creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

도시계획학 석사학위논문

혼합적 토지이용이 통행행태에 미치는 영향

-수평적 용도혼합과 수직적 용도혼합 효과 분석-

2022 년 2 월

서울대학교 대학원

환경계획학과 도시 및 지역계획학 전공

이 정 민

혼합적 토지이용이 통행행태에 미치는 영향

-수평적 용도혼합과 수직적 용도혼합 효과 분석-

지도 교수 박 인 권

이 논문을 도시계획학 석사 학위논문으로 제출함
2021 년 10 월

서울대학교 대학원

환경계획학과 도시 및 지역계획학 전공

이 정 민

이정민의 석사 학위논문을 인준함
2021 년 12 월

위 원 장 김 경 민

부위원장 송 재 민

위 원 박 인 권

초 록

혼합적 토지이용은 효율적인 도시 교통 및 에너지 소비를 가능하게 하여 지속가능한 도시, 저탄소 녹색성장 도시를 위한 수단으로 자리매김하고 있다. 혼합적 토지이용은 크게 건축물 차원에서 용도혼합이 이루어지는 수직적 용도혼합과 지구 또는 지역 내에서 다양한 기능이 혼합되는 수평적 용도혼합으로 분류된다. 수도권과 같은 고밀압축도시에서는 토지이용에 있어 수평적인 범위뿐만 아니라 수직적인 범위도 고려할 필요가 있다. 그러나 기존 연구는 주로 수평적인 용도혼합에 한정하여 이루어졌으며, 두 유형의 용도혼합의 효과를 비교한 연구는 드물다.

본 연구는 수직적 용도혼합과 수평적 용도혼합의 개념을 정의하고 각 유형별 혼합적 토지이용이 1 일 통행거리 및 목적별 통행거리에 미치는 영향을 파악하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 먼저 수도권을 대상으로 건축물대장의 층별개요 데이터를 활용하여 행정동 단위로 수평적 용도혼합지수 및 수직적 용도혼합지수를 산출하였다. 수평적 용도혼합은 토지면적 가중치를 준 엔트로피 지수(Entropy Index)를 통해 수평적 범위에서 행정동 내 용도혼합의 정도를 나타내었다. 수직적 용도혼합의 측정은 건축물별 엔트로피지수의 지니계수(Gini Coefficient)를 활용하여 행정동 내 용도복합건축물의 분포(균등도)를 파악하고자 하였다. 다음으로 가구통행실태조사 자료를 활용하여 다수준 회귀모형

(multi-level regression model)을 구축함으로써, 통행자 개별 특성과 용도혼합지수를 포함한 지역적 특성이 개인별 통행에 미치는 영향을 분석하였다.

분석 결과, 수평적 용도혼합과 수직적 용도혼합은 모두 주중 1 일 통행거리와 통근 목적 통행거리에 유의한 음(-)의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다. 반면, 일상생활 목적 통행에는 수직적 용도혼합만 통계적으로 유의하게 나타났으며, 주말모형에서는 두 용도혼합지수 모두 유의하지 않게 나타났다. 더불어 두 용도혼합지수가 통행에 미치는 영향의 정도를 파악하기 위하여 각 지수의 한계효과를 비교하였다. 1 일 통행거리 모형에서는 수직적 용도혼합의 효과가 수평적 용도혼합의 효과보다 1.18 배 높게 나타난 반면, 통근 모형에서는 수평적 용도혼합의 효과가 수직적 용도혼합의 효과보다 1.44 배 높게 나타났다.

이와 같은 결과는 1 일 통행거리, 통근 목적 통행, 일상생활 목적 통행에 있어 용도혼합 수준이나 분포가 통행행태에 각각 다르게 영향을 미치고 있으며, 토지이용계획 혹은 교통계획 수립에 있어 이러한 점을 고려할 필요가 있다는 것을 시사한다. 최근 토지이용 유연화 필요성이 적극적으로 논의되는 가운데, 본 연구결과는 지속가능한 도시의 개발 및 관리와 향후 바람직한 토지복합 전략을 위한 기초자료가 될 수 있을 것이다.

주요어 : 혼합적 토지이용, 수평적 용도혼합, 수직적 용도혼합, 용도혼합지수, 통행거리, 위계선형모형

학 번 : 2020-25987

목 차

제 1 장 서론 1
제 1 절 연구의 배경 및 목적 1
제 2 절 연구의 범위 및 방법 4

제 2 장 이론 및 선행연구 고찰 7
제 1 절 혼합적 토지이용에 관한 고찰 7
1. 혼합적 토지이용의 개념 및 배경 7
2. 혼합적 토지이용의 유형 11
제 2 절 선행연구 검토 14
제 3 절 연구의 차별성 18
1. 연구의 차별성 18
2. 연구의 가설 19

제 3 장 혼합적 토지이용의 측정 및 통행행태 분석 21
제 1 절 연구대상 및 자료 21
1. 통행행태 자료구축 21
2. 혼합적 토지이용의 측정 22
제 2 절 통행행태 분석 및 용도혼합지수 산출 30
1. 통행행태 분석 30

2. 용도혼합지수 산출 32

제 4 장 혼합적 토지이용이 통행거리에 미치는 영향..... 36

제 1 절 분석 모형..... 36

제 2 절 주요변수 기초통계량 41

제 3 절 모형 추정결과 46

1. 주중모형 46

2. 주말모형..... 56

제 4 절 소결..... 58

제 5 장 결론 60

제 1 절 연구의 요약 및 시사점..... 60

제 2 절 연구의 의의 및 한계 63

참 고 문 헌 66

Abstract..... 71

표 목 차

[표 2-1] 연구의 가설 20
[표 3-1] 건축물 용도 분류 24
[표 4-1] 변수 설정 39
[표 4-2] 개인 수준 변수 기초통계량 41
[표 4-3] 지역 수준 변수 기초통계량 43
[표 4-4] 분석모형별 변수의 분산팽창계수 44
[표 4-5] 1 일 통행거리 모형 변수의 피어슨 상관계수 45
[표 4-6] 주중 1 일 통행거리 모형 49
[표 4-7] 통근 - '출근' 목적 통행 모형 52
[표 4-8] 비통근모형 - '일상생활' 목적 통행 모형 55
[표 4-9] 주말 1 일 통행거리 모형 57
[표 4-10] 모형별 혼합적 토지이용 변수의 통계적 유의성 58

그 림 목 차

[그림 1-1] 연구의 구성 6
[그림 2-1] 혼합적 토지이용의 편익 7
[그림 2-2] 용도혼합의 유형 13
[그림 3-1] 지니계수 27
[그림 3-2] 높은 수직적 용도혼합지수를 갖는 지역과 낮은 수직적 용도혼합지수를 갖는 지역 29
[그림 3-3] 행정동별 주중 1일 평균 통행거리 (km) 30
[그림 3-4] 행정동별 주말 1일 평균 통행거리 (km) 31
[그림 3-5] 수평적 용도혼합지수 분포(엔트로피지수) 32
[그림 3-6] 수직적 용도혼합지수 분포(엔트로피-지니계수) 34

제 1 장 서론

제 1 절 연구의 배경 및 목적

토지이용과 통행은 불가분의 관계에 있다. 바람직한 토지이용은 통행거리 및 시간, 통행 빈도, 수단 선택 등 통행행태에 있어 긍정적인 영향을 주며, 이는 교통혼잡을 해소할 뿐만 아니라 도시의 무분별한 확산을 방지하고 온실가스를 감축하여 사회 · 환경적 비용 감소로 이어질 수 있다.

한국교통연구원(2018)에 따르면 전국 통행량은 2016 년 기준 일 평균 87,156 천 통행으로 2010 년 대비 10.51% 증가하였고, 전국 승용차 통행량은 일 평균 45,801 천 대로 2010 년 대비 20.7% 증가하였다. 교통혼잡비용은 교통 혼잡으로 인해 통행이나 물류에서 발생하는 사회적 손실 규모를 화폐가치로 환산한 지표로 2017 년 기준 59.62 조 원에 달하며, 지속적으로 증가하는 추세에 있다. 이에 정부는 저탄소 녹색성장 도시공간을 조성하여 환경오염과 온실가스 배출을 최소화하기 위한 정책을 수립하였다. 핵심 전략으로서 압축적 도시공간구조, 혼합적 토지이용, 대중교통 중심 교통체계, 신・재생에너지 활용 등을 채택하여 저탄소 녹색성장을 위한 요소를 갖추고자 하였다[1]. 그 중 혼합적 토지이용은 주거와 업무, 상업, 문화 등 상호보완 가능한 용도를 합리적인 계획에 의해 서로 밀접한 관계를 가질 수 있도록 연계 개발하는 것으로 토지이용의 효

---

[1] 저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시・군계획수립 지침(2018.12.21., 국토교통부훈령 제1126호)

율성을 증진하고, 교통난을 완화하는 등 도시의 녹색 성장을 위한 주요 대안으로 자리잡게 되었다.

혼합적 토지이용은 환경적인 이점뿐만 아니라 수요자 측면에서도 그 필요성이 증가하고 있다. 코로나 19 의 장기화로 인하여 집에서 대부분의 시간을 보내게 되면서 집 근처에서의 라이프스타일을 중요하게 여기는 사람들이 증가하고 있기 때문이다. 최근에 등장한 '슬세권(슬리퍼+세권)' 개념은 그 반증이라 할 수 있다. '슬세권'이란 슬리퍼와 같은 편한 복장으로 각종 여가시설이나 편의시설을 이용할 수 있는 주거 권역을 의미한다. 일상생활에 필요한 대부분을 집 인근에서 해결할 수 있어 이에 대한 선호도가 증가하면서[2], 근린 범위에서의 혼합적 토지이용이 더욱 강조되고 있다.

혼합적 토지이용의 필요성이 더욱 강조되는 가운데 지금까지 용도혼합지표는 수평적인 범위에 한정되어 입체적인 도시공간구조를 담기에 한계가 있었다. 수도권과 같은 고밀압축도시의 경우 수평적인 범위뿐만 아니라 수직적인 범위까지 고려한 입체적인 공간구조를 함께 파악할 필요가 있다. 또한, 기존 연구에서는 데이터의 한계로 인하여 혼합적 토지이용의 측정은 주로 용도지역별 비율, 직주균형비 등으로 측정되었다. 그러나 수도권의 경우, 용도지역과 다른 용도로 사용되는 건축물의 비율이 높으므로 이를 함께 고려할 필요가 있다.

---

[2] 박지연(2020.12.28), "'슬리퍼+세권=슬세권' 아시나요?", 한국일보. Retrieved from https://www.hankookilbo.com/News/Read/A2020121819140004976

이에 더하여 수평적 용도혼합과 수직적 용도혼합은 각각 다른 성격의 통행 수요를 유발할 수 있으므로 이를 고려할 필요가 있다. 예컨대 대규모 복합용도 시설의 경우, 오히려 통행 수요의 집중을 유발하여 수평적 용도혼합과 달리 교통혼잡 등 통행에 부정적인 효과가 발생한 사례를 종종 확인할 수 있다. 수직적인 용도혼합의 대표적인 형태인 롯데월드타워의 경우, 인근 지역 상습 교통체증으로 인해 2016 년 기준 23 억 3,685 만 원의 교통유발부담금이 부과되었으며[3], 2017 년 교통혼잡 특별관리시설물로 지정되었다.[4]

따라서 본 연구는 수평적 용도혼합과 수직적 용도혼합의 개념을 정의하고 각 유형별 혼합적 토지이용이 통행에 미치는 영향을 파악하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 먼저 서울시를 대상으로 건축물대장의 층별 개요 데이터를 활용하여 행정동 단위로 수직적 · 수평적 용도혼합지수를 산출한 후, 2016 년 가구통행실태조사의 통행자료를 활용하여 다수준 회귀모형(multi-level regression model)을 구축함으로써, 통행자 개별 특성과 산출된 용도혼합지수를 포함한 지역적 특성이 개인의 통행에 미치는 영향을 분석할 것이다. 최근 용도지역지구제의 유연화 필요성이 적극적으로 논의되는 가운데, 위와 같은 분석결과는 효율적인 토지이용 및 지속가능한 도시공간구조에 대한 정책적 시사점을 제안할 수 있을 것이다.

---

[3] 박진우(2017.10.25.), “최인호 “제2롯데월드, 교통유발부담금 납부 1위”, 서울일보. Retrieved from https://www.seoulilbo.com/news/articleView.html?idxno=219241

[4] 김민정(2017.01.10.), “제2롯데월드, 교통혼잡 특별관리시설물 지정된다”, 서울경제. Retrieved from https://www.sedaily.com/NewsView/1OARKH9BMM

제 2 절 연구의 범위 및 방법

본 연구의 공간적 범위는 서울시에 거주하는 사람의 통행 중 수도권 내 통행을 분석 범위로 하였으며, 분석 단위는 위례동을 제외한 서울시의 423 개 행정동이다.[5] 시간적 범위는 2016 년 전국통행실태조사를 기준으로 하였으며, 그 외 데이터 역시 2016 년을 기준으로 분석하였다.

본 연구의 목적은 유형별 용도혼합이 통행행태에 미치는 영향을 규명하는 것에 있다. 이를 위해 수평적 용도혼합과 수직적 용도혼합에 관한 행정동별 지수를 산출한 후, 행정동별 분포를 살펴보았다. 각 용도혼합 지표의 측정에는 건축물대장 층별개요 데이터를 활용하였다. 수평적 용도혼합의 측정에는 건축물이 위치한 필지의 토지면적에 건축물의 용도별 비율을 곱하여 각 용도의 연면적 가중치 값을 구한 뒤 행정동 내 용도별 합계를 엔트로피 지수(Entropy Index)로 나타냈다. 수직적 용도혼합의 측정은 건축물 내 용도별 연면적 합을 엔트로피 지수로 산출한 후 이를 행정동별 지니계수(Gini Coefficient)로 나타낸 것을 행정동 내 용도복합건축물 비율과 곱한 값으로 나타내었다.

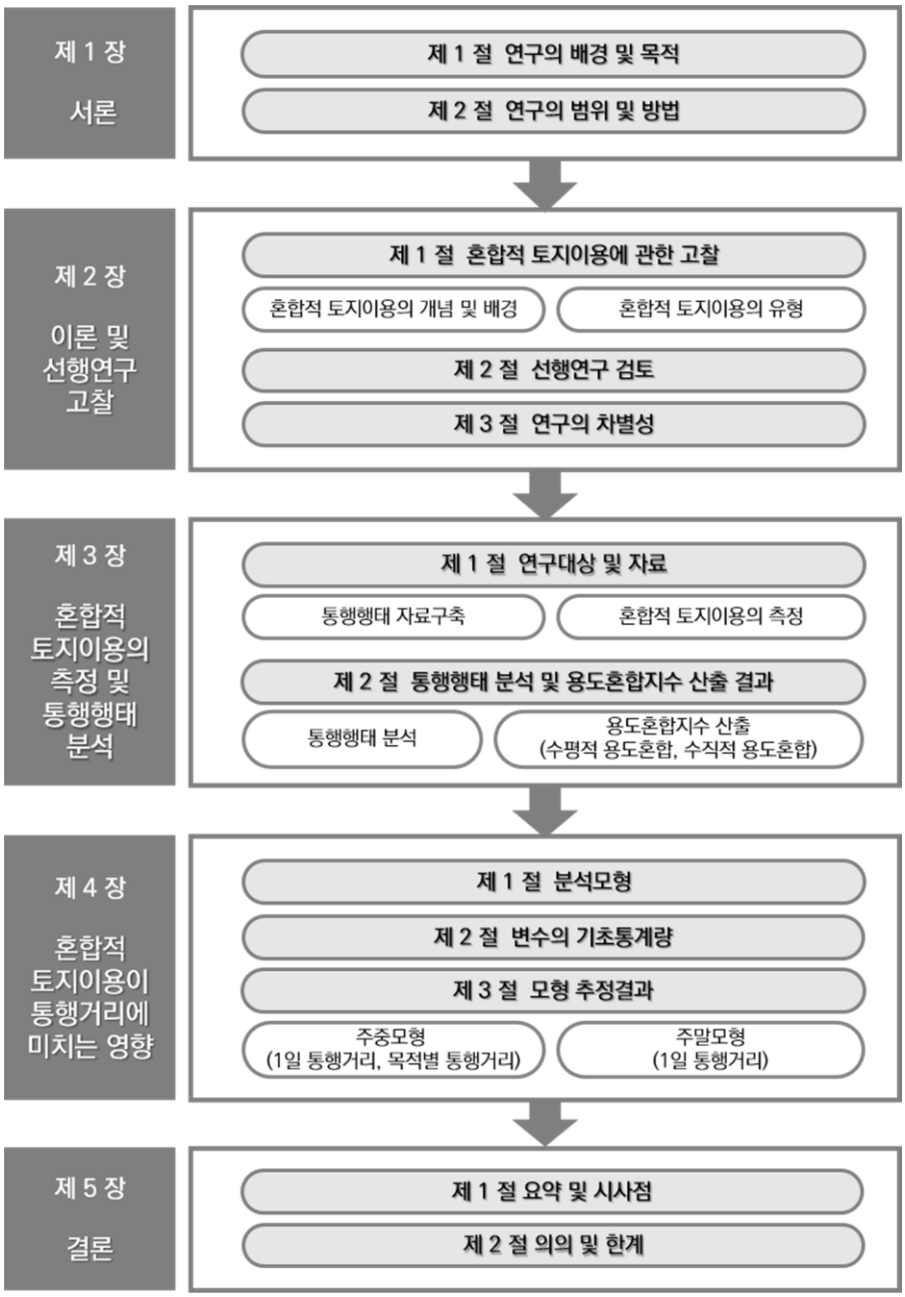
각 용도혼합지수가 개인별 1 일 통행거리에 미치는 영향을 분석하기 위해 다수준 회귀모형(multi-level regression model)을 구축하였다. 전국통행실태조사 중 서울시 거주자의 수도권 내 통행을 분석대상으로 하여 주중과 주말의 1 일 통행거리, 목적별 통행거리를 종속변수로 통행자 개인 수준과 주거지의 지

---

[5] 위례동의 경우, 신도시계획의 일환으로 2015년 7월에 행정동이 신설되었고 2016년 당시 개발이 진행 중이었다. 분석데이터의 기준년인 2016년 당시 건축물 데이터가 매우 적고, 공시지가 등 자료가 미비하여 분석 범위에서 제외하였다.

