

통행수단 선택모형의 구조적 변화에 기초한 지하철 보행역세권 설정에 관한 연구

Defining the Pedestrian Catchment Area of A Subway Station Based on the Structural Change of A Modal Choice Model

이창무* · 주현태** · 이주아*** · 최기주**** · 구자훈*****
Lee, Chang-Moo · Joo, Hyun-Tae · Lee, Joo-Ah · Choi, Kee-Choo · Koo, Ja-Hoon

Abstract

The purpose of this paper is to set the scope of a railway station sphere according to structural changes in probability models using subways. This study conducted a survey targeting residents near Gongdeok Station wherein various housing types exist and people commute by subway including Gongdeok Station and the neighboring stations by accessing them on foot or by their own cars. It analyzed the influence factors to select means of transportation through the Binary Logit Model based on the data. It also arranged the analysis by using a different method from the standards which measure the distance from human settlements to subway stations based on the model. The scope of a subway station sphere was analyzed by using the Network distance from human settlements to the subway entrance, the air distance from human settlements to the central point of a subway station, and the air distance from human settlements to the subway entrance. These results will be helpful for comparing the scope of a railway station sphere according to the standards and differences in methods and can be utilized as important reference data even in development of the railway station sphere based on pedestrians.

키 워 드 ▪ 지하철, 역세권, 뉴어바니즘, 이항로짓모형, 보행가능거리
Keywords ▪ Subway, Catchment Area, New Urbanism, Binary Logit Model, Walkable Distance

I. 서론

도시민의 삶에 영향을 줄 수 있는 환경문제 및 에너지 낭비와 같은 도시의 문제를 해결하기 위해 서 도시계획분야에서는 지속가능한 개발에 대한 연

구들을 지속적으로 진행해 오고 있다. 특히 지속가능한 도시구조로 뉴어바니즘(New Urbanism)에서 포괄하고 있는 압축도시(Compact City) 및 대중교통지향형 개발(TOD, Transit Oriented Development)은 그 중요한 대안으로 자리잡아왔다. 이러한 패러

* 한양대학교 도시공학과 교수 (주저자: changmoo@hanyang.ac.kr)
** 한양대학교 도시공학과 박사과정
*** 경기개발연구원 도시·주택연구실 초빙연구위원
**** 아주대학교 환경건설교통공학부 교수
***** 한양대학교 도시대학원 교수 (교신저자: jhkoo@hanyang.ac.kr)

다임 수용의 한 예로 서울시 2030 도시기본계획(안)에서도 대중교통 중심의 도시공간구조 전략을 기본으로 역세권 중심의 합리적·효율적 토지이용을 위한 다양한 정책 및 계획 등을 수립하거나 시행중에 있다.

대중교통지향형 개발에 있어 보행역세권의 공간적 범위는 실무적으로 중요한 기준으로 요구된다. 왜냐하면 역세권의 물리적 범위에 대한 기준은 다양한 관련 정책 및 계획 수립과 집행에 있어 역세권에 제공되는 토지이용규제 완화를 위한 실무적 기준으로 활용되기 때문이다. 한 예로 서울시는 “도시계획조례 시행 규칙(제16조 제2항)”에서는 “보행 접근이 가능하고 대중교통이용이 편리한 철도역 중심(각각의 승강장의 중심점)으로부터 반경 500m 이내의 지역”이라고 명시하고 있으나 그 합리적인 근거를 충분히 제시하지 못하고 있다.

국내에서와 마찬가지로 해외에서도 보행역세권에 대한 거리기준은 적지 않은 노력들이 있었음에도 불구하고 그리 합리적인 근거가 제시되지 못하고 있는 상황이다. 다만 미국에서는 경험적으로 1차 역세권에 해당되는 권역을 1/4마일(400m)로, 2차 역세권에 해당되는 권역을 1/2마일(800m)로 설정하고 있다(Guerra, Cervero, and Tischler 2012).

현실적으로 보행역세권의 거리 기준은 해당권역의 개발강도에 상당히 민감하게 영향을 미친다. 예를 들어 역세권 기준이 400m에서 600m로 50% 확대되는 경우 영향을 받는 면적은 125%(2.25배) 증가하기 효과를 발생시킨다.

이에 본 연구에서는 역세권 중심의 합리적·효율적 토지이용을 위한 보행역세권의 범위 설정을 위한 목적으로 지하철역 주변 출근자를 대상으로 한 설문을 바탕으로 지하철 이용확률을 결정짓는 영향 요인을 분석하였다. 기본적인 구조는 지하철역 접근성이 연속적인 영향력을 가지는 기존 연구들과 달리 일정 거리를 넘어서면 한계적 선택확률이 급

격히 감소하는 물리적 권역이 존재하는지를 분석하였고, 이를 보행역세권으로 설정하고자 하였다. 또한 역세권 설정을 위한 거리측정 방법 및 기준에 따라서 역세권의 범위가 어떻게 달라지는지도 분석하였다.

II. 선행연구

역세권의 개념과 정의에 대해서는 다양한 논의들이 이루어져 왔다. 기존 연구에서 역세권을 설정하는 방법은 크게 두 가지 접근방법이 이용되어 왔다. 하나는 직접적으로 주민의 지하철 이용행태에 기초한 분석이며, 다른 하나는 지하철 접근성으로 인해 파생되는 주변 주택가격의 결정구조 혹은 토지이용상태와 같은 파생되는 현상에 기초한 분석방법이다.

우선 후자의 접근방법 중 토지이용의 관점에서 역세권을 설정하는 적지 않은 연구들이 진행되었다. 대표적인 해외 연구로 Cervero and Kockelman (1997)이 밀도와 다양성, 그리고 설계적 요소와 같은 토지이용특성에 따라 통행수단 선택에 어떠한 영향을 미치는지 알아보았다. 그러나 Ewing and Cervero(2001)는 800m(half-mile)내의 분석결과를 토대로 사회경제적인 요소가 토지이용패턴보다 통행수단 선택에 있어 더 큰 영향을 준다고 분석하고 있다.

국내에서도 이연수 외(2011)는 서울시 지하철 주변을 대상으로 거리권역별 토지이용특성 차이를 분석하여 역세권의 범위 설정에 대한 기준을 제시하고자 하였으나 혼재된 결과를 제시하고 있다. 성현곤 외(2008)의 연구에서는 대중교통이용에 영향을 줄 수 있는 토지이용특성과 도시설계특성의 요인을 도출하였으나, 역세권을 반경 500m범위로 한정하여 분석을 진행하였다. 이와 같이 역사 주변의 토지이용 패턴에 대한 분석은 도시계획적으로 흥미로운

주제이기는 하나 엄밀한 수치적 기준을 요구하는 역세권 범위를 제시하기에는 한계가 있고, 앞에서 살펴보았듯 다분히 정성적인 경향성을 보여주는 정도의 연구결과가 도출되기 쉬운 한계점을 지닌다.

간접적인 접근방법의 또 다른 유형인 역사주변 부동산가격의 공간적 편차에 기초한 연구들로 최유란 외(2008) 및 김태호 외(2008)의 연구 등 다양한 연구들이 진행되어 왔다. 이 두 연구의 기본적인 성격은 도시철도 역사로부터의 거리구간내 지가의 차이는 최소화되고 구간간 차이는 극대화되는 지점을 찾는 구조로 역세권을 설정하고 있다. 분석결과는 지역별 특성에 따라 분석된 역세권의 범위가 상이함을 보고하고 있다.

이와는 다르게 역사로부터의 거리라는 연속변수의 일정한 함수형태를 가정하고 일반적인 헤도니모형을 적용하여 분석한 최근 연구로서 김남주(2012)는 지하철역과의 거리가 663m를 넘어서면 주택가격의 하락이 상승으로 반전되고 이 지점을 역세권의 범위로 해석하였다. 그러나 역사로부터 일정 거리를 넘어서면 다른 영향요인이 통제된 주택가격에 대한 역사거리의 한계효과가 음에서 양으로 바뀐다는 것은 수용하기 어려운 해석이다. 이는 결국 거리의 2차함수를 도입한 분석자의 임의적인 선택으로 인한 결과로 판단된다.

좀 더 직접적인 역세권 범위 설정에 관한 연구는 지하철 이용자의 행태에 기초하고 있다. 이러한 연구들은 다시 두 가지 유형으로 나눌 수 있는데 하나는 지하철역에 도착하는 지하철 이용자를 대상으로 이용자의 흡수권을 분석한 연구이며, 다른 하나는 거주민을 대상으로 대안적인 교통수단인 자동차 이용과의 확률적인 선택에 있어 지하철역과의 접근성이 미치는 영향력을 분석한 연구이다.

