

거주자 행태를 고려한 생활밀착형 미세먼지 대응방안 연구

Reducing Daily Exposures to Particulate Matter through Urban Environmental Design

강현미 Kang, Hyunmi

이은석 Lee, Eunseok

지석환 Ji, Seokhwan

(a u r i

정책연구보고서 2019-5

거주자 행태를 고려한 생활밀착형 미세먼지 대응방안 연구

Reducing Daily Exposures to Particulate Matter through Urban
Environmental Design

| | |
|------|---------------------------------|
| 지은이 | 강현미, 이은석, 지석환 |
| 펴낸곳 | 건축도시공간연구소 |
| 출판등록 | 제2015-41호 (등록일 '08. 02. 18.) |
| 인쇄 | 2019년 11월 6일, 발행: 2019년 11월 12일 |
| 주소 | 세종특별자치시 절재로 194, 701호 |
| 전화 | 044-417-9600 |
| 팩스 | 044-417-9608 |

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

가격: 10,000원, ISBN: 979-11-5659-240-2

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

연구진

- ▮ 연구책임 강현미 부연구위원
- ▮ 연구진 이은석 부연구위원
지석환 연구원
- ▮ 외부연구진 김수현 연구교수(연세대학교)
김효정 겸임교수(충북대학교)
- ▮ 연구보조원 김민서 조사원
안진희 조사원

-
- ▮ 연구심의위원 유광흠 선임연구위원
조상규 연구위원
최형욱 과장 (행정중심복합도시건설청 도시정책과)
박종순 연구위원 (국토연구원 연구위원)
이병희 책임연구위원 (LH토지주택연구원)
 - ▮ 연구자문위원 안현찬 연구위원 (서울연구원)
채수미 부연구위원 (한국보건사회연구원)
최이명 연구실장 (두리공간환경연구소)
최정윤 책임연구위원 (국토연구원)

제1장 서론

매년 겨울과 봄철 고농도 미세먼지가 빈번히 발생하여 국민의 불안수준이 높고 일상 생활이 제약받고 있다. 정부는 미세먼지 관련 법을 제·개정하고 계획수립과 함께 정책사업을 펼치고 있으나, 월경성 미세먼지의 비중이 상당한 우리나라 여건상 단기간 내 개선이 어려운 가운데 실효성 있는 대책 요구가 계속되는 실정이다.

이에 본 연구의 목적은 실생활에서 미세먼지의 영향을 줄이는 도시건축공간의 개선 방안을 검토하고 지구단위계획제도에서 활용할 수 있는 미세먼지 대응 공간조성지침을 제시하는 데 있다. 이를 위해 행정중심복합도시를 대상으로 국민이 겪는 불안과 불편의 양상을 구체적으로 파악하고, 미세먼지로부터의 보호와 함께 생활의 안전과 편의를 보장하는 공간개선방안을 모색하고자 한다.

본 연구에서는 다음과 같이 주요 연구 질문을 설정하였다.

주요 연구 질문

- 행정중심복합도시 거주자의 생활행태와, 미세먼지로 인해 경험하는 불편함과 공간개선 필요사항은 무엇인가?
- 행정중심복합도시에서 미세먼지에 대한 집중관리가 필요한 장소는 어디인가?
- 미세먼지 노출수준을 낮추는 행정중심복합도시 지구단위계획 지침개선방안은 무엇인가?

제2장 미세먼지 관련 정책 및 연구동향

중앙정부의 미세먼지 대책은 대규모 배출원 관리에서부터 민감계층 보호를 목표로,

국민 생활에 밀착된 도시건축환경 관련 법규개정과 정책사업을 통해 구체성을 더해가고 있다. 지방자치단체의 미세먼지 대책들은 생활공간에서의 미세먼지 문제를 중심으로 주민참여와 스마트시티 요소를 활용하여 체감수준을 높여가는 경향이 있다. 노출 및 수용체 특성을 중심으로 한 미세먼지 영향 저감은 대기환경 및 보건 분야의 미세먼지 대응 정책의 새로운 추세인 만큼, 건축·도시환경 차원에서도 이용자 특성과 행태를 고려한 미세먼지의 위해성을 줄여나가는 해법을 찾는 것이 주요 과제이다. 건축도시분야에서는 상주공간과 다중이용시설의 환기설비 개선을 중심으로 다수의 연구가 축적되었고, 외부공간의 미세먼지를 줄이는 방안으로 녹지와 도시시설물에 주목하는 연구도 이루어졌다. 미세먼지 문제의 속성상 개별 연구의 단위에서는 완전한 해결책을 찾기 어려운 한계가 있으나, 최근 공동주택에서는 실내와 외부공간에 다양한 기술을 통합적으로 적용함으로써 미세먼지에 대응하는 공간조성의 선도적 사례를 보여주고 있다.

제3장 행정중심복합도시 거주자의 생활방식과 미세먼지 영향

미세먼지가 행정중심복합도시 거주자의 생활방식에 미치는 영향을 유동인구 빅데이터 분석, 거주자 설문, 온라인 커뮤니티의 미세먼지 주제 게시글 내용분석 및 포커스 그룹 인터뷰를 통해 조사하였다.

미세먼지 관련 거주자 행태분석 결과 발견한 사항과 시사점은 다음과 같다. 첫째, 필수적 활동공간 가운데 거주자가 장시간 체류하는 학교와 사업장 등의 실내 미세먼지 관리와 함께 대중교통 이용시의 미세먼지 노출을 줄여나가야 한다. 필수적 활동에서는 개인적 대응으로 미세먼지 노출수준을 줄이는 데 한계가 있고, 행정중심복합도시 거주자들은 평상시와 미세먼지 농도가 높을 때 모두 자가승용차를 이용해 출퇴근·통학하는 비율이 높기 때문이다.

둘째, 선택적 활동은 미세먼지로 인해 위축되기 쉬우므로 활동의 우선순위를 고려하여 안전한 활동공간을 제공해야 한다. 미세먼지로 외부활동이 위축됨에 따라 여가를 통한 신체활동이 전반적으로 감소하는 가운데 여가의 효용이 크게 떨어지는 경향이 있다. 특히 행정중심복합도시에는 대규모 실내공간이 부족한 실정이며, 생활권 단위

의 기존 공공시설은 규모와 프로그램에 한계가 있으므로 공공 실내체육시설 및 실내 여가시설의 양적·질적 확충이 필요하다.

셋째, 실생활에 밀접한 공간의 미세먼지 수준에 대해 신뢰할 수 있는 정보를 생산하고 제공해야 한다. 현재 스마트폰 어플리케이션 등을 통해 일반에 제공되는 대기중 미세먼지 농도는 측정소가 이용자의 현재 위치와 차이가 있고, 개별 시설단위의 실내 공기질 정보가 부족하기 때문에 활동여부 또는 장소 선택에 참고할 근거가 없는 실정이다. 시설 단위별로 실내공기질에 대해 신뢰할 수 있는 정보를 생산하고 제공하는 방식에 근본적인 개선이 필요하다.

제4장 미세먼지에 대응하는 생활환경 개선방안

생활밀착형 미세먼지 대응의 기본방향은 실외공간에서 미세먼지 노출을 최소화하도록 안전한 공간을 확보하고, 실내공간은 미세먼지가 유입되는 경계부, 환기설비를 중심으로 실내공기질을 관리하며, 실시간·현위치에 가까운 미세먼지 수준 및 대처요령에 대한 정보를 연계하여 제공하는 것이다.

행정중심복합도시는 대중교통 및 보행도로를 중심으로 복합화된 커뮤니티 공간조성이 생활권의 주요 계획개념이므로, 외부공간에서는 미세먼지로부터 안전하게 주거지와 보행환경을 연계하고 실내공간에서는 민감계층이 이용하는 시설에 대한 집중적인 관리가 필요하다. 본 연구에서는 아동과 노인이 주로 이용하는 시설과 미세먼지가 응집되기 쉬운 장소, 보행밀도가 높은 인도를 중첩하여 미세먼지 집중관리지역을 선정한 후 유형별 공간개선방안을 제시하였다.

행정중심복합도시 지구단위계획 수립지침에는 미세먼지에 대한 대응 개념이 부재하므로, 생활권 단위의 마스터플랜을 통해 부문별 시행지침의 보완을 유도하고 생활권 중심에 배치되는 공공시설에 대한 시행지침을 구체화할 필요가 있다. 이에 민간계획의 영역인 용지별 시행지침과 공공부문 시행지침을 위주로 미세먼지 노출을 줄이는 공간조성 관련 계획요소를 추가하고, 공공부문과 용지별 시행지침에 미세먼지 정보 제공 관련 시설물을 포함하도록 지침개선안을 제시하였다.

제5장 결론

본 연구에서 제안한 생활밀착형 미세먼지 대응의 관점은 생활환경 속 미세먼지 정보에 대한 공공의 정보제공 수준 향상과 물리적 환경개선을 통해, 일상생활의 과도한 위축을 방지하고 삶의 질을 향상할 수 있는 적응 방안을 찾는 것이다. 행정중심복합도시 생활환경 가운데 미세먼지 민감계층의 행태와 취약지점 요소를 취합하여 집중관리지역을 유형화하고, 공간개선방안과 지구단위계획 지침개선안을 제시하였다. 이 과정에서 개별 대책의 비용 및 효과에 대한 검증을 생략한 채 장소특성-계획요소간의 대응 가능성만을 고려했다는 점에서 연구의 근본적인 한계가 있다. 특정 요소의 개선이 다른 요소와 상충할 가능성을 충분히 검토하지 못했다는 점도 연구의 한계이다.

미세먼지 문제의 원인에는 생활방식과 산업구조 등이 복합적으로 얽혀있고, 개인의 행태 수정을 동반하기 위해서는 시민사회의 호응이 전제되어야 한다. 따라서 미세먼지 대책 마련의 기초단계로서 관련 데이터에 대한 생산과 공유를 확대하며 사회적 공감대를 형성하고 이를 실현할 수 있는 도시건축 분야의 대응방법을 찾는 과정이 필요하다. 이용자가 적극적으로 참여하여 생활공간 속 미세먼지 문제 양상을 규명하고 대책의 효과를 검증해 나가는 방법론적 전환은 개별공간개선에서 생활양식의 전환에 이르는 광범위한 영역에 대해 사회적 합의를 이끌어내는 데 기여할 것이다.

주제어

미세먼지, 노출최소화, 거주자 행태, 도시공간개선, 행정중심복합도시, 지구단위계획 수립지침

제1장 서론

| | |
|-----------------------|---|
| 1. 연구의 배경 및 목적 | 1 |
| 2. 선행 연구 검토 및 연구의 차별성 | 4 |
| 3. 연구 내용 및 연구의 방법 | 6 |

제2장 미세먼지 관련 정책 및 연구동향

| | |
|----------------------|----|
| 1. 미세먼지 대응 정책 동향 | 9 |
| 2. 건축도시분야 미세먼지 대응 동향 | 15 |

제3장 행정중심복합도시 거주자의 생활방식과 미세먼지 영향

| | |
|------------------------------|----|
| 1. 미세먼지 농도와 유동인구 분포 | 21 |
| 2. 거주자의 일상 행태와 미세먼지 영향 수준 | 34 |
| 3. 미세먼지가 아동의 행태에 미치는 영향 | 47 |
| 4. 소결: 행복도시 거주자의 행태와 미세먼지 영향 | 57 |

제4장 미세먼지에 대응하는 생활환경 개선방안

| | |
|---------------------------|----|
| 1. 생활밀착형 미세먼지 대응의 기본방향 | 59 |
| 2. 미세먼지 노출을 줄이는 생활환경 개선방안 | 64 |
| 3. 행정중심복합도시 지구단위계획 개선방안 | 74 |

제5장 결론

| | |
|---------------------|----|
| 1. 연구결과 요약 | 83 |
| 2. 연구의 한계 및 향후 연구방향 | 85 |

| | |
|------|----|
| 참고문헌 | 86 |
|------|----|

| | |
|---------|----|
| Summary | 90 |
|---------|----|

표차례 LIST OF TABLES

| | |
|---|----|
| [표 1-1] 선행연구 현황 검토 요약 | 4 |
| [표 2-1] 미세먼지 관리 종합대책 | 11 |
| [표 2-2] 생활밀착형 미세먼지 대응 정책 사례 | 14 |
| [표 2-3] 건축물 및 생활권 단위 미세먼지 관련 선행연구 | 16 |
| [표 2-4] 공동주택의 미세먼지 대응방안과 기술적용 | 18 |
| [표 2-5] 기타 국내외 미세먼지 저감기술 사례 | 19 |
| [표 3-1] 미세먼지 농도에 따른 유동인구 차이 분석 시나리오 | 23 |
| [표 3-2] 미세먼지 농도에 따른 유동인구 차이 분석 시나리오 | 25 |
| [표 3-3] 주요 설문조사 항목 | 35 |
| [표 3-4] 설문조사 응답자 특성 | 36 |
| [표 3-5] 출근/통학시 평균 이동 소요시간 | 40 |
| [표 3-6] 미세먼지로 인한 여가활동 효용 변화 | 43 |
| [표 3-7] 미세먼지 관련 생활환경의 대책 필요성 인식 | 47 |
| [표 3-8] 국내 미세먼지 예보 기준 (단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 48 |
| [표 3-9] 미세먼지 관련 생활환경의 대책 필요성 인식 | 48 |
| [표 3-10] 미세먼지 체감수준에 따른 미세먼지 주제 제시글 수 | 49 |
| [표 3-11] 인터뷰 개요 | 51 |
| [표 3-12] 인터뷰 참여자 특성 | 52 |
| [표 3-12] 미세먼지 농도가 높을 때 자녀의 선택적 활동 조정 방식 | 54 |
| [표 3-13] 거주자 행태조사에서 나타난 주요 활동-공간별 미세먼지 영향 | 58 |
| [표 4-1] 미세먼지 노출상황에서의 반응과 관련된 생활환경요소 | 61 |
| [표 4-2] 선행연구에 나타난 고령자의 주요이용시설 | 67 |
| [표 4-3] 선행연구에 나타난 아동의 주요이용시설 | 68 |
| [표 4-5] 미세먼지 집중관리구역 선정의 고려사항 | 70 |
| [표 4-6] 미세먼지 집중관리구역 유형별 개선방안 | 73 |
| [표 4-7] 미세먼지 노출을 최소화하는 지구단위계획 지침개선방안 | 81 |

그림차례 LIST OF FIGURES

| | |
|--|----|
| [그림 1-1] 초미세먼지 최고수치 경신 기록과 초미세먼지 '나쁨' 중 고농도 빈도 | 1 |
| [그림 1-2] 환경문제에 대한 국민의 인식 | 2 |
| [그림 1-3] 연구 흐름도 | 8 |
| [그림 2-1] 미세먼지 관련 정책 추진 경과 | 10 |
| [그림 2-2] 미세먼지 민원에 기반한 미세먼지 대책 마련 사례 | 12 |
| [그림 2-3] 미세먼지 관리 방안별 특성 | 13 |
| [그림 2-4] 국내 미세먼지 대응 최신기술 사례를 적용한 시설물 | 19 |
| [그림 3-1] 행정중심복합도시의 유동인구 밀집지역(박스 표시) | 24 |
| [그림 3-2] 시나리오 1: 평일 오후 3시의 유동인구 분포 비교 | 26 |
| [그림 3-3] 시나리오 1: 평일 오후 3시의 유동인구 분포 차이지점 | 27 |
| [그림 3-4] 시나리오 2: 평일 오후 3시의 유동인구 분포 차이지점 | 28 |
| [그림 3-5] 시나리오 3: 주말 오후 3시의 유동인구 분포 차이지점 | 29 |
| [그림 3-6] 시나리오 2·3: 평일과 주말의 연령대별 유동인구 분포 차이지점 | 30 |
| [그림 3-7] 시나리오 2: 30대 남성의 유동인구 분포 차이지점 | 31 |
| [그림 3-8] 시나리오 2: 30대 여성의 유동인구 분포 차이지점 | 32 |
| [그림 3-9] 시나리오 2: 60대 여성의 유동인구 분포 차이지점 | 33 |
| [그림 3-10] 미세먼지 고농도 인지 경로 | 38 |
| [그림 3-11] 야외활동을 자제하게 되는 미세먼지 수준 인지 | 38 |
| [그림 3-12] 미세먼지로 인한 일상생활 제약 정도 | 39 |
| [그림 3-13] 미세먼지가 심한 날, 필수 외출 상황 | 39 |
| [그림 3-14] 필수적 성격의 외출로서 출근/통학시 교통수단 선택 비율 | 40 |
| [그림 3-15] 필수적 성격의 외출로서 출근/통학 외 교통수단 선택 비율 | 40 |
| [그림 3-15] 출근/통학시 교통수단별 소요시간 | 41 |
| [그림 3-16] 평일/주말 여가활동 행태 | 42 |
| [그림 3-17] 평일/주말 여가활동 장소 | 42 |
| [그림 3-18] 미세먼지가 나쁠 때 여가행태 변화 | 42 |
| [그림 3-19] 미세먼지 농도에 따른 자녀의 통학·등원 교통수단 | 44 |

| | |
|---|----|
| [그림 3-20] 학교/유치원/어린이집 미세먼지 안전성 인식 | 44 |
| [그림 3-21] 미세먼지 우려에 따른 자녀의 활동 조정 | 45 |
| [그림 3-22] 미세먼지 문제로 부족해지는 자녀의 놀이활동 보충 방안 | 45 |
| [그림 4-1] 생활환경의 미세먼지 대응기법 | 62 |
| [그림 4-2] 실외공간의 생활밀착형 공간개선방안 예시 | 63 |
| [그림 4-3] 실내공간의 생활밀착형 공간개선방안 예시 | 63 |
| [그림 4-4] 도시기능 배치구상 및 생활권 배치구상 | 65 |
| [그림 4-5] 행정중심복합도시 가로망 기능별 계획 | 66 |
| [그림 4-6] 행정중심복합도시 생활권 계획 | 66 |
| [그림 4-7] 미세먼지 관리대상 증첩을 통한 집중관리구역 도출 | 71 |

제1장 서론

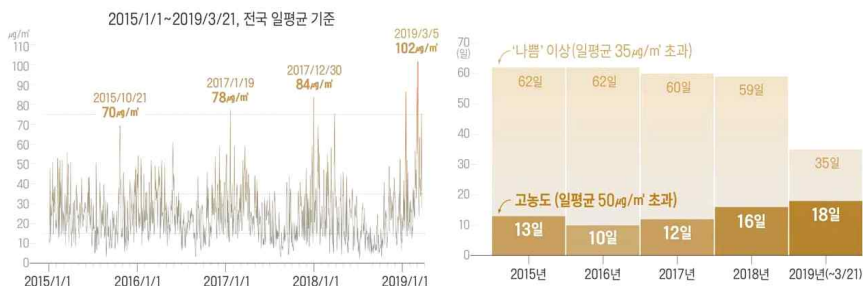
1. 연구의 배경 및 목적
2. 선행 연구 검토 및 연구의 차별성
3. 연구 내용 및 연구의 방법

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구의 배경 및 필요성

□ 미세먼지 체감수준 악화로 인한 국민 불안과 대책 요구

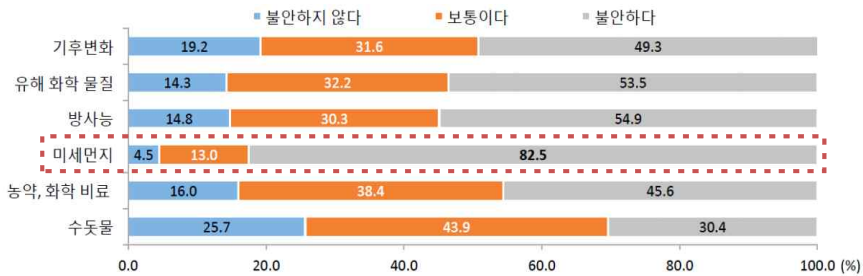
우리나라의 미세먼지 체감수준이 갈수록 악화되고 있다. 매년 겨울과 봄에 미세먼지(PM10)와 초미세먼지(PM2.5)가 대기 중에 정체되는 현상이 극심하여 국민 보건에 위협을 주고 있다. 실제 연평균 미세먼지 농도가 낮아지고 ‘나쁨’일수가 줄어드는 추세이나, 미세먼지 고농도($50\mu\text{g}/\text{m}^3$) 일수 및 지속시간이 증가함에 따라 국민이 체감하는 미세먼지 위협은 점점 심각해지는 상황이다. 이에 미세먼지에 대한 국민의 불안수준이 높고, 정부의 적극적 대책을 요구하고 있다.



[그림 1-1] 초미세먼지 최고수치 경신 기록과 초미세먼지 ‘나쁨’중 고농도 빈도

출처: KBS뉴스, <http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=4169274> (접속일: 2019. 7. 21.)

미세먼지는 국민이 불안을 느끼는 가장 큰 위험요소로 인지되며, 국가 차원의 적극적 대처가 미흡하다는 불만이 증폭되고 있다. 한국보건사회연구원이 성인 3,839명을 대상으로 실시한 조사에서 국민이 불안을 느끼는 가장 큰 위험 요소는 미세먼지와 같은 대기오염으로 나타났다.¹⁾ 최근 성인 1,102명을 대상으로 실시한 '미세먼지에 대한 인식 조사'에서는 국민 81.1%가 미세먼지에 대한 정부 대응이 잘못되었다고 응답한 바 있다.²⁾



[그림 1-2] 환경문제에 대한 국민의 인식

출처: 통계청(2018), 2018년 사회조사보고서, p. 41.

□ 생활밀착형 미세먼지 대응 정책 수립의 필요성

2017년 5월 문재인 정부 출범시 미세먼지 문제해결을 최우선 과제로 설정하고, 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법」 제정과 「실내공기질 관리법」 개정, 취약계층 보호를 위한 공기청정기 설치사업(보건복지부) 등 중앙정부 차원의 대책이 마련되었다. 실생활에서는 고농도 미세먼지 발생시 '비상저감조치'를 통해 교통부문의 미세먼지 발생량을 최소화하고 오염도를 알려주는 정보제공(문자) 서비스를 제공하여 대피를 권장하는 수준으로, 실제 도시건축환경에서 미세먼지에 노출에 대한 대책이 부족한 실정이다. 더구나 중국으로부터 이동하는 월경성 미세먼지의 비중이 상당한 우리나라 여건상 단기간 내 획기적 개선이 어렵고, 광역·도시 단위의 미세먼지 대책이 국민의 일상생활에 밀착되기에는 한계가 있다.³⁾

따라서 미세먼지로 인해 국민이 겪는 불안과 불편을 구체적으로 파악하고, 미세먼지로부터의 보호와 함께 일상적 활동의 편의를 최대한 보장하는 방향으로 생활환경 개선

1) 정해식 외(2018), 사회통합 실태 진단 및 대응 방안 연구(IV), 보건사회연구원, pp.149-150.

2) KBS뉴스, <http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=4166047&ref=A> (접속일: 2019.7.12)

3) 미세먼지 특별법 제22조가 정하는 미세먼지 집중관리구역의 경우 지정기준이 매우 포괄적이기 때문에, 구체적인 건축도시환경요소의 관리로 이어지기 어렵다.

이 필요한 시점이다. 광역·도시 단위의 미세먼지 대책이 다루지 못하고 있는 생활권 단위에서부터 미세먼지 영향과 관련된 도시환경요소를 발견하고, 거주자 행태 특성과 긴밀히 연계하여 성과를 거둘 수 있는 정책사업을 발굴해야 한다. 생활권의 물리적 환경특성과 구성원의 성향과 여건을 고려하면서 미세먼지 문제에 접근할 수 있는 실증적 지식을 축적함으로써 향후 미세먼지 관련 정책 추진의 기반을 마련할 필요가 있다.

□ 행정중심복합도시 미세먼지 저감 대책의 필요성

행정중심복합도시(이하 행복도시)는 월경성 미세먼지 외에도 비산먼지를 유발하는 건설공사장과 충청권 화력발전소 및 산업단지의 영향으로 대기질이 악화될 우려가 있어 미세먼지에 대한 체계적 관리가 필요한 지역이다. 또한 미세먼지 취약계층인 아동의 비율이 높은 지역으로 아동의 미세먼지 취약성과 생활행태를 고려하여 미세먼지 건강영향을 저감하기 위한 노력이 필요하다.

행정중심복합도시건설청(이하 행복청)은 미세먼지 문제에 대한 선제적인 대응을 위해 ‘미세먼지 저감형 행복도시 추진단’을 구성하고, 도시 내 미세먼지 발생 억제 및 시민에게 안전한 도시환경 개선을 위한 정책을 준비하고 있다.⁴⁾ 행복도시 거주자의 생활행태를 중심으로 미세먼지 노출특성을 조사함으로써 보다 일상생활에 밀착된 해결 방안을 모색하고, 행복청의 미세먼지 정책 효과를 제고하는 근거를 마련할 수 있다.

2) 연구의 목적

□ 행정중심복합도시 거주자의 미세먼지 노출양상 조사

- 개인의 행태 특성과 행정중심복합도시의 도시환경 특성을 고려하여 거주자의 미세먼지 노출양상 조사

□ 거주자 행태를 고려한 생활환경의 미세먼지 영향 저감방안 제시

- 행정중심복합도시 거주자의 생활패턴과 미세먼지 민감계층의 공간이용 특성을 고려하여 집중적인 관리가 필요한 지역 선정
- 건축물과 시설물, 가로공간의 단위에서 미세먼지 노출수준 저감방안 제시

4) 행복청 19-78호 보도자료, <http://www.naacc.go.kr/>(접속일: 2019. 7. 18.)

□ 건축도시환경요소를 활용한 미세먼지 대응의 제도적 방안 모색

- 미세먼지의 건강영향 관점에서 행정중심복합도시 생활환경 특성과 지구단위계획 특성 분석
- 미세먼지 영향과 관련하여 건축물과 가로, 시설물의 배치 및 형태 등을 규제·유도 하는 지구단위계획 지침 개선방안 제안

2. 선행 연구 검토 및 연구의 차별성

□ 거주자의 활동 특성과 지역 여건을 고려한 생활권단위 미세먼지 대응방안 연구

본 연구는 광역도시단위 또는 개별 시설단위를 대상으로 미세먼지 감축대응방안을 제시하는 기존 연구와 달리, 생활환경 전반을 대상으로 거주자의 행태 특성을 반영하여 미세먼지 노출 취약지점을 진단하고 근린생활권 단위에서 물리적·제도적 개선방안을 제시하는 것을 목표로 한다. 선행연구와의 차별성은 [표1-1]과 같다.

[표 1-1] 선행연구 현황 검토 요약

| 구 분 | 주요 선행연구 | | |
|-------|--|---|--|
| | 연구목적 | 연구방법 | 주요 연구내용 |
| 기존 연구 | -과제명 : 세종시와 인근지역 상호영향 분석을 통한 대기질 관리방안 연구 -연구자(년도): 이윤희(2017) -목적: 급성장하는 세종시의 대기질 관리를 위해 세종시 특성을 고려한 대기오염물질 배출원 관리방안을 마련함 | -지형 및 기후 분석 -대기오염물질 배출원 실태조사 -지리·기상학적 요인에 따른 대기질 특성 분석(인근지역 대기 오염도 상관도 분석) -주요 배출원별 관리 방안 제안 | -세종시 대기오염물질의 대부분이 비도로이동 오염원(건설기계 등) 및 도로이동 오염원(자동차)가 주를 이룸 -분지지형으로 대기정체가 심하여 건설개발에 따른 지속적인 모니터링 필요 -대기질 관리방안을 배출원(도로이동, 사업장, 생활주변)과 기초분야(인프라 구축, 협업 및 거버넌스)로 나누어 제시 -지역특성상 대기정체가 심하므로 바람길 관리를 통해 대기순환 유도 필요, 건설단계와 건설완료이후단계로 구분된 관리방안 마련 필요 |

| 구 분 | 주요 선행연구 | 연구목적 | 연구방법 | 주요 연구내용 |
|-----|---------|--|---|--|
| | | -과제명 : 대전시 적응가능한 미세먼지 예경보제에 관한 기초조사연구 -연구자(년도): 문충만(2017) -목적: 대전시에서 추진하는 미세먼지 대책의 현황을 검토하고, 감축에 비해 지자체 적용이 쉬운 예경보제 마련의 기초연구 진행 | -국내 미세먼지 대책 검토(환경부, 미세먼지 예경보제, 서울시와 수도권 대책 방안) -국외 미세먼지 대책 검토 및 대전시 접목 방안 탐색 -대전시 미세먼지 현황 및 정책 검토 -예경보제 중심 정책 제언 | -대전시 미세먼지 예경보제의 접근성 강화에 대한 시스템 개발 제안 -어플리케이션 개발과 대기측정망·휴대폰 기지국을 활용한 실시간현재 위치의 미세먼지 정보제공 시스템 개발 -고농도 미세먼지 발생시 측정망 주변 시민들에게 어플리케이션을 통해 행동요령 전달 -취약계층(노인, 어린이)에게 어플리케이션 설치에 대한 홍보(노인정, 초등학교, 병원 등) |
| | | -과제명 : 빅데이터를 이용한 미세먼지 건강영향평가 및 적응대책 연구 -연구자(년도): 이수형(2019) -목적: 미세먼지의 건강영향을 과학적이고 정량적으로 평가하여 미세먼지 적응정책 수립을 위한 근거자료 | -문헌고찰 -미세먼지의 다차원적 건강영향평가 -건강영향 취약지 도출 및 시각화 -미세먼지 건강피해 적응대책 도출 | -다차원적 미세먼지의 건강영향 평가를 통한 미세먼지 저감 및 적응대책 도출 -질환별(천식, COCP, 허혈성심질환, 급성심질환, 폐암 등), 인구집단(노인, 어린이 등 취약계층, 일반계층) 및 미세먼지 배출원(도로이용오염원, 비도로이용오염원, 비산업연소 등)별 미세먼지의 장·단기 건강영향평가를 통하여 다차원적 미세먼지 건강피해 저감·적응대책 제시 -배출원별 건강피해 저감·적응대책을 도출 -지역별 미세먼지 저감·적응대책의 필요성 제시 |
| | | -과제명 : 도시의 물리적 환경 특성과 서울시 대기오염과의 연관성 분석 -연구자(년도) : 이연수 외(2015) -목적: 도시의 물리적 환경요소와 특정지역의 대기오염도 사이의 연관성을 분석해 대기오염 문제를 개선하기 위한 도시계획 차원에서 정책적 시사점 도출 | -문헌고찰 -환경요소와 대기오염 물질 상관성 통계 분석 -GIS 공간분석 -대기오염-도시환경요소 모형구성 | -도시의 물리적 환경요소와 대기오염도 사이의 유의한 상관성이 관찰되는 공간범위가 각 대기오염물질별로 다르며, 가장 작은 반경인 500m 권역이 분석에 사용된 대기오염물질들에서 일관되게 유의한 상관성을 확인할 수 있는 공간범위임 -미세먼지 영향을 주는 요소는 교통요소, 토지이용, 자연환경으로 확인 |
| | | -과제명 : 건강도시 실현을 위한 강동구 도시설계 가이드라인 수립 연구 | -문헌고찰 -도시건강 프로파일 분석 | -지속 가능한 도시를 위한 도시설계 가이드라인을 대기질(구역, 도로, 녹지, 건물), 폭염(공공장소, 보도, |

| 구 분 | 주요 선행연구 | | |
|------|---|---|---|
| | 연구목적 | 연구방법 | 주요 연구내용 |
| | -연구자(년도): 손창우 외 (2018) -목적: 서울시 강동구를 대상으로 지역 특성과 환경을 고려하여 건강도시를 실현하기 위한 '건강도시 도시설계 가이드라인' 수립 | -도시환경과 건강관계 시뮬레이션 분석 및 공공사업 시범지역 선정 -건강도시 도시설계 가이드라인 개발 및 활용방안 제시 | 건물), 소음(변면목화/방음벽) 부문에서 제시 -미세먼지 저감을 위한 가로수의 효과 확인, 강동구의 미세먼지 고농도구역 도출, 세부 가이드라인을 구역·도로·녹지·건물 영역에서 제시 -가이드라인 활용방안으로 공공사업과 건축물 분야, 지구단위계획 인센티브를 제안함 |
| 본 연구 | -거주자의 생활에 밀착된 미세먼지 관리방안을 모색하는 연구로써, 광역도시단위 또는 시설물 단위에 주목하는 기존 연구와 달리 거주자가 일상적으로 이용하는 생활권 환경을 대상으로 거주자 행태를 고려하여 취약지점을 진단하며 물리적·제도적 개선방안을 제시하는 것을 목표로 함 | -문헌조사 -사례조사 -생활권 공간구조 분석 -건축물 용도, 노후도, 취약계층 이용시설 근접성 분석 -설문조사 | -선행연구와 미세먼지 저감 기법 및 사례, 미세먼지 관련 도시건축환경 요소 및 가이드라인 사례조사 -생활권 공간구조 및 건축물 현황분석을 통한 미세먼지 취약수준 진단 및 취약지점 도출 -거주자 설문을 통한 행정중심복합도시 거주자들의 미세먼지 노출 체감현황 및 문제장소, 생활패턴에 미치는 영향, 미세먼지 저감을 위한 시설 및 서비스 요구 조사 -미세먼지 영향 저감을 위한 행정중심복합도시 지구단위계획 수립지침 개선방안 도출 |

출처: 직접작성

3. 연구 내용 및 연구의 방법

1) 주요 연구 내용

□ 미세먼지 저감에 관한 이론연구 및 선행사례 연구

- 선행연구 고찰
 - 미세먼지에 대응하는 도시건축환경 연구동향 및 관련요소 조사
 - 미세먼지 취약계층의 공간이용 행태 관련 연구 고찰
- 정책동향 및 사례분석

- 생활밀착형 미세먼지 대응 정책사례 조사
- 생활환경의 미세먼지 저감을 위한 국내외 기술 및 사업 사례 분석

□ 행정중심복합도시 거주자의 미세먼지 노출양상 분석

- 일상적 활동영역과 이동경로 등의 생활패턴 조사
- 미세먼지로 인한 생활패턴의 영향수준 검토
- 거주자의 인구사회적 특성을 고려한 노출수준 분석

□ 미세먼지에 대응하는 도시환경 조성방안

- 공간개선방안
 - 미세먼지 취약계층의 공간이용 행태, 건축물 용도, 미세먼지 응집시설 분포를 종합하여 미세먼지 집중관리지역 도출
 - 유형별 미세먼지 집중관리지역의 미세먼지 영향 저감방안 제시
- 제도개선방안
 - 행정중심복합도시 지구단위계획 수립지침 개정방안 제시

2) 연구의 방법

- 문헌고찰 및 사례조사
 - 미세먼지에 대응하는 도시건축환경 관련 선행연구 동향조사
 - 국내외 미세먼지 영향 저감 관련 기술적용 사례조사
- 미세먼지 노출 관련 환경요소 조사 및 분석
 - 미세먼지 노출양상과 관련된 도시·건축환경 요소 분석
 - 건축물 용도와 이용자 행태를 고려한 민감계층의 보행밀도 예측
- 미세먼지 영향 관련 거주자 행태조사를 위한 설문조사
 - 행복도시 거주자 행태 특성 조사
 - 미세먼지로 인한 생활패턴의 변화 조사
 - 생활밀착형 미세먼지 대응에 필요한 시설 및 서비스 조사
- 미세먼지 대응 도시건축분야 제도개선방안 도출
 - 생활권별 취약지점 도출과 정책사업과의 연계가능성 검토
 - 행정중심복합도시 지구단위계획 수립지침 개정 방안 검토
- 전문가 자문회의 실시
 - 공공·학계·실무 분야 전문가 자문 운영

3) 연구 범위

- 연구대상지: 세종특별자치시 내 행정중심복합도시
- 생활밀착형 미세먼지 대응의 조작적 정의
 - 대상: 거주자가 실생활에서 주로 방문·체류·이동하는 ‘생활공간’
 - 수단: ① 미세먼지 노출수준을 낮추도록 생활공간을 안전하고 쾌적하게 개선
② 생활공간의 미세먼지 농도와 대피에 대한 정보제공
 - 목적: 미세먼지 노출로 인한 신체적·정신적 피해를 줄이고 미세먼지로 인한 일상적 활동이 과도하게 위축되지 않도록 함

4) 연구의 흐름



[그림 1-3] 연구 흐름도

제2장 미세먼지 관련 정책 및 연구동향

1. 미세먼지 대응 정책 동향
 2. 건축도시분야 미세먼지 대응 동향
-

1. 미세먼지 대응 정책 동향

1) 중앙정부의 미세먼지 대응 주요 정책⁵⁾

미세먼지 문제 해결은 현 정부의 핵심정책과제로서 관련법 제·개정과 법정계획 및 특별계획이 마련되고 관련 정책사업이 추진되었다.