역적 수준이 이에 미치는 영향을 분석하였다. 다수준 회귀모형은 개인 수준과 집단(지역) 수준의 위계적 자료 분석을 위한 모형으로서 집단 내 변동과 집단 간 변동을 모두 고려할 수 있다. 구축된 모형을 통해 통행자의 개별 특성과 수평적·수직적 용도혼합지수를 포함한 지역적 특성이 통행거리에 미치는 영향을 파악하였다.

본 연구의 구성은 [그림 1-1]과 같다. 제 1 장에서는 연구의 배경 및 목적을 통해 연구의 필요성을 제시하였다. 제 2 장의 제1 절에서는 이론 및 선행연구 고찰을 통해 혼합적 토지이용의 개념과 배경, 혼합적 토지이용의 유형을 파악하였다. 제 2 장의 제 2 절에서는 통행행태에 영향을 미치는 요인에 관한 실증연구를 검토하였으며, 선행연구를 토대로 제 3 절에서 연구의 차별성과 연구의 가설을 제시하였다. 제 3 장의 제1 절은 연구대상 및 자료와 함께 혼합적 토지이용을 측정하는 방법에 대하여 논하였다. 제 2 절에서는 주요 변수인 1 일 통행거리, 수평적 용도혼합지수, 수직적 용도혼합지수를 산출하여 행정동별 분포를 파악하였다. 제 4 장은 앞서 구축한 변수를 활용하여 개인과 지역의 위계를 고려한 다수준 회귀모형을 통해 통행자 개별적 특성과 혼합적 토지이용을 포함한 지역적 특성이 통행거리에 미치는 영향을 실증적으로 분석하였다. 분석모형은 주중모형과 주말모형으로 분류하였으며, 주중모형은 1 일 통행거리와 목적별 통행거리, 주말모형은 1 일 통행거리에 대하여 실증분석을 실행하였다. 마지막으로 제 5 장에서는 분석결과를 통한 결론 및 시사점을 도출하고 연구의 의의와 한계점을 살펴보았다.


제 1 장
서론
제 1 절 연구의 배경 및 목적
제 2 절 연구의 범위 및 방법
제 2 장
이론 및 선행연구 고찰
제 1 절 혼합적 토지이용에 관한 고찰
혼합적 토지이용의 개념 및 배경
혼합적 토지이용의 유형
제 2 절 선행연구 검토
제 3 절 연구의 차별성
제 3 장
혼합적 토지이용의 측정 및 통행행태 분석
제 1 절 연구대상 및 자료
통행행태 자료구축
혼합적 토지이용의 측정
제 2 절 통행행태 분석 및 용도혼합지수 산출 결과
통행행태 분석
용도혼합지수 산출
(수평적 용도혼합, 수직적 용도혼합)
제 4 장
혼합적 토지이용이 통행거리에 미치는 영향
제 1 절 분석모형
제 2 절 변수의 기초통계량
제 3 절 모형 추정결과
주중모형
(1일 통행거리, 목적별 통행거리)
주말모형
(1일 통행거리)
제 5 장
결론
제 1 절 요약 및 시사점
제 2 절 의의 및 한계

[그림 1-1] 연구의 구성

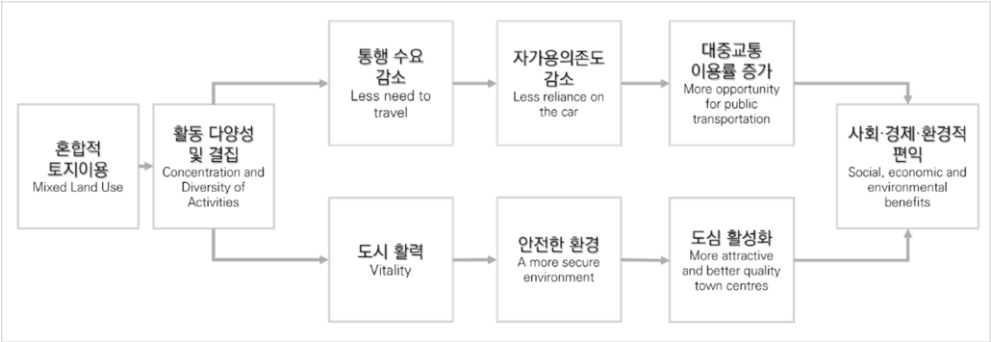
제 2 장 이론 및 선행연구 고찰

제 1 절 혼합적 토지이용에 관한 고찰

1. 혼합적 토지이용의 개념 및 배경

혼합적 토지이용은 용도순화와 기능분리를 기본이념으로 하는 용도지역제와 달리 합리적인 계획에 의하여 서로 다른 용도를 적절히 혼합함으로써 기능상 상호보완 및 상승효과를 발휘하도록 하는 것이다(진영효, 1997). 혼합적 토지이용을 통해 근린 내 활동이 다양해지고 결집될 수 있으며, 이는 통행 수요와 자가용의존도를 감소시키고 대중교통 이용률을 증가시킬 뿐만 아니라 도시에 활력을 불어넣어 안전한 환경을 조성하고 도심을 활성화하여 사회 · 경제 · 환경적 편익을 창출한다(Coupland, 1996).

Grant(2002)에 따르면 혼합적 토지이용의 목적과 전략은 크게 3 가지 개념적 수준(conceptual level)으로 기대할 수 있다. 첫 번째는 토지이용의 강도



[그림 2-1] 혼합적 토지이용의 편익 (Andy Coupland, 1997 에서 재구성)

를 증대하고 거주 양극화를 완화하여 소셜믹스(social mix)를 가능하게 하는 것이다. 두 번째는 호환가능한 용도의 혼합을 장려하여 토지이용의 다양성을 높이는 것이다. 세 번째는 분리된 여러 용도를 통합하여 용도 간 근접성을 높여 규제적 제약요인을 극복하는 것이다. 이를 통해 주·야간 모두 활력 있는 도시환경을 만들고 기반시설 이용을 최적화할 수 있다. 또한, 상업 또는 도시 활동 근처에 주거시설을 공급하여 자동차 소유와 통행량을 줄이고, 보행과 대중교통 이용을 늘려 환경 문제를 경감시킬 수 있다.

혼합적 토지이용의 개념이 등장하게 된 배경은 다음과 같다. 1920 년대 합리주의와 과학주의를 지향하는 모더니즘의 성행으로 인해 기능주의적 도시계획이 이루어졌다. 에베네저 하워드(Ebenezer Howard)의 전원도시(Garden City), 르 꼬르뷔제(Le Corbusier)의 빛나는 도시(Radient City)는 모더니즘 도시계획의 대표적인 사례이며, 이들은 모두 선형적이고 수학적인 논리에 따라 도시의 엄격한 기능 분리를 강조하였다. 모더니즘 도시계획의 대표적인 형태는 용도지역제(zoning)로 주거, 상업, 공업, 녹지 등 용도를 공간적으로 분리하는 것이었다. 용도지역제의 초기 목적은 공업지역의 공해나 소음으로부터 주거환경을 보호하고 자산가치의 하락을 막는 것이었다. 그러나 그 경직성으로 인해 단조로운 도시구조, 교통혼잡 및 에너지 소비 문제, 환경 문제, 계층 간 분리 문제가 제기되었으며, 자동차 위주의 개발로 인해 도시의 스프롤 현상이 심화되면서 다양한 도시문제가 발생하게 되었다.

반면, 1961 년 제인 제이콥스(Jane Jacobs)는 당시 도시계획의 문제점을 비판하며, <미국 대도시의 죽음과 삶(The Death and Life of Great American

Cities)>을 통해 도시의 다양성과 근린(neighborhood)의 효용에 관해 강조하였다. 자치 기관으로서의 도시 근린으로 제이콥스는 전체로서의 도시, 거리 동네, 대규모 하위도시 크기의 지구를 유용한 근린의 종류로 여겼다. 각 근린은 서로 다른 기능을 가지고 복잡한 방식으로 서로를 보완할 수 있다. 또한, 그녀는 도시 다양성의 효용을 위한 필수적인 네 가지 조건을 제시하였다. 한 장소에서 여러 목적을 수행할 수 있도록 하는 '혼합적인 주요 용도', 소통과 상호작용을 위한 '작은 블록', 오래된 건물과의 조화를 고려한 '각기 다른 건물들의 혼합', 활력있는 도시를 위한 '집중된 인구밀도'가 그것이다(Jacobs, 1961).

이와 유사하게, 1980년대 등장한 뉴어바니즘(New Urbanism) 계획 개념은 제이콥스의 주장과 맞닿아있으며, 이것은 크게 세 가지 개념을 포함한다. 첫째, 전통근린개발(Traditional Neighborhood Development, TND)은 커뮤니티 위주의 장소성 있는 도시개발로 긴밀하게 연결된 도시 체계를 지향한다. 둘째, 대중교통지향개발(Transit Oriented Development, TOD)로 대중교통 중심의 복합적 토지이용과 보행친화적 교통환경을 유도하는 개발방식이다. 마지막은 복합용도개발(Mixed Use Development, MUD)로 혼합화를 지향하는 도심형 주거유형개발로서 주거, 상업, 업무, 문화 등 상호보완이 가능한 용도를 연계한 개발방식을 의미한다.

최근에는 뉴어바니즘의 구체적인 형태로 압축도시(compact city) 및 스마트 성장(smart growth)이 강조되고 있으며, 이들 형태는 일반적으로 도심의 높은 밀도, 혼합된 토지이용, 그리고 복합용도개발을 바탕으로 하고 있다(김태경,

2009). 혼합적 토지이용은 효율적인 도시 교통 및 에너지 소비를 가능하게 하여 지속가능한 도시, 저탄소 녹색성장 도시를 위한 수단으로 자리매김하게 되었다.

한편, 국내에서는 1960년대 경제성장에 초점을 둔 도시화와 개발정책이 시행되었고, 인구와 산업이 대도시로 집중하게 되었다. 당시의 도시개발은 주택의 양적 공급이 가장 큰 목적이었다. 도시계획은 근대 모더니즘과 근린주구이론에 의해 진행되었고, 슈퍼 블록 기법과 아파트 중심의 대단지 중심의 대단지 개발 기법으로 가시화되었다(임희지, 2001). 한국은 1962 년 도시계획법을 제정하면서 토지이용계획 상에 명시적으로 용도지역제가 도입되었고, 용도지역제는 효과적인 규제 수단으로써 전통적인 계획 체계가 되었다. 용도지역제는 토지의 이용 및 건축물의 용도, 건폐율, 용적률, 높이 등을 제한함으로써 토지를 경제적·효율적으로 이용하고 공공복리의 증진을 도모하기 위하여 서로 중복되지 않게 도시·군관리 계획으로 결정하는 지역으로 정의된다. 현재는 서울시 기준 주거지역 6종(제1종 전용, 제2종 전용, 제1종 일반, 제2종 일반, 제3종 일반, 준주거), 상업지역 4종(중심, 일반, 근린, 유통), 공업지역 1종(준공업), 녹지지역 3종(보전, 생산, 자연)으로 분류하고 있다.

도시 성장기에 한국의 용도지역제는 토지이용의 용도순화와 분리를 원칙으로 하여 개발 수요에 능동적으로 대응하고, 부적절한 개발을 선제적으로 대응하는 제도로서 기능하였다(김동근 외, 2017). 그러나 용도가 혼재되고 다양한 특성을 가진 기성시가지의 관리에는 근본적인 한계가 존재한다(정희윤, 2015). 건축물의 용도와 개발밀도를 일괄적으로 규제하여 단조로운 도시구조뿐만 아니라

직주분리로 인한 교통량 및 교통비용 증대, 도심 주거기능 약화로 인한 도심공동화 현상, 에너지 소비, 지역 간 단절 등 여러 가지 도시문제를 유발하게 되었다. 이를 해결하기 위해 복합토지이용 등 관련 제도가 신설·개정되면서 용도지역제가 완화되었고, 이에 대한 구체적인 형태로 복합용도지구, 입지규제최소구역, 특별계획구역 등이 제안되었다. 그러나 이러한 제도가 본래 취지와 다르게 운영되고 있어 그 효과가 미미할 뿐 아니라 현재의 제도는 지역적 특성과 정체성을 살리는 도시 관리나 도시의 빠른 변화 여건을 수용하기에는 근본적인 한계가 있다.

2. 혼합적 토지이용의 유형

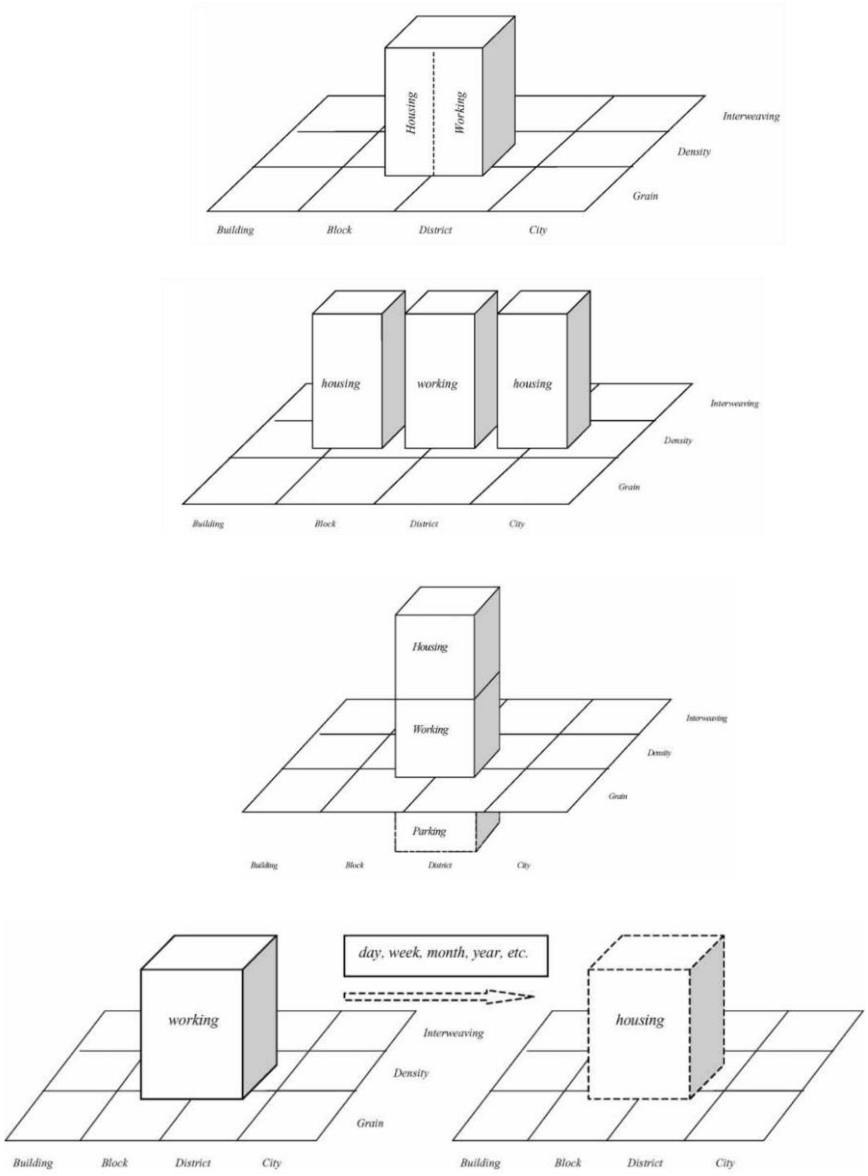
혼합적 토지이용은 지리적 위치, 기능, 규모, 용도 구성 등 다양한 방식으로 유형화할 수 있으며, 본 연구에서는 공간 규모 단위에 따라 분류한다.

