

문학사 학위논문

# 보행자를 위한 흡연부스 최적지 탐색

- 서울시 광진구 지역을 토대로

2020년 2월

서울대학교 사회과학대학  
지리학과

유기영

서울대학교 사회과학대학  
지리학과

2019학년도 전기졸업의 문학사 학위논문을  
제출합니다.

---

학 번: 2013-10513

---

이 름: 유기영

---

제 출 일: 2019년 12월 2일 (월)

---

지도교수: 이정만

## [목 차]

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| [국 문 요 약]                               | 1  |
| 1. 연구목적과 배경                             | 2  |
| 1.1. 간접흡연 방지 규정의 배경                     | 2  |
| 1.2. 간접흡연의 현상                           | 2  |
| 1.3. 연구의 목적                             | 3  |
| 2. 선행연구                                 | 3  |
| 2.1. 보행 중 흡연의 행태와 흡연구역 설정 및 운영에 대한 선행연구 | 3  |
| 2.2. 공공시설 입지에 대한 선행연구                   | 4  |
| 3. 데이터 설정 및 연구 방식                       | 4  |
| 3.1. 데이터 출처                             | 4  |
| 3.2. 수요지점 추출 방식                         | 5  |
| 3.3. 후보지점 추출                            | 5  |
| 3.4. MCLP 모형                            | 6  |
| 4. 분석 결과                                | 8  |
| 4.1. 요일별, 시간대별 보행 중 현재 흡연 인구 분포         | 8  |
| 4.2. 선택된 후보지 분석                         | 10 |
| 5. 결론                                   | 16 |
| 6. 한계점 및 추가 제언                          | 16 |
| 6.1. 흡연부스와 보행자와의 거리                     | 16 |
| 6.2. 후보지의 지정과 최적 지점 선택 기준               | 17 |
| 7. 참고문헌                                 | 18 |

### <표 차례>

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 표 1 데이터 출처                                                                                     | 4  |
| 표 2 요일별/시간대별 을지로입구역 흡연부스의 평균 이용자수(김진아, 2018)와<br>평균 현주 현재흡연인구(서울시 열린데이터센터, 2018.08., 2018.09.) | 14 |
| 표 3 요일별/시간대별 을지로입구역 흡연부스의 이용률과 그 비교                                                            | 14 |
| 표 4 요일별/시간대별 흡연부스 이용 가중치                                                                       | 15 |
| 표 5 요일별/시간대별 흡연부스 1 지점 당 평균 보행 중 현재흡연인구                                                        | 15 |

### <그림 차례>

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 그림 1 요일별/시간대별 광진구 보행 중 현재흡연인구 분포<br>(서울시 빅데이터캠퍼스, KT 월별 유동인구(2017.10.)) | 8  |
| 그림 2 요일별/시간대별 최적 선택지점(P=15), 보행 중 현재흡연인구<br>(서울시 빅데이터캠퍼스, 2017.10)      | 12 |
| 그림 3 P=15, P=100인 경우의 최적 설치 입지                                          | 15 |

### <그래프 차례>

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 그래프 1 요일/시간대별 전체 보행 중 현재흡연인구<br>(서울시 빅데이터캠퍼스, KT 월별 유동인구(2017.10.)) | 10 |
| 그래프 2 설치 지점 수에 따른 시간대별 평균 최대 커버리지 비율                                | 11 |
| 그래프 3 설치 지점 수에 따른 요일별 평균 최대 커버리지 비율                                 | 11 |
| 그래프 4 설치 지점 수에 따른 시간대별 평균 커버리지 비율의 편차                               | 11 |

## [국 문 요 약]

본 연구는 시민들 사이에서 높아지고 있는 흡연구역 설정에 대해, 흡연부스가 입지할 최적의 지점을 탐색하기 위해 수요 분석, 후보지 설정, 최적입지 분석의 과정을 통한 방법론을 탐구한다. 우선 수요 분석을 위해 서울시 빅데이터캠퍼스에서 제공하는 월별 유동인구 데이터와 현재흡연율을 적용하여 시간 조건에 따른 수요 지점을 분석하고, 법제적 근거를 기반으로 광진구 내부의 공공부지에서 가능한 후보지를 검색한다. 분석된 수요 지점과 후보 지점을 토대로 set covering 모형 중 하나인 MCLP(Maximal Covering Location Problem)을 이용하여 최적 입지를 분석한다.

분석된 최적 입지는 대체로 설치 지점이 많아질수록 90% 내외의 수요를 충족하는 모습을 보였고, 요일에 따른 차이보다는 시간대에 따른 차이가 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과를 통해 시간대별로 가장 수요 커버리지 비율의 편차가 커던 15개소와 수요 충족 비율의 변화율이 급격하게 작아지는 100개소 설치를 기준으로 삼아 분석된 최적 입지를 살펴보았다. 시간 조건을 고려한 최적의 입지를 판단하기 위해 시간 조건에 따라 흡연자들이 흡연부스를 이용하는 비율로 가중치를 적용하여 판단 지표로 삼아, 최종적으로 흡연부스 최적 설치 지점이 제시되었다.

주제어 : 보행 중 흡연, 흡연구역, MCLP

## 1. 연구목적과 배경

### 1.1. 간접흡연 방지 규정의 배경

세계보건기구(WHO)는 담배규제기본협약(Framework Convention on Tabacco Contrl: FCTC)을 제정하여 흡연문제의 해결을 위해 전 세계적으로 노력할 필요성을 제기한다. 담배가 신체와 환경에 미치는 해악에도 불구하고, 생산과 소비에 걸친 사슬에서 담배의 생산국의 대부분은 선진국인 반면 담배 소비국의 대부분은 저소득 국가이고, 이들 저소득 국가는 어린이와 청소년에게 담배의 영향을 받지 않게 하는 정책적인 기반이 없기 때문이다(최은진, 윤시몬, 이난희, 2019, pp.61-62.). FCTC는 총 10장 39조로 구성되어 있으며 담배의 생산, 유통, 소비 등 다양한 분야에서 규제를 할 것을 당부하고 있으며, 그 중 8조에서는 간접흡연으로부터의 보호에 대한 사항을 담고 있다(세계보건기구 담배 규제기본협약, [2019.11.28.]).

한국은 국민건강증진법이 1995년 지정되어 금연 정책을 실시하기 시작하였고, 2005년 FCTC를 비준하여 제2장 제9조 제4항(국민건강증진법, [2019.11.28.])과 관련 시행규칙을 통해 금연구역의 설정과 흡연구역의 지정을 규정하고 있다. 제정 이후 점차 대형 공공 시설부터 일반음식점과 일부 실외구역까지 금연구역이 확대되었다(노진원, 이예진, 유기봉, 윤진하, 2018, p.54.). 흡연실의 경우 국민건강증진법 시행규칙 별표2에 따라 아동, 청소년, 환자 등이 이용하는 시설에서는 시설의 출입구에서 10m의 간격을 두고 흡연실을 설치할 수 있다고 규정하고 있고, 이는 개방된 공간에서 담배 연기가 10m까지 영향을 끼칠 수 있다는 연구 결과(Hwang J., Lee K., 2013)를 고려해 보면 타당한 거리라고 할 수 있다.

### 1.2. 간접흡연의 현상

국민건강증진법에 의해 간접흡연을 막기 위한 노력에도 불구하고, 시민들은 다양한 장소에서 간접흡연을 경험하고 있다. 특히 길거리에서 최근 한 달간 간접흡연을 경험한 비율은 85.9%로 나타났고, 간접흡연을 경험하는 장소는 대체로 금연구역으로 지정되지 않은 사각지대인 특징을 지닌다(최은진.이난희.윤시몬, 2018, pp.15.). 흡연자들은 보통 흡연구역이 충분치 않아서 길거리에서 흡연을 하게 된다는 의견(아시아경제, 2019.09.30.) 등 실외 흡연구역의 지정을 요구하는 경향이 강했다. 한국리서치의 설문조사에서도, 전체 응답자의 87%가 흡연구역 확대에 동의했으며, 비흡연자의 경우에도 84%에 달하는 비율을 보였다(한국일보, 2019.11.30.). 흡연부스와 관련한 시민의 인터뷰에서 흡연구역을 법적으로 규정하여 금연구역의 명확한 분리를 할 필요성에 대해서도 90%에 달하는 필요하다는 의견을 들을 수 있었다(김진아, 2018, p.41.).

비록 국민의 기본 권리 상 협연권이 흡연권보다 더 우선하는 권리이지만, 사회적 갈등을 줄이기 위해서는 둘을 균형 있게 조정하는 것이 필요하다. 금연구역 외 실외 흡연구역을 지정하는 것은 이를 위한 하나의 방편이다(노진원, 이예진, 유기봉, 윤진하, 2018, p.56.). 반면 서울시내에서 금연구역으로 지정된 구역은 18,485개소이나, 공공 흡연구역으로 지정된 공간은 2017년 기준 79곳으로(김진아, 2018, p.8.) 현재 흡연율이 22%(보건복지부, 2017)인 점을 감안해도

과소하다는 것을 알 수 있다.