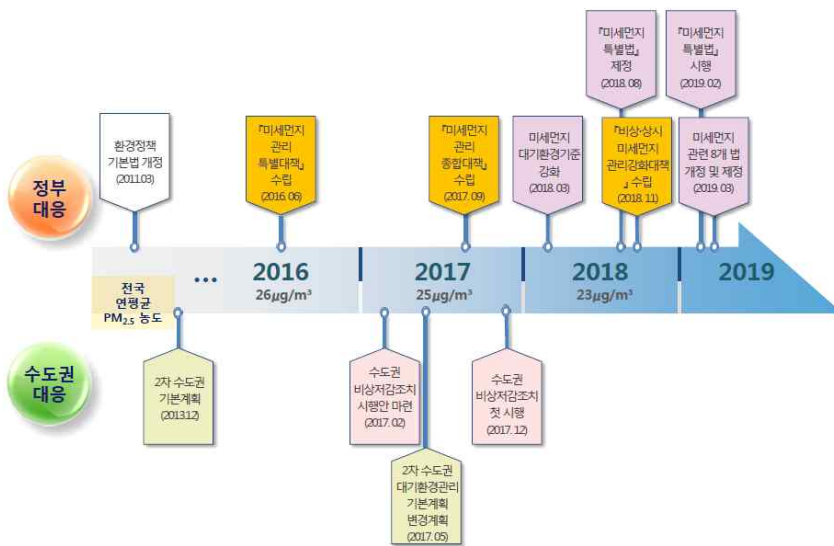
「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법」이 '18년 8월 제정되어 올해 2월부터 시행되면서 고농도 미세먼지 대응기반 마련 및 종합계획 수립이 법제화되고, 재난 및 안전관리 기본법 개정('19. 3)을 통해 고농도 미세먼지 '사회재난'에 포함되었다. 대기관리 권역의 대기환경개선에 관한 특별법 제정('19. 3)은 수도권 중심의 총량 관리를 전국적으로 확대하였고, 항만대기질 특별법 제정('19. 3)을 통해 선박 및 항만지역의 미세먼지 관리가 강화되었다. 개정된 학교보건법('19. 3)은 학교 교실에 미세먼지 측정기와 공기청정기 설치를 의무화하고 있다. 「실내공기질 관리법」개정을 통해('19.3), 어린이집, 산후조리원 등 '민감계층이용시설'에 강화된 미세먼지 기준이 적용되었다. 그 밖에 대기환경보전법 개정('19. 3) 노후건설기계 저공해조치, 대형 배출 사업장 TMS 실시간 공개를 정하고, 액화석유가스(LPG) 안전관리사업법 개정('19. 3)을 통해 미세먼지 배출량 적은 LPG 차량 구입을 일반에 허용하게 되었다. 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 개정안은 건축물에 설치하는 환기설비의 설치대상 확대와 공기

5) 2019 AURI 건축도시포럼 자료집 pp.10-12., 이승민 KEI부연구위원 발제자료를 참고하여 작성

여과기 성능기준 강화를 명시하고 있다.

위의 법률에 근거하여 대기환경개선 종합계획 등의 법정계획이 수립되고, 미세먼지 관리 종합대책, 비상·상시 미세먼지 관리 강화대책 등 특별대책이 마련되었다. 환경부·보건복지부·국토교통부 등 관계부처 합동으로 수립한 ‘미세먼지 관리 종합대책’(17. 9.)은 2022년까지 국내 배출량 30% 감축으로 PM2.5 농도 30% 감소 목표 설정, 대규모 배출원에 대한 집중 저감 및 민감계층 집중보호를 목표로 하고 있다.

미세먼지 관련 정책사업으로 2019년도 추가경정 예산(안) 6조7천억원 중 미세먼지 예산 2억2천억 원이 포함되었다. 국토교통부·환경부는 「제3차 지하역사 공기질 개선대책」(2018~2022)에 따라 시설 규모가 크고 이용객이 많은 지하역사와 철도역사 대합실에 대해 환기설비 신규 설치 및 노후 환기설비 교체를 위한 중점 투자를 실시하고, 2019년 한해 동안 전국 52개 역사의 공기질 개선을 위해 약 991억 원(본예산 40억 원, 정부추경안 951억 원)을 지원할 계획을 발표하였다. 보건복지부는 323억 원의 예산으로 저소득층 미세먼지 마스크 보급 사업 계획을 발표하였다.



[그림 2-1] 미세먼지 관련 정책 추진 경과

출처: 건축도시공간연구소, 「2019 AURI포럼 자료집」, p.9., 이승민 KEI 부연구위원 발제자료

2) 생활밀착형 미세먼지 정책 추진

미세먼지 관리 종합대책(17.9)에서는 ‘민감계층 보호 인프라 및 서비스’ 분야의 중점

추진과제로 아이들을 위한 실내기준 마련, 어린이집과 학교 주변 미세먼지 측정망 우선 설치, 학교 실내체육시설 확대 등 미세먼지 민감계층이 이용하는 주요 공간을 정책 대상으로 하고 있다(표 2-1).

[표 2-1] 미세먼지 관리 종합대책

| 분야 | 중점 추진과제 |
|---------------|---|
| 국내배출감축 ❶ 발전부문 | ① 노후 석탄화력 폐지 등 석탄발전 비중 축소 ② 발전용 에너지 세율체계 조정 검토 ③ 친환경적 제8차 전력수급계획 수립 ④ 재생에너지 보급 확대 |
| ❷ 산업부문 | ⑤ 총량 관리 대상지역 확대 및 먼지총량제 실시 ⑥ 질소산화물 배출부과금 신설 |
| ❸ 수송부문 | ⑦ 노후 경유차 저공해화 및 운행제한 확대 ⑧ LPG차, 전기차 등 친환경차 보급 확대 ⑨ 친환경차협력금 제도 시행 ⑩ 선박·건설기계 미세먼지 관리 강화 |
| ❹ 생활부문 | ⑪ 공사장·불법소각 등 관리 사각지대 집중 관리 ⑫ 도로청소차 보급 및 도시 숲 확대 |
| 국제협력 | ❺ 한·중 동아시아 미세먼지 협력 ⑬ 한·중 정상회의를 통한 공동선언문 발표 추진 ⑭ 동아시아 미세먼지 저감 협약 체결 검토 |
| 민감계층 보호 | ❻ 민감계층 보호 인프라 및 서비스 ⑮ 아이들을 위한 실내기준 마련 ⑯ 어린이집, 학교 주변 미세먼지 측정망 우선 설치 ⑰ 학교 실내 체육시설 확대 ⑱ 민감계층 대상 찾아가는 케어서비스 |
| 정책기반 | ㉑ 과학적 관리 기반 ⑲ 환경위성 등 활용한 측정 및 예·경보시스템 강화 ⑳ 미세먼지 국가전략 프로젝트(R&D) 추진 |

출처: '미세먼지 관리 종합대책'(관계부처 합동, 2017년 9월)의 표를 재구성

생활밀착형 미세먼지 정책의 대표 사례로, 2019년 6월 국민권익위원회가 발표한 미세먼지 제도개선 방안을 들 수 있다. 해당 대책은 1년 2개월간의 미세먼지 민원내용을 분석함으로써, 미세먼지로 인한 국민의 불편과 고충, 정책 추진과정의 사각지대를 주목하고 미세먼지 저감을 위한 국민의 제안을 정책에 직접 반영하였다.⁶⁾ 제도개선의 내용으로 어린이·노인 등 미세먼지 취약계층을 보호하도록 실내공기질 관리대상을 확대하고, 학교·경로당·지하철 등의 시설에 설치된 공기정화설비의 관리를 강화하는 등 생활 속에서 체감할 수 있는 미세먼지 대책을 담고 있다. 이상의 접근 방식은

6) 2018년 1월부터 2019년 2월까지 1년 2개월간 제기된 미세먼지 민원 14,649건을 분석하고 의견수렴 절차를 거쳐 관계기관과 합동으로 제도개선 방안을 마련하였다. 국민권익위원회 공식블로그, <https://m.blog.naver.com/loveacrc/221574808627> (접속일: 2019. 8. 16)

사회 전체가 함께 해결해야 할 과제로서 미세먼지 문제에 대응하기 위해 국민의 필요에 귀 기울이고, 정책의 완성도와 체감도를 높였다는 점에서 의미가 있으며 향후 미세먼지 정책이 나아가야 할 방향을 보여준다.



[그림 2-2] 미세먼지 민원에 기반한 미세먼지 대책 마련 사례

출처: 국민권익위원회 공식블로그의 이미지 재구성.

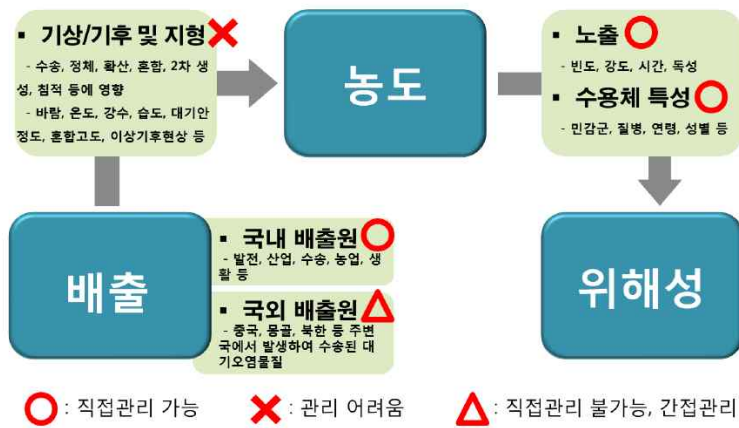
<https://blog.naver.com/loveacrc/221574808627> (접속일: 2019. 8. 16.)

물론 미세먼지에 대한 국민의 요구가 모두 실현가능성과 실효성을 담보하는 것은 아닙니다. 실제로 미세먼지에 대한 국제협력연구가 진행되고 고농도 미세먼지의 원인으로 중국발 미세먼지의 영향이 밝혀짐에 따라, 국민들은 국외 배출원에 대한 관리를 요구하는 목소리가 커지는 상황이다.⁷⁾ 그러나 국외 배출원은 외교적인 사안으로 직접적인 관리가 어렵고, 국내 배출원과 위해성 관련 요소, 즉 노출 및 수용체 특성만이 직접적으로 관리가 가능한 영역이다.⁸⁾ 노출 및 수용체 특성을 중심으로 한 미세먼지 영

7) 오마이뉴스 2019년 2월 28일 보도자료, http://www.ohmynews.com/NWS_Web/View/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0002514331&CMPT_CD=P0010&utm_source=naver&utm_medium=newsearch&utm_campaign=naver_news (접속일: 2019. 7. 21.)

향 저감은 대기환경 및 보건 분야의 미세먼지 대응 정책 패러다임의 새로운 추세이기도 한 만큼,⁹⁾ 미세먼지의 위해성을 줄일 수 있도록 노출수준을 줄이는 건축·도시환경 차원의 해법을 찾는 것이 생활밀착형 미세먼지 대책의 주요 과제이다.

이러한 맥락에서, 실현가능한 생활밀착형 미세먼지 대응의 목표는 노출(빈도, 강도, 시간, 특성)과 수용체 특성(민감군, 질병, 연령, 성별 등)을 함께 고려하여 생활환경에서 접하는 미세먼지의 건강영향을 최소화하는 데 있고, 공간적 측면에서는 국내 배출원 관리와 실내공기질 관리를 종합적으로 추진하면서 미세먼지 노출을 줄이는 도시환경을 만들어나가는 데 중점을 둔다.



[그림 2-3] 미세먼지 관리 방안별 특성

출처: 건축도시공간연구소, 「2019 AURI포럼 자료집」, p.13., 이승민 KEI 부연구위원 발제자료

지방자치단체의 미세먼지 대응 정책사업은 생활밀착형 대응의 구체적 사례를 보여주고 있다. 표 2-2의 관련 사례는 구체적인 공간개선 대상을 확정하는 데 앞서 여건 조사와 미세먼지 관련 정보 제공을 중심으로 한다. 생활공간에서의 미세먼지 문제를 중심으로 시민참여와 스마트시티 요소까지 대응 수단이 확장되는 경향으로, 사물인터넷과 센싱기술을 활용한 미세먼지 측정 방안을 제시하는 접근이 주목할 만하다.

8) 건축도시공간연구소, 「2019 AURI포럼 자료집」 p.13.

9) 김운수, 신상영(2018), 「서울시 미세먼지·오존 통합관리 전략」, 서울연구원, pp.2-3.

10) 연합뉴스 2018년 10월 31일 보도자료, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20181031098500053?input=1195m> (접속일: 2019. 7. 15.)

11) 내손안에 서울, <http://mediahub.seoul.go.kr/archives/1223589> (접속일: 2019. 7. 15.)

[표 2-2] 생활밀착형 미세먼지 대응 정책 사례

| 사업명 | 대상 환경요소 | 내용 |
|--|--------------------------|---|
| 행정안전부 미세먼지 캠페인 (2018) ¹⁰⁾ | 대구광역시의 학교주변 통학로 | 행정안전부와 시민단체, 카이스트가 협력하여 초등학교와 함께 6주간 학교 주변과 통학로 등 생활권역의 초미세먼지(PM2.5, PM10) 수치를 직접 측정기로 모니터링, '우리동네 미세먼지 지도' 제작, 관련 교육 및 워크숍 진행 |
| 서울특별시 미세먼지 종합대책 (2019) ¹¹⁾ | 생활도로 | 배달용 전기이륜차 전환(10만 대, 2025년까지) 및 배출가스 규제 강화, 경유마을버스의 전기차 전환 |
| | 집과 건물 | 가정용 친환경콘덴싱보일러 확대보급(90만대), 공동주택 미세먼지 정화장치 공동관리 |
| | 기타 생활권 | IoT기반 생활권 오염원 상시관리 |
| 경기도 실내미세 먼지저감 시스템 (2019) ¹²⁾ | 주요 국공립시설 | 도민 제안을 받아 추진하는 대표적인 '미세먼지 저감 공약사업' ▲어린이집 ▲의료원 ▲노인요양시설 ▲산후조리원 ▲도서관 등 5개 분야 국공립시설 50개소에 각각 5개씩(실내 4개, 실외 1개) 총 250개의 센서를 설치, 미세먼지를 상시 측정하고 자동 제어할 수 있는 '실내공기질 상시측정 및 자동관제시스템' 구축 |
| 행정중심복합도시 스마트시티 리빙랩 실증사업 (2019) ¹³⁾ | 행복도시 1~4 생활권 | 다수의 시민 워크숍 등을 통해, 필요한 스마트서비스 4종 선정 및 스마트기술을 보유한 민간사업자 선정 완료- 실외 미세먼지 측정알림 서비스 포함 |
| 대구광역시 이동형 도시환경 센싱 테스트베드 (2018) ¹⁴⁾ | 도시 내 택시운행도로 | 대구에서 영업하는 개인택시 40대의 천장 캡에 센서를 달아 대기환경, 교통 상황, 유동인구 등을 실시간 수집·분석, 10초 단위로 실시간 정보를 전송하는 시스템을 구축하여 기존의 대기 오염 자동측정소와 차별화된 센싱 성과를 확인함 |
| 부천시 스마트시티 미세먼지클린 종합계획 ¹⁵⁾ | 동네, 학교, 지하철역, 공업단지 | 미세먼지 리빙랩 운영(2018-2019) ▲우리동네 미세먼지 정보 서비스 ▲공업단지 비산먼지 해결 서비스 ▲학교 통학로 청정·안심공기 제공 서비스 ▲지하철역 미세먼지 저감 서비스 ▲빅데이터 기반 미세먼지 대응 서비스 |

출처: 사업명별 각주에 표기한 웹사이트 내용을 요약하여 재구성

12) 메디컬투데이 2019년 3월 5일 보도자료, <http://www.mdtoday.co.kr/mdtoday/index.html?no=347836> (접속일: 2019. 7. 15.)

13) 대한민국 정책브리핑, <http://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156286397> (접속일: 2019. 7. 15.)

14) 경북일보 2019년 03월 12일 보도자료, <http://www.kyongbuk.co.kr/news/articleView.html?idxno=1055711> (접속일: 2019. 7. 15.)

15) 경인일보 2019년 1월 14일 보도자료, <http://www.kyeongin.com/main/view.php?key=20190114010004448> (접속일: 2019. 7. 15.)

2. 건축도시분야 미세먼지 대응 동향

1) 건축물 및 생활권 공간단위 선행연구

□ 고찰범위

미세먼지를 키워드로 최근 5년간 발표된 건축·도시·조경분야 학술연구 자료 160건과 정책연구 자료 59건을 대상으로, 본 연구의 범위에 해당하는 건축물 및 생활권 공간단위의 관련 선행연구 22건을 한정하여 검토하였다.

□ 연구동향

미세먼지에 대한 국민의 관심과 우려가 높아짐에 따라 학술연구에서는 특집원고, 학술발표 등으로 활발히 진행되고 있지만 뚜렷한 대책을 제시하는 선행연구는 부재하는 상황이다. 정책연구 또한 행정적인 미세먼지 대응체계 연구가 주를 이루며, 다중이용시설 관련 연구 외에는 건축물 및 생활권 공간단위에서 미세먼지 대책을 뚜렷하게 제시하는 연구는 찾아보기 어려운 실정이다.

검토대상 연구문헌의 주제로는 미세먼지 농도 측정, 유입 경로 검증 등의 실태조사 연구와 미세먼지 저감을 위한 환기설비 연구가 주를 이루었다. 연구의 대상으로는 공동주택, 학교, 지하철 역사 및 버스정류장, 완충녹지 등이 주요 대상이었으며, 미세먼지 대응수단으로서는 환기설비 및 환기시스템에 관한 연구가 주를 이루고 있다.

미세먼지와 관련하여 건축계획, 녹지계획, 도시계획 등 도시건축환경의 계획 차원에서 접근한 연구는 각각 1~2건 정도를 발견하였다. 우선 건축계획 차원의 연구로 손종렬(2018)은 학교 교사동 신축시 도로변에 가까이 위치하지 않도록 배치하고 기존 교사동의 경우 스쿨존 설정, 보호벽 등을 설치하는 방법을 제안하였다. 녹지의 기능에 초점을 연구로는 황광일 외(2018)가 대로변 완충녹지의 식재구조에 대해 제안하였다. 강성우 외(2017)는 세종대로 지하화 및 지상부의 메가 공원화를 제안하는 도시설계 차원의 해법을 제시한 바 있다.

[표 2-3] 건축물 및 생활권 단위 미세먼지 관련 선행연구

| 대상 공간 | | 주저자 | 계획요소 | 해법 |
|------------|--------------------------------|---------------|-----------------|--|
| 주거시설 | 공동주택 | 김형근 (2018) | 부엌 환기시스템 | -환기시스템 제어 알고리즘 (레인지후드-환기장치 연계) |
| | | 박준석 (2019) | 환기계획 | - 오염원 및 필요환기량 - 국소배기장치및환기경로 - 유지관리 |
| | | 서장후 (2019) | 환기시스템 | - 사용자 인식 기반 자동화 제어방식 - 적정환기량산정 - 급배기구위치 |
| | 주택 | 한방우 (2019) | 환기설비 | 환기설비의 적절한 운용 - 공기청정기 풍량 운전방법 - 공기청정기 필터 유지관리 - 환기장치 에어필터 규격 - 주방 레인지 후드 흡입 풍량 - 주방 레인지 후드 필터 관리 - 개별 배기구 댐퍼 설치 - 자연환기 병행 - 기계환기 도입 |
| | | 이중외피 적용주택 | 엄예슬 (2018) | 이중외피 통합형 전기집진설비 |
| 교육시설 | 교실 | 김유태 (2018) | 환기시스템 | -창호부착형 환기시스템 |
| | 교실 | 송근호 (2018) | 환기설비 | -스탠드형 환기장치 |
| | 교실 | 이윤규 (2018) | 건축계획 전반 | - 유입 차단 / 청소 / 환기 - 유지관리체계/ 공기질측정지원 - 설계/ 교육 |
| | 교실 | 오충록 (2018) | 열회수형 환기설비 | - 사용자 중심 실내공기질 관리 모델 개발 - 열회수형 환기장치 보강 및 홍보 강화 - 노후건축물 열회수 환기장치 설치 |
| | 교사동 | 손종렬 (2018) | 건축계획 전반 | - 신축:대지 위치 - 기축:보호벽,스쿨존 |
| 다중이용 시설 | 어린이집 | 이혜원 (2017) | 환기계획 | -기계식 환기시스템 가동 |
| | 수락산역 | 전준용 (2016) | 환기설비 운전방식 | -가변운전방식 도입 |
| | 어린이집 노인요양시설 지하역사 지하상가 | 손종렬 (2015) | 오염원 제어 환기 제어 | -기계식 환기시스템 도입 -건축물 기밀성능 확보 |

| 대상 공간 | | 주저자 | 계획요소 | 해법 |
|------------|---------------------------|---------------|------------------------------|---|
| | 실내주차장 | | | |
| | - | 권순박 (2019) | 빅데이터 기반 스마트 미세먼지 관리시스템 | - 공조시스템 지능화 인프라 규격 - 공기질측정기 - 미세먼지저감장치 - 공기질제어기 |
| 녹지 | 대로변 녹지 | 황광일 (2018) | 식재구조 | - 식재현황/ 식재유형/ 식재밀도 - 녹피울/ 수관용적/ 녹지용적계수 |
| | 도로 녹지 주거지역녹지 공업지역녹지 | 허희염 (2017) | 녹지계획 | -식재방식 및 수종 |
| 도시 시설물 | 버스정류장 | 문수영 (2017) | 정류장 설비 | - 도시차원 미세먼지 필터시스템 도입 - 녹화기술 및 IoT기술조합 - 이끼벽 설치 - 미세먼지 필터시스템 부착차량 운행 |
| 도시구조 | 세종대로 및 주변광장 | 강성우 (2017) | 도로 및 녹지 | -세종대로 지하화 및 지상부 메가 공원화 |
| 기타 실내공간 | - | 권계정 (2017) | 벽면녹화 및 벽천시스템 | -입체적인 녹화면적 확대 |
| | - | 박준석 (2018) | 환기계획 | - 오염원 및 필요환기량 - 국소배기장치 및 환기경로 - 유지관리 |
| | - | 양영권 (2018) | 인공지능 기반 창호환기시스템 | - 미세먼지 차단 창호환기시스템 - 인공지능기반제어알고리즘 - 사물인터넷기반복합센서모듈 - OpenAPI및IoT활용가능한플랫폼 |

출처: 직접작성

2) 최신 미세먼지 대응 기술 동향

최근 공동주택의 미세먼지 대응방안과 기술적용은 외부공기의 유입차단에 중점을 두며, 실내 발생 오염물질의 제거, 외부 미세먼지의 실내 유입 차단, 단지 차원의 대응방안 등 세 가지 방향으로 전개되고 있다.¹⁶⁾ 공동주택 내부에서 외부공간을 대상으로 환기시스템을 통한 미세먼지 배출과 외부 미세먼지 차단, 화학적 분해 또는 흡착을 통한 미세먼지 저감, 물리적 분리(세정), 미세먼지 관련 정보제공 등 다양한 방식으로 미세먼지의 영향을 줄이는 기술이 통합적으로 적용되는 것이 특징이다.

16) 아파트관리신문, <http://www.aptn.co.kr/news/articleView.html?idxno=66415>
(접속일자 2019. 9. 20.)

[표 2-4] 공동주택의 미세먼지 대응방안과 기술적용

| 구 분 | 대상 공간요소 | 적용기술 |
|-------------|-----------------|--|
| 실내 오염물질 제거 | 환기장치 | <ul style="list-style-type: none"> - HEPA (High Efficiency Particulate Air filter) 필터를 적용한 환기시스템에 사물인터넷을 결합 - 내부 오염물질 및 미세먼지를 배출하는 환기구와 외부 미세먼지의 유입을 차단하는 장치가 동시에 적용 |
| 외부 미세먼지 차단 | 외피 (차단기능 부가) | <ul style="list-style-type: none"> - 외피에 광촉매페인트를 도장해 미세먼지 분해 - 외피하부 저층부분에 식재 외피를 부가 - 창문시스템과 연계해 환기시스템을 부가 - 미세먼지 제거용 방충망 |
| | 주동·세대현관 | <ul style="list-style-type: none"> - 미세먼지에 대한 알림기능 설치 - 에어샤워를 활용한 미세먼지 제거 - 현관과 연계된 수납장, 세탁실, 화장실·욕실의 통합형 설계 |
| 단지 차원의 대응방안 | 단지내 외부공간 | <ul style="list-style-type: none"> - 미세먼지 신호등과 같은 알림기능 부가 - 작은 입자의 미세한 물방울을 분사하는 미스트 탑의 설치 - 미세먼지 저감 수종 식물의 식재와 식재면적의 확대 |

출처: 아파트관리신문, 2019년 3월 21일자 김수암 칼럼의 내용을 요약·정리하여 표로 재구성
<http://www.aptn.co.kr/news/articleView.html?idxno=66415> (접속일자 2019. 9. 20.)

이상의 미세먼지 대응 기술이 현재는 미세먼지로부터 안전하고 쾌적한 공간에 대한 구매자의 요구가 분명한 공동주택에서 선도적으로 적용되는 상황이나, 향후 기술 적용 비용과 효과에 대한 평가를 거쳐 집중적 미세먼지 관리가 필요한 건축물 및 외부공간의 개선에 널리 활용될 것으로 보인다.

도시외부공간에서도 미세먼지 영향을 줄이기 위한 수단으로 2010년대 후반부터 미세먼지 대응 신기술이 현실적으로 적용되고 있다. 버스정류장, 벤치, 신호등, 미스트, 안전쉼터 등 도시 외부공간에서 미세먼지 농도에 관한 정보를 제공하고 미세먼지를 저감하며 안전하게 대피할 수 있는 쉼터를 조성하는 시범사업이 곳곳에서 진행되었다. 국외에서도 도시공간에서 국내외에 미세먼지를 저감할 수 있는 다양한 기술이 개발되어 시범적으로 적용되고 있다. 미세먼지 집진기처럼 별도의 시설로 설치되기도 하지만 가로등, 벤치, 공기청정기, 공공조형물 등 기존의 가로시설물과 결합되거나 도료, 보도블록 등 재료의 형태로 도시공간에 적용될 수 있다.



[그림 2-4] 국내 미세먼지 대응 최신기술 사례를 적용한 시설물

출처: 건축도시공간연구소, 「2019 AURI포럼 자료집」, p. 52.AURI 이은석 부연구위원 발표
자료 이미지 재구성

[표 2-5] 기타 국내외 미세먼지 저감기술 사례

| 구분 | 시설명 | 주요기능 | 예시 이미지 |
|----|---|--|--------|
| 1 | 미세먼지 광촉매 벽체 설치 사업 (Torre de Especialidades, 멕시코 사례) ¹⁷⁾ | -광촉매 TiO ₂ 가 함유된 벌집모양 형태 파사드 -에너지원으로서 빛을 흡수하여 미세먼지 등의 유해물질 분해 (1일 당 약 8,750대의 자동차에서 발생하는 SO ₂ 및 NO ₂ 정화) | |
| 2 | 가로형 공기청정기 (MANN+HUMMEL Urban Filter, 독일) ¹⁸⁾ | -오염물질 저감 Filter cube를 교차로 등에 설치 -Combfilter를 이용해 미세먼지의 주요 구성 물질 여과 -비표면적이 넓은 다공성 흡착제 활성탄 이용 | |
| 3 | 친환경 공기정화 벤치 (City Tree, 독일) ¹⁹⁾ | -벤치 뒤 이끼 적용 패널을 설치하여 공기정화 -미세먼지를 비롯하여 오존가스 농도 저감 -벤치 2개 당 연간 240톤의 이산화탄소 제거 | |
| 4 | 미세먼지 저감형 공공조형물 설치 (Boston Treepods, 미국) ²⁰⁾ | -Humidity swing 기법을 이용해 공기정화 -친환경 알칼리성 수지를 이용해 CO ₂ 제거 -재활용 플라스틱으로 제작 | |

| 구분 | 시설명 | 주요기능 | 예시 이미지 |
|----|--|--|---|
| 5 | 미세먼지 집진기 설치 (Smog Free Tower, 네덜란드) ²¹⁾ | -대기 중 미세먼지 농도의 45% 저감 -정전기를 이용해 공기 중 미세먼지 여과 후 배출 -시간 당 30,000 m³ 공기 여과 |  |
| 6 | 미세먼지 저감 광촉매 도로 (대한민국) ²²⁾ | -건축물 외벽에 시공하여 대기 중 미세먼지 저감 -TiO₂를 활용해 유해물질 산화·분해 -미세먼지 흡착 후 NO₂가 제거되며 CO₂ 및 물 배출 |  |
| 7 | 대기정화 보도블럭 (대한민국) ²³⁾ | -광촉매 작용을 통한 공기 중 오염물질 제거 -친수성 표면 특성을 이용해 빗물을 통한 미세먼지 제거 -축구장 1개 넓이 시공시 시간당 17.35g의 질소 산화물 제거 |  |
| 8 | 미세먼지 저감형 가로등 설치 (Solar Street Light with Pollution Absorber) ²⁴⁾ | -가로등 LED에 CO₂ 흡착 가능한 스크러버 부착 -오염공기는 4개의 덕트 통과 후 정화된 공기로 배출 -대기질 모니터링 정보 제공 |  |

출처: 연합뉴스 보도자료(2019.03.13.)

출처: ㈜데코페이브

출처: 시설명별 각주에 표기한 웹사이트 내용을 요약하여 재구성

- 17) <https://www.infobae.com/america/mexico/2019/03/16/disruptivo-decorativo-y-sustentable-el-edificio-de-un-hospital-mexicano-que-come-smog-y-atrae-la-luz-solar/> (접속일: 2019. 7. 25.)
- 18) <https://www.dw.com/de/mannhummel-die-feinstaubsauger/a-47351592> (접속일: 2019. 8. 2.)
- 19) <https://www.comune.modena.it/salastampa/archivio-comunicati-stampa/2017/5/a-modena-arrivano-i-citytrees-che-201cmangiano201d-lo-smog> (접속일: 2019. 7. 25.)
- 20) http://energys.ba/an-artificial-tree-that-will-produce-oxygen-for-cities/?lang=en&relatedposts_hit=1&relatedposts_origin=12398&relatedposts_position=1#.Xi_pvTlzaUk (접속일: 2019. 7. 26.)
- 21) http://m.metroseoul.co.kr/news/newsview?newsd=2016101700106#_enliple (접속일: 2019. 7. 25.)
- 22) <https://www.yna.co.kr/view/PYH20181030092200013> (접속일: 2019. 7. 26.)
- 23) <https://www.etnews.com/20191004000224?m=1> (접속일: 2019. 7. 25.)
- 24) <https://www.designindaba.com/articles/creative-work/eco-mushroom-streetlight-absorbs-vehicle-pollution> (접속일: 2019. 7. 25.)

