WP 21-18

대전시 공공자전거 이용 특성으로 본 코로나19 전후 비교

심지수 국토연구원 부연구위원 (jisoosim@krihs.re.kr)

KRIHS 국토연구원

※ 이 Working Paper의 내용은 국토연구원의 공식 견해가 아니며, 저자 개인의 의견입니다. 연구 내용에 대하여 궁금한 점은 저자의 이메일로 문의하여 주시고, 인용 시에는 저자 및 출처를 반드시 밝혀주시기 바랍니다.

차례

01 서론 05

02 코로나19와 공공자전거로 인한 도시의 변화 09

03 대전시 공공자전거 이용량 코로나19 전후 비교 15

04 정책제언 29

01 서론

■ 2019년 발생한 코로나19는 중국 허베이 우한에서 2019년 총 41건의 사례가 발견되었고 이후 도시 내에서 빠르게 전파되어 전 세계로 확산됨(Lu, Stratton and Tang 2020)

■ 우리나라는 2020년 1월 20일 첫 코로나19 확진자가 발생한 후 현재 14만 4,637명의 누적 확진자가 발생했고(2021년 6월 8일 기준), 코로나19 확산 방지를 위해 사회적 거리두기 정책을 실시하는 등 방역 체계를 공고히 함(질병관리청 2021)

- 첫 번째 확진자가 보고된 이후 안정화 추세를 보였지만 2020년 2월 18일, 서른한 번째 확진자 발생 이후 특정 지역을 중심으로 감염이 확산되어 2월 23일 위기경보가 '심각'으로 격상됨(윤강재 2020)
  - 2020년 4월 28일 이태원 감염을 기점으로 산발적 집단감염으로 변화하고 감염의 수는 줄었으나 코로나19가 전 방위적으로 확산되기 시작함
  - 2020년 8월 15일 집회를 기점으로 코로나19가 유행 양상을 보이고 강력한 사회적 거리두기를 시행함(윤강재 2020)
- 질병관리청은 사회적 거리두기를 실시하고 드라이브 스루(drive-through), 워크 스루(walk-through) 등을 활용한 신속하고 안전한 대규모 검사는 코로나19에 적극적인 대응을 보임
- 2021년 2월 26일, 국내 첫 백신 접종이 의료진을 대상으로 시작되었고, 5월 6일부터 70~74세를 대상으로 예방접종이 시작되어 현재 1천만 명 이상 접종이 완료되어 상반기 접종목표 1,300만 명 조기 달성 예정임(질병관리청 2021)
  - 8월 9일부터 18세~49세 청장년층 사전예약을 통한 예방접종이 시행된 예정

■ 코로나19는 도시를 중심으로 빠르게 확산되고 있기에 코로나19 전과 후를 비교 분석하는 연구를 통해 코로나19로 인한 사회 변화를 직시할 수 있음

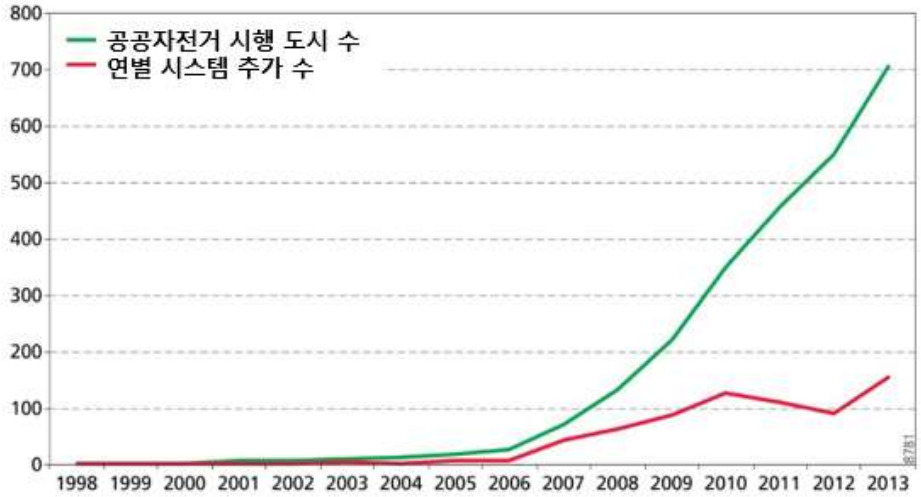
- 코로나19 확산을 방지하기 위해 개인의 생활양식이 변화했으며 이는 일상에 대한 인식 자체의 변화를 의미함(윤강재 2020)

- 코로나19 확산 방지를 위해 개인의 생활양식을 바꾸고 개인의 이동을 제한하는 등의 정책이 전 세계적으로 동시에 진행되면서 코로나19는 환경적으로 긍정적인 영향을 미침(NASA 2020)

■ 공공자전거는 지속가능한 교통수단이자 최종목적지에 도달하기 위한 마지막 교통수단이자 이용자에게 경제적이고 건강을 지켜주며, 환경에 기여하는 교통수단을 의미함(Shi et al. 2018)

- 공공자전거는 1965년 암스테르담에서 처음 등장했으며 지난 10여 년간 급속히 성장하여 2014년에는 전 세계 855곳에서 94만 6천 대의 자전거가 공공자전거로 운영되고 있음(Fishman 2016)
- 우리나라에서도 2008년 창원시에 공공자전거가 처음 도입된 이후, 2009년 대전시에서 공공자전거 타슈를 도입하고, 같은 해 서울시에서도 제한된 지역을 대상으로 공공자전거 따릉이 시범사업을 시작함
- 이후, 2020년 기준 전국 68개 시군구에서 3,360개의 대여소와 총 4만 9,633대의 공공자전거를 운영 중(행정안전부 2020)
- 공공자전거는 대중교통 중 하나로 도시생활의 하루를 볼 수 있는 매체로서 활용 가능성이 있음

그림 1 공공자전거를 사용하는 도시의 성장(1998-2013년)



출처: Fishman 2016, p.95.

■ (연구목적) 코로나19 확산 전후로 개인의 일상생활이 변하고 일상생활의 변화로 인해 도시 공간의 이용도 또한 영향을 받는다는 전제로 공공자전거 이용 행태를 코로나19 확산 전후로 비교하여 바이러스가 일상에 미친 영향을 추적하는 것을 목적으로 함

- 우리나라는 2020년 1월 첫 코로나19 확진자가 발생한 이후 지금까지 바이러스 확산 예방을 위한 사회적 거리두기 등 정책을 시행하고, 해당 방역조치로 인해 개인의 일상에 변화가 발생함
- 개인의 일상 변화는 도시 내 공간이용의 변화로 연결되나, 이에 관한 구체적인 실증연구는 부족함
- 이 연구는 코로나19의 확산이 개인의 일상과 도시공간에 미치는 영향을 확인하기 위한 연구로서 코로나19의 확산 전후 일상과 공간이용의 변화를 공공자전거 이용 행태를 통해 보고자 함

02 코로나19와 공공자전거로 인한 도시의 변화

1) 코로나19로 인한 도시의 변화

(1) 환경의 질 변화

■ 코로나19로 인한 부분적이거나 사회 전체 락다운[1)]이 대기의 질에 미치는 영향에 관한 연구로 대부분 도시에서 락다운(Lockdown)으로 인해 이전보다 대기의 질이 개선되었다는 점을 제시함(Kerimray et al. 2020; Baldasano 2020)

- Kerimray 외(2020)는 락다운으로 인한 교통정책의 변화가 도시 내 대기의 질을 얼마나 개선하는가를 연구함(Kerimray et al. 2020)
  - 이들에 의하면 중국도시의 락다운 이후와 이전을 비교하면, 락다운 이후 PM2.5, PM10, CO, NO^2, SO^2, O^3 등 대기 질을 측정하는 지표 모두 개선됨
  - 락다운으로 인한 여행 자제와 교통수단의 활용도 저하는 대기 질 개선에 기여하는 것으로 나타남
- Baldasano(2020)는 락다운으로 인한 교통량의 감소가 대기 중 NO^2와 CO의 비율을 낮추는 것을 발견함
  - 마드리드와 바르셀로나를 대상으로 진행한 연구에서 2020년 코로나19로 인한 락다운 이후와 2019년을 비교했을 때 NO^2와 CO가 각각 62%, 50% 감소한다는 것을 밝힘

■ 한편으로 대기의 질이 코로나19의 확산에 영향을 미치며 대기의 질이 안 좋을수록 코로나19가 빠르게 확산한다는 관점도 존재(Xu et al. 2020)

- Xu 외(2020)는 코로나19의 확산율에 영향을 미치는 환경 인자를 분석한 결과, 대기오염이 심할수록 코로나19가 확산이 빠르다는 결과를 밝힘

1) 락다운(Lockdown)은 재난관리시행령과 같은 긴급 상황에서 시행되는 것으로 사람의 이동을 제재하는 의미를 가지며 대중교통, 교육기관, 식당 등이 상황이 개선될 때까지 일시적으로 운영을 중지하는 것이 포함됨. 코로나19로 인한 락다운은 미국, 이탈리아, 스페인, 중국, 인도, 베트남 등에서 조치를 내린 바 있음(이민영 2020).

