.
- Gunderson, Lance H.(2002), "Adaptive dancing: Interactions between social resilience and ecological crises", *Navigating Social-Ecological Systems*, New York: Cambridge University Press, pp.33-52.
- Hayward, D.(2002) "Review of The fourth pillar of sustainability: Culture's essential role in public planning, by Jon Hawkes". *Australian Journal of Public Administration*, v.61(4), pp.111-112.
- Hill, Dan.(2012), *Dark Matter and Trojan Horses: A Strategic Design Vocabulary*, Moscow: Strelka Press.
- Holling, Crawford. S.(1973), "Resilience and Stability of Ecological Systems". *Annual Review of Ecology and Systematics*, v.4, pp.1-23.
- Holling, Crawford. S.(1986), "The resilience of terrestrial ecosystems: local surprise and global change", *Sustainable Development of the Biosphere*, Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, pp.292-317.
- Holling, Crawford. S.(1996), "Engineering resilience versus ecological resilience", *Engineering Within Ecological Constraints*, Washington, D.C.: National Academy Press. pp.31-43.
- Holling, Crawford. S., and Lance H Gunderson(2002), "Resilience and Adaptive Cycles". *Understanding transformations in Human and Ecological Systems*, v.3527, Washington D.C.: Island Press, pp.25-62.
- Holling, Crawford. S., Lance H Gunderson, and Garry D. Peterson(2002), "Sustainability and Panarchies. In Gunderson", *Understanding transformations in Human and Natural Systems*, Washington D.C.: Island Press, pp.63-102.
- Holt, Jareth., Noelle E. Selin, and Susan Solomon(2015), "Changes in inorganic fine particulate matter susceptibilities to precursors due to largescale US emissions reductions", *Environmental Science & Technology*, v.49(8), p.4834.
- Hyde, Rory. (2012), *Future Practice: Conversations from the Edge of Architecture*, New York: Routledge.
- Institute for Hazards Mitigation Planning and Research, University of Washington: College of Built Environments, <http://mitigate.be.uw.edu/>. (검색일:

2019.11.10.)

International Agency for Research on Cancer, “Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1-125”, World Health Organization, <https://monographs.iarc.fr/agents-classified-by-the-iarc/>, (검색일: 2019.06.10.)

JTBC뉴스, <http://news.jtbc.joins.com/>.

KBS NEWS, <http://news.kbs.co.kr/>.

kthy(2015), Toytown Germany, <https://www.toytowngermany.com/forum/topic/344192-ive-an-umweltplakette-question/>, (검색일: 2019.06.10.)

Liu, Jianguo., Thomas Dietz, Stephen R. Carpenter, Marina Alberti, Carl Folke, Emilio Moran, Alice N. Pell, Peter Deadman, Timothy Kratz, Jane Lubchenco, Elinor Ostrom, Zhiyun Ouyang, William Provencher, Charles L. Redman, Stephen H. Schneider, and William W. Taylor (2007), “Complexity of coupled human and natural systems”. *Science*, v.317(5844), pp.1513-1516.

Loring, Phil., “RESILIENCE”, The Conservation of Change Lab, <http://www.conservationofchange.org/resilience/>. (검색일: 2019.11.10.)

Low2No, <http://www.low2no.org/>. (검색일: 2019.10.30.)

Mazzoleni Research Group(2014), “A Pilot Study using the NEW Turbulent Cloud Chamber”, Mazzoleni Research Group, <http://chem.sites.mtu.edu/mazzoleni/index.php/2014/07/18/a-pilot-study-using-the-new-turbulent-cloud-chamber/>, (검색일: 2019.06.10.)

Ninara(2018), “Oodi, Central Library, helsinki, Finland”, Flickr, <https://www.flickr.com/photos/37583176@N00/45417506525>. (검색일: 2019.08.20.)

NYC(2019), *Climate Resiliency Design Guidelines*, NYC Mayor’s Office of Recovery & Resiliency, p.27.