제3장 행정중심복합도시 거주자의 생활방식과 미세먼지 영향

1. 미세먼지 농도와 유동인구 분포
 2. 거주자의 일상 행태와 미세먼지 영향 수준
 3. 미세먼지가 아동의 일상생활에 미치는 영향
 4. 소결
-

1. 미세먼지 농도와 유동인구 분포

1) 유동인구 빅데이터 소개

□ 개요

SKT 유동인구 데이터는 SK 텔레콤 기지국에서 수집한 서비스 가입자들의 위치 정보를 이용, 가공해 만든 데이터로 전국 모든 지역에 대해 50미터 단위(Pcell 기지국 섹터 위치)로 인구수를 제공하고 있다. 데이터는 다음의 방식으로 생성된다.

- 1단계: 국내 전체 인구의 44%를 차지하는 SKT 사용자의 데이터를 이용해 전체 인구에 대한 추산을 하기 위해 센서스 자료의 인구 수를 이용해 보정 계수를 산출하여 전체 인구 수 추정에 활용한다.
 - 이를 위해 첫단계로, 통신 정보와 기지국 위치 정보, 가입자 청구지 주소를 이용해 SKT 가입자 중 86.7%의 실거주지를 추정했다.
 - 이후 행정동(읍/면/동) 단위별로 2015 인구총조사 인구수를 이용해 SKT 고객 수를 전체 인구수로 변환하는데 필요한 가중값 (design weight)을 도출했다. post stratification을 이용했으며 추가 보정을 시행했다.
- 2단계: 20여 가지 변수를 이용한 회귀분석에 근거를 둔 인구 분배 가중치 모델을 이용하여 1단계에서 얻은 인구값을 50*50m 셀에 배분한다.

□ 모바일 인구 데이터의 의미

기존의 센서스 데이터는 가구의 거주지(usual residence)를 기준으로 자료가 집계되고 있다. 교통의 발달과 사회 여건의 변화에 따라 사람들의 이동이 활발해지고 밤 시간과 낮 시간에 머무르는 장소가 다른 경우가 많기에 센서스에서는 통학, 통근에 대한 설문조사로 주간인구를 산출하고 있으나, 자료 수집의 한계로 인해 시공간 해상도가 높은 인구 자료를 얻기 어렵다. 이에 반해 모바일 데이터는 2019년 10월 기준 5분마다 스냅샷 형태로 데이터를 수집·집계하고 있으며, 공간 해상도 또한 50m * 50m 셀 단위로 기존 센서스 데이터와 비교하여 매우 상세한 정보를 제공하고 있다.²⁵⁾ 또한 연령과 성별에 대한 정보를 담고 있어 이를 활용한 다양한 분석이 가능하다.

□ 신뢰도

한국의 휴대전화 보급률은 2018년 기준 95.8%이다.²⁶⁾ 과학기술정보통신부의 통계에 따르면 SKT 텔레콤은 현재 한국에서 가장 큰 점유율을 보이고 있는 서비스 공급자로 2019년 7월 현재 41.4%의 점유율을 차지하고 있는 반면 KT는 26.3%, LGU+는 20.3%를 차지했다.²⁷⁾ 휴대전화 인구수를 센서스 인구로 보정하도록 보정 계수를 산출하도록 설계가 되어있으므로, SK 텔레콤 데이터는 이동통신서비스 비가입자를 포함한 전체 인구수를 대변하고 있다. 그러나 나이가 아주 어리거나 아주 많은 경우 휴대전화를 사용하지 않을 수 있으므로 특정 연령층에서 자료가 왜곡될 확률이 다소 있다.

□ 분석 데이터

본 연구에서 활용한 데이터는 5분 단위의 스냅샷에서 기지국간 이동이 포착된 이용자의 위치를 담은 유동인구 데이터로, SK지오비전에서 무상으로 제공받은 자료이다. 2019년 상반기의 일부 날짜에 대해 일 단위로 성별과 연령대(10~60대)가 구분된 유동인구 데이터, 시간대별 전체인구의 유동인구 데이터를 연구에 활용하였다.

25) SK지오비전의 모바일 데이터담당 관계자 인터뷰 내용을 바탕으로 작성

26) 2010년 인구주택총조사 결과를 표본추출틀로 사용한 2018 한국미디어패널조사 조사 결과에서 표본 9,426명 가운데 95.8%가 사용하는 것으로 나왔다. 연합뉴스 2019년 2월 24일 보도자료, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20190222111800017?input=1195m> (접속일: 2019. 8. 28.)

27) 과학기술정보통신부 무선통신서비스 통계현황(2019년 7월 기준), <https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contents.do?mId=MTQ2> (접속일: 2019. 9. 7.)

2) 행정중심복합도시 유동인구 패턴 분석

□ 분석 시나리오

2019년 상반기의 행정중심복합도시 유동인구 패턴을 세 가지 시나리오로 나누어 분석하였다(표3-1). 각 시나리오는 모두 같은 요일의 평일 또는 주말로 비교하되, 미세먼지의 농도가 매우 높아 관련 경보가 발령된 날과 양호한 날을 비교대상으로 선정하였고 두 날짜의 기온이 유사하며 강우가 없는 날로 선정하였다. 시나리오 1과 3은 비교대상일 간 1주일의 간격이 있고, 시나리오 2의 경우 2주일 간격이다.

[표 3-1] 미세먼지 농도에 따른 유동인구 차이 분석 시나리오

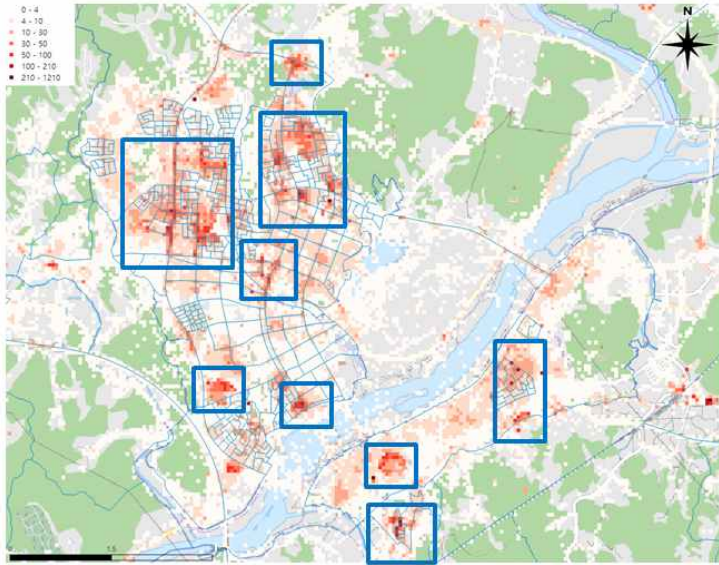
| 구분 | 비교 일자 | 비교 조건 |
|--------------------|---|---|
| 시나리오 1 :3월 평일 | -미세먼지 관련 경보가 발령된 3월 6일(수) -미세먼지가 양호했던 3월 13(수) | - 시간별) 오전 7,8,9시 인구 분포지도 - 시간별) 오후 3시 인구 분포지도 - 일별) 10대, 30대, 60대 - 일별) 10대, 30대, 60대 * 남녀 |
| 시나리오 2 :3-4월 평일 | -미세먼지 관련 경보가 발령된 3월 28일(목) -미세먼지가 양호했던 4월 11일(목) | - 시간별) 오전 7,8,9시 인구 분포지도 - 시간별) 오후 3시 인구 분포지도 - 일별) 10대, 30대, 60대 - 일별) 10대, 30대, 60대 * 남녀 |
| 시나리오 3 :5-6월 주말 | -미세먼지 관련 경보가 발령된 5월 25일(토) -미세먼지가 양호했던 6월 1일(토) | - 시간별) 오전 11시, 오후 3시, 오후 7시 인구 분포지도 - 일별) 10대, 30대, 60대 |

출처: 직접작성

□ 주요 분석결과

· 유동인구 분포 현황

유동인구 관련 패턴을 통해, 행정중심복합도시에서 유동인구가 집중되는 장소를 쉽게 파악할 수 있다. 평일 출근시간대(오전7-9시) 유동인구 밀집 수준은 초·중·고교가 인접한 구역과 대규모 상가에서 가장 높았고, 정부세종청사와 아파트에서 그 다음으로 높았다. 도로 중에는 간선도로망의 주요 교차로(어진교차로, 성금교차로, 가람교차로 등)가 유동인구가 높게 나타나는 지점인데, 교차로 주변에 밀집된 유동인구는 자가승용차나 버스 등 대중교통에 탑승하여 이동중 교차로에서 대기하는 사람들의 비중이 높을 것으로 추정된다.



[그림 3-1] 행정중심복합도시의 유동인구 밀집지역(박스 표시)

출처: 직접작성

· 미세먼지 수준에 따른 유동인구 차이

기상 여건이 유사하고 미세먼지 수준에 차이가 있는 평일과 주말의 유동인구 관련 패턴을 분석한 결과, 비교 일자 간 유동인구 차이를 행정중심복합도시의 전체적인 공간 단위에서는 뚜렷하게 발견하기 어려웠으나 일부 시간대·일부 장소로 한정할 경우 의미 있는 차이를 관찰하였다.

평일 출근시간대(오전 7시~9시)에는 비교일자 간 유동인구차이를 거의 찾아볼 수 없었는데, 이는 출근이 필수적 일상행태인 한편 시간활용이 상대적으로 자유로운 시민들의 외출이 보통 오전 9시 이후이기 때문으로 추정된다. 반면 미세먼지 농도가 높은 날의 오후 3시에는 학교와 상업시설이 밀집된 지역, 대규모 판매시설(코스트코 등)에 유동인구가 줄어드는 차이를 확인하였다.

주말 유동인구는 주거지가 대부분인 근린생활권에서 차이가 거의 나타나지 않으나 국립도서관, 호수공원 등 주요 여가장소에서 비교대상간 차이가 있었고, 대형마트 등 상업시설 주변에서는 차이가 없었다. 연령대별 유동인구도 장소별로 차이가 있었는데, 30대의 경우 미세먼지가 나쁜 날에는 대규모 서점과 식당가가 입지한 쇼펄몰(애비뉴힐)에 유동인구가 상대적으로 많았고, 미세먼지가 좋은 날에는 호수공원 주변의 야외공간에 유동인구가 집중됨을 확인하였다.

[표 3-2] 미세먼지 농도에 따른 유동인구 차이 분석 시나리오

| 구분 | 비교조건 | 유동인구 차이 지점 |
|------------------------------|--------------------------------|------------|
| 시나리오 1 3/6(수) 3/11(수) | 오전 7,8,9시의 전체인구 분포 | 거의 없음 |
| | 오후 3시 인구 전체인구 분포 | 있음 |
| | (일별) 10대, 30대, 60대 인구 분포 | 거의 없음 |
| | (일별) 10대, 30대, 60대 남성/여성 인구 분포 | 거의 없음 |
| 시나리오 2 3/28(목) 4/11(목) | 오전 7,8,9시 전체인구 분포지도 | 거의 없음 |
| | 오후 3시 인구 분포지도 | 있음 |
| | (일별) 10대, 30대, 60대 인구 분포 | 있음 |
| | (일별) 10대, 30대, 60대 남성/여성 인구 분포 | 있음 |
| 시나리오 3 5/25(토) 6/1(토) | 오전 11시, 오후 3시, 오후 7시 전체인구 분포 | 있음 |
| | (일별) 10대, 30대, 60대 인구 분포 | 10대,30대-있음 |
| | | 60대-거의 없음 |

출처: 직접작성

· 미세먼지 수준과 방문시설의 관계

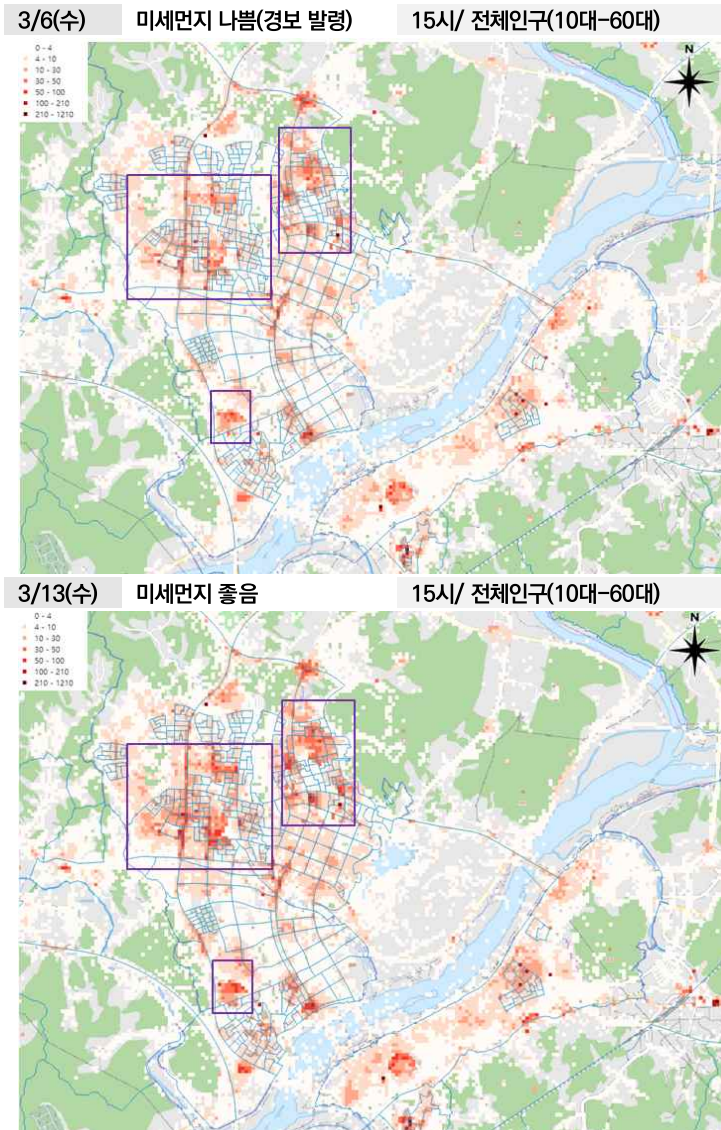
미세먼지 수준의 영향이 가장 뚜렷하게 나타난 장소는 대형 상업시설과 대규모 오픈 스페이스 및 공공도서관으로, 각각 실내와 실외공간이라는 점에서 차이가 있지만 이용자가 많고 선택적으로 방문하는 시설이라는 공통점이 있다. 상업시설 가운데서도 성격에 따라 행태 특성에 차이가 있는데, 코스트코 등 대형마트 주변의 유동인구는 미세먼지가 나쁜 평일보다 좋은 평일에 더 많았고 주말에는 미세먼지 농도에 따른 차이가 발견되지 않았다. 이러한 결과는, 미세먼지가 심한 시기에 외출을 삼가고 온라인 쇼핑이 증가한다는 기존의 조사결과와도 일치한다.²⁸⁾ 반면 쇼핑몰 성격의 상업시설은 미세먼지 농도가 높은 날에 유동인구가 더 많아(시나리오3- 30대), 대형마트에 비해 장시간 머물며 여가시간을 보내기에 적합한 쇼핑몰의 특성을 반영한다.

행정중심복합도시의 대표적 오픈스페이스인 세종호수공원은 평일과 주말 모두 미세먼지가 좋을 때 유동인구가 더 많았다. 반면 미세먼지가 나쁜 날에 호수공원의 야외공간에는 유동인구가 적어지고 호수공원에 인접한 국립세종도서관에 유동인구가 집중되는 것이 특징이다.

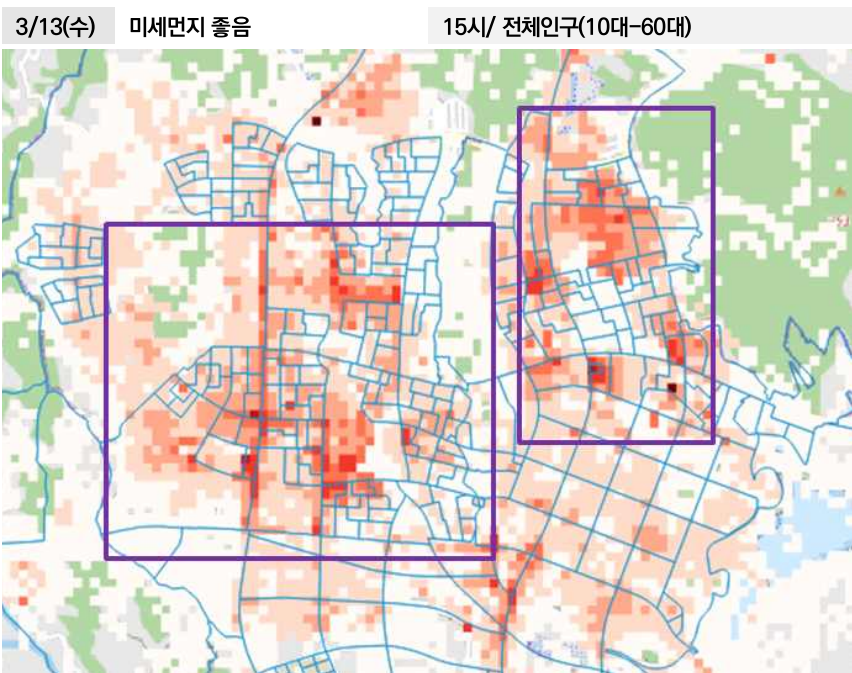
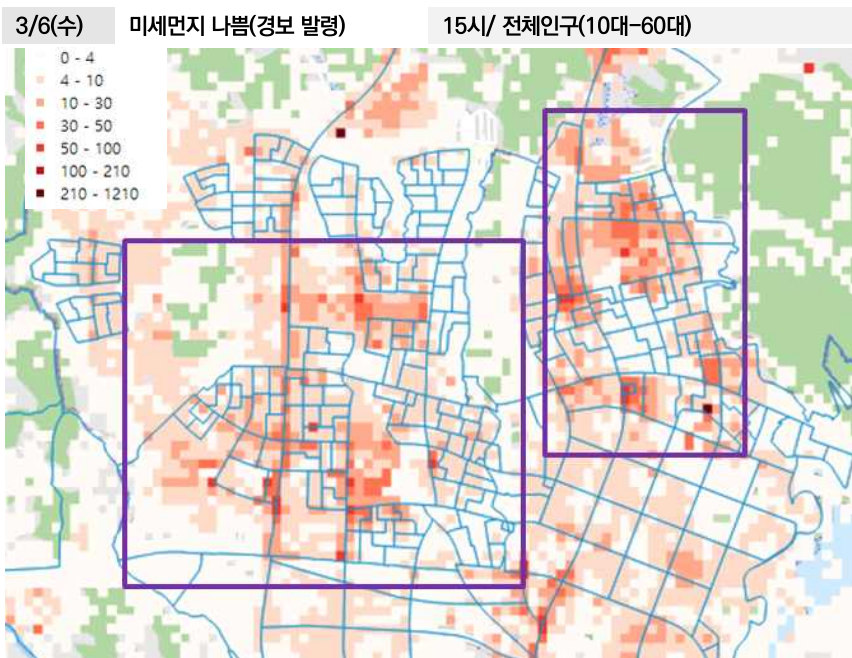
평일의 유동인구 분포를 연령대와 성별로 구분하여 비교한 결과, 미세먼지가 좋은 날과 나쁜 날의 행태 차이가 연령과 성별에 따라 구분됨을 확인하였다(시나리오2). 성별

28) 관련기사

에 따른 차이를 가장 뚜렷하게 보여주는 장소는 학교와 근린생활시설이 밀집한 첫마을로(2-3생활권), 미세먼지가 나쁜 날 30대 여성과 60대 여성 유동인구가 확연하게 적은 것으로 나타난다. 이는 여성 가운데 주거지에 머무는 전업주부의 비중이 높음을 반영하며, 근린생활권에서 이들이 동반하는 아동의 활동 역시 미세먼지가 나쁠 때 줄어 들 것으로 유추가 가능하다.

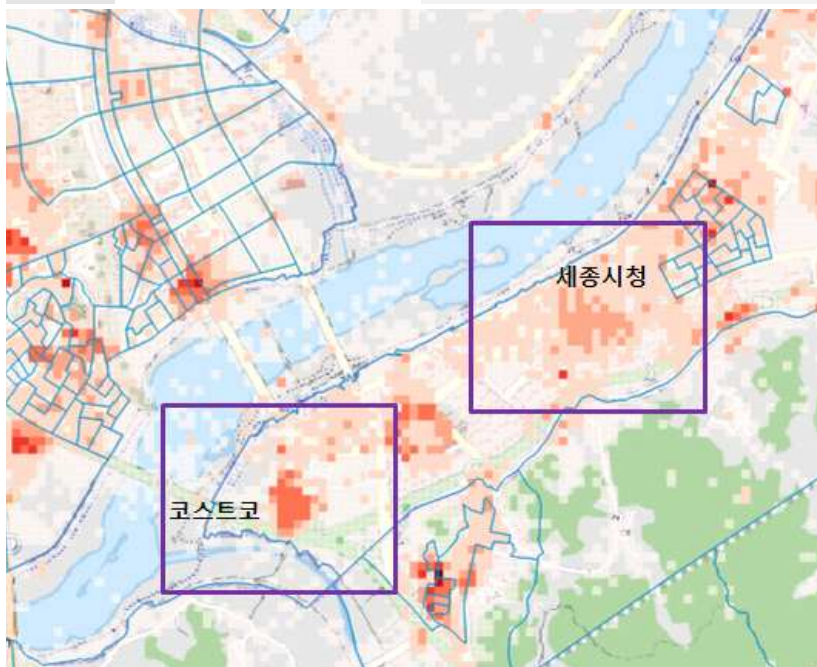
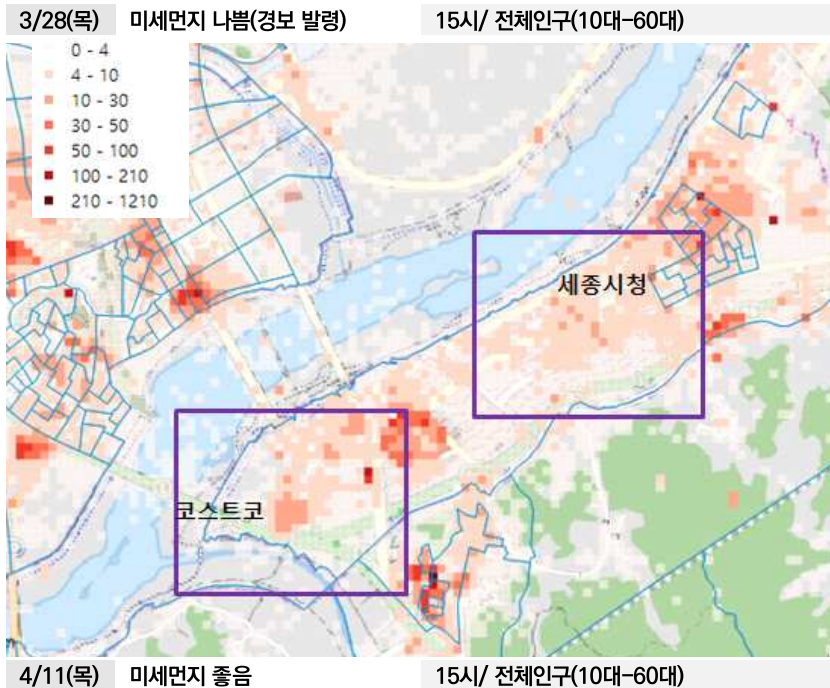


[그림 3-2] 시나리오1: 평일 오후 3시의 유동인구 분포 비교 (3월 6일, 3월 13일)
출처: 직접작성



[그림 3-3] 시나리오1: 평일 오후 3시의 유동인구 분포 차이지점 (3월 6일, 3월 13일)

출처: 직접작성

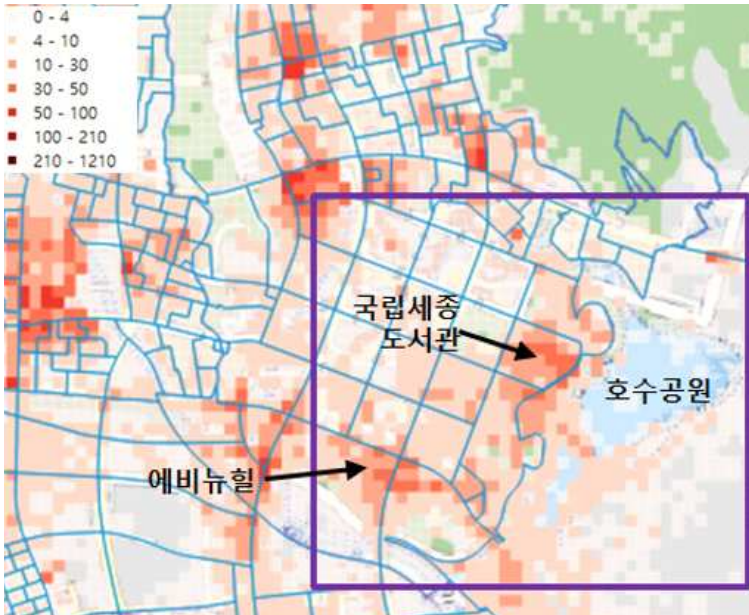


[그림 3-4] 시나리오2: 평일 오후 3시의 유동인구 분포 차이점 (3월 28일, 4월 11일)

출처: 직접작성

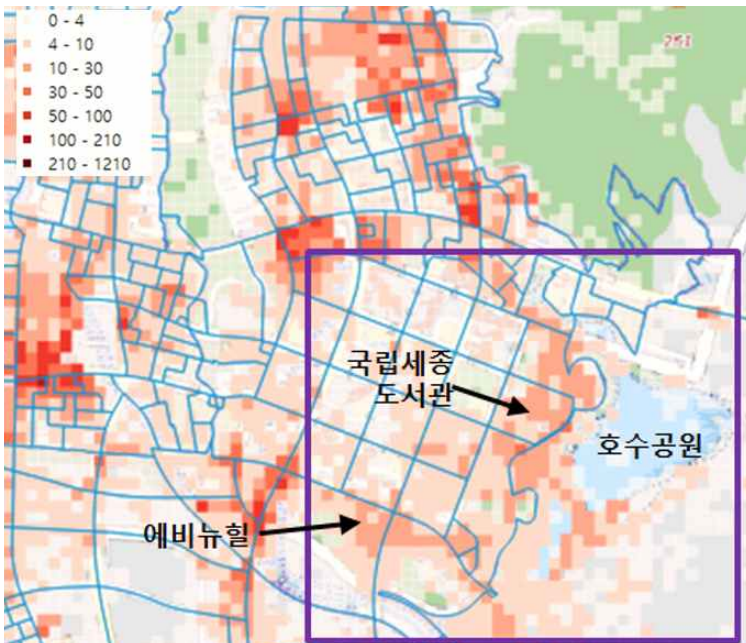
5/25(토) 미세먼지 나쁨(경보 발령)

15시/ 전체인구 (10대-60대)



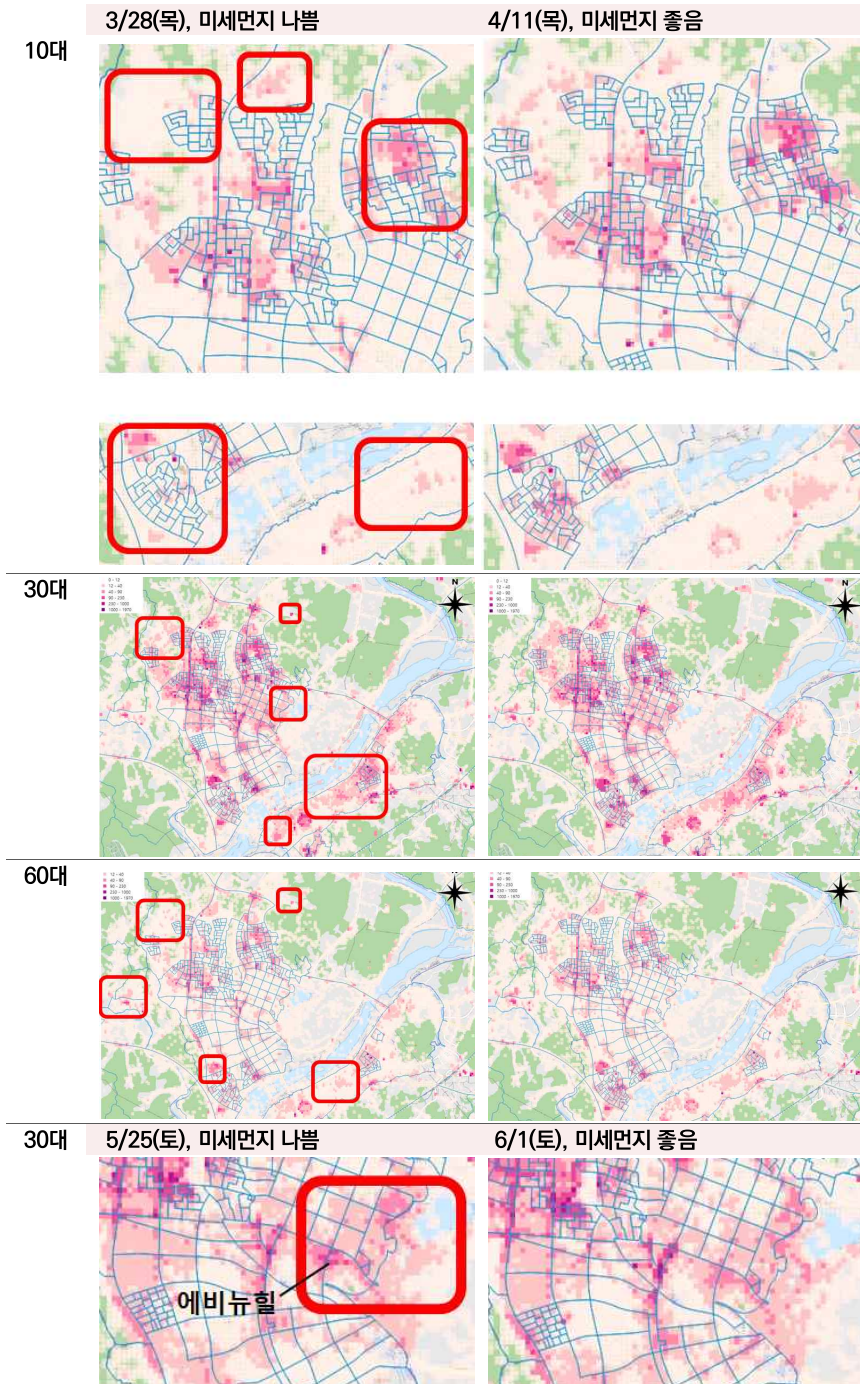
6/11(토) 미세먼지 좋음

15시/ 전체인구 (10대-60대)



[그림 3-5] 시나리오3: 주말 오후 3시의 유동인구 분포 차이점 (5월 25일, 6월 11일)

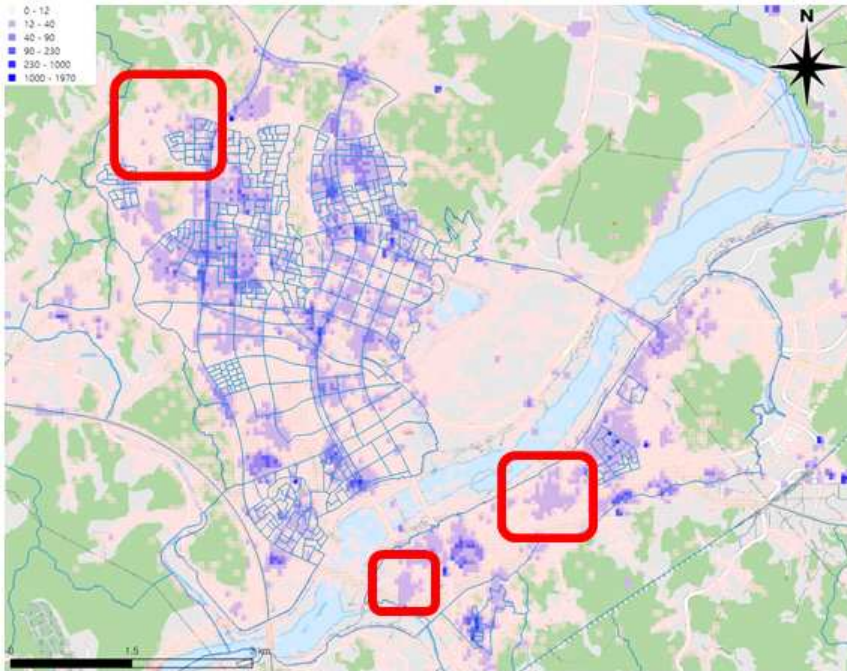
출처: 직접작성



[그림 3-6] 시나리오 2·3: 평일과 주말의 연령대별 유동인구 분포 차이지점
출처: 직접작성

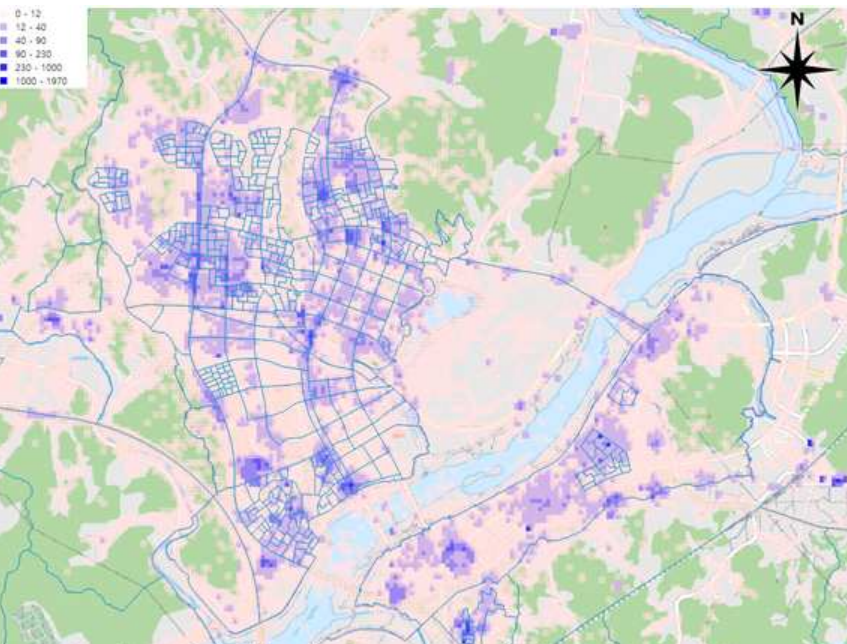
3/28(목) 미세먼지 나쁨(경보 발령)