그 중 지하철 이용자의 흡수권에 대한 연구로는 역 이용자의 도보거리를 산술평균하여 역세권의 범위를 530m내외로 설정한 김대웅 외(2002) 및 윤대

식 외(2006)의 연구, 도보이용거리의 누적분포 상 80% 범위와 같이 좀 더 확대된 역세권의 범위를 설정한 김경환 외(2010)의 연구가 있다. 또한 김남주(2012)는 도시철도 이용자의 거주지점과의 거리별 분포 상 그 비율이 극대화되는 지점인 465m를 1차 역세권, 확률밀도함수의 하락변곡점인 754m를 2차 역세권의 범위로 제시하고 있다.

이와 같은 지하철 이용자를 대상으로 흡수권을 분석한 연구의 한계점은 선택의 주체가 되는 역사 주변 주민 수는 거리가 증가함에 따라 거리의 제곱에 비례하여 늘어난다는 점이다. 이에 대한 고민을 해결하기 위해 Zhao et al.(2003)은 대중교통 역사로부터의 거리구간별 이용자수를 주민 수로 나누어 표준화함으로써 선택확률의 대체변수를 구성하여 분포패턴을 분석하였다. 한 예로 앞에서 언급된 김남주(2012)의 연구에서 극대화되는 이용자 비율 지점에서 그 비율을 해당 거리권역의 주민수로 나누어 선택확률로 전환하면 그 지점이 지하철 선택확률이 극대화되는 지점이 아니게 된다는 점이다.

또한 지하철 역사가 노선을 따라 연속적으로 위치하고 다른 노선이 인접하여 위치하는 경우 인접해 있는 지하철 역사의 흡수권에 영향을 받을 수밖에 없다는 점이다. 예를 들어 CBD 지역에는 지하철역이 조밀하게 분포하고 있다. 반면 도시외곽에는 같은 노선의 역사 간 거리도 길고 다른 노선의 역사는 수 km 이상 멀리 떨어져 입지해 있다. 이런 경우 도심지역내 특정 지하철역 이용자의 일정비율(예를 들어 50%)을 포괄하는 공간적인 흡수권은 도시외곽 지하철역의 흡수권보다 좁게 형성될 수밖에 없다.

따라서 경쟁관계에 있는 지하철 역사의 공간적인 분포를 고려하지 않은 분석은 통근자의 내재된 지하철 선택확률을 보여주기보다는 주변 역사와의 공간상의 경쟁관계에서 형성되는 경쟁적인 상권의 범위를 보여줄 뿐이다. 기존의 적지 않은 연구들이

이러한 문제에서 자유롭지 못하다. 다수의 역이 연결해있는 상황에서 지하철 이용자의 접근거리 혹은 접근시간의 분포를 이용하여 역세권의 범위를 설정한 김대웅 외(2002) 혹은 윤대식 외(2006)의 연구는 주변 역에 대한 영향이 반영된 역세권 범위라고 할 수 있다.

또 다른 접근방법으로 통행수단 선택에 있어서 지하철역사와의 접근성의 영향력을 분석한 연구로 통근통행 시 대중교통수단으로의 접근성과 대중교통이용률과의 관계를 분석한 김성희 외(2001) 연구가 있다. 강수철 외(2009)는 직장인의 차량보유의 결정요인과 대중교통의 이용요인을 개인특성과 통행특성을 통하여 알아보았다. 또한 성현곤 외(2008)는 통행목적별 교통수단을 선택하는 데에 영향을 미치는 요인을 개인의 사회경제적 속성과 대중교통수단 접근성 등에 대해서 교통수단을 결정하는 단계별로 구분하여 분석하였다. 또한 주거유형에 따라 한계적인 대중교통이용 확률이 상이할 것이라는 가정 하에 주상복합거주와 지하철 이용과의 관계를 분석한 박한 외(2007)의 연구도 존재한다.

이와 같이 대중교통이용 확률에 기초한 분석결과들은 대부분 출발지인 주거지와 지하철역사와의 접근성이 지하철 이용 선택에 유의한 영향력을 미친다는 결과를 제시하고 있다. 다만 일정한 함수형태를 가정한 연속적인 접근성의 영향력을 측정하는 관계로 보행역세권이라는 공간적인 범위의 한계를 도출하기에는 기본적인 한계가 존재한다. 김성희 외(2001)의 경우 설문대상지로 삼은 과천시내 소수의 아파트 단지 거주자의 거리그룹과 거리그룹별 대중교통 선택비율의 단순분포에 대한 시각적 관측에 기초하여 선택확률이 급격히 감소하는 400~500m를 보행권으로 제시하였으나 이를 수용하기에는 통계적 엄밀성에 한계가 존재한다.

역세권의 범위 설정에 관한 연구는 아니나 좀 더 세부적으로 지하철역사 접근성을 어떻게 측정할

것인지에 대한 고민이 담긴 연구도 축적되어 왔다. 이승일 외(2008)의 연구에서는 공간속성에 따른 보행접근시간에 영향을 미치는 요인들에 대하여 회귀 분석을 통하여 살펴보았다. 지하철을 타고 이동하는 시간이 길어질수록 보행접근 시간도 증가한다는 가설, 도심 및 부도심으로 이동할 경우와 저밀주택 거주자의 지하철역 접근시간이 조밀 공동주택 거주자에 비하여 길다는 가설 등에 대하여 검증하였다. 최근 연구로서 이창호 외(2013)은 지하철 역사의 형태와 출입구의 위치에 따라 상이한 접근성을 감안하여 역사 내부의 이동거리를 감안한 실질적인 도보역세권 범위의 설정을 위한 접근성 측정방법을 제시하였다. 이들 연구들은 역세권 범위에 대한 기준을 제시하고 있지는 않으나 역의 진·출입구 도차를 기준으로 하는 경우와 승강장도차를 기준으로 하는 경우 접근성 지표에 상당한 차이가 존재함을 보고하고 있다.

이러한 세부적인 접근성 변수의 선택 역시 합리적인 역세권 범위 기준을 설정하는데 중요한 영향을 미치게 된다. 역세권의 공간적 거리범위가 단순히 400m에서 600m로 하느냐보다 그 거리를 역사 출입구를 기점으로 측정하느냐, 승강장을 기점으로 측정하느냐, 혹은 직선거리로 측정하느냐, 네트워크 거리로 측정하느냐에 따른 거리의 편차가 더 크게 발생할 수 있기 때문이다.

선행연구 검토 결과, 통행수단으로 대중교통 선택행태에 대한 연구는 다양한 측면에서 이루어져 왔으며, 역세권 설정에 있어서도 다양한 대중교통선택 유형과 역세권 범위의 분석 방법에 따라 서로 상이한 역세권의 범위 결과를 제시하고 있다.

본 연구에서는 보행역세권을 그 단어가 의미하는 데로 보행의 선택에 있어 급격한 변화가 나타나는 공간적인 경계점으로 이해하고자 한다. 좀 더 명확하게는 보행을 통한 지하철 이용확률이 급격히 감소하는 공간적인 경계를 보행역세권으로 설정하고

자 한다. 또한 보행거리를 산정하기 위한 기준점의 위치 설정 및 보행거리를 측정하는 방법을 달리하여 좀 더 효과적인 역세권의 설정방법을 알아보고자 한다.

III. 분석모형 및 접근성 변수 다양화

1. 기본 분석 모형

본 연구에서는 설문조사로 파악된 출퇴근자의 교통수단 선택에 지하철역 보행접근성이 미치는 영향력을 측정하여 보행역세권의 범위를 분석하고자 한다. 일반적으로 보행의 선택은 보행거리가 증가함에 따라 확률적으로 감소하게 된다. 이와 같이 보행의 선택이 거리의 증가에 따라 점진적이고 연속적으로 감소한다면 보행권이라는 공간적 경계를 설정하는데 무리가 따른다. 왜냐하면 50%의 확률 선택 구간 혹은 75%의 확률 선택 구간이라는 선택은 임의적인 선택일 수밖에 없다.

