

■ 論 文 ■

교통방송이 제공하는 교통정보가 직장인의 통행행태에 미치는 영향 분석

Analysis of the Effects of Radio Traffic Information on
Urban Worker's Travel Choice Behavior

윤 대 식

(영남대학교 지역개발학과 교수)

목 차

I. 서론	1. 통행중 노선 전환여부의 조건부 모형 추정결과
II. 분석모형 : 네스티드 로짓모형	2. 통행전 교통수단 변경여부의 한계모형 추정결과
III. 자료의 수집과 표본의 특성	V. 결론 및 향후 연구과제
1. 자료의 수집	참고문헌
2. 표본의 특성	
IV. 모형의 경험적 추정	

Key Words : 교통정보, 교통방송, 통행행태, 네스티드 로짓모형, 교통수단 변경, 노선 전환

요 약

본 연구는 교통방송이 제공하는 교통정보가 직장인의 통행행태에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 이러한 연구목적 달성을 위하여 직장인의 통행전 교통수단 변경여부와 통행중 노선 전환행태를 분석하고자 하였으며, 통행자가 통행전 또는 통행중에 교통방송이 제공하는 실시간 정보를 접했을 때 나타나는 행태의 변화를 분석하고자 하였다.

본 연구를 위해 대구시에 있는 직장인을 대상으로 한 설문조사를 통해 현시선호자료(revealed preferences data)와 잠재선호자료(stated preferences data)를 수집하였고, 이 자료를 이용하여 네스티드 로짓모형을 추정하고 그 결과를 논의하였다. 본 연구를 통해 직장인의 통행전 교통수단 변경여부와 통행중 노선 전환여부 선택행태를 분석한 결과를 요약해서 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 통행자의 통행중 노선 전환여부 선택에는 침두시에는 나이, 성별, 통행시간, 청취빈도, 인지노선수, 사고정보가 의미 있는 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 한편 비침두시에는 침두시와는 달리 통행시간이 의미 있는 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다.

둘째, 통행자의 통행전 교통수단 변경여부 선택에는 침두시와 비침두시 공히 나이, 성별, 통행시간, 시간여유, 청취빈도, 사고정보가 의미 있는 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다.

셋째, 모형의 경험적 추정결과는 본 연구에서 가설화된 네스티드 로짓모형의 타당성을 입증케 한다. 즉 통행전 교통수단 변경여부의 선택과 통행중 노선 전환여부의 선택은 상호 밀접한 관련을 가지면서 이루어진다는 사실을 확인할 수 있으며, 특히 직장인이 통행전에 교통정보를 접하고 교통수단 변경여부를 선택할 상황에서도 향후 나타날 통행중 노선 전환여부의 선택상황까지도 고려하여 의사결정을 한다는 사실을 알 수 있었다.

이 논문은 2001년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2001-041-C00397).

1. 서론

최근 들어 도로에 대한 지속적인 투자에도 불구하고 만성적인 교통혼잡은 심각한 사회문제로 대두되고 있다. 도로의 물리적 건설만으로는 더 이상 효과적으로 교통혼잡을 감소시킬 수 없으며, 따라서 기존 도로시설을 더욱 효율적으로 이용하여야 할 필요성이 계속적으로 제기되어 왔다.

이러한 시점에서 지능형 교통시스템(Intelligent Transportation Systems:ITS)은 교통혼잡을 효과적으로 감소시킬 수 있는 대안으로 대두되고 있다. ITS의 하부시스템 중 도로이용자에 대한 정보제공을 주요 골자로 하는 첨단교통정보시스템(Advanced Traveler Information System:ATIS)은 통행자에게 교통상황에 대한 정보와 새로운 통행경로에 대한 정보 및 기타 유용한 정보를 실시간(real time)으로 제공하여 통행자의 통행행태의 변화를 유도함으로써 교통시스템 전체의 운영 효율을 높이는데 그 목적이 있다.