종일/ 30대 남성



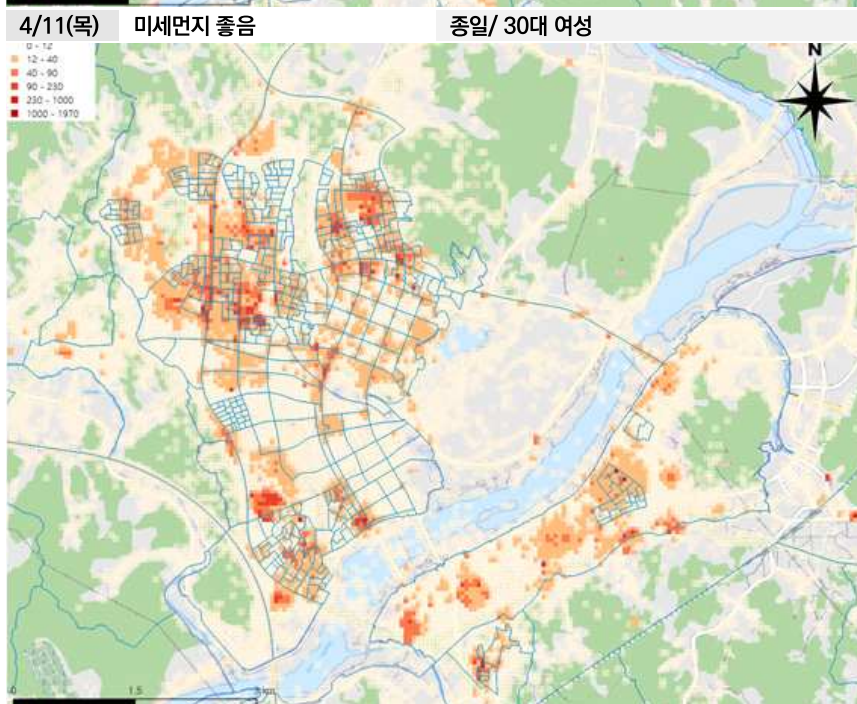
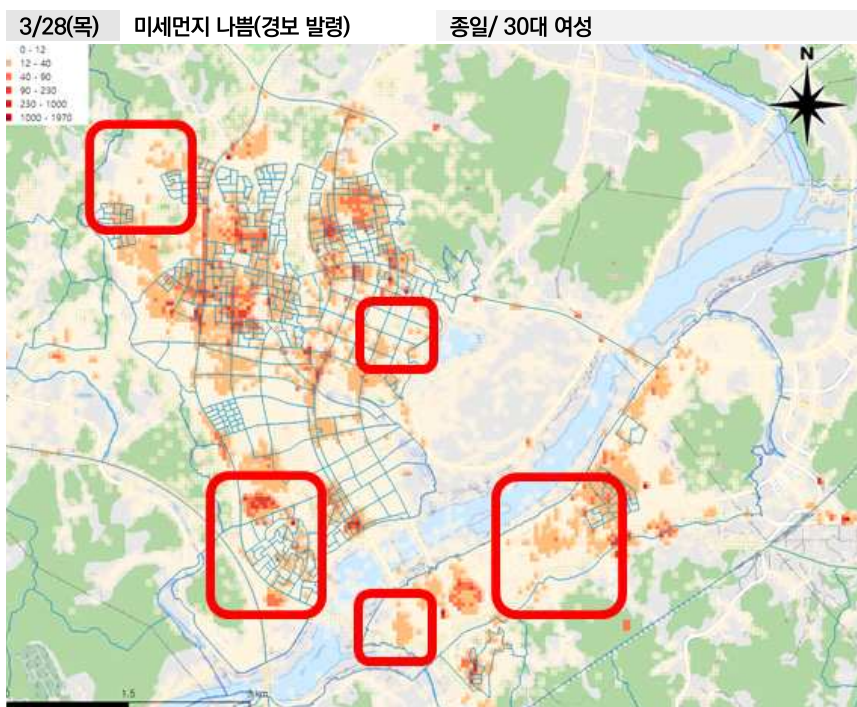
4/11(목) 미세먼지 좋음

종일/ 30대 남성



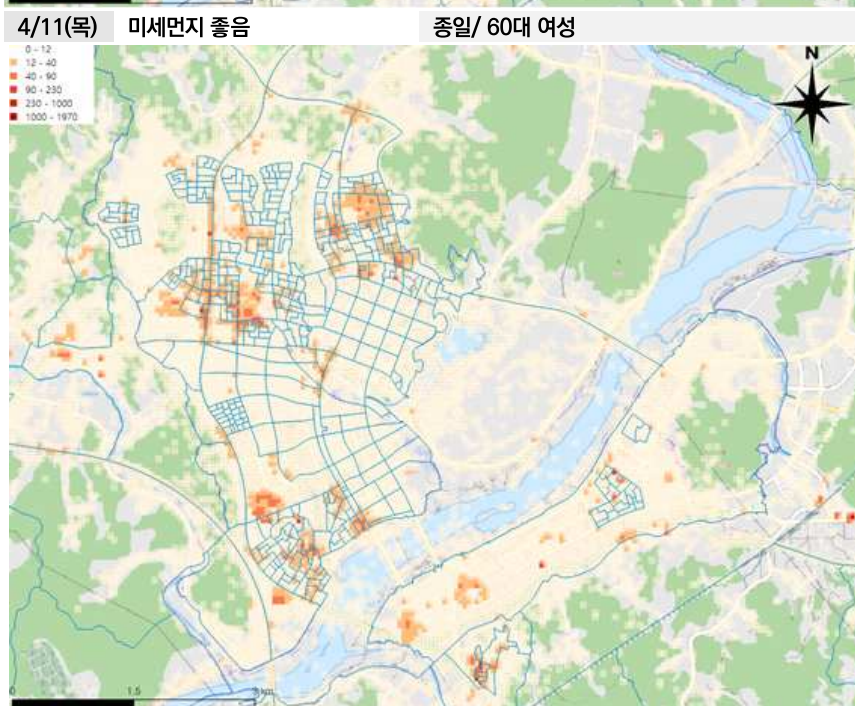
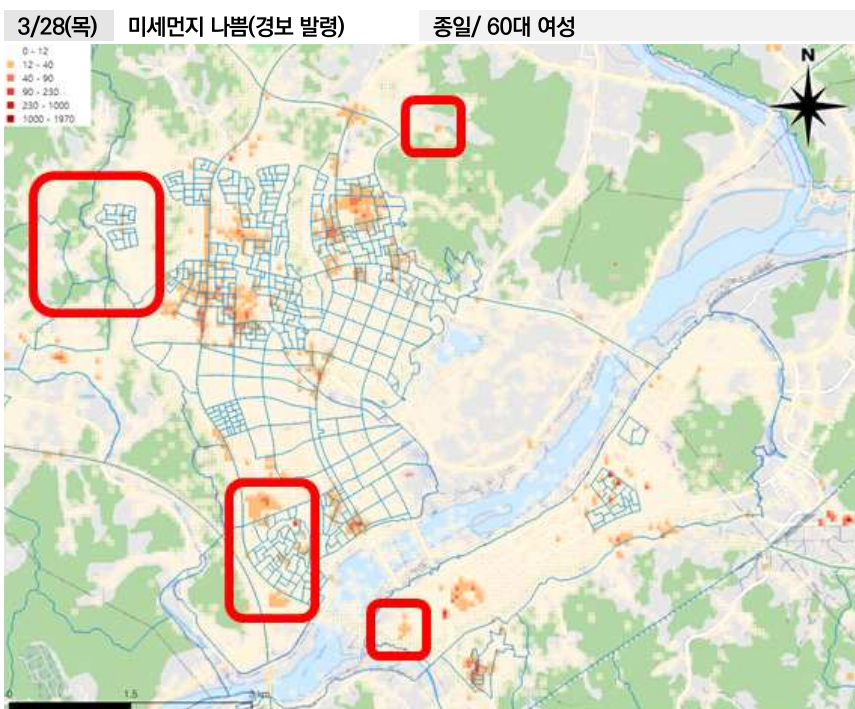
[그림 3-7] 시나리오 2: 30대 남성의 유동인구 분포 차이점 (3월 28일, 4월 11일)

출처: 직접작성



[그림 3-8] 시나리오 2: 30대 여성의 유동인구 분포 차이점 (3월 28일, 4월 11일)

출처: 직접작성



[그림 3-9] 시나리오 2: 60대 여성의 유동인구 분포 차이점 (3월 28일, 4월 11일)
출처: 직접작성

□ 분석의 시사점

미세먼지가 농도가 매우 높은 날과 낮은 날의 유동인구 패턴을 비교한 결과, 일부 시간대와 장소를 중심으로 미시적인 차이를 발견할 수 있었는데, 외출 여부를 스스로 결정하는 유동인구가 많은 시간대에 선택적으로 방문·체류하는 장소라는 공통점이 있었다. 이러한 패턴은 첫째, 필수적 활동의 경우 미세먼지 농도가 심한 날에도 활동수준을 조절하는 데 한계가 있음을 고려하여 상주공간의 실내 미세먼지 관리가 중요함을 시사한다. 두 번째로, 미세먼지로 인해 위축되는 선택적 활동이 연령과 장소에 따라 다양하므로, 일상적 삶의 질에 미치는 영향이 큰 활동의 위축을 보완하는 방향으로 도시환경을 개선해야 할 필요를 보여준다.

한편 유동인구 빅데이터 자체에는 각 사람이 실내 또는 실외에 있는지에 대한 정보가 없으므로, 본 연구에서는 행정중심복합도시의 공간구조와 개별 장소의 특성을 연계하여 유동인구 분포를 일차적으로 해석하였다.²⁹⁾ 이상의 방법론적 한계를 고려할 때 미세먼지에 따른 거주자의 활동 수준 및 장소의 변화를 보다 정확하게 해석하기 위해서는 추가적인 조사가 필요하며, 본 연구에서는 거주자 설문조사와 포커스그룹 인터뷰를 병행하여 유동인구 차이를 보완하고 종합적인 해석을 시도하였다.

2. 거주자의 일상 행태와 미세먼지 영향 수준

1) 설문조사 개요

행정중심복합도시의 도시구조와 거주환경 특성에 따라 시민들이 일상생활이 어떻게 구성되는지 알아보고, 생활방식에 따른 미세먼지 노출 수준을 낮출 수 있는 도시건축 환경 개선방안을 마련하는 데 주안점을 두고 행정중심복합도시에 거주하는 시민들을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 조사는 행정중심복합도시 내 현 거주지역(행정동)에 1년 이상 거주한 만19세 이상 성인 330명을 대상으로, 훈련받은 조사원이 일대일 면접 방식으로 진행하였다. 조사 기간은 2019년 10월 20일부터 27일까지이다.

29) 미세먼지가 심한 날 사람의 밀도가 낮은 곳은 야외공간으로, 사람의 밀도가 높아진 곳은 실내 공간으로 추정하고 미세먼지가 양호한 날 상대적으로 사람이 넓게 분포한 경우 건축물의 분포현황과 대조한 후 특정할만한 건물이 없으면 실외활동인 유동인구로 판단하였다.

[표 3-3] 주요 설문조사 항목

| 구분 | 조사내용 |
|--------------------------------|--|
| 일반현황 및 거주지 특성 | 주중 평일 실외에서 보내는 시간 가장 가까운 BRT 정류소까지 소요시간 거주 동네의 보행 편리성 체감 정도 세종시의 보행 편리성 체감 정도 야외 여가활동 선호 정도 |
| 미세먼지 농도에 대한 인식과 영향 | 미세먼지 예보 확인 빈도 중요하게 고려하는 사항(미세먼지/초미세먼지) 미세먼지 농도 인지 경로 야외활동을 자제하게 되는 미세먼지 농도 수준 최근 3개월 간 처방약 복용 여부 및 진단명 '기침, 가래, 가슴 답답함, 호흡곤란 등' 증상 유무 미세먼지가 심한 날 증상 수준 미세먼지가 심한 날 착용 마스크 종류 미세먼지로 인한 일상생활 제약 정도 미세먼지가 삶의 질 저하에 미치는 정도 |
| 필수적 활동에서 미세먼지 노출 | 미세먼지가 심한 날 필수적으로 외출해야하는 상황 평소 출근/통학 시 이용 교통수단 및 도착 소요 시간 대중교통 이용에 따른 소요시간 승용차 이용 시 차량 밖에서 머무르는 시간 미세먼지가 심한 날 출근/통학 교통수단 및 도착 소요시간 평상시 '직장 또는 학교'에서 머무르는 비중(실내/실외) 필수 외출 상황 빈도 및 도착 소요시간 필수 외출 시 이용 교통수단(평소/미세먼지) |
| 미세먼지로 인한 여가활동 변화 | 평상시 여가시간의 충분 정도 여가생활 형태/여가활동 장소/이동수단(평일/주말) 미세먼지가 심할 때 평일/주말 여가활동 변경 행태 평소 '30분 이상 숨이 가쁜 정도의 운동' 시행 빈도 미세먼지가 심한 날 운동 시행 여부 평상시와 미세먼지가 심할 때 여가활동 효용 비교 |
| 미세먼지로 인한 자녀 활동 변화 | 자녀 유형, 미세먼지 노출 영향이 가장 걱정되는 자녀 자녀의 통학과 등원, 방과 후 생활 등을 챙기는 주 양육자 자녀의 통학/등원 수단, 시간(평소/미세먼지) 자녀의 학교, 유치원, 어린이집의 미세먼지 안전성 자녀가 집 밖 야외공간에서 머무르는 시간(평일/주말) 미세먼지가 심할 때 자녀의 활동 관리 정도) 미세먼지로 인한 놀이 보충 방법 |
| 미세먼지 관련 도시건축환경 분야 대응방안별 필요성 인식 | 미세먼지 관련 도시건축 환경분야 대책 필요성 미세먼지 위기를 극복할 수 있는 생활환경 개선방법 |

출처: 직접작성

2) 설문조사 결과

① 응답자 특성

설문응답자의 대부분은 아파트에 거주하며, 평일에도 운전을 하는 비율이 70%에 달한다. 집에서 BRT정류장까지 이동하는 시간이 10분 이상인 응답자의 비율이 전체의 3분의 2 이상(68.8%), 대중교통 편리성에 대해서는 불편하다는 응답이 전체 응답자의 3분의 1을 상회하여(36.4%), 행정중심복합도시가 BRT를 비롯한 대중교통 이용을 편리하게 이용하는 응답자의 비중이 높지 않음을 확인하였다.

[표 3-4] 설문조사 응답자 특성

| 구 분 | | 사례수(명) | 비율(%) |
|-------|----------------|--------|-------|
| 전 체 | | (330) | 100.0 |
| 성별 | 남성 | (159) | 48.2 |
| | 여성 | (171) | 51.8 |
| 연령 | 20대 | (46) | 13.9 |
| | 30대 | (82) | 24.8 |
| | 40대 | (95) | 28.8 |
| | 50대 | (82) | 24.8 |
| | 60대 | (25) | 7.6 |
| 거주 지역 | 고운동 | (42) | 12.7 |
| | 아름동 | (34) | 10.3 |
| | 도담동 | (48) | 14.5 |
| | 종촌동 | (43) | 13.0 |
| | 다정동 | (31) | 9.4 |
| | 새물동 | (32) | 9.7 |
| | 한솔동 | (34) | 10.3 |
| | 소담동 | (32) | 9.7 |
| | 보람동 | (34) | 10.3 |
| | 1년 이상~2년 미만 | (44) | 13.3 |
| 거주 기간 | 2년 이상~3년 미만 | (57) | 17.3 |
| | 3년 이상~4년 미만 | (73) | 22.1 |
| | 4년 이상~5년 미만 | (63) | 19.1 |
| | 5년 이상~10년 미만 | (77) | 23.3 |
| | 10년 이상 | (16) | 4.8 |
| 직업 | 자영업 | (45) | 13.6 |
| | 서비스/판매/영업직 | (34) | 10.3 |
| | 기능직 및 생산직 | (11) | 3.3 |
| | 단순 노무자 | (1) | 0.3 |
| | 고위 공직자/임직원/관리자 | (2) | 0.6 |
| | 전문직 | (11) | 3.3 |
| | 기술직 및 준전문직 | (28) | 8.5 |
| | 일반 사무직 | (95) | 28.8 |
| | 전업주부 | (66) | 20.0 |
| | 대학(원) 생 | (12) | 3.6 |
| | 은퇴/무직/기타 | (25) | 7.6 |

| 구 분 | | 사례수(명) | 비율(%) |
|------------------------------|---------------|--------|-------|
| 전 체 | | (330) | 100.0 |
| 평일 운전 여부 | 운전함 | (227) | 68.8 |
| | 하지 않음 | (103) | 31.2 |
| 가구 유형 | 단독주택 | (8) | 2.4 |
| | 다가구/다세대주택/빌라 | (5) | 1.5 |
| | 오피스텔 | (2) | 0.6 |
| | 아파트 | (315) | 95.5 |
| 평일 실외 체류시간 | 1시간 | (57) | 17.3 |
| | 2시간 | (64) | 19.4 |
| | 3시간 | (43) | 13.0 |
| | 4시간~8시간 | (54) | 16.4 |
| | 9시간~12시간 | (76) | 23.0 |
| | 13시간 이상 | (36) | 10.9 |
| 집-BRT (Bus Rapid Transit) | 5분 미만 | (8) | 2.4 |
| | 5분 이상~10분 미만 | (95) | 28.8 |
| 정류소까지 | 10분 이상~15분 미만 | (102) | 30.9 |
| | 15분 이상~20분 미만 | (62) | 18.8 |
| 도보이동 | 20분 이상~30분 미만 | (36) | 10.9 |
| 소요시간 | 30분 이상 | (27) | 8.2 |
| 행복도시 | 편리함 | (149) | 45.2 |
| 도보편리성 | 보통 | (106) | 32.1 |
| 평가 | 불편함 | (75) | 22.7 |
| 행복도시 | 편리함 | (108) | 32.7 |
| 대중교통 | 보통 | (102) | 30.9 |
| 편리성 평가 | 불편함 | (120) | 36.4 |
| 야외 여가활동 | 선호 | (174) | 52.7 |
| 선호도 | 보통 | (109) | 33.0 |
| | 비선호 | (47) | 14.2 |

출처: 직접작성

② 주요 설문결과 요약

□ 미세먼지 농도에 대한 인식

미세먼지 농도에 대한 인식은 사회적 재난으로서 미세먼지에 대한 민감수준을 보여주며, 미세먼지로 인한 행태변화를 촉발하는 내적 동기와 관련이 있다. 응답자의 상당수는 미세먼지가 심한 겨울/봄철에는 ‘하루에 수시로 미세먼지 정보를 확인’(29.1%)하고 있었으나, ‘방송/문자 등으로 주의하라고 할 경우에만 확인’(27.0%)하는 등 둔감한 경우도 상당하였다. 특히 미세먼지 예보를 ‘수시 확인’하는 빈도는 여성일수록, 30대 연령에서, 평일 실외에서 보내는 시간이 많을수록(9시간 이상), 자녀를 집에서 양육하거나 어린이집/유치원에 보내는 집단에서 상대적으로 높게 나타났다.

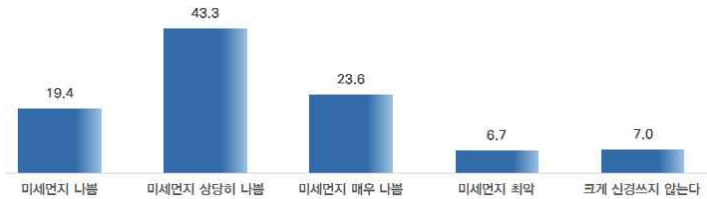
미세먼지와 초미세먼지 농도 중 무엇을 더 중요하게 생각하는지에 대한 질문에 대해, 거주자 10명 중 6명 이상(63.9%)이 미세먼지와 초미세먼지 2가지를 모두 중요하게 고려하며 20% 정도가 미세먼지보다 ‘초미세먼지’를 더 중요하게 인식하였다.

미세먼지 농도를 파악하는 수단으로서는, 미세먼지가 심한 시기에 미세먼지 농도가 높다는 것을 ‘미세먼지 경보 문자’(67.6%)를 보고 가장 많이 인지하였고 ‘방송이나 신문 예보’, ‘스마트폰 미세먼지 어플리케이션’ 등도 주요 확인 수단이었다. 미세먼지로 인해 행태에 변화가 일어나는 수준을 스마트폰 어플리케이션의 알림 단계에 기준하여 판단할 때, 미세먼지 농도가 ‘상당히 나쁨’(43.3%) 수준일 때, 야외활동을 가장 자제한다는 응답이 가장 높았고 ‘미세먼지 매우 나쁨’ > ‘미세먼지 나쁨’ 단계 순으로 외출을 자제하고 있었다.³⁰⁾



[그림 3-10] 미세먼지 고농도 인지 경로 (n=330)

출처: 직접작성



[그림 3-11] 야외활동을 자제하게 되는 미세먼지 수준 인지 (n=330)

출처: 직접작성

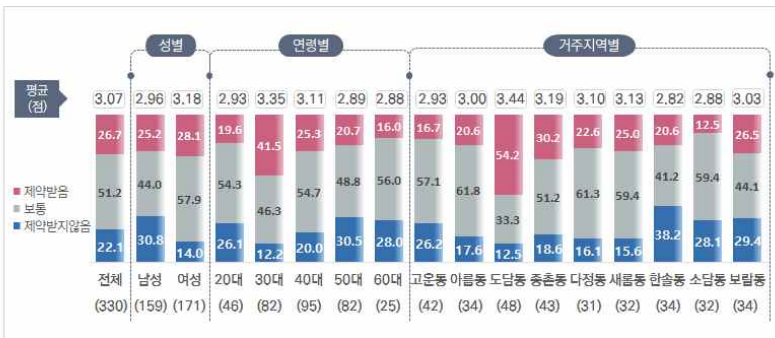
□ 미세먼지가 건강과 일상생활에 미치는 영향

응답자의 14.5%가 최근 3개월 동안 의사의 처방을 받아 지속적으로 복용하고 있으며, ‘심뇌혈관계 질환’, ‘피부 알레르기 관련 질환’을 가장 많이 겪고 있었다. 평소 ‘기침이나 가래, 호흡곤란, 가슴 답답함, 눈/코/목이 따가운 증상’은 매우 일부만 해당 증

30) 미세먼지 어플리케이션 가운데 이용자 수가 가장 많은 ‘미세미세’앱의 경우, ‘상당히 나쁨’ 단계는 미세먼지 농도 $76\text{--}110\mu\text{g}/\text{m}^3$, 초미세먼지 $38\text{--}50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 해당하는 수준이다.

상이 있었지만, 미세먼지가 심한 날에는 응답자의 70.3%가 해당 증상이 심해지는 것을 경험하였다.

응답자 4명 중 1명(26.7%)는 미세먼지로 인해 일상생활이 제약을 받는다고 인식하고 있었다. 특히 미세먼지로 인한 일상생활 제약 정도는 평일에 실외에서 소요하는 시간이 많거나(9시간 이상), 자녀가 어릴수록 더 체감하고 있었다. 응답자의 10명 중 6명(62.1%)이 미세먼지로 인해 삶의 질이 나빠졌다고 응답했다. 특히 여성, 30대 계층, 평일에 실외에서 체류하는 시간이 많거나(13시간 이상), 집에서 BRT정류장까지의 거리가 멀며(정류장까지 도보이동 30분 이상 소요), 자녀가 어릴수록 미세먼지로 인해 삶의 질이 나빠졌다고 응답하는 비율이 높았다.

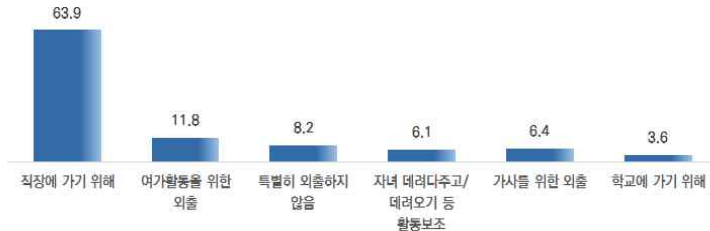


[그림 3-12] 미세먼지로 인한 일상생활 제약 정도 (n=330)

출처: 직접작성

□ 필수적 활동에서 미세먼지 노출 여건

미세먼지가 심한 날, 필수적으로 외출해야 하는 상황은 '직장(63.9%)', '여가활동(11.8%)', '가사를 위한 외출(6.4%)', '자녀 활동 보조(6.1%) 등의 순으로 나타났다.



[그림 3-13] 미세먼지가 심한 날, 필수 외출 상황 (n=330)

출처: 직접작성

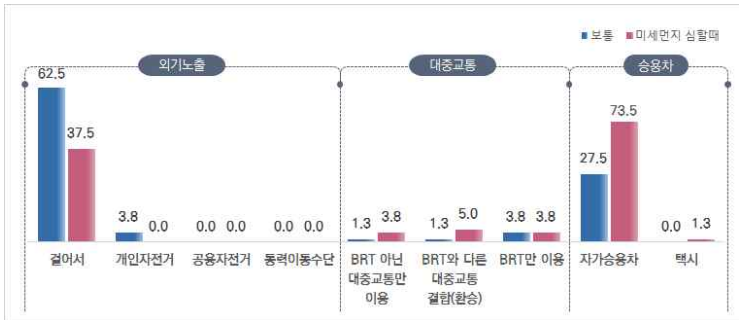
평소 출근·통학으로 외출이 불가피하다고 응답한 223명 가운데, 미세먼지 심할 때 모

두 ‘자가 승용차’를 가장 많이 이용하고 있으며(70% 이상), 미세먼지가 심해지면 도보 이용률이 감소하고, 대중교통, 자가 승용차 이용 비율이 소폭 증가하였다. 미세먼지가 심할 때 출근·통학 교통수단을 변경하는 응답자(24명)는 해당 그룹의 10%에 가까운 수준이다. 대중교통으로 출근·통학하는 응답자(32명)가 편도 이동시 버스에서 머무는 시간이 평균 25분에 이르렀으며, 집에서 정류장 또는 정류장에서 직장까지 이동하는 시간의 합계가 20분을 상회하고 버스를 대기하는 시간 역시 8분에 가까워, 미세먼지 농도가 높은 날 대기를 바로 호흡하는 시간이 상당함을 확인하였다.



[그림 3-14] 필수적 성격의 외출로서 출근/통학시 교통수단 선택 비율 (n=223)

출처: 직접작성



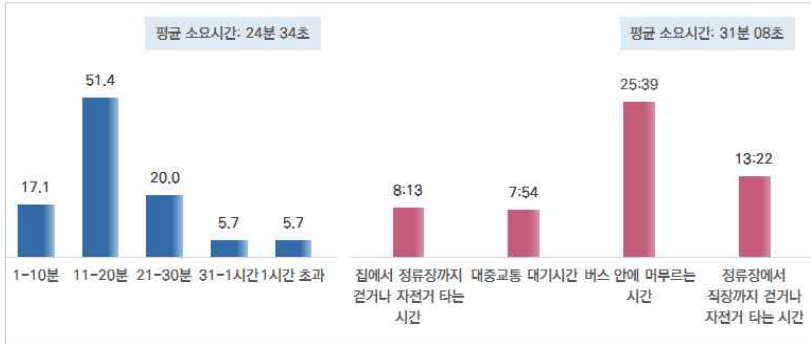
[그림 3-15] 필수적 성격의 외출로서 출근/통학 외 교통수단 선택 비율 (n=223)

출처: 직접작성

[표 3-5] 출근/통학시 평균 이동 소요시간 (평상시, n=223)

| 외기노출 (35명) 대중교통 이용 (32명) | | | | | 자가승용차(156명) |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|--------------|
| 건물 외부에 체류하는 시간 | 집에서 정류장까지 | 대중교통 대기시간 | 버스 안 체류시간 | 정류장에서 목적지까지 | 건물 바깥에 있는 시간 |
| 24분 | 8분 | 7분 | 25분 | 13분 | 36분 |

출처: 직접작성



[그림 3-15] 출근/통학시 교통수단별 소요시간

(좌) 걷거나 자전거를 이용하는 경우(n=35), (우) 대중교통 이용시(n=32)

출처: 직접작성

한편 가사, 여가활동, 자녀활동 보조로 미세먼지가 심한 날 외출한다고 응답한 거주자들은(80명), 평상시 도보 이동을 가장 많이 선택하며 미세먼지가 심할 때는 '자가승용차' 이용 비율이 크게 상승하였다.

이처럼 필수적 활동 중 출근·통학은 자가승용차 이용 비율이 높고, 미세먼지로 농도가 높을 때 도보 비율 감소, 자가용 이용 비율이 증가하는 현상은 행정중심복합도시 거주자의 일상적 생활방식과 함께 미세먼지 영향을 회피할 수 있는 이동수단으로서 자동차에 대한 뚜렷한 선호를 보여준다.

□ 미세먼지로 인한 여가활동 변화

평소 여가시간 수준에 대해 응답자의 30.9%가 충분, 30.6%는 부족하다고 인식하여 양분화된 모습을 보인다. 여가시간의 충분함은 60대에서, 부족함은 30대에서 가장 많이 체감하고 있어 경제활동 및 자녀 양육으로 개인여가시간이 부족한 생애주기상의 특성으로 해석된다. 응답자의 평일 여가가태는 '실내 정적활동' 유형이 가장 많고(65.5%), 주말은 '실내 정적활동', '실외 정적활동'이 비슷한 비율로 나타났다(35~38%).³¹⁾ 한편 주말에는 실외 여가의 비중이 절반 이상으로(52.5%), 평일과는 다른 여가행태 및 수요를 보여준다.

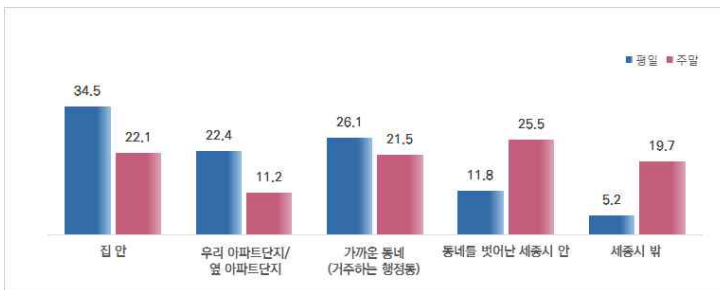
31) 정적 여가활동은 독서, 느린 산책, 낚시 등 '많이 움직이지 않는 여가'로, 동적 여가활동은 운동 등 '숨이 가쁘고 많이 움직이는 활동적인 여가'로 구분하여 설문하였다.



[그림 3-16] 평일/주말 여가활동 행태 (n=330)

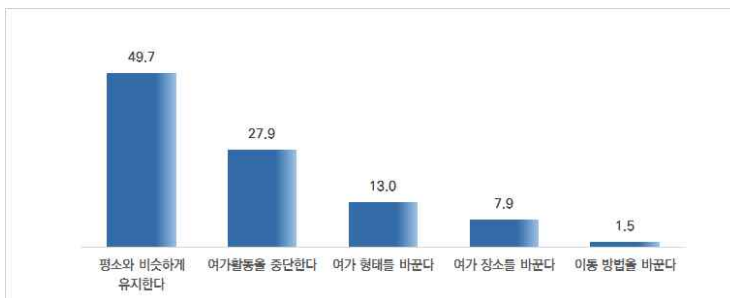
출처: 직접작성

평일 여가를 보내는 장소는 '집 안', '가까운 동네' 순이며, 여가활동 장소까지 주로 '걸어서'(62.0%), '자가 승용차'(27.8%)를 주로 이용한다. 주말 여가를 보내는 장소는 '세종시 안', '집 안', '가까운 동네' 순이며, 여가활동 장소까지 '자가 승용차' (56.4%)를 주로 이용한다는 점에서 평일 여가활동과 차이가 있다.



[그림 3-17] 평일/주말 여가활동 장소 (n=330)

출처: 직접작성



[그림 3-18] 미세먼지가 나쁠 때 여가행태 변화 (n=330)

출처: 직접작성

미세먼지가 심할 때 응답자의 절반 가량은 평소와 비슷하게 여가행태를 유지하였으

나, 여가활동을 중단하거나(27.9%) 형태·장소를 바꾸기도 하였다(20.9%). 평일 실외 여가활동의 경우, 응답자를 '실외 여가활동 선호'로 한정할 경우(n=65) 응답자의 절반 이상이 미세먼지가 심할 때 여가활동을 중단한다고 응답하였다(실외 동적여가 선호 응답자의 51.9%, 실외 정적여가 선호 응답자의 50.10%).