- Conticini 외(2020)는 이탈리아의 코로나19 확산과 대기오염의 상관관계에 대해 분석한 결과 대기오염이 높은 북부 이탈리아 지역의 코로나19 확산이 더 빠르다는 인과관계를 밝힘

■ 코로나19와 대기의 질에 관한 연구는 코로나19 확산으로 인한 락다운이 교통수단의 활용 감소로 인한 대기의 질 개선에 기여하며, 대기오염의 수준은 나쁠수록 코로나19 확산에 영향을 미친다는 것을 밝힘

■ 코로나19로 인한 도시 내 물 순환과 관련된 연구에서는 코로나19 확산 이후 수질개선, 백신으로 인한 수질오염 가능성, 물소비량 증가와 관련된 연구가 주를 이룸

- 상기 대기의 질과 유사하게 코로나19 확산을 저지하기 위한 락다운은 도시 내 지표수와 지하수의 수질을 개선하는 데 영향을 미침
  - 도시 내 락다운으로 인해 교통수단의 이용이 감소하면서 NO^2, SO^2, NH^3과 같은 오염원이 감소하는데 기여한다는 연구함(Hallema et al. 2020)
  - Braga 외(2020)는 베니스를 대상으로 코로나19 전과 후를 비교한 결과, 락다운 및 관광의 감소로 인해 도시 내 운하의 수질이 개선된다는 점을 위성사진 분석 및 전후 비교를 통해 밝힘(Braga et al. 2020)
- 한편으로는 코로나19를 치료하기 위해 사용하는 백신이나 약으로 인해 수질오염이 증가할 것이라는 연구도 존재함
  - 예를 들어 남아프리카에서는 HIV 치료를 위해 사용하는 약이 수질오염의 근원이 된다는 결과와 함께 코로나19 치료제도 수질오염의 가능성이 있다는 점을 지적한 연구가 있음(Horn et al. 2020)
- 코로나19로 인한 락다운은 수질오염을 개선하는 효과가 있으나 락다운 시기에 일시적으로 발생하는 현상이며, 코로나19 치료제로 인한 수질오염의 가능성도 존재하므로 해당 사안들을 고려한 정책이 필요

(2) 사회경제적 변화

■ 코로나19로 인한 사회적 결과에 대해서는 대부분 부정적인 영향에 대한 연구가 많으며 일부 긍정적인 영향에 대한 연구도 존재

- 코로나19 등으로 초래된 팬데믹은 경제적 어려움을 가중시키고, 서비스 접근에 제약을

두는 등 다양한 어려움이 초래되지만 가장 큰 문제는 기존에 존재하는 양극화 현상을 심화시킴(Wade 2020)

- Wade(2020)는 흑사병 등과 같은 전 세계적 팬데믹으로 인한 사회적 결과를 연구하여 기존에 존재하는 차별이 더 강화된다는 점을 발견하고, 이와 같은 사실은 코로나19로 인한 팬데믹에도 영향을 미친다는 것을 밝힘
- 일례로 미국에서는 흑인의 코로나19 발병률이 백인의 두 배이고, 가난한 지역의 사람들일수록 좁은 공간에 많은 인원이 살기 때문에 더 높은 발병률을 보임(Wade 2020)
- 높은 인구밀도, 기본적인 의료서비스를 받을 수 없는 곳일수록 위생적이지 않고 거주환경이 안 좋아서 코로나19가 더욱 확산되는 경향을 보임(Biswas 2020)

• 코로나19로 인한 팬데믹은 사회적 긴장감을 일으킨다는 연구도 존재함
- 중국과 홍콩의 경우, 코로나19 확산으로 인해 이민자와 원주민 사이의 사회적 긴장감이 심화됨(Zhang 2020)
- 사회적 거리두기로 인해 이동의 자유가 제한되고 이는 정신건강에 영향을 미쳐 사회적 긴장감을 유발함(Zhang 2020)

• 대부분의 연구가 코로나19와 같은 바이러스 확산과 도시 내 팬데믹 상황이 사회에 미치는 부정적인 영향에 대해 다룬 반면, 일부 연구는 팬데믹 상황으로 인한 사회적 협업의 사례를 다루고 있음(Cattivelli and Rusciano 2020; Mendes 2020)
- 이탈리아 나폴리의 경우 자원봉사 프로그램 활성화로 인해 지역사회에 로컬푸드를 제공하고 사회적 연대감을 강화함(Cattivelli and Rusciano 2020)
- 포르투갈, 리스본의 경우에도 사회적 불평등을 해결하는 사회적 운동과 커뮤니티 주도의 활동 프로그램 활성화 등 긍정적인 영향을 미침(Mendes 2020)

■ 코로나19 확산으로 인한 셧다운[2] 조치가 장기화되면서 도시 경제는 심각한 악영향을 받음

• 특히 도시 경제가 취약한 경우, 셧다운으로 인한 악영향은 더욱 심각했는데 폴란드의 경우에는 도시쇠퇴, 정치 양극화, 산업전환 등과 같은 영향을 받음(Krzysztofik et al. 2020)

• 사회적 거리두기와 락다운으로 인해 도시 경제가 악화됨(Earl and Vietnam 2020)

• 전 세계적인 팬데믹은 도시 내 관광산업, 요식업 등에도 극심한 악영향을 미침
- 폴란드에서 코로나19의 확산은 도시 내 관광업 중 호텔산업에 부정적인 영향을 미치며 해외 관광객 유입 불가로 인해 관광업에 큰 타격을 받음(Napierała et al. 2020)

2) 셧다운(shutdown)은 락다운과 달리 사람들의 이동은 제한하지 않지만 가게, 식당 등과 같은 상업시설의 운영을 중단하는 조치를 의미하며 코로나19로 인해 우리나라에서는 제한적인 셧다운 조치를 취함.

- 코로나19 확산은 노동시장에도 악영향을 미쳤는데, 외국인 노동자의 노동시장이 급격하게 줄어들었고, 특정 산업의 노동시장도 급격히 줄어듦(Creţan and Light 2020; Gössling, Scott and Hall 2020)
  - Creţan과 Light(2020)는 서부 유럽에서 유럽연합 국가 간 노동시장이 급격히 줄어들었으며 이러한 현상의 주요한 원인으로 코로나19를 꼽음
  - Gössling 외(2020)는 관광산업 특히 해외 관광산업에 대부분의 일자리가 줄어든 것을 발견함
- 전반적으로 코로나19의 확산은 세수를 줄게 했고, 도시개발계획의 실행을 지연했으며 노동시장 및 도시 내 특정산업 축소의 원인이 됨

(3) 교통 측면의 변화

■ 인구 간 이동과 도시 내, 도시 간 연결을 하는 교통 기반시설(infrastructure)은 도시 내 질병의 이동을 촉진하는 요소로 기능하며 이러한 기능은 코로나19에도 유효한 것으로 연구됨(Connolly et al. 2021)

- 코로나19의 확산은 부분적으로 혹은 완전히 이동을 제한하는 경우가 많으며 코로나19 확산 방지를 위한 사회적 이동의 제한에 대한 연구가 주로 진행됨(Cartenì et al. 2020)
- Saha 외(2020)은 코로나19의 확산 전후를 비교하여 여가, 상점, 약국, 공원 방문, 대중교통의 이용, 통근 등이 각각 73%, 51%, 46%, 66%, 56% 감소함을 밝힘(Saha et al. 2020)
- 특이한 점은 다른 대중교통 수단의 이용이 현격히 감소했음에도 불구하고 공공자전거와 자전거와 같은 개인 이동수단은 비교적 낮은 수치로 감소했다는 점임
  - Bucsky(2020)의 연구에 따르면 부다페스트에서 대중교통의 이용량은 코로나19의 확산 전후 80%가 감소했음에도 불구하고 공공자전거 사용량은 2% 감소에 그침
  - 또한 같은 연구자는 팬데믹의 확산이 사람들이 자전거나 걷는 것을 선호하게 했음을 밝힘(Bucsky 2020)
  - Teixeira 외(2020)는 뉴욕의 공공자전거 이용량과 지하철 이용량의 변화를 코로나19의 확산 전, 후 비교한 결과 공공자전거의 이용량의 변화가(71% 감소) 지하철 이용량의 변화(90% 감소)보다 낮음을 발견함(Teixeira and Lopes 2020)
  - 이러한 연구 결과는 비동력 교통수단이 팬데믹에 더 유연하게 대응할 수 있음을 보여주는 근거가 될 수 있음(Sharifi and Khavarian-Garmsir 2020)

2) 도시생활을 보는 매체로서 공공자전거

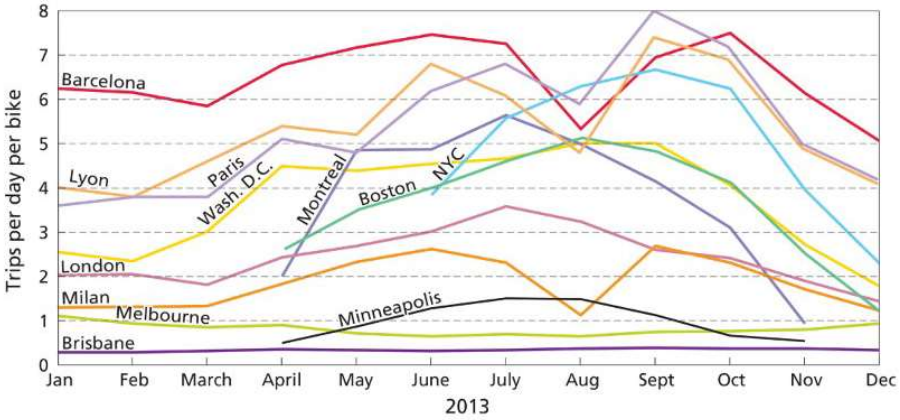
■ 최근 공공자전거 이용에 대한 데이터가 축적되면서 공공자전거를 사용하는 사람들의 성향에 대한 연구가 증가하는 추세임