혼합적 토지이용은 도시 단위뿐만 아니라 근린, 블록, 단일 건물 등 다양한 공간 규모 수준에서 일어날 수 있다. 도시 기능은 다양한 공간 수준에서 혼합될 수 있으며, Jacobs(1961)는 근린 단위의 혼합, Coupland(1997)은 건축물(building-complex) 단위의 혼합, Grant(2002)는 지역 단위의 혼합을 논의하였다(Hoppenbrouwer·Louw, 2005). Wiegand(1972)는 혼합적 토지이용의 개념을 협의와 광의로 분류하여 개념화하였다. 협의의 용도혼합은 단일 건축물이나 건축물군 차원에서 규모나 기능의 건축적인 연결이 이루어지는 것을 의미하며, 광의의 용도혼합은 지구 내 또는 지역 내에서의 용도혼합이 이루어져 도

시계획적인 관점에서 직주근접의 도시구조를 형성하는 것을 의미한다(Wiegand, 1972; 김태경, 2009). 오덕성 · 박천보(1990)는 용도복합의 개념을 공간 규모로써 분류하였다. 한 건물 내에서 주거와 기타 기능이 층별로 중첩되는 '건물 내 용도중첩', 기타기능이 주거와 건축적으로 연결되는 '건축물군 복합', 근린 규모에서 주거와 기타기능이 연계성을 갖고 배치되는 '근린성 복합', 1.5ha 면적의 근린주구 내에 기능간 연계성을 추구하는 '지구 내 복합', 주거군만으로 구성되나 300m 거리 이내에 기타 기능이 입지되어 주거와 연계관계를 이루고 있는 '지역 내 복합'으로 유형화하였다. Hoppenbrouwer & Louw(2005)는 Rowley 의 모형을 확장하여 용도혼합의 유형을 4 가지 차원으로 분류하였다. 한 가구가 사용하는 특정 단위 공간 내에서 다기능적 용도가 나타나는 1 차원의 용도혼합, 표면(flat surface) 상에서 일어나는 수평적인 용도혼합, 한 건축물 내에서 여러 용도가 나타나는 수직적인 용도혼합, 일(day), 주(week), 월(month), 년(year)의 주기로 시간에 따라 용도가 달라지는 시간적 용도혼합이 그것이다. 네 가지 유형은 [그림 2-2]와 같이 나타낼 수 있다.

국내에서 혼합적 토지이용은 크게 건축물 차원에서 용도혼합이 이루어지는 수직적 용도혼합과 지구 또는 지역 내에서 다양한 기능이 혼합되는 수평적 용도혼합으로 분류된다. 80 년대 이후에는 주상복합, 역세권 복합용도개발 등 협의적인 개념의 용도혼합이 주로 제안되었으나 최근에는 주거지, 일자리, 상업시설 등 다양한 기능이 근린 범위 내에 입지한 수평적 형태의 용도혼합이 함께 논의되고 있다. 따라서 본 연구에서는 혼합적 토지이용의 분류에 있어

Hoppenbrouwer & Louw(2005)의 수직적 용도혼합과 수평적 용도혼합의 개념을 활용하였다.



[그림 2-2] 용도혼합의 유형 (Hoppenbrouwer, 2005)

제 2 절 선행연구 검토

도시의 토지이용은 도시 공간구조 그리고 교통흐름과 함께 역동적인 상호작용을 일으키므로 과거부터 도시 및 교통 연구에서 중요한 분야로 다뤄져 왔으며(이금숙 외, 2010), 도시의 공간적 구조와 토지이용특성을 측정하고 영향요인을 분석하기 위한 다수의 실증연구가 선행되었다.

Cervero · Kockelman(1997)는 밀도, 다양성, 도시 설계가 차량 이용 및 주행 거리에 미치는 영향을 요인분석과 로짓분석을 통해 파악하였다. 밀도 요인에는 인구밀도, 고용밀도 등, 다양성 요인에는 토지이용 이질성 지수, 엔트로피, 토지이용 집약도 등, 설계 요인에는 도로, 보행 및 자전거 등을 포함하였으며, 통제변수로 사회 · 인구학적 요인, 가구 특성, 교통서비스 등을 설정하였다. 분석결과, 압축적이고, 혼합적인 토지이용, 보행자 친화적 도시설계가 차량 이용을 줄이고, 1 인당 차량 주행 거리를 줄이는 것으로 나타났다. Ewing et al.(2001)은 주성분 분석을 통해 밀도(density), 혼합적 토지이용(land use mix), 중심성(centering), 도로 접근성(street accessibility)으로 주요 변수들을 분류하여 83 개 메트로폴리탄 지역을 대상으로 스프롤 지수를 산출하였다. 이 중 혼합 요인(mix factor)의 경우, 직주균형, 토지이용의 다양성, 주거지에서 다른 용도로의 접근성 등으로 측정하였다. 분석결과, 스프롤 정도가 낮은 지역일수록 1 일 자동차 주행거리, 자동차 보유율, 연간 교통사고 사망률, 최대 오존농도가 크게 감소하였으며, 혼합 요인은 평균 통근시간 및 최대 오존농도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. Galster et al.(2001)는 도시의 외연적 확산에 대한 특성을 밀

도(density), 연속성(continuity), 집중도(concentration), 군집성(clustering), 중심성(centrality), 핵성(nuclearity), 혼합용도(mixed use), 근접성(proximity)의 8 가지 지표로 분류하고 이를 측정할 수 있는 방법을 제시하였으며, 미국 13개 시가화지역을 대상으로 이를 적용하였다. 혼합용도의 경우, 노출지수(exposure index)를 활용하여 평방마일당 토지이용의 다양성 정도를 측정하였으며, 특정용도지역에서 다른 용도로 사용되는 토지의 평균 밀도로 이를 측정하였다. 이밖에도 Frank · Pivo(1994) 연구에서는 혼합적 토지이용이 높은 지역일수록 대중교통 이용 및 보행이 증가한다는 것을 밝혔으며, Cerin et al.(2007)의 연구에서는 용도혼합도가 높을수록 보행량이 증가함을 실증하였다.

혼합적 토지이용에 관한 연구는 국내에서도 활발하게 이루어졌다. 임혜연(2009)은 용도혼합이 시간대별 통행량 분산에 미치는 영향을 분석하고 통행량이 고르게 분산되는 경우에 대한 주거용도와 비주거용도의 적정 혼합용도비율을 도출하였다. 분석결과, 용도혼합은 시간대별 통행량을 분산시키는 역할을 하며 주거 53%, 비주거 47%의 비율에서 통행량이 가장 고르게 분산되었다. 또한, 적정용도비율의 경우 단일용도에 대비 절반의 도로 소요량을 보였으며, 시간대별 도로 이용률도 향상시켜 양적 · 질적 효율성이 모두 향상됨을 밝혔다. 한편, 진은애 외(2012)는 서울시 주상복합건물을 대상으로 건축물 내 용도혼합에 따른 토지이용의 다양화 및 직주근접 효과를 분석하였다. 도심, 부도심, 비도심지역의 총 9 개 주상복합건물 거주자를 대상으로 설문조사를 실시하여 거주자 특성 및 거주 특성 변수가 통근직선거리에 미치는 영향을 다중회귀분석을 통해 분석하였다. 고용비율이 높은 도심이나 부도심 지역일수록 주상복합 거주자의 평

균 통근거리가 짧아져 직주근접 효과가 높게 나타나며, 대중교통 이용률도 높게 나타남을 밝혔다. 이주아 외(2013)는 역세권을 대상으로 용도복합 특성과 도시철도 이용 시간대와의 영향관계를 파악하였다. 연구결과, 도시철도 이용패턴은 출발지와 목적지의 토지이용특성과 상호 연관이 있으며, 단일용도 토지이용특성은 첨두시간대와 비첨두시간대 간 도시철도 이용률에 있어서 큰 격차를 보이는 것으로 나타났다.

이금숙 외(2010)는 복합용도개발과 교통이 아파트가격에 미치는 영향을 분석하였다. 토지이용을 거주지, 일자리, 쇼핑시설로 분류한 후 용도혼합지표를 개발하였으며, 동별 토지이용의 혼합 정도를 인구수, FIRE 산업 종사자 수, 소매업 종사자 수를 이용하여 주성분분석을 적용하여 산출하였다. 이에 더불어 교통접근성 변수와 주택수요, 지역성장률 등 사회경제변수가 포함된 모형을 통해 해당 변수들이 아파트가격에 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 최경인 · 김세훈(2016)은 홍대상권 확산과정에서 자연적으로 발생한 저층주거지의 용도 변화에 대해 서교 지역과 연남/동교 지역을 대상으로 현장답사를 통해 개별 건축물의 층별 데이터를 구축한 후 용도혼합도를 분석하였다. 연구 결과, 기존 용도분류체계에 한계가 있으며, 용도혼합 특성을 파악하는데 세부 업종의 구성과 업종별 시설 수도 함께 고려해야 한다고 밝혔다.

통행행태에는 토지이용 외에도 통행자의 개인 또는 가구특성과 다른 지역적인 특성 또한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 송미령(1998)은 수도권 통근자의 통근행태에 영향을 미치는 요인을 공간구조적 요인과 인구특성 요인으로 나누어 회귀분석하였다. 분석결과, 남성일수록, 전문기술직 또는 행정사무직 종사

자일수록, 주택소유주일수록, 근무지가 도심에 위치할수록 통근시간이 긴 것으로 나타났다. 송윤선 외(2008)는 서울시 가구유형별 통근통행시간의 영향요인을 분석하였다. 맞벌이가구와 독신가구에서 짧은 통근통행시간을 보였으며, 외벌이가구의 통근통행시간은 길게 나타났다. 주거가 동남생활권에 있는 경우, 소득이 높을수록, 여성일수록 통근통행시간이 짧게 나타났으며, 자가 소유 주택에 거주할 경우와 전일제 직장에 근무할 경우 통근통행시간이 길게 나타났다. 권성문 · 박길환(2020)은 직주균형이 통근시간에 미치는 영향을 공간패널계량경제학 기법을 통해 분석하였다. 분석결과, 직주비와 통근시간의 관계는 U자 형태의 함수관계를 가지는 것을 밝혔다. 즉, 직장이 많은 곳이나 주거지가 많은 곳에서는 통근시간이 증가하고 있으며 직주비가 균형인 지점에서 통근시간이 짧아졌다. 통근시간을 결정하는 요인으로는 고등학교 수, 주택가격, 전세가격, 재정자립도 등으로 나타났다.

앞서 살펴본 바와 같이, 혼합적 토지이용은 통행량을 분산시키고, 통행시간을 단축하는 등 통행에 긍정적인 영향을 미치고 있었으며, 통행에는 토지이용 패턴뿐만 아니라 통행자 개별 특성, 도시밀도, 직주균형비 등 다양한 요인들이 작용하는 것으로 나타났다.

제 3 절 연구의 차별성

1. 연구의 차별성

수도권과 같은 고밀압축도시에서는 수평적인 범위뿐만 아니라 수직적인 범위도 함께 고려할 필요가 있다. 또한, 최근 도보와 자전거만으로 모든 일상 생활을 가능하게 하는 '15 분 도시' 의 개념과 국내 신도시계획에 있어서 공간, 시간, 유형 등 다양한 범위에서의 용도혼합 방식에 대한 논의가 이루어지면서 혼합적 토지이용의 중요성이 더욱 강조되고 있다. 이러한 관점에서 수평적인 용도혼합과 수직적인 용도혼합을 구분하여 볼 필요가 있으나, 수직적 용도혼합에 관한 연구는 주상복합 또는 역세권 복합용도개발 등 연구 대상지의 범위가 한정되어 있었으며, 거시적인 지역 범위에서는 주로 수평적인 용도혼합만을 고려한 연구가 대부분이었다. 또한, 지금까지 수평적 용도혼합과 수직적 용도혼합을 정량화하여 비교하는 연구는 거의 이루어지지 않았다. 이와 더불어 기존 연구에서는 데이터의 한계로 인하여 혼합적 토지이용의 측정이 용도지역별 비율, 직주균형비, 상업지 대비 거주지 비율 등으로 측정되었다. 그러나 서울의 경우, 용도지역과 다른 용도로 사용되는 건축물의 비율이 높으므로 이를 함께 고려할 필요가 있다.

따라서, 본 연구는 건축물대장 층별개요 데이터의 층별 주용도와 연면적을 활용하여 객관적인 용도혼합지표를 제시한다. 또한, 혼합적 토지이용과 통행의 영향 분석에 관한 연구는 다수 이루어져 왔으나, 용도혼합의 수준과 분포가 통

행에 미치는 영향을 분석한 연구는 거의 없다. 본 연구는 각 용도혼합을 지수화하여 수평·수직적 범위에서의 용도혼합지수를 제안하며, 각 지수가 통행에 미치는 영향을 분석하고 통행자 개별 특성과 지역별 특성에 따른 1 일 통행거리 및 목적별 통행거리를 분석한다. 이를 통해 지속가능한 도시를 위한 토지이용방안을 제안하는 것에 연구의 차별성이 있다.

2. 연구의 가설

연구의 주요 가설은 [표 2-1]과 같다. 어떤 개인이 통근, 쇼핑, 외식 등의 목적으로 통행수요를 가질 때, 행정동 내 용도혼합도가 높을수록 주거지 근처에서 통행목적에 대한 수요를 충족할 수 있을 것이다. 따라서 용도혼합도가 높은 지역에서 거주하는 사람일수록 용도혼합도가 낮은 지역에 거주하는 사람보다 하루 통행거리가 짧게 나타날 것이다. 또한, 같은 용도혼합 수준을 가지는 지역이어도 용도혼합의 분포에 따라 통행행태는 다르게 나타날 것이다. 같은 용도혼합지수를 갖는 지역이더라도 행정동 내 대규모의 복합용도 건축물이 있고, 그 외에는 대부분 단일용도를 갖는 건축물인 지역과 복합용도 건축물이 고르게 분포해있는 지역의 경우 통행행태에 차이가 나타날 것이다. 수평적 용도혼합 수준이 같은 경우, 수직적 용도혼합이 높은 지역, 즉, 고기능을 수용할 수 있는 대규모 복합용도건축물이 위치한 지역에서 더 짧은 통행시간을 보일 것이다.

[표 2-1] 연구의 가설

가설 1	행정동 내 수평적 용도혼합도가 높은 지역에 거주하는 사람일수록 하루 통행거리가 짧게 나타날 것이다.
가설 2	행정동 내 수직적 용도혼합도가 높은 지역에 거주하는 사람일수록 하루 통행거리가 짧게 나타날 것이다.
가설 3	수평적 용도혼합보다 수직적 용도혼합이 1일 통행거리에 미치는 영향이 더 클 것이다.
가설 4	각 용도혼합은 통근 목적 통행보다 비통근 목적 통행에 더 큰 영향을 미칠 것이다.

제 3 장 혼합적 토지이용의 측정 및 통행행태 분석

제 1 절 연구대상 및 자료

가설에 따라 주요 변수를 1 일 통행거리, 수평적 용도혼합지수, 수직적 용도혼합지수로 설정하였다. 이 장에서는 해당 변수를 구축하기 위해 다음과 같은 자료와 측정 방법을 이용하였다.

1. 통행행태 자료구축

본 연구는 통행행태 분석을 위해 2016 년 가구통행실태조사 및 주말통행실태조사 데이터를 활용하였다. 전국 가구(주말)통행실태조사는 교통문제 해결을 위해 국가통합교통체계효율화법에 의거하여 5 년마다 시행하고 있으며, 조사대상자의 1 일 통행량을 추적하여 조사한다. 1 일 통행은 기점과 종점이 있고 그 패턴은 일정하다고 가정하고, 1 일 통행활동의 기 · 종점, 통행목적, 이용교통구간, 통행시간 등을 조사한 것이다. 해당 데이터는 개인 및 가구의 사회경제적 특성, 각 통행의 출발지와 목적지, 통행목적, 통행시간, 그리고 통행수단에 대한 자료를 포함하고 있어 개인의 통행특성을 파악할 수 있다.

본 연구의 분석범위는 서울시 거주자의 수도권 내 통행 중 최초 출발지가 자택인 통행을 기준으로 하였다. 이를 위해 주중 200,863 개, 주말 13,229 개의

목적별 통행자료에 개인별 ID 를 부여하여 개인의 하루 전체 통행거리로 정제하였으며, 주중 86,269 명, 주말 4,210 명의 통행데이터가 활용되었다. 가구통행실태조사의 경우, 출발지와 도착지가 정확한 주소가 아닌 행정동 코드로 제공하고 있다. 목적별 통행거리를 파악하기 위해 ArcGIS Pro 의 Network OD cost matrix 를 통해 출발지 행정동의 중심점에서 도착지 행정동의 중심점까지 자동차로 이동하였을 경우의 도로거리를 산출하여 분석에 활용하였다. 기 · 종점이 같은 행정동인 행정동 내부 통행의 경우, 해당 행정동의 면적의 반지름 값을 통행거리로 활용하였다.

2. 혼합적 토지이용의 측정

수평적 용도혼합 및 수직적 용도혼합을 측정하기 위해 국토교통부에서 제공하는 건축물대장 층별개요 데이터를 활용하였다. 층별개요 데이터는 개별 건축물 각 층에 대한 용도, 구조, 면적 등의 정보를 담고 있다. 해당 데이터의 층별 주 용도와 연면적을 통해 각 용도혼합지수를 산출하였다. 가구통행실태조사와 동일한 시점인 2016 년 12 월 데이터를 활용하였으며, 서울시 내 총 2,945,483 층 데이터를 추출하였다. 해당 데이터의 주소 정보에 카카오맵 Rest API 를 통해 위경도 좌표를 부여하여 행정동 정보를 추가하였다. 다만, 지오코딩 과정에서 분석 시점인 2021 년을 기준으로 토지의 합 · 분필 등으로 인하여 지번이 없어진 주소의 건축물은 분석에서 제외되었다.