평상시와 미세먼지가 심할 때를 비교하면, 여가활동을 통한 신체활동 수준과 스트레스 해소 수준, 여가활동 만족도에 대해 '높다' 또는 '매우 높다'로 긍정적인 평가를 내린 응답자의 비율이 심하게 떨어지는 것으로 나타났다. 응답자 중 실외여가활동을 하는 경우에 활동량의 감소와 스트레스 해소수준이 미세먼지로 인해 크게 떨어진다는 응답자 비율이 많았다. 여가활동을 위한 비용 지출이 높다고 응답한 사람의 비율은 미세먼지가 심할 때 9% 가량 낮아졌는데, 미세먼지로 인해 여가활동이 중단됨에 따라 지출비용이 감소하는 현상으로 추정된다.³²⁾

[표 3-6] 미세먼지로 인한 여가활동 효용 변화 ('높다'와 '매우높다' 응답자의 비율 기준)

| 구 분 | 평소 | 미세먼지 | '높다' 이상 응답자 비율간 차이 (평소의 비율에서 미세먼지 심할 때의 변화량) |
|------------|-------|-------|---|
| 신체활동 수준 | 26.7% | 5.5% | -21.2% |
| 스트레스 해소 | 46.7% | 11.2% | -35.5% |
| 여가활동 비용 지출 | 13.6% | 4.5% | -9.1% |
| 여가활동 만족도 | 42.1% | 8.5% | -33.6% |

출처: 직접작성

□ 미세먼지로 인한 자녀 활동 변화

전체 응답자 가운데 미성년 자녀를 집중적으로 돌보는 주양육자(39명)를 대상으로 미세먼지 영향이 가장 우려되는 자녀 1명에 한정하여 자녀의 일상생활과 미세먼지로 인한 행태변화에 대한 대리설문을 진행하였다. 평소 미세먼지 노출이 가장 염려되는 자녀의 연령대는 '초등학생', '고등학생', '어린이집·유치원을 다니는 영유아' 등의 순으로 나타났다. 한편 '집에서 양육하는 영유아 자녀'(7.7%)는 미세먼지로 인한 걱정 비율이 다소 낮았다.

평소 자녀의 통학·등원 교통수단은 주로 '도보'(69.2%)였고, 다음으로 '자가 승용차'(17.9%), '어린이집/유치원 셔틀버스'를 주로 이용하고 있었다. 자녀의 통학·등원에 걸리는 시간은 평균 약 12분 정도로, 걸어서 이동하는 경우 10분, 자가 승용차와

32) 평상시 여가활동을 위한 비용 지출이 많다는 인식은 13.6%에서 미세먼지가 심할 때 4.5%로 감소했으며, 지출이 적다는 인식은 27.3%에서 55.5%로 크게 증가하였다.

셔틀버스 이용은 17분 정도 소요되었다. 미세먼지가 심한 날 자녀의 통학·등원 교통수단은 주로 '도보'(64.1%)라는 점에서 동일하지만, 평일 대비 도보 이용 비율이 다소 감소하고, 자가 승용차 이용 비율이 상승하였다. 이처럼 미세먼지가 심한 날 자녀의 통학·등원 교통수단을 변경할 때, 소요시간은 평균 6분 정도로 단축되었다. 보육·교육시설은 대부분 집 가까이 위치하고 이동 소요시간이 출퇴근이나 성인의 통학(대학 등) 시간에 비해 짧기 때문에 미세먼지 농도가 높을 때도 도보를 유지하는 비율이 높다.



[그림 3-19] 미세먼지 농도에 따른 자녀의 통학·등원 교통수단(n=39)

(좌) 평소, (우) 미세먼지 심한 날

출처: 직접작성

자녀가 주로 머무르는 학교, 유치원, 어린이집이 미세먼지로부터 안전하다는 인식은 약 23.1%이며, 위험 인식은 30.8%로 나타났다.

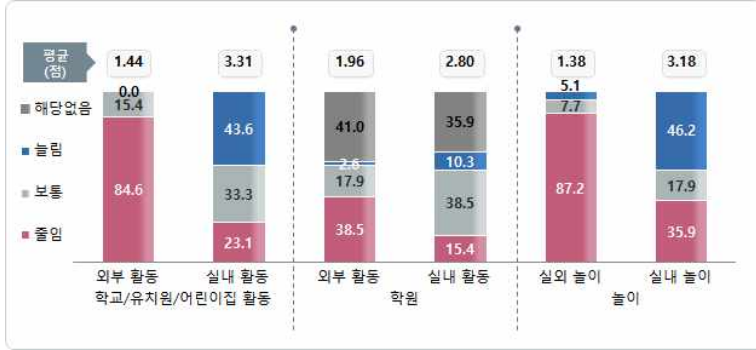


[그림 3-20] 학교/유치원/어린이집 미세먼지 안전성 인식 (n=39)

출처: 직접작성

날씨가 좋을 때 자녀는 평일 기준 약 1시간 29분 정도, 주말 기준 약 3시간 10분 정도 집 밖 야외공간에서 시간을 보내고 있다. 반면에 미세먼지가 심해지면 응답자의 80% 이상(84.6%)이 자녀의 외부활동을 줄이고 있으며, 실내 활동을 늘리는 경향을 보인다 (43.6%). 미세먼지가 심할 때 외부활동을 축소하는 영역은 학교활동과 놀이에서 가장

뚜렷하게 확인되었다. 한편 미세먼지 때문에 실외에서 놀지 못하는 자녀를 위해서는 집에서 놀게 하거나 실내놀이 공간을 찾는 등 실외여가장소를 실내공간으로 대체하는 경향이 있다.



[그림 3-21] 미세먼지 우려에 따른 자녀의 활동 조정 (n=39)

출처: 직접작성



[그림 3-22] 미세먼지 문제로 부족해지는 자녀의 놀이활동 보충 방안 (n=39)

출처: 직접작성

상기한 설문조사 결과를 통해, 미세먼지가 심할 때에도 자녀의 필수적 통행수단에 큰 변화가 없으나 야외활동의 위축으로 실내공간에 대한 수요가 증가함을 확인하였다. 여가활동은 일견 선택적 활동으로 간주되어 공간적 대응의 우선순위가 떨어지기 쉬우나, 삶의 질에 지대한 영향을 미치는 활동인 한편 성장기 아동의 건강한 발달에 미치는 영향이 크기 때문에 미세먼지의 위험에서 자유로운 여가활동장소를 조성할 필요가 있다.

□ 미세먼지 관련 도시건축환경 분야 대책별 필요성 인식

행복도시 거주자들은 미세먼지 불편을 줄이기 위한 정책사업 가운데 ‘미세먼지 흡착하는 숲놀이터, 숲산책로’ 조성, ‘버스 내부 공기정화기 설치’, ‘어린이를 위한 공공 실내놀이공간 조성’의 필요성이 높다고 응답하였다. 또한 평소 자가 승용차 이용 횟수를 줄일 의향은 22.4% 정도에 머물렀지만, 미세먼지가 심할 때는 43.0%가 줄일 수 있다는 의지를 보인다. 이는 고농도 미세먼지 여건에서 대중교통 이용을 권장하고 대기 중 미세먼지 농도를 낮추고자 하는 정부의 미세먼지 저감대책이 실효성을 거두기에 양호한 여건인 한편, 대중교통 이용의 장애요소를 줄여나가야 할 필요성을 보여준다.

상주공간을 대상으로 한 건축도시환경분야 대책에 대한 필요도 조사 결과, ‘미세먼지 농도 측정기 설치’(4.12점) > ‘고성능 환기필터 설치’(4.02점) > ‘미세먼지 안심 휴게 공간 마련’(3.98점) 순으로 필요도가 높았고, 20대는 ‘미세먼지 분해 광촉매 페인트 도색시범사업’, 30대는 ‘개별 실마다 고성능 환기필터 설치’, 40-60대는 ‘미세먼지 농도 측정기 설치’에 대한 필요성을 높게 인식하였다. 또한 초등학생 이하 자녀가 있는 가구는 ‘고성능 환기필터 설치’에 대한 수요가 높아, 미세먼지 민감계층이면서 외부의 교육·보육 기관에서 장시간 실내활동을 하는 유아동의 생활방식을 반영하고 있다.

여가공간을 대상으로 한 건축도시환경분야 대책은 ‘미세먼지 흡착 숲놀이터, 숲산책로 조성’(4.20점) > ‘어린이를 위한 공공실내 놀이공간’(4.13점) > ‘성인을 위한 공공 실내 운동공간’(4.00점) 순으로 필요도가 높다고 응답하였다. 20-40대 및 자녀가 있는 학부모의 경우 ‘미세먼지 흡착하는 숲놀이터, 숲산책로 조성’을, 50-60대는 ‘어린이를 위한 공공실내 놀이공간 조성’ 필요성을 높게 인식하였다.

이동공간을 대상으로 한 건축도시환경분야 대책은 ‘버스 내부 공기정화기 설치’(4.15점) > ‘미세먼지 흡착 수목을 심은 안심 보행동선망 마련’(4.09점) > ‘대중교통 미세먼지 농도 측정기 설치’(4.06점)의 필요도가 높게 나타났다. 20-30대는 ‘미세먼지 흡착 수목을 심은 안심 보행동선망 마련’을, 40-50대는 ‘버스 내부 공기정화기 설치’를, 60대는 ‘대중교통 미세먼지 농도측정기 설치’의 필요도를 높게 인식하는 경향을 확인하였다.

상기한 공간개선 방안에 대한 응답자의 선호는 여가와 이동, 상주공간 전체에 걸쳐 고르게 높으나, 일부 대책의 경우 국내에 시범사업 등으로 적용 초기단계이고 효과에 대한 평가가 완료되지 않은 사례를 포함하고 있다. 각 개선방안에 대한 선호수준은 현재 미세먼지의 영향으로 응답자들이 겪은 불편함을 반영한 의견으로 해석하되, 향후 공간개선 사업을 실행하기 앞서 대책의 효용에 대한 면밀한 검토가 이루어져야 한다.

[표 3-7] 미세먼지 관련 생활환경의 대책 필요성 인식

| 구분 | 대책 | 5점 평균(점) | 순위 |
|----|----------------------------|----------|----|
| 여가 | 미세먼지 흡착하는 숲놀이터, 숲산책로 | 4.20 | 1 |
| 이동 | 버스 내부 공기정화기 설치 | 4.15 | 2 |
| 여가 | 어린이를 위한 공공실내 놀이공간 | 4.13 | 3 |
| 상주 | 미세먼지 농도 측정기 설치 | 4.12 | 4 |
| 이동 | 미세먼지 흡착 수목을 심은 안심 보행동선망 마련 | 4.09 | 5 |
| 이동 | 대중교통 미세먼지 농도 측정기 설치 | 4.06 | 6 |
| 상주 | 개별 실마다 고성능 환기필터 설치 | 4.02 | 7 |
| 여가 | 성인을 위한 공공실내 운동공간 | 4.00 | 8 |
| 상주 | 미세먼지 안심 휴게공간 마련 | 3.98 | 9 |
| 여가 | 야외형 공기정화탑 | 3.98 | 10 |
| 이동 | 미세먼지 분해 광촉매 페인트 도색시범사업 | 3.95 | 11 |
| 여가 | 공원 등 야외공간에 미세먼지 대파필터 마련 | 3.92 | 12 |
| 이동 | 대중교통망 확충 | 3.91 | 13 |
| 이동 | 미세먼지 안심 버스정류장 만들기 | 3.83 | 14 |
| 여가 | 여가공간에 미세먼지 신호등 설치 | 3.80 | 15 |
| 이동 | 보행로 중간에 미세먼지 대피시설(쉼터) 마련 | 3.76 | 16 |
| 상주 | 미세먼지 위기시 재택근무/E-러닝 확대 | 3.64 | 17 |
| 이동 | 자동차2부제 시행 | 3.51 | 18 |

출처: 직접작성

3. 미세먼지가 아동의 행태에 미치는 영향

행정중심복합도시가 속한 세종특별자치시는 전국 광역자치단체 가운데 거주자 평균 연령이 낮고 아동 비율이 높은 편으로, 미세먼지의 영향으로부터 이들을 보호하기 위한 적극적 대책이 필요한 실정이다. 앞서 주양육자 대리응답 설문조사를 통해 일부 확인한 어린이의 일상적 행태와 미세먼지로 인한 영향을 보다 구체적으로 알아보기 위해, 육아를 주제로 한 온라인 커뮤니티에서 미세먼지 주제의 게시글을 분석하고 초등학교 학부모를 대상으로 포커스그룹 인터뷰를 진행하였다.

1) 미세먼지에 대한 온라인 커뮤니티 반응

미세먼지 수치에 따른 주민의 관심 정도와 주요 관심사를 파악하기 위해, 행정중심복

합도시가 위치한 세종시의 대표적인 온라인 커뮤니티 '세종맘카페'에서 2018년 3월부터 5월까지, 2019년 3월부터 5월까지의 미세먼지 관련 게시글을 수집하여 미세먼지 수치 정도별 커뮤니티의 게시글 수와 게시글 경향을 분석하였다.³³⁾³⁴⁾

미세먼지 수준에 따른 '미세먼지' 키워드 게시글의 경향을 파악하기 위해 실생활에서 체감하는 정도에 따라 미세먼지 나쁨 수준을 4단계로 구분하였다. 현재 환경부(한국환경공단) 기준치로는 미세먼지 단계가 '좋음-보통-나쁨-매우나쁨'의 4단계로 구분되어 있으나, 본 연구가 지향하는 생활밀착형 미세먼지 대응의 주안점인 공공·도시의 부공간의 미세먼지 노출시간 최소화를 염두에 두고,³⁵⁾ 출근·등교가 시작되는 오전 7시부터 일몰시간인 오후 7시까지 12시간 동안의 미세먼지 농도에 주목하여 미세먼지 체감 수준을 재설정하였다.³⁶⁾

[표 3-8] 국내 미세먼지 예보 기준 (단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

| | 좋음 | 보통 | 나쁨 | 매우나쁨 |
|-------|------|-------|--------|--------|
| 초미세먼지 | 0~15 | 16~35 | 36~75 | 76 이상 |
| 미세먼지 | 0~30 | 31~80 | 81~150 | 151 이상 |

출처: 에어코리아, http://www.airkorea.or.kr/web/dustForecast?pMENU_NO=113
(접속일: 2019. 9. 12.)

[표 3-9] 미세먼지 관련 생활환경의 대책 필요성 인식

| | 적용 기준 | 비고 |
|--------|--|--------------------------|
| 체감 1단계 | - 행정중심복합도시 내 측정소 두 곳(아름동, 한솔동) 모두에서 - 미세먼지 농도 또는 초미세먼지농도가 '미세미세'앱 기준 '나쁨'이 주간시간대(7~19시) 중 4회 미만 | 체감 2~4단계 해당 일자를 제외한 모든 날 |
| 체감 2단계 | - 행정중심복합도시 내 측정소 두 곳(아름동, 한솔동) 모두에서 - 미세먼지 농도 또는 초미세먼지농도가 '미세미세'앱 기준 '나쁨'이 주간시간대(7~19시) 중 4회 이상 기록되었으나 환경부 기준에서는 '나쁨'이 4회 미만인 날 | |
| 체감 3단계 | - 행정중심복합도시 내 측정소 두 곳(아름동, 한솔동) 모두에서 - 미세먼지 농도 또는 초미세먼지농도가 환경부 기준 '나쁨'이 주간시간대(7~19시) 내 4회 이상 기록된 날 | |

33) 세종맘카페 (URL:<https://cafe.naver.com/no1sejong>, 검색일 2019.08.21.)

34) 세종맘카페는 인터넷 포털서비스에 개설되어 자녀육아정보와 생활정보를 비롯해 각종 지역소식을 공유하는 커뮤니티로, 33만여 명의 회원이 가입되어 있다.

35) 미세먼지는 대기가 정체되는 심야에서 새벽까지 고농도 미세먼지가 쌓였다가 낮시간에 해소되는 경향이 있는데, 일 단위 평균 자체보다는 주간시간대의 미세먼지 농도가 활동 자체에 영향을 미치기 때문에 주간시간대 농도로 한정하였다.

36) 일몰시간은 2018년 4월 중순 기준

| 적용 기준 | | 비고 |
|--------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 체감 4단계 | - 미세먼지 긴급재난주의보 또는 경보가 발령되어 긴급재난문자 발송 | 대기환경보전법 시행 규칙 [별표 7]의 기준 에 따름 |

출처: 직접작성

세종مام카페의 미세먼지 키워드 관련 글은 ‘부정적 글’, ‘행태 관련 글’, ‘정보 관련 글’로 분류했다. 관심사 분류 기준은 게시글의 내용이 미세먼지 관련 불만과 부정적 문제 인식에 해당하면 ‘부정적 글’, 외출 여부나 행동 요령 결정과 관련되면 ‘행태 관련 글’, 현재나 미래의 미세먼지 농도에 대한 문의나 정보의 공유 등에 해당하면 ‘정보 관련’으로 구분하고 중복적으로 적용하였다.

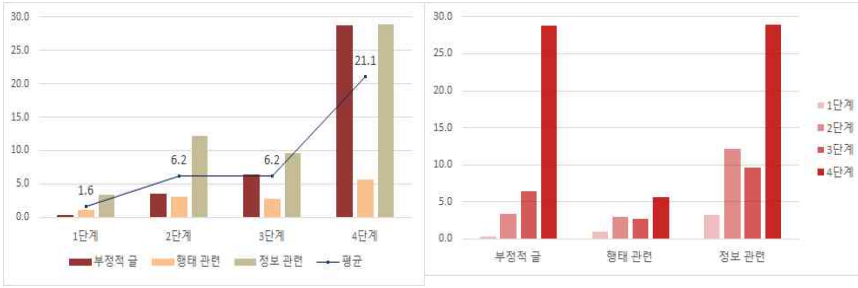
분석 결과, 미세먼지 게시글의 전체적인 경향은 미세먼지 체감수치가 높아질수록 게시글 수가 뚜렷하게 증가하였다. 특히, 체감 4단계인 미세먼지 긴급재난문자 주의보 발령 이후 일 평균 게시글 수가 3배 이상 급격하게 증가하였다.

[표 3-10] 미세먼지 체감수준에 따른 미세먼지 주제 게시글 수 (일 평균)

| 구분 | 부정적 글 | 행태 관련 | 정보 관련 | 평균 |
|--------|-------|-------|-------|------|
| 체감 1단계 | 0.4 | 1.1 | 3.3 | 1.6 |
| 체감 2단계 | 3.4 | 3.0 | 12.1 | 6.2 |
| 체감 3단계 | 6.5 | 2.7 | 9.6 | 6.2 |
| 체감 4단계 | 28.7 | 5.6 | 28.9 | 21.1 |

출처: 직접작성

게시글의 주요 내용을 살펴보면, 부정적 게시글에서는 눈에 보이는 대기 상태를 걱정하는 글과 외출 후 목의 통증을 호소하는 글, 아이들에게 미칠 수 있는 영향을 우려하는 글 등이 많았다. 특히 미세먼지 경보문자가 연속적으로 발령되었던 2019년 3월 1일부터 3월 8일 사이에는 미세먼지에 관한 부정적 게시글이 급증하였다. 이 시기에는 대기가 매우 좋지 않은 상태가 지속되면서 “애들 데리고 체험학습 많아서 가보려고 했는데 미세먼지가 너무 안 좋아서 좋은 행사를 못가”는 것이 아쉽다는 글, “아이들 데리고 호수공원 구경 같까 했는데 미세먼지”로 인해 갈 수 없다는 글, “근교 떠날 곳이 없”어 아들이 “매일 집에서 텔레비전만 보”는 것을 걱정하는 글, 미세먼지 수치가 높지 않았을 때 “아이 데리고 나가니” 아이가 “너무 행복하다고” 말했던 것을 안타까워하는 글 등, 자녀가 야외활동을 마음껏 할 수 없는 것에 대한 불만이 두드러졌다.



[그림 3-21] 미세먼지 체감농도에 따른 온라인 커뮤니티의 미세먼지 관련 게시물 경향

(좌: 체감단계별 변화, 우: 게시물 주제별 변화)

출처: 직접작성

미세먼지 정보 관련 글은 가정용 또는 외부공간에서 휴대가능한 미세먼지 측정기를 이용해 특정 공간의 미세먼지 농도를 직접 측정하고 수치를 공유하거나 측정을 요청하는 등 미세먼지 농도를 보다 정확하게 알고자(알리고자) 하는 경향이 나타난다. 특히 스마트폰 앱의 미세먼지 수치를 가정용 측정기와 비교했을 때 차이가 있는지, 또는 “뿌영던 시야가 조금 깨끗해졌는데 미세먼지(가) 좋아졌는지” 문의하거나 “(지금 수치에서) 환기시키면 안 될까요?”라고 묻는 글이 꾸준히 작성되었다. 이러한 질문들은, 공식적으로 측정되어 발표되는 미세먼지 수치가 실제 생활공간의 미세먼지 농도와 다르다는 인식을 바탕으로 하며, 한국환경공단이 공식적으로 발표하는 실시간 수치와 개인이 측정한 미세먼지 수치가 다르다는 게시글이 지속적으로 작성, 공유됨에 따라 온라인 커뮤니티 이용자에게 상당한 공감대를 형성한 상황이다.

행태와 관련된 글의 개수는 미세먼지 정도와 연관성을 보이기보다는 비교적 꾸준히 작성된다는 점에서 부정적 글, 정보 글과는 구분되는 특징이 나타난다. 행태 관련 글에서 주를 이룬 내용에는 미세먼지로 인한 외출 빈도와 관련된 글, 미세먼지를 피해 자녀와 함께 갈만한 실내 공간 또는 교외나 행사장소로의 외출가능 여부를 묻거나 후기를 공유하는 글 등이 있다. 구체적인 내용으로는 미세먼지로 인해 외출을 못하는 상황을 공유하거나, “언제쯤 나갈 수 있을”지, 자녀와 산책하기 위해 현재 미세먼지가 있는지 문의하는 글, “다음 주 어린이집 소풍에 미세먼지(가) 나쁘면 안 보낼까 고민” 하는 글과 같이 미세먼지로 인해 겪는 외출의 불편함과 관련된 글이 다수를 이룬다.

이밖에도 향후 대기 상태가 좋아진다는 정보에 따른 “아이(를) 데리고 갈만한...행사”를 문의하고, 대기 상태에 따라 외출, 산책 또는 실내공간을 찾는 경험을 공유하는 다수의 글을 통해 미세먼지에 민감하게 반응하고 대처하는 시민들의 생활상을 읽을 수 있었다.

2) 포커스그룹 인터뷰

□ 인터뷰 개요

초등학생 또는 미취학 아동의 주양육자를 대상으로 개별 면담을 진행하여 아동의 일상 행태와 생활공간 사용을 중심으로 미세먼지 영향을 이해하고, 적합한 미세먼지 대응방안을 모색하고자 하였다.

심층인터뷰에 참여한 11명의 여성은 모두 취학 아동의 주양육자로, 행정중심복합도시 2-3생활권(첫마을)에 거주하고 있었으며, 참여자의 자녀들이 다니는 초등학교는 3군데였다(참샘초등학교, 미르초등학교, 한솔초등학교). 인터뷰 대상자 가운데는 초등학교 교사, 유치원 교사로 근무하며 어린이가 장시간 머무는 장소의 실내공기질 관리의 경험이 있는 2명이 포함되었다.

응답자들은 자녀가 미세먼지가 일상생활에 미치는 영향을 조사하는 질문에 응답하고, 맵핑과 통행일지(travel diary)를 통해 자녀의 일상시간 외부활동이 있어 미세먼지 수준에 영향을 받는 평일 하루를 선택한 후, 공기질이 양호할 때 각 장소에 머무는 시간과 이동방식 등에 대해 통행일지를 작성하고 고농도 미세먼지가 발생했을 때 이동 패턴이 어떻게 바뀌는지를 조사하였다.

[표 3-11] 인터뷰 개요

| 구분 | 조사내용 |
|-------|--|
| 목적 | - 행정중심복합도시에 거주하는 아동의 생활패턴 및 미세먼지 영향 파악 |
| 대상 | - 인프라 공급 등 주거정착이 안정적으로 이루어진 2-3생활권을 대상으로 인터뷰 희망자를 모집함 - 초등학교에 다니는 자녀 연령대의 부모 대상 |
| 일시 | - 2019년 11월 7일(목) 오전 9시~오후 6시 |
| 방법 | - 총 11명을 대상으로, 1명씩 면담으로 50분간 진행 - 인터뷰 진행: 강현미 부연구위원(건축도시공간연구소), 최이명 박사(두리공간환경연구소) - 약식 통행일지 및 면담 질문지를 활용한 인터뷰 - 지도를 활용해 일상적 방문장소와 동선 맵핑 |
| 핵심 질문 | - 자녀와 부모의 평소 이동수단에 대한 선호, 습관, 목적지에 대한 선호 - 자녀가 학교 및 동네 생활 중 미세먼지에 대한 노출 수준 및 행태 영향 - 미세먼지 회피와 신체활동 부족이라는 복합적인 고민이 발생하는 지점과 대책 |

출처: 직접작성

[표 3-12] 인터뷰 참여자 특성

| 참여자 | 거주지 | 자녀 | 응답자 거주지 |
|-----|--------|-----------------|--|
| A | 첫마을1단지 | 8세 남아 2명 |  |
| B | 첫마을1단지 | 8세 여아, 11세 남아 | |
| C | 첫마을2단지 | 7세 여아, 10세 남아 | |
| D | 첫마을3단지 | 7세 여아, 11세 여아 | |
| E | 첫마을3단지 | 6세 남아 3명, 9세 남아 | |
| F | 첫마을5단지 | 10세 남아 | |
| G | 첫마을7단지 | 5세남아, 8세 남아 | |
| H | 첫마을7단지 | 5세남아, 8세 여아 | |
| I | 첫마을7단지 | 8세 여아 11세 여아 | |
| J | 첫마을7단지 | 8세 남아 | |

출처: 직접작성

□ 부모의 성향

· 평상시 부모의 통행수단 선호와 운전습관

놀이를 비롯한 어린이의 외부활동은 부모의 성향과 양육태도의 영향을 많이 받음을 고려하여, 인터뷰에 응한 대부분의 주양육자 여성들은 걷기보다는 차량 이용을 선호 하며, 평일에도 자가 승용차를 운전한다고 밝혔고(10명 중 9명), 그 중 일부는 가까운 거리도 걷지 않고 반드시 승용차를 타고 이동한다고 밝혔다. 해당 질문과 관련하여 자가 승용차 이용을 선호하는 응답자의 대부분은, 평일에 자녀 양육과 통행 보조를 위해서는 자가 승용차가 필수적임을 밝혔고, 첫마을 안에서는 물론 옆 생활권(2~2생활권, 새롭동)으로 아이와 함께 이동할 때에도 대중교통으로는 매우 불편함을 언급하였다.

· 미세먼지에 대한 주양육자의 민감도

미세먼지 문제에 대해서는 10명 중 3명이 ‘매우 민감함’ ‘민감함’이라고 응답하고, 나머지는 대부분은 ‘약간 민감함’ ‘보통’ 또는 ‘둔감한 편’이라고 응답했는데, 이들은 공통적으로 ‘몇 년 전부터 미세먼지 문제가 부각됨에 따라 미세먼지 문제와 건강영향에 대해 매우 민감했으나, 최근 들어서는 미세먼지 해결 방안과 노출 회피 방안이 마땅하지 않고 아이들의 외부활동을 모두 통제할 수 없는 여건을 수용’하며 미세먼지 문제에 둔감해져 가고 있음을 공통적으로 언급하였다. 다만 ‘미세먼지에 대해 둔감해져간다’는 인터뷰 참여자들의 표현은 극도의 우려와 불안이 줄어들었다는 의미로, 대부분의 학부모들은 여전히 같은 학부모 그룹이나 친구들과 간의 메신저, SNS, 온라인 커뮤니티

등을 통해 미세먼지 수치에 대한 정확한 측정값 또는 심각수준에 대한 경고에 주의를 기울이고 있었다. 미세먼지 수치 자체에 관심을 가지고 각자 설정한 기준을 따라 자녀의 외출 여부를 결정한다고 밝힌 참여자도 있었다(3명).

□ 어린이의 일상생활에 대한 미세먼지의 영향

· 미세먼지가 어린이의 등하교 방식에 미치는 영향

응답자의 자녀들은 대부분 걸어서 5~10분 거리의 초등학교에 통학하며, 미세먼지가 나쁠 경우에도 도보로 통학하고 있었다. 다만 미세먼지 마스크를 잘 착용하도록 보호자가 동행하여 도보로 등교하기도 했고, 일부 주양육자는 본인이 미세먼지 마스크의 효과를 신뢰하지 않거나 아이가 제대로 착용하지 않고 몰래 벗는 습관 등을 언급하며 미세먼지 마스크를 굳이 착용시키지 않는 경우도 있었다.

· 미세먼지가 방과 후 활동에 미치는 영향

평일에 어린이의 일상생활 가운데 가장 많이 영향을 받는 것은 방과 후의 놀이활동으로, 날씨와 미세먼지 수준이 좋을 때 집이나 학교 근처의 놀이터에서 보통 20분~1시간 사이의 놀이를 하지만 미세먼지가 나쁠 경우 집이나 친구의 집에서 시간을 보내는 현상이 공통적으로 관찰되었다. 아이의 성향과 가족관계에 따라서는 집안에서의 놀이가 원활하고 만족스러운 경우도 있었으나(3명), 상당수의 어린이들은 집 안에서의 활동을 답답해하며, 미디어에 노출이 잦아지고 짜증을 부려 힘들다는 의견도 있었다.

반면 미세먼지가 심한 경우에도 학원 등의 일과는 그대로 유지되었는데, 이 경우에도 평상시 걸어서 가던 학원을 주양육자가 자가 승용차로 데려다주고 집에 데려오는 경우가 다수 발견되었다. 한편 미세먼지로 운동량이 줄어드는 스트레스를 해소하기 위해 검도, 태권도, 방승댄스, 수영, 줄넘기 등 신체활동을 할 수 있는 기회를 마련하는 경우도 있었다(4명).

학교와 학원 외의 자유로운 여가활동 장소로 복합커뮤니티를 이용하기에는 공간이 협소하고 이용자가 많아 이용에 불편하다는 의견과 함께, 사전 이용등록 없이 편하게 들를 수 있는 일부 장소(단지 내 작은도서관 또는 복합커뮤니티의 도서관)는 대부분 정적인 여가만 허용하는 곳으로, 고농도 미세먼지에 답답해하며 활동적인 여가를 원하는 아이들의 필요를 충족하지 못한다는 지적도 있었다.

초등학교 저학년(8~10세) 자녀를 양육하는 사람들 중 일부는, 첫마을의 복합커뮤니

티시설의 위치와 프로그램 제공이 우수한 편이나 이후에 조성된 다른 복합커뮤니티 시설에 비해 장소의 활용성이나 아동 활동에 대한 지원수준이 떨어지고, 유아와 청소년 사이에서 초등학교 저학년의 활동공간이 상대적으로 적은 데 불만을 표시하였다.

· 미세먼지가 주말의 여가활동에 미치는 영향

미세먼지가 심하지 않은 주말을 세종시에서 보낼 경우 아이와 함께 호수공원, 국립세종도서관을 방문하는 응답이 많았다. 국립세종도서관은 장서가 많고 내부에 어린이 도서관이 따로 있으며, 바로 앞에 어린이놀이터가 있어 다양한 활동을 장시간 할 수 있다는 점에서 선호도가 높았다.

미세먼지가 심하지 않은 주말에는 서천, 공주 등 인근 지역에 여행을 떠나거나 캠핑을 가는 경우가 있었고, 대전은 박물관 등 문화시설이 많아 아이를 동반한 여가활동 목적으로 선호되었다.

미세먼지가 심한 주말에는 외출을 삼가고 집에 머문다는 의견도 상당히 있었으나, 이 가운데 대부분은 아이들의 불만과 외출에 대한 욕구를 해소하기 위해 대형판매시설(이마트 등)나 규모가 큰 도서관(국립세종도서관), 대형서점 2개가 한 블록에 입점한 복합쇼핑몰(에비뉴힐) 등을 찾는다고 응답하였다.

한편 학부모의 미세먼지 민감수준과 미세먼지 농도가 높을 때 자녀의 활동을 조정하는 방식을 대응한 결과(표 3-12), 미세먼지에 민감하다고 응답한 학부모도 주말에는 실내공간에서의 활동을 유지하는 경향이 있고, 평일과 주말 모두 외부공간에서의 활동을 축소하는 경향을 확인하였다.