그동안 보행권의 범위 설정에 있어 간과되어 왔던 점은 보행의 선택이 거리의 증가에 따라 점진적으로 감소하는 양상이 아니라 일정 거리를 지나면 보행의 선택확률이 급격히 감소하는 지점이 있을 수 있다는 점이다. 현실적인 의미에서 예를 들자면 300m와 400m의 차이는 보행 선택에 큰 차이를 발생시키지 않으나 500m와 600m의 차이는 보행의 선택에 크게 영향을 미칠 수 있다는 것이다.

이와 같은 개념적 접근은 우리가 권역을 정의할 때 암묵적으로 권역 내와 권역외의 특성이 연속적이 아니라 불연속적인 특성의 차이를 가정하고 있다는 이해와도 부합한다. 본 연구에서는 이와 같이 지하철과 자동차 이용의 선택에 있어 지하철의 선택이 급격히 감소하는 공간적인 범위를 보행역세권이라고 정의하고자 한다.

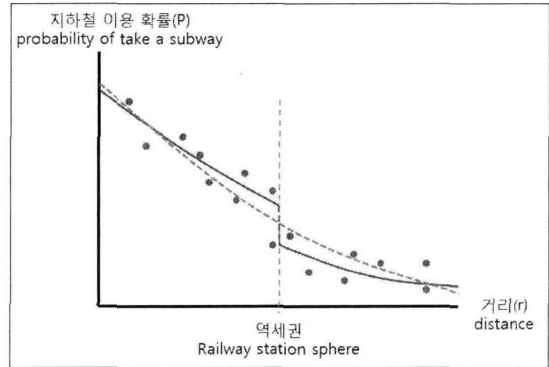


그림 1. 지하철 이용 확률 및 보행역세권
Fig. 1. Probability of Subway Choice by Walking Distance and Catchment Area

이러한 현상을 통계적인 모형에 대입하면 [그림 1]에서 제시된 것처럼 지하철 선택을 결정짓는 접근성의 영향력이 연속적인 구조가 아니라 일정 거리 범위 내와 밖에 구조적인 절단이 발생하게 된다. 이러한 구조적 절단을 측정하는 분석방법은 부동산시장의 금융위기 같은 외부충격이나 정책변화에 따른 시장의 구조적 변화를 측정하기 위한 연구 등 다양한 분야에서 활용되고 있다(김경환·손재영, 2010).

본 연구에서는 도보를 통한 지하철 이용과 자가용 이용이라는 이항변수를 이용하여 이항로짓모형(Binary Logit Model)을 사용하였다.¹⁾ 지하철 이용 확률과 자가용 이용 확률의 구조적 절단이 발생하는 지점까지를 역세권이라 가정하고 그 지점을 반복과정을 통해 도출해내는 분석을 진행하였다.²⁾

본 연구에 이용된 기본적인 실증분석모형은 (식 1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\ln \frac{P_a}{1-P_a} = \alpha + \beta_p X_p + \beta_h X_h + \beta_a X_a + \beta_c X_c + \beta_r X_r \quad (\text{식 1})$$

여기서 P_a 는 지하철을 이용할 확률이며, 반대로 $1-P_a$ 는 자가용을 이용할 확률이 된다. X_p 는 개인 특성, X_h 는 가구특성, X_a 는 주거특성, X_c 는 통

근특성 변수벡터이다. 그리고 마지막으로 X_7 는 지하철역까지의 연속적인 접근성 변수이다. 또한 α 는 상수항, β 각 변수들의 추정계수벡터이다.

이런 형태의 모형은 거리가 멀어짐에 따라 이용 확률이 연속적으로 점진적으로 감소하는 구조를 가정한다. 그러나 보행을 통한 이용자들의 경우 어떤 보행거리를 넘어서면 이용확률이 급격히 감소하는 범위는 존재할 수 있다. 그러한 공간적 범위가 연속적인 접근성 변수에 비해 현상을 더 잘 설명할 수도 있다. 중간과정으로 이를 분석하기 위해 (식 1)에서 연속적인 접근성 변수 대신 사전적으로 설정된 거리 k 까지의 보행권을 의미하는 거리더미(D_k)변수를 도입하여 분석한다.

$$\ln \frac{P_a}{1-P_a} = \alpha + \beta_p X_p + \beta_h X_h + \beta_u X_u + \beta_c X_c + \beta_k D_k \quad (\text{식 2})$$

좀 더 포괄적인 모형으로 이러한 보행권을 넘어서는 경우 지하철 선택확률이 급격한 감소한다면 통계적인 선택모형에 구조적 변화 즉 절단이 발생하게 된다. 이를 측정하기 위해 도출하기 위한 통계모형은 (식 1)와 같이 거리더미(D_k)변수를 추가적으로 도입하여 (식 3)과 같은 실증분석모형을 추정한다.

$$\ln \frac{P_a}{1-P_a} = \alpha + \dots + \beta_l X_l + \beta_k D_k \quad (\text{식 3})$$

이와 같이 설정된 모형으로 임의로 선택된 보행권거리를 계속적으로 변화시킴으로써 모형의 설명력을 극대화하고, 가장 큰 분리효과를 발생시키는 거리 k 를 찾아가는 분석과정을 진행하게 된다.

2. 지하철 역사 접근성 측정 방법

본 연구에서는 현실적인 역세권 범위의 기준을 선정하는데 도움을 얻기 위해 추가적으로 역세권의

범위를 설정하기 위한 거리측정의 기준과 방법을 3가지로 나누었다. 첫째는 가장 단순한 방법으로 승강장의 중심점에서 거주지까지의 직선거리를 사용하였다. 그러나 이러한 거리측정방법은 승강장이 도시철도역의 출입구와 달리 한쪽 방향에 치우칠 수 경우 실제 탑승을 위해 소비되는 보행거리를 왜곡시킬 수 있는 단점이 존재한다.

둘째는 지하철 이용자들이 심리적으로 지하철에 도달했다고 느끼는 역사 출입구에서 거주지까지의 직선거리를 사용하였다. 이러한 측정방법은 실제 출입구의 위치가 표준화되지 않은 상황에서 이용자의 역사내부 도보거리를 정확하게 반영하지 못한다는 한계가 있다.

마지막으로 직선거리의 단점을 보완하고자 도로 체계에 따른 보행자의 실제 보행동선과 주변지형을 반영하여 범위를 설정할 수 있는 네트워크 거리를 이용하여 역사 출입구에서 거주지까지의 거리를 측정하여 분석을 진행하였다. 네트워크 거리를 적용할 경우 실제 보행자가 실제 이동거리 및 시간을 좀 더 정확하게 반영할 수 있는 변수로 판단된다.

이 또한 출입구부터 승강장의 거리를 반영하지 못하는 단점이 있으나 역사 출입구에서 승강장까지의 보행거리를 반영하는 것은 실무적인 기준 도출에 난해함이 존재하고, 특히 2개 노선이 교차하는 역사의 경우는 더욱 복잡해지는 문제가 있어 본 논문에서는 고려하지 않았다.

IV. 설문조사 및 기초통계

1. 설문조사 개요

본 연구에서는 다양한 주거유형이 존재하고 있는 공덕역 일대에서 설문조사를 실시하였다. 공덕역 인근과 남북으로 이어지는 대로변에는 주상복합이 다

수 존재하고 있으며, 남쪽과 북쪽에는 아파트 단지가 주를 이루고 있고, 아파트 단지 인근에는 단독·다가구 및 다세대 주택 등 다양한 주거유형이 혼재되어 있다. 따라서 지하철 이용확률에 있어 물리적 주택유형에 따른 영향력이 존재한다면 이를 측정할 수 있는 대상지가 될 수 있다. 또한 신도시지역에서 주로 관측되는 가족형 가구이외의 다양한 지하철 이용자의 특성이 보장되는 지역으로 지하철 이용에 영향을 미치는 다양한 가구특성을 통제할 수 있을 것으로 판단된다.

특히 해당지역은 도심에 근접한 지역으로 공덕역을 중심으로 인근 대흥역, 마포역, 효창공원앞역, 애오개역 등 다수의 지하철역과 노선에 대한 선택이 가능한 지역이다. 따라서 교외지역의 일방향적인 선택이 아닌 다양한 목적지의 선택이 가능한 지역으로 좀 더 목적지와 관련된 폭넓은 선택 기제를 통제할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 해당 지역의 거주자 중 출퇴근을 통근통행의 목적으로 하는 사람들을 대상으로 설문조사를 진행하였으며, 설문조사는 2012년 6월부터 2012년 11월까지 진행하였으며, 2013년 2월부터 2013년 4월까지 추가적인 설문조사를 진행하여 조사된 유효한 설문지 총 368부 중 버스를 먼저 이용하여 지하철역에 접근하는 이용자를 제외한 293부의 조사된 설문지를 대상으로 분석을 진행하였다.