최종적으로 건축물 565,212 동에 대한 층별 용도와 연면적을 추출 및 정제하였으며, 약 500 여 개의 주 용도를 「건축물 시행령」 [별표 1]을 참고하여 17 개 용도로 분류하였다. 분류는 [표 3-1]과 같다. 제 1 종 근린생활시설과 제 2 종 근린생활시설의 경우, 하위 항목의 통행 유발 성격이 다르다고 판단하여 용도에 따라 재분류하였으며, 서울시 내 비율이 낮은 공장, 창고, 위험물저장 및 처리시설 등의 경우, 기타 용도로 분류하였다.

[표 3-1] 건축물 용도 분류

구분	용도 분류	건축물 용도
1	공공시설	경찰서, 공공시설, 공중화장실, 대피소, 동사무소, 마을공동시설, 마을회관, 소방서, 우체국, 지구대 등
2	교육연구시설	고등학교, 교습소, 교육(연수)원, 대학교, 도서관, 독서실, 시험소, 연구소, 전문대학, 중학교, 직업훈련소, 학원 등
3	노유자시설	어린이집, 아동관련시설, 유치원, 영유아보육시설, 아동복지시설, 노인복지시설, 사회복지시설, 근로복지시설 등
4	문화및집회시설	경마장, 공연장, 과학관, 극장, 기념관, 동식물원, 문화관, 미술관, 박물관, 수족관, 영화관, 예식장, 전시장, 회의장 등
5	수련시설	유스호스텔, 청소년수련원(관), 청소년문화의집, 청소년특화시설, 청소년수련관 등
6	숙박시설	가족호텔, 고시원, 관광호텔, 관광숙박시설, 생활숙박시설, 여관, 여인숙, 호스텔, 호텔 등
7	업무시설	결혼상담소, 공공업무시설, 국가기관청사, 금융업소, 방송국, 부동산중개업소, 사무소, 신문사, 일반업무시설, 출판사 등
8	운동시설	골프연습장, 구기장, 기원, 당구장, 물놀이형시설, 볼링장, 사격장, 수영장, 승마장,에어로빅장, 체력단련장 등
9	운수시설	공항시설, 여객자동차터미널, 철도시설, 항만시설 등
10	위락시설	노래연습장, 단란주점, 무도장, 유흥주점, 카지노업소등
11	위생시설	목욕장, 세탁소, 이(미)용원 등
12	음식점시설	일반음식점, 제과점, 휴게음식점 등
13	의료시설	동물병원, 병원, 보건소, 산부인과, 산후조리원, 요양병원, 의원, 장례식장, 종합병원, 치과병원, 침술원, 한의원 등
14	종교시설	교회, 기도원, 사당, 사찰, 성당, 수녀원, 수도원, 제실 등
15	주거시설	단독주택, 다중주택, 다가구주택, 공관, 아파트, 연립주택, 다세대주택, 기숙사 등
16	판매시설	게임제공업소, 근린생활시설, 농수산물공판장, 도매시장, 백화점, 사진관, 상점, 서점, 소매점, 슈퍼마켓, 판매및영업시설 등
17	기타	가축시설, 고압가스충전소, 공원부수시설, 공장, 교정시설, 관광휴게시설, 국방 · 군사시설, 묘지관련시설, 분뇨쓰레기처리시설, 생활편익시설, 위험물저장처리시설, 창고시설 등

토지이용 혼합도를 측정하는 방법에는 대표적으로 균형지수(Balance Index), 엔트로피지수(Entropy Index), 허핀달-허쉬만지수(Herfindahl-Hirschman Index) 등이 있다(Yan Song et al., 2013; Manaugh, K. & Kreider, T. 2013; Hayley Christian et al., 2011).

본 연구에서는 행정동 단위를 근린의 범위로 보고, 엔트로피지수를 활용하여 행정동별 토지이용 혼합도를 측정하였다. 엔트로피지수는 서로 다른 유형의 용도가 건축물 내 또는 지역 내에 있을 때, 각 유형들의 분포의 균등한 정도를 측정하는 지표로 [수식 3-1]과 같다. k는 대상 내 용도의 개수이며, P^j는 대상 내 용도 j의 비율이다. 엔트로피지수는 0 과 1 사이의 값을 가지며, 측정하고자 하는 대상이 단일 용도로 구성되어 있으면 0 의 값을, 모든 유형의 용도가 균등한 비율로 혼합되어 있으면 1 의 값을 갖는다.

$$\mathbf{ENT} = -[\sum_{j=1}^{k} P^j \ln(P^j)]/\ln k$$

[수식 3-1] 엔트로피 지수

수평적 용도혼합지수를 산출하기 위해 먼저 건축물 층별개요 데이터의 필지(주소)별로 용도별 연면적을 구한 후, 2016 년 토지소유공간정보의 토지면적을 건축물 층별개요 데이터에 결합(join)하였다. 토지면적은 지적공부에 등록한 필지의 수평면상 넓이이며, 각 필지의 토지면적당 각 용도가 차지하는 비율(%)을 곱하였다. 예를 들어 토지면적이 100㎡인 필지에 연면적이 1000㎡인 건축물이 있고, 건축물 내 용도가 주거시설 면적 500㎡, 판매시설 면적 300㎡, 음식점시

설 면적 200 ㎡을 포함한다고 하자. 이 경우, 해당 필지의 각 용도는 50 ㎡, 30 ㎡, 20 ㎡의 값을 가지게 된다. 각 필지의 토지면적에 건축물의 용도별 면적비율을 곱하여 용도별 면적 가중치를 구한 후, 행정동 단위 용도별 면적 합계를 엔트로피지수로 나타내어 행정동의 수평적 용도혼합지수를 산출하였다. 수평적 용도혼합지수 산출과정을 정리하면 다음과 같다.

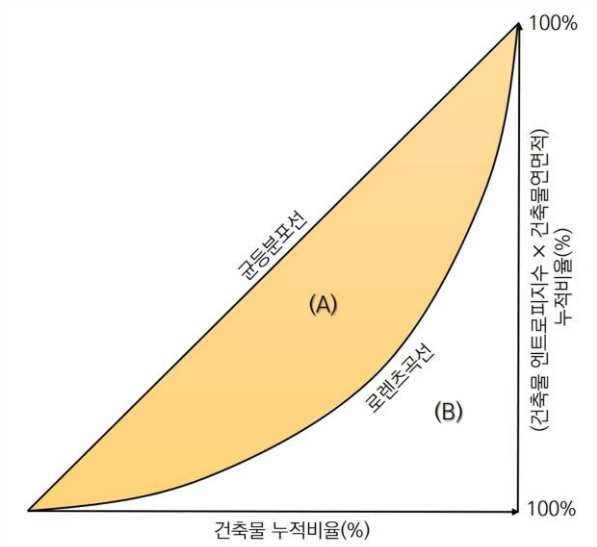
① 건축물대장 층별개요 데이터를 필지(주소) 단위로 정제하여 필지의 건축물 전체 연면적 대비 각 용도별 연면적 비율을 구한다.

② 토지면적소유정보 데이터의 필지별 토지면적을 기존 데이터에 결합(join)하여 토지면적에 용도별 비율을 곱한다.

③ ②에서 구한 필지의 용도별 가중면적을 행정동별로 합(sum)한 값의 엔트로피 지수를 산출한다.

반면, 수직적 용도혼합지수는 지니계수의 개념을 활용하여 나타내었으며, 이를 통해 행정동 내 용도혼합 건축물의 분포 정도를 파악하고자 하였다. 먼저 개별 건축물 별로 엔트로피지수를 구한 후, 각 값에 건축물 연면적으로 가중치를 준 뒤, 행정동별 지니계수(Gini Coefficient)를 산출하였다. 여기에 3 개 이상 용도를 갖는 복합용도건축물 비율을 곱하여 행정동 내 용도혼합의 균등도뿐만 아니라 전반적인 용도혼합 수준을 함께 고려하였다. 지니계수는 불균등의 정도를 나타내는 대표적인 지표로 완전균등한 경우 0, 완전불균등한 경우 1 의 값을 갖는다. 지니계수는 로렌츠곡선(Lorenz Curve)를 통해 기하하적으로 도출될 수 있는데, 그래프의 가로축은 건축물의 누적 비율(%)이며, 세로축은 (건축물 엔트

로피 지수 × 건축물 연면적)의 누적 점유율(%)로 나타낼 수 있다. 여기서 지니계수는 로렌츠곡선과 균등분포선 사이의 면적(A)을 균등분포선까지의 면적(A+B)로 나눈 값이다([그림 3-1]). 따라서 로렌츠곡선이 균등분포선에 가까울수록 지니계수는 0에 가깝게 나타나며, 균등분포선에서 멀어질수록 값이 1에 가까워져 불균등도가 높게 나타난다. 엔트로피-지니계수를 통해 건축물의 규모를 고려한 건축물 내 용도혼합 수준과 행정동 내 단일용도 건축물과 복합용도 건축물 분포의 정도를 파악할 수 있다. 만약 건축물의 용도혼합도가 행정동 내 확산되어 나타날 경우, 계수 값이 낮게 나타나고, 집중되어 나타날 경우, 계수 값이 높게 나타날 것이다. 다시 말해 엔트로피-지니계수가 높은 지역의 경우, 행정동 내 건축물의 규모와 혼합도의 편차가 클 것이며, 계수가 낮은 지역은 건축물의 규모 및 혼합도가 비교적 고르게 나타날 것이다. 예를 들어, 행정동 내



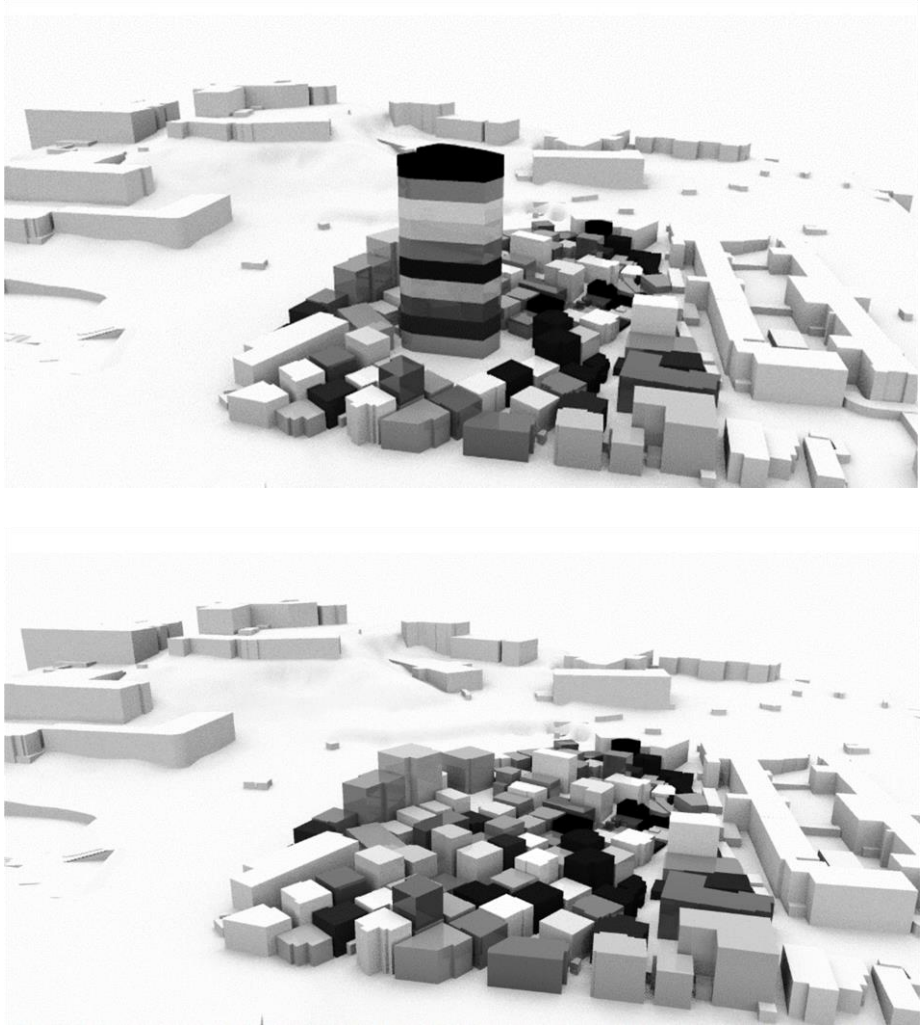
[그림 3-1] 지니계수

각 용도별 연면적 합이 같아 수평적 용도혼합지수가 같은 두 지역이 있다면 [그림 3-2]와 같이 대규모 복합용도 건축물이 있고, 그 외에 단일용도 건축물이 있는 지역에서는 높은 수직적 용도혼합지수를 보일 것이다. 반면, 지역 내 다양한 기능이 있지만 비슷한 규모의 단일용도 건축물만 있는 행정동에서는 낮은 수직적 용도혼합지수를 보일 것이다. 수직적 용도혼합지수를 산출과정을 정리하면 다음과 같다.

① 건축물의 용도별 연면적 값으로 건축물별 엔트로피 지수를 구한다.

② 건축물별 엔트로피 지수에 건축물 연면적으로 가중치를 준 뒤, 행정동별 지니계수를 구한다.

③ 행정동별 지니계수에 행정동 내 3 개 이상 용도를 갖는 복합용도건축물 비율을 곱하여 수직적 용도혼합지수를 산출한다.



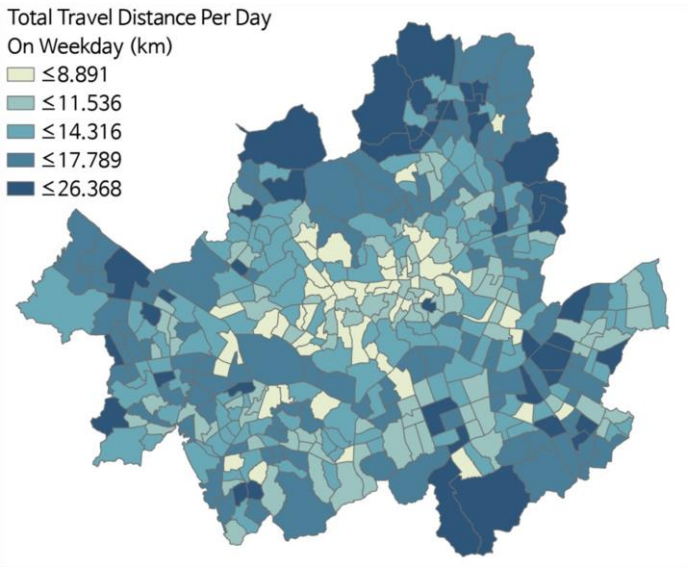
[그림 3-2] 높은 수직적 용도혼합지수를 갖는 지역(위)과
낮은 수직적 용도혼합지수를 갖는 지역(아래)

제 2 절 통행행태 분석 및 용도혼합지수 산출

1. 통행행태 분석

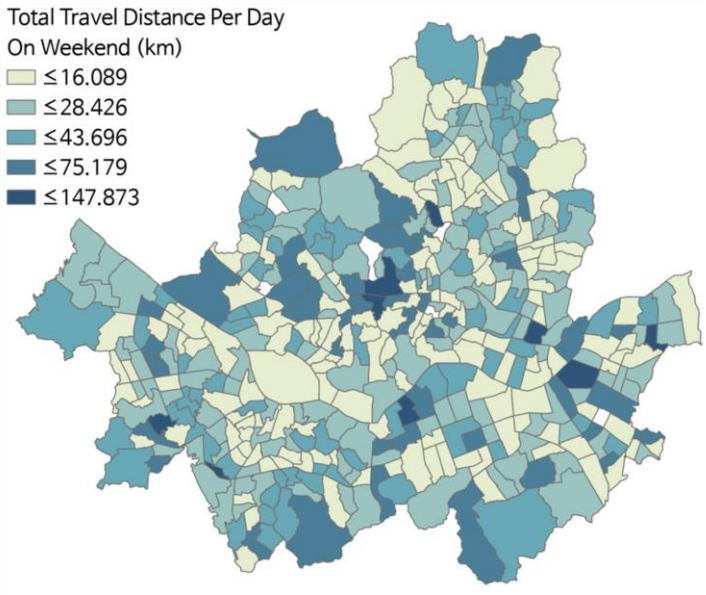
1) 1 일 통행거리

행정동별 개인의 1 일 평균 통행거리로 주중모형의 분포는 [그림 3-3]과 같다. 1 일 평균 통행거리는 13.285km 였으며, 주중모형의 표준편차 0.057 로 나타났다. 평균 통행거리가 가장 짧은 행정동은 창신 1 동(3.949km), 소공동(4.682km), 도화동(5.286km), 가장 긴 행정동은 가락 1 동(26.368km), 도봉 1 동(23.975km), 상계 9 동(22,888km)로 나타났다. 전반적인 분포를 보았을 때, 중심에서 외곽으로 갈수록 평균 통행거리가 길게 나타났으며, 특히 도봉구, 노원구 등 서울 동북권에서 평균 통행거리가 긴 경향을 보였다.