현재 우리나라에서 시행되는 교통정보시스템으로는 서울의 교통방송(TBS)을 비롯하여 서울시와 서울지방경찰청에서 제공하는 실시간 인터넷정보(올림픽대로 교통정보)를 들 수 있으며, 대구·경북지역에서는 대구교통방송(TBN)이 대표적인 교통정보시스템이다. 방송정보는 혼잡상태, 사고정보 등의 교통상황에 대한 실시간 정보와 교통규제나 기상 그리고 운전상식 등의 포괄적 정보를 제공한다. 대구교통방송(TBN)은 1999년 7월에 개국하여 침두시에만 제공하던 교통정보를 전일에 걸쳐 제공하게 되었고, 현재 대구시 및 외곽지역의 교통문제를 완화하기 위한 공익교통정보 전문매체로서의 역할을 수행하고 있다.

첨단교통정보시스템(ATIS)의 중요한 기능중의 하나는 통행전(pre-trip) 혹은 통행중(en route)에 이용 가능한 노선들에 대한 교통정보를 제공하거나 혹은 최적의 노선을 권장하는 것이다. 따라서 교통정보(예:혼잡정보, 사고정보, 날씨정보 등) 제공에 따른 통행자들의 통행행태 변화를 정확히 파악하기 위해 경험적 모형을 추정하는 것은 ITS분야에서 매우 중요한 기초연구에 해당한다고 볼 수 있다.

교통정보가 통행자의 의사결정에 영향을 미친다고 할 때 통행자는 통행전과 통행중에 교통정보를 제공받게 된다. 통행전 정보에 의해 통행자는 통행여부, 목적지 선택, 교통수단 선택, 출발시간 선택, 노선 선

택 등의 통행행태의 변화를 모색하며 통행중 교통정보에 의해 목적지 변경, 교통수단 변경, 노선 전환 등의 행동을 하게 된다. 통행자가 교통수단 변경, 노선 전환 등의 의사결정을 할 때 교통정보는 외적요인으로 개별 통행자의 통행경험은 내적요인으로 작용한다. 그리고 통행자의 통행행태를 이끌어내는 내적인 경험요인과 외부의 실시간 교통정보의 영향은 각기 다르다.

본 연구는 교통방송이 제공하는 교통정보가 평소 자가운전을 하는 직장인의 통행행태에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 이러한 연구목적을 달성하기 위해 직장인의 통행전 교통수단 변경여부와 통행중 노선 전환행태를 분석하고자 하였으며, 통행자가 통행전 또는 통행중에 교통방송이 제공하는 실시간 정보를 접했을 때 나타나는 행태의 변화를 분석하고자 하였다.

교통정보 제공에 따른 통행자의 통행행태 변화를 분석한 연구는 1990년대 이후 국내외에서 활발히 이루어져 왔다. Mahmassani, Caplice, and Walton(1990), 원제무·최기주·황준환(1996)은 교통정보 제공에 따른 노선 및 출발시간 변경행태를 Abdel-Aty, Vaughn, Kitamura, Jovanis, and Mannering(1994), Polydoropoulou, Ben-Akiva, and Kaysi(1994), Emmerink, Nijkamp, Rietveld, and Van Ommeren(1996), 이영인·문승라(1998), Khattak, and Khattak(1998), 김경환·김태형·서현열(2000)은 노선 변경행태를, Jou, Hu, and Lin(1997)은 출발시간, 노선 및 교통수단 변경행태를, Khattak and De Palma(1997)는 교통수단 및 출발시간 변경행태를, 신동호·임용택·박정근(1998)은 출발시간 변경행태를, 윤대식·김상황(2001)은 교통수단 및 노선 변경행태를, 이준화·원제무·김상구(2001)는 노선 변경을 통한 통행시간 절감효과를 분석하였다.

특히 우리나라의 자료를 이용한 선행연구의 경우 교통정보 제공에 따른 통행 출발시간 변경을 분석한 원제무·최기주·황준환(1996), 신동호·임용택·박정근(1998)의 연구를 제외하고는 거의 모두 노선선택 및 변경만을 연구대상으로 하였다. 다만 윤대식·김상황(2001)은 교통정보 제공에 따른 교통수단 변경여부와 노선 전환여부를 표준 로짓모형(standard logit model)을 이용하여 따로 따로 분석하였으나 이들 두 가지 통행선택행태를 하나의 모형을 추정하

여 통합적으로 분석하지는 않았다.