### 1.3. 연구의 목적

보행 중 일어날 수 있는 간접흡연을 방지하기 위해 실질적으로 시민들에게 요구되고 필요한 것은 흡연구역의 지정과 비흡연자와의 분리라고 할 수 있다(김진아, 2018, pp.54-55.). 하지만 많은 보행인구가 존재하고 밀집된 공간구성의 도시 지역에서는 간접흡연을 방지하기 위한 10m 간격 이상으로 다른 보행자와 분리된 공간을 조성하기에는 매우 한정된 토지 자원이 존재한다. 따라서 한정된 공간 안에서 간접흡연을 최소화하기 위해 흡연구역을 지정할 경우 실질적으로 가능한 방향은 담배 분연의 외부 노출을 최소화하는 공기여과장치를 비롯한 분연제거장치 및 에어커튼 등이 장착된 완전 폐쇄적인 흡연부스를 설치하는 것이라고 할 수 있다.

이러한 완전 폐쇄적인 흡연부스의 가격은 조달청 기준으로 수천만 원대의 가격대로 (조달청 벤처나라, [2019.11.30.]), 이 외에도 부스의 설치비용, 부스를 동작시키는 전기료, 인건비와 여과장치의 필터교체를 비롯한 부스의 관리 비용에도 큰 비용이 수반된다. 따라서 흡연부스를 설치할 경우 효율적인 위치를 찾아 설치하는 것이 필요하다.

## 2. 선행연구

### 2.1. 보행 중 흡연의 행태와 흡연구역 설정 및 운영에 대한 선행연구

최은진, 윤시몬, 이난희(2019)에서는 FCTC 추진에 따라 각국의 금연구역과 흡연구역 설정 기준에 대한 분석을 하였다. 최은진, 윤시몬, 이난희(2018)에서는 간접흡연에 대해서는 설문조사를 통해 간접흡연에 노출되는 장소와 정책 요구 등을 조사하였다. 노진원, 이예진, 유기봉, 윤진하(2018)에서는 FCTC를 근간으로 기본적인 금연구역 가이드를 분석하고, 여러 국가들이 각국의 상황에 따른 가이드의 적극적 해석을 기반으로 한 금연구역 정책과 실외 흡연실 지정에 대한 현황을 비교하였다. 김진아(2018)는 서울시 흡연부스의 운영 실태와 흡연자를 비흡연자로부터 분리하는 정책의 필요성과 방향성에 대해 논의하였다. 2017년 제5회 서울연구논문 공모전에 제출된 박동찬, 오수훈, 임지수의 연구 발표 자료에서는 보행 중 흡연이 발생하는 지역을 유흥지역, 학원지역, 상업지역의 3 가지로 분류하여, 각각의 지역에서 흡연이 발생하는 환경요인을 탐색하였다. 이를 통해 적절한 흡연구역의 환경적 요소를 분석하였다. 그리고 오성훈, 이소민(2013)에서는 보행자가 행하는 행동을 분석하여 그 중 보행 중 흡연은 약속 장소 근처에서 일행을 기다리면서 발생하거나, 동료와의 사회적 회화 중에 일어난다는 것을 분석하였다.

간접흡연과 관련된 여러 연구에서 간접흡연을 막기 위해 전 세계적으로 금연구역의 범위가 확대되는 경향을 보이고 있고, 간접흡연을 막기 위해서는 금연구역의 지정을 통해 담배연기를 원천 차단하는 것이 가장 효과적이라는 점을 지적하고 있다. 이로 인해 제약되는 흡연권과 담배로부터 자유로울 권리인 혐연권의 절충적인 접근 방식으로 실외 흡연구역 지정이 꼽히고 있으며, 간접흡연이 일어나는 조건을 분석하여 흡연구역을 설정하기 좋은 조건은 탐색하는 연구도 진행되고 있다.

## 2.2. 공공시설 입지에 대한 선행연구

공공시설 입지에 대한 이산모형은 단일시설입지 모형, P-median 모형, LSCP, MCLP의 4가지 분석방식으로 분류된다(윤대식, 2011, pp.597-602). 이 중 단 한 개의 시설의 입지에 대해서만 논의하는 단일시설입지 모형을 제외한 나머지 세 가지 방식을 이용한 연구들을 살펴보았다. 박보라(2011)에서는 P-median 분석방법을 이용하여 특정 도시에서 수요지점에 따른 적절한 자전거 보관소의 설치 지점을 분석하는 방법을 모색하였다, 윤정미, 이신훈(2008)에서도 금산군의 문화시설의 최적 입지를 탐구하기 위해 P-median 방식을 이용하였다. 이향숙, 진무위, 추상호(2017)에서도 하나의 행정동(안산시 부곡동) 단위에서 무인택배함이 위치할 적절한 지점을 탐색하였다. 이건학(2018)에서는 대구시 달서구를 단위로 하여 현주 인구와 지점에서의 CCTV의 가시권을 수요 데이터로 삼아 공공 CCTV의 최적 입지를 LSCP(Location Set Coverage Problem)과 MCLP(Maximal Covering Location Problem) 방식을 이용하여 탐색하였다.

P-median은 설치할 시설의 주어진 개수 안에서 총 이동 거리(비용)가 최소화되도록 하는 목적을 가지고 있고(박보라, 2011, pp.7-8.), LSCP는 모든 수요를 충족시킨다고 했을 때 최소 개수의 입지를 분석하는 방식이며, MCLP는 시설의 주어진 개수 안에서 수요자를 최대한 충족시키는 입지를 분석하는 방식이라고 할 수 있다(이건학, 2018, pp.409-410). 광진구 내의 흡연 부스를 설치할 만한 후보 지역은 그렇게 많지 않다. 따라서 모든 후보지에 설치한다고 해도 수요를 전부 충족시킬 수 없기 때문에 LSCP는 적절하지 않다. 한편 흡연부스는 되도록 많은 보행 중 현재흡연인구가 이용하는 것을 바라고 있고, 이동 거리가 가까운 것은 오히려 일반 시민들에게는 부정적인 요인이 된다. 따라서 이번 연구는 MCLP 방식을 이용하여 분석하기로 하였다.

## 3. 데이터 선정 및 연구 방식

### 3.1. 데이터 출처

| 데이터                                                                          | 출처                   |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 서울시 KT 월별 유동인구                                                               | 서울시 빅데이터 캠퍼스         |
| 현재 흡연자 비율                                                                    | 보건복지부 국민건강영양조사, 2017 |
| 수치지도<br>(시군구 경계, 도로경계, 보도, 안전지대, 육교, 철도, 건물, 담장, 주유소, 주차장, 하천경계, 호수/저수지, 옹벽) | 국토지리정보원              |
| 어린이집                                                                         | 서울특별시                |
| 유치원                                                                          | 서울특별시                |
| 초등학교                                                                         | 서울특별시                |
| 중학교                                                                          | 서울특별시                |

|        |       |
|--------|-------|
| 고등학교   | 서울특별시 |
| 가판대    | 서울특별시 |
| 구두수선대  | 서울특별시 |
| 버스정류장  | 서울특별시 |
| 녹지대    | 서울특별시 |
| 건물 출입구 | 행정안전부 |
| 연속지적도  | 국토교통부 |
| 토지임야정보 | 국토교통부 |

### 3.2. 수요지점 추출 방식

KT의 유동인구 데이터는 서울시 내의 KT 이용자의 단말기가 LTE 기지국과 주고받는 신호를 기준으로 50m by 50m 간격의 cell 단위의 보행 중 인구를 월별/요일별/시간 대별/성별/연령대별로 추정한 데이터이다(서울시 빅데이터캠퍼스). 단말기의 이동 속도를 파악하여 보행 이외의 다른 교통수단을 이용하고 있는 인구와 정지하고 있는 인구를 제외하여 보행 중인 인구를 추정한 것이다. 이번 분석에서는 2017년 10월의 유동인구 데이터를 기준으로 요일에 따라 주말(토~일)과 주중(월~금)으로 구별<sup>1)</sup>하고, 각각 아침(7시~10시), 점심(11시~13시)<sup>2)</sup>, 오후(14시~17시), 저녁(18시~23시), 밤(0시~6시)로 평균을 낸 테이블을 이용하였다. 총 10개의 테이블에서 성별/연령대별 현재흡연율(2017년)을 적용하여 보행 현재흡연인구를 추정하였다.

### 3.3. 후보지점 추출

지적도와 토지임야정보에서 나타나는 공공재산인 국유지, 군유지, 시·도유지 중 현실적으로 흡연부스를 설치하기 용이한 공공주차장과 도시공원, 그리고 보도를 중심으로 1991개의 후보지를 선정하였고 선정 기준은 아래와 같다.

