

교통접근성의 변화가 수도권 통근자의 통근수단 선택에 미치는 영향, 2005-2015

- 조건부로지토형을 활용하여 -*

이경재**·김찬성***·이성우****

The Impact of Transportation Accessibility on the Mode Choice for Commuters in the Seoul Metropolitan Area in 2005 to 2015

- Application of Conditional Logit Model -*

Kyungjae Lee**·Chansung Kim***·Seongwoo Lee****

요약 : 이 연구의 목적은 서울을 중심으로 교통접근성의 변화가 수도권 통근자의 통근 행태 및 변화에 미치는 영향을 분석하는 데 있다. 이 연구는 접근성을 도로와 철도의 2가지로 구분하였으며, 개별 접근성의 변화가 통근수단 선택에 미치는 영향을 분석하였다. 이 연구의 통근수단 선택의 분석을 위해 조건부로지토형을 활용하였으며, 통근시간과 비용, 통근자의 인구 및 사회경제적 특성 및 지역적 특성이 통근수단 선택에 미치는 영향을 동시에 분석하기 위해 혼합로지토형을 적용하였다. 분석 결과, 수도권 통근자는 통근시간에 비해 통근비용의 변화에 민감하게 반응하는 것으로 나타났다. 또한 수도권 지역에서 도로접근성의 향상은 버스보다 자가용을 이용할 확률의 상승으로 이어졌으며 철도접근성의 향상은 대중교통 이용 확률 상승에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 드러났다. 따라서 수도권에 기존에 계획되고 있는 철도 중심의 광역교통체계망 구축의 효율성을 극대화하기 위해서는 정차역 인접지역에 대한 버스의 접근성 개선이 가능한 도로망 투자가 동반되어야 할 것으로 판단된다.

주제어 : 통근수단선택, 조건부로지토형, 혼합로지토형, 도로접근성, 철도접근성, 교통접근성

ABSTRACT : A critical role of the transportation infrastructure on mode choice of urban households has been widely recognized. Despite the apparently widespread recognition and acceptance that such relationship exists, scopes of empirical studies testing this hypothesis is limited both in Korea and abroad. The main purpose of this study is to examine the effect of transportation infrastructure on mode choice of commuters utilizing the two cross-sectional data on local autonomies in Seoul Metropolitan Area (SMA) over the period of 2005-2015. This study found that commuters in SMA weighs commuting costs more than commuting time in their mode choice. This study also found, while increasing railway accessibility is positively associated with train and composite mode choices, road accessibility is more likely to be related to the automobile choice rather than bus choice. We conclude the paper by highlighting policy implications that can enhance the effectiveness of investments on transportation infrastructure aiming at increasing efficiency of the transit oriented development in the SMA.

KeyWords : Mode choice, conditional logit model, mixed logit model, accessibility

* 이 논문은 서울특별시·서울연구원이 주최한 「2020 서울연구논문공모전」에 응모한 논문을 토대로 수정 보완한 논문입니다.

** 서울대학교 농경제사회학부 지역정보학전공 지역개발연구실 연구원(Researcher, Program in Regional Information, Seoul National University)

*** 한국교통연구원 선임연구위원(Senior Research Fellow, The Korea Transport Institute)

**** 교신저자, 서울대학교 농경제사회학부 지역정보학전공 교수(Professor, Program in Regional Information, Seoul National University), seonglee@snu.ac.kr

I. 서론

산업화·도시화로 인해 서울 및 수도권으로 인구가 집중되면서 주거문제가 심화되자 정부는 1990년대 1기 신도시 개발 및 2000년대 2기 신도시 개발, 그리고 2020년 현재 3기 신도시 개발계획을 수립하는 등 지속적으로 서울 외곽에 신규 주택 공급을 추진하고 있다. 하지만 1, 2기 신도시 건설은 자족기능의 미흡으로 인구의 수도권 집중을 초래하고 국토의 불균형 정도를 심화시키는 부정적 효과를 유발했다는 비판에 직면하고 있다(김현수, 2007). 또한 경제적 자족성이 결여된 주택 공급 위주의 신도시 개발 정책은 지역의 공간적 자족성을 향상시키지 못했으며, 결국 직주 분리의 심화로 인한 광역통근문제가 새로운 도시문제로 대두되었다(조용래·박지선, 2019). 특히 서울과 경기도 및 인천 등 수도권 내 지역 간 통근에 드는 통근 시간 증가 및 교통 혼잡 등의 사회적 비용은 갈수록 증대되고 있는 실정이다(이진선, 2019).

수도권 통근의 사회적 비용에 대한 문제가 대두됨에 따라 서울시와 경기도, 그리고 인천광역시는 역내 교통체계의 효율성과 지속가능성을 높이기 위해 대중교통체계 개편, 버스 중앙 차로제 도입, 교통수요관리 정책 강화 등의 다양한 교통정책을 추진해 왔다. 특히 2004년 서울버스와 수도권 전철 간의 환승할인제도가 시행된 이후 확장된 대중교통 수단 간 환승제도는 대중교통 시스템에 획기적인 변화를 가져왔으며, 경기도와 인천광역시와 환승제 확대를 통해 과거 대중교통 서비스가 다른 교통수단과의 연계성이 부족했던 측면(정희윤·김선웅, 2002)을 보완하였다. 이 외에도 2009년에

지하철 9호선이 개통되고 2012년에는 지하철 신분당선이 개통되는 등 통근시간 단축 및 교통 혼잡 해소를 위해 수도권 지역에서는 지속적으로 새로운 지하철 노선이 개통되고 있으며 기존의 지하철 노선 연장 사업 또한 시행되고 있다. 도로망의 확충과 지하철 노선의 신설 및 확장은 수도권 지역의 접근성 변화를 야기하며 이러한 변화는 지역별 통근자들의 통근패턴에 다른 영향을 미칠 것으로 예측된다.

이 연구의 목적은 서울을 중심으로 교통접근성의 변화가 수도권 통근자들의 통근수단 선택에 미치는 영향을 분석하는 데 있다. 이 연구에서는 수도권의 접근성 변화에 미치는 영향을 도로와 철도의 2가지 SOC 투자로 구분하였으며, 개별 접근성의 변화가 통근수단 선택에 미치는 영향을 분석하여 향후 수도권 교통SOC 투자에 대한 정책적 시사점을 도출하는 것을 주요 연구내용으로 하고 있다. 이 연구에서는 2005년과 2015년 인구주택총조사 2% 표본자료와 한국교통연구원에서 구축한 수도권 내 출발지와 도착지(Origin-Destination)에 따른 통근수단별 시간과 비용 자료, 그리고 2005년과 2015년의 수도권 내 자치단체별 도로 및 철도의 접근성 자료 등을 이용하였다. 이 연구에서는 시간과 비용 함수인 통근수단 선택(Mode Choice)의 분석을 위해 조건부로지트모형(Conditional Logit Model)을 활용하였으며, 아울러 통근시간과 비용, 통근자의 인구 및 사회경제적 특성 및 지역적 특성이 통근선택에 미치는 영향을 동시에 분석하기 위해 혼합로지트모형(Mixed Logit Model)을 적용하였다.

II. 선행연구

통근의 주요 기능은 경제활동 공간과 주거활동 공간의 연계이며(이성우 외, 2004) 통근은 현대사회에서 개인이 삶을 영위하는 데 필수적인 요소라는 점에서 개인과 가구의 삶의 질에 영향을 미치는 주요한 요소이다(장성만, 2019). 이러한 통근은 도시 구조 및 교통정책의 변화와 밀접한 관계를 가지며 따라서 도시 관련 전반적 분야에서 주요 연구대상으로 다루어지고 있다.

통근통행과 관련한 연구는 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 우선, 통근거리와 시간에 대한 연구들이다(김형태, 2009; 성현곤, 2012; 성현곤·손동욱, 2020; 손웅비·장재민, 2019; 이희연·이승민, 2008; 장재민, 2017; 장재민·김태형, 2016; 장재민 외, 2019; 전명진·정명지, 2003; 전명진, 2008; 진은애·진장익, 2017; 최은진·김의준, 2015; Pike and Lubell, 2018; Hong et al., 2018; Ding et al., 2017). 이들은 주로 통근거리와 시간에 영향을 미치는 요인들을 분석하며 수도권의 광역화 및 서울의 교외화 등으로 인한 직주불균형의 심화에 대해 논의하고 있다.

손웅비·장재민(2019)은 가구의 사회·경제적 특성을 중심으로 통근시간에 영향을 미치는 변인을 분석하고 통근 지역별 주요 교통수단을 우선적으로 개선할 필요성을 강조하였다. 더 나아가 직주근접형 도시를 지향하며 동내 통근 비중이 높은 자치구에 친환경교통수단 이용 활성화를 통해 통근시간 감소 및 대기오염 저감 정책을 제안하였다. 한편 개인의 사회경제적 특성 중 통근자가 종사하는 산업의 특성 또한 통근거리 및 시간에 영향을 미칠 수 있다. 최은진·김의준(2015)은 경제적 여건이 더 우

수한 통근자의 통근시간이 길게 나타남을 입증하였다. 통근자가 고임금 산업에 종사하는 경우 거주지 선택에 있어서 통근비용보다는 거주지의 환경이 중요한 요소가 되어 통근거리가 길어지며 저임금 산업에 종사하는 경우 통근비용이 중요한 변수로 간주되어 통근거리가 짧은 거주지 또는 직장을 선택하게 된다는 것이다.

개인의 특성뿐만 아니라 지역의 특성 또한 통근거리 및 시간에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 김형태(2009)는 인구의 급격한 교외화와 같은 공간구조의 변화로 인해 수도권의 직주불일치는 심화되었지만 교통하부구조의 확충, 보다 빠른 교통수단의 존재 등으로 인한 이동성의 증가로 인해 직장과 주거지를 잇는 실제 통근시간은 짧아졌음을 밝혔다. 더 나아가 출발지인 주거지역에 직장을 공급하고 도착지인 직장 인근에 주거를 공급하는 직주균형정책이 통근거리 감소에 일정한 효과가 있을 것이라고 주장하며 직장과의 균형을 촉진하는 토지이용정책을 통해 통근통행의 효율성을 증진시키는 방안을 제시하였다.

다음으로, 통근통행수단 선택 및 통근통행수단 선택에 영향을 미치는 요인들을 분석한 연구들이 있다(전은하·이성우, 2007; 이성우 외, 2004; 이혜승·이희연, 2009; 김수재 외, 2018; Keyes and Crawford-Brown, 2018; Clark et al., 2016; Ton et al., 2020; Masoumi, 2019; Guo et al., 2020; Van et al., 2014; Ding et al., 2018; Ko and Byun, 2019; Luan et al., 2020). 이들은 주로 자가용 대신 대중교통과 같은 다른 통근수단의 이용을 활성화하기 위한 정책적 대안을 제시하고 있다.

대부분의 통근자들은 통근시간, 통근거리, 통근수단의 소유 또는 사용가능성 등을 고려하여 통근

수단을 선택하며 동일한 통근수단을 반복적으로 이용한다(Ton et al., 2020). 또한 개인의 특성과 관계없이 특정 수단의 이용 확률은 인구 밀도 등 도시의 환경적 특성에도 영향을 받는 것으로 나타났다. 전은하·이성우(2007)는 1995~2000년 사이 수도권 교차통근자의 통근수단 선택의 변화를 분석하며 개인의 인구, 사회·경제적 특성뿐만 아니라 지역적 특성도 통근수단 선택과 밀접한 관련을 갖는 것을 밝혔다. 또한 정책 여부에 따라 자가용 이용자의 대중교통으로의 전환 가능성이 크다는 것을 입증하며 대중교통서비스 개선의 필요성을 강조하였다. Guo et al.(2020)은 통근수단과 관련한 연구 중 상당수는 통근거리 및 시간과 수단의 특성에 초점을 맞추고 주거지와 직업 특성 등을 배제한 채 진행되었음을 지적하였다. 이러한 경향은 특정 요인의 중요성을 과대 측정하는 것으로 이어졌고 결국 잘못된 결과를 바탕으로 비합리적인 정책 대안의 제시가 이루어졌다고 주장하였다.