■ 날씨와 공공자전거의 이용 간의 상관관계를 분석하는 연구에 따르면 주로 습도가 낮고, 비나 눈이 오지 않고, 온도가 낮지 않은 경우에 공공자전거를 이용하는 것을 알 수 있음

- Gebhart와 Noland(2014)는 미국 워싱턴의 공공자전거 데이터를 활용해서 날씨, 공공자전거 대여소와 지하철역 간의 거리 등과 공공자전거 이용 빈도 간의 상관관계를 분석함
  - 비가 오거나 습도가 높은 경우, 강한 바람이 불거나 온도가 낮은 경우 공공자전거를 이용하는 빈도가 낮음
  - 온도가 32~37도인 경우 공공자전거의 이용 빈도가 가장 빈번함을 발견함
  - 저자들은 연구 결과를 일반화하기는 어려울 수 있으나 날씨별 자전거 이용 행태를 추측할 수 있다는 점에서 연구의 의의를 발견할 수 있다고 강조함
- El-Assi 외(2017)는 토론토 공공자전거를 대상으로 건조 환경과 날씨가 공공자전거의 이용에 미치는 영향을 분석함(El-Assi, Mahmoud and Habib 2017)
  - 높은 기온, 낮은 습도와 지면에 눈이 없는 경우 공공자전거의 이용이 증가했고, 대학가와 대중교통 정류장 인근에서 공공자전거의 이용이 높음을 발견함
  - 공공자전거 대여소가 캐노피가 있는 경우 더 많은 이용이 발생함
  - 자전거 도로가 갖춰진 경우 공공자전거 이용이 증가했고, 도로에 교차로가 많은 경우에는 자전거 이용이 감소함
- Gallop 외(2011)는 기온이 1도 올라갈 때마다 자전거 이용이 1.65% 증가함을 발견하고 기온이 10도 올라가는 경우 16% 증가함을 발견함(Gallop, Tse and Zhao 2011)

■ 공공자전거는 평일과 공휴일에 따라 주요 이용시간이 달라지며 도시별로 주로 공공자전거를 이용하는 달이 다름

그림 2 주요 도시별 공공자전거의 월별 이용 현황(2013년)



출처: Fishman 2015, p.96.

- 런던의 경우, 평일에는 출퇴근 시간인 오전 7~9시, 오후 4~6시에 공공자전거의 이용 빈도가 높았고, 휴일은 오후에 공공자전거의 이용 빈도가 높음(Pfrommer et al. 2013)
- 비엔나의 2년간 공공자전거 이용 데이터를 분석한 결과, 겨울철에는 여름철에 대비해서 공공자전거의 이용 빈도가 유의미하게 감소한다는 것을 발견함(Rudloff and Lackner 2014)

■ 자전거 친화적인 환경을 제공하는 도시들의 경우 공공자전거의 이용이 그렇지 않은 도시보다 높음(Schoner and Levinson 2014)

- 자전거 전용도로를 만들고 직선거리를 제공하는 등 네트워크를 제공하는 것은 공공자전거의 이용 빈도에 긍정적인 영향을 미침(Schoner and Levinson 2014)
- 갓길 주차가 허용되는 경우에는 공공자전거의 이용이 감소함(Sanders 2014)
- 지하철역과 공공자전거의 대여소 간의 거리가 400m 이내이고, 별도의 자전거 도로가 있는 경우에도 공공자전거의 이용에 긍정적인 영향을 미침(Mateo-Babiano et al. 2016)
- 자전거 이용자들은 자전거 도로가 분리되지 않고 자동차와 같은 도로를 공유하는 경우를 가장 선호하지 않음(Caulfield et al. 2012)
- 요약하자면, 자전거 이용자들은 분리된 도로를 선호하고, 교차로, 갓길 주차 등 통행에 방해가 되는 요소가 많은 경로를 선호하지 않음

03 대전시 공공자전거 이용량 코로나 19 전후 비교

1) 연구대상 및 연구방법

■ (연구대상) 대전시 공공자전거 타슈의 2019년 1월부터 2020년 12월까지 이용 데이터를 수집하고, 2019년을 코로나19 확산 전, 2020년을 코로나19 확산 후로 구분하여 분석함

- 공간적 범위: 대전광역시 공공자전거 타슈 서비스 지역
- 시간적 범위: 2019년 1월~ 2020년 12월
- 내용적 범위: 대전시 공공자전거 타슈 이용 데이터(대여일시, 반납일시, 대여스테이션, 반납스테이션, 이동거리, 회원구분 등), 기상청 기후데이터

■ 타슈는 2008년 대전에서 서비스를 시작한 무인 대여 공공자전거 서비스로 우리나라에서 두 번째로 시작된 공공자전거 시스템이고, 세 번째로 많은 자전거를 운영 중(행정안전부 2020)

- 우리나라 공공자전거 운영 시스템을 비교하면, 서울시의 공공자전거 시스템인 따릉이가 가장 큰 규모로 운영되고(2만 5천 대), 다음으로 창원시 누비자(4,257대), 대전시의 타슈 순임(2,895대)
- 이 중 대전시 공공자전거 타슈를 연구대상으로 선정한 이유는 우리나라에서 운영 중인 공공자전거 시스템의 상위 10개소 중 유일하게 시가 직접 시스템을 운영하는 곳이고, 우리나라에서 두 번째로 시스템이 도입되어 안정적으로 운영되고 있는 곳이기 때문임

■ (연구방법) R을 사용하여 데이터를 정제하고, 시각화하여 공공자전거 타슈의 이용 행태를 코로나19의 확산 전과 후로 구분하여 비교함

- 공공자전거 이용량 비교(전체기간, 일자별, 요일별 이용량)
- 공공자전거 이동거리 및 이용시간 비교
- 기후조건이 공공자전거 이용에 미치는 영향 비교
- 대여소별 공공자전거 이용량 및 핫스팟 비교

2) 공공자전거 이용량 코로나19 전후 비교

■ 대전시 교통수단의 변화를 보행 수단 분담률을 통해 본 결과, 보행과 자전거는 이용량이 감소하고 승용, 대중교통 이용량은 증가하는 추세를 보임

- 보행 분담률은 37%(2010년)에서 29.4(2016년)로 감소, 자전거 분담률은 2.1%(2010년)에서 1.6(2016년)으로 감소함
- 승용차 분담률은 40.4%에서 49.4로 증가하고, 대중교통은 17.4%에서 18.4로 증가함

그림 3 대전시 교통수단 분담률(2010~2016년 비교)

출처: 한국교통연구원 2019.

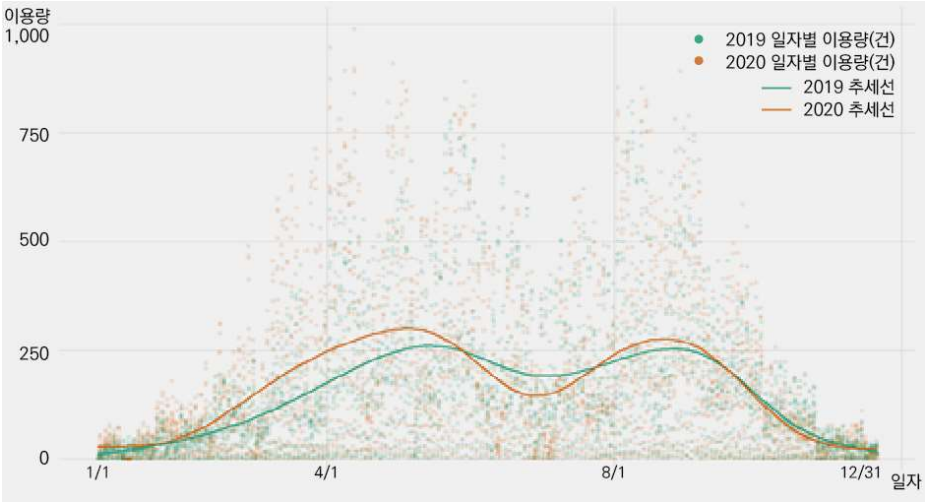
■ 코로나19 전후, 대전시 교통수단 이용량 변화를 추적한 이재영(2021)의 연구에 의하면 시내버스, 지하철, 도로통행량은 모두 감소했으나 공영자전거만 이용량이 증가함

- 시내버스, 지하철, 도로교통량은 2019년 대비 2020년에 각각 -29%, -34.5%, -3.1% 감소하고, 유일하게 공영자전거인 타슈의 이용량만 코로나19 이후 11.6% 증가함
- 대전시 공공자전거 타슈는 코로나19가 확산되기 전인 2019년 총 55만 3,249건이 이용되었고, 2020년에는 60만 4,446건으로 이용량 증가

그림 4 코로나19 전후 대전시 교통수단 변화

출처: 이재영 2021을 참조하여 저자 재구성.