우선적으로 아동과 청소년의 간접흡연 노출을 최소화할 필요성이 크기 때문에(최은진, 윤시몬, 이난희, 2019, p.72.) 아동과 청소년의 생활환경의 대부분의 장소를 흡연구역의 후보지에서 제외하도록 하였다. 국민건강증진법 제9조 제6호에 의해 유치원, 초·중·고등학교의 부지와 시설 전체는 후보지에서 제외하였다. 그리고 광진구 간접흡연 피해 방지 조례 제5조 제1항 제2호에 의해 학교의 통학로인 어린이보호구역, 제7호에 의해 어린이집이 입주한 건물에서부터 10m 이내의 구역을 후보지에서 제외하였다. 다만 어린이공원의 경우 실질적으로 후보지에서 제외할 경우 대체할 부지가 부족하였기 때문에 부득이하게 후보지에 포함하도록 하였다.

국민건강증진법 시행규칙 별표2 금연구역을 알리는 표지와 흡연실을 설치하는 기준·방법

1) 규칙적인 일과 패턴이 있는 주중과 여가 시간으로 여겨지는 주말의 차이를 고려하였다.  
2) 점심의 경우 평균적으로 다른 시간대보다 50%정도 더 흡연을 많이 하는 경향(김진아, 2018, pp.10-11.)이 있었기 때문에 점심 시간대를 따로 분류하였다.

제2호 가목에 의해 학교, 보건소, 어린이집, 청소년활동시설, 도서관의 출입구에서 10m 이내의 구역을 후보지에서 제외하였다. 광진구 간접흡연 피해방지 조례 제5조 제1항 제3호와 제5호에 의해 버스정류장에서부터 10m 이내의 구역, 주유소 및 가스충전소를 후보지에서 제외하였다. 이외에도 보도의 가판대, 구두수선소에서 10m 이내의 구역도 후보지에서 제외하였다. 한편 광진구 내의 아파트, 어린이대공원, 건국대학교의 부지의 경우 부지 내의 적절한 후보지를 추출하기에 데이터가 부족하여 후보지 선정에서 제외하였다.

이렇게 제외된 구역 중 보도에 위치하는 후보지의 경우 보도의 선을 따라 약 10미터 간격으로 후보지를 추출하고 그보다 좁은 간격으로 분포한 경우 QGIS의 DBSCAN 클러스터링 도구로 클러스터를 분류한 후, 각각의 클러스터에서 임의의 한 지점을 추출하는 방식으로 지점의 간격을 조정하였다. 한편 흡연부스의 제원을 살펴보면 주문 유형에 따라 다양한 규격으로 이용할 수 있지만, 표준적인 세로 길이는 최소 2m인 것을 알 수 있다(한국이동식구조물산업협동조합, 2016, p.7.). 이에 따라 보도에서의 보행통로의 너비를 보장하기 위해 후보 지점에서 4미터 이내에 녹지대, 건물의 출입구·가판대·구두수선소로부터 10m 이내의 구역이 포함되어 있는 지점을 제외하였다.

### 3.4.MCLP 모형

MCLP(Maximal Covering Location Problem)는 서비스가 미치는 최대한의 한계 거리가 있는 어떤 공공시설을 한정된 개수의 시설을 설치한다고 했을 때 최대한으로 수요를 막라할 수 있는 지점을 분석하는 방법이다(Church, R. & Revelle, C., 1974, pp.101-102.). 알고리즘의 수식(Church, R. & Revelle, C., 1974, pp.103-105.)은 아래와 같다.

$$\text{아래와 같은 조건에서 최대화 } z = \sum_{i \in I} a_i x_i$$

$$\text{조건 (1)} \quad \sum_{j \in N_i} x_j \geq y_i, \quad \forall i \in I$$

$$\text{조건 (2)} \quad \sum_{j \in J} x_j = P$$

$$\text{조건 (3)} \quad x_j = (0,1), \quad \forall j \in J$$

$$\text{조건 (4)} \quad y_i = (0,1), \quad \forall i \in I$$

이 때,

$I$  = 수요 지점의 집합

$J$  = 후보 지점의 집합

$S$  = 한계 거리(설치된 시설이 수요 지점을 커버하는 최대 거리)

$d_{ij}$  = 수요 지점  $i$ 에서 후보 지점  $j$ 까지의 최단거리

$$x_j = \begin{cases} 0 : \text{시설이 입지하지 않은 경우} \\ 1 : \text{시설이 입지한 경우} \end{cases}$$

$$y_i = \begin{cases} 0 : \text{수요지점 } i \text{ 가 커버되지 않은 경우} \\ 1 : \text{수요지점 } i \text{ 가 커버된 경우} \end{cases}$$

$$N_i = \{j \in J \mid d_{ij} \leq S\}$$

$a_i$  = 수요 지점  $i$ 의 인구

$P$  = 설치할 시설의 개수

상업 지구에서 평균적인 보행 속도인 1.25m/s(오성훈, 이소민, 2013, p.61.)로 3분간 이동할 경우의 이동 거리는 225m이다. 보행 이동 중 신호대기와 같은 보행 장애 요소와 보행 경로의 형태가 유클리드 거리보다 길다는 점을 고려하고, 보행과 밀접한 공공시설 중 하나인 횡단보도가 도로교통법 시행규칙 제2장 제11조 제4호 나목에 의해 간선도로에서의 최소 간격이 200m인 점을 참고하여 흡연자가 흡연욕구를 참고 이동할 수 있는 거리가 약 200m정도라고 설정하여, 한계 거리를 200m로 정하였다.

모델을 분석하기 위하여 선형 프로그래밍을 지원하는 python의 오픈 소스 라이브러리인 PuLP를 이용하였다. PuLP는 수식과 유사한 형태로 작성할 수 있어서 직관적이고, 모델을 빠르게 구현하기 용이하다는 장점이 있다(Mitchell, S., OSullivan M & Dunning I., 2011, pp.1-2.). 다양한 상업용 또는 오픈 소스 솔루션 엔진을 이용할 수 있고, 이번 분석에서는 기본적으로 제공되는 오픈 소스인 CBC를 이용하였다. 코드 구현에서 stackoverflow의 게시글<sup>3)</sup>을 참고하였고, 소스코드는 github<sup>4)</sup>에 업로드하였다.

분석된 최적 설치 지점은 요일별/시간대별로 분포의 차이점을 살펴보고, 최종적으로 모든 시간적 조건을 망라하는 최적의 설치 지점을 탐색하고자 하였다.

---

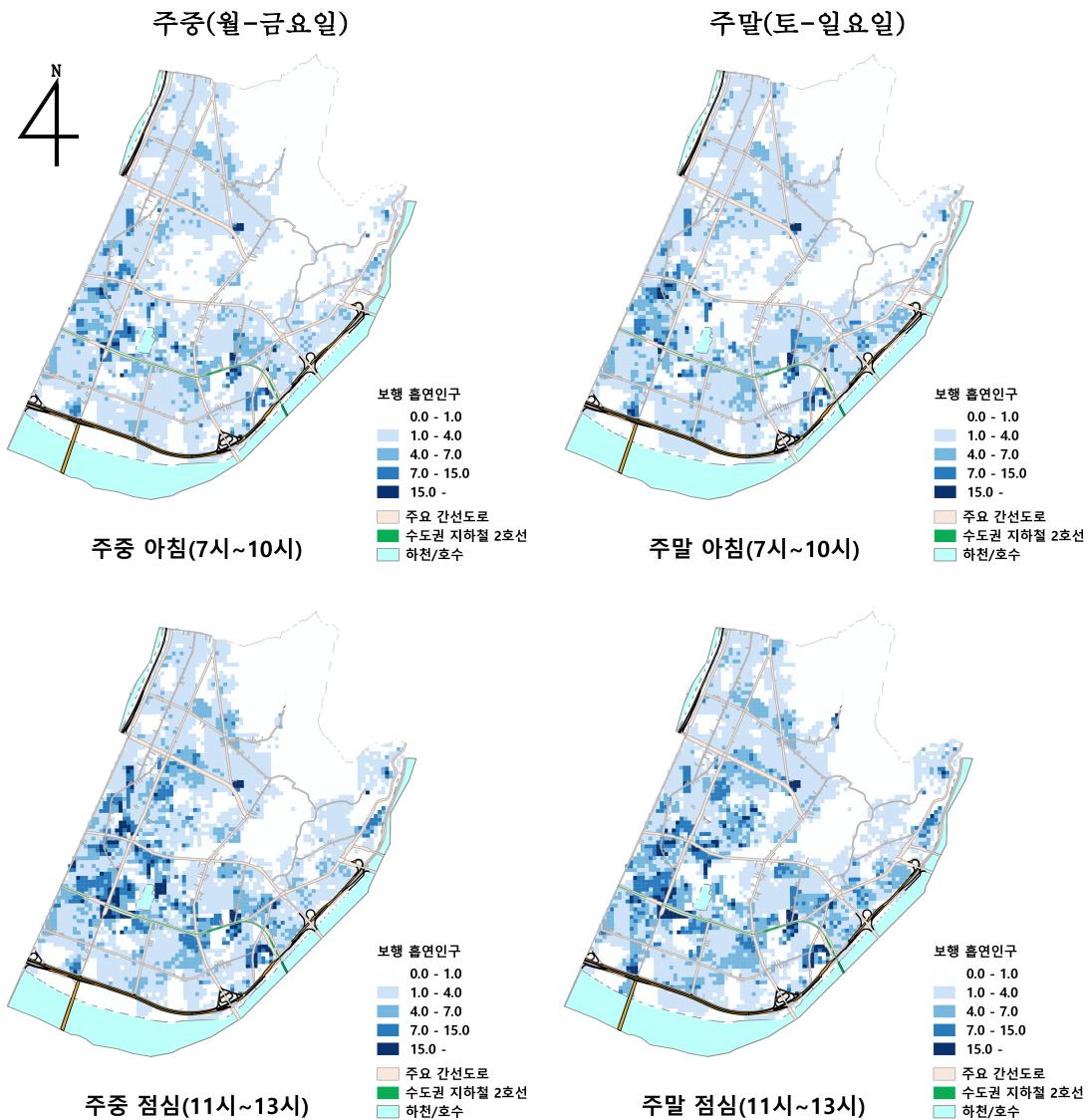
3) <https://stackoverflow.com/questions/51501074/implementing-mclp-in-pulp>, [2019.11.29]