이와 같은 점을 감안하여 본 연구는 교통방송의 교통정보 제공에 따른 노선선택이나 변경뿐만 아니라 직장인의 교통수단 변경행태도 동시에 분석하고자 하였으며, 이를 위해 네스티드 로짓모형(nested logit model)을 활용하였다. 따라서 본 연구의 의의는 교통정보 제공에 따른 통행전(pre-trip) 교통수단 변경여부와 통행중(en route) 노선 전환여부의 선택행태를 하나의 네스티드 로짓모형을 추정하여 분석함으로써 이들 두 가지 선택행태의 관련성을 살펴보는 데 있으며, 궁극적으로는 첨단교통정보시스템(ATIS)의 효과를 파악함으로써 시스템개발과 교통정책에 유용한 기초자료를 제공할 것으로 판단된다.

본 연구는 평소 자가운전을 하는 직장인이 출근 통행전(pre-trip)에 교통정보를 접한 후 교통수단을 변경하는지의 여부와 통행중(en route)에 교통정보를 접한 후 통행노선을 전환하는지의 여부의 선택행태를 분석하고자 하였다. 이 두 가지 선택행태 가운데 특히 통행중 노선 전환여부는 침두시와 비침두시의 행태가 다를 것으로 판단되어 별도로 구분하여 모형을 추정하였다. 이를 위해 침두시간은 오전 7시와 9시 사이, 그리고 비침두시간은 오전 9시와 오후 5시 사이로 설정하여 분석하였다.

II. 분석모형 : 네스티드 로짓모형

본 연구에서는 교통정보 제공에 따른 통근통행자의 통행전 교통수단 변경여부와 통행중 노선 전환여부의 선택행태를 분석하기 위하여 네스티드 로짓모형(nested logit model)을 이용하였다. 네스티드 로짓모형은 표준 로짓모형(standard logit model)이 가지는 IIA (Independence from Irrelevant Alternatives: 비관련 대안으로부터의 독립성) 문제를 극복하기 위하여 개발되었다. 네스티드 로짓모형구조의 기본착상은 하나의 선택측면이 다른 선택측면과 분리되어 결정될 수 있는 계층적 구조를 가진다고 가정하는 것이다. 비록 실제로는 선택을 위한 의사결정이 동시에 이루어진다고 하더라도 네스티드 로짓모형에서는 모형구조만을 단순히 계층화시켜 표현할 뿐이며 의사결정의 순서가 꼭 계층화되어 있음을 가정하는 것은 아니다 (윤대식, 2001, pp.277~278).

네스티드 로짓의 선택확률은 한계선택확률(marginal

choice probability)과 조건부 선택확률(conditional choice probability)의 곱으로 표현된다. 2단계의 '나무가지 구조(tree structure)'에 의해 표현되는 네스티드 로짓모형에서 선택확률 $P_n(ij)$ 는 식(1)과 같이 계산된다.

$$P_n(ij) = P_n(j | i) \cdot P_n(i) \tag{1}$$

단 $P_n(j | i)$: i 가 결정된 상황에서 j 가 선택될 조건부확률

$P_n(i)$: i 가 선택될 한계확률

여기서 선택된 j 와 선택되지 않은 j 에 관한 표본관측치의 자료를 이용하여 조건부 확률함수 $P_n(j | i)$ 의 파라미터(parameters)를 추정한다. $P_n(j | i)$ 은 미지의 파라미터의 벡터 β 를 포함한다.

$$P_n(j | i) = e^{\beta X_{ij}} / \sum_{m=1}^n e^{\beta X_{im}} \tag{2}$$

단 X_{ij} : 대안 (i, j)를 위한 설명변수의 벡터

β : 파라미터

식(2)에서 파라미터의 벡터 β 가 추정되고 나면 다음과 같이 각각의 i 에 대하여 inclusive value I_i 가 계산된다.

$$I_i = \log \sum_{m=1}^n e^{\beta X_{im}} \tag{3}$$

inclusive value (중중 logsum이라 불리기도 함) I_i 는 어떤 하나의 주어진 대안 i 에 속하는 대안 j 의 최대효용의 기대값이다.