[그림 3-3] 행정동별 주중 1 일 평균 통행거리 (km)

반면, 주말모형의 분포는 [그림 3-4]과 같이 나타났다. 1 일 평균 통행거리는 24.365km 로 주중모형보다 더 먼 거리를 이동하는 경향을 보였으며, 표준편차는 0.479 로 행정동 간 편차가 크게 나타났다. 평균 통행거리가 가장 짧은 행정동은 종로 5 · 6 가동(0.874km), 옥수동(1.576km), 대림 1 동(1.732km), 가장 긴 행정동은 명일 2 동(147.873km), 풍납 2 동(114,164km), 명동(109.948km)로 나타났다. 주말의 경우, 여가 목적의 통행, 교외 및 원거리 지역으로 나가는 통행 등 주중 대비 통행에 다양한 변수들이 작용하여 지역적 패턴이 뚜렷하게 나타나지 않는 것으로 보인다.

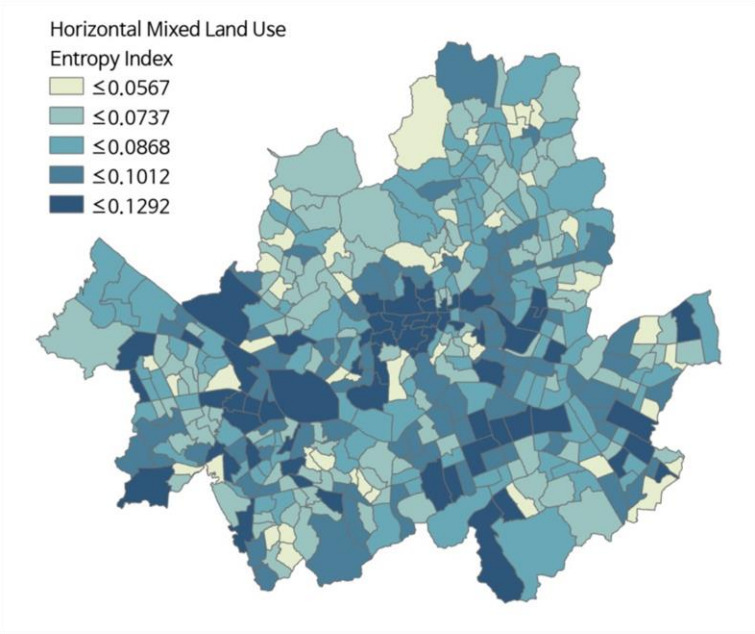


[그림 3-4] 행정동별 주말 1 일 평균 통행거리 (km)

2. 용도혼합지수 산출

1) 수평적 용도혼합지수

수평적 용도혼합의 측정에는 행정동 내 각 용도에 대한 연면적 합계를 산출하여 엔트로피지수로 나타내었다. 수평적 용도혼합지수의 경우, [그림 3-5]와 같은 분포를 보였다. 용도혼합지수는 양재 2 동(0.1292), 장충동(0.1271), 영등포동(0.1238) 순으로 높게 나타났으며, 세 지역 모두 2030 서울플랜 상 도심에 해당한다. 토지면적 대비 가중 면적 비율을 기준으로 각 행정동별 주요 용도비율을 살펴보면, 양재 2 동은 주거 18.28%, 판매 16.70%, 업무 15.43%, 장충동은 주거 29.43%, 업무 19.11%, 숙박 11.51%, 영등포동은 판매 27.55%, 주

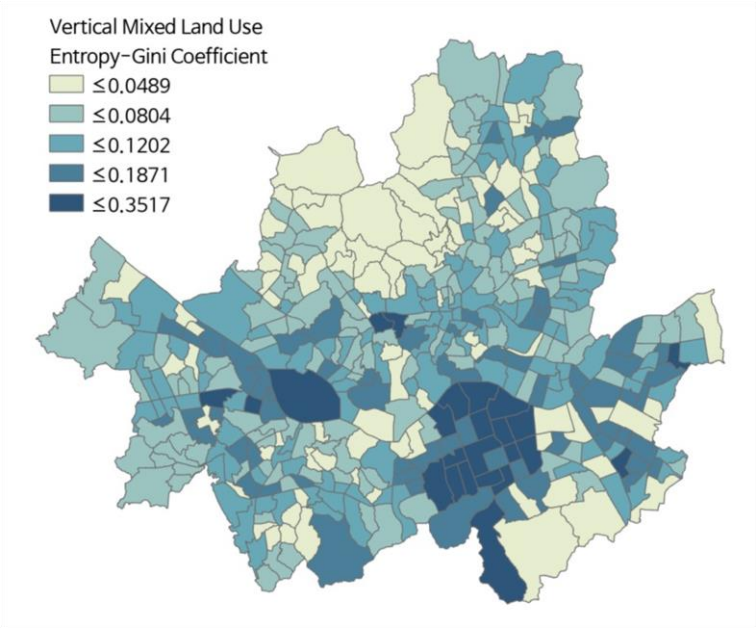


[그림 3-5] 수평적 용도혼합지수 분포(엔트로피지수)

거 22.25%, 업무 15.43%의 용도별 비율이 나타났다. 이 밖에도 3 도심에 해당하는 종로, 강남, 여의도 지역 대부분의 행정동에서 높은 수평적 용도혼합지수를 보였으며, 도심지역 외에도 동작구 신대방 2 동, 용산구 한강로동, 광진구 능동, 송파구 가락본동, 마포구 상암동, 양천구 목 1 동 등에서 용도혼합지수가 높게 나타났다. 이들 지역은 도심지역과 비슷하게 업무, 상업, 문화, 주거, 교육 등 다양한 기능이 혼합되어있는 대표적인 지역이다. 반면, 수평적 용도혼합지수가 낮은 지역은 청림동(0.0238), 하계 2 동(0.0354), 우이동(0.0355) 순으로 나타났다. 청림동은 주거용도로 쓰이는 연면적 가중치 비율이 92.17%로 주거용도가 압도적인 비율로 나타났으며, 그 외의 용도로 업무 3.04%, 판매 1.08%로 나타났다. 청림동과 유사하게 하계2동 역시 주거용도가 85,71%로 높게 나타났으며, 교육연구 7.04%, 공공시설 3.63% 순으로 나타났다. 우이동의 경우, 판매용도 연면적 가중치 비율이 85.05%으로 대부분을 차지하고 있었으며, 그 외의 용도로 주거 10.57%, 음식점 0.73%, 공공시설 0.67% 순으로 나타나 수평적인 용도가 판매시설에 치우쳐 나타났다. 이 밖에도 노원구, 강동구, 성동구 지역의 주거지가 밀집해있는 일부 행정동에서는 수평적 용도혼합지수가 낮은 경향을 보이는 것을 확인할 수 있다.

2) 수직적 용도혼합지수

전반적인 분포를 살펴보면 수평적 용도혼합지수와 마찬가지로 3 도심인 종로, 강남, 여의도에서 비교적 높은 수직적 용도혼합지수를 보이는 것을 확인할 수 있다. 특히, 강남구와 서초구에 높은 수직적 용도혼합지수를 갖는 행정동이 밀집되어 있는 것으로 나타났다. 수직적 용도혼합지수가 가장 높은 지역은 도곡 2 동(0.3527), 서초 2 동(0.3225), 서초 4 동(0.2880) 순으로 나타났다. 도곡 2 동은 남서쪽으로는 제2종일반주거지역으로 주로 7층 이하의 건축물에 업무, 주거, 음식점, 교육연구 등 다양한 용도가 혼합되어있는 블록이 있으며, 남동쪽으로는 대표적인 초고층 주상복합인 타워팰리스가 위치한 상업지역이 있다. 또한, 동북쪽으로는 대규모 아파트 단지가 위치해 있어 지역 내 용도혼합의 불균등도



[그림 3-6] 수직적 용도혼합지수 분포(엔트로피-지니계수)

가 높고, 3 개 이상 용도를 갖는 복합용도건축물 비율 역시 높기 때문에 수직적 용도혼합지수가 행정동 중 가장 높게 나타났다. 서초 2 동은 강남역부터 양재역까지 남북으로 길게 뻗어있으며, 강남대로를 따라 고층업무빌딩에 판매, 음식점, 의료 등 다양한 용도가 혼합되어 있다. 대로면에서 벗어날수록 복합용도의 중·고층 빌딩과 오피스텔이 있으며, 그 뒤로는 단일 용도의 아파트단지, 초·중·고등학교, 공공청사 등이 위치해 있어 건축물 엔트로피지수 간 차이가 크게 나타나 큰 값의 엔트로피-지니계수를 갖는다. 서초 4 동은 신논현역, 강남역, 교대역 사거리에 둘러싸인 블록으로 서초 2 동의 북쪽에 바로 인접해 있어 앞서 기술한 서초 2 동과 비슷한 용도혼합 특성을 가진다. 이 밖에도 강남구 신사동, 압구정동, 대치 4 동, 역삼 1 동, 서초구 양재 2 동, 잠원동, 양천구 목 1 동, 송파구 가락본동, 영등포구 여의동, 당산 1 동, 중구 소공동, 명동에서 높은 수직적 용도혼합지수를 보였다. 반면, 수직적 용도혼합지수가 가장 낮게 나타난 행정동은 돈암 2 동(0.0049), 하계 2 동(0.0058), 잠실 2 동(0.0079)으로 나타났다. 돈암 2 동과 하계 2 동은 대규모 아파트단지가 입지한 대표적인 주거지역으로 대부분의 건축물이 단일용도의 주거용 건축물이기 때문에 낮은 수평적 용도혼합지수를 가질 뿐만 아니라 용도혼합의 균등도가 높아 엔트로피-지니계수 역시 낮은 값을 갖는다. 잠실 2 동은 동쪽으로는 대규모 아파트단지가 위치해 있으며, 서쪽으로는 대규모 체육시설인 종합운동장이 위치해 있어 비교적 높은 수평적 용도혼합지수를 보이는 반면, 대부분의 건축물이 단일용도를 가지기 때문에 낮은 수직적 용도혼합지수를 갖는다.

제 4 장 혼합적 토지이용이 통행거리에 미치는 영향

제 1 절 분석 모형

본 연구에서는 통행자의 개인적 특성과 혼합적 토지이용을 포함한 지역적 특성이 통행거리에 미치는 영향을 분석하기 위해 다수준 회귀모형(multi-level regression model)을 분석에 활용하였다. 다수준 회귀모형에서 데이터는 계층적 중첩(hierarchical nested) 구조를 가지게 된다. 개인 수준의 변수와 개인이 포함되어 있는 상위 집단 수준의 변수가 한꺼번에 포함되어 있는 모수적 통계모형으로 그룹화된 데이터의 계층 내부(within)의 관계뿐만 아니라 계층 간(between) 관계도 조사한다. 각 개인들은 그가 속한 지역이나 집단의 특성으로부터 영향을 받고 있으며, 특정 집단 또는 지역에 속하는 개별 행위자들은 그와는 다른 집단이나 지역에 속하는 개인들과 구별되는 특성을 공통으로 갖고 있다고 간주한다(이희연, 2012). 다수준 회귀모형을 통해 모형을 통해 계층적으로 구조화된 데이터에 있는 공유된 분산을 잘 설명하고, 개별적 결과에 내재해 있는 개별 수준의 분산과 상위 집단수준의 분산을 모두 모형화할 수 있다. 본 연구 모형의 1 수준은 통행자 개인 속성, 2 수준은 통행자가 거주하는 행정동의 지역 속성으로 구분하였으며, 이를 통해 개인적 특성과 지역적 특성이 개인의 1일 통행거리에 미치는 영향을 파악하였다. 연구모형을 함수식으로 표현하면 [수식 4-1]~[수식 4-3]과 같다.

[수식 4-1]은 1 수준(개인적 특성) 모형이며, Y_{ij}는 j 번째 2 수준 단위 내 i 번째 1 수준 단위 종속변수이며, X_{ij}는 j 번째 2 수준 단위 내 i 번째 1 수준 단위 설명변수이다. β_{0j}는 j 번째 2 수준 단위의 절편이며, β_{1j}는 j 번째 2 수준 단위 X_{ij}의 회귀계수, ε_{ij} 는 j 번째 2 수준 단위 내 i 번째 1 수준 단위 확률계수를 의미한다. 오차항(ε_{ij})은 평균이 0 이고, 분산이 σ^2인 정규분포를 따른다.

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

[수식 4-1] 1 수준(개인적 특성) 모형

[수식 4-2]는 2 수준(지역적 특성) 모형이며, β_{0j}는 j 번째 2 수준 단위 절편, β_{1j}는 j 번째 2 수준 단위 기울기, Z_j는 2 수준 단위 설명변수를 나타낸다. γ_{00}는 Z조정 전체 평균 절편, γ_{10}는 Z조정 전체 평균 기울기, γ_{01}는 1 수준 절편에 대한 Z의 회귀계수, γ_{11}는 1 수준 기울기에 대한 Z의 회귀계수이다. 2 수준 모형에서는 $u_{0j} \sim N(0, \tau_{00}), u_{1j} \sim N(0, \tau_{11}), Cov(u_{0j}, u_{1j}) = \tau_{01} = \tau_{10}$ 을 가정한다.

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}Z_j + u_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}Z_j + u_{1j}$$

[수식 4-2] 2 수준(지역적 특성) 모형

이를 결합한 혼합효과모형은 [수식 4-3]과 같이 나타낼 수 있다.

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}X_{ij} + \gamma_{01}Z_j + \gamma_{11}X_{ij}Z_j + u_{0j} + u_{1j}X_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

[수식 4-3] 혼합효과모형

분석모형에 투입되는 주요변수는 선행연구 고찰과 연구 모형 설정에 따라 [표 4-1]과 같이 설정하였다. 종속변수는 1 일 통행거리 및 목적별 통행거리이며, 주중통행과 주말통행을 나누어 분석하였다. 1 수준의 개인의 사회경제적 특성은 개인특성(성별, 연령), 가구특성(가구원 수, 가구소득, 차량소유여부), 주택유형, 직업으로 설정하였다. 개인특성은 성별(1: 남성, 0: 여성) 더미변수와 2016 년 기준 연(年) 나이를 계산한 나이변수를 사용하였다. 가구특성으로는 총 가구원 수, 가구소득, 차량소유여부(1: 소유, 0: 미소유)를 설정하였다. 이 중 가구소득은 가구의 월 평균소득이며, 100 만 원 미만인 경우 50 만 원, 100 만 원 이상 200 만 원 미만인 경우 150 만원, 200 만 원 이상 300 만 원 미만인 경우 250 만원, 300 만 원 이상 500 만 원 미만인 경우 400 만원, 500 만 원 이상 1000 만 원 미만인 경우 750 만원, 1000 만 원 이상인 경우 1000 만 원으로 재분류하였다. 주택유형은 아파트, 단독주택, 오피스텔을 각각 더미변수로 설정하였으며, 그 외 연립주택(빌라), 다세대/다가구, 기타 유형이 있다. 직업 변수는 전문가 및 관련종사자(이하 전문직), 판매 및 서비스 종사자, 관리자 및 사무종사자(이하 사무직)를 각각 더미변수로 설정하였다. 그 외의 직업으로는 학생/무직, 전업주부, 농림어업 숙련 종사자, 기능원/단순노무종사자, 기타 유형이 있다.

[표 4-1] 변수 설정

변수			내용	단위	출처
종속변수		1일 통행거리	개인의 1일 목적별 통행거리 합계	㎞	2016년 가구(주말) 통행실태조사
		목적별 통행거리	출근/쇼핑/여가/외식 목적 통행거리	㎞	
1수준 설명 변수	개인특성	성별	남성=1, 여성=0	더미	
		나이	2016-출생년도 +1	세	
	가구특성	가구원 수	가구원 수	명	
		가구소득	50/150/250/400/750/1000	만원	
		차량소유여부	소유=1, 미소유=0	더미	
	주택유형	아파트	아파트 거주시=1, 아닌 경우=0	더미	
		단독주택	단독주택 거주시=1, 아닌 경우=0	더미	
		오피스텔	오피스텔 거주시=1, 아닌 경우=0	더미	
	직업	전문직	전문직 종사자 = 1, 아닌 경우=0	더미	
		판매 및 서비스직	판매 및 서비스직 종사자=1, 아닌 경우=0	더미	
		사무직	사무직 종사자=1, 아닌 경우=0	더미	
2수준 설명 변수	혼합적 토지이용	수평적 용도혼합지수	3장에 기술	-	건축물대장 층별개요데이터
		수직적 용도혼합지수	3장에 기술	-	
	밀도	인구 밀도	인구수/시가화면적	명/㎡	서울열린데이터광장
		서비스업 밀도	서비스업점포수/시가화면적	개/㎡	서울특별시 빅데이터 캠퍼스
	교통 접근성	도로율	∑(도로면적)/시가화면적	%	국가공간정보포털
		지하철역 접근성	행정동 내 지하철역 있음=1, 없음=0	더미	서울특별시 빅데이터캠퍼스
		버스정류장 접근성	버스정류장개수/행정동면적	개/㎡	

2 수준의 지역 변수는 혼합적 토지이용(수평적 용도혼합지수, 수직적 용도혼합지수), 밀도(인구밀도, 서비스업밀도), 교통접근성(도로율, 지하철역접근성, 버스정류장접근성) 변수로 설정하였다. 주요 설명변수인 혼합적 토지이용은 수평적 용도혼합과 수직적 용도혼합으로 분류하였다. 수평적 용도혼합은 용도혼합을 수평면 상에 투영하였을 때의 용도의 다양성을 지수로서 표현하였으며, 수직적 용도혼합은 건축물 내 용도혼합을 고려한 용도혼합의 분포의 균등한 정도를 지수로서 표현하였다. 밀도 특성 중 인구밀도는 행정동의 상주인구 수를 시가화

면적으로 나눈 값으로, 시가화면적은 용도지역 상 녹지지역 면적을 제외한 주거지역, 상업지역, 공업지역 면적의 합을 의미한다. 서비스업밀도는 서비스업 점포수를 시가화면적으로 나눈 것으로 서비스업은 의원, 학원, 부동산중개업, 숙박업, 노래방, 세탁소, 미용실 등을 포함한다. 교통 접근성 변수에는 도로율과 대중교통 접근성을 활용하였다. 도로율은 시가화면적에 대한 도로면적의 비율이며, 지하철역 접근성(행정동 내 있음: 1, 없음: 0)은 더미변수로, 버스정류장 접근성은 행정동 면적 대비 버스정류장 개수로 나타내었다.