4) <https://github.com/questcollector/MCLP>, [2019.11.29]

## 4. 분석 결과

### 4.1. 요일별, 시간대별 보행 중 현재 흡연 인구 분포

KT 월별 유동인구(서울시 빅데이터캠퍼스, 2017.10)에서 성별/연령대별 현재 흡연율(보건복지부, 2017)을 적용하여 추정한 보행 중 현재 흡연 인구는 요일과 시간대별 10가지로 산출하였다.



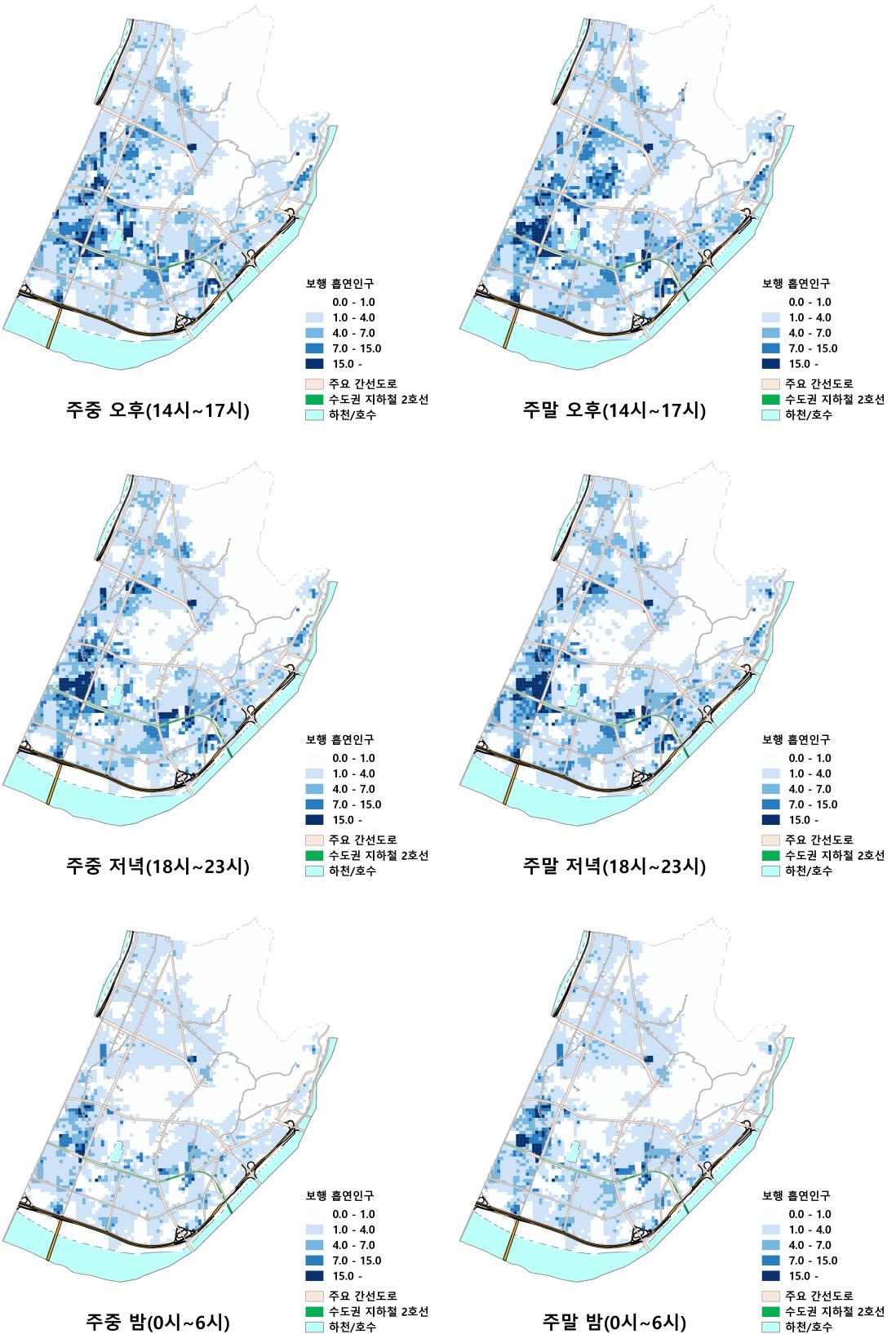
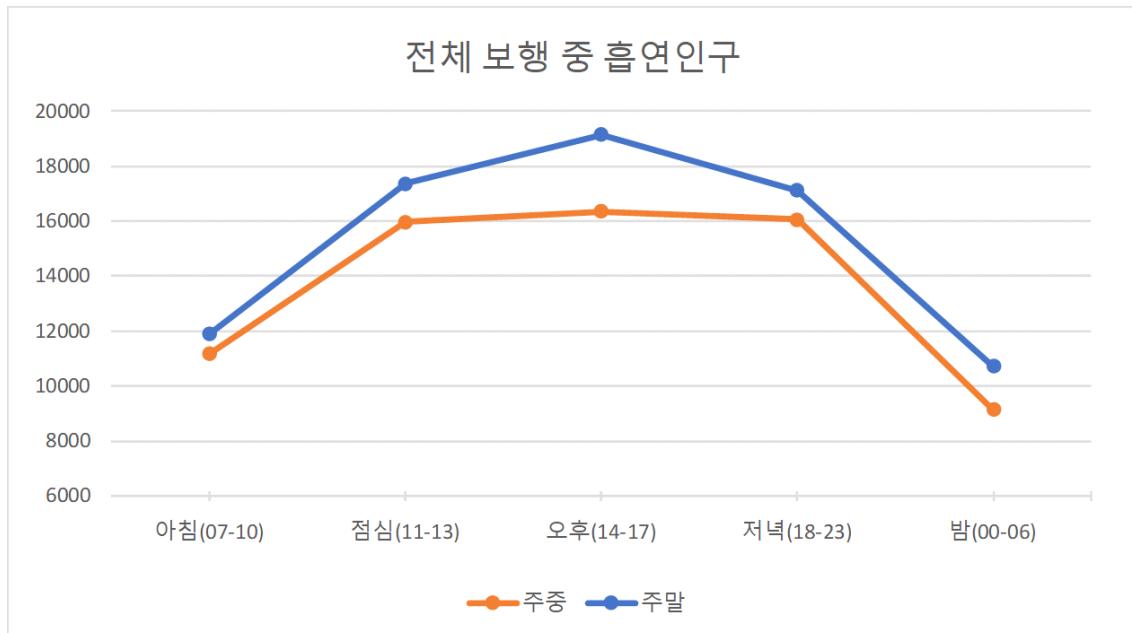


그림 1 요일별/시간대별 광진구 보행 중 현재흡연인구 분포(서울시 빅데이터캠퍼스, KT 월별 유동인구(2017.10))



그래프 1 요일/시간대별 전체 보행 중 현재흡연인구(서울시 빅데이터캠퍼스, KT 월별 유동인구(2017.10))