대한민국의 대중교통 수송 분담률은 과거보다 상승하고 있지만 수도권 내 통행량 증가, 특히 시외 지역에서 서울로의 통근 증가와 이에 따른 혼잡이 심화될 것으로 예상된다. 이러한 상황에서 최근의 지속가능한 도시 및 교통정책 분야는 통행에서의 자가용에 대한 의존도와 통행거리 및 시간을 감소시키는 것을 중요한 정책 목표로 삼고 있다. 성현곤·손동욱(2020)은 승용차 소유 억제에 대한 규제와 보상의 정책은 실질적으로 승용차의 이용을 억제할 수 있는 효과를 가지고 있음을 주장하였다. 뿐만 아니라 승용차의 통근시간을 줄이기 위한 도로망 개선보다는 승용차 이용 확률을 줄이는 요인의 중요성과 대체교통수단의 이용이 용이한 교통체계의 구축 및 직주균형 등 도시 환경 개선의 중요성을 강조하였다. Clark et al.(2016) 또한 인구 밀도 및

대중교통 접근성 향상 등의 지역적 특성의 변화는 자가용을 이용하는 통근자들의 통근수단 선택의 변화를 이끌어낼 수 있음을 주장하였다.

요약하면, 전 세계적으로 진행되고 있는 거대도시화의 주요 의제라고 할 수 있는 통근 및 통근수단 선택 분석에 관한 연구는 국내외를 막론하고 활발히 진행되고 있음을 알 수 있다. 대부분의 연구는 직주불균형 등의 요인으로 변화한 통근거리 및 시간에 관한 내용을 담고 있으며 더 나아가 통근거리 및 시간의 감소를 위한 방안을 모색하고 있다. 하지만 통근에 영향을 미치는 교통SOC의 지역별 차이와 이러한 차이가 지역 간 통근수단 선택에 미치는 영향을 분석한 연구는 상대적으로 미미한 상황이다. Keyes and Crawford-Brown(2018)이 주장하고 있듯이 교통 수요 예측 및 교통 정책 결정이 정당성을 확보하기 위해서는 개인 수준 혹은 가구 수준의 통근 형태가 어떻게 변화하는지에 대한 분석이 선행되어야 한다. 하지만 통근수단 선택에 대한 이러한 분석은 통근에 직접적 영향을 미치는 교통SOC의 투자와 연계된 지역별 교통접근성을 통제된 상황에서 유효하다고 할 수 있다(Geurs, 2018; Gutierrez, et al., 2010).

1980년대 이래 수도권의 경우 자족성을 가정한 주거지의 교외화 등 서울시에 집중된 도시의 기능을 분산시키는 정책이 지속 추진되고 있으나 노동시장을 중심으로 한 서울의 경제적 독점성은 변치 않고 있으며(진은애·진장익, 2017) 오히려 확산되고 있다. 이 연구는 2005~2015년 사이 서울을 중심으로 수도권 거주자의 통근수단 선택에 관한 형태 및 변화 추이를 분석하고 이를 바탕으로 향후 수도권의 교통SOC 투자에 필요한 정책적 시사점을 도출하는 것을 주요 목적으로 하고 있다. 이 연구에서는 특히 각 지역의 도로접근성 및 철도접근

성이 개인의 통근수단 선택에 미치는 영향을 분석하고 있다. 접근성을 활용한 기존의 연구는(조남건 외, 2004; 김찬성 외, 2005; 임정은·조성훈, 2019; Limanond and Nierneier, 2003) 개인의 통근수단 선택보다 공간적인 관점에서 접근성의 변화가 지역 간 통행량에 미치는 영향에 중점을 두고 분석되었다. 이 연구는 기존의 연구와는 달리 도로접근성 및 철도접근성이 개인 수준의 통근수단 선택에 미치는 영향의 분석과 이에 기초한 정책적 함의를 제시하고 있다.

III. 분석 방법

수도권 거주자의 통근수단선택 분석을 위해서 이 연구에서는 조건부로지모형과 혼합로지모형을 활용하였다. 이들 모형은 McFadden(1974)에 의해 개발된 이래로 통근 및 인구이동 등 다양한 실증분석에 활용되고 있다. 조건부로지모형을 활용하면 연령, 성별 등 개인의 특성과 같은 통근수단과 관계없이 고정적 변수(Invariant Variables to Response Categories)뿐만 아니라 동일한 개인에 대해서도 선택한 통근수단에 따라서 변동하는 시간 및 비용과 같은 선택 한정적 변수(Choice Specific Variables)를 반영한 분석이 가능하다. 즉, 개인은 자신의 인구학적 및 사회경제적 특성에 따라 효용을 극대화하는 통근수단을 선택하지만 각 통근수단이 지니고 있는 통근시간 및 비용과 같은 선택 한정적 특성에 따라서도 효용이 달라지기 때문에 이를 고려하여 통근수단을 선택하게 되고 이를 분석하는데 적합한 모형이 조건부로지모형이다.

조건부로지모형은 확률효용모형(Random Utility Model)으로 다항 로짓 모형(Multinomial Logit Model)을 더 일반화한 것이다. 모형에 대한 설명은 다음과 같다. 개인 i 는 대안수단 J 중 가장 효용이 큰 수단 j 를 선택한다. 파라미터 벡터 α 로 표시되는 Z_{ij} 는 개인 i 가 선택한 통근수단 j 가 지니는 선택 한정적 특성을 나타내고, 파라미터 벡터 β 로 표시되는 X_i 는 수단 선택에 관계없이 일정한 개인의 특성을 나타낸다. 이 경우 선택 한정적 특성만을 고려했을 때 개인 i 가 선택한 수단 j 에서 얻는 간접효용함수는 다음과 같다.

$$\text{식 1) } U_{ij} = V(Z_{ij}) + \epsilon$$

이 연구에서의 $j=1,2,3,4$ 이며 각각의 통근수단이 버스(=1), 기차(=2), 복합수단(=3), 자가용(=4)을 의미한다. 조건부로지모형에서 개인이 수단 j 를 선택할 확률은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{식 2) } P_{ij} = P(U_{ij} > U_{ik}) = \frac{e^{\alpha' z_{ij}}}{\sum_{k=1}^J e^{\alpha' z_{ik}}}$$

선택 한정적 특성을 반영하지 않은 다항 로짓 모형에서의 간접효용함수와 통근수단 선택 확률은 다음과 같다.

$$\text{식 3) } U_{ij} = V(X_{ij}) + \epsilon$$

$$\text{식 4) } P_{ij} = P(U_{ij} > U_{ik}) = \frac{e^{\beta' x_i}}{\sum_{k=1}^J e^{\beta' x_i}}$$

앞의 식 1)~4)에 나타난 선택 한정적 특성과 개인의 특성을 종합하면 다음과 같은 간접효용함수와

혼합로짓모형의 확률식으로 표현할 수 있다.

$$\text{식 5) } U_{ij} = V(Z_{ij} + X_{ij}) + \epsilon$$

$$\text{식 6) } P_{ij} = P(U_{ij} > U_{ik}) = \frac{e^{\alpha' z_{ij} + \beta' x_i}}{\sum_{k=1}^J e^{\alpha' z_{ik} + \beta' x_i}}$$

이 연구에서는 통근수단별 시간과 비용에 따른 수단 선택 분석을 위해 ASCs(Alternative Specific Constants)항을 포함하는 조건부로짓모형과 통근자의 인구학적, 사회경제적 변인 및 접근성 등의 지역 변인을 통제한 혼합로짓모형을 활용하였다. 이의 적용과 해석은 이성우 외(2005)를 참고하였다.

IV. 자료 및 변인

수도권 거주자의 통근수단 선택 분석에 사용된 자료는 통계청이 제공하는 2005년과 2015년 인구주택총조사 자료와 한국교통연구원에서 구축한 연도별 지역의 접근성 자료 및 수도권 내 출발지와 도착지(Origin-Destination)에 따른 통근수단별 소요 시간과 비용 자료이다. 2005년 인구주택총조사 자료는 2% 표본 자료이고 2015년 자료는 20% 표본 자료이기에 단순무작위표본추출(Random Sampling)을 통해 2% 표본 자료로 통일하여 분석을 진행하였다. 이 연구에서는 거주지의 위치에 따라 서울과 인천 및 경기도 지역을 양분하였다. 즉 서울을 거점으로 하여 인천과 경기도를 서울 시외 지역으로 정의하고 역내 및 지역 간 통근수단 선택에 대한 분석을 시행하였다. 이 경우 수도권 거주

자의 통근권역을 서울에서 서울로 통근하는 경우(서울-서울), 서울에서 시외로 통근하는 경우(서울-시외), 시외에서 서울로 통근하는 경우(시외-서울), 그리고 시외에서 시외로 통근하는 경우(시외-시외)로 분류할 수 있다. 이 연구의 주요 목적이 서울시를 중심으로 한 교통SOC 투자가 통근수단 선택에 미치는 영향을 분석하는 것이기에 서울시와 공간적 연계성이 없는 시외-시외의 경우는 분석에서 제외하였다.

이 연구의 종속변인인 통근수단은 버스, 기차, 2개 이상의 통근수단이 이용된 복합수단, 그리고 자가용으로 구분하였다. 통근수단 중 기차는 전철과 지하철 등 모든 철도교통수단을 포괄한다. 2007년 수도권 대중교통 환승제도가 확장 시행된 이후 수도권 통근자의 경우 여러 통근수단 중 하나의 수단만 이용하는 것이 아니라 2개 또는 그 이상의 수단을 복합적으로 이용하는 경우가 증가하였다. 그러나 인구주택총조사 자료에서는 2개 이상의 수단을 이용한다고 응답하여도 환승 여부를 파악할 수 없다는 한계가 존재한다. 따라서 이 연구에서는 여러 통근수단을 이용한다고 응답한 경우 복합수단을 선택한 것으로 정의하고 분석을 진행하였다.

독립변인 중 통근시간과 통근비용은 조건부로짓모형에서 선택 한정적 변수로 활용되었다. 이 두 변인은 한국교통연구원에서 매년 구축하는 국가교통DB의 출발지와 목적지에 따른 통근수단별 소요되는 시간과 비용을 선택대안과 비선택대안에 대해 각각 도출하여 적용한다. 이들 변수가 일반화변수이고, 혼합로짓모형에서는 통근시간과 통근비용의 2가지 선택한정 변수 외에 인구학적, 사회·경제적 변인 및 지역의 접근성 등 지역변인을 활용했으며 이 내용은 <표 1>에 설명되어 있다. 개별 사회·

경제적 변인의 효과에 대한 예측을 설명하면 다음과 같다.

일반적으로 연령이 증가하면 소득이 증가하므로 자가용을 이용할 확률이 높아질 것으로 예상되지만 고령층의 경우에는 신체적 능력 및 대중교통 정책 등으로 인해 대중교통 이용 확률이 높아질 가능성도 존재한다. 한편, 남성이 여성보다, 그리고 고학력자일수록 통근거리가 더 긴 것으로 알려져 있다(전은하·이성우, 2007; Lee and McDonald, 2003). 이 연구에서는 성별과 학력이 통근 거리뿐만 아니라 통근수단 선택과도 상관관계가 존재할 것으로 예상하였고 남성, 고학력자는 대중교통 수단에 비해 자가용을 이용할 확률이 높을 것으로 예측하였다.