그림 5 코로나19 전후 일자별 타슈 이용량 비교

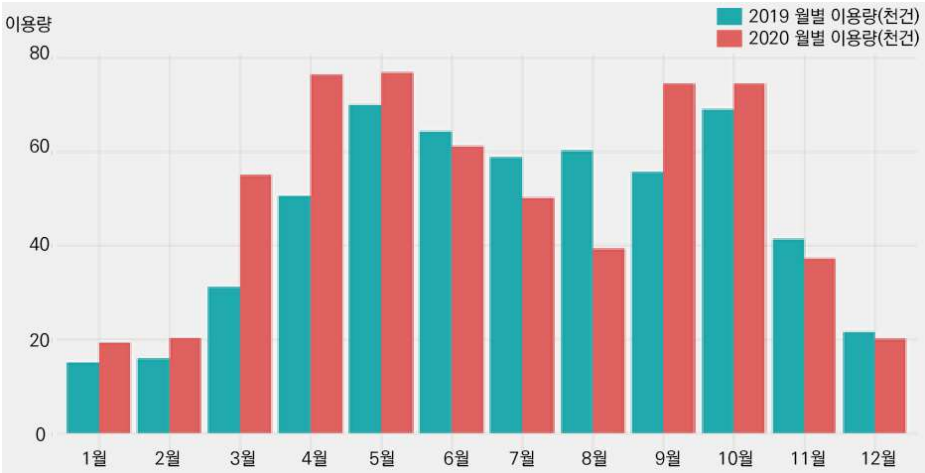


출처: 저자 작성.

■ 일자별 이용량을 비교한 결과, 코로나19 전(2019년)보다 코로나19 후(2020년)가 전반적으로 이용량이 우세했으며 전국적으로 사회적 거리두기 2단계가 실시된 8월을 전후로는 코로나19 전 이용량보다 감소한 것을 알 수 있음

- 공공자전거 타슈는 코로나19 이전보다 이후, 사회적 거리두기가 강화되어 사회 전반적인 셧다운이 발생한 시기를 제외하고는 이용량이 증가함
- 사회적 거리두기의 일환으로 개인 이동수단인 공공자전거의 이용량이 증가했음을 유추할 수 있으며 이는 감염병 시대에 주로 이용하는 교통수단의 변화를 의미함

그림 6 코로나19 전후 월별 타슈 이용량 비교



출처: 저자 작성.

■ 월별 이용량을 비하면 코로나19로 인한 공공자전거 이용량의 우세와 사회적 거리두기의 효과를 발견할 수 있는데, 대체로 코로나19 이후에 공공자전거 이용량이 우세하며 6~8월 사회적 거리두기로 인한 공공자전거 이용량 감소를 확인할 수 있음

- 전체적으로 월별 이용량을 코로나19 이전과 비교했을 때, 코로나19 이후에는 확진자 수와 정부 정책 변화에 영향을 크게 받는 것을 발견할 수 있음
  - 코로나19가 처음 국내에 유입된 이후 확진자가 크게 증가했던 시기인 3~4월에 공공자전거 이용량이 약 40% 증가함
  - 전국적으로 2단계 사회적 거리두기가 시행된 8월에는 코로나19 확산 이전보다 공공자전거의 이용량이 약 30% 감소함
- 코로나19 이후, 2월과 비교했을 때 3월, 4월의 공공자전거 이용량은 크게 증가했으며, 8월 이용량과 비교 시 9월, 10월 이용량이 크게 증가함
  - 3월은 2020년 코로나19 확산 이후 서른한 번째 확진자를 계기로 확진자가 크게 증가한 시기로 해당 시기 공공자전거 사용량의 증가는 코로나19 확산에 대비하여 사회적 거리두기를 실천하기 위한 개인의 선택으로 유추할 수 있음
  - 9월과 10월에는 사회적 거리두기가 2단계에서 1단계로 완화된 시점으로 공공자전거의 이용이 증가함
- 전국적으로 사회적 거리두기 2단계가 시행된 8월의 경우에는 공공자전거의 이용량도 감소하여 공공자전거 이용자들도 사회적 멈춤에 동참했음을 알 수 있음

그림 7 코로나19 전후 요일별 타슈 이용량 비교

출처: 저자 작성.

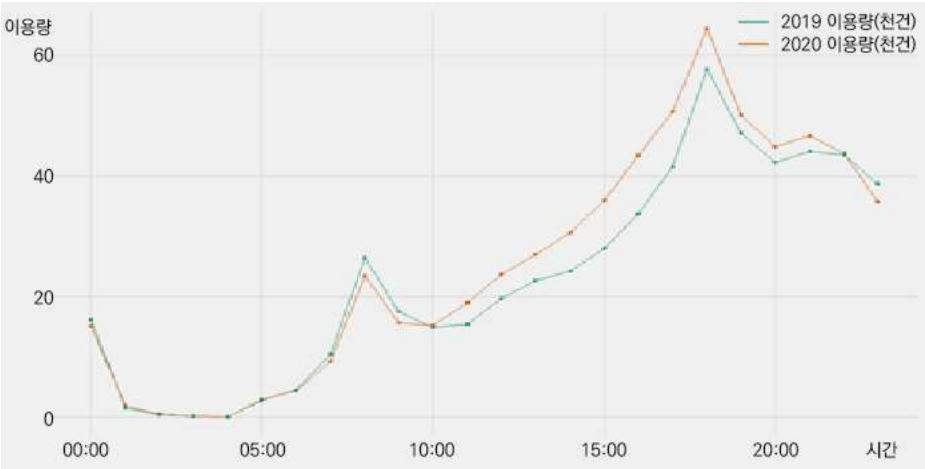
■ 요일별 이용량은 코로나19 이전의 경우 평일과 주말 간 큰 차이가 없으나 코로나19 이후에는 평일보다 주말의 이용량이 높으며 특히 코로나19 전보다 주말 이용량이 증가했다는 점에서 큰 차이를 보임

- 공공자전거 타슈는 코로나19 전보다 후에 이용량이 증가했지만, 주중과 주말로 구분해서 비교할 경우, 주말의 이용량이 더 증가했음을 발견할 수 있음
- 요일별 타슈 이용량에서도 주말 공공자전거 이용량이 코로나19 전보다 후에 더 크게 증가함
  - 이는 코로나19 확산 이후, 주말에 여가를 목적으로 공공자전거를 선택한 경우가 증가했음을 보여줌

■ 시간대별 타슈 이용량을 코로나19 확산 전후 비교한 결과, 출근시간보다 일상생활 중과 퇴근시간에 이용량이 증가했으며 밤과 오전 시간에는 이용량에 큰 변화가 없음

- 오전 시간인 0~6시까지는 이용량의 변화가 없으며 출근시간대인 7~9시까지는 오히려 이용량이 감소함
  - 이는 코로나19 확산 이후 공공자전거를 선택하는 계기가 출퇴근보다 일상에서 이동에 있음을 보여줌
- 10시 이후부터 20시 전까지는 공공자전거 이용량이 코로나19 전보다 증가함
  - 코로나19 이후 공공자전거는 일상에서 이동을 위한 수단으로 더 많이 이용됨
  - 퇴근시간대인 18~20시까지의 이용량은 증가했으나 출근시간대 이용량이 감소한 것으로 보아 일상에서 이용하는 공공자전거로서 이용량이 증가한 것으로 보임

그림 8 코로나19 전후 시간별 타슈 이용량 비교



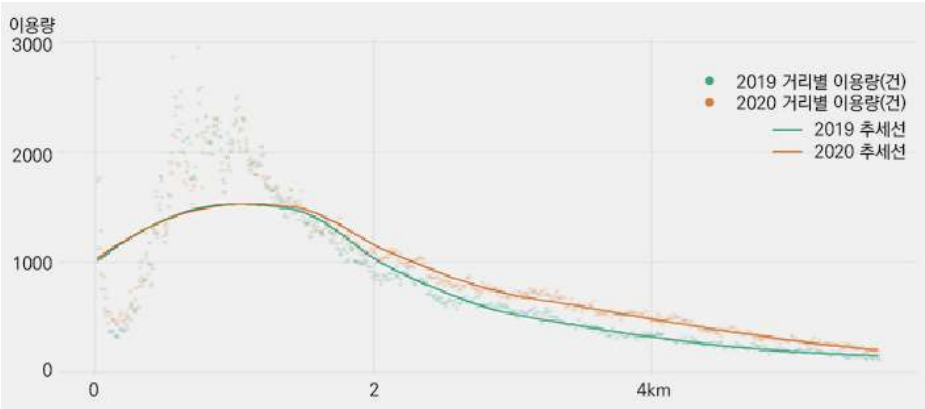
출처: 저자 작성.

3) 공공자전거 이동거리 및 이용시간 코로나19 전후 비교

■ 공공자전거 이동거리와 이용시간을 비교한 결과, 코로나19 이후 이용 건당 이용시간이 증가했고, 코로나19 이후에 단시간 이용보다 장시간 이용을 한 것으로 보임

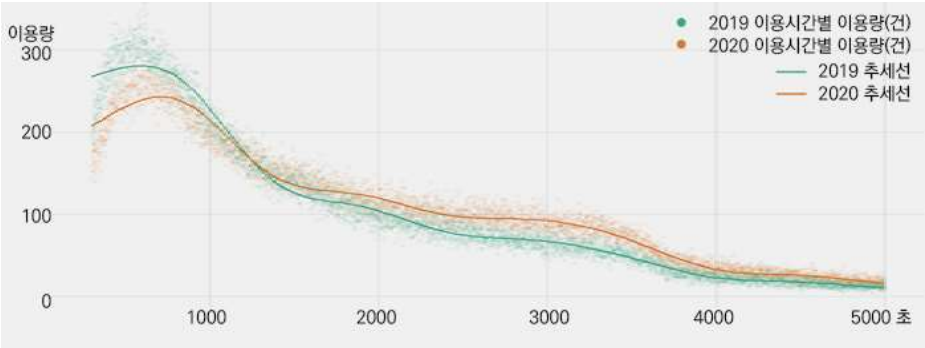
- 타슈를 이용해서 이동한 거리를 보면, 1㎞ 미만은 코로나19 전후로 큰 차이가 없지만, 1㎞ 이상의 거리는 코로나19 이후에 더 많이 이용한 것으로 나타남
  - 코로나19 이후 공공자전거 이용자들은 코로나19 이전보다 먼 거리를 이동하기 위해 공공자전거를 이용함
- 타슈 이용시간도 15분(900초) 미만에서는 이용량이 오히려 코로나19 이후에 감소했으나, 20분(1,200초) 이상의 이용은 코로나19 이후에 증가함
  - 코로나19 이전보다 이후에 공공자전거 이용 건수당 이용시간이 증가