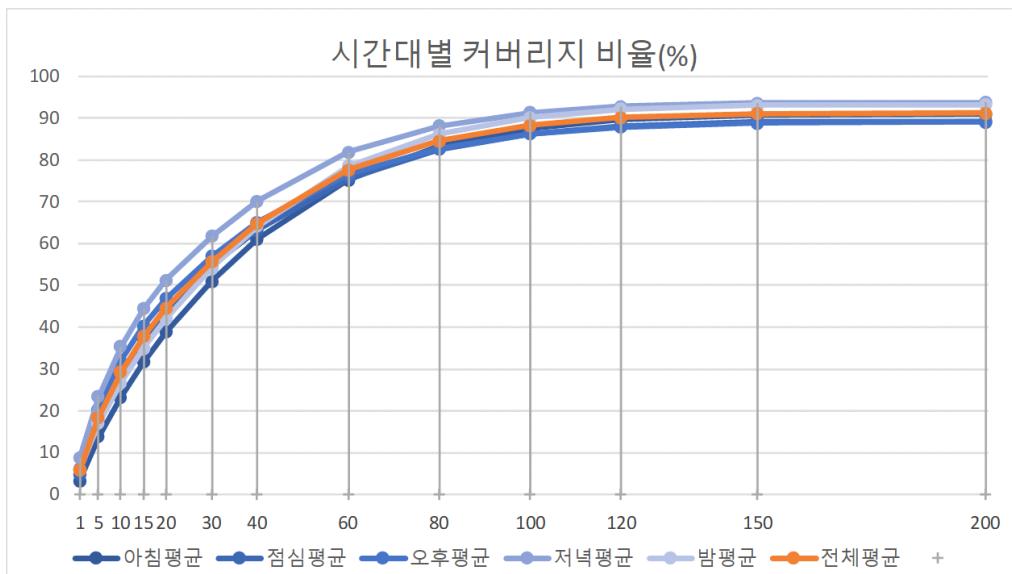
모든 시간대에서 주말의 보행 중 현재흡연인구의 수가 주중에 비해 더 많다. 요일에 따른 현재흡연인구의 분포는 큰 차이가 나지 않지만 여가 공간이라고 할 수 있는 어린이대공원은 점심과 오후 시간대에서 주중보다 주말에 보행 중 현재흡연인구의 밀도가 더 높고, 일과가 이루어지는 공간인 대학교(건국대, 세종대)는 주말보다 주중에 보행 중 현재흡연인구의 밀도가 더 높은 것을 볼 수 있다.

시간대별로 보행 중 현재흡연인구의 분포는 비슷하지만 밀도는 차이가 나는 것을 볼 수 있다. 전반적으로 건대입구역, 구의역, 군자역, 어린이대공원역, 뚝섬유원지역, 아차산역 등 지하철역과 그 근방의 상업지역, 버스가 운행하는 시각의 동서울터미널, 세종대와 건국대 등 대학교를 중심으로 밀집하는 경향을 보인다.

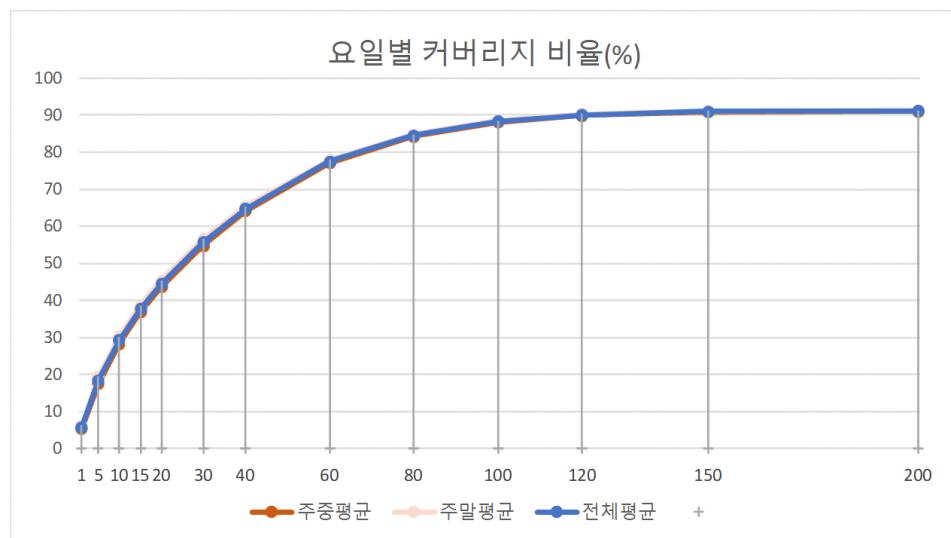
#### 4.2. 선택된 후보지 분석

추출된 후보지 1991개와 광진 구 내 수요 지점 5915개를 이용하여 각각의 요일/시간 대별로 1, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120, 150, 200개의 설치 지점 수를 설정하여 분석을 진행하였다.

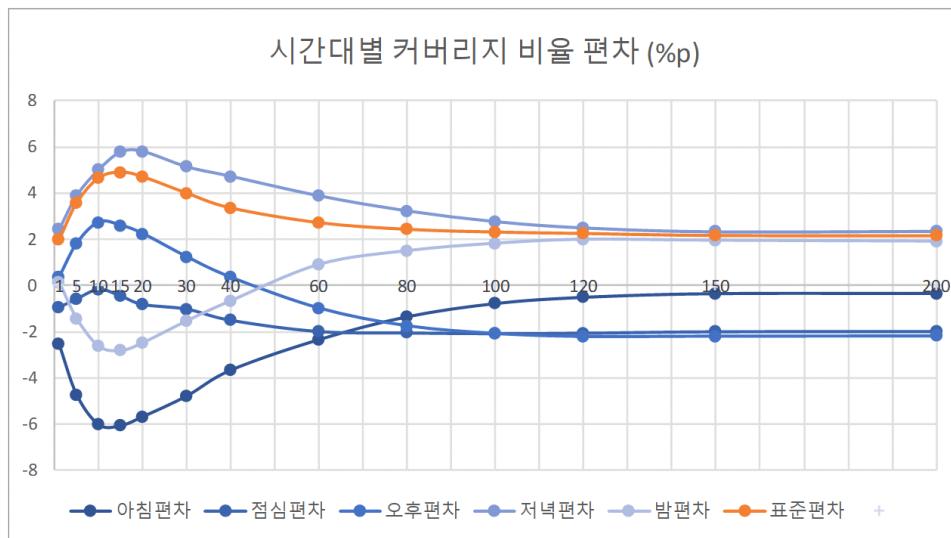
요일과 시간대별로 약간의 차이는 있지만 대체로 설치 지점 수가 늘어나면서 90% 전후로 수요를 충족하는 것을 볼 수 있으며, 요일보다는 시간대에 따른 차이가 더 큰 것을 볼 수 있다. 100개를 설치할 경우 모든 요일별 시간대에서 85% 이상의 커버리지 비율을 나타냈고, 평균변화율이 극적으로 줄어들었다. 주중과 주말, 그리고 전체에서 가장 커버리지 비율의 표준편차가 큰 개수는 15개인 경우로, 시간대별로 보행 중 현재흡연인구의 공간적 분포가 다른 현상을 가장 잘 드러내는 설치 개수라고 판단하였다. 따라서 설치 지점 수 15개와 100개를 정하여, 15개일 경우의 요일/시간대 별 최적 입지의 분포 차이와 15개일 경우와 100개일 경우 각각 전체적으로 공통된 최적의 입지가 어디인지를 살펴보았다. 설치 지점 수가 15개인 경우 요일별/시간대별 선택된 지점은 그림 2와 같다.



그래프 2 설치 지점 수에 따른 시간대별 평균 최대 커버리지 비율

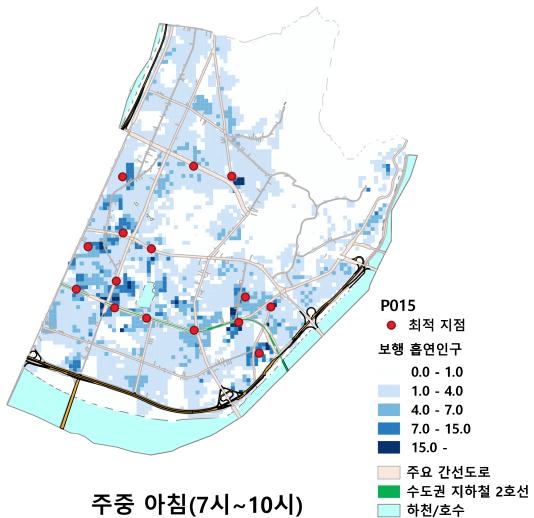


그래프 3 설치 지점 수에 따른 요일별 평균 최대 커버리지 비율



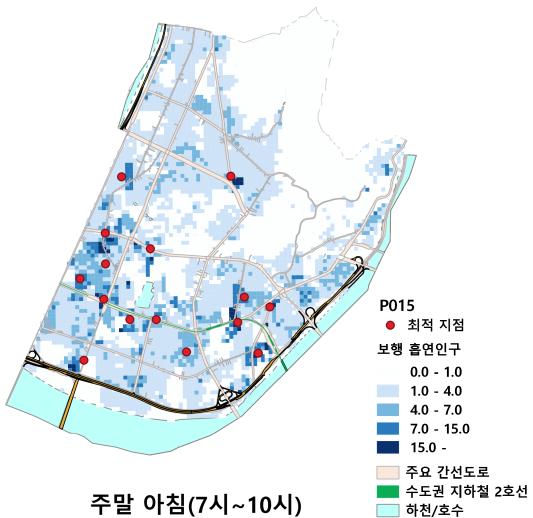
그래프 4 설치 지점 수에 따른 시간대별 평균 커버리지 비율의 편차

주중(월~금요일)