성별과 학력뿐만 아니라 사회·경제적 요인도 통근수단 선택에 영향을 미칠 것으로 판단하였다. 종사상 지위 및 직업은 소득을 대신할 수 있는 변수로, 임금 근로자보다 자영업 및 사업을 하는 경우 대중교통보다 자가용을 이용할 확률이 높을 것으로 예측하였다. 직업 수준 또한 전문직일수록 자가용을 이용해 통근할 확률이 높을 것으로 예상된다.

한편, 자가에 거주하는 경우 차가에 거주하는 경우에 비해 일반적으로 소득이 높은 경우가 많기 때문에 자가에 거주하는 통근자의 대중교통 이용 확률이 낮을 것으로 예측하였다. 모든 가구원이 자가용을 소유하고 있을 가능성은 낮을 것으로 판단되기 때문에 가구당 노동자 수가 2명 이상일 경우 대중교통을 이용해 통근할 확률이 높을 것으로 예측된다.

마지막 변인은 교통접근성지표이다. 지역의 교통접근성이 통근수단 선택과의 관계가 존재하는지 분석하기 위해 지역별 도로접근성 및 철도접근성

을 독립변인으로 설정하였다. 이 지표는 Hansen (1959)이 정의한 “상호작용을 위한 기회의 잠재력 (potentials of opportunities for interaction)”을 구체화한 것이다. 이 지표의 의미는 특정지역이 가지는 잠재력의 크기를 나타낸다. 교통의 산출물 (Travel outcomes), 지역개발, 헤도닉(Hedonic) 변수에 영향을 주는 독립변수로 많은 연구에서 활용되어 왔다. 지표 추정에는 이 연구는 조남건 등 (2004), 김찬성(2020)과 같은 아래의 식 7)과 식 8)을 이용하였다.

식 7)

$$\text{도로 접근성 (Road}_i) = \frac{1}{2(n-1)} \left(\sum_{j=1, j \neq i}^n \frac{O_j}{T_{ij}^{\text{Road}}} + \sum_{k=1, k \neq i}^n \frac{D_k}{T_{ik}^{\text{Road}}} \right)$$

식 8)

$$\text{철도 접근성 (Rail}_i) = \frac{1}{2(n-1)} \left(\sum_{j=1, j \neq i}^n \frac{O_j}{T_{ij}^{\text{Rail}}} + \sum_{k=1, k \neq i}^n \frac{D_k}{T_{ik}^{\text{Rail}}} \right)$$

위 식에서 n 은 우리나라 시·군·구 수를 의미하며 여기에서는 247개의 시군구를 대상으로 2005년과 2015년의 지역별 접근성을 계산하였다. T_{ij} , T_{ki} 는 각각 i 지역과 j 지역, k 지역과 i 지역 간 도로 및 철도 이용 시 소요되는 통행시간을 의미한다. O_i 는 i 지역이 출발지인 통행자 수이며 D_k 는 k 지역이 도착지인 통행자 수를 의미한다. 각 연도의 지역 간 통행시간은 해당 연도의 국가교통DB의 수단별 기종점통행량과 네트워크를 이용하여 교통수요 분석프로그램인 emm4에서 도출되었다.

연도별 서울지역에서의 도로 및 철도 접근성은 시외지역보다 현저히 높은 것으로 드러났으며, 수도권지역에서의 도로 및 철도접근성은 2005년 대비 2015년 개선된 것으로 분석되었다. 시외지역의

경우 2005년 대비 2015년 도로접근성의 변화에 비해 철도접근성의 개선이 현저한 것으로 드러났다(부록 1) 참조).

〈표 1〉 변인설명

변인	내용
종속변인	MODE 버스, 기차, 복합수단, 자가용
독립변인	TRAVTIME 통근시간 TRAVCOST 통근비용
인구학적변인	AGE 연령 AGE_SQ 연령×연령 GENDER 남자(=1), 여자(=0) SCHOOL1 고졸 이하(참조집단) SCHOOL2 대졸 이하 SCHOOL3 대학원 이상
사회·경제적변인	STATUS1 고용원을 둔 사업주 STATUS2 고용원 없는 자영업 STATUS3 임금, 봉급 근로자(참조집단) JOB1 전문직 JOB2 사무, 서비스직 JOB3 판매직 JOB4 농림수산업 JOB5 기능직 JOB6 일용노동직(참조집단)
가구변인	OWN 자가(=1), 차가(=0) NO_WORK 가구당 노동자 수 2명 이상(=1), 1명(=0)
지역변인	LOCATE1 종로구, 중구, 용산구(참조집단) LOCATE2 동대문구, 성동구, 중랑구, 광진구 LOCATE3 성북구, 강북구, 도봉구, 노원구 LOCATE4 마포구, 은평구, 서대문구 LOCATE5 강서구, 양천구, 구로구, 금천구 LOCATE6 관악구, 영등포구, 동작구 LOCATE7 강남구, 서초구 LOCATE8 강동구, 송파구 LOCATION1 인천(참조집단) LOCATION2 서울 인접 LOCATION3 서울 근교 LOCATION4 서울 외곽
접근성변인	ROAD 직장 소재지의 도로접근성 RAIL 직장 소재지의 철도접근성

V. 분석결과

1. 수도권 통근자의 현황 분석

〈표 2〉는 2005년, 2015년 수도권 거주자의 통근권역별 통근수단 이용 현황을 보여준다. 우선 서울 내의 통근자를 살펴보면, 같은 기간 중 버스 이용률은 감소하였다. 2005년 22.82%의 통근자가 버스를 이용했지만, 2015년에는 버스의 이용률이 18.07%로 하락하였다. 기차의 이용률을 살펴보면 2005년과 2015년 모두 기차 이용률이 가장 높음을 확인할 수 있다. 기차를 이용하여 통근하는 비율은 2005년에는 36.36%였지만 2015년에는 38.04%로 상승하였다. 복합수단을 이용하여 통근하는 사람들의 비율은 2005년 9.81%에서 2015년 18.61%로 2배 가까이 상승하였다. 자가용 이용의 경우 2005년에서 2015년 사이에 약 6%p 감소하였다. 이러한 경향은 서울 지하철의 지속적인 노선 확장 및 신규 노선 개통, 대중교통 환승제도 도입 등의 대중교통 이용 환경의 변화에서 기인한 것으로 판단된다.

서울에서 시외 지역으로 통근하는 경우 버스 이용률은 약 3%p 감소하였으며 기차 이용률은 소폭 상승하였다. 복합수단의 경우 2005년 8.44%에서 2015년 16.6%로 이용률이 2배 가까이 상승하였다. 한편, 자가용 이용률이 가장 높았는데 2005년에는 이용률이 50%를 넘었으나 2015년에는 47.89%로 하락하였다.

시외 지역에서 서울로 통근하는 경우의 버스 이용률은 2005년에서 2015년 사이 약 3.4%p 감소하였다. 2005년에는 23.12%의 통근자가 기차를 이용해 통근을 했지만, 2015년에는 25.19%의 통근자가 기차를 이용한다고 응답하여 이용률이 소폭 증가하였으며, 복합수단의 경우 이용률이 2배 가까이 상승하였다. 통근수단으로 자가용을 선택한 통근자의 비율은 2005년에는 47.7%였던 것이 2015년에는 36.2%로 약 11%p의 감소폭을 보였다. 서울-시외 간 이러한 변화는 같은 기간 중 이루어진 전철구간의 교외 확충과 환승제도의 공간적 확대에 기인하는 것으로 판단된다.

수도권 거주자 중 서울 시내 통근자의 비율은 2005년 40.65%에서 2015년 34.38%로 감소하였고 서울로 통근하는 사람들의 비율 또한 2005년

〈표 2〉 수도권 거주자의 통근권역별 통행수단, 2005-2015

		(단위: %)			
		서울-서울	서울-시외	시외-서울	시외-시외
2005	버스	22.82	19.49	19.79	31.87
	기차	36.36	18.49	23.12	3.90
	복합수단	9.81	8.44	11.83	0.00
	자가용	31.01	53.58	45.25	64.23
	총합	40.65	7.32	16.19	35.84
2015	버스	18.07	16.08	16.40	26.76
	기차	38.04	19.43	25.19	5.05
	복합수단	18.61	16.60	22.21	6.57
	자가용	25.28	47.89	36.20	61.62
	총합	34.38	7.63	17.99	40.00

출처: 인구주택총조사 2% 표본자료, 통계청.

57.84%에서 2015년 52.47%로 감소하였으나 여전히 절반이 넘는 통근자가 서울로 통근하고 있었다. 같은 기간 중 시외 지역에 거주하면서 서울로 통근하는 사람들의 비율은 상승하였는데 이러한 경향은 이 시기 서울 근교 지역에 신도시 개발을 지속 추진해 서울의 주거 기능이 분산된 데 기인하는 것으로 보인다. 또한 서울에서 시외 지역으로 통근하는 사람들과 시외 지역에 거주하면서 시외 지역으로 통근하는 사람들의 비율은 상승하였는데, 이는 전반적으로 서울에 집중되었던 IT 중심의 산업 시설이 서울 인근의 수도권 지역으로 점차 분산된 데 기인하는 것으로 판단된다.

2. 통근수단별 통근시간과 통근비용: 조건부 로짓모형

수도권을 기반으로 통근선택을 통근시간과 비용의 함수로 설정하고 이루어진 선행연구는 전은하·이성우(2007)의 연구가 대표적이다. 하지만 이들의 연구는 복합통근수단을 제외하고 분석하고 있다는 측면과 도로 및 철도접근성과 같은 SOC변인을 통제하지 못했다는 측면에서 당 연구와 차별성을 가지고 있다. 현실적으로 수도권의 통근은 자가용+기차, 기차+버스, 도보+대중교통 등과 같은 다양한 복합수단으로 구성되어 있다는 점을 고려하면, 이러한 복합통근 선택이 내재되어 있는 당 연구가 보다 현실성이 높다고 하겠다.

2005년 대비 2015년의 통근시간과 비용은, 서울 시내의 경우 대중교통 환승제의 영향으로 비용은 유사하거나 오히려 낮아지는 것으로 드러났다. 하지만 서울과 경기/인천을 교차 통근하는 경우 시간과 비용 모두 증가하는 것으로 나타났는데 이것은

이 기간 중 교통접근성 개선에 따라 이루어진 직장의 교외화에 기인하는 것으로 판단된다(부록 2 참조). 하지만 이러한 결과는 지역별 OD(origin-destination)에서 선정된 통근수단별 표본을 통해 교통연구원에서 계산한 집계자료라는 측면에서 한계를 가진다.

이 연구는 교통연구원이 제공한 출발지와 도착지에 따른 통근수단별 시간 및 비용 변수를 인구주택총조사 자료의 개인별 통근수단 선택과 결합하여 통근수단 선택의 권역별 차이를 분석하고 있다. 선택한정 변수 자체로는 통근수단 간 차별성을 반영하지 못하는 한계가 존재하지만, 이러한 문제는 이 연구에서 적용한 조건부로짓모형을 이용할 경우 통근수단별 선택 확률과 한계효과의 분석을 통해 명확히 규명할 수 있다.

〈표 3〉은 조건부로짓모형을 활용하여 2005년과 2015년 수도권 거주자의 통근권역별 통근수단 선택을 분석한 결과이다. 독립변인으로 자가용 선택에 대한 버스, 기차와 복합수단의 ASCs 변인과 선택 한정적 변수인 통근시간과 통근비용을 통제 한 상태에서 통근수단 선택을 분석하였다.