그림 9 코로나19 전후 이동거리별 타슈 이용량 비교



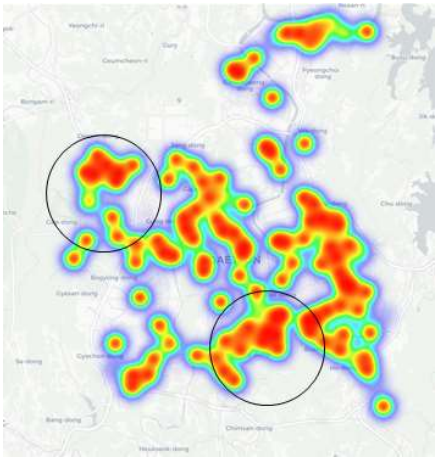
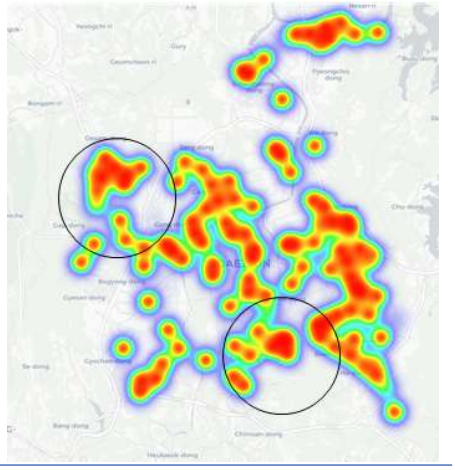
출처: 저자 작성.

그림 10 코로나19 전후 이용시간별 타슈 이용량 비교



출처: 저자 작성.

그림 11 코로나19 전후 타슈 이용량 핫스팟 분석 비교

코로나19 전	코로나19 후
	

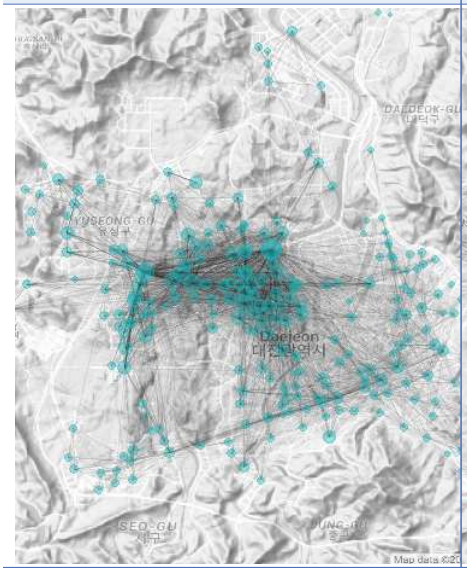
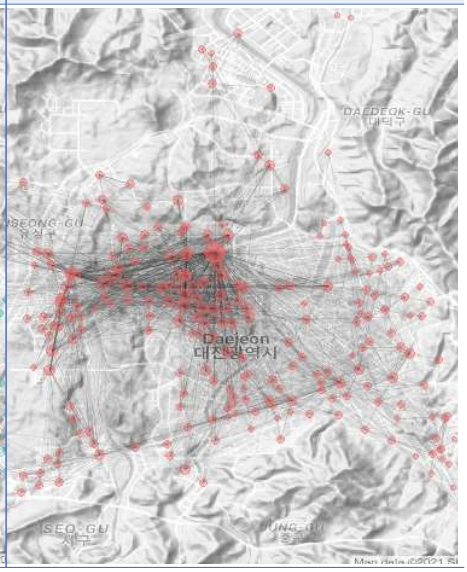
출처: 저자 작성.

4) 대여소별 공공자전거 이용량 코로나19 전후 비교

■ 대여소별 타슈 이용량을 코로나19 전후로 비교한 결과, 코로나19 전보다 후에 가오동과 도룡동의 이용이 감소했고, 석봉동·도안동·월평동·반석동의 이용량이 증가했으며 이동경로를 비교한 결과, 코로나19 전에는 동서축의 이동이 강했으나, 후에는 전반적으로 이동경로가 확산됨

- 대여소별 타슈 이용량을 핫스팟 분석한 결과, 코로나19 전과 코로나19 후 큰 차이는 없으나 부분적으로 이용량에 차이가 나는 지역을 발견할 수 있음(〈그림 11〉 참고)
  - 지도의 가장 상단에 위치한 신탄진역 근방은 코로나19 후 공공자전거의 이용이 증가
  - 왼쪽 상단부인 반석동 인근도 공공자전거 이용 증가
  - 카이스트와 대전시청을 포함하는 대전 중심부도 공공자전거의 이용이 증가했으며, 특히 카이스트 인근의 이용량이 증가한 것을 발견할 수 있음
  - 지도 하단 중앙부인 서대전역, 중앙시장 인근지역은 공공자전거의 이용이 감소
- 공공자전거를 대여한 대여소와 반납한 곳의 경로를 중첩 분석하여 도출한 타슈 대여-반납 및 이동경로에 따르면 코로나19 전 타슈는 도심과 반석동 등 주거지를 연결하며 주로 중심부에 이용이 집중됨(〈그림 12〉 참고)
  - 특히 대전시 하단부인 서대전(서구)에서 대전역(동구) 간을 연결하는 이동경로 이용이 두드러짐
- 코로나19 이후 타슈의 대여-반납 및 이동경로는 코로나19 전과 크게 다르지 않으며 대체로 코로나19 전의 경우와 유사한 경로로 이동하는 것을 알 수 있음

그림 12 코로나19 전후 타슈 이동경로 비교

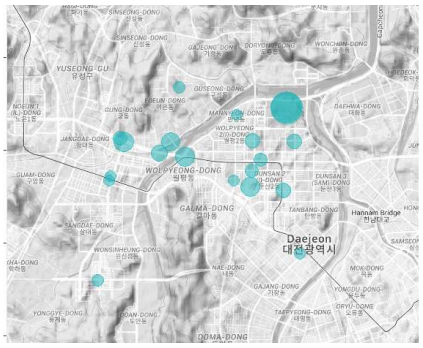
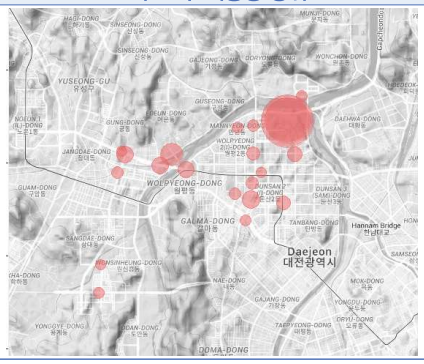
코로나19 전	코로나19 후
	

출처: 저자 작성.

■ 대여소별 이용에 대해 자세한 비교를 위해 대여소 중 타슈 이용량 상위 20개소를 맵핑한 결과, 타슈 대여소 중 이용이 많은 대여소는 주로 지하철역 인근에 위치하며 코로나19 전후로 이용량 상위 대여소는 크게 변하지 않음

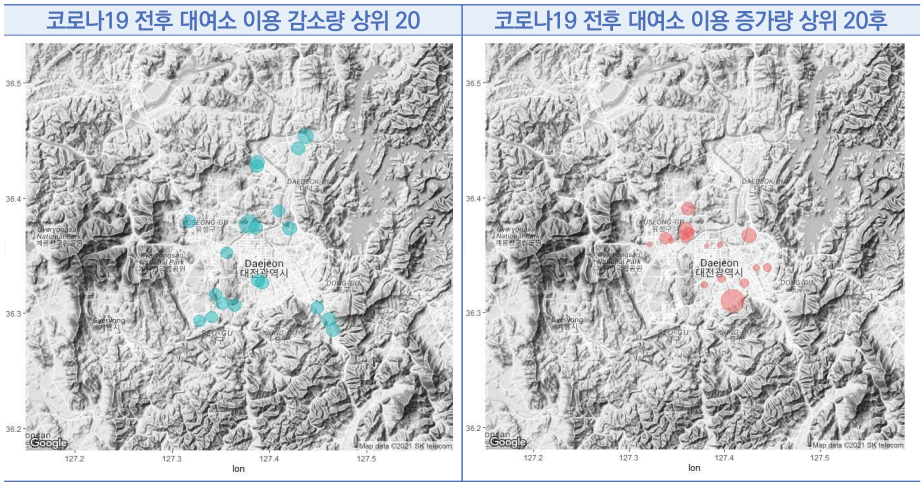
- 대여소 이용량 상위 20개소는 코로나19 전과 후 크게 다르지 않으며 주로 지하철역 인근에 위치하는 것으로 보아, 공공자전거는 기존 대중교통의 보조적 수단으로 이용됨을 알 수 있음
- 대여소 이용량이 코로나19를 전후로 얼마나 변화했는지 그 증감률을 분석한 결과, 대전시 교외지역에서 크게 감소했고, 중심지 인근에서 증가했음

그림 13 타슈 이용량 상위 20개 대여소 코로나19 전후 비교

코로나19 전 이용량 상위 20	코로나19 후 이용량 상위 20
	

출처: 저자 작성.