제 2 절 주요변수 기초통계량

분석모형별 개인 수준 변수의 기술통계량은 [표 4-2]와 같다. 주중모형의 1일 통행거리는 평균 13.28km이며, 최소값은 행정동 내 통행 중 가장 작은 행정동의 반지름 값인 0.32km, 최대값은 228.55km 로 나타났다. 세부적으로 살펴보면, 200,863 건의 목적별 통행 중 '귀가'(93,015 통행, 46.31%), '기타'(11,594 통행, 5.77%)을 제외하고 '출근'이 49,468 통행(24.63%)로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, '등교'가 14,519 통행(7.23%)를 그 뒤를 이어 통근 및 통학 목적 통행이 통행의 가장 큰 비중을 차지하였다. '여가/운동/관광/레저' 목적 8,893 통행(4.43%), '쇼핑' 목적 7,904 통행(3.94%), '학원수업' 목적 5,268 통행(2.62%), '외식' 목적 3,513 통행(1.75%)이 그 뒤를 이었다.

[표 4-2] 개인 수준 변수 기초통계량

개인 수준 변수		주중모형						주말모형	
		1일 통행거리		통근 목적		비통근목적		1일 통행거리	
		평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
통행거리		13.28	16.85	8.01	8.86	3.13	5.81	24.36	31.09
개인 특성	성별	0.50	0.50	0.61	0.49	0.26	0.44	0.47	0.50
	나이	44.08	18.94	46.02	12.75	55.17	18.95	45.73	18.77
가구 특성	가구원수	3.03	1.13	2.95	1.12	2.79	1.14	2.75	1.13
	가구소득	422.41	229.24	448.63	219.48	342.59	234.35	394.33	228.81
	차량소유여부	0.72	0.45	0.74	0.44	0.61	0.49	0.72	0.45
주택 유형	아파트	0.51	0.50	0.49	0.50	0.53	0.50	0.49	0.50
	단독주택	0.20	0.40	0.21	0.41	0.20	0.40	0.24	0.43
	오피스텔	0.01	0.11	0.02	0.12	0.01	0.09	0.01	0.11
직업	전문직	0.04	0.19	0.06	0.24	0.01	0.10	0.03	0.17
	판매 및 서비스직	0.25	0.43	0.43	0.50	0.05	0.22	0.24	0.43
	사무직	0.23	0.42	0.39	0.49	0.04	0.18	0.22	0.41

목적별 통행의 평균 거리는 통근 목적 통행은 평균 8.01km, 일상생활(비통근) 목적 통행은 평균 3.13km 로 쇼핑, 외식 등 일상생활을 위한 통행거리보다 출근 시 통행거리가 더 긴 경향을 보였으며, 주말모형의 1 일 통행거리는 평균 24.36km 로 주중 1 일 통행거리 대비 1.83 배 긴 통행거리를 보였다.

1 일 통행거리 모형을 기준으로 성별의 평균은 0.498 로 남성과 여성의 통행량은 거의 비슷하게 나타났다. 목적별 통행에서는 통근 모형에서 남성의 통행이 여성의 통행 비중보다 높게 나타난 반면, 비통근 모형에서는 여성의 통행이 남성의 통행 비중보다 훨씬 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다. 1 일 통행거리 모형의 평균 나이는 44 세였으며, 통근 모형 대비 비통근 모형의 평균 나이가 약 9 세 정도 더 높았다. 1 일 통행거리 모형의 평균 가구소득은 422 만 원으로 나타났으며, 출근 목적 통행자의 평균 가구소득이 비통근 목적 통행자의 평균 가구소득보다 약 106 만 원 더 높게 나타났다. 1 일 통행 모형의 경우, 아파트에 거주하는 사람이 51.33%, 단독주택에 거주하는 사람이 19.80%, 오피스텔에 거주하는 사람이 1.22%로 나타났으며, 직업 변수의 경우, 전문직 3.58%, 판매 및 서비스직 25.22%, 사무직 22.6%의 비중을 차지하고 있었다.

[표 4-3] 지역 수준 변수 기초통계량

지역 수준 변수		평균	표준편차	최소값	최대값
혼합적 토지이용	수평적 용도혼합지수	0.080	0.019	0.024	0.129
	수직적 용도혼합지수	0.089	0.052	0.005	0.352
밀도	인구 밀도	33674.190	21366.920	855.562	165793.900
	서비스업 밀도	294.850	286.281	12.922	2104.166
교통 접근성	도로율	0.256	0.148	0.040	1.563
	지하철역 접근성	0.771	0.421	0	1
	버스정류장 접근성	24.504	13.223	1.529	86.957
표본수		423			

분석모형별 지역 수준 변수의 기술통계량은 [표 4-3]와 같다. 지역 수준 변수에서 수평적 용도혼합지수는 평균 0.080, 표준편차 0.019, 수직적 용도혼합지수는 평균 0.089, 표준편차 0.052 의 값을 보였다. 밀도 관련 변수에서 인구는 시가화지역 기준 1 ㎢ 당 평균 33,674 명으로 나타났으며, 서비스업은 시가화면적 기준 1 ㎢ 당 294.85 개의 점포가 있는 것으로 나타났다. 교통접근성 관련 변수 중 평균 도로율은 24.50%, 지하철역이 있는 행정동은 77.07%, 버스정류장은 1 ㎢당 평균 24.50 개가 있었다.

변수 간 상관성 및 다중공선성을 확인하기 위해 분산팽창계수(VIF, Variance Inflation Factor) 및 피어슨상관계수(PCC, Pearson Correlation Coefficient)를 확인하였다. 그 결과, 모든 변수에서 분산팽창계수 4 이하, 피어슨상관계수 0.5 이하의 값을 갖는 것을 확인하였다([표 4-4], [표 4-5])

[표 4-4] 분석모형별 변수의 분산팽창계수

변수			주중모형			주말모형
			1일 통행거리	목적별 통행거리		1일 통행거리
				통근	비통근	
1수준 설명변수	개인특성	성별	1.05	1.18	1.06	1.09
		나이	1.20	1.07	1.32	1.26
	가구특성	가구원 수	1.57	1.38	1.83	1.74
		가구소득	1.61	1.46	1.93	1.76
		차량소유여부	1.35	1.25	1.61	1.44
	주택유형	아파트	1.50	1.51	1.53	1.66
		단독주택	1.39	1.38	1.42	1.52
		오피스텔	1.06	1.07	1.04	1.06
	직업	전문직	1.07	1.53	1.02	1.08
		판매 및 서비스직	1.21	2.83	1.04	1.20
		사무직	1.25	3.12	1.08	1.29
2수준 설명변수	혼합적 토지이용	수평적 용도혼합지수	1.35	1.38	1.34	1.42
		수직적 용도혼합지수	2.03	2.05	2.04	2.07
	밀도	인구 밀도	2.29	2.26	2.28	2.08
		서비스업 밀도	3.10	3.09	3.10	2.87
	교통 접근성	도로율	1.11	1.12	1.10	1.12
		지하철역 접근성	1.12	1.12	1,10	1.11
		버스정류장 접근성	1.08	1.08	1.08	1.11
표본수			86,296	49.107	28,299	4,210

[표 4-5] 주중 1일 통행거리 모형 변수의 피어슨 상관계수

	통행거리	성별	나이	가구원수	소득	차량소유여부	아파트	단독주택	오피스텔	전문직	판매및서비스직	사무직	수평적용도혼합지수	수직적용도혼합지수	인구밀도	서비스업밀도	도로율	지하철역접근성	버스정류장접근성
통행거리	1																		
성별	0.1822	1																	
나이	-0.0453	-0.0231	1																
가구원수	0.0367	0.0504	-0.3629	1															
소득	0.1254	0.0441	-0.2615	0.4964	1														
차량소유여부	0.0975	0.0866	-0.2382	0.3959	0.4443	1													
아파트	0.0785	0.0089	-0.0416	0.1236	0.1879	0.1751	1												
단독주택	-0.0556	-0.0059	0.0641	-0.066	-0.0957	-0.0843	-0.5104	1											
오피스텔	0.0011	-0.0001	-0.0342	-0.0998	-0.0338	-0.0381	-0.1142	-0.0553	1										
전문직	0.0876	0.0495	0.0025	-0.0049	0.1023	0.0563	0.0512	-0.0279	0.0128	1									
판매및서비스직	-0.0425	0.0119	0.144	-0.1136	-0.0154	-0.0363	-0.1076	0.067	0.0173	-0.1115	1								
사무직	0.267	0.1834	-0.0891	0.0537	0.174	0.126	0.0606	-0.0467	0.0232	-0.104	-0.3145	1							
수평적용도혼합지수	-0.0258	-0.0015	-0.0057	-0.0293	0.0292	0.0152	-0.0386	0.0162	0.0816	0.0171	-0.0093	0.0082	1						
수직적용도혼합지수	-0.0167	0.002	-0.0202	-0.024	0.1113	0.0644	0.0344	-0.0633	0.0726	0.0243	-0.002	0.0277	0.453	1					
인구밀도	0.0282	0.0039	-0.004	0.0119	0.0332	0.0304	0.0975	-0.0873	-0.0147	-0.0072	-0.0053	0.0067	0.0563	0.061	1				
서비스업밀도	0.0025	0.0027	-0.0122	-0.0212	0.0755	0.0386	-0.0102	-0.0487	0.0244	0.0115	0.0157	0.0097	0.2606	0.5241	0.6572	1			
도로율	0.0284	0.0048	-0.0051	-0.0059	0.0348	0.0346	0.0668	0.0008	0.0146	0.0197	-0.0174	0.0153	0.1997	0.1121	0.0876	0.078	1		
지하철역접근성	-0.0084	-0.0005	-0.0118	-0.0115	0.0627	0.0267	0.0748	-0.0495	0.0355	0.0127	-0.004	0.0232	0.2521	0.2392	0.1296	0.2184	0.0461	1	
버스정류장접근성	-0.033	-0.0024	0.0028	-0.0061	-0.0735	-0.0448	-0.0515	0.0203	0.0096	-0.0218	0.0162	-0.0135	-0.1275	-0.0583	-0.0649	-0.0487	-0.2485	-0.0291	1

제 3 절 모형 추정결과

1. 주중모형

1) 1 일 통행거리 모형

본 연구 모형의 적합성을 확인하기 위해 설명변수가 포함되지 않는 영모형(null model)의 급내상관계수(ICC, Intraclass Correlation Coefficient) 값을 확인하였다. 급내상관계수는 위계적 중층자료 구조에서 동일 집단 내 개체들이 얼마나 서로 유사한지 보여주는 척도로 하위 수준 단위(개인) 종속변수의 총 분산 중에서 상위 수준 단위(집단) 간 분산이 차지하는 비율을 의미한다. 영모형의 급내상관계수는 0.039 로 8 만여 명의 1 일 통행거리의 변동의 약 3.9%가 지역적 요인에 의하여 설명될 수 있다는 것을 의미한다.

개인 변수와 지역 변수를 투입한 다수준회귀모형의 추정결과는 [표 4-6]과 같다. 분석결과, 주택 유형 중 오피스텔에 거주하는 경우를 제외하고 모든 개인 수준 변수가 1 일 통행거리에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 남성일수록, 가구소득이 높을수록, 가구가 차량을 소유하고 있는 경우, 아파트에 거주하는 경우 1 일 통행거리와 유의한 양(+)의 상관관계를 보였다. 이는 모두 개인 및 가구의 해당 특성에 따라 이동성의 제약이 줄어들기 때문이다. 전문직, 판매 및 서비스직, 사무직 모두

1 일 통행거리에 유의한 양(+)의 상관관계를 보이는데 일상 통행보다 통근 목적 통행에 더 긴 통행거리를 소요하기 때문으로 해석된다. 반면, 나이가 많을수록, 가구원 수가 많을수록, 단독주택에 거주할수록 통행거리에 유의한 음(−)의 상관관계를 가지는 것으로 확인되었는데 이러한 개인적 특성이 통행거리에 제약으로 작용함을 알 수 있다.

지역 변수를 살펴보면, 수평적 용도혼합지수와 수직적 용도혼합지수 모두 1 일 통행거리에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 수평적 용도혼합지수는 유의한 음(−)의 상관관계를 보였으며, 이는 행정동 내 다양한 용도가 혼합적으로 입지하는 경우, 해당 행정동에 거주하는 사람의 1 일 통행거리가 짧게 나타난다는 것을 의미한다. 수직적 용도혼합지수 역시 유의한 음(−)의 상관관계를 보여 수직적 용도혼합지수가 클수록 1 일 통행거리가 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 이는 복합용도 건축물 비율이 높은 지역에서 큰 규모의 복합용도 건축물이 있고, 주변에 단일용도 건축물이 입지하고 있어 건축물의 균등도가 상이하게 나타나는 경우, 해당 행정동에 거주하는 사람의 통행거리가 짧아진다는 것을 의미한다. 밀도 변수에서는 인구밀도가 높은 지역에 사는 사람일수록 더 긴 통행거리를 이동하는 경향을 보였다. 인구밀도가 높은 지역은 주거비율이 높은 지역으로서 고용중심지와 거리가 멀어 직주불일치(spatial mismatch) 현상 등으로 인하여 통행거리가 길게 나타난 것으로 보인다. 교통접근성 변수에서는 도로율과 버스정류장 접근성 변수가 통계적으로 유의하게 나타났다.

도로율은 1 일 통행거리와 양(+)의 상관관계를 보였는데, 도로율이 높은 지역일수록 자가용으로 통행하는 것이 용이하므로 통행거리가 더 길게 나타나는 것으로 해석된다. 이와 대조적으로 버스정류장 접근성은 음(−)의 상관관계를 가지는데, 대중교통 접근성이 높은 지역은 대부분 쇼핑, 외식, 여가 등 다양한 생활편의시설을 갖추고 있어 지역 내에서 통행 목적에 대한 수요를 충족할 수 있기 때문이다.

다음으로 각 용도혼합지수의 효과를 비교하기 위해 두 변수의 한계효과를 살펴보았다. 수평적 용도혼합지수의 표준편차는 0.019, 수직적 용도혼합지수의 표준편차는 0.052 이었으며, 이를 분석모형의 회귀계수에 적용하면 수평적 용도혼합지수의 한계효과는 −0.447, 수직적 용도혼합지수의 한계효과는 -0.526 로 산출되었다. 이를 통해 1 일 통행거리에 있어 수직적 용도혼합의 효과가 수평적 용도혼합의 효과보다 약 1.18 배만큼 크다는 것을 알 수 있다. 위와 같은 추정결과를 통해 1 일 통행거리에 용도혼합의 다양성뿐만 아니라 건축물 내 용도혼합도나 그 규모, 주변 건축물의 용도혼합 정도 등 다양한 요인들이 종합적으로 작용함을 확인할 수 있었다.

[표 4-6] 주중 1일 통행거리 모형

변수			Coef.	Std.Err.	z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
1수준 설명 변수	개인특성	성별	4.186***	0.109	38.27	0.000	3.972	4.400
		나이	−0.014***	0.003	−4.56	0.000	−0.020	−0.008
	가구특성	가구원 수	−0.609***	0.061	−10.02	0.000	−0.728	−0.490
		가구소득	0.005***	0.000	15.77	0.000	0.004	0.005
		차량소유여부	1.207***	0.140	8.61	0.000	0.932	1.482
	주택유형	아파트	0.636***	0.152	4.18	0.000	0.338	0.935
		단독주택	−0.389**	0.169	−2.30	0.021	−0.720	−0.058
		오피스텔	−0.120	0.512	−0.23	0.815	−1.123	0.884
	직업	전문직	9.279***	0.300	30.98	0.000	8.692	9.866
		판매 및 서비스직	2.316***	0.137	16.96	0.000	2.049	2.584
		사무직	10.339***	0.143	72.26	0.000	10.059	10.620
2수준 설명 변수	혼합적 토지이용	수평적 용도혼합지수	−23.675**	9.570	−2.47	0.013	−42.431	−4.919
		수직적 용도혼합지수	−10.032**	3.982	−2.52	0.012	−17.836	−2.227
	밀도	인구 밀도	2.69E−05***	9,93E−06	2.71	0.007	0.000	0.000
		서비스업 밀도	0.000	0.001	−0.44	0.663	−0.002	0.001
	교통 접근성	도로율	2.061*	1.082	1.90	0.057	−0.060	4.181
		지하철역 접근성	−0.543	0.374	−1.45	0.147	−1.276	0.191
		버스정류장 접근성	−0.031***	0.012	−2.62	0.009	−0.055	−0.008
절편			19.275***	0.875	22.02	0.000	17.559	20.991
표본수			86,296					

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

2) 목적별 통행거리 모형

목적별 통행거리 모형은 통근 통행과 비통근 통행으로 분류하여 분석하였으며, 거주지의 용도혼합을 대상으로 분석하므로 출발지가 자택이 아닌 경우 분석에서 제외하였다. 통근 모형은 통행 목적 중 '출근' 목적 통행 49,107 통행을 대상으로 분석하였으며, 비통근 모형은 통행 목적 중 정기적으로 이루어지는 통행인 '출근', '업무' '귀사(업무 후 직장으로 돌아감)', '귀가', '등교', '학원수업' 목적을 제외한 28,299 통행을 대상으로 하였다. 세부적으로는 '여가/운동/관광/레저(8,093 통행)', '쇼핑(6,925 통행)', '외식(1,332 통행)', '누군가를 태우거나 내려줌(913 통행)', '친지방문(901 통행)', '기타(종교 및 개인용무 등)(10,135 통행)'를 포함한다.