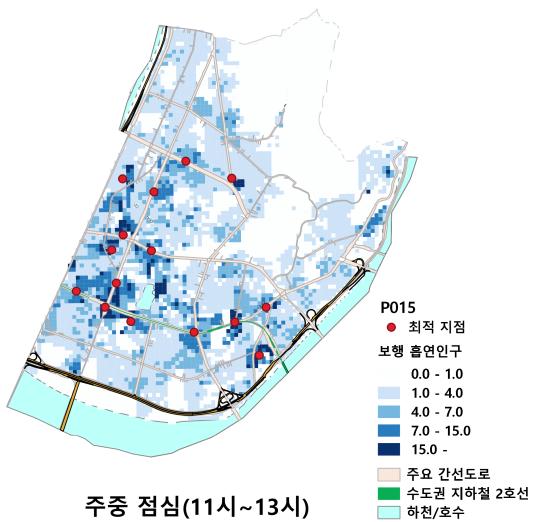
주중 아침(7시~10시)

주말(토~일요일)



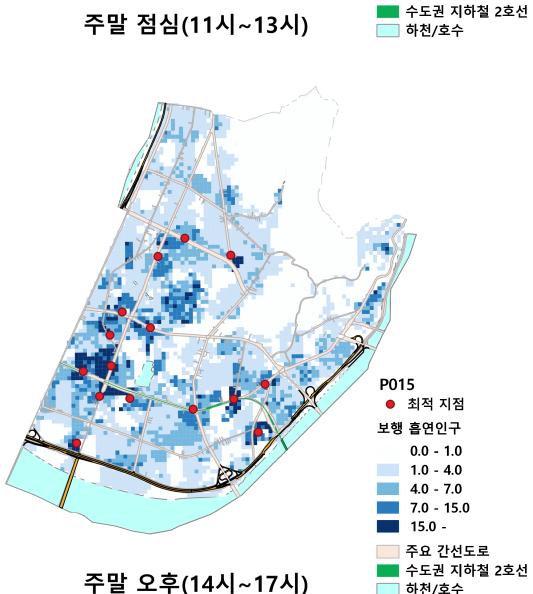
주말 아침(7시~10시)

주중 점심(11시~13시)

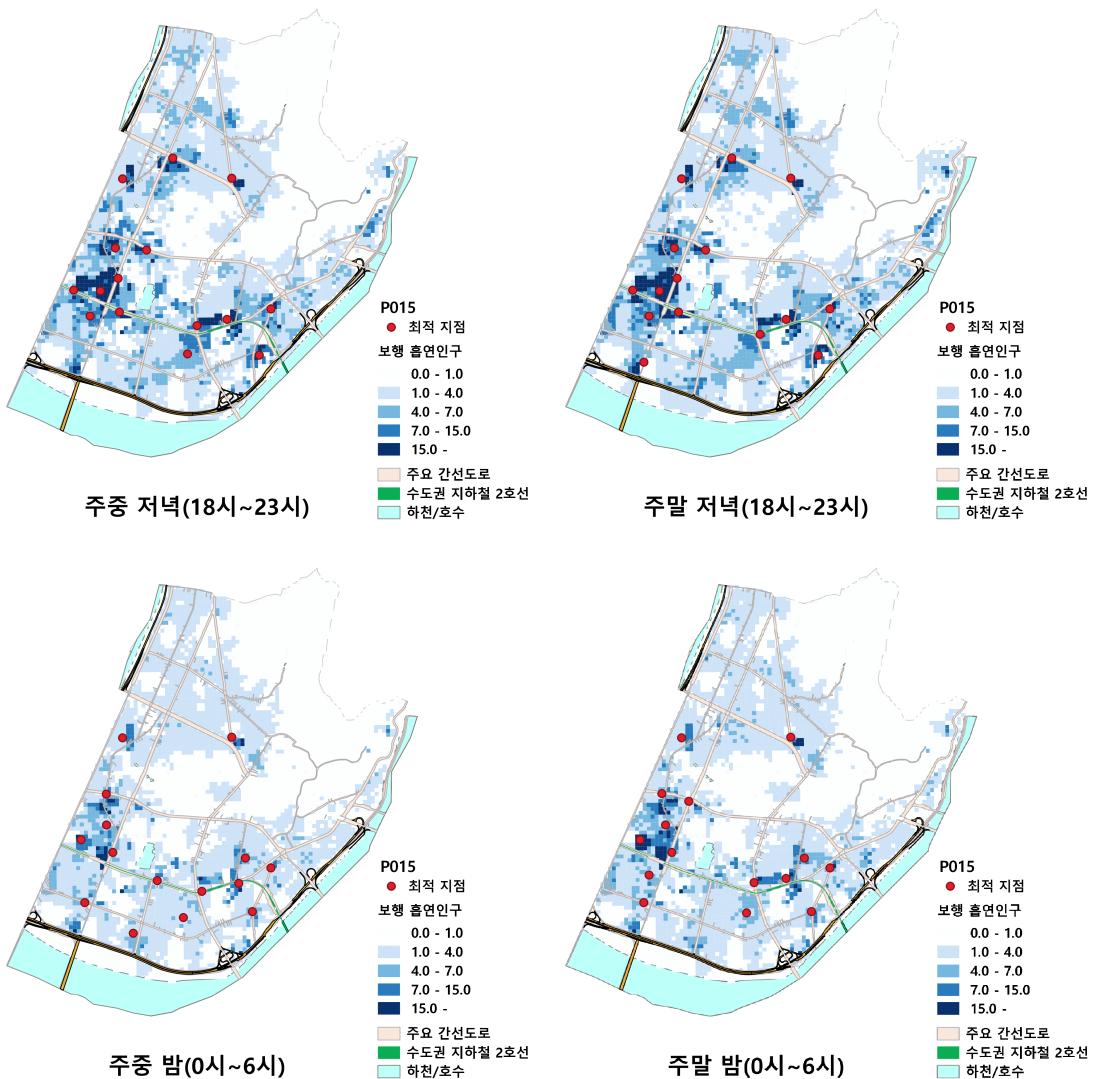


주말 점심(11시~13시)

주중 오후(14시~17시)



주말 오후(14시~17시)



전체 요일/시간대에서 1번 이상 선택된 지점

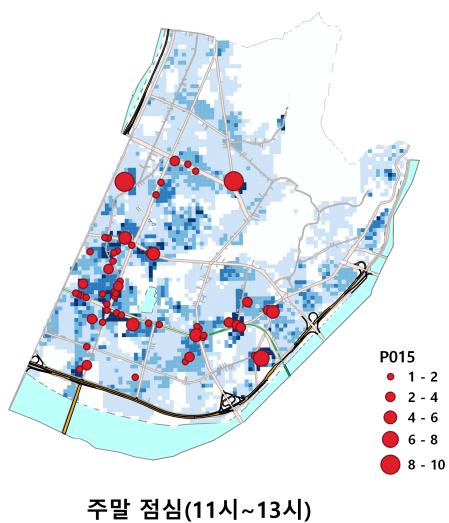


그림 2 요일별/시간대별 최적 선택지점(P=15), 보행 중 현재흡연인구(서울시 빅데이터캠퍼스, 2017.10)

각각의 요일과 시간대에서 위치상의 차이는 약간 존재하지만 결과적으로 비슷한 지역에 입지하고 있는 것을 볼 수 있다. 그렇기 때문에 전체 요일별/시간대별의 최적 입지를 중첩해서 표현하였을 때, 겹치는 부분이 많은 부분도 있지만, 건대입구역 근처와 같이 보행 중 현재흡연인구가 많은 지역은 그 분포가 약간만 달라져도 민감하게 반응하여 최적 설치 지점의 위치가 움직이게 된다. 이에 따라 수요는 많지만, 그 위치가 달라서 시간 조건에 따라 선택된 횟수만으로 최적의 흡연부스 설치 지점을 선정하게 되면 건대입구역 근처의 후보 지역은 선택되지 못할 가능성이 크다. 따라서 전체 요일과 시간대를 망라하는 최적 입지를 탐색하기 위해서는 각각의 요일별/시간대별, 보행 중 현재흡연인구 수의 차이를 고려하여 판단할 필요성이 있다.