그림 14 코로나19 전후 대여소 이용 증감량 비교



출처: 저자 작성.

- 타슈 대여소와 반납소의 코로나19 전후 이용량의 증감을 비교한 결과, 타슈 이용자들은 코로나19 이후 주로 주거지역에서 타슈를 대여하여 도서관, 학교 등에서 반납함
  - 대여소별 이용량 변화를 보면, 주거지 인근에서 대여하는 경우가 많았고, 학교 등에서 대여하는 경우는 다소 감소함
  - 반납소를 보면 도서관, 시장, 학교 인근에 반납을 하고 공원, 주거지 등에는 반납하는 경우가 감소함

표 1 타슈 대여소 코로나19 전후 비교(좌:상위 20개소, 우: 하위 20개소)

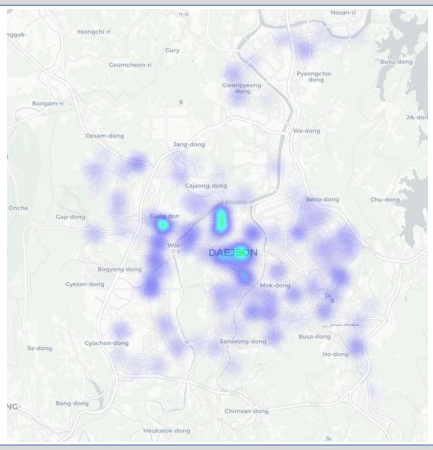
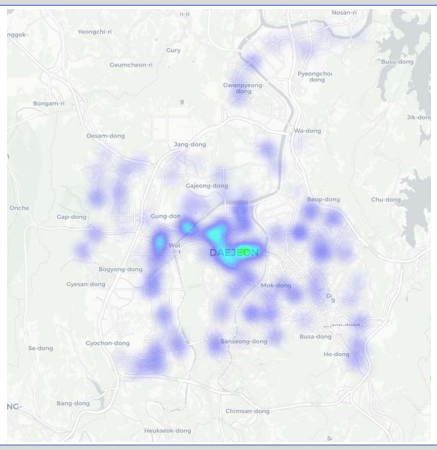
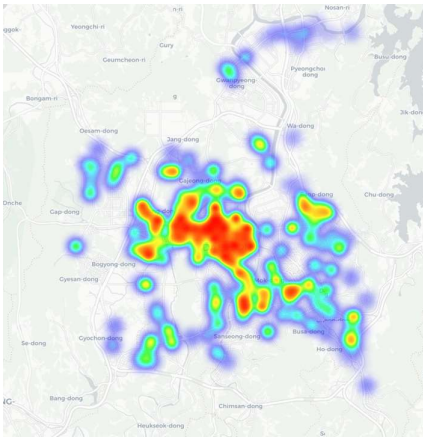
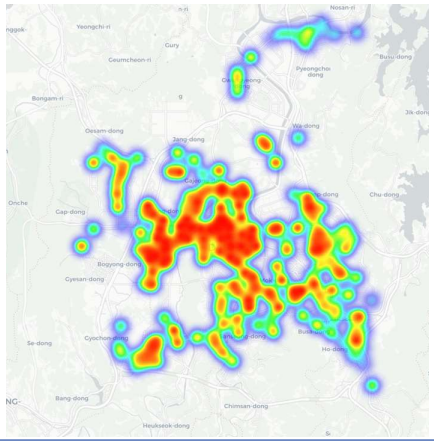
대여소	코로나19 전	코로나19 후	변화량	대여소	코로나19 전	코로나19 후	변화량
엑스포공원	370	1451	292.16%	황실아파트	2089	353	-83.10%
석봉문화센터	43	137	218.60%	한밭도서관	1548	794	-48.71%
용정초등학교	381	931	144.36%	카이스트창의	4520	2323	-48.61%
오투그란데	547	1222	123.40%	카이스트식당	3283	1854	-43.53%
송강체육관	619	1346	117.45%	카이스트다솜	2129	1226	-42.41%
우편취급국	211	444	110.43%	우송대서문	2136	1333	-37.59%
목상주민센터	533	1094	105.25%	카이스트서문	7047	4456	-36.77%
계룡리슈빌	425	860	102.35%	변동네거리	2709	1723	-36.40%
가수원파출소	1579	3080	95.06%	대덕대학교	879	589	-32.99%
지족초등학교	591	1145	93.74%	수천근린공원	4264	2862	-32.88%

출처: 저자 작성

■ 시간대별 이용량을 대상으로 핫스팟 분석을 한 결과, 시간대별 주요 이용 지역을 식별할 수 있으며 해당 시간대 어떤 목적으로 공공자전거를 이용하는지 추측이 가능함

- 새벽시간대(0~6시) 공공자전거 이용은 코로나19 전, 갈마역과 탄방역을 중심으로 이용량이 많으며 코로나19 후에는 월평역, 갈마역, 탄방역 인근으로 이용량이 증가함
  - 계룡로를 따라 공공자전거 이용량이 증가함
- 오전시간대(6~12시) 에 코로나19 전과 비교해서 코로나19 후에는 대전시 전역에 공공자전거 이용이 증가함
  - 특히 신탄진역 인근, 서대전, 대전역 인근의 공공자전거 이용량 증가함

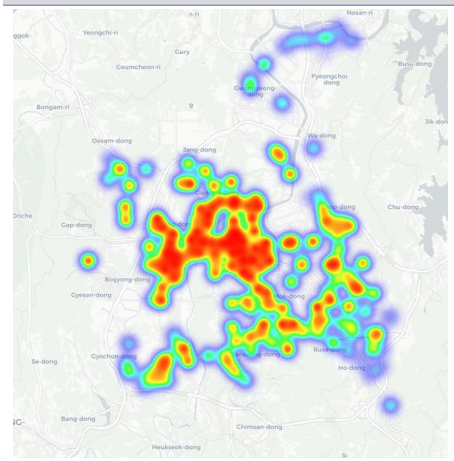
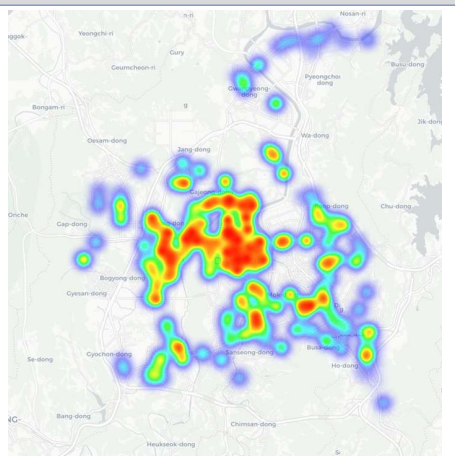
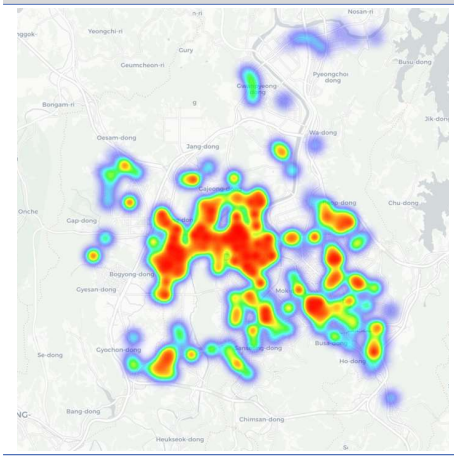
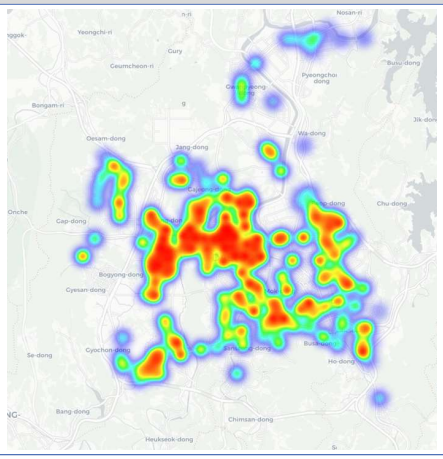
그림 15 코로나19 전후 시간대별 대여소 이용량 비교

코로나19 전	코로나19 후
새벽(0~6시)	새벽(0~6시)
	
오전(6~12시)	오전(6~12시)
	

출처: 저자 작성.

- 오후(12~18시)에는 코로나19 전과 비교했을 때 도심지역에서의 공공자전거 이용이 다소 감소하고, 오전에 증가했었던 신탄진역과 서대전 인근의 이용량이 감소함
  - 코로나19 이후, 오후 시간대에서는 가양동 인근의 공공자전거 이용량이 감소하는 것으로 보임
- 밤(18~24시)에는 코로나19 전보다 이후에 도시 내 더 넓은 지역에서 공공자전거를 이용하고, 신탄진역 부근과 반석동 인근 등 주거지역에서 이용이 눈에 띔
  - 코로나19 이후, 밤 시간대의 공공자전거 이용은 오전과 유사한 패턴을 보이며 이는 지하철 노선을 따라 공공자전거의 이용이 증가함을 파악할 수 있음

그림 16 코로나19 전후 시간대별 대여소 이용량 비교(<그림 15> 계속)

코로나19 전	코로나19 후
오후(12~18시)	오후(12~18시)
	
밤(18~24시)	밤(18~24시)
	

출처: 저자 작성.