설문은 지하철역사가 아닌 주거입지에서 실시되었으며 응답자의 다양한 접근성 요인을 통제할 수 있도록 [그림 2]과 같이 공간적으로 확대된 범위에서 실시하였다. 설문결과로써 대상지의 거주지에서 이용하고 있는 역의 가장 가까운 출입구까지의 네트워크거리 기준의 접근성의 분포는 [그림 3]와 같이 분포하고 있다.

본 설문문의 가장 큰 특징은 모든 응답자에게 최종적인 선택과 관련된 설명변수 뿐 아니라 대안적인 선택에 대한 설명변수들도 함께 응답을 받았다



그림 2. 설문 응답자 거주지 분포도
Fig.2. Distribution of Survey Respondents.

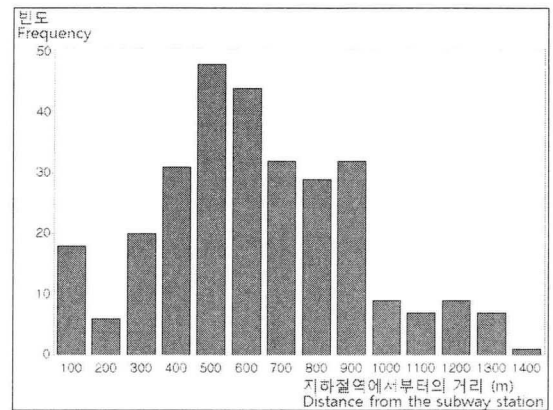


그림 3. 조사자 거주지-지하철역 거리 분포
Fig. 3. Distribution of Distance between Residence and Subway Station.

는 점이다. 따라서 각 응답자별로 지하철이용과 자가용 이용시 발생하는 비용과 편익의 관계를 분석 모형에 명확히 도입할 수 있게 된다.

2. 조사항목 및 기초통계

자료 수집은 대면면접조사 방식으로 이루어졌으

며, 설문조사의 내용은 [표 1]에 제시된 것처럼 지하철 이용자의 개인특성, 가구특성, 주거특성, 접근 특성, 통근특성 등을 반영되도록 구성되었다. 종속 변수로는 활용된 실질적인 선택 교통수단과 함께 비교대상이 되는 모든 교통수단(버스, 지하철, 및 자동차)의 선택 시에 소요되는 시간, 관련 비용 변수 및 교통수단 간 연계 여부를 함께 응답하도록 구성되었다. 이 중 일차적으로 지하철과 자가용의 선택이 이루어지는 응답표본만을 분석에 활용하였다. 지하철을 이용하여 이동하는 표본의 경우, 지하철 이용 후 버스로 환승하여 목적지에 도착하는 응답도 포함되어 있다.

개인특성인 연령은 구간으로 응답하도록 하였으며, 성별은 더미변수로 처리하였다. 가구특성인 가족 수, 취업자비율, 가구 월수입, 차량소유대수 등을 조사하였고, 가구 월수입은 구간 값으로 조사하였다. 주거특성은 아파트, 주택, 주상복합 등의 주거유형을 조사하였으며, 수직적인 거리를 알아보기 위해서 거주하는 층수를 구간으로 나누어 조사하였다. 또한 거주지에서의 지하주차장 유무를 조사하였다.

통근통행의 특성에 있어 출발지인 거주지와 도착지인 직장에서의 주차의 어려움 정도에 대하여 조사하였다. 또한 거주지와 직장의 위치는 주소를 이용하여 조사하였으며, 개인 신상을 이유로 주소에 대한 응답을 거부하는 경우 지도상에서 위치를 확인하여 GIS를 통하여 거리를 분석하였다. 또한 러시아워(rushhour)때에 출근하는지 여부를 조사하였으며, 응답자가 러시아워의 의미를 인지한 상태에서 본인이 러시아워 시간대에 출근한다고 생각하는 사람만 러시아워 시간 때의 출근자로 분류하였다.

차량이용 총 출근시간은 차량을 이용하여 거주지에서 직장까지 걸리는 시간을 조사하였으며, 도시철도 이용자의 경우도 도시철도를 이용하지 않고 차량을 이용하였을 때의 경험에 미루어 응답하도록 하였다. 대중교통이용시간과 자가용이용시간의 차는

각각의 변수에 로그를 위하여 그 차를 변수로 사용하였다. 앞에서 언급하였듯 자가용을 이용하는 응답자들에게서도 지하철 이용의 경험에 따른 지하철 이용 시간을 응답하도록 하여 조사하였다. 환승 횟수는 응답자들이 지하철을 이용하거나, 이용을 가정하여 응답한 내용을 토대로 조사하였다.

설문조사를 통하여 조사된 조사지 중 유효하다고 판단되는 설문지 293부의 기초통계는 [표 2]와 같이 나타나며, 지하철을 이용하는 응답자가 54%로 자가용 이용자보다 다소 높은 비율을 차지하고 있다. 성별은 여성이 33%로, 연령은 30~40세 미만이 113건(34%)으로 조사됐다. 조사자들의 평균 가구원수는 3.46명, 가구 내 취업자 수는 평균 1.85명으로 조사되었다. 가구 월수입의 경우 4구간인 350~450만원의 구간이 47(16%)명으로 가장 높은 빈도를 보였다.

차량소유대수는 평균 1.22대로 나타났고 조사자의 74%가량이 아파트에 거주하고, 지하주차장이 있는 곳에 거주하는 비율이 71%로 나타났다. 거주지에서의 주차가 어렵다고 응답한 경우가 25%, 도착지에서의 주차가 불편하다고 응답한 경우는 39%로 나타났다.

거주지에서 역까지의 거리는 네트워크 거리 기준으로 30m~1,370m(평균 580m)로 나타났으며, 도착역에서 직장까지의 거리는 15m~ 6,390m(평균 571m)로 상당한 편차를 보였다. 시외로 출근하는 사람들의 경우 최종 목적지 인근에 지하철역이 없어 최종적으로 버스를 이용하는 응답자가 존재하고 있다. 이런 응답자들 중 버스정류소가 아닌 지하철역을 최종종착역으로 응답한 경우가 포함한 거리가 조사된 결과로 판단되어 해당 변수의 영향력에 대한 추정결과 해석에 한계가 있음을 밝힌다.

응답자의 출근시간대가 러시아워(rush hour)라고 생각하는 응답자는 42%이며, 환승 횟수는 평균 0.82회인 것으로 조사되었다. 또한 대중교통 통행시

표 1. 기초통계 Table 1. Sample Statistics

변 수 Variables	빈도 Frequency	평균 mean	표준편차 standard deviation	최소값 minimum	최대값 maximum	
지하철이용 Subway use	293	0.54	0.50	0	1	
연령 Age	293	3.60	1.07	1	7	
성별(여성=1) Sex(Female=1)	293	0.33	0.47	0	1	
가족 수 Number of household members	293	3.46	0.96	1	6	
취업자 수 Number of working household members	293	1.85	0.81	1	5	
가구 월 수입 Monthly household income	293	6.38	2.93	1	12	
차량소유대수 Number of vehicles	293	1.22	0.64	0	3	
주거유형 Type of housing	아파트 Apartments	293	0.74	0.44	0	1
	주택 Non-apartment	293	0.17	0.38	0	1
	주상복합 Mixed-use building	293	0.09	0.28	0	1
층수 Floors	293	4.33	2.90	1	14	
지하주차장 Underground parking	293	0.71	0.45	0	1	
출발지 주차어려움 Parking difficulty in residence	293	0.25	0.43	0	1	
도착지 주차어려움 Parking difficulty in working place	293	0.39	0.49	0	1	
거주지-지하철역 거리 (역입구,네트워크) Distance between residence and subway station (from center point of subway station, network distance)	293	580.17	283.65	30	1370	
거주지-지하철역 거리 (역중심,직선) Distance between residence and subway station (center point of station, air distance)	293	419.87	182.03	36	1005	
거주지-지하철역 거리 (역입구,직선) Distance between residence and subway station (from station entrance, air distance)	293	373.61	186.23	15	978	
직장-지하철역 거리 (역입구,네트워크) Distance between working place and subway station (from station entrance, air distance)	293	570.96	765.89	13	6390	
러시아워 출근 Commuting in rush hours	293	0.42	0.49	0	1	
차량이용 총 출근시간 Total travel time by car	293	28.29	15.66	2	90	
대중교통 자가용시간차 Commuting time difference between public transit use and car use	293	12.94	14.30	-40	70	
환승횟수 Number of transferring	293	0.82	0.76	0	3	