먼저 서울 시내에서의 통근을 살펴보면 2005년에는 통근시간과 통근비용이 증가할수록 자가용에 비해 다른 통근수단을 선택할 확률이 낮아지는 것으로 나타났으나 2015년에는 통근시간이 증가하면 대체 통근수단을 선택할 확률이 높아지는 것으로 나타났다. 2005년 서울 시내 통근자의 경우 통근시간이 한 단위 증가함에 따라 대체통근수단 선택의 확률은 $0.9792\text{배}(=e^{-0.0210})$ 로 낮아지나 2015년에는 $1.0202\text{배}(=e^{0.0200})$ 로 상승하였다. 2015년에는 통근비용이 한 단위 증가함에 따라 대체통근수단을 선택할 확률이 $0.8251\text{배}(=e^{-0.1922})$ 로 감소하여 2005년 $0.8948\text{배}(=e^{-0.1111})$ 에 비해 민감하게

반응하는 것으로 나타났다. 이러한 차이는 $p < .01$ 수준에서 유의한 것으로 분석되었다.

서울-시외 통근은 2005년과 2015년 모두 통근 시간과 통근비용이 증가할수록 자가용보다 다른 통근수단을 선택할 확률이 낮아지는 것으로 확인됐다. 통근시간이 한 단위 변화할 때 2005년은 대체통근수단을 선택할 확률이 0.9812 배($=e^{-0.0190}$), 2015년에는 0.9972 배($=e^{-0.0028}$) 낮아지는 것으로 나타났다. 통근비용의 경우 한 단위 변화할 때 2005년에는 0.9371 배($=e^{-0.0650}$)로 낮아지며 2015년에는 0.8701 배($=e^{-0.1391}$)배 낮아지는 것으로 분석되었다.

시외-서울 통근자도 2005년과 2015년 모두 통근시간과 통근비용이 증가할수록 자가용에 비해 다른 통근수단을 선택할 확률이 낮아지는 것으로 나타났다. 2005년에 통근시간이 한 단위 증가함에

따라 대체통근수단 선택 확률은 0.9736 배($=e^{-0.0268}$) 감소하였고, 2015년에는 0.9930 배($=e^{-0.0070}$) 감소하는 것으로 나타났다. 통근비용이 한 단위 변화함에 따라 대체통근수단 선택 확률은 2005년 0.9249 배($=e^{-0.0780}$), 2015년에는 0.8392 배($=e^{-0.1753}$) 감소하였다. 전반적으로 시간이 흐름에 따라 통근시간의 변화에 따른 대체 통근수단 선택 확률의 변화는 작아지나 통근비용의 변화에 따른 대체 통근수단 선택 확률의 변화는 증가하였다.

〈표 4〉는 〈표 3〉의 결과를 이용하여 통근시간 및 비용에 따른 통근권역별 통근수단의 선택 확률을 추정한 것으로 실제 관측치와 유사한 결과를 보여주고 있다.

서울 시내 통근은 버스를 이용할 확률은 감소하였는데, 2005년 26.59%에서 2015년 14.68%로 이용확률이 약 12%p 감소하였다. 기차의 이용확률은

〈표 3〉 수도권 통근자의 통근수단 선택

	서울-서울			서울-시외			시외-서울			
	bus	train	multi	bus	train	multi	bus	train	multi	
2005	ASC	0.2987***	0.5999***	-0.7881***	-0.6192***	-0.5654***	-1.5342***	-0.2138***	0.0047***	-0.8840***
	travtime		-0.0210***			-0.0190***			-0.0268***	
	travcost		-0.1111***			-0.0650***			-0.0780***	
	N		40,057			7,219			15,954	
	-2LL									
	without covariates		111,062			20,015			44,234	
	with covariates		103,321			16,830			40,195	
	ASC	-0.9618***	-0.0245***	-0.6931***	-1.4044***	-1.1840***	-1.2607***	-0.9856***	-0.5584***	-0.5994***
	travtime		0.0200***			-0.0028*			-0.0070***	
	travcost		-0.1922***			-0.1391***			-0.1753***	
2015	N		34,800			7,935			18,281	
	-2LL									
	without covariates		96,486			22,000			50,686	
	with covariates		92,486			19,849			48,930	

*** $p < .01$ ** $p < .05$ * $p < .10$

2015년 39.65%로 약 6.6%p 상승하였다. 복합수단을 선택할 확률은 2005년 7.85%에서 2015년 21.42%로 세 배 가까이 상승하였다. 반면, 자가용을 이용해 통근할 확률은 감소하였다. 즉 2005년에 비해 2015년에 통근수단으로 대중교통을 선택할 확률이 높아졌음을 알 수 있다.

서울-시외 통근자의 버스 이용 확률은 2005년 20.57%에서 2015년 15.47%로 감소하였다. 기차의 이용확률은 약 2.3%p 상승하였으며 복합수단을 선택할 확률은 2005년 7.13%에서 2015년 16.96%로 두 배 가까이 상승하였다. 자가용을 선택할 확률 또한 서울 시내 통근과 마찬가지로 감소하였으며 2015년에는 절반 이하의 확률로 자가용을 선택할 것으로 나타났다. 서울-시의 통근의 경우 또한 2015년에 통근수단으로 대중교통을 선택할 확률이 상승하였다.

시외-서울 통근자의 통근수단 선택확률의 경우도 버스의 이용 확률은 하락하였는데 2005년 21.90%에서 2015년 16.24%로 줄어들고 있다. 기차의 이용확률은 2015년 25.58%로 약 2.5%p 높아졌고 복합수단의 이용 확률은 2005년 9.19%에서 2015년 22.35%로 상승하였다. 자가용의 이용 확률은 2005년 45.90%에서 2015년 35.84%로 하락하였으며 다른 통근권역에 비해 그 하락폭이 더욱 크다. 모든 통근권역에서 전반적으로 대중교통을 이용할 확률이 증가하였으며 특히 복합수단

을 이용할 확률은 두 배 이상 상승하였다. 이러한 결과는 대중교통 환승제도 도입 등 대중교통 정책의 변화가 실제 수도권 거주자의 대중교통 이용 확률을 상승시킨 것으로 판단된다.

〈표 5〉는 통근비용에 따른 통근권역별 한계효과를 분석한 결과이다. 조건부로짓모형에서의 한계효과는 통근수단의 범주에 따라 다음의 두 식을 통해서 구할 수 있다.

$$\text{식 9) } \frac{\partial P_j}{\partial z_{jk}} = P_j(1 - P_j)\alpha_k$$

$$\text{식 10) } \frac{\partial P_j}{\partial z_{j^*k}} = -P_j P_{j^*} \alpha_k$$

여기에서 하첨자 j 는 선택이 가능한 통근수단들로서 j^* 는 특정 통근수단의 대체 통근수단을 의미한다. 따라서 식 9)는 설명변수가 한 단위 변화할 때 특정 통근수단의 이용 확률에 대한 한계효과를 나타내며 식 10)은 설명변수가 변화 시 대체 통근수단 이용 확률의 한계효과를 나타낸다. 통근수단별 한계효과는 특정 통근수단의 이용 변화에 대한 대체 통근수단의 이용 정도를 의미한다는 점에서 정책적으로도 중요한 의미를 내포하고 있다.

서울 시내 통근자의 통근비용 증가에 따른 통근수단 한계효과와 변화를 살펴보면, 2005년에는 버스의 통근비용이 한 단위 증가할 때 버스 선택

〈표 4〉 통근시간 및 비용에 따른 통근권역별 통근수단 선택확률

	2005			2015		
	서울-서울	서울-시외	시외-서울	서울-서울	서울-시외	시외-서울
버스	0.2659	0.2057	0.2190	0.1468	0.1547	0.1624
기차	0.3298	0.1874	0.2301	0.3965	0.2005	0.2558
복합수단	0.0785	0.0713	0.0919	0.2142	0.1696	0.2235
자가용	0.3258	0.5356	0.4590	0.2426	0.4752	0.3584

확률이 2.17% 감소하며 2015년에는 2.35% 감소하는 것으로 나타났다. 다른 통근수단의 경우도 동일하게 통근비용의 증가에 따른 한계효과의 크기가 증가하고 있다. 서울 시내 통근자는 통근수단 간 대체가 점차 더욱 용이해지고 있다는 점에서 이러한 현상이 나타난 것으로 판단된다. 통근수단별 대체 효과의 경우 자가용으로 대체할 확률은 낮아지고 있으며 복합수단으로 대체할 확률은 높아지고 있다. 통근비용 증가에 따라 버스에서 다른 수단으로 대체할 경우 2005년에는 그중 10.69%의 통근자가 복합수단으로 대체할 것으로 예측되었고

2015년에는 25.1%의 통근자가 복합수단으로 대체할 것으로 나타났다. 특히 자가용을 대체할 경우 2015년에 28.2%의 통근자가 복합수단을 이용할 것으로 예측되었다.

서울-시외 통근자의 경우 통근비용이 한 단위 변화할 때 버스 이용의 한계효과는 2005년 1.06%, 2015년에는 1.81% 감소하는 것으로 나타났다. 다른 통근수단들 또한 통근비용의 증가에 따른 한계효과의 크기가 증가하고 있다. 통근수단별 대체 효과를 살펴보면 서울 시내와 동일하게 자가용으로 대체할 확률은 감소하였으며 복합수단으로 대체할

〈표 5〉 통근비용에 따른 통근권역별 통근수단 한계 효과

		버스	기차	복합수단	자가용	
	서울-서울	버스	-0.0217(100%)	0.0097(44.93%)	0.0023(10.69%)	0.0096(44.38%)
		기차	0.0097(39.67%)	-0.0246(100%)	0.0029(11.71%)	0.0119(48.61%)
		복합수단	0.0023(28.85%)	0.0029(35.79%)	-0.0080(100%)	0.0028(35.35%)
		자가용	0.0096(39.44%)	0.0119(48.92%)	0.0028(11.64%)	-0.0244(100%)
2005	서울-시외	버스	-0.0106(100%)	0.0025(23.59%)	0.0010(8.97%)	0.0072(67.43%)
		기차	0.0025(25.32%)	-0.0099(100%)	0.0009(8.77%)	0.0065(65.91%)
		복합수단	0.0010(22.15%)	0.0009(20.18%)	-0.0043(100%)	0.0025(57.67%)
		자가용	0.0072(44.30%)	0.0065(40.35%)	0.0025(15.35%)	-0.0162(100%)
	시외-서울	버스	-0.0133(100%)	0.0039(29.46%)	0.0016(11.77%)	0.0078(58.77%)
		기차	0.0039(28.44%)	-0.0138(100%)	0.0016(11.94%)	0.0082(59.62%)
		복합수단	0.0016(24.11%)	0.0016(25.34%)	-0.0065(100%)	0.0033(50.55%)
		자가용	0.0078(40.47%)	0.0082(42.53%)	0.0033(16.99%)	-0.0194(100%)
	서울-서울	버스	-0.0235(100%)	0.0109(46.38%)	0.0059(25.11%)	0.0067(28.51%)
		기차	0.0109(24.33%)	-0.0448(100%)	0.0159(35.49%)	0.0180(40.18%)
		복합수단	0.0059(18.73%)	0.0159(50.48%)	-0.0315(100%)	0.0097(30.79%)
		자가용	0.0067(19.48%)	0.0180(52.33%)	0.0097(28.20%)	-0.0344(100%)
2015	서울-시외	버스	-0.0181(100%)	0.0043(23.76%)	0.0036(19.89%)	0.0102(56.35%)
		기차	0.0043(19.37%)	-0.0222(100%)	0.0047(21.17%)	0.0132(59.46%)
		복합수단	0.0036(18.46%)	0.0047(24.10%)	-0.0195(100%)	0.0112(57.44%)
		자가용	0.0102(29.48%)	0.0132(38.15%)	0.0112(32.37%)	-0.0346(100%)
	시외-서울	버스	-0.0225(100%)	0.0069(30.67%)	0.0060(26.67%)	0.0096(42.67%)
		기차	0.0069(21.84%)	-0.0316(100%)	0.0095(30.06%)	0.0152(48.10%)
		복합수단	0.0060(20.91%)	0.0095(33.10%)	-0.0287(100%)	0.0132(45.99%)
		자가용	0.0096(25.26%)	0.0152(40.00%)	0.0132(34.74%)	-0.0380(100%)

확률은 증가하였다. 버스를 대체하는 경우 복합수단으로 대체할 확률은 8.97%에서 19.89%로 상승했고, 자가용을 대체할 경우에도 15.35%에서 32.37%로 상승하였다.