OECD-a, “Health Status”, OECD.Stat, <https://stats.oecd.org/index.aspx?queryid=24879>. (검색일: 2019.04.29.)

OECD-b, “Population”, OECD.Stat, <https://stats.oecd.org/Index.aspx?QueryId=30383>. (검색일: 2019.04.29.)

Oxford Languages(2019), “Word of the Year 2019”, <https://languages.oup.com/word-of-the-year/word-of-the-year-2019>. (검색일: 2019.11.30.)

Palmer, Jordan. (2018), “What is this 'dark matter' thing anyway?”. Institute of Physics, https://www.iop.org/resources/qubit/october-2018/page_72271.html. (검색일: 2019.10.30.)

Rosenzweig, C., W. Solecki, P. Romero-Lankao, S. Mehrotra, S. Dhakal, T. Bowman, and S. Ali Ibrahim (2015), *ARC3.2 Summary for city Leaders, Urban Climate Change Research Network*, NewYork: Columbia University, p.7.

Santa-Barbara Family Foundation, “Panarchy”, The Sustainable Scale Project,

- <http://www.sustainablescale.org/ConceptualFramework/UnderstandingScale/MeasuringScale/Panarchy.aspx>. (검색일: 2019.11.10.)
- SBS NEWS, <https://news.sbs.co.kr/>
- Splain, Shelby Weaver(2018), "Donora-Smog", Pennsylvania Historic Preservation, <https://pahistoricpreservation.com/calamity-donora-pennsylvania/donora-smog/>. (검색일: 2019.12.12.)
- Susan, Bernard, Samet Jonathan, Grambsch Anne, Ebi Kristie, Romieu Isabelle(2001), "The Potential Impacts of Climate Variability and Change on Air Pollution-Related Health Effects in the United States", *Environmental Health Perspectives*, V109, 2, pp199-209.
- The City of New York (2015), *One New York: The plan for a strong and just city*, The City of New York.
- The Pritzker Architecture Prize, <https://www.pritzkerprize.com/laureates/ale-jan-dro-ara-ve-na>, (검색일:2019.06.30.)
- TV조선 '뉴스판' 2017.04.10 방영 화면 캡처.
- UNISDR(2012), How to make Cities More Resilient: A Handbook For Local Government Leaders, United Nations.
- USGBC(2018), *Pathway to Net Zero Energy, USGBC CASE STUDY: AGU Headquarters Renovation*, U.S. Green Building Council, p.8.
- Walker, Brian and David Salt (2006), *Resilience thinking: Sustaining ecosystems and people in a changing world*, Washington, DC: Island Press.
- Walker, Brian, Crawford S. Holling, Stephen R. Carpenter, and Ann P. Kinzig (2004), "Resilience, Adaptability and Transformability in Social-ecological Systems", *Ecology and Society*, v.9(2): 5.
- Walker, Brian, Stephen R. Carpenter, Johan Rockstrom, Anne-Sophie Crépin, and Garry D. Peterson(2012), "Drivers, "slow" variables, "fast" variables, shocks, and resilience", *Ecology and Society*, v.17(3): 30.
- Westley, Frances., Stephen R. Carpenter, W. A. Brock, C. S. Holling, and L. H. Gunderson(2002), "Why systems of people and nature are not just social and ecological systems". *Understanding Transformations in Human and Natural Systems*, v.512, Washington D.C.: Island Press. pp.103-119.
- World Commission on Environment Development (1987), *Our common future (Oxford paperbacks)*. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Zalasiewicz, Jan, Mark Williams, Will Steffen, and Paul Crutzen (2010), "The new world of the Anthropocene". *Environmental Science & Technology*, v.44(7), pp.2228-2231.