① 통근 모형 - '출근' 목적 통행

통근 모형에서 영모형의 급내상관계수(ICC) 값은 0.077 이었으며, 이는 통근 목적 통행거리 변동의 약 7.7%가 지역적 요인에 의해 설명된다는 것을 의미한다.

개인 수준에서는 1 일 통행거리 모형에서 통계적으로 유의했던 변수였던 가구원 수와 단독주택 거주여부는 통근모형에서 통계적으로 유의하지 않게 나타났다. 1 일 통행거리 모형과 마찬가지로 남성일수록, 가구소득이 높을수록, 차량을 소유할 경우, 아파트에 거주할수록 통근 목적 통행거리가

긴 경향을 보였다. 직업 변수에서는 전문직과 사무직 종사자의 경우, 통근거리와 유의한 양(+)의 상관관계를 보이는 반면, 판매 및 서비스직은 유의한 음(−)의 상관관계를 보였다. 전문직이나 고차 산업의 경우 업무지가 도심 등 상업지역에 입지하는 경향을 나타내는 반면, 판매 및 서비스산업은 대부분 주거지 근처에 분산되어 입지한다. 따라서 전문직이나 사무직 종사자의 경우 주거지에서 나와 업무지로 장거리를 이동하는 경향을 보이며, 이는 다른 직업 대비 이들의 평균 소득이 더 높은 것과도 연관되어진다.

지역 변수를 살펴보면, 혼합적 토지이용 관련 변수는 모두 통계적으로 유의한 음(−)의 상관관계를 보였다. 한계효과를 비교하면, 수평적 용도혼합지수의 한계효과는 −0.356, 수직적 용도혼합지수의 한계효과는 −0.247로 나타났다. 이는 통근 목적 통행에 있어 수평적 용도혼합의 효과가 수직적 용도혼합의 효과보다 1.44 배 크다는 것을 의미한다. 밀도 관련 변수의 인구 밀도, 교통접근성 관련 변수의 도로율, 버스정류장 접근성 변수는 1일 통행거리와 마찬가지로 유의한 통계적 상관성을 가지고 있었으며, 1 일 통행거리 모형에서 유의하지 않았던 지하철역 접근성 변수는 통계적으로 유의한 음(−)의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 이는 버스정류장 접근성과 같은 맥락에서 대중교통 접근성이 좋은 지역일수록 중심지에 가까워 통근 목적 통행거리가 짧게 나타나는 것으로 해석된다.

[표 4-7] 통근 - '출근' 목적 통행 모형

변수			Coef.	Std.Err.	z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
1수준 설명 변수	개인특성	성별	2.196***	0.079	27.88	0.000	2.041	2.350
		나이	−0.069***	0.003	−21.52	0.000	−0.075	−0.063
	가구특성	가구원 수	0.010	0.040	0.26	0.795	−0.069	0.090
		가구소득	0.002***	0.000	7.41	0.000	0.001	0.002
		차량소유여부	0.685***	0.096	7.13	0.000	0.497	0.873
	주택유형	아파트	0.732***	0.106	6.93	0.000	0.525	0.939
		단독주택	−0.156	0.115	−1.36	0.175	−0.381	0.069
		오피스텔	−0.212	0.318	−0.67	0.505	−0.836	0.412
	직업	전문직	1.047***	0.196	5.35	0.000	0.663	1.430
		판매 및 서비스직	−1.759***	0.127	−13.82	0.000	−2.008	−1.509
		사무직	1.655***	0.136	12.21	0.000	1.390	1.921
2수준 설명 변수	혼합적 토지이용	수평적 용도혼합지수	−18.868***	6.576	−2.87	0.004	−31.757	−5.980
		수직적 용도혼합지수	−4.702*	2.730	−1.72	0.085	−10.052	0.649
	밀도	인구 밀도	0.00003***	6.81E−06	3.81	0.000	0.000	0.000
		서비스업 밀도	−0.001	0.001	−1.64	0.101	−0.002	0.000
	교통 접근성	도로율	0.324	0.744	0.44	0.663	−1.133	1.782
		지하철역 접근성	−0.451*	0.258	−1.75	0.081	−0.956	0.055
		버스정류장 접근성	−0.022***	0.008	−2.68	0.007	−0.038	−0.006
절편			10.394***	0.647	16.07	0.000	9.126	11.661
표본수			49,107					

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

② 비통근 모형 – ‘일상생활’ 목적 통행

비통근 목적 34,013 통행 중 자택에서 출발한 통행을 기준으로 28,299 통행에 대한 분석을 시행하였다. 통근, 통학 등 정기적인 통행을 제외한 일상생활목적 통행 모형의 영모형의 급내상관계수(ICC)는 0.042 로 일상적 통행의 약 4.2%가 지역적 요인에 의해 변동되는 것을 확인하였다.

비통근 모형의 경우, 개인 수준 변수에서 남성일수록, 나이가 많을수록, 가구소득이 높을수록, 차량을 소유할수록 통행거리에 유의한 양(+)의 상관관계를 보였다. 이 중 나이 변수의 경우, 나이가 적을수록 통행거리가 더 긴 경향을 보였던 1 일 통행거리 모형이나 통근 모형과 반대되는 양상을 나타냈다. 이는 나이가 많을수록 여가 시간이 더 많기 때문으로 해석된다.[6] 주택 유형 변수에서 아파트에 거주하는 경우 통행거리에 유의한 양(+)의 상관관계를 보였으며, 단독주택이나 오피스텔은 통계적으로 유의하지 않았다. 아파트에 거주하는 사람인 경우, 1 일 통행거리 모형과 목적별 통행거리 모형에서 모두 통행거리가 긴 경향을 보이는 것을 확인할 수 있었다. 선행연구에서는 단지 형태의 환경 특성과 입지적인 한계, 거주민의 생활양식 등으로 인한 것으로 판단하고 있다(하재현, 2017; 이남휘 · 최창규, 2019). 직업 변수에서 판매 및 서비스직은 통계적으로 유의하지 않았으며, 전문직은 유의한 양(+)의 상관관계를, 사무직은 유의한 음(−)의 상관관계를 보

---

[6] 2016년 평일 기준 연령별 평균 여가시간은 10대 2.7시간, 20대 2.9시간, 30대 2.8시간, 40대 2.8시간, 50대 2.9시간, 60대 3.6시간, 70대 이상 4.7시간으로 집계됨(문화체육관광부, 2020)

였다. 전문직의 경우, 통근과 비통근 목적 모두 다른 직업군 대비 더 긴 통행거리를 소요하고 있었으며, 사무직은 긴 통근통행을 보이는 것과 달리 일상적인 통행에서 다른 직업군 대비 통행거리가 짧게 나타났다. 사무직의 경우, 출퇴근 시간이 고정되어 있어 주중에는 업무시간 외 일상생활을 위한 시간이 비교적 적어 비통근 목적 통행거리 역시 짧은 것으로 추측된다.

지역 수준 변수를 살펴보면 혼합적 토지이용 관련 변수의 경우, 앞선 모형과 달리 수평적 용도혼합지수는 통계적으로 유의하지 않게 나타났으며, 수직적 용도혼합지수는 유의한 음(−)의 상관관계를 보였다. 밀도 관련 변수는 유의하지 않게 나타났으며, 교통 접근성 관련 변수는 도로율이 낮고, 버스정류장 접근성이 좋은 지역에서 일상생활에서의 통행거리가 짧게 나타나는 경향을 보였다.

[표 4-8] 비통근모형 - '일상생활' 목적 통행 모형

변수			Coef.	Std.Err.	z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
1수준 설명 변수	개인특성	성별	1.056***	0.079	13.31	0.000	0.901	1.212
		나이	0.006***	0.002	2.92	0.003	0.002	0.010
	가구특성	가구원 수	-0.422***	0.041	-10.31	0.000	-0.502	-0.342
		가구소득	0.001***	0.000	4.35	0.000	0.000	0.001
		차량소유여부	0.707***	0.090	7.89	0.000	0.531	0.882
	주택유형	아파트	0.282***	0.095	2.97	0.003	0.096	0.468
		단독주택	-0.042	0.106	-0.39	0.696	-0.250	0.167
		오피스텔	0.212	0.390	0.54	0.587	-0.552	0.976
	직업	전문직	0.986***	0.358	2.76	0.006	0.285	1.687
		판매 및 서비스직	0.064	0.161	0.4	0.690	-0.251	0.379
		사무직	-0.586***	0.192	-3.05	0.002	-0.962	-0.210
2수준 설명 변수	혼합적 토지이용	수평적 용도혼합지수	-1.486	4.116	-0.36	0.718	-9.553	6.581
		수직적 용도혼합지수	-3.115*	1.745	-1.79	0.074	-6.535	0.305
	밀도	인구 밀도	3.37E-06	4.24E-06	0.8	0.426	-4.94E-06	1.17E-05
		서비스업 밀도	0.000	0.000	0.36	0.717	-0.001	0.001
	교통 접근성	도로율	1.425***	0.464	3.07	0.002	0.515	2.335
		지하철역 접근성	-0.103	0.159	-0.65	0.517	-0.414	0.209
		버스정류장 접근성	-0.015***	0.005	-3.05	0.002	-0.025	-0.006
절편			3.141	0.421	7.47	0.000	2.317	3.966
표본수			28,299					

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

2. 주말모형

주말 1 일 통행거리 모형에서 영모형의 급내상관계수(ICC) 값은 0.189 였으며, 이는 통근 목적 통행거리 변동의 약 18.9%가 지역적 요인에 의해 설명된다는 것을 의미한다.

개인 수준 변수에서 개인 특성으로는 남성일수록, 나이가 적을수록 주말 1 일 통행거리가 길게 나타났으며, 가구 특성에서는 가구원수가 적을수록, 가구소득이 낮을수록, 가구가 차량을 소유하고 있는 경우 더 긴 통행거리를 보였다. 또한, 아파트와 단독주택에 거주할수록 긴 통행거리를 보였는데, 단독주택의 경우, 주중모형과 반대의 양상을 띄었다. 이는 다른 유형의 주택에 거주하는 사람의 주중 1 일 통행거리가 주말 1 일 통행거리보다 길게 나타나기 때문으로 해석할 수 있다. 반면, 지역 수준 변수에는 통계적으로 유의한 변수가 나타나지 않았다. 주말의 경우, 교외 및 원거리 지역으로 나가는 통행 등 주중보다 많은 변수들이 작용하여 주중모형에 비해 통행패턴이 뚜렷하게 설명되지 않는 것으로 보인다.

[표 4-9] 주말 1일 통행거리 모형

변수			Coef.	Std.Err.	z	P>|z|	[95% Conf. Interval]	
1수준 설명 변수	개인특성	성별	3.982***	0.911	4.37	0.000	2.196	5.768
		나이	−0.116***	0.027	−4.28	0.000	−0.169	−0.063
	가구특성	가구원 수	−0.727	0.556	−1.31	0.191	−1.816	0.362
		가구소득	−0.005*	0.003	−1.89	0.059	−0.011	0.000
		차량소유여부	10.497***	1.239	8.47	0.000	8.069	12.926
	주택유형	아파트	4.632***	1.326	3.49	0.000	2.034	7.231
		단독주택	3.257**	1.401	2.32	0.020	0.510	6.004
		오피스텔	0.601	4.108	0.15	0.884	−7.451	8.653
	직업	전문직	13.013***	2.661	4.89	0.000	7.796	18.229
		판매 및 서비스직	−0.641	1.149	−0.56	0.577	−2.894	1.611
		사무직	4.365***	1.224	3.57	0.000	1.966	6.763
2수준 설명 변수	혼합적 토지이용	수평적 용도혼합지수	7.809	51.275	0.15	0.879	−92.689	108.306
		수직적 용도혼합지수	−26.967	21.762	−1.24	0.215	−69.620	15.687
	밀도	인구 밀도	−3.47E−05	5.16E−05	−0.67	0.500	0.000	0.000
		서비스업 밀도	0.007	0.004	1.58	0.115	−0.002	0.016
	교통 접근성	도로율	7.682	6.003	1.28	0.201	−4.083	19.448
		지하철역 접근성	−1.422	1.984	−0.72	0.473	−5.311	2.466
		버스정류장 접근성	−0.020	0.063	−0.32	0.750	−0.144	0.104
절편			20.937***	5.122	4.09	0.000	10.899	30.976
표본수			4,210					

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

제 4 절 소결

제 4 장에서는 혼합적 토지이용이 통행거리에 미치는 영향을 분석하기 위해 주중과 주말의 1 일 통행거리 모형과 주중 목적별 통행거리 모형을 구축하였으며, 분석결과는 [표 4-10]과 같이 요약된다. 1 일 통행거리 모형과 통근 목적 모형에서 수평적 용도혼합지수와 수직적 용도혼합지수 모두 유의한 음(-)의 상관관계를 보였으며, 일상생활(비통근) 목적 모형에서는 수직적 용도혼합지수만 통계적으로 유의하게 나타났다. 이는 주중과 주말, 통행 목적별로 용도혼합 수준이나 분포가 통행행태에 각각 다르게 영향을 미친다는 것을 의미하며 토지이용계획 시, 이를 모두 고려할 필요가 있음을 시사한다.

제 2 장에서 설정하였던 연구의 가설은 일부 채택되었다. 가설 1, 가설 2, 가설 3 은 모두 주중 1 일 통행거리 모형에서 온전히 채택되었고, 주말모형에서는 기각되었다. 수평적 용도혼합 및 수직적 용도혼합이 높은 지역에 거주하는 사람일수록 주중 하루 통행거리가 짧게 나타났으며, 수평적 용도혼합보다 수직적 용도혼합의 효과가 약 1.18 배 높게 나타났다. 다만, 통근

[표 4-10] 모형별 혼합적 토지이용 변수의 통계적 유의성

모형		혼합적 토지이용	
		수평적 용도혼합	수직적 용도혼합
주중모형	1일 통행거리 모형	유의함(**)	유의함(**)
	통근모형	유의함(***)	유의함(*)
	비통근모형	유의하지 않음	유의함(*)
주말모형		유의하지 않음	유의하지 않음

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

목적 통행에 있어서는 수평적 용도혼합의 효과가 수직적 용도혼합의 효과보다 약 1.44 배 큰 것으로 나타나 통행 목적에 따라 각 용도혼합 효과의 정도가 다른 것으로 검증되었다. 가설 4 는 목적별 통행거리 모형에 의하여 일부 채택되었다. 통근 목적 통행에서는 수평적 용도혼합이 수직적 용도혼합보다 더 큰 영향을 미쳤으며, 비통근 목적 통행에서는 수직적 용도혼합만 통행거리에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 이는 1 일 통행거리와 비통근 통행, 즉 일상 통행에 있어 복합용도건축물 비율이 높고, 대형 복합용도 건축물과 단일 용도 건축물이 있어 다양하게 입지해 있어 지역 내 건축물의 용도혼합 불균등도가 높게 나타나는 지역적 효과가 수평적인 범위에서 다양하게 입지하고 있는 것보다 통행거리를 감축시키는 것에 보다 효과적임을 의미한다.

제 5 장 결론

제 1 절 연구의 요약 및 시사점

2020 년 안 이달고(Anne Hidalgo) 파리 시장은 '내일의 도시 파리(Le Paris de demain)'의 정책 중 하나로 '15 분 도시(La ville du quart d'heure)'에 대한 공약을 내걸었다. '15 분 도시'란 근거리 서비스에 기반한 도시로 시민들이 도보나 자전거로 집에서 15 분 이내에 필요한 모든 시설을 이용할 수 있도록 도시의 인프라를 재편성한 '근접의 도시'을 의미한다(유무종, 2020). 이는 주거공간과 생활공간의 이동거리를 최소화하여 교통량을 줄이고 이웃과의 연대를 강화하여 도시의 활력을 증대시킴으로써 친환경 녹색도시, 지속가능한 도시를 가능하게 한다. 이는 용도별로 지역을 나누고 교통망으로 연결하는 근대 도시의 개념과 상반되는 도시 계획적 접근법이며, 이러한 배경에서 최근 용도혼합의 중요성이 더욱 강조되고 있다.