시의-서울 통근자의 통근비용 증가에 따른 한계효과를 살펴보면, 2005년 버스 이용 시 통근비용이 한 단위 증가 할 때 버스 이용 확률이 1.33% 감소할 것으로 예측되었고 2015년에는 2.25% 감소하는 것으로 나타났다. 기차, 복합수단 및 자가용의 통근비용의 변화에 따른 선택확률 변화도 동일한 방향으로 나타나고 있다. 통근수단별 대체 효과를 살펴보면, 앞서 설명한 다른 통근권역의 결과와 동일한 경향을 보이는 것을 확인할 수 있다. 즉, 통근비용의 증가로 인해 다른 수단으로 통근수단을 대체할 경우 자가용을 선택할 확률은 점차 감소하고 있으며, 복합수단으로 대체할 확률은 점차 상승하고 있다. 특히 자가용을 대체할 경우 34.74%의 통근자가 복합수단으로 대체할 것으로 나타났다.

3. 통근수단선택의 결정요인: 혼합로지모형

이 연구에서는 통근시간 및 통근비용과 같은 선택 한정적 변수뿐만 아니라 개인 및 지역적 특성이 통근수단 선택에 미치는 영향을 분석하기 위해 혼합로지모형을 활용하였다. <표 6>은 혼합로지모형을 이용하여 2015년 수도권 통근자의 통근수단 선택에 영향을 미치는 요인을 도로접근성을 포함하여 분석한 결과이며 <표 7>은 철도접근성을 포함한 분석 결과이다. <표 6>과 <표 7>에 제시된 회귀모형의 경우 다수의 독립변인을 통제하는 연유로 다중공선성의 문제가 야기될 수 있다. 하지만 이

연구는 모든 모형에서 VIF가 5를 초과하는 독립변인은 존재하지 않는 것으로 드러나 다중공선성의 문제에서 자유로운 것으로 분석되었다.

우선 서울 시내 통근을 살펴보면, 연령이 높아질수록, 여성보다 남성이, 그리고 학력이 높을수록 자가용보다 대중교통을 이용할 확률이 낮을 것으로 나타났다. 연령의 제곱변인은 대중교통 이용확률과 양(+)의 상관관계를 보이는데 연령이 증가할수록 대중교통 이용확률의 한계효과가 점차 작아진다는 것을 의미한다. 연령이 높아질수록 기차의 이용확률 감소폭이 가장 클 것으로 예측되었으나 성별과 학력의 경우 버스의 이용확률의 감소폭이 가장 클 것으로 나타났다.

사회·경제적변인 중 종사상 지위의 경우, 고용원을 둔 사업주(status1)와 자영업자(status2)의 대중교통 이용확률은 임금근로자에 비해 낮을 것으로 예측되었다. 사업주의 자가용 이용 확률은 자영업자에 비해 더 높을 것으로 나타났다. 직업군별로도 통근수단 선택에 차이가 존재하였다. 일용노동직 집단(job6)에 비해 모든 직업군에서 자가용을 이용할 확률이 높게 나타났다. 판매직 종사자(job3)의 버스와 기차 이용 확률이 가장 낮고 농림수산업 종사자(job4)의 복합수단 이용 확률이 가장 낮을 것으로 예측되었다.

가구변인을 살펴보면 자가를 소유할 경우(own) 통근수단으로 자가용을 선택할 확률이 높을 것으로 나타났다. 일반적으로 자가를 소유하는 경우 소득이 높은 것으로 간주된다는 점에서 이러한 결과는 소득이 높을수록 자가용 이용 확률이 높다는 선행연구(신상영, 2004)의 결과와 일치한다고 판단할 수 있다. 가구당 노동자의 수의 경우 예상과 다르게 2명 이상일 경우(no_work) 대중교통 이용 확률이

낮을 것으로 나타났는데 이것은 자가용의 이용이 경제적 수준과 밀접한 관련성이 있는 데 기인하는 것으로 판단된다.

지역의 특성 또한 통근수단 선택에 영향을 미칠 것으로 드러났다. 지역의 도로접근성과 철도접근성은 각각 버스 이용 확률에는 부(-)의 효과를 미치고 기차 및 복합수단 이용 확률에는 정(+)의 효과를 미칠 것으로 나타났다. 지역의 도로접근성이 향상될 경우 경로선택 및 전환이 용이하다(김명수, 2013)는 점에서 버스에 비해 자가용을 이용할 확률이 높아지는 것으로 추론할 수 있다. 그러나 도로접근성의 개선은 기차역으로의 접근성 향상 등 다른 수단과의 연계성이 향상된다는 점에서 기차 및 복합수단 이용에는 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단된다. 철도접근성이 향상되는 경우 기차 및 복합수단 이용 시 편의성이 향상된다는 점에서 이러한 결과가 나타난 것으로 판단된다. 서울 시내를 지역별로 나누어 살펴보면 버스 이용 확률은 서울 시내 전 지역에서 자가용에 비해 낮을 것으로 예측되었다. 강남구, 송파구(locate7, locate8) 등 서울 동남부 지역을 제외한 다른 지역의 기차 및 복합수단 이용 확률은 자가용 이용 확률에 비해 높을 것으로 나타났다. 2009년 지하철 9호선 개통, 2011년 신분당선 개통, 2012년 분당선 연장 등 지하철 이용 환경의 지속적인 개선이 이루어지고 있다는 점에서 이러한 결과가 도출된 것으로 판단된다. 한편 강남구, 서초구, 송파구, 강동구 거주자의 경우 다른 지역 거주자보다 대중교통 이용 확률이 낮을 것으로 분석되었는데, 이들 지역은 다른 지역의 소득 수준이 높은 데 연유하는 것으로 판단된다.

서울-시외 통근은 연령, 성별, 학력 등과 같은

변인은 서울 시내 통근자와 동일한 결과가 나타났는데, 연령이 높을수록, 남성이 여성에 비해, 고학력일수록 자가용 이용 확률이 높을 것으로 드러났다. 사회·경제적 변인의 경우 고용원을 둔 사업주와 자영업자의 자가용 이용확률은 임금근로자에 비해 높을 것으로 예측되었으며, 직업군별로 통근수단 선택의 차이가 있을 것으로 나타났다. 판매직 종사자의 버스 이용확률이 가장 낮고 농림수산업 종사자의 기차 및 복합수단 이용 확률이 가장 낮을 것으로 예측되었다. 가구변인을 살펴보면 자가용 소유할 경우 서울 시내 통근자와 동일하게 버스, 기차 및 복합수단 이용 확률에 부(-)의 효과를 미칠 것으로 나타났다. 가구당 노동자 수가 2명 이상일 경우도 자가용 이용 확률이 높아질 것으로 나타났다.

지역의 특성을 살펴보면 도로접근성은 (통계적 유의성은 부족하지만) 버스 이용 확률에 부(-)의 영향을 미칠 것으로 드러났으나, 기차 및 복합수단 이용 확률에는 정(+)의 효과를 미칠 것으로 분석되었다. 반면 철도접근성은 모든 대중교통 이용 확률에 정(+)의 효과를 미칠 것으로 나타났다. 시외 지역으로 통근하는 경우 서울 시내에 비해 교통 혼잡의 정도가 약하다는 점에서 도로접근성의 향상은 버스보다는 자가용 이용을 촉진한다고 추론할 수 있다. 철도접근성의 경우 철도 이용여건의 향상은 기차뿐만 아니라 버스 이용 시에도 다른 수단과의 연계성의 향상으로도 이어진다는 점에서 이러한 결과가 나타난 것으로 판단된다. 거주지를 지역별로 살펴보면 통계적 유의성이 확보되지 못했지만 전 지역에서 버스 이용 확률은 낮을 것으로 나타났으며, 기차 및 복합수단 또한 전 지역에서 이용 확률이 낮을 것으로 예측되었다. 즉 서울-시외 통근은 거주

지의 특성은 대중교통 이용에 긍정적인 영향을 미치지 못하고 있는 것으로 판단된다.

시외-서울 통근자의 통근수단 선택 요인을 살펴보면, 연령, 성별, 학력의 인구학적 변인은 다른 통근권역 통근자와 동일한 경향이 나타났다. 연령이 높을수록, 남성이 여성에 비해, 고학력일수록 자가용 이용 확률이 높을 것으로 드러났다. 종사상 지위와 직업군의 사회·경제적 변인도 통근수단 선택에 동일한 영향을 미칠 것으로 분석되었다. 임금 근로자에 비해 자영업 및 사업주의 대중교통 이용 확률이 낮을 것으로 나타났으며 그중에서도 사업주의 대중교통 이용 확률이 가장 낮을 것으로 예측되었다. 직업군에 따른 통근수단 선택을 살펴보면 마찬가지로 일용노동직 집단에 비해 다른 직업을 가진 사람들의 자가용 이용 확률이 높을 것으로 나타났다. 통계적 유의성이 부족한 경우도 있지만 농업수산업 종사자의 자가용 이용 확률이 가장 높을 것으로 분석되었다. 서울 시내에서 농업이 이루어지는 곳은 주로 대중교통 이용의 편의성이 상대적으로 미흡한 서울 외곽 지역이라는 점에서 이러한 결과가 나타난 것으로 판단된다. 자가를 소유할 경우 다른 통근권역 통근자와 동일하게 대중교통 이용 확률이 낮을 것으로 드러났다. 가구당 노동자 수가 2명 이상인 경우 버스를 이용할 확률은 높아 지나 기차 및 복합수단을 이용할 확률은 낮아질 것으로 분석되었으나 통계적 유의성은 낮은 것으로 나타났다.

마지막으로 지역의 특성을 살펴보면 도로접근성은 대중교통 이용에 정(+)의 효과를 미칠 것으로 나타났다. 이것은 다른 통근권역과 달리 도로접근성의 향상이 버스 이용확률의 상승으로 이어진다는 것을 의미한다. 철도접근성 또한 대중교통 이용에

정(+)의 효과를 미칠 것으로 나타났다. 서울시 외곽 지역을 구분하여 살펴보면, 서울 인접 지역 거주자의 대중교통 이용확률은 높을 것으로 예측되었다. 서울 근교 거주자와 서울 외곽 거주자의 버스 이용확률이 높을 것으로 나타났으나 기차 및 복합수단 이용 확률은 낮을 것으로 나타났다. 한편, 서울 인접지역에서 서울 외곽 지역으로 갈수록 대중교통 이용 확률은 낮아지는 경향을 보였다. 수도권 지역의 도로망 개선 및 대중교통 접근성이 지속적으로 향상되고 있는데도 아직까지 수도권 지역 간 존재하는 대중교통 접근성의 차이로 인해 서울에서 거리가 멀어질수록 대중교통 이용 확률이 낮아지는 것으로 판단된다.