여러 시간적 조건을 아우르는 최적의 설치 지점을 찾기 위해 시간대에 따른 가중치와 수요 인구(보행 중 현재흡연인구)를 고려하여 살펴보기로 하였다. 을지로입구역 롯데백화점 본점 앞에 위치한 흡연부스<sup>5)</sup>의 요일별/시간대별 평균 이용자 수를 분석한 자료(김진아, 2018, p.11.)를 참고하여 가중치를 산출하였다. 우선 흡연부스의 평균 이용자 수와 현주 현재흡연인구와의 관계를 알아보기 위해 해당 흡연부스가 위치하는 집계구<sup>6)</sup>의 조사 시기<sup>7)</sup> 생활인구(서울시 열린데이터센터, 2018.08., 2018.09.)에 현재흡연율을 적용하여 계산한 현주 현재흡연인구와 비교해 보았다.

| 시간대   | 주중 흡연부스 이용자 수 | 주말 흡연부스 이용자 수 | 주중 현주 현재흡연인구 | 주말 현주 현재흡연인구 |
|-------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| 10~12 | 20            | 14            | 629          | 375          |
| 12~13 | 32            | 28            | 689          | 483          |
| 13~17 | 22            | 25            | 732          | 572          |
| 15~17 | 22            | 22            | 719          | 595          |
| 17~19 | 18            | 15            | 575          | 508          |

표 2 요일별/시간대별 을지로입구역 흡연부스의 평균 이용자수(김진아, 2018)와 평균 현주 현재흡연인구(서울시 열린데이터센터, 2018.08., 2018.09.)

| 시간대   | 주중 흡연부스 이용자 수 /<br>현주 현재흡연인구 (%) -(A) | 주말 흡연부스 이용자 수 /<br>현주 현재흡연인구 (%) -(B) | (B) / (A) |
|-------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------|
| 10~12 | 3.18                                  | 3.74                                  | 1.17      |
| 12~13 | 4.64                                  | 5.80                                  | 1.25      |
| 13~15 | 3.00                                  | 4.37                                  | 1.46      |
| 15~17 | 3.06                                  | 3.70                                  | 1.21      |
| 17~19 | 3.13                                  | 2.95                                  | 0.94      |

표 3 요일별/시간대별 을지로입구역 흡연부스의 이용률과 그 비교

주말과 주중 모두 점심 시간대는 다른 시간대보다 대략적으로 50% 정도 흡연 부스를 더 많이 이용한다는 것을 볼 수 있었다. 주말의 경우 주중보다 평균적으로 대략 20%정도 더 흡연부스를 많이 이용하나, 시간대별로 편차가 큰 편이다. 이 결과를 이용해서 가중치

5) 서울 중구 남대문로 81

6) 집계구 코드 1102052020001

7) 2018/08/18-19, 2018/08/22-23, 2018/09/06-07, 2018/09/08-2018/09/09

를 부여하였다. 밤 시간대는 자료가 없었기 때문에 아침 시간대와 같은 가중치를 적용하였다. 이렇게 구해진 가중치에, 요일별/시간대별로 분석된 최적 지점이 담당하는 평균 보행 중 현재흡연인구를 곱한 값을 최적 설치 지점을 판단하기 위한 최종 지표로 계산하였다.

| 시간대       | 주중  | 주말                |
|-----------|-----|-------------------|
| 아침(06~10) | 1   | 1.17              |
| 점심(11~13) | 1.5 | 1.875 (=1.5*1.25) |
| 오후(14~17) | 1   | 1.33              |
| 저녁(18~23) | 1   | 0.94              |
| 밤(00~06)  | 1   | 1.17              |

표 4 요일별/시간대별 흡연부스 이용 가중치

| 시간대       | 주중     | 주말     |
|-----------|--------|--------|
| 아침(06~10) | 97.46  | 104.43 |
| 점심(11~13) | 137.67 | 149.98 |
| 오후(14~17) | 141.09 | 165.05 |
| 저녁(18~23) | 146.14 | 156.94 |
| 밤(00~06)  | 81.87  | 97.17  |

표 5 요일별/시간대별 흡연부스 1 지점 당 평균 보행 중 현재흡연인구

지표를 적용하여 포함된 최적 입지 중 서로 120미터 이내에 위치한 입지군의 경우 클러스터마다 계산된 지표가 최대인 값을 제외하고 배제하였다. 분석된 흡연부스 최적 입지는 그림 3과 같다.

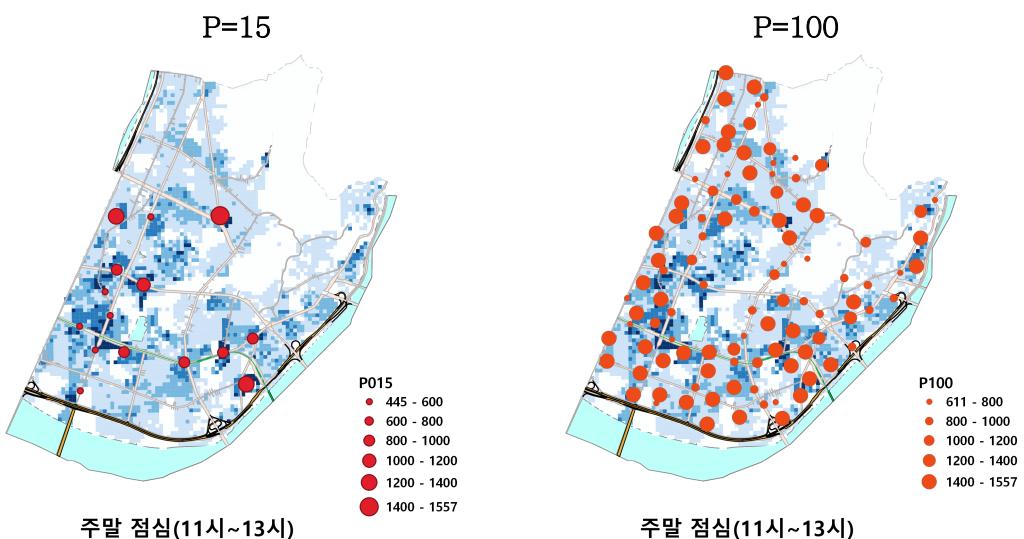


그림 3 P=15, P=100인 경우의 최적 설치 입지

## 5. 결론

WHO FCTC 비준과 국민건강증진법 제정 이후 한국에서도 금연구역은 점차 확대되는 추세에 있다. 늘어나는 금연구역으로 인해 흡연자들은 흡연을 할 공간이 없어져 불만이 늘어나고 있다. 더구나 일반적인 보행로는 보통 금연구역으로 지정되어 있지 않고, 실외 금연구역으로 지정되어 있더라도 홍보와 흡연 단속이 부족하여 금연구역에서도 흡연이 발생하여 보행자가 간접흡연을 겪는 사례가 매우 빈번하다. 이러한 상황에서 흡연구역을 법적으로 규정하여 흡연과 일반적인 보행자를 분리하는 방향으로의 요구가 높다.

이번 연구에서는 서울시의 광진구를 범위로 하여 요일별/시간대별 유동인구를 통해 보행 중인 현재흡연인구를 추산하고, 광진구의 공공부지를 이용하여 흡연부스를 설치할 수 있는 후보지를 분석하였다. 이렇게 분석된 보행 중 현재흡연인구와 후보지를 MCLP 알고리즘을 통해 최대한의 보행 중 현재흡연인구를 포섭하는 1개소에서 200개소까지의 최적 지점을 요일별/시간대별로 분석하였다. 설치 지점의 개수에 따라서 최대 커버리지 비율은 90% 내외까지 증가하였고, 요일에 따른 편차보다는 시간대에 따른 편차가 큰 편이었다. 시간대에 따른 평균 커버리지 비율의 편차를 비교하여 가장 표준편차가 컸던 15개소 부분과, 모든 요일별/시간대별 조건에서 85% 이상 커버리지 비율을 보였던 100 개소 지점을 가지고 모든 시간적 조건을 망라한 최적의 흡연부스 설치 지점을 분석하였다.

분석된 최적 입지의 요일별/시간대별 분포를 확인한 결과, 보행 중 현재흡연인구가 많은 구역의 경우 그 분포가 요일과 시간에 따라 약간 달라져도 최적 입지의 위치가 민감하게 변하여, 단순히 시간 조건에 따라 선택된 횟수만으로 최적의 흡연부스 설치 지점을 판단하는 것은 어렵다는 것을 확인할 수 있었다. 흡연부스는 이동이 가능한 시설이지만, 실질적으로 이동에 소요되는 비용과 흡연자들에게 이동된 위치를 홍보하는 비용은 크다. 따라서 모든 요일과 시간대를 고려했을 때의 최적 위치를 탐색할 필요가 있다. 이에 요일과 시간대에 따라 흡연자가 흡연부스에서 흡연을 하는 비율이 다르게 나타난다는 점에 착안하여, 요일별/시간대별로 흡연부스 주변의 평균 현재흡연인구와 평균 흡연부스 이용자 수로 요일과 시간대에 따른 가중치를 산출하였다. 산출된 가중치를 적용하여 모든 요일과 시간대에서 최적의 흡연부스 설치 지역을 분석하였다.