6) 시사점

■ 코로나19 확산은 공공자전거의 이용량을 증가시켰고, 사회적 거리두기 운동은 공공자전거 이용 감소에 영향을 미침

- 코로나19의 확산은 전체 공공자전거 이용량 증가에 영향을 미쳤으며, 특히 평일보다 주말의 공공자전거 이용량 증가에 기여함
  - 평일보다 주말 이용량 증가에 영향을 미쳤다는 점은 코로나19의 확산이 출퇴근 시 공공자전거의 이용보다 주말 여가생활을 위한 공공자전거의 이용에 긍정적인 영향을 미쳤음을 알 수 있음
  - 또한 시간대별로 공공자전거의 이용량을 비교했을 때, 출퇴근시간보다는 정오 이후부터 20시까지 이용이 증가한 것으로 보아 코로나19의 영향으로 공공자전거를 출퇴근 시 이용하기보다 일상생활에 더 자주 이용한 것으로 파악됨
- 코로나19 확진자 수와 사회적 거리두기 운동은 공공자전거를 이용하는 데 영향을 미쳤으며 코로나19 확진자 수의 증가는 공공자전거 이용을 촉진했고, 전국적인 사회적 거리두기 운동의 시행은 공공자전거의 이용 감소에 영향을 미침
  - 평일보다 주말 이용량 증가에 영향을 미쳤다는 점은 코로나19의 확산이 출퇴근 시 공공자전거의 이용보다 주말 여가생활을 위한 공공자전거의 이용에 긍정적인 영향을 미쳤음을 알 수 있음
  - 2020년 8월 20일 시행된 사회적 거리두기 2단계로 인해 전체적인 사회 내 이동이 제한되면서 공공자전거의 이용 감소에 영향을 미침

■ 코로나19 확산으로 인해 공공자전거 이용 건당 이용시간이 증가했고, 이동거리 또한 증가함

- 코로나19 확산 이후, 이용 건당 이용시간의 증가와 이동거리의 증가는 공공자전거 이용자들이 공공자전거를 더 오래, 더 멀리 가기 위해 선택함을 의미함
  - 이용시간을 보면, 15분 이내로 이용하는 경우는 코로나19 전보다 후에 더 감소하고, 15분 이상 이용하는 경우는 코로나19 전보다 후에 증가함
  - 이동거리는 1㎞ 이상의 경우 코로나19 전보다 후에 더 증가한 것으로 파악됨
- 공공자전거를 이용하는 데 있어서 짧은 시간이 소요될 경우 다른 교통수단을 이용하고 15분 이상, 1㎞ 이상의 거리는 공공자전거를 이용하는 것으로 해석할 수 있음

■ 기존 연구와 달리 코로나19 이후 공공자전거 이용은 기온과 풍속의 영향을 받고, 습도와 강수의 경우 영향이 미비함

- 기존 선행연구에서는 공공자전거를 이용하는 기온과 풍속을 특정했지만, 코로나19 이후 공공자전거 이용 행태에 기온과 풍속이 미치는 영향은 크지 않음
  - 기온의 경우 코로나19 전과 후의 이용량을 비교했을 때, 코로나19 후가 전보다 조금 낮은 기온에서 공공자전거의 이용량이 많았으나, 이는 8월(여름) 사회적 거리두기 시행으로 인해 공공자전거의 이용량이 감소했기 때문으로 추정됨
  - 풍속의 경우에도 코로나19 전과 후에 다소 차이가 있으나 미비함
  - 습도와 강수량은 코로나19 전과 후, 공공자전거의 이용량에 영향을 미치지 못하는 것으로 파악됨

■ 공공자전거 대여소와 반납소의 코로나19 전후 차이를 비교한 결과, 이동경로와 지역별 이용량 차이는 정도가 미비하나 시간대별 주 이용지역의 차이는 존재함

- 대여소와 반납소의 이용량, 이동경로를 코로나19 전후로 비교 분석한 결과, 유의미한 차이점을 발견하기 어려움
- 다만 시간대별 공공자전거의 이용량을 비교 분석한 결과, 주 이용지역 간의 차이가 발견됨
  - 코로나19 이후 공공자전거 이용자들은 도시 전역의 공공자전거를 이용했으며, 특히 도시 외곽의 대여소 이용량이 증가함
  - 시간대별로 오전 6~12시까지는 도심 내 공공자전거의 이용이 증가했고, 밤 18~24시까지도 도심 내 공공자전거 이용이 증가함
  - 특히, 오전과 밤 시간대에 지하철 노선을 따라 공공자전거의 이용 패턴이 증가한 것으로 볼 때, 공공자전거를 지하철의 보조적 운송수단으로 이용한 것으로 유추할 수 있음

■ 이 연구는 모빌리티 데이터를 이용하여 코로나19 전후를 비교하고 관련된 시사점을 도출한다는 점에서 기존의 연구와 차별점이 있으나, 연구의 방법론 면에서 통계적 방법론의 부재, 이용자의 실제 이용 의도에 대한 분석이 부재라는 점에서 한계가 존재함

- 연구방법 중 하나인 통계 분석을 제외하여 통계적 유의미성을 판단할 근거 부족함
- 데이터의 한계로 인해 실제 이용자들의 이용 의도를 파악이 어려움
- 향후 연구 시, 통계적 분석방법을 추가하고 실제 이용자들을 대상으로 설문 조사, 인터뷰 등의 방법을 통해 이용 의도를 파악하여 연구를 보완할 필요가 있음

04 정책제언

■ 코로나19와 같은 전염병의 확산은 개인 이동수단(Personal Mobility: 이하 PM)인 공공자전거의 이용량 증가에 기여하며, 이는 직접적인 이동수단으로서 뿐만 아니라 대중교통의 보조적 수단으로 이용되므로 대중교통과 공공자전거의 연계 정책에 대한 고려가 요구됨

- 코로나19 확산으로 인해 공공자전거의 이용량은 증가하지만, 사회적 거리두기 정책으로 인해 다시 감소했음, 전염병의 확산과 그로 인한 사회적 거리두기 정책 시행 시, 공공자전거를 포함한 PM의 이용에 대한 구체적인 가이드라인이 필요함
- 코로나19 확산 이후 대중교통의 보조적 수단으로 공공자전거의 이용이 활성화됐으므로, 현재 양분된 대중교통과 PM의 결제수단을 연계하고 이용요금의 할인 등을 통한 이용 촉진이 필요함

■ 전염병의 확산은 사회적 거리두기를 유지하며 이동할 수 있는 수단 중 하나인 공공자전거의 이용량 증가에 기여하고, 점차 공공자전거와 같은 PM의 이용이 증가될 것으로 예상되므로 보행자와 차량과 구분되는 PM 동선을 확보하는 공간 정책이 요구됨

- 현재 도시공간은 지금까지 이용된 이동수단인 차량, 보행자, 대중교통의 동선으로 구분되어 있으며 새롭게 등장한 PM의 공간 정책은 부재함
  - 특히 전염병 시대에 이용이 증가하는 공공자전거, 전동킥보드 등의 이동 수단이 공존할 수 있는 환경에 대한 정책이 부재함
- 전염병 시대에 대응하고 기존 교통수단과 공존할 수 있는 환경 조성 및 공간 정책이 필요함
- 다른 교통수단과의 적극적 연계를 통해 전염병 발생 시 대응할 수 있는 이동 경로를 정부기관 차원에서 제시가 요구됨
- 또한 사회적 거리두기 정책에 따른 유연근로제, 시차출근제와 연계한 공공자전거 이용 정책 마련이 필요함

■ 공공모빌리티 데이터는 실시간으로 데이터가 축적되고 샘플링의 과정 없이 전체 데이터가 수집되는 만큼 도로교통 및 보행환경 개선을 위한 모니터링 도구로 활용 가능성이 높음

- 공공모빌리티 실시간 이용 데이터를 활용하여 자전거 관련 시설물 및 스마트 시설물 설치할 때 참고 자료로 활용할 수 있음
- 많은 데이터를 분석하여 시간, 날씨, 계절, 코로나19 확산 등 여러 상황에서의 공공자전거 이용 행태 시뮬레이션을 통해 이용자에게 관련 정보를 실시간 제공함
- 특히 코로나19와 같은 팬데믹 상황에서 코로나19 이후 공공자전거 주요 대여지점과 반납지점이 변화하는 경향이 나타나므로, 대여 양상 변화에 유연하게 대처할 수 있는 대여소 배치 및 각 대여소당 자전거 물량 배분 및 시스템 구축에 데이터 활용이 필요함

■ 도시 공간구조 계획 차원에서 공공모빌리티를 포함한 통합적인 교통체계 마련 및 도로 환경 개선이 필요함

- 공공모빌리티 시스템의 체계화 및 이용률 증가는 공공자전거와 같은 공공모빌리티 수단이 도시 내 다양한 교통수단 중 하나로서 자리매김했음을 의미하며 이제 복잡하게 얽힌 교통 기반시설(infrastructure)의 일부로 고려할 필요가 높음
- 최근 공유경제 확산으로 인한 공공모빌리티 수단(공유자동차, 전동킥보드 등)이 보편화되고 있지만 통합적인 도로 환경 마련을 위한 제도적 장치는 미흡함
- 서로 다른 교통수단의 특징(속도, 규모 등)과 이용 행태 등을 고려한 도로체계 개선이 필요함
  - 도로체계 개선 및 유연한 신호체계 마련 등이 필요함

■ (연구한계) 공공자전거 이용자의 공공자전거 이용 의사에 대한 조사 부재로 인해 2019년과 2020년의 이용량 변화가 모두 코로나19로 인한 것은 아니라는 점이 연구의 가장 큰 한계점

- 대전시 교통수단 분담률 중 공공자전거의 분담률이 감소하고, 코로나19 전과 비교했을 때 코로나19 이후에 공공자전거 이용량이 증가하나, 증가량 모두 코로나19 확산으로 인한 증가로 볼 수 없음
- 향후 연구 시 공공자전거 이용자 설문 조사 등 보조적인 수단으로 해당 증가량이 코로나19로 인한 것인지를 검증할 필요가 있음

참고문헌

대전시 시설관리공단. 2021. https://www.djsiseol.or.kr/portal/sub050201.asp (2021년 6월 1일 검색).