[표 3-12] 미세먼지 농도가 높을 때 자녀의 선택적 활동 조정 방식

| 학부모의 미세먼지 민감수준* | 활동 조정 방식 | 활동공간 | |
|-----------------------|----------------|---------------------|----------------------------|
| | | 평일 | 주말 |
| 1 | 축소 | -아파트단지 내 놀이터 | -실외활동 전반 |
| | 유지 | | -영풍문고(에비뉴힐) -코스트코 |
| 2 | 축소 | -실외활동 전반 | |
| | 유지 | -(한솔동) 복합커뮤니티센터 도서관 | -동네 공원 -동네 커뮤니티활동(벼룩시장) |
| 2 | 축소 | -원수산, 비학산 등 숲 산책 | -실외활동 전반 |
| | 유지 | -(한솔동) 복합커뮤니티센터 도서관 | -이마트 |
| 3 | 축소 | -실외활동 전반 | -실외활동 전반 |

| 학부모의 미세먼지 민감수준* | 활동 조정 방식 | 활동공간 | |
|-----------------------|----------------|---|--|
| | | 평일 | 주말 |
| 3 | 유지 | -(한솔동) 복합커뮤니티센터 도서관 | |
| | 축소 | -아파트단지 내 놀이터 -아파트단지 내 작은도서관 | -원수산, 비학산 숲산책 |
| | 유지 | | -국립도서관 -영풍문고,교보문고(에비뉴힐) |
| 3 | 축소 | -단지내 작은도서관 -금강변 산책 | -금강변 -전월산 숲놀이터 -기타 공원 |
| | 유지 | | -동네 키즈카페 -롤러스케이트장 -영풍문고(에비뉴힐) -숲놀이터 |
| | 축소 | (자동차로 이동하며 활동 유지) | -숲놀이터 |
| 4 | 유지 | -이마트 | -박물관(대전) |
| | 축소 | -아파트단지 내 놀이터 -아파트단지 근처 어린이공원 | -실외활동 전반 |
| 5 | 유지 | | -국립세종도서관 -대형마트 -영풍문고(에비뉴힐) |
| | 축소 | -아파트단지 내 놀이터 -원수산 숲산책 | -실외활동 전반 |
| 6 | 유지 | -(새롬동) 복합커뮤니티센터 도서관 -(한솔동) 복합커뮤니티센터수영장 | |
| | 축소 | -아파트단지 내 놀이터 | -실외활동 전반 |
| 6 | 유지 | | |

출처: 직접작성

* 미세먼지 민감수준은 매우민감(1)에서 매우 둔감(7)에 이르는 7점 척도로 질문

※ 인터뷰 결과, 방과 후 활동으로 학원 참석은 필수적 활동 성격이 강하고, 실외활동인 경우 자체 지침에 따라 미세먼지 농도가 나쁠 때 실내에서 이루어지거나 취소되기 때문에 활동 조정의 대상이 아니라고 판단하여 분류에서 제외함

· 미세먼지 영향에 대응하는 행정중심복합도시 공간개선 방안에 대한 의견

인터뷰 참여자 중 일부는 초등학교 교실과 복도 등 자녀가 오랜 시간 보내며 공부하고 놀이하는 공간에 대해 체계적인 실내공기질 관리가 이루어지지 않는 데 대한 지적과 함께 불안감을 표현하였다(3명). 그러나 담임교사가 실내공기질을 잘 관리하고 있는

지를 확인할 방법이 없고, 교사에게 개별적으로 연락하는 부담으로 인해 별도의 조치를 취하지 않는 상황이다.

또한 참여자 가운데 다수는 행정중심복합도시의 인근의 대전광역시에 비해 박물관 등 일정 규모와 볼거리를 갖춘 문화시설이 부족하여, 미세먼지가 심한 주말에 아이와 함께 방문할 실내공간을 찾기 어렵다는 의견을 제시하였다(6명). 일부 참여자는 박물관 등 실내공간에서도 공기청정기가 있는 미세먼지가 가동되는지를 확인하거나 해당 정보를 사전에 조사하고 방문하기도 하였으며, 공간 규모에 비해 공기청정기의 성능이 부족하지 않은지에 대해서 우려를 표하기도 하였다(2명). 여가공간 부족에 대한 이들의 경험은, 미세먼지가 나쁠 때에도 초등학교 저학년을 비롯해 각 연령층의 아동들이 시간을 보낼 수 있는 여가공간이 충분한지에 대해 공공이 검토하고 부족분을 조성해야 한다는 의견으로 종합되었다.

학부모 인터뷰를 통해, 유동인구 분석이나 설문조사로는 발견하기 어려운 구체적인 개선사항도 접할 수 있었다. 도보접근 가능한 대표적 실내여가시설인 '작은 도서관'의 경우 공간이 불편할 뿐 아니라 장서가 적어 이용이 어려우므로 접근성과 시설에 대한 개선과 더불어 도서 서비스에 대한 개선도 병행되어야 한다는 의견이 대표적인 사례이다. 또한 대규모 여가공간의 경우 주거지에서 보행으로 접근하기 어려운 위치에 있어 어린이 단독으로 또는 어른이 어린이를 동행하고 대중교통을 이용하기 힘들고, 현실적으로 미세먼지가 심한 날일수록 자가 승용차를 더욱 이용하게 되므로 주차 수요 증가에 대비해 주차공간 확충이 이루어지면 좋겠다는 의견도 개진되었다.

□ 포커스그룹 인터뷰의 시사점

인터뷰 참여자들은 자신의 경험을 바탕으로 미세먼지가 아동의 일상에 미치는 부정적인 영향, 미세먼지 영향의 관점에서 주요 장소들에 대한 평가와 함께 개선에 대한 요구사항을 구체적으로 서술하였다. 미세먼지에 대응하는 방식은 양육자의 태도와 자녀의 성향 및 발달수준(연령)에 따라 차이가 있으나, 아동의 자유로운 외부활동을 제약하는 요소로 미세먼지에 대한 우려를 공통적으로 확인할 수 있었다. 이들이 거주하는 2-3생활권은 복합커뮤니티센터로의 접근성이 우수하고 공원녹지가 풍부하여 인터뷰 참여자에게 전반적으로 만족감을 주고 학교와 보육시설의 실내공기질 관리에도 신뢰수준이 높으나, 어린이들이 안심하고 머물 수 있는 실내공간이 부족하고 주요 장소의 미세먼지 수준에 대한 정보제공이 부족한 점은 개선이 필요하다.

4. 소결: 행복도시 거주자의 행태와 미세먼지 영향

미세먼지가 행정중심복합도시 거주자의 생활방식에 미치는 영향을 유동인구 빅데이터 분석, 설문, 온라인 커뮤니티 게시물 내용분석과 포커스그룹 인터뷰를 통해 다각으로 조사하였다. 상기한 조사방법론들은 거주자의 일상적 행태 특성을 파악하고 미세먼지 노출양상을 입체적으로 이해하는 데 상호보완적으로 기여하였다.

우선 유동인구 빅데이터는 방대한 데이터를 빠르게 탐색함으로써 현상에 대한 직관적 통찰을 제공한다. 행복도시 거주자가 밀집하는 장소와 미세먼지로 인해 달라지는 패턴을 시간대와 연령, 성별에 따라 구분하여 분석함으로써, 필수적 활동과 선택적 활동을 구분하고 미세먼지로 인해 행태가 달라지는 주요 지점의 위치와 성격을 파악하여 행태 분석과 공간적 대응의 틀을 마련하였다.

설문조사는 거주자의 생활상을 구체적으로 조사하면서 미세먼지 여건하에서 불가피한 외부활동의 성격과 노출수준을 파악하는 데 활용하였다. 일상적 활동을 미세먼지 여건에서도 불가피한 외출과 여가활동으로 구분하고, 단시간 내 미세먼지 노출수준이 높은 이동환경과 미세먼지에 취약한 어린이의 활동에 대한 설문을 포함하였다. 설문문에 이어 포커스그룹 인터뷰와 온라인 커뮤니티의 미세먼지 주제 게시물 분석을 병행하면서 어린이의 생활과 미세먼지의 관계를 활동 속성 및 장소의 단위로 조사하였다.

이상의 행태조사 결과를 종합하면, 필수적 활동과 선택적 활동 모두에서 외부활동은 위축되는 현상이 있으며 그 장소는 학교, 외부놀이공간, 이동환경 등에 걸쳐 있다(표 3-13). 필수적 활동은 그 자체가 위축되기보다는 어느 정도의 미세먼지 노출을 감수하고 개인적 대비(이동수단 변경과 마스크 착용)로 대응한다는 점이 특징이다. 실내 공간은 실외 활동을 대체하기 위한 대안이므로 공기질 관리가 중요하다. 교실, 사업장 등 체류시간이 긴 공간을 중심으로 실내공기질을 관리하고 출퇴근 등 불가피한 이동과 관련하여 대중교통 이용시 미세먼지 노출수준을 줄일 필요가 있다. 실외공간에서의 활동 위축은 특히 여가활동에서 두드러지는데, 아동의 실외여가가 감소하는 데 그치는 것이 아니라 대체공간을 찾는 현상은 여가가 아동의 삶의 질에서 차지하는 비중을 반영하고 있다. 마지막으로 실시간·현재 위치의 미세먼지 농도에 대한 정보, 미세먼지로부터 안전한 장소와 활동 프로그램에 대한 정보제공에 대한 요구가 나타나, 공간적 대응과 함께 정보제공방식에 대한 개선도 고려되어야 함을 알 수 있다.

[표 3-13] 거주자 행태조사에서 나타난 주요 활동-공간별 미세먼지 영향

| 구분 | 미세먼지 영향 방식 | | 관련 조사결과 | | | |
|-------|---|---|-----------|--------|--------------|------------|
| | 실내공간 | 실외공간 | 유동인구 빅데이터 | 거주자 설문 | 온라인 커뮤니티 게시물 | 아동-학부모 인터뷰 |
| 필수 활동 | - 학교와 보육시설 실내공간 공기 질에 대한 우려가 있으나 활동 자체는 유지 | - (어린이·청소년) 학교와 보육 시설에서 외부활동의 취소·축소를 기대 | | ○ | ○ | ○ |
| | - 실내체육·놀이시설 등을 이용해 아동의 신체활동 보충 | | | ○ | | ○ |
| | - 직장생활을 위한 필수적 외출의 비중이 높고, 실외체류시간이 길수록 미세먼지로 인한 삶의 질이 나빠짐을 체감 | | | ○ | | |
| | | - (어린이·청소년) 미세먼지가 나쁜 날에도 등교는 일상적으로 유지됨 | ○ | ○ | | ○ |
| | | - (어린이·청소년) 미세먼지가 나쁜 날 오후에는 학교 밀집 지역 유동인구 감소 | ○ | | | |
| 선택 활동 | - 실내공간 미세먼지 농도에 대한 실측 정보 공유 | - 외부 미세먼지 농도에 대한 실측 정보 공유 | | | ○ | |
| | - 미세먼지가 나쁠 때 규모가 큰 내공간 방문 증가 | - 미세먼지가 나쁠 때 실외 여가 활동 감소 | ○ | ○ | | |
| | | - (어린이) 바깥놀이를 축소하고 실내활동으로 전환 | | ○ | | ○ |
| | - 여가활동의 부족을 대체하기 위한 공간으로 대규모 판매시설이나 학원, 키즈카페 등을 찾음 | | | ○ | ○ | ○ |
| 이동 | | - 출근시간 이동공간에 유동인구 집중 | ○ | | | |
| | - 대중교통 차량 안에서 보내는 시간이 상당하며, 버스 실내공기질 개선에 대한 거주자 선호도 높음 | - 미세먼지가 나쁠 때 출근, 통학 교통수단으로 자가승용차 이용이 소폭 증가, 대중교통으로의 수단변경은 미미함 | | ○ | | |
| | | - (어린이·청소년) 미세먼지가 나쁠 때 자녀의 외부활동을 돕기 위해 자동차로 활동을 보조함(도보감소) | | ○ | | ○ |
| 기타 | | - 근린생활권 내 30대, 60대 여성의 활동이 감소 | ○ | | | |
| | - 미세먼지가 나쁠 때 대규모 판매시설 방문객 감소 | | | | | |
| | - 미세먼지 농도 양호한 실내공간 및 프로그램 정보 공유 | | | | ○ | ○ |

미세먼지로 인한 활동 축소

출처: 직접작성

제4장 미세먼지에 대응하는 도시공간 개선방안

1. 생활밀착형 미세먼지 대응의 기본방향
 2. 미세먼지 노출을 줄이는 생활환경 개선방안
 3. 행정중심복합도시 지구단위계획 개선방안
-

1. 생활밀착형 미세먼지 대응의 기본방향

1) 생활 속 미세먼지 노출의 양상

□ 실외공간

• 실외공간에서의 미세먼지 불안감

미세먼지에 대한 민감 수준과 행동 방식에는 개인적 차이가 있지만 일반적으로 실외에서의 미세먼지 노출이 주는 불안감으로 인해 미세먼지가 나쁜 날 외출이 줄고 실내 활동이 증가하는 경향이 있다.³⁷⁾ 행정안전부 역시 재난대비 국민행동요령을 통해 미세먼지가 ‘나쁨’인 날의 생활수칙으로 일반인의 경우 장시간 또는 무리한 실외활동을 제한하며 특히 눈이 아픈 증상이 있거나, 기침이나 목의 통증으로 불편한 사람은 실외 활동을 피하도록 안내하고 있기에,³⁸⁾ 가급적 외출을 자제하고 실내에 머무는 것이 미세먼지 농도가 높은 날의 일상적 생활방식이다. 따라서 미세먼지 농도가 높은 날에 외부공간에 머무는 시간이 길수록 미세먼지 노출이 늘고 이에 대한 심리적 불안감이 증가한다. 통근·통학구간 등 불가피한 외출로 실외에서 걷는 시간이 길어지거나, 교통 시설 이용 대기시간이 길어질수록 불안감이 커지게 되면서 외기를 차단할 수 있는 개

37) 현대경제연구원, 「미세먼지에 대한 국민 인식 조사」, p.3.

38) 행정안전부 국민재난안전포털, <https://www.safekorea.go.kr/idsiSFK/neo/sfk/cs/contents/prevent/SDIJKM5140.html?menuSeq=127>(접속일자: 2019. 9. 21)

인적 대응을 강구하게 된다.

- 실외공간에서 미세먼지로 겪는 불편함

미세먼지가 나쁜 날 실외공간에서의 불안감은 실제 미세먼지 노출시간을 줄이고 싶으나 적절한 방법을 찾기 힘들기 때문에 더욱 증폭되고 신체적 증상 등의 불편함으로 이어진다. 보행시간을 단축하고, 동일한 보행시간이라도 가급적 보행동선으로 활용할 수 있는 공간, 즉 미세먼지가 적은 가로나 실내공간(지하차도, 건축물 저층부 실내공간 등)에 대한 정보가 제공되지 않는 상황이다. 대중교통을 이용할 경우 외부공간에서는 교통시설을 이용하고자 대기하는 시간에 외기에 노출되는 시간이 길어지고, 횡단보도 신호대기, 교통수단 탑승대기 중 미세먼지를 피할 수 있는 시설이 전무하다. 이처럼 적절한 대안을 찾지 못한 채 외기에 노출된 상황은 미세먼지로 인해 눈과 호흡기의 통증 등 불편함으로 이어지며, 이후 미세먼지가 나쁠 때 외출을 자제하게 만드는 경험으로 작용한다.

□ 실내공간

- 실내공간에서의 미세먼지 불안감

미세먼지 농도가 높은 날 실내에 머무는 경우에도 창문 등 개구부를 통해 유입되는 미세먼지가 실내공기질을 악화시키고, 미세먼지를 차폐하는 경우에도 적절하게 환기가 되지 않아 실내 이산화탄소 농도 등이 높아지면서 공기질이 악화되는 데 대한 우려가 있다. 장시간 머물거나 활동량이 많은 공간, 민감계층이 상주하는 공간의 경우 실내공기질에 대한 우려가 더욱 커지게 된다. 따라서 실내공기질에 불안감을 느끼는 사람들은 개인적으로 휴대용 미세먼지 측정기기를 구입하거나, 실시간 측정 정보를 공유할 방법을 찾으며 안전한 공간을 찾으며 불안을 해소하고자 한다. 실내공기 오염수준을 이용자가 정확히 알 수 있는 기준이 없을 때, 실내에서도 미세먼지 및 오염된 공기에 노출될 위험은 해결되지 않는다.

- 실내공간에서 오는 불편함

장시간 머무는 실내 공기질이 중요함에도 불구하고, 개별 가구나 시설 단위에서 실내 공기질을 관리하는 방법과 기준은 여전히 불분명한 상황이다. 건축물에서 환기시설이나 공기청정기를 가동하는 기준이 명확하지 않고, 기계환기와 자연환기 등 상황에 따라 적절한 환기법을 개인이 판단하여 관리하는 데 불편함이 따른다. 주요 활동공간 단위로 공기질 측정 장비를 확충하여 실내공기질을 실시간으로 파악하고 외기상태에

따라 적절한 환기방법을 안내함으로써 관리의 불편함을 해소할 수 있다. 궁극적으로는 IoT기술을 활용하여 공기질 측정과 건축물의 미세먼지 대응을 자동화함으로써 미세먼지 노출을 최소화하는 것이 가능하다.

[표 4-1] 미세먼지 노출상황에서의 반응과 관련된 생활환경요소

| 구분 | 미세먼지 노출상황과 반응 | 관련 요소 |
|----|---|--|
| 실외 | 불안감 (가설) 실외에서의 노출 시간이 길수록 불안감이 증가한다. (상황) - 통근, 등교 등 필수적 성격의 외출에서 보행이나 대중교통 대기 등으로 외기에 노출되는 시간이 길어짐 - 횡단보도 신호대기나 교통수단 탑승대기시 미세먼지를 피할 수 있는 시설이 없음 | ① 환경 -보행공간 -대중교통 대기장소 -대중교통 시설 내부 |
| | 불편함 (가설) 미세먼지 노출시간을 줄이고 싶으나 적절한 방법을 찾기 어려워 불편함이 증가한다. (상황) - 미세먼지 노출을 최소화하는 보행동선, 대기(대피)장소에 대한 정보가 없음 | ② 정보 -보행공간 대기질, 대기공간에 대한 정보 |
| 실내 | 불안감 (가설) 실내 대기질이 양호한지 확신할 수 없어 불안하다. (상황) - 미세먼지 불안감에 집이나 집 밖의 실내공간에 머물지만 실내공기 오염도가 어느 정도인지 알 수 없음 - 휴대용 미세먼지 측정기기를 구입하거나, 개개인이 실시간 측정 정보를 공유할 방법을 모색 | ① 환경 - 실 단위 실내공기질 측정 장비 - 자동환기설비 |
| | 불편함 (가설) 개별 가구나 시설에서 실내 공기질을 관리하는 방법과 기준이 명확하지 않아 불편하다. (상황) 환기설비와 공기청정기를 이용해 환기를 할 경우 실시간으로 실내공기질을 확인하고 기기를 가동시키는 번거로움이 따름 | ② 정보 -실내공기질 환기지침 마련 |

출처: 직접작성

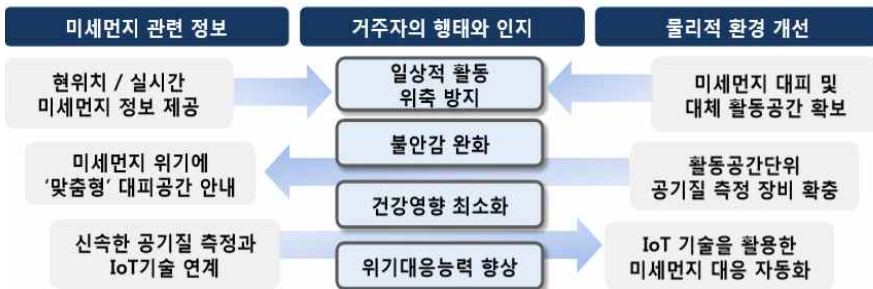
2) 생활 속 미세먼지 노출을 줄이는 건축도시환경의 대응방안

□ 생활환경 개선과 정보제공 결합

실생활에서 미세먼지로 인한 행태는 안전한 숨쉬기를 위해 ‘실외’에서 ‘실내’로 활동이 축소되는 방향으로 변화하는 흐름 가운데 있다. 미세먼지 노출 여건을 고려한 대책의 우선순위 선정에 있어, 필수적인 활동과 선택적인 활동의 속성과 활동장소의 특성에 대한 일차적인 고려가 필요하다. 미세먼지 관련 정보 제공과 물리적 환경 개선을 연계하되, 일상적 활동의 위축을 방지하고 불안감을 완화하는 한편, 건강영향을 최소화하는 범위에서 공공장소의 활력을 유지하는 균형점을 찾는 것이 중요하다.

물리적 환경 개선에 있어서는 필수적 활동 장소의 미세먼지 수준을 낮추는 것이 우선이다. 미세먼지 대피 및 대체활동 공간을 확보하고, 주요 활동공간에 공기질을 측정하는 장비를 확충하며, 미세먼지 대응을 자동화한 설비를 도입하여 체계적으로 미세먼지에 대응할 수 있다. 대피공간을 별도의 시설물 형식으로 조성하거나, 공공건축물의 저층부 공간을 활용하거나 민간-공공간 협약을 통해 일반 건축물의 준공공 공간을 대피공간으로 활용하는 방법도 고려가 필요하다.

이용자의 현재 위치에서 미세먼지 수준에 대한 정보를 제공하고 적절한 행동요령을 안내하는 것도 중요하다. 현재 한국환경공단이 설치한 공식 미세먼지 측정소는 시설 설치 밀도가 낮고, 건물 상층부에 설치되어 있어 실제 보행공간의 미세먼지 농도를 반영하지 못한다. 차량 통행이 많으면서 보행밀도가 높은 가로 등 미세먼지 취약장소에서 실시간으로 측정소를 설치하고 이를 미세먼지 신호등이나 스마트폰 어플리케이션 등 모바일 기기를 통해 알리는 것이 필요하다. 고농도 미세먼지 상황에서 임시 대피공간으로 활용할 장소를 확보하고 관련 정보를 신속하게 안내함으로써 시민의 대응 능력을 높이고 미세먼지 노출을 줄일 수 있다.



[그림 4-1] 생활환경의 미세먼지 대응기법

출처: 직접작성

□ 건축도시환경의 진단과 대응

• 실외공간 : 도시계획적 진단과 대응

실외공간에서 미세먼지 대응의 공간적 범위는 실외와 실내를 연계하는 공간으로 설정하며, 도시계획적 진단을 통해 미세먼지 발생시 실외 노출시간을 최소화하는 공간을 확보하는 것을 기본방향으로 한다. 관련된 도시계획 대상으로는 미세먼지 노출을 최소화하는 보행동선 정비, 교통시설 개선, 건축물 외부 통로선 지정, 주출입구 지정,

미세먼지 대피소 설치 규제완화 등이 해당된다.



[그림 4-2] 실외공간의 생활밀착형 공간개선방안 (예시)

출처: 건축도시공간연구소, 「2019 AURI포럼 자료집」, p.53., 이은석 부연구위원 발제자료

• 실내공간 : 건축계획적 진단과 대응

실내공간에서 미세먼지 대응의 공간적 범위는 창호 등 미세먼지가 유입되는 경계부, 환기설비를 중심으로 한다. 건축계획 대상으로 다중이용시설의 이중 주출입구 계획, 전실 외부공기 차단 설비 계획, 공기정화 기능이 있는 중앙공조설비 계획, 지하주차장 외부공기 차단 설비 계획, 지하주차장 내 보행자통로 계획지하주차장 내 보행자통로 계획 등이 해당된다.



[그림 4-3] 실내공간의 생활밀착형 공간개선방안 (예시)

출처: 건축도시공간연구소, 「2019 AURI포럼 자료집」, p.54., 이은석 부연구위원 발제자료

2. 미세먼지 노출을 줄이는 생활환경 개선방안

1) 행정중심복합도시의 생활환경과 미세먼지 대응방안

□ 행정중심복합도시의 생활권 특성

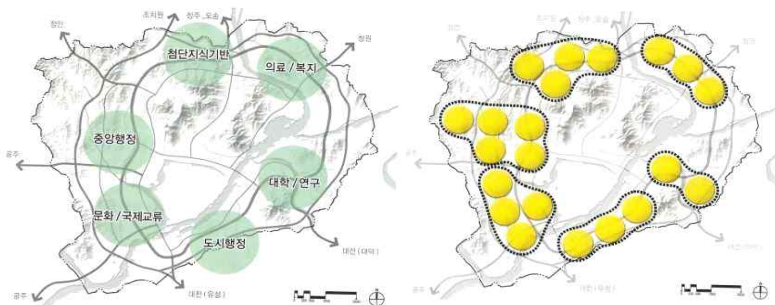
행정중심복합도시 건설기본계획(2006, 건설교통부)에 의하면 행정중심복합도시의 생활권 계획은 위계별 특성에 따라 생활권을 설정하고 대중교통중심의 기초생활권을 구상하며, 공공시설 등의 복합화를 통한 커뮤니티 공간 조성을 담고 있다. 생활권은 단위별 특성과 위계에 따라 기초, 지역, 도시생활권으로 구분하여 도입기능 및 시설 배치를 계획한다. 기초생활권은 독립적이고 특성화된 개발이 가능하도록 인구 2~3만 규모에 20여 개에 이르고, 지역생활권은 기능거점 권역별로 3~5개 기초생활권을 연계하며, 도시생활권은 기초생활권의 총합개념으로 도시의 고유한 특성이 표현될 수 있도록 시설 및 기능배치를 계획하도록 하였다.³⁹⁾

생활권 구상의 3가지 방향은 다음과 같다. 첫째, 주민들의 편리성 확보를 위해 대중교통정류장 및 연결보행도로를 중심으로 공공편의시설을 배치하고 이를 위해 주거지에서 도보나 자전거 등으로 각 생활권 중심에 쉽게 접근이 가능하도록 한다. 두 번째로 생활권 중심은 주거, 상업, 업무 등 복합적인 토지이용을 허용하고 주민 교류를 촉진하고 주·야간 활력을 유지할 수 있도록 대중교통축 주변은 상업 및 중·고밀 주거형태로 계획하고 보행축 주변은 중·저밀 연도형 주거형태로 개발한다. 세 번째로 각 생활권 단위의 도입기능 및 규모는 2~3만 정도의 인구 규모로 생활권 중심에는 각종 공공시설이 위치하는 커뮤니티 센터를 입지시키고 복합화를 추진하도록 하였다.⁴⁰⁾

행정중심복합도시 건설기본계획상 생활권 계획은 대중교통과 보행도로를 중심으로 복합화된 커뮤니티 공간 구상을 주요 내용으로 한다. 그러나 대중교통과 보행도로, 커뮤니티 공간 구상에 있어 미세먼지 등 대기환경을 고려한 계획 내용은 포함되어 있지 않다. 이는 해당 계획이 기본계획의 성격으로, 미세먼지 등 환경 변화에 즉각 대응하는 구체적 계획방향을 담지 않기 때문이다.⁴¹⁾

39) 건설교통부(2006), 「행정중심복합도시건설 기본계획」 p.55.

40) 상계서, p.56.



[그림 4-4] 도시기능 배치구상 및 생활권 배치구상

출처: (좌) 행정중심복합도시건설청(2007), p.52.

(우) 상계서, p.54.

행정중심복합도시 개발계획 보고서(2007, 행정중심복합도시건설청)에 의하면, 기초 생활권의 공간규모는 보행과 자전거 이동이 가능한 범위로 설정하고 기초생활권 중심에 공공시설과 근린공원과 어울려 배치하고 대중교통정류장과 보행자전용도로와 녹도축으로 연계시켜 커뮤니티 공간을 조성하도록 하고 있다.⁴²⁾ 그러나 보행과 자전거 이동이 가능한 거리에 대한 범위는 제시되고 있지 않으며, 현재 BRT정류장에서 주거지까지의 보행거리는 1-1생활권 기준 최대 3.7km이상으로 보행으로 연결하기 어려운 수준이다.⁴³⁾

현재 모든 기초생활권이 근린공원과 기초생활권 시설 중심으로 보행자전용도로가 연계되어 조성되어 있지 않으며, 이외에 생활권 조성계획에 있어 커뮤니티 활성화를 위해 기초생활권 시설을 집산화하도록 하고 있으나 이러한 계획원칙에서 예외적인 생활권들이 대다수 조성되어 있는 상황이다. 또한 주거지 조성에 있어서는 기초생활권 단위로 배분된 계획인구 수용을 위해 자연조건, 경관, 가로의 성격, 대중교통중심도로와의 관계 등 여러 가지 입지요건을 고려하여 계획하도록 하고 있어 환경적인 영향에 대응하는 계획방안은 찾아보기 어렵다. 개발계획상 생활권 계획은 지역생활권보다는 기초생활권을 단위로 대중교통시설과 보행을 연계한 생활권을 조성하도록 계획을 수립한 것을 확인할 수 있으나, BRT정류장과 생활권 내 주거지를 연계하는 보행도

41) 행정중심복합도시건설 기본계획은 장기적인 보전을 위한 대비책으로서 생태순환도시나 녹색도시 계획방향을 담고 있으나, 추후 연계되어 제시되는 개발계획이나 지구단위계획에 해당 내용이 구체적으로 반영되지 못하였다.

42) 행정중심복합도시건설청(2007), 「행정중심복합도시 개발계획 최종보고서」, pp.54

43) 1-1생활권의 경우 생활권 중심에 고운뜰공원이 입지하다 보니 BRT정류장으로부터 직선거리로 연결되는 공간 구조가 아니기 때문에 보행거리와 보행시간은 더 소요될 수 있다.

로나 보행환경에 대한 세부적 계획은 찾아보기 어렵다.



[그림 4-5] 행정중심복합도시 가로망 기능별 계획
출처: 행정중심복합도시건설청(2007), 「행정중심복합도시건설사업 개발계획 변경」, p.150.



[그림 4-6] 행정중심복합도시 생활권 구분도
출처: 행정중심복합도시건설청(2007), 「행정중심복합도시 건설물 미관기준 연구」, p.2.

결과적으로 생활권계획의 기본방향과 달리 실제 생활권과 BRT정류장과의 거리는 보행권역으로 하기에 상당한 거리가 있다. BRT정류장에서의 보행범위를 벗어나는 위치에 조성된 주거지가 상당히 많아, 미세먼지 노출수준 관리의 관점에서 볼 때 대중교통을 이용한 이동에 불리하다. 또한 정류장과 주거지를 연결하는 상당수의 보행공간이 폭원 8m이상의 가로변에 설치되어 차량으로 인한 대기오염에 노출되고 있는데 현재 계획에서는 장기간에 걸친 식재조성이나 벽면녹화 정도가 전부이며, 미세먼지에 대응할 수 있는 공간 또는 시설물 조성 방안이 부재하여 미세먼지 노출수준을 낮추기 어렵다. 미세먼지로부터 안전하고 쾌적한 보행환경은, 대중교통 장려 정책과 결합하여 자동차 이용 및 미세먼지 원인물질인 배출가스를 줄이는 데 중요한 요소만큼 생활환경 개선사업과 관련 도시설계 지침 개선을 통해 적극적으로 개선해나갈 필요가 있다.

2) 행정중심복합도시 생활환경의 미세먼지 집중관리지역

① 미세먼지 집중관리지역 선정의 고려사항

□ 근린생활권의 민감계층 주요 이용시설

근린생활권에서 고령자와 아동의 행태를 중점적으로 다룬 선행연구를 통해 주요 이용시설 및 이용 특성을 검토하였다.

먼저 노인시설과 교육/보육시설은 각각 고령자와 아동이 집중적으로 이용하는 시설이다. 오픈스페이스는 고령자와 아동이 공통적으로 빈번히 이용하는 공간이나, 연령대에 따라 세부 시설에서 차이를 보였다. 고령자는 근린공원, 산책로, 소규모 휴게시설, 정자형 쉼터를 다수 이용한 반면, 아동은 근린공원 외에 체육시설, 놀이터, 학교운동장을 이용한다.

방문빈도에 있어서는 대부분의 시설들이 매일 또는 주단위로 방문이 이뤄져 주민 생활과 매우 밀접하게 활용되는 경향을 보였다. 그 중에서 매일 이용하는 시설은 연령대에 따라 차이가 있는데 고령자가 거의 매일 방문하는 시설은 경로당, 아동이 거의 매일 방문하는 시설은 초등학교, 유치원, 어린이집, 학원, 공원, 학교운동장이다. 한편 종교시설은 고령자의 방문이 두드러지며, 원거리에 위치해도 방문하는 경향이 나타나, 고령자 생활에서 종교시설이 차지하는 비중을 보여준다.

고령자와 아동의 근린생활시설 이용 빈도에 영향을 미치는 요인으로는 목적지까지의 거리, 학교와 유치원을 방문하는 경로에서의 병행 이용 가능성, 학교와의 인접성을 꼽을 수 있다. 고령자는 이용 목적까지의 거리가 짧고 이동 중간에 쉴 수 있는 시설이 마련된 환경을 선호하는 경향을 보였으며, 이러한 특징은 이선재(2017), 박효숙(2017), 허진아(2019)의 연구에서 확인할 수 있다. 하교 시간 이후에 집중되는 아동의 활동은 근린생활시설과 학교의 근접성에 영향을 받는 경향을 보였으며, 이러한 특징은 이우민(2016), 정혜윤(2016), 채한희(2019)의 연구 결과에서 주로 확인되었다.