〈표 6〉 개인 및 지역특성이 수도권 거주자의 통근 선택에 미치는 영향, 2015(도로접근성)

	서울-서울			서울-시외			시외-서울		
	bus	train	multi	bus	train	multi	bus	train	multi
ASC	6.4544***	5.6751***	4.1632***	5.2934***	5.8518***	3.8641***	5.2213***	6.5900***	5.0461***
travtime		0.0401***			0.0013			-0.0082***	
travcost		-0.2294***			-0.1678***			-0.2716***	
age	-0.2323***	-0.2458***	-0.1999***	-0.2111***	-0.2694***	-0.1899***	-0.2523***	-0.2743***	-0.2357***
age_sq	0.0023***	0.0024***	0.0020***	0.0021***	0.0029***	0.0019***	0.0025***	0.0028***	0.0024***
gender	-1.2702***	-0.7516***	-0.6449***	-1.1213***	-0.8351***	-0.8105***	-1.0023***	-0.7880***	-0.6572***
school2	-0.6479***	-0.2332***	-0.1506***	-0.4905***	-0.1053	0.0972	-0.2481***	-0.2045***	-0.0552
school3	-1.1692***	-0.5392***	-0.2912***	-0.3444***	-0.4139***	0.0860	-0.4861***	-0.5712***	-0.1797**
status1	-1.3132***	-1.5651***	-1.3299***	-1.6715***	-1.9667***	-1.4601***	-1.6002***	-1.3756***	-1.2547***
status2	-0.7365***	-0.9910***	-0.8205***	-0.9015***	-0.9422***	-0.9580***	-0.9014***	-0.8817***	-0.7809***
job1	-0.5457***	-0.3499***	-0.2914***	-0.0113	-0.3242**	-0.1394	-0.3660***	-0.0983	0.1664
job2	-0.4055***	-0.1887***	-0.1775**	-0.1044	-0.3942***	-0.1783	-0.3017***	-0.1071	0.1294
job3	-0.6004***	-0.3912***	-0.4027***	-0.4741***	-0.5900***	-0.4557***	-0.4529***	-0.2985***	-0.1586
job4	-0.1397	-0.1394	-1.4328	-0.2067	-2.5179**	-0.8933	-1.5646**	-1.6465**	-1.7075**
job5	-0.4321***	-0.3831***	-0.4773***	-0.3087**	-0.6703***	-0.2817*	-0.4340***	-0.2835***	-0.2107*
own	-0.4101***	-0.2997***	-0.1940***	-0.4535***	-0.4202***	-0.3080***	-0.2407***	-0.1401***	-0.0352
no_work	-0.1425***	-0.1824***	-0.1107***	-0.1843***	-0.0605	-0.1250*	0.0065	-0.0041	-0.0524
locate2	-0.4261***	0.3201***	0.0173	-0.1542	-0.1089	-0.2484			
locate3	-0.3925***	0.3996***	0.3161***	-0.6550***	-0.2236	-0.1053			
locate4	-0.0366	0.1384**	0.1366	-0.1177	-0.3419*	-0.2599			
locate5	-0.3156***	0.0579	0.1240	-0.2137	-0.4638***	-0.3129*			
locate6	-0.2253***	0.4047***	0.3088***	-0.0822	-0.0191	-0.0424			
locate7	-0.4108***	-0.4419***	-0.4139***	-0.0503	-0.8594***	-0.6209***			
locate8	-0.5888***	-0.3076***	-0.3132***	-0.0490	-0.7023***	-0.6168***			
location2							1.2196***	0.0787	0.1748**
location3							0.6722***	-0.6083***	-0.1652**
location4							0.1134	-1.0025***	-0.4333***
road	-0.0098***	0.0402***	0.0279***	-0.0013	0.1026***	0.0840***	0.0079***	0.0162***	0.0169***
N		34,800			7,935			18,281	
-2LL without covariates		96,486			22,000			50,686	
with covariates		85,001			18,122			45,335	

***p<.01 **<.05 *<.10

〈표 7〉 개인 및 지역특성이 수도권 거주자의 통근 선택에 미치는 영향, 2015(철도접근성)

	서울-서울			서울-시외			시외-서울		
	bus	train	multi	bus	train	multi	bus	train	multi
ASC	6.5006***	5.7829***	4.2355***	5.2894***	6.1200***	4.0314***	5.2563***	6.6325***	5.0783***
travtime		0.0394***			0.0019			-0.0084***	
travcost		-0.2296***			-0.1644***			-0.2737***	
age	-0.2323***	-0.2459***	-0.1999***	-0.2133***	-0.2648***	-0.1864***	-0.2523***	-0.2742***	-0.2356***
age_sq	0.0023***	0.0024***	0.0020***	0.0021***	0.0028***	0.0019***	0.0025***	0.0028***	
gender	-1.2673***	-0.7518***	-0.6449***	-1.1197***	-0.8461***	-0.8249***	-1.0016***	-0.7875***	-0.6566***
school2	-0.6460***	-0.2308***	-0.1490***	-0.4927***	-0.0715	0.1185	-0.2448***	-0.2008***	-0.0520
school3	-1.1708***	-0.5318***	-0.2858***	-0.3410***	-0.4024***	0.0922	-0.4806***	-0.5642***	-0.1730**
status1	-1.3158***	-1.5629***	-1.3292***	-1.6779***	-1.9824***	-1.4648***	-1.5997***	-1.3753***	-1.2544***
status2	-0.7387***	-0.9850***	-0.8168***	-0.8987***	-0.9624***	-0.9692***	-0.9007***	-0.8802***	-0.7796***
job1	-0.5446***	-0.3482***	-0.2898***	-0.0165	-0.2858**	-0.1172	-0.3659***	-0.0979	0.1670
job2	-0.4031***	-0.1820***	-0.1724**	-0.1048	-0.3800***	-0.1662	-0.3004***	-0.1050	0.1315
job3	-0.5988***	-0.3874***	-0.4180***	-0.4830***	-0.5642***	-0.4338**	-0.4515***	-0.2965***	-0.1567
job4	-0.1403	-0.1515	-1.4416	-0.2083	-2.6069**	-0.9538	-1.5626**	-1.6445**	-1.7047**
job5	-0.4331***	-0.3858***	-0.4790***	-0.3070**	-0.6894***	-0.2965**	-0.4368***	-0.2864***	-0.2127*
own	-0.4098***	-0.2994***	-0.1936***	-0.4490***	-0.4254***	-0.3116***	-0.2411***	-0.1401***	-0.0349
no_work	-0.1431***	-0.1821***	-0.1104***	-0.1850***	-0.0616	-0.1236*	0.0061	-0.0045	-0.0527
locate2	-0.4273***	0.3072***	0.0096	-0.1512	-0.1083	-0.2439			
locate3	-0.3971***	0.3865***	0.3099***	-0.6486***	-0.2684	-0.1335			
locate4	-0.0401	0.1429*	0.1411	-0.1228	-0.3844**	-0.2890			
locate5	-0.3183***	0.0413	0.1139	-0.2218	-0.5071***	-0.3407*			
locate6	-0.2258***	0.3998***	0.3078***	-0.0868	-0.0401	-0.0536			
locate7	-0.4081***	-0.4472***	-0.4155***	-0.0544	-0.8493***	-0.6140***			
locate8	-0.5853***	-0.3254***	-0.3256***	-0.0456	-0.6980***	-0.6081***			
location2							1.2249***	0.0829	0.1775***
location3							0.6738***	-0.6074***	-0.1648**
location4							0.1121	-1.0043***	-0.4334***
rail	-0.0090***	0.0295***	0.0206***	0.0043	0.0281***	0.0273***	0.0049**	0.0114***	0.0122***
N		34,800			7,935			18,281	
-2LL without covariates		96,486			22,000			50,686	
with covariates		85,048			18,243			45,345	

***p<.01 **<.05 *<.10

서울 시내 통근을 제외한 서울을 중심으로 교차하는 두 통근권역의 경우 철도접근성의 향상은 대중교통 이용의 상승으로 이어질 가능성이 높다는 것을 확인할 수 있다. 서울 시내 통근의 경우 또한 철도접근성의 향상은 기차 및 복합수단 이용 확대로 이어질 수 있음을 확인하였다. 2020년 현재 서울을 중심으로 한 수도권에서 철도의 경우 3개 노선의 광역급행철도(GTX)와 GTX 환승센터 건설, 그리고 도로의 경우 제2외곽순환도로와 제2경부고속도로 등 서울과 수도권 내 외곽지역 간의 접근성이 개선될 수 있는 주요 SOC사업이 추진되고 있다. 이 연구의 결과는 도로망의 개선보다는 수도권 광역급행철도의 개통과 같은 철도망의 개선이 수도권 지역의 철도접근성을 향상을 통해 자가용 이용을 줄이고 대중교통 이용의 증대와 같은 친환경 교통정책의 목표에 더욱 부응하리라 판단된다.

VI. 결론

1980년대 이후 서울의 주택 문제 해결을 위해 추진되었던 서울 주변의 신도시 개발은 수도권 지역에서 통근시간 증가 및 교통 혼잡 등의 부정적 효과를 야기하였다. 자족기능이 부재하는 신도시 개발 정책은 직주 분리의 심화로 인한 광역통근문제를 야기하였고, 이에 따른 통근시간 증가 및 교통 혼잡 등의 사회적 비용은 해결이 요원한 실정이다. 이 연구에서는 서울을 중심으로 하여 수도권 통근자들의 통근 형태 및 변화를 특히 교통접근성의 변화와 그 영향에 기초하여 분석하였다. 주요

연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 2005년에서 2015년 사이 수도권 거주자 중 서울로 통근하는 사람들의 비율은 점차 감소하고 있다. 통근수단별 이용률을 보면 통근권역과 관계없이 버스와 자가용의 이용률은 감소하고 있으나 기차 및 복합수단의 이용률은 지속적으로 상승하고 있다. 이러한 현상은 서울 인근 대중교통 환승제도 도입, 수도권 지하철의 지속적인 노선 확장 및 신규 노선 개통 등 대중교통 이용 환경의 변화에서 기인한 것으로 보인다.

둘째, 선택 한정적 변수를 활용한 조건부로지모형 분석 결과, 통근비용이 증가하면 대체 통근수단을 선택할 확률이 상승하는 것으로 나타났다. 모든 통근권역에서 시간이 흐름에 따라 통근 시간에는 둔감하게 반응하나 통근비용에는 보다 민감하게 반응하였다. 시간 및 비용에 따른 통근수단 선택확률을 살펴보면 서울 시내 통근의 경우 자가용 이용 확률은 2005년에서 2015년 사이 약 6%p 하락한 것으로 추정되었다. 서울-시외 통근자의 자가용 이용 확률은 10년 사이 약 5.5%p 하락하였으나 여전히 절반에 가까운 통근자들이 자가용을 이용할 것으로 나타났다. 시외-서울 통근자 또한 자가용을 이용할 확률이 가장 높았지만, 이용 확률의 하락 폭이 다른 통근권역과 비교했을 때 가장 클 것으로 예측되었다. 모든 통근권역에서 복합수단을 이용할 확률은 2005년에서 2015년 사이 약 2배 상승한 것으로 나타났다.

셋째, 통근비용 증가에 따른 통근수단 간의 대체 관계는 시간이 흐름에 따라 강해지고 있다. 즉, 통근비용이 증가할수록 다른 수단을 이용할 가능성이 높아진다는 것을 의미하며, 특히 복합수단으로 대체할 확률이 점차 높아지고 있다. 서울 시내

통근자가 통근비용이 한 단위 증가할 때 자가용을 다른 수단으로 대체할 경우 2005년에는 11.64%의 통근자가 복합수단으로 대체할 것으로 나타났으나 2015년에는 28.20%의 통근자가 복합수단을 이용할 것으로 나타났다. 서울-시외 통근과 시외-서울 통근의 경우도 서울 시내 통근과 동일한 경향을 보였다. 시외 지역에서 서울로 통근하는 경우 통근비용의 변화에 따른 자가용 이용 확률의 한계효과가 증가한다는 것은 자가용 이용자의 대중교통으로의 전환 가능성이 높아지고 있음을 의미한다. 점차 복합수단의 자가용 대체율은 상승하고 있으며 이러한 상황에서 수도권 광역급행철도(GTX)의 개통은 수도권 통근자의 자가용 이용을 감소시킬 것으로 기대된다.