표 2. 조사항목 Table 2. Variable Descriptions

변 수 Variables		변수설명 Contents
지하철이용 Subway use		지하철이용=1, 지하철비이용=0 Subway use=1, No subway use=0
연령 Age		1: 20세 미만, 2: 20~29세, 3: 30~39세, 4: 40~49세, 5: 50~59세, 6: 60~69세, 7: 70세 이상; 1: under 20, 2: 20~29, 3: 30~39, 4: 40~49, 5: 50~59, 6: 60~69, 7: more than 70
성별 Sex		여성=1, 남성=0; Female=1, Male=0
가족 수 Number of household members		가족 구성원의 수 Number of household members
취업자 수 Number of working household members		가구 내 취업자 수 Number of working household members
가구 월수입 Monthly household income		가구 총 수입 (만원) Household income (ten thousand won) 1: 150 미만, 2: 150~249, 3: 250~349, 4: 350~449, 5: 450~549, 6: 550~649, 7: 650~749, 8: 750~849, 9: 850~949, 10: 950~1049, 11: 1050~1249, 12: 1250 이상 1: under 150, 2: 150~249, 3: 250~349, 4: 350~449, 5: 450~549, 6: 550~649, 7: 650~749, 8: 750~849, 9: 850~949, 10: 950~1049, 11: 1050~1249, 12: more than 1250
차량소유대수 Number of vehicles		가구전체의 차량소유대수 Number of vehicles owned
주거유형 Type of housing	아파트 Apartments	아파트 거주=1 Living in apartments=1
	비아파트 주택 Non-apartment	단독·연립주택 거주=1 Living in non-apartment housing=1
	주상복합 Mixed-use building	주상복합 거주=1 Living in mixed-use building=1
층수 Floors		1:1-2층, 2:3-4층, 3:5-6층, 4:7-8층, 5:9-10층, 6:11-12층, 7:13-14층, 8:15-16층, 9:17-20층, 10:21-24층, 11:25-28층, 12:29-32층, 13:33-36층, 14:37-40층, 15:41층 이상 1: 1-2, 2: 3-4, 3: 5-6, 4: 7-8, 5: 9-10, 6: 11-12, 7: 13-14, 8: 15-16, 9: 17-20, 10: 21-24, 11: 25-28, 12: 29-32, 13: 32-36, 14: 37-40, 15: 41 and over
지하주차장 Underground parking lots		지하주차장이 있는 경우=1 Have underground parking lots=1
출발지 주차어려움 Parking difficulty in residence		출발지에서의 주차가 어렵다고 느끼는 경우=1 Parking difficulty in residence=1
도착지 주차어려움 Parking difficulty in working place		도착지에서의 주차가 어렵다고 느끼는 경우=1 Parking difficulty in working place=1
거주지-지하철역 거리 Distance between residence and subway station		거주지에서 이용하는 역까지의 거리 Distance between residence and subway station
직장-지하철역 거리 Distance between working place and subway station		직장에서 이용하는 역까지의 거리 Distance between working place and subway station
러시아워 출근 Commuting in rush hours		러시아워(rush hour)대 출근=1 Commuting in rush hours=1
차량이용 총 출근시간 Total travel time by car		차량 이용 출근 시간 Total travel time by car
대중교통 자가용시간차 Commuting time difference between public transit use and car use		$\ln(\text{지하철통행시간}) - \ln(\text{자가용통행시간})$ (분) $\ln(\text{travel time by taking subway in minutes}) - \ln(\text{travel time by using car in minutes})$
환승횟수 Number of transferring		목적지까지 가는 총 환승횟수 Total number of transferring when using subway

간이 자가용 통행시간보다 평균적으로 13분 정도 더 소비되는 것으로 나타났다.

V. 실증분석 결과

1. 기초모형분석

기본모형인 (식 1)에 기초하여 추정모형의 강건성을 검토하기 위해 실시된 다수의 분석모형 중 주요 로짓분석결과는 [표 3]에 제시되어 있다. 거리나 시간변수의 경우 통근자의 효용에 미치는 영향력이 한계체감하는 구조를 반영하기 위해 로그화하였다. 거주지에서 지하철역까지의 거리는 앞에서 논의한 세 가지 유형의 접근성변수를 모두 이용하여 분석하였으나 도착역에서도 직장까지의 거리는 편의상 네트워크거리만을 이용하였다.

모형 1은 모든 변수를 투입한 분석한 결과를 보여준다. 도입변수들 중 성별, 취업자 수, 주거특성과 관련된 변수들은 통계적인 유의성을 달성하지 못하였다. 그러나 주거특성의 경우 도시계획적인 함의가 큰 이슈인 관계로 향후 좀 더 엄밀한 자료를 이용한 추가적인 연구가 필요한 연구주제로 판단된다. 또한 총 출근시간 및 환승횟수도 방향성은 문제가 없으나 통계적인 유의도를 달성하지 못하였다.

본 연구의 목적이 주거지 지하철역 접근성의 영향력을 분석하는 것임으로 통제변수로서의 성격을 지닌 기타변수들 중 통계적인 유의도를 달성한 변수를 위주로 모형 2를 구성하였다. 모형 2의 경우 적지 않은 변수가 제거되어 로그 로그우도비는 274에서 281으로 약간의 설명력에 대한 손실이 발생했다. 모형 2의 추정결과를 바탕으로 각 변수들의 영향력을 살펴보면 연령이 낮을수록, 가구원수가 많을수록, 월수입이 적을수록, 그리고 차량소유대수가 적을수록 지하철의 선택확률이 높아지는 예상과 동

일한 추정결과가 도출되었다.

또한 이전 연구(김성희 외 2001; 박한 외 2007)에서 도출된 결과와 유사하게 도착지의 주차가 어려울수록, 그리고 자가용통행시간에 비해 지하철이용시간이 짧을수록 지하철 선택확률이 높아지는 것으로 분석되었다. 그리고 본 연구에서 새롭게 도입된 러시아워에 출근하는 응답자일수록 대중교통의 선택확률이 높은 것으로 분석되었다. 이는 러시아워 시간에 출퇴근이 요구되는 취업자의 경우 자가용 이용 시에 겪어야 하는 교통 혼잡으로 인한 시간적 금전적 비용 증가가 대중교통의 이용확률을 높아지는 현상을 통제하기 위한 것이다.

이와 같이 통계적인 유의도를 보이는 변수 중에서 표준화계수로 판단할 때 가장 큰 영향력을 보이는 변수는 더미변수로 표준화계수의 해석에 한계는 존재하나 도착지의 주차어려움(0.44)으로 나타났다. 다음으로 지하철과 자가용을 이용할 때의 총 통행시간의 차이(0.42)와 차량소유대수(-0.33)가 중요한 요인으로 분석되었다. 이 두 변수는 가장 기본적인 대중교통 선택모형 이용되는 변수로 기존 연구결과와 일치하는 분석결과가 제시되었다(강수철 외 2009; 성현곤 외 2008; Horowitz 1993). 다음으로 가족 수(0.30), 월수입(-0.28) 순으로 나타났다.