[표 4-2] 선행연구에 나타난 고령자의 주요이용시설

| 선행연구 | 주요 이용 시설 | 특성 |
|-----------------|--------------------------------------|--|
| 이선재 (2017) | 재래시장, 식당가, 문화센터, 종교시설 | -문화센터, 교회, 성당은 멀리 있어도 이용 -병원은 가까운 곳 이용 |
| 안현찬 (2017) | 경로당, 공원, 재래시장, 슈퍼마켓, 은행 | -경로당: 주 5-6회 방문 -공원, 재래시장, 슈퍼마켓, 은행: 주 4회 이상 방문 (이용시간 특성) -5-6시간 체류: 경로당/ -3시간 체류: 종교시설 -2시간 체류: 체육시설/등산 |
| 박효숙 외 (2017) | 오픈스페이스, 슈퍼마켓, 이발소, 은행 등 생활편의시설 | -오픈스페이스: 만남과 운동 목적의 보행경로에 이용집중 -생활편의시설: 머무름 행태 집중 |
| 김용진 (2011) | 경로당, 노인복지관 | -경로당: 주 6.1일 이용/ -노인복지관: 주 3.7일 이용 |
| 이형숙 (2011) | 공원, 노인회관, 대중교통 정류장 | -공원, 노인회관: 응답자 41.4%가 매일 또는 주 4-5회 이용 -대중교통 정류장: 응답자 30.5%가 매일 또는 주 4-5회 이용 |

| 선행연구 | 주요 이용 시설 | 특성 |
|---------------|---|---|
| 김용진 (2012) | 경로당, 노인복지관, 공원 | -경로당: 월 24.6회 이용 -노인복지관: 월 21.4회 이용 -공원: 월 17.1회 이용 (이용시간 특성) -경로당, 노인복지관: 평일에 거의 매일 이용 |
| 오찬욱 (2015) | 노인시설(경로당, 노인대학, 노인복지회관), 공원녹지시설(산책로, 휴게공간), 버스정류장, 재래시장 | -노인시설: 월 13.96회 이용 -공원녹지시설: 월 10.76회 이용 -버스정류장: 월 8.54회 이용 -재래시장: 월 8.52회 이용 |
| 정연준 (2018) | 복지관, 근린상권, 단천, 병원 | -복지관, 근린상권, 단천, 병원 이용시 우회 보행경로 선택에 영향 |
| 허진아 (2019) | 정자형 쉼터, 운동시설 등 소규모 오픈스페이스 | -정자형 쉼터, 운동시설이 배치된 경로에서 조사대상자의 보행 속도 저하, 사회적 활동 발생 예측 가능 |

출처: 직접작성

[표 4-3] 선행연구에 나타난 아동의 주요이용시설

| 선행연구 | 주요 이용 시설 | 특성 |
|-----------------|---|---|
| 박현진 외 (2016) | 교육 및 보육시설(학교, 사교육시설), 오픈스페이스(공원, 체육시설, 공터) 카페 등(식당, 카페, 서점) | -교육 및 보육시설: 주 13회 방문 -오픈스페이스: 주 4-5회 방문 -카페 등: 주 3-4회 방문 |
| 박진희 외 (2016) | 단지 내 소규모 운동장, 단지 내 놀이터, 단지 인접 근린공원 | (이용시간 특성) -평일 외부 공간 가운데 이용빈도가 높은 장소 추출 |
| 이우민 (2016) | 아파트 내 광장/놀이터, 학교운동장, 지하철역 부근 소공원, 마을 정자 | (이용시간 특성) -14시 40분-15시 10분 사이 놀이 활동 가장 활발, 이후 점차 감소 |
| 정혜윤 (2016) | 교육/보육시설(학교, 유치원, 어린이집, 방과 후 교실, 학원) 오픈스페이스(공원, 체육시설, 운동 장, 공터) | (이용시간 특성) -오픈스페이스: 주말에 이용 빈도가 더 높거나 평일과 주말 이용 빈도 비등 |
| 채한희 (2019) | 근린공원 | -근린공원: 공공공간에서 머무름 행태의 86%가 근린공원에서 발생, 공공공간 평균 이용시간은 약 35분 |

출처: 직접작성

□ 미세먼지 응집장소

선행연구를 검토하여 도시에서 미세먼지가 응집되거나 이용자 특성으로 취약한 장소를 [표 4-4]로 요약하였다. 장소에 따라 미세먼지를 유발하는 원인에 차이가 있고, 장소의 구조적 특성이 유발된 미세먼지를 응집시키는 특성을 확인하였다. 먼저 도로변,

버스정류장, 지하주차장과 같은 외부공간의 미세먼지는 차량의 통행과 정차에 의한 발생 원인이 크다고 할 수 있다. 손창우 외(2018)의 연구에서 대로 주변의 건물 저층부는 차량 통행에 의한 미세먼지 영향권에 놓여있어 아동 호흡기 질환 비율이 높게 나타나는 장소로 제시되었다. 정지혁 외(2015)의 연구에서 버스정류장은 차량 통행과 정차에 의해 미세먼지 농도가 높게 측정되었으며, 박현구(2018)는 주차 차량과 적은 출입구 개수로 인해 지하주차장에 미세먼지가 정체됨을 밝히고 있다.

내부공간의 미세먼지 관련 연구는 미세먼지 수치를 증가시키는 주요인으로 외부로부터 이용자 출입에 의한 미세먼지 유입, 내부 활동에 의한 미세먼지의 응집에 중점을 두는 경향이 있다. 이대행(2010), 박준석(2014), 박성준(2015), 송민경(2019)의 연구는 미세먼지 응집 장소로 보육시설을 다루는 공통점이 있는 한편, 미세먼지의 응집 요인으로 영유아·아동이 긴 시간 활발히 활동하고 침구를 활용하는 시설의 특성, 외부놀이 활동 후 내부 출입에 의한 미세먼지 유입 등을 제시하였다.

[표 4-4] 도시 내 미세먼지 응집 장소 분류

| 조건 | 근거 | 출처 |
|-----------------------------|--|--------------------------------|
| 6차선 이상 도로+ 3층 이하 주거용도 건물 | -6차선 이상 도로 주변에서 -도로변 3층까지 아동 호흡기 질환비율 높음 | 손창우 외 (2018) |
| 출퇴근 시간 버스정류장 | -출퇴근 시간의 미세먼지 농도가 낮보다 약 1.3배 증가 -주중 미세먼지 농도가 주말의 약 1.7배로 증가 | 정지혁 외 (2015) |
| 출입구 2개 이하 지하주차장 | -주차장 출입구가 2개 이하 아파트단지의 지하주차장에서 -미세먼지 나쁨 기준($100\mu\text{g}/\text{m}^3$)의 5배 초과 | 박현구 (2018) |
| 보육시설 | -실내주차장 측정 미세먼지($69.2\mu\text{g}/\text{m}^3$) 다음으로 많은 미세먼지($53.7\mu\text{g}/\text{m}^3$)가 측정됨 -61개 보육시설의 미세먼지 분포도가 $54\sim 374\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 실내기준의 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 초과 | 이대행 (2010) 박준석 (2014) |
| 영·유아 재실 시 보육시설 | -입경 $0.3\mu\text{m}$, $0.5\mu\text{m}$, $1\mu\text{m}$ 미세먼지의 실외 농도 증가 시 실내 미세먼지 동반 증가 -실외 미세먼지 농도에 관계없이 영유아 실내 일과활동, 침구 준비 및 정리 시 입경 $3\mu\text{m}$, $5\mu\text{m}$, $10\mu\text{m}$ 미세먼지 농도 증가 | 박성준 (2015) |
| 지역아동센터 | -오후 4시 이후 실내 초미세먼지와 이산화탄소 농도 모두 증가 | 송민경 (2019) |

출처: 직접작성

□ 보행밀도가 높은 인도

거주자의 생활방식은 계절과 여건에 따라 수시로 변화하는 것으로 특정 시점의 조사를 통해서 포착할 수 없는 다양성과 가변성이 있고 지도에서 확인할 수 없는 장소의 특성에 영향을 받기도 한다. 따라서 거주자 활동특성과 선호를 보다 정확히 반영하는 행태 관련 데이터와 주민의견수렴 등 방법론적 전환이 필요하다.

본 연구에서는 외부활동 집중구간의 예시로써, 빅데이터 분석을 통해 도출한 유동인구 집중지역과 함께 주요 목적시설간의 보행밀도가 높은 장소를 추가적으로 진단하여 미세먼지 집중관리대상에 포함시켰다. 인도를 기준으로 아파트 입구에서 근린생활시설까지의 최단보행경로, BRT정류장에서 근린생활시설로의 최단경로가 중첩되는 보행공간이 이에 해당한다.

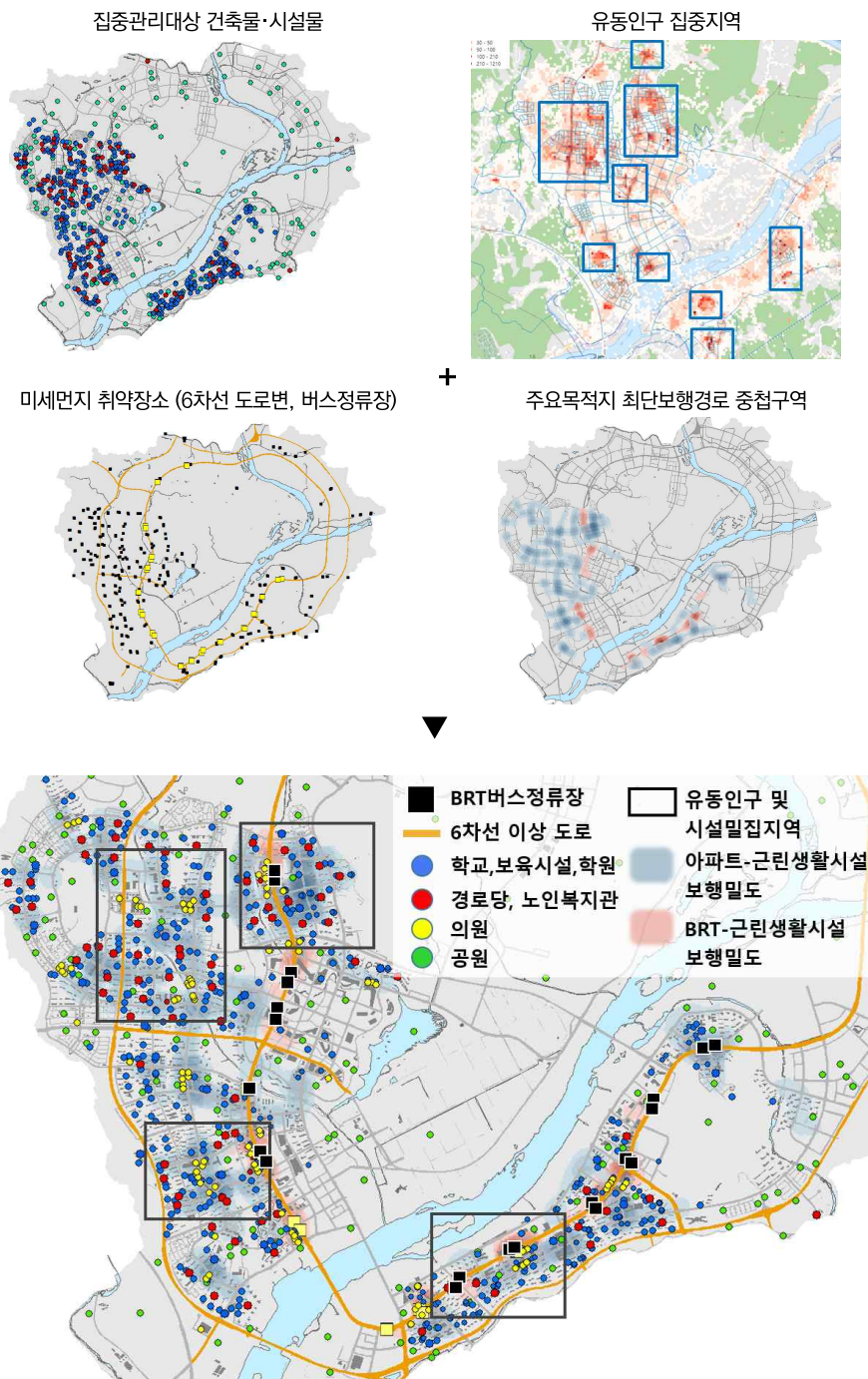
② 행정중심복합도시의 미세먼지 집중관리지역 선정

앞서 제시한 미세먼지 집중관리지역의 고려사항을 따라 민감계층 주요이용시설과 미세먼지 응집장소, 외부활동 집중구역을 관리대상으로 선정하고(표 4-5), 이 공간들을 중첩하는 방법으로 미세먼지 집중관리지역을 도출하였다(그림 4-10).

[표 4-5] 미세먼지 집중관리구역 선정의 고려사항

| 선정기준 | 방법론 | 대상 공간 |
|-----------------|--|---|
| 민감계층 주요 이용시설 | 1) 선행연구 검토를 통해 미세먼지 민감 계층이 자주 이용하는 시설들을 종합 2) 필수방문시설과 이용빈도가 높고 체 류시간이 긴 시설 시설을 선정 | (아동) 학교, 보육시설(어린이집, 유치원) 학원, 근린공원(어린이놀이터) (고령자) 경로당, 노인복지관 근린공원 |
| 미세먼지 응집지점 | 1) 선행연구 검토를 통해 미세먼지가 응집되는 장소 추출 2) 필수적으로 이용하는 시설과 이용빈 도가 높고 체류시간이 긴 시설을 선정 | (실내) 보육시설, 의료기관 (실외) 6차선 이상 도로에 인접한 공간 버스정류장(출퇴근시간대) |
| 보행밀도가 높은 인도 | 1) 유동인구 빅데이터 분석 결과 주간시 간대 인구밀도가 높은 지역 2) ArcGIS 네트워크 분석을 통해, 아파 트 단지 입구와 BRT정류장에서 근린생 활시설에 이르는 최단보행경로 도출 (*단, 분석대상 시설은 거주지에서 10분 거리인 750m 이내로 한정하여 경로추출) | (유동인구) 학교 밀집지역, 근린생활시설 밀집지역 대규모 실내 공공공간 (보행로) 최단보행경로 중첩구역 : 아파트-근린생활시설 : BRT버스정류장-근린생활시설 |

출처: 직접작성



[그림 4-7] 미세먼지 관리대상 중첩을 통한 집중관리구역 도출
출처: 직접작성

③ 미세먼지 집중관리지역의 생활공간 개선방안

- 집중관리지역 유형 1: 6차선 도로에 인접한 민감계층 이용시설

6차선 도로변의 3층 이하에 입지한 교육 및 보육시설, 경로당, 노인복지회관, 의원 등 미세먼지 민감계층의 이용이 빈번하고 체류시간이 긴 시설들에 대해 실내공기질 모니터링을 실시하고 공기질 개선을 위한 환기설비의 성능을 개선한다. 시설의 창호별 미세먼지 차폐성능을 점검하여 외부 미세먼지의 유입을 최소화한다.

- 집중관리지역 유형 2: 이용자가 집중되는 버스정류장

출퇴근시간에 이용자가 집중되는 BRT버스정류장은 현재의 반개방형 버스정류장을 미세먼지 차폐기능을 갖춘 폐쇄형 정류장으로 개선하고, 정류장 내부의 미세먼지 농도를 실시간으로 알려주는 서비스를 제공한다. 단, 폐쇄형 정류장은 계절에 따라 유지보수의 어려움이 있고 정류장 규모와 공기청정기 시설의 성능이 충분하지 않을 경우 이용자의 불편함을 유발하므로 개선시의 효과가 면밀히 검토되어야 한다.

- 집중관리지역 유형 3: 보행밀도가 높은 근린생활권 내 가로공간

근린생활시설이 밀집된 장소를 중심으로 보행밀도가 높은 인도에는 유동인구가 많고 대기시간이 긴 횡단보도에 미세먼지 대피소를 마련한다. 보행공간에 면하여 지하주차장이 설치된 경우 출입구의 공기질을 모니터링하고, 공기질이 나쁠 경우 지하주차장의 공기정화성능을 개선한다. 가로변에 미세먼지 흡착 식재를 보강한다.

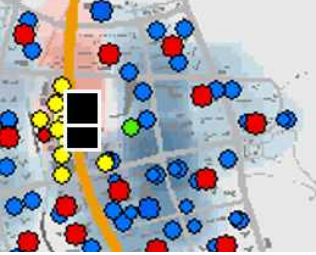
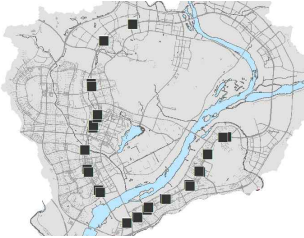

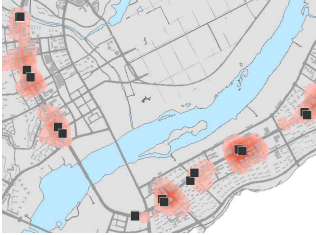
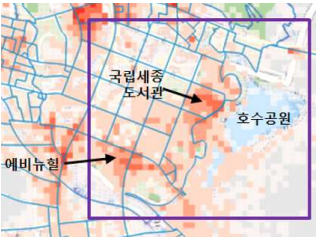
- 집중관리지역 유형 4: BRT버스정류장에서 근린생활시설로 이어지는 가로공간

BRT정류장 주변에서 근린생활시설까지 연결하는 가로 중 보행밀도가 높은 곳은 미세먼지 저감시설을 설치하고, 정류장에서 목적지까지의 보행시간을 단축하도록 개인이동수단(personal mobility) 대여·보관소를 설치한다. 또한 외기로부터 차단되어 목적지까지 안전하게 이동할 수 있는 실내공간을 조성하고 관련 정보를 안내한다.

- 집중관리지역 유형 5: 유동인구가 많은 지역의 공원 및 대규모 실내 공간

세종호수공원, 국립도서관, 복합상업공간 등 여가장소로서 이용자가 많은 장소에는 미세먼지 저감시설을 설치하고, 외부공간의 경우 미세먼지 대피소와 신호등을 설치한다. 또한 미세먼지 농도가 높을 때 이용자가 집중되는 실내공간은 공기질을 상시 모니터링하고 실시간으로 미세먼지 농도 정보를 제공한다.

[표 4-6] 미세먼지 집중관리구역 유형별 개선방안

| 유형 | 장소 사례 | 공간특성 및 개선방안 |
|---|---|--|
| 1 6차선 도로 인접 민감계층 이용시설 |  | <p>(특성)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 6차선 도로에 인접하고 3층 이하의 저층부에 위치한 민감계층 이용시설 - 교육 및 보육시설, 경로당, 노인복지회관, 의원 등 <p>(개선방안)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 실내공기질 모니터링 및 공기질 개선을 위한 환기관련 설비 개선 - 창호의 미세먼지 차폐성능 점검 |
| 2 이용자가 집중되는 버스정류장 |  | <p>(특성)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 출퇴근시간에 이용자가 집중되는 BRT버스 정류장으로 6차선 이상 간선도로 중앙차선에 접하여 위치함 <p>(개선방안)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 버스정류장을 미세먼지 차폐기능이 있는 공간으로 개선 - 정류장 미세먼지 농도 실시간알림서비스 |
| 3 보행밀도가 높은 근린 생활권 내 가로공간 |  | <p>(특성)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 근린생활시설이 밀집된 지역의 인도를 따라 보행밀도 증척 <p>(개선방안)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유동인구가 많고 대기시간이 긴 횡단보도에 미세먼지 대피소 설치 - 보행공간에 면한 지하주차장 입구부의 공기질 모니터링 및 공기정화시설 설치 - 가로에 미세먼지 흡착 식재 보강 |
| 4 BRT버스 정류장에서 근린생활 시설로 이어지는 가로공간 |  | <p>(특성)</p> <ul style="list-style-type: none"> - BRT정류장 주변에서 근린생활시설까지 연결하는 가로 <p>(개선방안)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 미세먼지 저감시설 설치 - 정류장에서 목적지까지 보행시간을 단축할 수 있는 개인이동수단 대여·보관소 설치 - 미세먼지에 안전한 이동공간 조성, 관련 정보 안내 |
| 5 유동인구가 많은 지역의 공원 및 대규모 실내공간 |  | <p>(특성)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 세종호수공원, 국립도서관, 복합상업공간 등 <p>(개선방안)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 미세먼지 저감시설 설치 - 이용자가 집중되는 외부공간에 미세먼지 대피소, 미세먼지 신호등 설치 - 이용자가 집중되는 실내공간의 공기질 모니터링 |

출처: 직접작성

3. 행정중심복합도시 지구단위계획 개선방안

1) 미세먼지 대응관점에서 행정중심복합도시 지구단위계획의 한계

□ 미세먼지를 고려한 생활권 단위의 전체적인 마스터플랜 부재

현재 「행정중심복합도시 지구단위계획 수립지침」은 미세먼지에 대응하기 위한 계획 방향을 직접적으로 제시하고 있지 않다. 「지구단위계획수립지침」상 지구단위계획의 성격은 제2절에서 합리적인 토지이용, 체계적인 개발 및 관리, 경관·미관 개선 및 확보, 환경친화적 환경 조성으로 규정하고 지구 지정에 환경친화의 관점을 고려하도록 있으나, 실제로 「행정중심복합도시 지구단위계획 수립지침」상 환경계획은 생태환경도시, 안전한 도시, 장애물 없는 도시, U-CITY기반시설에 관한 부분으로 구분하여 제시되고 있다. 기후변화로 인한 미세먼지 증가 등 환경에 대응하기 위한 통합적인 마스터플랜 수립 없이 부문별 시행지침이 수립되다 보니 전체적인 연계 없이 일부의 계획 지침에만 제시되고 있는 것이다. 따라서 「지구단위계획수립지침」상 구체적으로 제시되어 있지 않는 환경 친화적인 계획에 대해 「행정중심복합도시 지구단위계획 수립지침」상에서는 좀 더 명확하게 제시되어 환경친화적 마스터플랜을 수립을 유도해야 한다. 또한 이러한 마스터플랜이 지구단위계획 시행지침에서 용도지역·용도지구, 교통, 환경관리, 건축물에 관한 시행지침에서 서로 연계되어 계획이 수립되도록 해야 한다.

□ 민간 건축물에 집중된 지구단위계획 시행지침

현재 행정중심복합도시 지구단위계획 시행지침상 용지계획에서 있어 주거용지, 상업업무용지, 공공시설용지, 교육시설용지로 구분하여 계획기준을 제시하고 있으나, 이를 바탕으로 수립된 생활권별 지구단위계획 시행지침을 살펴보면 이에 대한 기준들에 차이가 있다. 주거용지, 상업업무용지와 같은 민간 영역의 지구단위계획 시행지침에는 건축선과 건축물의 형태 등 비교적 세부적인 사항이 제시되고 있는 데 반해, 교육시설이나 복합커뮤니티 센터, 주차장 등에 대한 지침은 내용이 한정되어 있다. 실제로 미세먼지에 대응할 수 있는 공간이나 대책 수립이 시급한 공간이 생활권의 중

심에 배치되는 공공시설임을 감안할 때 공공시설에 대한 시행지침은 보다 구체적으로 제시되어야 할 것으로 보인다.

□ 시각적인 계획요소에만 한정된 안전 기준

현재 지구단위계획 시행지침에서 추구하는 안전한 환경의 개념은 주로 범죄예방환경 계획(CPTED)과 관련되며, 주로 시각적인 계획요소를 제시한다. 미세먼지는 건강과 직결되는 외부환경요인으로, 안전한 도시에 있어서 필수적으로 고려해야 할 계획요소인만큼 “안전”에 관한 계획요소의 범위를 확장하면서 미세먼지에 대한 적극적 검토와 계획 반영이 필요하다.

2) 행정중심복합도시 지구단위계획 수립지침 개정방안

현재 행정중심복합도시 지구단위계획 시행지침은 용지별 시행지침, 경관 및 공공부분 시행지침, 환경계획 부문 시행지침 등으로 구분하여 각 주제에 맞추어 계획 기준을 제시하고 있다. 본 연구에서는 민간계획 영역인 용지별 시행지침과 공공부분 시행지침을 위주로 미세먼지 노출을 줄이는 공간조성 관련 계획요소를 추가하고 미세먼지 정보제공 관련 시설물을 포함시키도록 용지별 지침을 제시하였고, 환경부문 내용은 용지별 시행지침과 공공부분 시행지침에 통합하는 방안을 제시한다.

① 용지별 지침 개정방안

□ 단독주택 용지

· 대지안의 공지, 마당 등 외부공간의 적극적인 활용

아파트단지 등의 대규모 용지와 달리 소규모 필지로 단독주택용지가 조성되는 주거지역은 토지이용계획상 공공 공간이 많지 않은 편이다. 토지이용계획 상 단독주택지 내에는 차도가 인도가 구분되지 않는 약 8m폭 내외의 보차 혼용도로와 6m폭 내외의 보행자 전용도로가 구성되어 있으며, 이외 공공공간은 어린이공원이나 녹지 정도이다.

또한, 행정중심복합도시의 단독주택용지는 대부분은 BRT노선의 이면 블록 또는 일정거리 이상 걸어서 접근할 수 있는 위치에 입지하여 공공시설과의 접근성도 떨어지는 편이다. 단독주택지 내에서 미세먼지에 가장 많이 노출되는 공간 중 하나는 공공시설 및 생활편의시설과 연결되는 보차혼용도로라 할수 있으나, 현재 보차혼용도로는 인도와 차도가 구분이 되지 않는 가로폭 8m내외의 좁은 공간으로 식재를 조성할 수

있는 여유공간이 부족하다.

따라서 단독주택 필지 내에서 건축법상 이격하는 대지안의 공지 또는 개인 마당, 필로티 공간 등 도로에 면한 외부공간에 미세먼지를 흡착할 수 있는 식물군을 식재하거나 마당 공간의 일정 비율 이상을 미세먼지를 저감할 수 있는 수종으로 식재하도록 한다.

· 단독주택지 필지규모 증대 및 대지안의 공지 추가 조성

단독주택용지는 공동주택용지와 비교하여 용적률은 낮으나 건폐율은 높은 편으로, 수직적으로 용적률을 높이는 공동주택용지와 비교하여 대지면적 대비 건축물의 밀도가 상대적으로 높다. 그러다보니 인접대지경계선에 면한 주택 내부의 경우 환기나 채광의 측면에서 한계가 있으며 단지형 계획이 아닌 이상 단독주택건물의 모든 입면을 고려하기가 어려운 실정이다. 폭원 4~6m내외의 보행자 전용도로가 단독주택지 내에도 조성되고 있기는 하나 모든 가구 사이에 보행자 전용도로를 조성하기는 어렵다.

따라서 현재의 개별 필지 규모를 증가시키되, 인접대지경계선로부터 이격하는 대지 내 공지 규모를 확대하여 바람길과 같은 기능을 할 수 있는 공간을 확보할 필요가 있다. 또한 이러한 대지내 공지에 미세먼지 필터 기능을 할 수 있는 식재를 조성하도록 한다.

· 미세먼지 필터 설치

단독주택은 공동주택과 달리 개인적으로 조성하여 관리하기 때문에 시스템화된 환기 시설을 적용되는 사례가 드물고 대부분 자연 환기를 통해 실내공기질을 조정하게 된다. 그러나 미세먼지 대응은 자연 환기만으로 해결할 수 없고, 현재 대부분의 가정에서 실내공기질을 관리하기 위한 수단으로 공기청정기를 쓰고 있다.

최근 몇 년간 미세먼지 농도가 높아지는 현상을 감안할 때, 단순히 공기청정기만으로 초미세먼지까지 해결하기는 어렵다고 판단되며, 단독주택 조성시에도 자체적으로 미세먼지를 관리할 수 있는 시스템이 건축물에 적용되어야 할 것으로 보인다. 특히, 도로에 면한 현관이나 창호 등의 개구부에 있어서는 미세먼지 필터를 일체화된 형태로 설치하는 것이 바람직하다.

또한, 단독주택지 내 조성되고 있는 공동주차장 기능의 주차전용 건축물의 경우 단독주택 필지 4~6개소를 합필한 대지규모로 3층 내외의 지상층 주차장으로 조성되는데 이러한 건축물의 경우 주차장 용도의 성격상 무창 건축으로 조성되고 있다. 미세먼지 대응 측면에서 볼 때, 주택지 내 조성되는 주차전용 건축물일수록 환경적인 측면을 고

려하여 미세먼지 필터를 의무적으로 설치하고, 주차전용 건축물 내 휴게공간을 조성할 경우 미세먼지로부터 안전하게 계획해야 한다.

· 공공지원 확대

단독주택은 소규모 필지 내 조성되는 민간 건축물로 현재 토지 및 건축물 조성 단계에서는 미세먼지에 대응하기 위한 계획지침이 미비하다. 이는 단독주택의 규모 특성상 일정 사업체보다는 개인이 토지를 매입하여 건축을 진행하다 보니 비용적인 측면 등에서 한계가 있기 때문에 부가적인 비용이 투입되는 환경적 측면은 우선적 고려대상이 아니라는 데 기인한다. 이러한 한계로 인해 미세먼지에 가장 취약한 건물 중에 하나가 단독주택이며, 타용도 시설에 비해 외부공간에 미세먼지 대응 계획을 갖추기 어려운 단독주택지에 대한 공공의 지원이 확대되어야 할 것으로 여겨진다.

일반적으로 미세먼지 등 기후변화에 대응하는 계획은 지구단위계획의 환경계획 부문 시행지침에서 별도로 제시하고 있으나, 설비 비용 등의 한계로 건축물의 계획 지침을 법제화하는데 한계가 있기에 주로 권장 사항으로 제시되고 있다. 그러나 장기적으로 볼 때 미세먼지 대응에 대한 인센티브 등 유도수단이 마련된다면 단독주택 계획에 있어서도 필수적인 지침사항으로 제시가 가능하다.

다만, 공공의 지원은 민간 영역에 조성되는 미세먼지 대응대책이 공공에 긍정적인 영향을 미치는 경우로 한정해야 할 것이다.

□ 공동주택 용지

· 실내형 공공공간 확보

현재 「주택건설기준 등에 관한 규칙」은 아파트단지의 세대수에 따라 경로당, 어린이 놀이터, 어린이집, 주민운동시설 등의 주민공동시설을 설치하도록 규정하며, 세대수가 적은 단지에서는 시설을 조성할 의무가 없다.

겨울에서 봄철에 이르는 기간 동안 미세먼지로 인해 외부활동이 제약받는 날이 상당히 많으므로, 미세먼지 위협으로부터 안심하고 이용할 수 있는 실내시설에 대한 수요는 더욱 늘어나는 실정이다. 현재와 같이 단지 규모만을 근거로 주민공동시설 조성 여부를 결정하는 것이 아니라, 생활권 단위의 실내 여가자원 수준을 참고하여 공동주택 거주자를 위한 수요가 검토되어야 한다. 나아가 공공의 지원을 통해 아파트단지 실내 활동공간을 확충할 경우, 해당 공동주택 거주자 뿐만 아니라 인근의 단독주택 주민들도 함께 사용하도록 유도함으로써 실내여가자원 부족현상을 해소할 수 있다.

· 안전한 외부활동 공간 조성

상기한 실내형 공공활동공간의 확충과 더불어, 단지 내 외부공간 역시 개선이 필요하다. 어린이 놀이터, 체육시설 등의 여가공간 조성시 기존의 법규에서 제시하는 조경 기준에 추가하여 미세먼지로부터의 안전을 고려해야 한다. 활동량이 많은 여가공간 주변에는 식재 조성을 확대해 미세먼지가 어느 정도 걸러지도록 하고, 이용빈도가 높은 휴게시설은 미세먼지 농도가 갑자기 높아질 때 대피공간으로 활용할 수 있도록 미세먼지로부터의 보호기능을 갖추도록 한다.

· 단지 내 공공보행통로 및 보행자 도로의 안전 확보

아파트단지 내부에 설치되는 공공보행통로는 대규모 아파트단지가 밀집한 지역에서 공공시설로의 접근 거리를 단축하는 주요 보행동선이 되기 때문에, 보행시 미세먼지 노출을 최소화하는 공간으로 조성되어야 한다. 배치계획시 단지내 주요 보행자도로 입구와 공공보행통로에 미세먼지 발생상황을 알리는 안내판을 설치하여 주민들이 편리하게 정보를 확인하도록 돕고, 보행자도로 경계부에 미세먼지 흡착기능이 뛰어난 식재를 조성하도록 한다. 또한, 공공보행통로와 보행자도로 구간이 긴 경우 중간에 휴게시설을 겸한 개폐형 미세먼지 대피소를 설치를 권장한다.

□ 상업업무시설

· 공개공지 및 대지안의 공지 활용

상업업무시설의 저층부가 민간 수익시설인 경우 공공의 유익을 위해 외부공간계획을 조정하는 데 다소 어려움이 있다. 법적 기준과 지침상의 요구사항을 최소한으로 준수하며 조경 면적을 줄이고 상업공간을 넓히고자 하기 때문이다. 상업업무시설의 외부공간에 미세먼지 흡착을 위한 식재 공간을 확대하거나 대중이 이용할 수 있는 실내형 휴게공간을 조성하는 데 대한 인센티브 사항을 두어 미세먼지로부터 안전한 공간 조성을 적극적으로 유도할 필요가 있다.

· 실내 조경 공간 조성

상업업무시설은 불특정다수의 사람들의 출입이 빈번하여, 저층부 로비나 상업시설에 외부 대기가 끊임없이 유입된다. 이와 같은 공간에 미세먼지 필터 시스템을 구축하는 방안과 함께, 일정 규모 이상 실내 조경공간을 조성하여 자연적인 미세먼지 흡착을 유도할 수 있다. 이외에도 옥상 등의 휴게공간에는 개폐형 휴식시설 등을 설치하고 미세먼지 흡착기능이 뛰어난 식재를 조성하도록 유도한다.

□ 공공시설 용지

· 복합커뮤니티 센터 용지

현재 지구단위계획 시행지침상 공공시설 용지는 타 용지에 비해 계획 기준이 비교적 적게 제시되고 있다. 공공시설은 생활권 중심부에 입지하고 주민들에게 빈번히 이용되는 공간이며, 대중교통 및 생활권 내 주요 근린생활시설을 주거공간과 연결하는 보행동선상 중간공간인만큼 미세먼지 노출을 최소화하도록 조성해야 한다. 복합커뮤니티센터 외부공간과 보행동선의 접점에 식재 및 미세먼지 정보안내판 등을 설치하고 실내에는 미세먼지 대응쉼터 등을 조성한다. 주차공간은 가급적 지하에 조성하되 진입부를 보행공간 및 커뮤니티센터 외부공간과 이격하거나 식재로 차단하여 자동차 배기가스의 영향을 덜 받도록 한다.

· 학교시설 용지

유치원, 초등학교 등 학교시설은 주거지에서 가장 주요한 공공시설 중 하나이다. 이용자들이 미세먼지 민감계층인 어린이 및 청소년이며, 체류시간이 길어 여타 시설보다 미세먼지로부터의 안전이 중요하다. 학교 진입부에서 교실까지의 동선은 가급적 짧게 계획하고 동선이 길어질 경우 보행로 주변에 미세먼지를 흡착하는 수종을 밀도 있게 식재한다. 교실에 반드시 미세먼지 필터시스템을 구축하고, 미세먼지 농도가 높은 날을 대비하여 체육활동을 할 수 있는 실내형 다목적 공간을 조성하도록 한다.