분석 방법과 결과는 향후 정책적으로 분리형 흡연구역 정책에 관심을 기울이고 있는 서울시에 유용한 정보가 될 수 있을 것이다.

## 6. 한계점 및 추가 제언

### 6.1. 흡연부스와 보행자와의 거리

흡연부스는 분연을 여과하는 장치와 음압장치, 에어커튼과 같은 외부와의 차단을 하는 장치가 있다고 하더라도 분연의 완전 제거는 불가능하기 때문에 간접흡연을 완전히 막을 수 없다(WHO, 2007.). 따라서 흡연부스를 설치하더라도 유동인구가 많은 곳에 설치하는 것을 가능한 한 피해야 한다. 즉 가능한 많은 비흡연자가 보행하는 공간과 흡연

부스는 어느 정도 거리를 둘 필요가 있다. 하지만 MCLP와 같은 알고리즘은 접근성을 기준으로 최대의 커버리지를 이루는 지점을 도출하기 때문에 보행자가 적은 곳을 선별하여 최적 흡연부스 설치 지점을 산출하지 않는다. 따라서 최적 흡연부스 설치 지점 주변의 유동인구를 고려하여 주변 유동인구 합을 최소화하는 조건을 더할 수 있다면 더 효용성 있는 결과가 나올 수 있을 것이라고 생각한다.

또한 한계 거리를 설정하는 방식에서 직선거리인 유클리드 거리를 이용하여 접근성을 고려하였지만 보행자의 위치에 따른 실질적인 이동 거리를 파악하지 못하고 있다. 만약 보행 경로에 대한 데이터를 구축하여 보행자의 실질적인 이동 거리를 분석할 수 있다면 보다 정교한 결과를 만들 수 있을 것이다.

## 6.2. 후보지의 지정과 최적 지점 선택 기준

흡연 부스가 설치될 만한 후보지를 선정하는 과정에서 지방자치단체인 광진구가 설치하는 것을 상정하였기 때문에 사유지의 경우 제외하고 국가나 서울특별시, 광진구가 소유하고 있는 공공부지를 고려하게 되었다. 하지만 공공부지만을 이용하여 흡연부스를 설치한다면 전체 수요지점을 포섭할 수 없다. 따라서 수요자가 많이 분포하는 사유 시설을 중심으로 흡연 부스를 설치하게 하는 것이 효과적인 방향이 될 것이다. 또한 흡연자의 행태를 고려하고 도시의 구역을 여러 범주로 분류하여 후보지의 선택을 고려한다면 더 합리적인 최적 입지를 탐색하는 것이 가능할 것이다.

요일과 시간대에 따른 흡연부스 이용 차이를 반영하여 최적 지점을 찾으려고 을지로입구역 흡연부스를 통해 산출한 가중치와 흡연 부스 1대당 담당하는 평균 인원을 선택 기준으로 삼았다. 을지로입구역 7번과 8번 출구 사이에 위치한 흡연부스가 조사된 바가 있어 이를 기준으로 삼았지만 다른 여러 흡연부스를 조사하여 분석한다면 더 일반적인 가중치를 삼을 수 있을 것이다. 또한 흡연 부스의 위치에 따라서 담당할 수 있는 보행 중 흡연인구를 산출하여 적용한다면 더 정밀한 최적 위치를 탐색할 수 있을 것이다.

## 7. 참고문헌

- 노진원, 이예진, 유기봉, 윤진하, 2018, 대한보건연구 44(3), pp.53-64.
- 박보라, 2011, 휴리스틱 P-Median algorithm을 이용한 자전거 주차장 최적입지선정, 아주대학교 석사학위논문.
- 이건학, 2018, 공공 CCTV의 공간 분포 특성과 가시 커버리지에 기반한 최적 입지, 대한지리학회지 53(3), pp.405-425.
- 이향숙, 진무위, 추상호, 2017, 무인택배함의 최적입지 선정을 위한 방법론 개발, 한국 ITS학회논문지 16(4), pp.13-24.
- 최은진, 윤시몬, 이난희, 2019, 세계보건기구 FCTC 추진에 따른 간접흡연 규제 정책 동향, 보건복지포럼 275, pp.60-74.
- Church, R. & Revelle, C., 1974, Papers in Regional Science 32(1), pp.101-118.
- Hwang J., Lee K., 2013, Determination of Outdoor Tobacco Smoke Exposure by Distance From a Smoking Source, Nicotine & Tobacco Research 16(4), pp.478-484.
- Mitchell, S., OSullivan M & Dunning I., 2011, PuLP: a linear programming toolkit for python, The University of Auckland, Auckland, New Zealand.
- Toregas, C., Swain, R., Revelle, C. & Bergman, L., 1971, The Location of Emergency Service Facilities, Operation Research 19(6), pp.1363-1373.
- 김진아, 2018, 시민호흡권 개선 위한 흡연부스 운영방안, 서울연구원.
- 박동찬, 오수훈, 임지수, 2017, 금연구역과 흡연공간의 분석을 통한 흡연공간과 서울시민의 행복증진의 인과관계 연구, 건국대학교 대학원, <https://www.si.re.kr/node/61075>, [2019.11.30.]
- 오성훈, 이소민, 2013, 보행환경과 행태: 조사분석 보고서(I), 건축도시공간연구소.
- 윤정미, 이신훈, 2008, 공공시설 입지선정을 위한 입지모델구축 및 적용에 관한 연구, 충남발전연구원.
- 최은진.이난희.윤시몬, 2018, 담배 규제 및 체계적 관리에 관한 정책 연구, 한국보건사회연구원.
- 김관욱, 2015, 흡연자가 가장 궁금할 것들, 애플북스.
- 윤대식, 2011, 도시모형론 : 분석기법과 적용, 홍문사.

국민건강증진법 법률, 제15339호(2017) 제9조 제4항, 법제처 웹사이트(국가법령정보센터) <http://www.law.go.kr>, [2019.11.28.]

국민건강증진법 시행규칙 별표2, 보건복지부령 제672호(2019) 제2호 가목, 법제처 웹사이트(국가법령정보센터) <http://www.law.go.kr>, [2019.11.28.]

도로교통법 시행규칙, 행정안전부령 제134호(2019) 제2장 제11조 제4호 나목, 제처 웹

사이트(국가법령정보센터) <http://www.law.go.kr>, [2019.11.29.].

서울특별시 광진구 간접흡연 피해방지 조례, 제5조 1항, 법제처 웹사이트(국가법령정보센터) <http://www.law.go.kr>, [2019.11.28.].

서울특별시 광진구 간접흡연 피해방지 조례, 제8조 1항, 법제처 웹사이트(국가법령정보센터) <http://www.law.go.kr>, [2019.11.28.].

세계보건기구 담배규제기본협약, WHO, [https://www.who.int/fctc/text\\_download/en/](https://www.who.int/fctc/text_download/en/) [2019.11.28.].

흡연부스 단체표준 규격, 2016, 한국이동식구조물산업협동조합.

김윤경, 김가연, 김수완, 2019, "간접흡연 못 참겠다" 숨 막히는 길거리 흡연 갈등, 아시아경제, <https://view.asiae.co.kr/article/2019092902382825667>, [2019.11.30.].

박강서, 박세준, 2019, 비흡연자 84% “흡연구역 확대”흡연자 74% “금연구역 늘리자”, 한국일보, [https://www.hankookilbo.com/News/Read/201911291572379388?did=NA&dtype=&dtyecode=&perm\\_ewsid=](https://www.hankookilbo.com/News/Read/201911291572379388?did=NA&dtype=&dtyecode=&perm_ewsid=), [2019.11.30.].

WHO, 2007, 100% smoke-free is the only answer, World No Tobacco Day 2007, [https://www.who.int/tobacco/communications/events/wntd/2007/smoke\\_free/en/](https://www.who.int/tobacco/communications/events/wntd/2007/smoke_free/en/), [2019.11.30.].

국가공간정보포털, <http://www.nsdi.go.kr>, [2019.11.28.].

서울시 빅데이터캠퍼스, <https://bigdata.seoul.go.kr>, [2019.11.28.].

서울시 열린데이터센터, <https://data.seoul.go.kr>, [2019.11.28.].

조달청 벤처나라, <http://venture.g2b.go.kr>, [2019.11.30.].