본 분석의 주요관심변수로 거주지에서 지하철역 입구까지의 네트워크거리는 그 다음 순위의 중요변수로 판단된다. 추정계수인 -0.64를 해석하면 선택확률이 50%p 포인트인 점에서 측정할 때 거리가 100%(두 배로) 증가할 때 선택확률은 16%p 정도 감소하는 것으로 해석할 수 있다.³⁾

모형 2을 기본모형으로 하여 거주지에서 지하철역 승강장 중심까지의 직선거리를 이용한 모형 3과 거주지에서 지하철역 입구까지의 직선거리를 이용한 모형 4를 비교하였다. 추정결과는 두 가지 추가적인 모형 모두 통제변수들의 추정계수값이나 통계적인 유의도에 있어 큰 차이를 보이지 않는 강

표 3. 이항로짓모형 분석 결과 Table 3. Binary Logit Model Estimation Results

변 수 Variables	모형 1 Model 1		모형2 Model 2		모형3 Model 3		모형4 Model 4	
	계수(β) (S.E.)	표준화계수 (S.C.)	계수(β) (S.E.)	표준화계수 (S.C.)	계수(β) (S.E.)	표준화계수 (S.C.)	계수(β) (S.E.)	표준화계수 (S.C.)
상수항 Intercept	4.337** (2.196)		5.646*** (1.565)		8.150*** (2.082)		6.020*** (1.597)	
연령 Age	-0.334** (0.164)	-0.198	-0.386** (0.156)	-0.228	-0.376** (0.156)	-0.223	-0.387** (0.156)	-0.229
성별 (여성=1) Sex (Female=1)	0.394 (0.356)	0.102						
가족 수 Number of household members	0.571*** (0.205)	0.301	0.574*** (0.191)	0.303	0.580*** (0.192)	0.306	0.598*** (0.192)	0.315
취업자 수 Number of working household members	0.153 (0.225)	0.068						
가구 월 수입 Household monthly income	-0.200*** (0.067)	-0.323	-0.176*** (0.061)	-0.284	-0.187*** (0.061)	-0.302	-0.186*** (0.061)	-0.301
차량소유대수 Number of vehicles	-0.934*** (0.299)	-0.328	-0.940*** (0.290)	-0.329	-0.980*** (0.291)	-0.343	-0.977*** (0.291)	-0.342
주거유형 Type of housing	아파트 Apartments	0.362 (0.539)	0.088					
	주상복합 Mixed-use buildings	0.423 (0.821)	0.065					
층수 Floors	-0.028 (0.060)	-0.044						
지하주차장 Underground parking lots	0.535 (0.404)	0.134						
출발지 주차 어려움 Parking problems of the origin	0.214 (0.418)	0.051						
도착지 주차 어려움 Parking problems of the destination	1.567*** (0.341)	0.421	1.637*** (0.327)	0.440	1.643*** (0.330)	0.442	1.615*** (0.328)	0.434
러시아워 출근 Commuting in rush hours	0.689** (0.326)	0.188	0.687** (0.312)	0.187	0.756** (0.318)	0.206	0.728** (0.315)	0.198
차량이용 총 출근시간 Total travel time by vehicle	0.016 (0.014)	0.141						
환승횟수 The number of transfer	-0.122 (0.233)	-0.051						
대중교통 자가용시간차 Commuting time difference between public transit use and car use	-1.352*** (0.451)	0.332	-1.716*** (0.375)	0.422	-1.758*** (0.377)	0.432	1.739*** (0.374)	0.427
ln(거주지~지하철역 거리) (역입구 네트워크) Distance between residence and subway station(from center point of subway station, network distance)	-0.642** (0.267)	-0.279	-0.637*** (0.222)	-0.276				
ln(거주지~지하철역 거리) (역중심 직선) Distance between residence and subway station(center point of station, air distance)					-1.076*** (0.322)	-0.333		
ln(거주지~지하철역 거리) (역입구 직선) Distance between residence and subway station(from station entrance, air distance)							-0.743*** (0.238)	-0.318
ln(직장~지하철역 거리) (역입구 네트워크) Distance between working place and subway station(from station entrance, network distance)	-0.033 (0.175)	-0.017						
표본 수 Observations	293		293		293		293	
-2 Log L	273.954		281.026		277.266		278.936	
Pseudo R2	0.359		0.343		0.353		0.349	

유의확률 : ***<0.01, **<0.05, *<0.1, S.E.=표준편차 Significant : ***<0.01, **<0.05, *<0.1, S.E.=standard deviation

건성을 유지하고 있다.

세 가지 다른 접근성변수를 도입한 모형의 설명력을 로그우도비로 판단하면 단순한 승강장까지의 직선거리를 이용한 모형 3이 설명력이 가장 높았고, pseudo-R²의 값도 가장 높게 산정되었다. 이러한 결과는 접근성의 측정을 개선하기 위한 네트워크거리의 이용이나 지하철역 입구까지의 거리측정 방법이 그리 유효한 선택이 아닐 수도 있다는 점을 보여준다.

2. 구조적 절단모형 분석

구조적 절단효과를 파악하기 위해 (식 2)를 기본 모형 2, 3, 4에 적용하였다. 기초분석으로 각 모형별 지하철역사까지의 거리기준으로 측정한 거리를 100m 단위의 더미변수를 바꾸어가며 추정된 후 거리더미 변수의 통계적 유의도와 로그우도비가 가장 개선되는 구간에서 50m 간격으로 세분화하여 분석하였다. 분석결과 중 각 거리더미 변수의 추정계수 값과 통계적인 유의도만을 추출한 결과를 [표 4]에 제시하였다.

거주지에서 지하철역 입구까지의 조사된 네트워크거리를 변수를 추가하여 분석을 진행한 결과, 750m를 경계로 지하철이용확률에 구조적 절단이 발생하는 것으로 나타났다. 또한 거주지에서 지하철역의 승강장 중심까지 직선거리로 측정한 거리를 기준으로 분석을 진행하였을 경우에는 550m가 구조적 절단지점으로, 마지막으로 거주지에서 지하철역 입구까지의 직선거리를 기준으로 측정한 거리를 기준으로 진행한 분석에서는 450m가 대중교통 이용확률이 급격히 감소하는 지점으로 나타났다. 최적화된 모형의 추정결과는 [표 5] Model 5, Model 7, Model 9에 각각 제시되어있다.

거리더미 추정계수를 해석하면 지하철 선택 확률을 50%p인 수준에서 평가할 때 지하철역 입구에서부터 네트워크거리가 750m인 지점에서 선택확률을 19.1%p를 감소시키는 것으로 판단된다. 동일한 조건에서 지하철 승강장 중심에서 직선거리의 경우 550m 지점에서 25.0%p, 지하철역 입구에서부터 직선거리의 경우 450m 지점에서 18.9%p 감소시키는 것으로 측정된다.

흥미로운 점은 해당 거리더미를 포함할 때 지하

표 4. 거주지에서 지하철역까지의 거리측정 기준과 방법에 따른 로짓모형 분석결과
Table 4. Binary Logit Model Estimate Results How to Measure Distance and Standard from Human Settlement to Subway Station

구분 division	거리 distance	300	400	450	500	550	600	700	750	800	900
네트워크거리 (역입구) Network distance (station entrance)		-1.035	0.078		0.087		0.390	0.751*	0.763*	0.424	0.065
	-2 Log L	278.70	281.00		280.98		279.98	277.27	277.19	279.94	281.01
직선거리 (역중심) Air distance (center point of station)		-0.414	0.392		0.762*	1.009**	0.928*	-0.511		0.424	0.361
	-2 Log L	276.61	276.39		274.03	272.18	273.77	276.70		277.08	277.17
직선거리 (역입구) Air distance (station entrance)		0.545	0.699*	0.757*	0.699		0.695	0.236		0.628	0.581
	-2 Log L	277.35	275.56	272.18	276.06		277.40	278.85		278.50	278.67

유의확률 : ***<0.01, **<0.05, *<0.1 Significant : ***<0.01, **<0.05, *<0.1

표 5. 거리에 따른 이항로짓 분석 결과
Table 5. Binary Logit Model Estimate Result by Distance

변수 Variables	네트워크거리 (역입구) Network distance (station entrance)		직선거리 (역중심) Air distance (central point of station)		직선거리 (역입구) Air distance (station entrance)		거리변수 제외 Exclude distance variables
	모형 5 Model 5	모형 6 Model 6	모형 7 Model 7	모형 8 Model 8	모형 9 Model 9	모형 10 Model 10	모형 11 Model 11
상수항 Intercept	3.480*	1.182	4.505*	0.768	3.896**	1.120	1.976**
연령 Age	-0.388**	-0.377**	-0.377**	-0.369**	-0.387**	-0.373**	-0.362**
성별 (여성=1) Sex (Female=1)	0.556***	0.489***	0.573***	0.509***	0.594***	0.514***	0.434**
가족 수 Number of household members	-0.959***	-0.171***	-1.059***	-0.159***	-1.024***	-0.174***	-0.157***
취업자 수 Number of working household members	-0.177***	-0.958***	-0.173***	-1.068***	-0.186***	-1.023***	-0.910***
가구 월 수입 Household monthly income	1.687***	1.709***	1.689***	1.705***	1.606***	1.614***	1.632***
러시아워 출근 Commuting in rush hours	0.711**	0.729**	0.779**	0.773**	0.789**	0.809**	0.698**
ln(자가용이용시간) -ln(지하철통행시간) ln(vehicle travel time) - ln(subway travel time)	1.738***	-1.787***	1.756***	-1.780***	1.739***	-1.777***	-1.825***
ln(거주지-지하철역거리) (역입구,네트워크) ln(residence~subway station distance) (station entrance, network)	-0.361						
ln(거주지-지하철역거리) (역중심,직선거리) ln(residence~subway station distance) (central point of station, air distance)			-0.594				
ln(거주지-지하철역거리) (역입구,직선거리) ln(residence~subway station distance) (station entrance, air distance)					-0.461*		
450m 더미 (역입구,직선거리) 450m dummy (station entrance, air distance)					0.757*	1.134***	
550m 더미 (역중심,직선거리) 550m dummy (central point of station, air)			1.009**	1.422***			
750m 더미 (역입구,네트워크) 750m dummy (station entrance, network distance)	0.763*	1.074***					
표본 수 Observations	293	293	293	293	293	293	293
-2 Log L	277.193	279.361	272.178	274.992	275.264	278.525	290.392
Pseudo R ²	0.353	0.348	0.364	0.358	0.357	0.350	0.323
Log Likelihood Ratio	127.484***	125.317***	132.500***	129.686***	129.414***	126.153***	114.286***