본 연구는 수직적 용도혼합과 수평적 용도혼합의 개념을 정의하고 유형별 혼합적 토지이용이 통행에 미치는 영향을 파악하였다. 이를 위해 먼저 서울시를 대상으로 건축물대장의 층별 개요 데이터를 활용하여 행정동 단위를 근린의 범위로 설정하여 수평적 · 수직적 용도혼합지수를 산출하였다. 이후 2016 년 가구통행실태조사의 통행자료를 활용하여 다수준 회귀모형(multi-level regression model)을 구축함으로써, 통행자 개별 특성과

산출된 용도혼합지수를 포함한 지역적 특성이 개인의 통행에 미치는 영향을 분석하였다. 분석결과, 수평적 용도혼합과 수직적 용도혼합 모두 주중 1일 통행거리에 통계적으로 유의한 상관관계를 가지는 것을 확인할 수 있었다. 행정동 내 건축물의 용도별 연면적가중치로 엔트로피지수를 산출한 수평적인 용도혼합을 살펴보았을 때, 수평적인 범위에서 행정동 내 다양한 용도가 혼합적으로 입지하는 경우 1 일 통행거리가 짧게 나타났다. 수직적인 용도혼합의 경우, 지역 내 복합용도건축물 비율을 함께 고려하였으며, 건축물별 엔트로피지수를 산출하여 행정동의 지니계수로 복합용도 건축물의 균등한 정도를 파악하였다. 수직적 용도복합지수가 높아 균등도가 상이하게 나타나는 경우, 즉, 복합용도 건축물 비율이 높은 곳에서 대규모의 복합용도 건축물과 단일용도 건축물이 지역 내 함께 입지한 경우, 1 일 통행거리가 짧게 나타나는 경향을 보였다. 두 용도혼합지수의 한계효과를 비교하였을 때, 수직적 용도혼합지수의 효과가 수평적 용도혼합지수의 효과보다 약 1.18 배 큰 것으로 나타났다.

목적별 통행거리 모형을 살펴보았을 때, 통근 목적 모형에서는 두 용도혼합지수가 유의한 음(−)의 상관관계를 갖는 것을 확인할 수 있었으며, 그 한계효과는 수평적인 용도혼합이 수평적인 용도혼합보다 약 1.44 배 크게 나타났다. 반면, 일상생활(비통근) 모형에서는 수직적 용도혼합지수만이 통행거리에 유의한 음(−)의 상관관계를 확인할 수 있었다. 이는 통행 목적별로 용도혼합 수준이나 분포가 통행행태에 각각 다르게 영향을 미치고 있

으며, 토지이용계획 또는 교통계획에 있어 이러한 점을 함께 고려할 필요가 있다는 것을 의미한다.

위와 같은 분석결과를 통해 다음과 같은 시사점을 도출할 수 있다. 첫째, 이미 개발밀도가 높은 서울시의 경우 추가적인 개발보다 복합토지개발을 선택할 필요성이 있다. 그러나 현재의 용도지역제는 특성이 상이한 지역을 동일한 용도지역으로 관리하는 경직적인 운영으로 인해 변화에 유연하게 대응하기 어려우며, 혼합적인 토지이용을 저해하는 배타적인 수단으로 여겨지고 있다(허윤경, 2021). 이를 보완하기 위하여 토지이용 복합화 및 입체화, 유연화에 대한 논의는 계속되고 있으나 아직까지 우리나라 실정에 맞는 토지이용체계는 미비한 실정이다. 따라서 토지이용계획에 있어 실제 공간 이용 및 수요의 변화에 빠르게 대응할 수 있도록 기능과 활동, 주변 지역과의 연계에 따른 실질적인 이용 행태에 대한 고려가 필요하다. 최근 토지이용 유연화 필요성이 적극적으로 논의되는 가운데, 위와 같은 분석결과는 지속가능한 도시의 개발과 관리와 향후 바람직한 토지복합 전략을 위한 기초가 될 수 있을 것이다.

둘째, 지금까지 도시공간구조 측정이 대부분 수평적인 범위에 한정되었다면, 도시가 고밀화되고 복잡해짐에 따라 입체적인 공간구조를 측정할 수 있는 다양한 지표가 필요하다. 기존의 선행연구는 대부분 직주불일치 현상에 주목하여 통근 통행과 관련하여 수평적인 범위에서의 용도혼합에 관한 실증연구를 진행하였다. 그러나 통행의 목적별로 개인의 통행행태는

다르게 나타나며, 용도혼합의 수준이나 분포가 각기 다르게 영향을 미치기 때문에 이를 고려할 필요가 있다. 실증분석 결과 1 일 통행거리, 통근 목적 통행, 일상 목적 통행에 있어 수평적 용도혼합과 수직적 용도혼합의 효과가 각기 다르다는 것이 밝혀졌다. 위와 같은 분석 결과는 교통체계 효율화를 위한 토지이용계획에 대한 새로운 접근방식을 제공한다.

셋째, 근린생활권 범위에서의 도시 재구조화를 고려해야 한다. 기후 위기가 전세계적인 이슈로 떠오르면서 탄소중립도시 개념과 함께 근린생활권이 강조되고 있으며, 이에 따른 도시 재구조화 움직임이 보이고 있다. 앞서 언급한 '15 분 도시'가 주목하는 것도 바로 이러한 부분이다. 이와 더불어 코로나 19 로 인하여 사람들의 근린 범위에서의 일상생활에 대한 지각(awareness)이 커지면서 '동네 생활권'에 대한 욕구가 증가하고 있다. 도보권에 일상생활에 필요한 여러 용도가 섞여 있고, 사람들이 어우러질 수 있는 활력 있는 도시는 제이콥스가 강조한 도시 다양성과 근린(neighborhood)의 효용과도 상통한다. 근린생활권에서의 혼합적 토지이용은 공간의 다양성을 만들어내며, 이는 지역의 공간적 특성이나 정체성까지 연결되어 도시민의 장소감(sense of place)을 이끌어낼 수 있다.

제 2 절 연구의 의의 및 한계

본 연구는 혼합적 토지이용을 수평적 용도혼합과 수직적 용도혼합으로 분류한 후, 이를 정량화하여 각 용도혼합이 통행거리에 미치는 효과를 실

증하였다. 지금까지 용도혼합지수는 대부분 수평적인 범위에 한정되어 측정되어왔으며, 건축물 내 용도혼합을 고려하지 않았다는 한계가 있었다. 본 연구에서는 입체적인 도시 공간구조를 반영하기 위하여 용도혼합을 수평적인 범위와 수직적인 범위로 분류하여 이를 측정하고, 각 용도혼합이 통행에 미치는 영향을 실증적으로 분석했다는 점에서 의의를 가진다. 향후 연구에서는 도시공간구조가 통행행태에 미치는 영향에 있어 본 연구에서 다룬 혼합적 토지이용 요소뿐만 아니라 다른 도시형태적 요인들도 이와 같은 시각에서 볼 필요가 있을 것이다.

본 연구의 한계는 다음과 같다. 첫째는 혼합적 토지이용을 측정하는 엔트로피 지수 자체의 한계이다. 엔트로피지수는 용도혼합의 정도가 균등하게 이루어질수록 더 높은 값을 가지며, 각 용도 간 비율 외에는 지역의 실제 용도가 무엇인지 등을 고려하지 않는다는 단점이 있다. 따라서 같은 엔트로피지수를 갖는 지역이라 하더라도 각 지역이 어떤 용도가 우세한지 등 용도의 특성이나 지역적 특색을 반영하지 못한다는 한계가 있다.

두 번째는 연구의 종속변수인 1 일 통행거리 및 목적별 통행거리에 있어 통행자의 교통수단이나 통행시간을 고려하지 않았다는 점이다. 1 일 통행 또는 목적별 통행에 있어 실제 데이터에서 어떤 사람은 자가용만 이용한 사람이 있는가 하면, 어떤 사람은 도보, 자전거, 버스 등 다양한 수단을 이용한 사람도 있으나 본 연구에서는 수단별 통행거리를 모두 합하여 분석에 활용하였다. 이밖에도 통행거리에 따른 통행시간을 고려하지 않아 교통

혼잡도가 반영되지 않았다는 한계가 있다. 향후 연구에서 각 용도혼합지수가 통행자의 수단 선택이나 교통혼잡도에 어떠한 영향을 미치는지를 파악할 필요가 있다.

세 번째로는 연구 가설을 '거주지의 수평적·수직적 용도혼합지수가 높을수록 통행자의 통행거리가 짧게 나타날 것이다' 라고 설정하고 분석범위를 거주지(출발지)의 지역적 특성으로 한정하여 검증하였다. 향후 연구에서는 이를 확장하여 거주지(출발지) 뿐만 아니라 도착지의 지역적 특성을 함께 고려하여 보다 다양한 영향요인들을 연구모형에 투입할 필요가 있다고 판단된다.

참 고 문 헌

국토교통부(2018). 「저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시·군계획수립 지침」.

권성문 · 박길환(2020). “직주균형이 통근시간에 미치는 영향의 공간계량경제학적 분석”, 「한국지역개발학회지」, 32(2): 137-162.

김동근 · 김상조 · 송지은 · 장용혁 · 양재섭 · 김용진(2017). “도시경쟁력 강화를 위한 토지이용 유연화 방안”. 국토연구원.

김민정(2017.01.10.), “제2롯데월드, 교통혼잡 특별관리시설물 지정된다”, 서울경제. Retrieved from https://www.sedaily.com/NewsView/1OARK H9BMM

김상훈 · 남진(2016). “유휴공간 유형별 특성 분석과 도시재생을 위한 복합적 토지이용 기법에 관한 연구”, 「한국지역개발학회지」, 28(1): 45-66.

김태경, 강식, 권대한 (2009). “복합용도개발의 문제점 및 개선방향에 관한 연구”. 경기개발연구원.

문화체육관광부(2020). 「2019년 국민여가활동조사 보고서」.

박지연(2020.12.28), “ ‘슬리퍼+세권=슬세권’ 아시나요?”, 한국일보. Retrieved from https://www.hankookilbo.com/News/Read/A2020121819140004976

박진우(2017.10.25.), “최인호 “제2롯데월드, 교통유발부담금 납부 1위”, 서울일보. Retrieved from https://www.seoulilbo.com/news/articleView.html?idxno=219241

송미령(1998). “통근자의 통근행태에 영향을 미치는 요인: 공간구조특성과 인구특성 요인”, 「국토계획」, 33(4): 55-75.

송윤선 · 남진 · 김도경(2008). “서울시 가구유형별 통근통행시간의 영향요인분석”, 「국토계획」, 43: 7-20.

신정엽(2019). “Jane Jacobs의 도시 사고를 토대로 한 도시기원 이론의 고찰”, 한국지리학회지, 8(3): 497-516.

오덕성 · 박천보(1990). “복합용도 건축물의 수용기능 특성에 관한 연구(I) - 개발유형과 기능요소를 중심으로”. 「대한건축학회 논문집」, 6(6): 157-166.

유무종(2020). “파리, 15분 도시계획과 도시시설 활용 방안 발표”, 「건축과 도시공간」, 76-77.

이금숙 · 김경민 · 송예나(2010). “복합용도개발과 교통이 아파트가격에 미치는 영향”, 「한국경제지리학회지」, 13(4):515-528.

이남휘 · 최창규(2019). “주중 여가통행 시간 및 거리의 영향요인에 관한 연구”, 「부동산학연구」, 25(2): 23-36.

이주아 · 조무상 · 구자훈(2013). “토지이용 복합특성과 시간대별 도시철도 이용패턴의 상관관계 연구: 서울시 역세권을 대상으로”, 「국토계

획」, 48(4): 19-31.

임희지(2001). “지속가능한 도시조성을 위한 신-전통주의계획이론 분석 연구”. 「국토연구」, 32: 95-111.

임혜연(2009). "용도복합이 시간대별 통행량 분산과 도로 소요량에 미치는 영향", 서울대학교 석사학위논문.

정희윤(2015). “서울시의 지역 맞춤형 용도지역제 도입을 위한 정책제언”, 서울연구원 정책리포트, 192: 1-25.

진영효(1997). “용어해설: 혼합적 토지이용과 복합용도 개발, 기업촉진지구제”, 「도시문제」, 32(343): 137-141.

진은애 · 구자훈 · 이우종(2012), “복합용도개발에 따른 토지이용의 다양화 및 직주근접 효과 검증에 대한 연구: 서울시 주상복합건물을 대상으로”, 「국토계획」, 47(1): 57-67.

최경인 · 김세훈(2016). “홍대상권 인접 저층주거지의 용도혼합특성 연구”, 「도시설계」, 17(3): 41-56.

하재현(2017). “개인의 생애주기 단계에 따른 통근시간 영향요인 분석". 「국토계획」, 52(4):135-152.

허윤경(2021). “도심, 용도 혼합하고 고밀 개발해야”, 「건설동향브리핑」, 811: 6-7.

한국교통연구원(2018). “KTDB 정책자료집 여객 통행실태 INDEX BOOK: 우리나라 국민 이렇게 움직인다”

Andy Coupland(1996). Reclaiming the City: Mixed use development (1st ed.). Routledge.

Cerin, E., Leslie, E., du Toit, L., Owen, N., & Frank, L. D. (2007). Destinations that matter: associations with walking for transport. Health & place, 13(3), 713-724.

Cervero · Kockelman(1997). "Travel Demand and the 3Ds: Density, Diversity, and Design", 「Transportation Research Part D: Transport and Environment

Christian, H.E., Bull, F.C., Middleton, N.J. et al(2011). How important is the land use mix measure in understanding walking behaviour? Results from the RESIDE study. The international journal of behavioral nutrition and physical activity. 8(1): 55.

Eric Hoppenbrouwer, Erik Louw(2005). Mixed-use Development: Theory and Practice in Amsterdam's Eastern Docklands, European Planning Studies. 13(7): 967-983.

Ewing, Reid & Pendall, Rolf & Chen, D.D.T.. (2002). Measuring Sprawl and Its Impact, Smart Growth America.

Frank, L. D., & Pivo, G. (1994). Impacts of Mixed Use and Density on Utilization of Three Modes of Travel: Single-Occupant Vehicle, Transit, and Walk. Transportation Research Record, 1466, 44-

52.

Galster, George & Hanson, Royce & Ratcliffe, Michael & Wolman, Harold & Coleman, Stephen & Freihage, Jason. (2001). Wrestling Sprawl to the Ground: Defining and Measuring an Elusive Concept. Housing Policy Debate. 12. 681-717.

Grant, Jill. (2002). Mixed Use in Theory and Practice: Canadian Experience with Implementing a Planning Principle. Journal of the American Planning Association. 68. 71-84.

Christian, H.E., Bull, F.C., Middleton, N.J. et al. (2011). How important is the land use mix measure in understanding walking behaviour? Results from the RESIDE study. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity. 8. 55.

Jane Jacobs(1993). 「The Death and Life of Great American Cities」, Vintage Books.

Manaugh, K. & Kreider, T. (2013). What is mixed use? Presenting an interaction method for measuring land use mix. Journal of Transport and Land Use, 6(1), 63–72.

Wiegand J.(1972). Zur Planung gemischter Gebiete als Beitrag zur Zuordnung von Wohn und Arbeitsstatten Diss, Munchen: TU.

Abstract

The Influence of Mixed Land-Use on Travel Behavior

- An Analysis on Horizontal and Vertical Mixed Land-Use -

Jungmin Yi

Urban and Regional Planning

Department of Environmental Planning

The Graduate School

Seoul National University

Mixed land-use is a major means for sustainable cities and low-carbon, green-growth cities. It enables efficient urban transport and energy consumption. Mixed land-use is commonly classified into horizontal land-use mix and vertical land-use mix. Each refers to mixed-use on flat surface and vertical clusters. In compact cities such as the Seoul Metropolitan Area, it is necessary to consider not only the horizontal range but also the vertical range in terms of land-use.

However, previous studies have mainly limited their criteria to horizontal land-use mix. Also, studies comparing the effects of the two types of land-use mix on travel behavior are still yet to be explored.

The purpose of this study is to define the concepts of a horizontal and vertical land-use mix and to analyze the effect of mixed land-use on daily travel distance. First, the study calculated the horizontal and vertical land-use mix index for each administrative district by using the building floor-use data. Horizontal land-use mix, measured by the Entropy Index using weighted floor-use data, is defined at the level of mixed land-use in horizontal scope within the administrative district. Vertical land-use mix, measured using Gini Coefficient, is defined through the distribution(evenness) of complex-use building. Then, the study constructed the multi-level regression model using the travel data from the 2016 Household Travel Diary Survey to verify the effects of individual and regional characteristics. Individual characteristics include gender, age, occupation, etc., and regional characteristics include the indices of horizontal and vertical land-use mix.

As a result of the analysis, both horizontal and vertical land-use mix had a statistically significant correlation with weekday daily travel distance and commuting travel distance. Meanwhile, only vertical land-

use mix was statistically significant for daily(non-commuting) purpose travel, and both land-use mix indices were not significant in the weekend model. Next, the degree of influence of each index on travel was compared through the marginal effect. In the daily travel distance model, the effect of vertical land-use mix was 1.18 times higher than that of horizontal land-use mix, whereas in the commuting model, the effect of horizontal land-use mix was 1.44 times higher than that of vertical land-use mix.

According to these results, each type of mixed land-use have different influences on travel behavior by purpose. So, it is necessary to consider these in land-use planning or transportation planning. Recently, the need for flexibility of the zoning system has been actively discussed. These results can be a basic study for the development and management of sustainable cities and desirable land-use mix strategies.

Keywords : mixed land-use, horizontal land-use mix, vertical land-use mix, land-use mix index, travel distance, hierarchical linear model

Student Number : 2020-25987