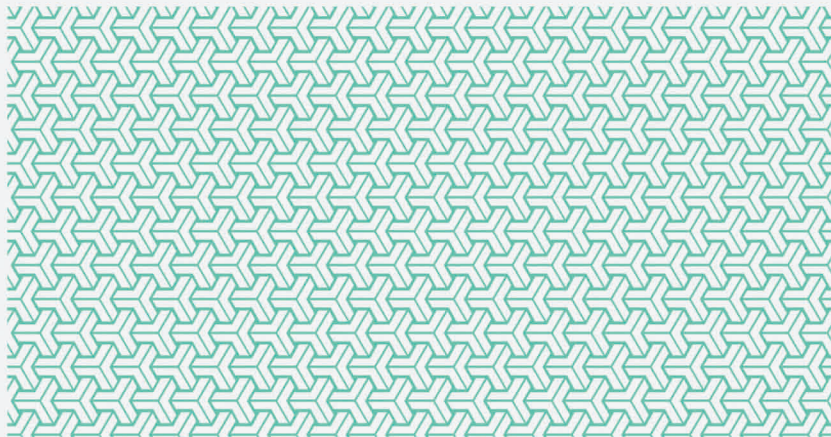
「건축법시행규칙」, 건설부령 제244호(1979.9.5., 일부개정).

「녹색건축물 조성 지원법」, 법률 제11365호(2012.2.22., 제정).

- 「대기환경보전법 시행규칙」, 환경부령 제806호(2019.5.2., 일부개정).
- 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법」, 법률 제16303호(2019.3.26., 일부개정).
- 「행정절차법 시행령」, 대통령령 제28211호(2017.7.26., 타법개정), 제7장 제25조의 2 2호 1항.
- 「환경정책기본법 시행령」, 대통령령 제29514호(2019.2.8., 타법개정).
- 「Commitment to achieve certain reductions in Greenhouse gas emissions by 2050」, 2019/097, Committee on Environmental Protection. (2019.5.19.).
<https://legistar.council.nyc.gov/LegislationDetail.aspx?ID=3761078&GUID=B938F26C-E9B9-4B9F-B981-1BB2BB52A486>. (검색일: 2019.11.25.)

2019 Climate Change Policy Focused on Architecture and Urban

Summary



Lee, Eunseok
Kim, Younghyun
Kang, Hyunmi
Song, Yu-Mi
Ji, Seokhwan

The British Oxford Dictionary selected 'Climate Emergency' as a representative word for 2019. In this report, we will look at how the discomfort and anxiety of climate change that we are facing are affecting the living environment, the greenhouse gas reduction policy in Korea, the safety policy to maintain social sustainability, and climate. As a representative environmental change caused by change, we focus on fine dust. As a basis for seeking the direction of change due to climate change, we will seek alternatives to maintain a sustainable society through resilience, social innovation, and leading architectural and urban policies of developed countries.

It was discussed that the uncertainty due to climate change is increasing, and it is time to respond and practice based on the perception that we are creating threats ourselves. In addition, the fine dust was considered as anxiety factors due to changes in the atmospheric circulation system, and the social phenomena related to fine dust, the fine dust phenomena and characteristics, and the implications of the current fine dust policy were discussed.

It introduced the concept of resilience as a clue to sustainable living. Resilience is the ability of the system to absorb and reconstruct shock, conceptualizing that the system develops through adaptive circulation. In addition, as examples of policies to strengthen resilience, we examined green building policies to strengthen building-centered resilience, regional safety index policies to strengthen social resilience, and reduction and adaptation of fine dust to enhance sustainability of external space.

In addition, we reviewed advanced cases in which policies to improve resilience were pursued. The examples of the architectural policy approach and the urban policy approach suggest the importance of public and private policy cooperation and policy innovation attempts in the building sector to respond to climate change. In the process of establishing an urban resilience framework, it was intended to promote a governance system for community participation and multidimensional cooperation.

Sustainable life is people-oriented. Climate change and natural disasters that threaten sustainability are natural phenomena that can occur anywhere, anytime. For a sustainable life, we need to transform the city where people live and the buildings and surrounding spaces that make up the city in a way that can respond to climate change in light of future uncertainty.

Keywords

climate change, climate crisis, resilience, GHG mitigation, adaptation policies