유의확률 : ***<0.01, **<0.05, *<0.1

철역까지의 거리변수는 방향성은 유지되나, 계수값도 작아지고, 통계적 유의도가 감소하는 결과가 관측되었다. 이는 보행역세권의 영향력이 선택확률을 연속적으로 변화시키기보다는 일정권역내의 선택확률과 권역외의 영향력으로 차별화되는 구조가 더

강하게 존재할 수 있음을 보여주는 분석결과이다.

3. 보행 역세권 존재의 통계적 검정

이러한 보행권의 영향을 추가적으로 확인하기 위

해 거리 연속변수를 제외하고 최적화된 거리더미 변수만을 유지한 모형을 추정하였다. 추정결과는 [표 5] Model 6, Model 8, Model 10에 각각 제시되어 있다. 흥미롭게도 [표 6]에 정리된 것처럼 보행권 거리더미변수만을 포함한 모형의 로그우도가 연속거리변수 만을 도입한 모형에 비해 세 가지 경우 모두 개선되었다.

이를 좀 더 통계적으로 분석하기 위해 각 모형 간의 통계적인 설명력의 차이를 검정하는 χ^2 검정 (Chow test)을 실시하였다. 기본이 되는 지하철역 거리변수를 제외한 모형과 비교하여 다양한 지하철역 거리변수를 도입한 모든 모형이 유의수준 1% 이상에서 통계적으로 차별화된 설명력을 지니는 것으로 판정되었다.

다음으로 가장 제약이 없는(많은 설명변수를 도입한) 연속거리변수와 거리더미변수를 모두 도입한 모형(4)과 연속거리변수만 도입한 모형(2)간의 을 비교하면 5% 통계적 유의수준에서 두 모형 간의 설명력의 차이가 존재함을 보여준다(역입구까지의

직선거리모형은 10% 유의수준). 반면 거리더미 변수만을 도입한 모형(3)과는 모든 거리측정방법에서 5% 통계적 유의수준에서 비제약모형과 설명력의 차이를 확증할 수 없음을 보여준다.

이러한 통계적 검정결과는 간단하게 해석하면 연속거리변수를 도입한 모형의 경우 거리더미변수를 도입하는 것이 필요하나, 거리더미변수를 도입하는 경우는 추가적으로 연속거리변수를 도입하는 것이 추가적인 설명력 제고에 그리 도입이 되지 않음을 보여준다.

V. 결론

본 연구는 지하철역의 역세권역을 설정하기 위해서 다양한 주거유형이 혼재되어 있는 공덕역 인근에 거주하는 통근자를 대상으로 실시된 설문조사를 바탕으로 지하철이용에 영향을 미치는 요인과 역세권의 범위를 설정하기 위한 확률선택모형을 개발하여 분석하였다.

표 6. 모형간 설명력 차이 검정

Table 6. Testing hypothesis between Models Explanation Ability

구분 Division	모형 Model	-2 Log Likelihood				Log Likelihood Ratio (2LLur - 2LLr)				
		(1) 지하철역 거리변수 제외 모형 Exclude distance variables model	(2) 연속거리 모형 Continuativ e distance model	(3) 거리더미 모형 Distance dummy model	(4) 연속거리 +거리더미 모형 Continuativ e distance + Distance dummy	(1) vs. (2)	(1) vs. (3)	(1) vs. (4)	(2) vs. (4)	(3) vs. (4)
네트워크거리 (역입구) Network distance (station entrance)	290.392		281.026	279.361	277.193	9.37***	11.03***	13.20***	3.83**	2.17
직선거리 (역중심) Air distance (central point of station)			277.266	274.992	272.178	13.13***	15.40***	18.21***	5.09**	2.81*
직선거리 (역입구) Air distance (station entrance)			278.936	278.525	275.264	11.46***	11.87***	15.13***	3.67*	3.26*

유의확률 : ***<0.01, **<0.05, *<0.1; ^{*)} 로그우도비는 (1) vs. (4)의 경우는 자유도 = 2 나머지는 자유도 = 1 인 χ^2 분포를 따름

지하철선택확률모형의 분석결과는 목적지의 주차 용이성이 지하철이용확률을 가장 크게 영향을 미치며, 다음으로 자가용이용시간과 대중교통이용시간의 차이, 그리고 자동차보유대수임을 보여준다.

다음으로 거주지에서의 지하철역까지의 접근성에 있어 절단효과가 가장 큰, 즉 대중교통이용확률이 급격히 감소하는 지점이라는 정의를 이용하여 역세권의 범위를 도출하였다. 분석결과 거주지에서 지하철역 입구까지의 네트워크거리는 750m이내의 권역, 거주지에서 지하철역 승강장의 중심까지의 직선거리는 550m이내의 권역, 거주지에서 지하철역 입구까지의 직선거리를 이용하였을 때는 450m 이내로 분석되었다. 다만 모형의 설명력으로 판단하면 승강장의 중심에서부터 직선거리로 측정된 역세권 범위가 가장 설명력이 높게 나타난다.

또한 흥미롭게도 기존의 연속적인 지하철 거리변수보다는 일정 보행권이라는 더미변수를 도입한 모형의 설명력이 더 높았다. 이는 추가적인 연구가 필요한 이슈이기는 하나 보행권이라는 불연속적인 공간권역이 존재할 수 있다는 선형적인 이해와 연결되는 통계적 실증분석 결과이다.

본 분석결과는 그동안 측정방법이 서로 상이하어 역세권역의 범위가 상이하게 나타났던 문제들에 대하여 상호 비교할 수 있는 계기를 마련할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 실무적인 토지이용관리를 위한 역세권 설정 기준 개발에 있어서 유용한 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

그러나 본 연구는 기본적으로 분석대상지의 특성이 도심에 인접한 지역으로 교외 신도시지역과 같이 지역특성이 상이한 지역 등 분석결과의 일반화를 위한 추가적인 연구를 필요로 한다. 좀 더 세부적으로 선택확률의 구조적 절단에 기초한 역세권의 범위가 역세권 자체의 토지이용 특성에 따라 차별화되는지에 대한 검증도 필요한 연구로 판단된다. 따라서 본 연구는 그러한 발전된 연구의 초기연구

로서 의미를 두고자 한다.