이민영. 2020년. 락다운과 셧다운. 경향신문, 6월 10일. http://www.knnews.co.kr/news/articleView.php?idxno=1327023 (2021년 6월 7일 검색).

윤강재. 2020. 코로나19 유행 상황에서의 한국보건의료체계의 변화와 과제. 보건복지포럼 12호: 34-49.

질병관리청. 2021. http://ncov.mohw.go.kr/ (2021년 6월 8일 검색).

타슈. 2021. https://www.tashu.or.kr/introduceAction.do?process=introduce&left=1 (2021년 6월 8일 검색).

행정안전부. 2020. 공영자전거 운영 현황. https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=110&tblId=DT_110031_010&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=M2_21&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE (2021년 6월 8일 검색).

Baldasano, J.M. 2020. COVID-19 lockdown effects on air quality by NO2 in the cities of Barcelona and Madrid (Spain). *Science of the Total Environment* vol.74: 140353.

Biswas, P.P. 2020. Skewed urbanisation and the contagion. *Econ. Polit. Wkly* 55, no.16: 13-15.

Braga, F., Scarpa, G.M., Brando, V.E., Manfè, G. and Zaggia, L. 2020. COVID-19 lockdown measures reveal human impact on water transparency in the Venice Lagoon. *Science of The Total Environment* vol.736:139612.

Bucsky, P. 2020. Modal share changes due to COVID-19: The case of Budapest. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives* vol.8:100141.

Cartenì, A., Di Francesco, L. and Martino, M., 2020. How mobility habits influenced the spread of the COVID-19 pandemic: Results from the Italian case study. *Science of the Total Environment* vol.741: 140489.

Cattivelli, V. and Rusciano, V. 2020. Social innovation and food provisioning during COVID-19: The case of urban-rural initiatives in the province of Naples. *Sustainability* 12, no.11: 4444.

Caulfield, B., Brick, E. and McCarthy, O.T. 2012. Determining bicycle infrastructure preferences-A case study of Dublin. T*ransportation research part D: transport and environment* 17, no.5: 413-417.

Connolly, C., Keil, R. and Ali, S.H. 2021. Extended urbanisation and the spatialities of infectious disease: Demographic change, infrastructure and governance. *Urban studies* 58, no.2: 245-263.

Conticini, E., Frediani, B. and Caro, D. 2020. Can atmospheric pollution be considered a co-factor in extremely high level of SARS-CoV-2 lethality in Northern Italy?. *Environmental pollution* vol.261: 114465.

Creţan, R. and Light, D. 2020. COVID-19 in Romania: transnational labour, geopolitics, and the Roma 'outsiders'. *Eurasian Geography and Economics* vol.61(4-5): 559-572.

Earl, C. and Vietnam, R.M.I.T. 2020. Living with Authoritarianism: Ho Chi Minh City during COVID-19 Lockdown. Washington, DC.: City & Society.

El-Assi, W., Mahmoud, M.S. and Habib, K.N. 2017. Effects of built environment and weather on bike sharing demand: a station level analysis of commercial bike sharing in Toronto. *Transportation* 44, no.3: 589-613.

Fishman, E. 2016. Bikeshare: A review of recent literature. *Transport Reviews* 36, no.1: 92-113.

Gallop, C., Tse, C. and Zhao, J. 2012. A seasonal autoregressive model of Vancouver bicycle traffic using weather variables. In Transportation Research Board 91st Annual Meeting (No. 12-2119).

Gebhart, K. and Noland, R.B. 2014. The impact of weather conditions on bikeshare trips in Washington, DC. *Transportation* 41, no.6: 1205-1225.

Gössling, S., Scott, D., & Hall, C. M. (2020). Pandemics, tourism and global change: a rapid assessment of COVID-19. *Journal of Sustainable Tourism* 29, no.1: 1-20.

Hallema, D.W., Robinne, F.N. and McNulty, S.G. 2020. Pandemic spotlight on urban water quality. *Ecological processes* vol.9: 1-3.

Horn, S., Vogt, B., Pieters, R., Bouwman, H. and Bezuidenhout, C. 2020. Impact of potential COVID-19 treatment on South African water sources already threatened by pharmaceutical pollution. *Environmental toxicology and chemistry* 39, no.7: 1305-1306.

Kerimray, A., Baimatova, N., Ibragimova, O.P., Bukenov, B., Kenessov, B., Plotitsyn, P. and Karaca, F. 2020. Assessing air quality changes in large cities during COVID-19 lockdowns: The impacts of traffic-free urban conditions in Almaty, Kazakhstan. *Science of the Total Environment* vol.730: 139179.

Krzysztofik, R., Kantor-Pietraga, I. and Spórna, T. 2020. Spatial and functional dimensions of the COVID-19 epidemic in Poland. *Eurasian Geography and Economics* vol.61(4-5): 573-586.

Lu, H., Stratton, C.W. and Tang, Y.W. 2020. Outbreak of pneumonia of unknown etiology in Wuhan, China: the mystery and the miracle. *Journal of medical virology* 92, no.4: 401-402.

Mateo-Babiano, I., Bean, R., Corcoran, J. and Pojani, D. 2016. How does our natural and built environment affect the use of bicycle sharing?. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* vol.94: 295-307.

Mendes, L. 2020. How can we quarantine without a home? Responses of activism and urban social movements in times of COVID-19 pandemic crisis in Lisbon. *Tijdschrift voor economische en sociale geografie* 111, no.3: 318-332.

Napiera ł a, T., Leśniewska-Napiera ł a, K. and Burski, R. 2020. Impact of geographic distribution of COVID-19 cases on hotels' performances: Case of Polish cities. *Sustainability* 12, no.11: 4697.

NASA. 2020. https://earthobservatory.nasa.gov/images/146362/airborne-nitrogen-dioxide-plummets-over-china (2021년 6월 8일 검색).

Pfrommer, J., Warrington, J., Schildbach, G. and Morari, M. 2014. Dynamic vehicle redistribution and online price incentives in shared mobility systems. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 15, no.4: 1567-1578.

Rudloff, C. and Lackner, B. 2014. Modeling demand for bikesharing systems: neighboring stations as source for demand and reason for structural breaks. *Transportation Research Record* 2430, no.1: 1-11.

Saha, J., Barman, B. and Chouhan, P. 2020. Lockdown for COVID-19 and its impact on community mobility in India: An analysis of the COVID-19 Community Mobility Reports, 2020. *Children and youth services review* vol.116: 105160.

Sanders, R.L.: Roadway design preferences among drivers and bicyclists in the bay area. In: TRB 93rd Annual Meeting Compendium of Papers number 14-5454, 2014.

Schoner, J.E. and Levinson, D.M. 2014. The missing link: Bicycle infrastructure networks and ridership in 74 US cities. *Transportation* 41, no.6: 1187-1204.

Shi, J.G., Si, H., Wu, G., Su, Y. and Lan, J. 2018. Critical factors to achieve dockless bike-sharing sustainability in China: A stakeholder-oriented network perspective. *Sustainability* 10, no.6: 2090.

Teixeira, J. F. and Lopes, M. 2020. The link between bike sharing and subway use during the COVID-19 pandemic: The case-study of New York's Citi Bike. *Transportation research interdisciplinary perspectives* vol.6: 100166.

Wade, L. 2020. An unequal blow. *Science* 368, no.6492: 700-703

Xu, H., Yan, C., Fu, Q., Xiao, K., Yu, Y., Han, D., Wang, W. and Cheng, J. 2020. Possible environmental effects on the spread of COVID-19 in China. *Science of the Total Environment* vol.731: 139211.

Zhang, J. 2020. Divided in a connected world: Reflections on COVID 19 from Hong Kong. Washington, DC.: City & Society.

국토연구원 Working Paper는 다양한 국토 현안에 대하여 시의성 있고 활용도 높은 대안을 제시할 목적으로 실험정신을 가지고 작성한 짧은 연구물입니다. 투고된 원고는 정해진 절차를 거쳐 발간되며, 외부 연구자의 투고도 가능합니다. 공유하고 싶은 새로운 이론이나 연구방법론, 국토 현안이나 정책에 대한 찬반 논의, 국내외 사례 연구나 비교연구, 창의적 제안 등 국토분야 이론과 정책에 도움이 될 어떠한 연구도 환영합니다.
투고를 원하시는 분은 국토연구원 연구기획·평가팀(044-960-0582, jhkim@krihs.re.kr)으로 연락주십시오. 채택된 원고에 대해서는 소정의 원고료를 드립니다.

WP 21-18

대전시 공공자전거 이용 특성을 통해 본 코로나19 전후 비교

연 구 진 심지수
발 행 일 2021년 8월 10일
발 행 인 강현수
발 행 처 국토연구원
홈페이지 http://www.krihs.re.kr

© 2021, 국토연구원

이 연구보고서의 내용은 국토연구원의 자체 연구물로서 정부의 정책이나 견해와는 상관없습니다.

이 연구보고서는 한국출판인협회에서 제공한 KoPub 서체와 대한인쇄문화협회가 제공한 바른바탕체가 적용되어 있습니다.

KRIHS 국토연구원