넷째, 개인 및 지역의 특성 또한 통근수단 선택에 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 연령이 높아질수록, 여성보다 남성이, 학력이 높을수록, 사업주가 자영업자 및 임금 근로자에 비해, 자가용 소유할 경우 자가용을 이용할 확률이 높을 것으로 나타났다. 직업군별로도 통근수단 선택에 차이를 보였는데, 시외-서울 통근자 중 농업 종사자의 자가용 이용 확률이 가장 높을 것으로 분석되었다. 가구당 노동자 수가 2명 이상인 경우 전반적으로 대중교통 이용 확률은 낮을 것으로 나타났으나 시외-서울 통근의 경우 버스 이용 확률이 높을 것으로 나타났다.

다섯째, 지역의 도로접근성은 서울 시내 통근과 서울-시외 통근의 경우 버스 이용 확률과는 부(-)의 관계를 가지고 있으며, 기차 및 복합수단 이용 확률과는 정(+)의 관계를 갖는 것으로 드러났다. 이것은 도로접근성이 향상되면 버스보다는 자가용을 이용할 확률이 높아질 가능성이 높고 기차 이용 시에는 다른 수단과의 연계성이 향상되어 이용 확

률이 높아진다는 것을 의미한다. 반면, 시외-서울 통근의 경우 도로접근성은 대중교통 이용 확률과 정(+)의 관계를 갖는 것으로 나타났다. 즉 도로접근성의 향상은 기차 및 복합수단뿐만 아니라 버스 이용 확률의 상승으로도 이어질 수 있다는 것이다.

여섯째, 서울 내 통근자 중 강남구, 서초구를 제외한 모든 지역에서 기차 및 복합수단의 이용 확률은 자가용 이용 확률에 비해 높을 것으로 분석되었다. 서울-시외 통근의 경우 전 지역에서 대중교통을 이용할 확률은 낮을 것으로 나타났다. 시외-서울 통근자를 살펴보면 서울 인접 지역에 거주할 경우 버스, 기차 및 복합수단의 이용 확률은 상승하지만, 서울 인접 지역에서 서울 외곽 지역으로 갈수록 전반적인 대중교통 이용 확률은 낮아질 것으로 밝혀졌다.

통근은 경제적, 환경적 문제뿐만 아니라 신체적 건강 등 개인적인 문제와도 직결되는 광범위한 연구대상으로, 전 인구의 절반이 넘는 인구가 거주하고 있는 수도권의 권역 간 통근이 증가하고 있는 상황을 고려하면 지속적인 연구가 필요한 분야이다. 이 연구에서 분석된 결과에 기초하여 향후 수도권 대중교통의 효율성 제고를 위해 필요로 하는 두 가지 수도권 교통SOC 투자의 방향을 제시하면 다음과 같이 요약된다.

첫째, 수도권에 기존에 계획되고 있는 철도 중심의 광역교통체계망 구축의 효율성을 극대화하기 위해서는 정차역 인접지역에 대한 버스의 접근성 제고가 가능한 도로망 투자가 수반되어야 하겠다. 이것은 천문학적 투자가 예정된 광역철도망 구축사업의 경제적 효율성을 위한 것임은 물론, 수도권 교통소의 지역으로의 인구유입을 통한 지역균형발전에 효율적이라 하겠다.

둘째, 현재 직면하고 있는 서울시 및 서울 인접 지역의 교통 혼잡 해소를 위한 즉각적인 대책은 서울 및 경기를 관통하는 버스 노선의 효율화라고 할 수 있다. 이 연구에서 밝혀진 바와 같이 버스의 자가용 대체 확률은 기차 및 복합수단에 비해 낮은 것으로 분석되었다. 서울 시내 및 인근 지역의 도로접근성의 지속적인 향상에도 불구하고 버스 이용률이 하락하는 현상은 버스 노선의 비효율성에 기인하는 것으로 판단된다. 실제 서울 시내버스 노선 중 상당수가 비효율적인 것으로 확인됐으며(성우용, 2019), 대기 시간이 길어 버스 이용에 대한 선호도가 낮은 것으로 드러났다(김명수, 2013). 정확한 수요예측과 배차를 바탕으로 특히 전철과 기차 정차역을 중심으로 서울과 경기를 관통하는 광역버스 노선의 효율적 개선이 이루어진다면 버스 이용의 효율성 향상을 통한 자가용의 대체수단 증진이 가능할 것으로 예상된다.

서울을 비롯한 수도권의 통근수단 선택에 대한 포괄적이면서도 세밀한 연구에도 불구하고 이 연구가 노정하고 있는 한계는 다음과 같다. 2004년 대중교통 수단 간 환승제도가 도입되고 점차 확장된 이래 환승제도를 통해 다양한 복합 통근수단을 이용하는 경우가 증가하였다. 하지만 이 연구에서는 자료상의 한계로 통근수단별 환승 이용과 복합적 통근수단의 이용을 더 명확히 구분하지 못한 한계가 존재한다. 앞으로 통근수단 선택 연구에서는 이를 보완하여 더 정밀한 연구가 이루어지기를 기대한다.

참고문헌

- 김명수, 2013, “중앙버스전용차로 시행에 따른 통행수단선택 변화에 관한 연구”, 「한국ITS학회 논문지」, 12(4): 33~43.
- 김수재·추상호·김지윤·한재윤, 2018, “가구통행실태조사 자료를 활용한 서울시 연계수단 통행행태의 영향요인 분석 연구”, 「한국ITS학회 논문지」, 17(1): 55~70.
- 김찬성, 2020, “교통접근성의 가치 추정과 영향요인, 교통연구원, 제3차 교통접근성 정례 심포지엄 발표 자료”, 2020. 3. 5.
- 김찬성·성홍모·신성일, 2005, “수도권 대중교통체계 개편 전·후 지하철 이용자의 접근성 변화 모형구축”, 「대한교통학회지」, 23(8): 101~111.
- 김현수, 2007, “2기 신도시의 평가에 관한 연구: 1기 신도시와의 비교를 중심으로”, 「한국지역개발학회지」, 19(4): 249~270.
- 김형태, 2009, “직주균형이 통근통행에 미치는 영향(1990~2005): 수도권 지역을 대상으로”, 「국토계획」, 44(7): 171~184.
- 성우용, 2019, “서울과 부산의 준공영제 시내버스 효율성 비교연구”, 「인문사회과학연구」, 20(4): 291~328.
- 성현곤, 2012, “주거입지선택에서의 대중교통 접근성과 직주균형의 구조적 관계가 가구수준의 통행행태에 미치는 영향”, 「국토계획」, 47(4): 265~282.
- 성현곤·손동욱, 2020, “통근에서 승용차의 수단선택과 통행시간의 숨겨진 효과: 개인, 가구, 거주지역의 다수준 결정요인을 중심으로”, 「국토계획」, 55(1): 54~68.
- 손웅비·장재민, 2019, “수도권의 통근시간 결정요인에 대한 탐색적 연구”, 「GRI 연구논총」, 21(2): 97~116.
- 신상영, 2004, “토지이용과 자동차 의존성간의 관계: 서울시를 사례로”, 「서울도시연구」, 5(1): 71~93.
- 이성우·민성희·박지영·윤성도, 2005, 「로짓·프라빗 모형 응용」 서울: 박영사.

- 이성우·지우석·조종구, 2004, “조건부 로짓모형을 이용한 도시와 농촌의 통근 형태 비교, 1990-2000”, 『농촌경제』, 27(4): 29~53.
- 이진선, 2019, “수도권 광역철도와 서울지하철간 환승연계 실증분석 연구”, 『한국철도학회 논문집』, 22(5): 428~437.
- 이혜승·이희연, 2009, “서울시 대중교통체계 개편 이후 통근 교통수단 선택의 차별적 변화”, 『대한지리학회지』, 44(3): 323~338.
- 이희연·이승민, 2008, “수도권 신도시 개발이 인구이동과 통근통행패턴에 미친 영향”, 『대한지리학회지』, 43(4): 561~579.
- 임정은·조성훈, 2019, “도시철도 개통이 통근·통학인구 변화에 미치는 영향 분석”, 『교통연구』, 13~27.
- 장성만, 2019, “통행수단별 소요시간과 비용이 가구소득계층별 통근통행자의 수단 및 목적지 선택에 미치는 영향 분석: 효용기반 접근도 개념에 근거하여”, 『국토계획』, 54(1): 52~66.
- 장재민, 2017, “통근시간을 활용한 지역별 승용차 감축에 대한 대중교통정책 방향의 연구: 서울시 25개 자치구 출근통행 시간을 중심으로”, 『서울도시연구』, 18(2): 111~123.
- 장재만·김태형, 2016, “통근시간 변화에 영향을 미치는 개인 및 지역변수 분석: 서울시 25개 자치구를 중심으로 (2006-2014)”, 『서울도시연구』, 17(3): 105~116.
- 전명진, 2008, “수도권 통근시간 변화요인 분석: 1990-2000년간의 변화를 중심으로”, 『지역연구』, 24(3): 3~16.
- 전명진·정명지, 2003, “서울대도시권 통근통행 특성변화 및 통근거리 결정요인 분석”, 『국토계획』, 38(3): 159~173.
- 전은하·이성우, 2007, “수도권 교차통근자의 통행수단 선택 분석: 1995-2000”, 『서울도시연구』, 8(4): 107~125.
- 정희윤·김선웅, 2002, “서울시 장거리 및 교차통근의 실태 분석에 관한 기초연구”, 서울시정개발연구원.
- 조남건·고용식·진시현, 2004, “도로의 접근성과 통행량의 관계에 관한 연구”, 『대한교통학회 학술대회지』, 36: 1~6.
- 조용래·박지선, 2019, “수도권 3기 신도시 광역교통대책 추진방안”, 『이슈&진단』, 1~26.
- 진은애·진장익, 2017, “행복과 통근역설: 통근시간의 증가가 경기도민의 행복지수를 감소시키는가?”, 『GRI 연구논총』, 19(3): 117~134.
- 최은진·김의준, 2015, “서울 산업의 공간적 집적이 통근시간에 미치는 영향: 지식기반 산업을 중심으로”, 『국토계획』, 50(4): 243~257.
- Clark, B., Chatterjee, K., and Melia, S., 2016, “Changes to commute mode: The role of life events, spatial context and environmental attitude”, *Transportation Research Part A*, 89: 89~105.
- Ding, C., Mishra, S., Lu, G., Yang, J., and Liu, C., 2017, “Influences of Built Environment Characteristics and Individual Factors on Commuting Distance: A Multilevel Mixture Hazard Modeling Approach”, *Transportation Research Part D*, 51: 314~325.
- Ding, C., Cao, X., and Wang, Y., 2018, “Synergistic Effects of the Built Environment and Commuting Programs on Commute Mode Choice”, *Transportation Research Part A*, 118: 104~118.
- Geurs, K. T., 2018, “Transport Planning With Accessibility Indices in the Netherlands”, *Discussion Paper*, International Transport Forum, Paris.
- Guo, J., Feng, T., and Timmermans, H. J. P., 2020, “Co-dependent workplace, residence and commuting mode choice: Results of a multi-dimensional mixed logit model with panel effects”, *Cities*, 96.
- Gutierrez, J., Melhorado, A. C., and Martin, J. C., 2010, “Using accessibility indicators and GIS to assess spatial spillovers of transport infra