- 주1. 본 연구에서 다양한 수단의 선택 중 버스를 포함하지 않는 지하철과 승용차 간 선택에 한정된 이유는 연구의 목적이 지하철 역세권을 설정하는 것으로 지하철역에 비해 짧은 정류장 간격을 유지하고 있는 버스를 포함하는 경우 탑승지점까지의 보행권의 영향력을 측정하는 명쾌하게 구별해내기 어려워지기 때문이다. 또한 버스와 승용차를 합쳐서 other mode로 정의하면 승용차는 출발지 및 도착지에서 도보가 없는 선택이고 버스는 출발지와 도착지에서 도보를 동반하는 선택인 동시에 총 통행구간에서 환승과 같은 추가적인 요인들이 선택에 영향을 주는 독립변수의 구조가 상이하기 때문에 대안적인 선택으로 통합(버스+자가용)하는 경우 동일한 설명변수의 구조를 유지할 수 없는 문제점이 발생한다.
- 주2. 로짓모형은 특정 독립변수의 영향력이 그 평균값에 가까울수록 탄력성이 극대화되는 구조를 지닌다. 이로 인해 특성구간에서 한계적 선택확률이 급격히 감소하는 경우 이를 연속함수의 형태로 내재화할 수 있는 특성을 지닌다. 그럼에도 불구하고 특정구간에서 로짓모형에서 내재화할 수 없는 구조적 단절이 관측된다면 이는 함수형태의 문제가 아닌 선택확률의 구조적 변화를 지지하는 결과로 해석할 수 있을 것이다.
- 주3. log화된 독립변수를 포함하는 본 모형의 간략한 형태의 로짓함수는 다음과 같다.

$$p = \exp(a + blnx) / [1 + \exp(a + blnx)]$$
 이를 x 에 대하여 편미분하면 \bar{p} 가 독립변수의 평균값에서 추정된 확률일 때,

$$\partial p / \partial x = b \bar{p} (1 - \bar{p}) \cdot (1/x)$$
가 된다.
 따라서 \bar{p} 를 0.5로 가정하면,

$$\Delta p / (\Delta x / x) = 0.25b$$
가 된다.
 참고로 로그화된 독립변수가 아닌 경우에는

$$\Delta p / \Delta x = 0.25b$$
로 산정된다.

인용문헌

References

1. 강수철·남승룡·김만배, 2009. “직장인의 차량보유 결정요인 및 통근수단 선택형태 분석”, 『한국정책과학회보』, 13(1): 287-302.
- Kang, S.C., Nam, S.Y., and Kim M.B., 2009. “Analysis of Determinant Factor of Employee’s Vehicle Ownership and Travel Mode Choice”.

- Korean Policy Science Review, 13(1): 287-302.
2. 김경환·손재영, 2010. 부동산경제학, 서울: 건국대학교출판부
Kim, K.H., Son, J.Y., 2010. *Real Estate Economics*, Seoul: Konkuk University Press.
 3. 김경환·이덕환·최종문·오일성, 2010. “지하철과 버스의 서비스권역 비교 및 이용자들의 도보거리 추정”, 「한국토목학회논문집」, 30(6D): 541-552.
Kim, K.W., Lee, D.w., Choi, J.M. and Oh, I.S., 2010, “Comparing the Service Coverages of Subways and Buses and Estimating the Walking Distances of Their Users”, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 30(6D): 541-552.
 4. 김남주, 2012. “도보접근거리분포 및 주택가격변화에 따른 지하철 역세권의 범위 설정에 관한 연구”, 「국토계획」, 47(6): 29-38.
Kim, N.J., 2012, “Estimating the Subway Station Influence Area by the Distribution of Walking Distance and the Changes of Housing Sale Prices”, *Journal of Korea Planners Association*, 47(6): 29-38.
 5. 김대웅·유영근·최환규, 2002. “지하철 도보역세권 설정방법과 적용에 관한 연구”, 「국토계획」, 37(5): 177-186.
Kim, D.W., Ryu, Y.G. and Choi, H.G., 2002, “A Study on the Setting up Method of Subway Access/Egress Area by Walking and its Application”, *Journal of Korea Planners Association*, 37(5): 177-186.
 6. 김성희·이창무·안건혁, 2001. “대중교통으로의 보행거리가 통행수단선택에 미치는 영향”, 「국토계획」, 36(7): 297-307.
Kim, S.H., Lee, C.M. and Ahn, K.H., “The Influence of Walking Distance to a Transit Stop on Modal Choice”, *Journal of Korea Planners Association*, 36(7): 297-307.
 7. 김태호·이용택·황의표·원제무, 2008. “CART 분석을 이용한 신도시지역의 지하철 역세권 설정에 관한 연구”, 「한국철도학회논문집」, 11(3): 216-224.
Kim, T.H., Lee, Y.T., Hwang, E.P. and Won, J.M., 2008, “Development of Selection Model of Subway Station Influence Area (SIA) in New town using Categorical and Regression Tree”, *Journal of the Korean Society for Railway*, 11(3): 216-224.
 8. 박한·최성호·이창무, 2007. “주상복합 거주와 지하철 이용과의 연관관계 분석”, 「서울도시연구」, 8(3): 29-41.
Park, H., Choi, S.H. and Lee, C.M., 2007, “Empirical Analysis of the Relationship between Mixed-use Apartments and Their Residents' Subway Uses”, *Seoul Studies*, 8(3): 29-41.
 9. 성현곤·김동준·박지형, 2008. “서울시 역세권에서의 토지이용 및 도시설계특성이 대중교통이용증대에 미치는 영향 분석”, 「대한교통학회지」, 26(4): 135-147.
Sung, H.G., Kim, D.J. and Park, J.H., 2008, “Impacts of Land Use and Urban Design Characteristics on Transit Ridership in the Seoul Rail Station Areas”, *Journal of Korean Society of Transportation*, 26(4): 135-147.
 10. 성현곤·신기숙·노정현, 2008. “서울시의 주차 및 대중교통 이용여건이 통행목적별 교통수단 선택에 미치는 영향”, 「대중교통학회지」, 26(3): 97-107.
Sung, H.G., Shin, G.S. and Noh, J.H., 2008, “Impacts of the Accessibility of Parking and Public Transportation on Mode Choice by Trip Purpose in the city of Seoul”, *Journal of Korean Society of Transportation*, 26(3): 97-107.
 11. 윤대식·고재정, 2006. “대구지하철 역세권의 공간적 범위 설정에 관한 연구”, 「지역연구」, 22(2): 251-274.
Yun, D.S. and Ko, J.J., 2006, “Analysis of Daegu Citizens' Subway Use Characteristics and Access Area of Subway Station”, *Journal of the Korea Regional Science Association*, 22(2): 251-274.
 12. 이승일·장세진, 2008. “지하철 통근통행시간이 역세권의 공간범위에 미치는 영향분석”, 「대한토목학회 논문집」, 28(1D), 119-127.
Lee, S.I. and Jang, S.J., 2008, “Relevance between Subway Commuting Travel Time and Spatial Extent of the Catchment Areas”, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 30(6D): 541-552.

13. 이연수·추상호·강준모, 2011. “서울시 지하철 역세권의 공간적 범위 설정과 특성분석”, 「국토계획」, 46(7), 57-72.
Lee, T.S., Choo, S.H. and Kang, J.M., 2011, “Setting Spatial Ranges and Analysing Characteristics of the Adjacent Areas of Seoul Subway Stations”, *Journal of Korea Planners Association*, 46(7): 57-72.
14. 이창호·장성만·이승일, 2013. “역사 내 이동거리를 고려한 지하철 도보역세권 설정 연구”, 「국토계획」, 48(3): 235-248.
Yi, C.H., Jang, S.M. and Lee, S.I., 2013, “Defining the Spatial Range of a Subway Catchment Area by Walking in Consideration of Moving Distance within Station Building”, *Journal of Korea Planners Association*, 48(3): 235-248.
15. 최유란·김태호·박정수, 2008. “CHAID분석을 이용한 서울시 지하철 역세권 자가 영향모형 개발”, 「한국철도학회논문집」, 11(5): 504-512.
Choi, Y.R., Kim, T.H. and Park, J.S., 2008, “Development of Selection Model of Subway Station Influence Area (SIA) in Seoul City using Chi-square Automatic Interaction Detection (CHAID)”, *Journal of the Korean Society for Railway*, 11(5): 504-512.
16. Cervero, R. and Kockelman, K., 1997. “Travel Demand and the 3Ds: Density, Diversity, and Design” *Transportation Research D*, 2: 199-219.
17. Ewing, R. and R. Cervero, 2001. “Travel and the built environment: A synthesis”. *Transportation Research Record*, 1780: 87-114.
18. Guerra, Erick, Robert Cervero, and Daniel Tischler, 2012. “Half-Mile Circle: Does It Best Represent Transit Station Catchments?” *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2276 : 101-109.
19. Horowitz, J. L., 1993. “Semiparametric Estimation of a Work-trip mode choice model,” *Journal of Econometrics*, 58(1-2): 49-70.
20. Zhao, F., L.-F. Chow, I. Ubaka, and A. Gan, 2003. “Forecasting Transit Walk Accessibility: Regression Model Alternative to Buffer Method”, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1835 : 34-41.
21. <http://www.moleg.go.kr>

Date Received 2014-04-22
 Date Reviewed 2014-06-19
 Date Revised 2014-06-26
 Final Received 2014-06-26