② 공공부문 지침 개정방안

· 보행자전용도로 내 식재 조성 및 임시 대피 공간 조성

행정중심복합도시는 환상형 BRT라인을 중심으로 대중교통체계 시스템을 형성하고 있으나, 생활권 입지에 따라 BRT정류장으로부터 먼 주거지도 다수 구성되어 있다. 생활권 내 주요 보행자도로에 미세먼지를 흡착하는 수종을 식재하고, 정류장과 주거지를 연결하는 보행동선상에 실내형 휴게쉼터 등을 조성하여 미세먼지가 심한 날에는 임시 대피공간으로 활용하게 한다. 상업지역에 조성되는 보행자전용도로는 음식점 등 미세먼지 발생량이 많은 시설의 환기구가 보행로를 면하지 않도록 유의하여 환기설비의 위치를 지정한다.

□ 미세먼지 필터를 갖춘 개폐형 정류장 조성

행정중심복합도시 생활권은 기본적으로 근린주구의 성격으로 계획되었으나 단독주

택지는 생활권 가운데서도 외곽부에 조성되는 경향이 있어 현재로서는 BRT정류장에서 최대 4km이상 떨어진 부지도 있다. 이러한 지역은 정류장에서 집까지 일부 구간을 도보로 이동하거나 교통수단으로 환승하면서 외기에 노출되는 시간이 길어지게 된다. 이용자가 집중되는 BRT 정류장 및 주거지역과 직접적으로 연결되는 대중교통 정류장, 자전거 정류장은 미세먼지 필터시스템이 구축된 개폐형 정류장으로 조성하는 것이 바람직하다.

[표 4-7] 미세먼지 노출을 최소화하는 지구단위계획 지침개선방안

| 구분 | 항목 | 지침개선방안 |
|------------|--------------------------|---|
| 단독주택 용지 | 〈대지내 공지〉 | <ul style="list-style-type: none"> - 인접대지경계선과의 이격거리는 1.5m이상 조성하고 이격된 공간에는 식재를 조성할 것을 권장한다. - 도로에서 이격된 건축선으로 발생하는 대지안의 공지 면적의 70%이상은 미세먼지 저감에 유리한 수종을 식재한다. |
| | 〈대지내 차량 진/출입에 관한 사항〉 | <ul style="list-style-type: none"> - 차량의 진출입구 외 주차공간의 경계부에는 미세먼지를 흡착할 수 있는 식물군을 식재한다. - 주차장은 먼지발생을 감소시키기 위해 잔디블럭 등으로 조성하여 친환경적 공간이 될수 있도록 한다. |
| | 〈건축물의 외관 및 형태에 관한 사항〉 | <ul style="list-style-type: none"> - 주택의 현관, 창호 등에는 미세먼지 필터를 설치하고 공기청정형 환기 시스템을 도입할 것을 권장 한다. |
| | 〈기타사항〉 | <ul style="list-style-type: none"> - 미세먼지와 관련된 일련의 지구단위계획 지침 적용 시 (가칭) 미세먼지저감주택 등의 인증마크를 발급하는 등의 인증제도를 실시한다. |
| 공동주택 용지 | 〈바람길 조성〉 | <ul style="list-style-type: none"> - 단지 배치 시 주거동은 바람길을 고려하여 배치하도록 한다. 단, 바람길은 생활권 및 인접 단지를 모두 고려하여 전체적으로 대기의 흐름이 가능하도록 한다. |
| | 〈주민공동시설 조성에 관한 사항〉 | <ul style="list-style-type: none"> - 주거동 내에는 지하층 또는 지상층에 실내에서 연결되는 실내형 놀이터, 실내형 체육공간 등 다목적 외부활동 공간을 조성할 것을 권장한다. - 주민공동이용시설은 자연 환기가 가능하면서도 기계형 환기시스템을 반드시 갖추고 이외에도 미세먼지 필터 시스템을 구축하여 적절한 대기환경이 항상 유지될 수 있도록 한다. - 단지 외부공간에 조성하는 어린이 놀이터 경계부에는 미세먼지를 저감할 수 있는 수종을 밀도있게 식재하여 숲속형 놀이공간이 될 수 있도록 한다. 또한, 어린이 놀이터의 바닥재는 잔디 등의 식재를 활용한 마감을 권장하며, 어린이 놀이터 내 설치하는 파고라 등의 휴게공간은 초미세먼지 증가시 대피공간이 될 수 있도록 미세먼지 필터 시스템이 적용된 개폐형 휴게공간으로 조성하도록 한다. |
| | 〈공공보행통로 및 보행자 도로에 관한 사항〉 | <ul style="list-style-type: none"> - 공동주택 단지 내 조성되는 공공보행통로 및 보행자도로 진출입구에는 미세먼지 발생 상황 안내판을 설치하고 공공보행통로 경계부는 미세먼지 저감에 도움이 되는 수종을 식재하도록 한다. - 공공보행통로에서 단지 내 공간으로 이어지는 교차점 등에는 미세먼지 필터 시스템이 적용된 개폐형 휴게공간을 조성한다. |

| 구분 | 항목 | 지침개선방안 |
|--------------|------------------------------|--|
| 공동주택 용지 | 〈공공보행통로 및 보행 자 도로에 관한 사항〉 | <ul style="list-style-type: none"> - 공동주택 단지 내 조성되는 공공보행통로 및 보행자도로 진출입구에는 미세먼지 발생 상황 안내판을 설치하고 공공보행통로 경계부는 미세먼지 저감에 도움이 되는 수종을 식재하도록 한다. - 공공보행통로에서 단지 내 공간으로 이어지는 교차점 등에는 미세먼지 필터 시스템이 적용된 개폐형 휴게공간을 조성한다. |
| 상업업무 시설용지 | 〈기타에 관한 사항〉 | <ul style="list-style-type: none"> - 공개공지 이외에 조경 면적을 추가하고 실내형 휴게공간을 조성할 것을 권장한다. - 상업업무시설에는 공기 제어 시스템 및 공기 청정형 환기 시스템을 조성하도록 한다. - 업무시설의 로비 등에는 실내 조경 공간을 조성하여 자연적인 미세먼지 필터 기능을 할 수 있도록 한다. |
| 공공시설 용지 | 〈복합커뮤니티 센터에 관한 사항〉 | <ul style="list-style-type: none"> - 복합커뮤니티 센터 외부공간에는 미세먼지를 저감할 수 있는 수종의 식재를 조성하고, 주요 보행 진출입구에는 미세먼지 농도 안내판을 설치하도록 한다. - 도로에 면한 외부공간에는 휴게쉼터를 겸한 개폐형 미세먼지 대응 쉼터를 설치하도록 한다. - 복합커뮤니티 외부공간은 완전한 개방형보다는 식재로 둘러싸인 숲속형 공간이 될 수 있도록 한다. - 주차장은 가급적 지하에 조성하도록 하고, 주차 진출입구는 가급적 도로에서 바로 진입할 수 있도록 조성한다. 또한, 주차장 진출입구와 주변 외부공간은 경계는 식재를 조성하여 차단될 수 있도록 한다. |
| | 〈학교시설용지에 관한 사항〉 | <ul style="list-style-type: none"> - 학교 진출입구 및 진출입구로부터 교실까지 이동하는 외부 공간의 거리는 가급적 최소화하여 건물을 배치한다. 또한, 이동통로는 미세먼지 흡착이 가능한 수종을 밀도있게 식재하여 차단 효과를 볼 수 있도록 한다. |
| 공공부문 | 〈보행자 전용도로에 관한 사항〉 | <ul style="list-style-type: none"> - 보행자 전용도로에는 미세먼지를 저감할 수 있는 수종의 식재를 조성하고, 주거지역하고 연결되는 보행자전용도로상에는 공원 등이 연계될 수 있도록 한다. 또한, 보행자전용도로 내 개폐형 휴게쉼터를 조성하여 임시 대피공간으로 활용될 수 있도록 한다. - 상업지역 내 조성되는 보행자전용도로에는 외부와 일정부분 차단되는 규모로 미세먼지를 저감할 수 있는 수종을 식재하되, 보행자전용도로에 면해 입지하는 상점의 경우 보행로 진출입구에 지도형 안내판을 설치하도록 한다. |
| | 〈대중교통 정류장에 관한 사항〉 | <ul style="list-style-type: none"> - BRT정류장 및 기타 대중교통 정류장, 자전거정류장은 미세먼지 필터 시스템이 구축된 개폐형 정류장으로 조성하되, 휴게 쉼터 역할도 할 수 있도록 벤치 등을 설치한다. |

출처: 직접작성

제5장 결론

1. 연구결과 요약

2. 연구의 한계 및 향후 연구방향

1. 연구결과 요약

본 연구는 행정중심복합도시의 미세먼지 정책 효과를 높이기 위한 기반 마련을 목적으로, 시민들의 생활방식과 미세먼지 노출특성을 조사하고 생활공간의 개선방안을 모색하고자 하였다. 이를 위해 미세먼지에 대한 건축도시분야의 정책과 연구동향 및 선행사례를 고찰하고, 행정중심복합도시의 생활환경 특성을 검토하였으며, 거주자의 미세먼지 노출수준과 대응방식을 빅데이터 분석과 설문조사, 인터뷰의 방식으로 다각적으로 조사하였다.

먼저 빅데이터 분석을 통해 미세먼지 농도가 매우 높은 날과 낮은 날을 비교해 유동인구가 변화하는 장소를 탐색하고 활동 특성에 따른 미세먼지의 영향을 추정하였다. 설문조사를 통해 거주자의 생활방식과 미세먼지 노출수준 및 불편사항을 파악하고, 미세먼지 민감계층인 아동에 대해서는 초등학교 학부모 대상의 포커스그룹 인터뷰 및 온라인 커뮤니티의 미세먼지 주제글 분석을 통해 조사를 보완하였다.

미세먼지 관련 거주자 행태분석 결과 발견한 행태특성 및 시사점은 다음과 같다. 첫째, 미세먼지가 심한 날 활동의 위축은 학업과 경제활동 등 필수적 활동에서는 변화가 없었고, 출퇴근·통학시 자가승용차를 이용하는 비율이 높으며 고농도 미세먼지 여건에서 자가승용차 이용이 증가하거나(성인), 마스크를 착용하고 등교·등원하는 경향이 있다(어린이). 이와 같은 개인적인 대비로는 생활공간에서 미세먼지 영향을 줄이는 데는 한계가 있고, 고농도 미세먼지 상태에서 차량이용률이 증가할 수밖에 없는 상황이다. 따라서 거주자가 장시간 체류하는 학교와 사업장 등의 미세먼지 관리와 함께 대중교통 이용환경에서의 미세먼지 영향을 줄여나갈 필요가 있다.

둘째, 선택적 활동이 위축되는 양상은 여가활동에서 보다 뚜렷하게 나타난다. 성인과 아동 모두 미세먼지가 심할 때는 여가활동의 효용이 확연히 떨어지는 것을 경험하는데 이러한 현상은 실내활동공간의 부족으로 더욱 심화된다. 실제로 미세먼지 농도가 높을 때 행정중심복합도시민이 즐겨 찾는 대표적 공간은 대규모 실내공간을 갖춘 공공시설과 상업시설이나, 시설이 많지 않고 시민이 체감하는 접근성이 낮아 개선이 필요하다. 복합커뮤니티센터 등 생활권 단위 공공시설은 접근성이 좋다는 장점이 있으나, 규모가 상대적으로 작아 이용에 경쟁이 있고 프로그램이 한정적인 것에 대한 이용자의 불만이 있었다. 신체활동이 부족해지기 쉬운 겨울철에 고농도 미세먼지 발생이 장기화될 전망을 감안하면, 건강행위를 유지하기 위해 미세먼지로부터 안전한 공공 실내체육시설 및 실내놀이시설을 확대할 필요가 있다.

셋째, 미세먼지 관련 정보의 부족으로 인해 일상적 활동에 대한 제약이 심화된다. 스마트폰 어플리케이션이 제공하는 미세먼지 농도는 측정소가 이용자의 현재 위치와 차이가 있고, 개별 시설단위의 실내공기질에 대한 정보가 부족한 데서 오는 불안감으로 외부활동 자체가 줄어들기도 한다. 개인이 SNS나 온라인 커뮤니티를 통해 특정 장소의 미세먼지 농도를 실측한 값 또는 환기설비수준이 우수한 시설 정보를 구하고 이를 근거로 외출여부와 장소선택, 실내환기여부 등을 결정하는 현상은, 실생활에 밀접한 공간의 실내공기질에 대해 신뢰할 수 있는 정보를 생산하고 제공하는 방식에 근본적인 개선이 필요함을 시사한다.

이상의 행태조사 결과와 함께 행정중심복합도시의 공간구조 특성을 고려하여 미세먼지 집중관리지역을 선정하고 미세먼지 노출 수준을 줄일 수 있는 기술사례를 대응하여 공간개선방안을 제안하였다. 행정중심복합도시는 대중교통과 보행가로를 통한 생활권 연계를 계획개념으로 하나, 자동차 이용비율이 높은 실정으로 이동공간의 안전성 확보가 시급하다. 필수적인 활동에 있어서 대중교통 이용확대를 위한 버스공기질 개선, 미세먼지 정보제공 강화와 함께 안전한 도보를 위한 보행공간, 상주공간의 실내공기질 관리가 필요하다. 선택적 활동 가운데서는 미세먼지 노출 최소화과 신체활동 유지 간의 균형을 목표로 이용자 성향과 여건, 필요를 고려한 맞춤형 여가활동 공간을 확충하면서 시설별 실내공기질 관리, 접근성 강화 및 서비스 수준 제고를 병행해야 한다. 본 연구에서는 선행연구를 바탕으로 아동과 노인이 주로 이용하는 시설과 미세먼지가 응집되기 쉬운 장소를 설정하고, 주거지-목적시설간 네트워크 분석결과 보행밀도가 높은 인도를 중첩하여 미세먼지 집중관리지역을 선정한 후 유형별 공간개선방안을 제시하였다. 집중관리지역은 6차선 도로에 인접한 민감계층 이용시설, 이용자가 집중되는 버스정류장, 보행밀도가 높은 가로공간, BRT버스정류장에서 근

린생활시설로 이어지는 가로, 유동인구가 많은 공원 및 대규모 실내공간이다.

현재 행정중심복합도시 지구단위계획 수립지침에는 미세먼지에 대한 대응 개념이 부재하므로, 생활권 단위의 마스터플랜을 통해 부문별 시행지침의 보완을 유도하고 생활권 중심에 배치되는 공공시설에 대한 시행지침을 구체화할 필요가 있다. 본 연구에서는 민간계획의 영역인 용지별 시행지침과 공공부문 시행지침을 위주로 미세먼지 노출을 줄이는 공간조성 관련 계획요소를 추가하고, 공공부문과 용지별 시행지침에 미세먼지 정보제공 관련 시설물을 포함하도록 지침개선안을 제시하였다.

2. 연구의 한계 및 향후 연구방향

본 연구는 오염원 관리를 중심으로 한 기존 미세먼지 대응에서 생활환경 속 미세먼지 노출수준을 줄이는 방향으로 관점을 전환하여 도시건축환경의 대응방안을 모색하였다. 방법론으로는 거주자 행태분석을 중심으로 하고, 선행연구와 사례조사를 바탕으로 중점관리지역을 도출하고 공간개선방안 및 제도개선안을 제시하였다. 이 과정에서 개별 대책의 비용 및 효과에 대한 검증은 생략한 채 장소특성-계획요소간의 대응가능성만을 고려했다는 점에서 근본적인 한계가 있다. 또한 계획요소들이 복합적으로 작용하는 도시건축환경의 특성상, 특정 요소의 개선이 다른 요소와 상충할 가능성을 충분히 검토하지 못했다는 점도 연구의 한계이다.

미세먼지 문제는 환경적, 과학적 사안으로 미세먼지의 발생과 건강에 미치는 영향이 완전히 규명되지 않은 상황에서 이를 도시건축 분야의 정책요소로 구성하는 데 근본적인 어려움이 따른다. 도시구조에서부터 에너지사용, 교통수단에 이르기까지 생활양식 전반이 미세먼지 배출과 직·간접적으로 연결되어 있어 특정 지점의 개선만으로는 효과를 거두기 어렵다. 특히 노출-수용체 중심의 미세먼지 대응방안에 개인의 행태 수정을 포함할 경우 시민사회의 호응이 반드시 전제되어야 한다. 따라서 미세먼지 문제와 해결방안을 모색하기 위한 기초단계로서, 생활공간부터 미세먼지 관련 데이터에 대한 생산과 공유를 확대하며 사회 전체적인 공감대를 형성하는 것이 중요하다. 이러한 관점에서, 이용자가 적극 참여하여 생활공간 속 미세먼지 문제 양상을 규명하고 대책의 효과를 검증해 나가는 방법론적 전환은 개별공간개선에서 생활양식의 전환에 이르는 광범위한 영역에 대해 사회적 합의를 이끌어내는 데 기여할 것이다.

-
- 강성우·조세환(2017), “도심 세종대로 메가 공원의 생명경관 재생 효과”, 「바이오텍경관도시리뷰」, 2(3), pp.33-46.
- 건설교통부(2006), 「행정중심복합도시건설 기본계획」
- 권계정·박봉주(2017), “실내녹화 방법이 온습도 및 미세먼지 농도에 미치는 영향”, 「조경연구」, 45(4), pp.1-9.
- 권순박(2019), “도시철도 지하역사 스마트 미세먼지 관리시스템”, 「설비」, 36(5), pp.50-59.
- 김용진(2011), “근린의 물리적 환경이 노인의 건강 및 정신 건강에 미치는 영향”, 「도시설계」12(6): 89-99.
- 김용진·안건희(2012), “노인의 주요 근린시설별 이용권 도출에 관한 연구”, 「대한건축학회 논문집-계획계」28(5): 215-222.
- 김유태·김학겸(2018), “학교 실내공기질 관리를 위한 창호부착형 환기청정시스템”, 「대한설비공학회 2018 동계학술발표회 논문집」, pp.95-98.(2018.11.23.)
- 김운수, 신상영 (2019), 「서울시 미세먼지·오존 통합관리 전략」, 서울연구원.
- 김형근·김태연(2018), “조리시 발생하는 미세먼지 제거를 위한 스마트환기 전략”, 「그린빌딩」, 19(4), pp.28-34.
- 문수영(2017), “미세먼지 및 열섬 저감 기능의 도시 시설물 구현을 위한 사례조사 연구”, 「2017년 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집」, 37(2), pp.463-464.(2017. 10.25.)
- 문충만(2017), 「대전시 적용가능한 미세먼지 예경보제에 관한 기초조사연구」, 대전세종연구원
- 박성준, 김지혜, 조구상, 여명석, 김광우(2015). “보육시설 실내 미세먼지의 입경별 실내·외 발생원 분석”. 대한건축학회 논문집-계획계, 31(12), pp.215-222.
- 박준석(2014), “보육시설의 실내공기질 유지관리 실태”, 「교육시설」 21(6): 28-32.
- 박준석(2018), “환기방식별 미세먼지 유입량”, 「건축환경설비」, 12(2), pp.28-31.
- 박준석(2019), “공동주택에서 환기계획과 미세먼지”, 「그린빌딩」, 20(1), pp.7-12.
- 박진희·박현진·박소현(2016), “아동 바깥활동 행태분석에 기반한 재건축 아파트 단지 보행권 용 외부공간 해석: 잠실 사례지 초등학교 저학년의 평일 바깥활동 GPS 데이터를 중심으로”, 「대한건축학회 논문집: 계획계」32(9), pp.109-120.
- 박현구, 오조교, 이상수, 신형순, 김진길, 김병록, 정연훈(2018), “경기도 북부지역 아파트의 지하주차장 실내공기질 변동 특성”, 한국환경보건학회지, 44(3), pp.250-258.

- 박현진(2016), “근린환경에서의 아동 놀이행태 및 놀이공간 특성에 관한 연구: 북촌의 초등학교 저학년 통행일지와 GPS 데이터를 기반으로”, 서울대학교 석사학위논문.
- 박현진·박진희·박소현(2016), “근린주거환경의 아동 놀이공간 유형 및 이동경로 특성에 관한 기초연구: 북촌의 초등학교 저학년 통행일지와 GPS 데이터를 중심으로”, 『대한건축학회』32(2): 1919-202.
- 박효숙·정연준·이경환(2017) “노인들의 보행경로와 외부활동에 영향을 미치는 근린환경 특성에 대한 실증분석: 서울시 녹변동을 대상으로”, 『도시설계』18(6): 17-35.
- 백용규·김수영(2010), “보육시설의 규모 및 실 유형에 따른 실내공기오염물질 농도변화”, 『한국건축환경설비학회 논문집』 4(4): 235-240.
- 서장후·박성현(2019), “실내 미세먼지 농도 저감을 위한 환기시스템 적용 기술”, 『그린빌딩』, 20(1), pp.20-28.
- 손종렬(2018), “교육시설의 미세먼지 현황 및 관리 방안”, 『설비』, pp.35(5), pp.38-46.
- 손창우, 안현찬, 윤난희, 박상현(2018), 『건강도시 실현을 위한 강동구 도시설계 가이드라인 수립 연구』, 서울연구원
- 손종렬·이영규·양원호·성민기·유승호, 「다중이용시설 미세먼지 관리방안 마련 연구 II」, 환경부.
- 송민경(2019), “도심 취약건물 및 시설에서 어린이 미세먼지 노출현황”, 『공기청정기술』 32(2): 1-9.
- 안현찬(2017), “서울노인의 동네생활 들여다보기”, 『고령화 시대에 대응하는 서울형 지역사회 전략 정책토론회』 자료집, pp.31-57.
- 양영권·문진우·박진철(2018), “실내 미세먼지 저감을 위한 인공지능 기반 창조환기시스템”, 『그린빌딩』, 19(4), pp.12-20.
- 엄예슬·최동희·강동화(2018), “주거건물용 이중외피 통합형 전기집진기의 미세먼지 집진 성능 수치해석 평가”, 『대한건축학회논문집』, 34(12), pp.73-82.
- 오찬옥(2015), “노인의 근린생활시설 이용정도와 도보권 시설요구: 부산지역 거주 노인을 중심으로”, 『한국과학예술융합학회』20: 279-292.
- 오충록(2018), “교실 실내공기질 개선장비에 대한 고찰 및 발전방안”, 『설비』, pp.35(5), pp.80-91.
- 이대행·이세행·배석진·김난희·박강수·김도술·백계진·문용운(2010), “광주지역 다중이용시설에서 실내공기질 농도와 상관성 분석”, 『대한환경공학회지』 32(11): 1001-1010.
- 이선재(2017), “도시 노인은 어디에서 어떻게 걷나”, 『걷고싶은도시』, 서울: 걷고싶은도시만들기시민연대.
- 이수형, 오수진, 윤희영, 이보람, 정수경 (2019), 「빅데이터를 이용한 미세먼지 건강영향평가 및 적응대책 연구」, 한국보건사회연구원.
- 이우민(2012), 「어린이 놀이활동에 영향을 미치는 초등학교 근린학교 특성에 관한 실증분석: 서울 개명초등학교 근린지역을 대상으로」, 공주대학교 대학원 석사학위논문.
- 이윤규·김기철(2018), “교실 미세먼지 저감을 위한 환기설비 적용방안”, 『대한설비공학회』 20 18 하계학술발표회 논문집, pp.597-600.(2018.6.20.)
- 이윤희(2017), 「세종시와 인근지역 상호영향 분석을 통한 대기질 관리방안 연구」, 대전세종연구원

- 이형숙(2011), “노인들의 도보권 근린시설 이용현황 및 인지된 근접성 연구: 성남지역을 중심으로”, 『도시설계』, 12(4), pp.63-74.
- 정연준(2018), 「신도시 노인들의 근린생활권 범위와 보행경로에 영향을 미치는 근린환경특성 분석: 성남시 분당구 야탑동을 대상으로」, 공주대학교 대학원 석사학위논문.
- 전준용·김세현·김주형(2016), “도시철도역사 승강장 환기시스템에 가변운전방식 도입 가능성 검토에 관한 연구”, 『2016 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집』, 36(2), pp.1608-1609.
- 정지혁·나명주·김한나·문영현·이지이(2015), “버스정류장에서의 시간에 따른 미세먼지 농도 변화 특성 연구”, 『한국대기환경학회 학술대회논문집』 2015(11): 182.
- 정해식, 김미곤, 여유진, 전진아, 김문길, 우선희, 최준영(2018), 『사회통합 실태 진단 및 대응 방안 연구(Ⅳ)』, 한국보건사회연구원.
- 정혜윤(2016), 「아동의 놀이행태를 통해 본 주거지 놀이환경의 특성 분석」, 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 채한희(2019), 「어린이들의 보행행태 및 외부활동에 영향을 미치는 초등학교 근린환경 요인 분석」, 공주대학교 대학원 석사학위논문.
- 한방우(2019), “생활보호제품을 이요한 주택 미세먼지 관리기술”, 『설비』, 36(5), pp.39-47.
- 행정중심복합도시건설청(2007), 『행정중심복합도시 개발계획 최종보고서』
- 행정중심복합도시건설청(2007), 『행정중심복합도시 건축물 미관기준 연구』
- 황광일·한봉호·곽정인·박석철(2018), “도로변 완충녹지의 식재구조에 따른 초미세먼지(PM_{2.5})농도 저감효과 연구”, 『조경연구』, 46(4), pp.61-75.
- 허진아(2019) 「동행여부와 보행속도를 고려한 노인의 근린가로환경 이용특성 해석: 망원동 사례조사를 중심으로」, 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 허희염·김진오(2017), “미세먼지 저감을 위한 식재기법 및 도시 녹지계획 방향”, 『조경연구』, 45(6), pp.40-49.
- 건축도시공간연구소(2019), 「미세먼지에 대응하는 건축과 도시환경」, AURI건축도시포럼 자료집. https://www.auri.re.kr/auriTidings/forum_view.asp?idx=1935&page=1&bbs_code=10&top=&key=0&word=&etc=&opendate= (접속일: 2019. 7. 21.)
- 경북일보 2019년 03월 12일 보도자료, <http://www.kyongbuk.co.kr/news/articleView.html?idxno=1055711> (접속일: 2019. 7. 15.)
- 경인일보 2019년 1월 14일 보도자료, <http://www.kyeongin.com/main/view.php?key=20190114010004448> (접속일: 2019. 7. 15.)
- 과학기술정보통신부, <https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contents.do?mId=MTQ2> (접속일: 2019. 9. 7.)
- 관계부처 합동, 미세먼지 관리 종합대책, http://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?menuId=10262&seq=7053 (접속일: 2019. 7. 19.)
- 국민권익위원회 공식블로그, <https://blog.naver.com/loveacrc/221574808627> (접속일: 2019. 8. 16.)
- 내손안에 서울, <http://mediahub.seoul.go.kr/archives/1223589> (접속일: 2019. 7. 15.)

대한민국 정책브리핑, <http://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156286397>(접속일: 2019. 7. 15.)

메디컬투데이 2019년 3월 5일 보도자료, <http://www.mdtoday.co.kr/mdtoday/index.html?no=347836> (접속일: 2019. 7. 15.)

아파트관리신문, <http://www.aptn.co.kr/news/articleView.html?idxno=66415> (접속일자 2019. 9. 20.)

연합뉴스, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20181031098500053?input=1195m> (접속일: 2019. 7. 15.)

연합뉴스, <https://www.yna.co.kr/view/PYH20181030092200013> (접속일: 2019. 7. 26.)

연합뉴스, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20190222111800017?input=1195m>

에어코리아, http://www.airkorea.or.kr/web/dustForecast?pMENU_NO=113 (접속일: 2019. 9. 12.)

오마이뉴스, http://www.ohmynews.com/NWS_Web/View/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0002514331&CMPT_CD=P0010&utm_source=naver&utm_medium=newsearch&utm_campaign=naver_news (접속일: 2019. 8. 2.)

서울메트로, http://m.metroseoul.co.kr/news/newsview?newsCd=2016101700106#_enliple (접속일: 2019. 7. 25.)

전자신문, <https://www.etnews.com/20191004000224?m=1> (접속일: 2019. 7. 25.)

통계청(2018), 「2018년 사회조사보고서」, <http://kosis.kr/publication/publicationThema.do> (접속일: 2019. 7. 22.)

환경부 환경통계포털: 통계로 본 환경정책-대기환경, <http://stat.me.go.kr/nesis/mesp/info/statPolicyAir3.do> (접속일: 2019. 7. 28.)

현대경제연구원, 「미세먼지에 대한 국민 인식 조사」, <http://www.hri.co.kr/board/reportView.asp>, (접속일: 2019. 8. 4.)

KBS뉴스, <http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=4166047&ref=A> (접속일: 2019. 7. 12.)

KBS뉴스, <http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=4169274> (접속일: 2019. 7. 21.)

Comune di Modena, <https://www.comune.modena.it/salastampa/archivio-comunicati-stampa/2017/5/a-modena-arrivano-i-citytrees-che-201cmangiano201d-lo-smog> (접속일: 2019. 7. 25.)

Design Indaba <https://www.designindaba.com/articles/creative-work/eco-mushroom-streetlight-absorbs-vehicle-pollution>

DW, <https://www.dw.com/de/mannhummel-die-feinstaubsauger/a-47351592> (접속일: 2019. 8. 2.)

Energis, http://energis.ba/an-artificial-tree-that-will-produce-oxygen-for-cities/?lang=en&relatedposts_hit=1&relatedposts_origin=12398&relatedposts_position=1#_Xi_pvTlzaUk (접속일: 2019. 7. 26.)

Infobae, <https://www.infobae.com/america/mexico/2019/03/16/disruptivo-decorativo-y-sustentable-el-edificio-de-un-hospital-mexicano-que-come-smog-y-a-trae-la-luz-solar/>(접속일: 2019. 7. 25.)

Reducing Daily Exposures to Particulate Matter through Urban Environmental Design

SUMMARY

Kang, Hyun Mi
Lee, Eun Seok
Ji, Seok Hwan

Every winter and spring, fine dust levels gets extremely high causing high levels of public anxiety and limiting daily life in Korea. The purpose of this study is to suggest how to improve urban building spaces and to present guidelines that reduce the exposures to fine dust in daily life. For this purpose, behavioral patterns of citizens should be examined first so that urban design factors can be defined which is related to fine dust matter. The site for research is ‘Multifunctional Administration City(hereinafter MAC)’, which is a newly developed city within Sejong City.

Since exposure and receptor-oriented approach is a new trend in policies to cope with fine dust in the Atmospheric environment and health sectors, one of researchers’ main tasks in architecture and urban design is to find solutions to reduce the risks of fine dust based on user characteristics and behavior patters. In the built environmental research area, several studies have been conducted focusing on improving ventilation facilities in residential areas and multi-use facilities, and attention has been paid to green infrastructures and urban facilities as an effective method to reduce fine dust in outdoor space. Recent apartment buildings have shown leading examples of high technology in protecting residents from fine dust by applying various technologies in an integrated solution to indoor and outdoor spaces. Our research team investigated the impact of fine dust on the lifestyle of MAC residents using big data analysis, surveys, content analysis of posts on fine dust and focus group interviews.

The findings and implications of the analysis are as follows. First, the government should reduce the exposure of fine dust when using public transportation or staying in schools and workplaces where residents stay for long performing their daily duties. This is because in mandatory schedules, there is a limit to reducing fine dust exposure levels with personal protections, and most of commuters in MAC use their own cars usually, especially when the fine dust level is high.

Second, optional activities are likely to be reduced by high level of fine dust, so protective spaces should be provided to attract more citizens to embrace a healthy lifestyle. As fine dust reduces outdoor activities, the overall satisfaction with leisure time tends to fall significantly amid an overall decline in physical activity through leisure. In terms of leisure facility, MAC lacks large-scale indoor space, while existing public facilities within residential area are limited in size and program. Therefore it is necessary to improve the quantity and quality of public facilities for indoor sports and other leisure time activity.

Third, reliable information about the level of fine dust which is measured in actual place should be produced and provided to citizens. Information about fine dust level, currently available to the public through smartphone applications, are measured far away from where individuals are located and most of facilities in MAC are not equipped to measure indoor air quality. Thus, A fundamental improvement is needed in the way that reliable information is produced and provided for indoor air quality of facility regarding activity unit.

The main idea of managing fine dust in a daily life is to keep outdoor environment safe to reduce the exposure of fine dust, to manages indoor air quality focusing on fine dust inflow and ventilation facilities and to provide information on the exact level of fine dust and how to cope with it.

Since MAC has been built with a major planning concept of neighborhood units which has community area in its center and connected to other units by public transportation and walking street, it is important to link residential and walking environments safely from fine dust in outdoor space, while intensive management of indoor space is needed concerning health impact on vulnerable people. To implement these ideas, this study suggest environmental improvement through designating intensive management areas for fine dust by overlapping facilities used mainly by children and the elderly, places where fine dust is likely to converge, and lively sidewalks.

Since the MAC's district unit planning guidelines do not have the concept of protection from fine dust, it is necessary to encourage supplementation of sectoral implementation guidelines through master plans for each neighborhood units and to specify implementation guidelines for public facilities located at the center of neighborhood. Accordingly, this study proposed a revision of guideline to adapt environmental elements related to protection from fine dust to the implementation guidelines by land-based and public sector guidelines.

This study brings together the behavior patterns and vulnerability factors of the fine dust layer among the MAC's living environments to categorize the intensive management area, and suggests environmental improvement and the guidelines for district unit planning. There is a fundamental limit to the study in that it considered only simplest combination of site type and planning elements, omitting verification of the costs and effectiveness of each policy tool. Another limitation of the study is that it has not fully considered the possibility of improvement of a particular component being in conflict with other factors.

For further study, it is necessary to develop process of production and sharing of data on fine dust of living environment creating social consensus and finding feasible ideas to deal with fine dust through urban design improvement.

Keywords :

Fine Dust, Particular Matter, Exposure Protection, Behavioral Pattern, Urban Design Improvement, Multifunctional Administration City, District Unit Planning Guideline