- structure investment”, *Journal of Transport Geography*, 18: 141~152.
- Hansen, W. G., 1959, “How Accessibility Shapes Land Use”, *Journal of the American Institute of Planners*, 25: 73~76.
- Hong, S. H., Lee, B. S., and McDonald, J. F., 2018, “Commuting time decisions for two-worker households in Korea”, *Regional Science and Urban Economics*, 69: 122~129.
- Keyes, A. K. M., and Crawford-Brown, D., 2018, “The changing influences on commuting mode choice in urban England under Peak Car: A discrete choice modelling approach”, *Transportation Research Part F*, 58: 167~176.
- Ko, J., Lee, S., and Byun, M., 2019, “Exploring Factors Associated with Commute Mode Choice: An Application of City-Level General Social survey Data”, *Transport Policy*, 75: 36~46.
- Korea Transport DataBase (KTDB), 2021. <https://www.ktdb.go.kr/www/selectTrnsportTreeView.do?key=32>
- Lee, B. S. and McDonald, J. F., 2003, “Determinants of Commuting Time and Distance for Seoul Residents: The Impact of Family Status on the Commuting of Women”, *Urban Studies*, 40(7): 1283~1302.
- Limanond, T. and Niemeier, D. A., 2003, “Accessibility and mode-destination choice decisions: exploring travel in three neighborhoods in Puget Sound, WA”, *Environment and Planning B*, 30: 219~238.
- Luan, X., Cheng, L., Song, Y., and Zhao, J., 2020, “Better Understanding the Choice of Travel Mode by Urban Residents: New Insights from the Catchment Areas of Rail Transit Stations”, *Sustainable Cities and Society*, 53.
- Masoumi, H. E., 2019, “A discrete choice analysis of transport mode choice causality and perceived barriers of sustainable mobility in the MENA region”, *Transport Policy*, 79: 37~53.
- McFadden, D., 1974, “The Measurement of Urban Travel Demand”, *Journal of Public Economics*, 3: 303~328.
- Pike, S., and Lubell, M., 2018, “The conditional effects of social influence in transportation mode choice”, *Research in Transportation Economics*, 68: 2~10.
- Ton, D., Bekhor, S., Cats, O., Duives, D.C., Hoogendoorn-Lanser, S., and Hoogendoorn, S. P., 2020, “The experienced mode choice set and its determinants: Commuting trips in the Netherlands”, *Transportation Research Part A*, 132: 744~758.
- Van, H. T., Choocharukul, K., and Fujii, S., 2014, “The effect of attitudes toward cars and public transportation on behavioral intention in commuting mode choice: A comparison across six Asian countries”, *Transportation Research Part A*, 69: 36~44.

원 고 접 수 일 : 2020년 10월 21일

1 차 심 사 완 료 일 : 2021년 3월 18일

2 차 심 사 완 료 일 : 2021년 4월 21일

최 종 원 고 채 택 일 : 2021년 6월 1일

〈부록 1〉 수도권지역의 도로접근성 및 철도접근성 변화, 2005~2015

지역	2005		2015	
	도로접근성	철도접근성	도로접근성	철도접근성
서울	16441.96	18013.25	16480.19	19831.71
시외	6194.88	9811.04	6231.37	11309.73

출처: 국가교통DB, 한국교통연구원

〈부록 2〉 통근수단별 통근시간과 통근비용, 2005~2015

	서울-서울			서울-시외		시외-서울	
	통근수단	시간(분)	비용(원)	시간(분)	비용(원)	시간(분)	비용(원)
2005	버스	47.09	1250.11	71.34	1528.31	67.56	1324.12
	기차	50.98	1284.21	77.92	1872.60	73.01	1618.38
	복합수단	53.07	1316.40	76.97	2117.38	73.70	1750.28
	자가용	23.02	1288.36	44.31	4212.33	40.67	3811.29
2015	버스	55.55	1250.31	84.00	1632.01	80.01	1407.01
	기차	47.73	1278.71	80.12	2345.19	75.15	1807.78
	복합수단	44.09	1312.12	73.50	2754.78	69.62	2275.17
	자가용	26.06	1459.76	54.00	4543.09	50.01	3982.43

출처: 인구주택총조사 2%, 통계청; 국가교통DB, 한국교통연구원

〈부록 3〉 개인 및 지역특성이 수도권 거주자의 통근 선택에 미치는 영향, 2005(도로접근성)

	서울-서울			서울-시외			시외-서울		
	bus	train	multi	bus	train	multi	bus	train	multi
ASC	9.3728***	7.9112***	5.7584***	7.2762***	7.0251***	6.2393***	6.8115***	7.2521***	5.5737***
travtime		-0.0070***			-0.0074***			-0.0250***	
travcost		-0.1503***			-0.0973***			-0.1506***	
age	-0.3072***	-0.3210***	-0.2909***	-0.2797***	-0.3144***	-0.3272***	-0.2901***	-0.2929***	-0.2728***
age_sq	0.0034***	0.0035***	0.0032***	0.0031***	0.0035***	0.0036***	0.0032***	0.0033***	
gender	-1.3447***	-0.9219***	-0.9109***	-1.2323***	-1.0064***	-0.9574***	-1.0884***	-0.7900***	-0.9459***
school2	-0.5994***	-0.1614***	-0.1422***	-0.4416***	-0.1768**	-0.2454**	-0.4108***	-0.1568***	-0.1306**
school3	-1.0702***	-0.3980***	-0.1684**	-0.2306*	-0.4902***	-0.2571	-0.5354***	-0.4984***	-0.2316**
status1	-1.2047***	-1.3373***	-1.1948***	-2.0387***	-1.8274***	-1.5416***	-1.4304***	-1.5829***	-1.3158***
status2	-0.7953***	-0.9269***	-0.7695***	-1.3755***	-1.0012***	-0.9740***	-0.9233***	-1.0176***	-0.8969***
job1	-1.2270***	-0.8629***	-0.8803***	-0.8299***	-0.5321***	-0.6871***	-0.7562***	-0.3414***	-0.2299
job2	-0.8773***	-0.5808***	-0.5833***	-0.6604***	-0.3810**	-0.4878**	-0.6837***	-0.2063*	-0.2370
job3	-0.7201***	-0.5080***	-0.5926***	-0.6528***	-0.4891**	-0.7317***	-0.6282***	-0.2222*	-0.1943
job4	-1.9281**	-0.1742	-0.2028	-0.8637*	-1.4100**	-12.3686	-2.4955**	-11.3196	-0.7520
job5	-0.8692***	-0.6598***	-0.6204***	-0.5253***	-0.3628**	-0.2850	-0.7017***	-0.3411***	-0.3416**
own	-0.4388***	-0.3079***	-0.1174***	-0.3347***	-0.2540***	0.0139	-0.2308***	-0.3067***	-0.1044*
no_work	-0.1163***	-0.1266***	-0.1374***	0.0019	0.0232	-0.0645	0.0368	0.0933**	0.0722
locate2	-0.3239***	0.6074***	0.3702***	-0.0531	-0.4993**	0.1523			
locate3	-0.1689**	0.5694***	0.9283***	-0.2901	-0.6124***	0.5410*			
locate4	0.0018	0.2906***	0.3086***	-0.0815	-0.5379***	0.1794			
locate5	-0.3210***	-0.0479	0.2922***	0.0411	-1.0233***	-0.0378			
locate6	-0.1884**	0.4135***	0.4963***	-0.0212	-0.2793	0.7153**			
locate7	-0.3173***	-0.3751***	-0.4072***	0.2869	-1.0651***	-0.3127			
locate8	-0.6638***	-0.0128	-0.0768	-0.1580	-1.1435***	-0.4012			
location2							1.1693***	-0.2941***	-0.1486*
location3							0.7491***	-0.6762***	-0.1892**
location4							0.3482***	-0.9940***	-0.2151*
road	-0.0080***	0.0331***	0.0306***	-0.0341***	0.1258***	0.0342**	0.0047*	0.0186***	0.0238***
N		40,057			7,219			15,954	
-2LL without covariates		111,062			20,015			44,234	
with covariates		92,765			14,934			36,569	

***p<.01 **<.05 *<.10

〈부록 4〉 개인 및 지역특성이 수도권 거주자의 통근 선택에 미치는 영향, 2005(철도접근성)

	서울-서울			서울-시외			시외-서울		
	bus	train	multi	bus	train	multi	bus	train	multi
ASC	9.4623***	8.0631***	5.8877***	7.4160***	7.2127***	6.3432***	6.8633***	7.3163***	5.6573***
travtime		-0.0077***			-0.0093***			-0.0253***	
travcost		-0.1529***			-0.0962***			-0.1538***	
age	-0.3077***	-0.3210***	-0.2909***	-0.2807***	-0.3128***	-0.3277***	-0.2903***	-0.2929***	-0.2728***
age_sq	0.0034***	0.0035***	0.0032***	0.0031***	0.0035***	0.0036***	0.0032***	0.0033***	
gender	-1.3413***	-0.9190***	-0.9080***	-1.2273***	-1.0228***	-0.9646***	-1.0884***	-0.7896***	-0.9448***
school2	-0.5940***	-0.1538***	-0.1355***	-0.4387***	-0.1628*	-0.2411**	-0.4041***	-0.1489***	-0.1206*
school3	-1.0692***	-0.3872***	-0.1584**	-0.2252*	-0.4745***	-0.2518	-0.5288***	-0.4892***	-0.2195**
status1	-1.2080***	-1.3346***	-1.1929***	-2.0313***	-1.8572***	-1.5473***	-1.4296***	-1.5814***	-1.3146***
status2	-0.7982***	-0.9226***	-0.7661***	-1.3803***	-1.0006***	-0.9755***	-0.9229***	-1.0155***	-0.8948***
job1	-1.2296***	-0.8626***	-0.8798***	-0.8271***	-0.5276***	-0.6903***	-0.7546***	-0.3349***	-0.2218
job2	-0.8767***	-0.5737***	-0.5769***	-0.6579***	-0.3889**	-0.4925**	-0.6806***	-0.1982*	-0.2266
job3	-0.7201***	-0.4981***	-0.5836***	-0.6568***	-0.4758**	-0.7315***	-0.6283***	-0.2173*	-0.1871
job4	-1.9290**	-0.1925	-0.2180	-0.8652*	-1.3554**	-12.3598	-2.4846**	-11.3043	-0.7232
job5	-0.8712***	-0.6602***	-0.6205***	-0.5168***	-0.3897**	-0.2918	-0.7023***	-0.3383***	-0.3378**
own	-0.4386***	-0.3065***	-0.1159***	-0.3335***	-0.2603***	0.0130	-0.2314***	-0.3063***	-0.1038*
no_work	-0.1179***	-0.1277***	-0.1385***	0.0036	0.0188	-0.0664	0.0362	0.0926**	0.0715
locate2	-0.3282***	0.5864***	0.3519***	-0.0719	-0.4465**	0.1668			
locate3	-0.1819**	0.5363***	0.9052***	-0.3100	-0.5756***	0.5518*			
locate4	-0.0061	0.2853***	0.3068***	-0.0750	-0.5474***	0.1817			
locate5	-0.3287***	-0.0692	0.2738**	0.0410	-1.0034***	-0.0260			
locate6	-0.1903**	0.4015***	0.4870***	-0.0207	-0.2623	0.7249**			
locate7	-0.3045***	-0.3796***	-0.4125***	0.2904	-0.9927***	-0.2934			
locate8	-0.6554***	-0.0396	-0.1040	-0.1808	-1.0435***	-0.3772			
location2							1.1788***	-0.2865***	-0.1425*
location3							0.7524***	-0.6747***	-0.1883**
location4							0.3477***	-0.9908***	-0.2123*
rail	-0.0095***	0.0244***	0.0229***	-0.0288***	0.0687***	0.0173	0.0020	0.0135***	0.0172***
N		40,057			7,219			15,954	
-2LL without covariates		111,062			20,015			44,234	
with covariates		92,835			14,985			36,588	

***p<.01 **<.05 *<.10