다음에 어떤 하나의 대안 i 를 선택할 한계확률함수 $P_n(i)$ 는 식(4)와 같이 추정된다.

$$P_n(i) = e^{\alpha Y_i + (1-\sigma) I_i} / \sum_{k=1}^n e^{\alpha Y_k + (1-\sigma) I_k} \tag{4}$$

단, Y_i : 대안 i 를 위한 설명변수의 벡터

$\alpha, (1-\sigma)$: 파라미터

식(4)에서 설명변수들의 벡터 Y_i 의 파라미터 α 와

inclusive value I_i 의 파라미터인 $(1-\sigma)$ 가 추정된다. $(1-\sigma)$ 는 하나의 '네스트(nest)'로 묶여 있는 대안들의 유사성(즉 대안간 상호대체성)의 정도를 나타내는데, 추정된 $(1-\sigma)$ 의 값이 0과 1 사이에 있어야 네스티드 로짓모형구조가 유효한 것으로 볼 수 있다. 한편 $(1-\sigma)$ 가 1이 되면 네스티드 로짓모형은 표준 로짓모형과 같아지므로 구태여 네스티드 로짓모형을 사용할 타당성은 없다고 볼 수 있다. 즉 $(1-\sigma)$ 가 1과 같은 것으로 밝혀지면 단순히 표준 로짓모형을 사용해도 문제가 없으며, 표준 로짓모형을 사용한 추정계수값이 결코 편의된(biased) 추정치가 아님을 알 수 있다(윤대식·윤성순, 1998, p.330).

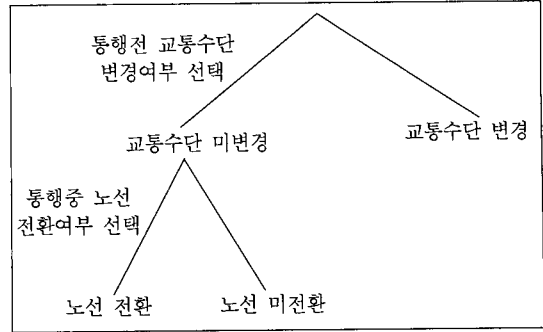
각 개인에 대한 대안의 선택확률이 관찰되지 않으므로 종속변수는 선택된 대안의 경우 1을, 그렇지 않은 대안의 경우 0의 값을 취하게 된다. 모형의 설명변수는 결정적 효용함수에 포함될 변수를 나타내며, 본 연구에서 결정적 효용함수는 '파라미터에 대해 선형(linear in parameters)'이라는 가정 아래 추정된다. 따라서 본 연구에서 추정된 결정적 효용함수는 다음과 같은 함수형태(functional form)를 가진다.

$$V_{in} = \beta_1 x_{in1} + \beta_2 x_{in2} + \beta_3 x_{in3} + \dots + \beta_k x_{ink} + \dots \quad (5)$$

- 단 V_{in} : 대안 i의 결정적 효용
- x_{ink} : 대안 i의 설명변수
- β_k : 파라미터

네스티드 로짓모형은 어떻게 대안들이 분류되고 계층화되는가에 따라 모형의 구조가 달라진다. 네스티드 로짓모형에서 어떤 '나무가지 구조(tree structure)'가 적절한지는 분석자의 직관적인 판단이나 사전지식에 부분적으로 의존하지만 모형의 '나무가지 구조'의 적절성 여부는 경험적 모형의 추정결과를 보고 논의가 가능하다.

본 연구에서는 교통방송의 교통정보 제공에 따른 자가운전 직장인의 통행전 교통수단 변경여부와 통행중 노선 전환여부의 선택행태를 2단계 나무가지 구조에 의해 표현된 네스티드 로짓모형을 이용하여 분석하였다. 따라서 본 연구에서는 통행전 교통수단 변경여부의 선택을 높은 단계, 교통수단 미변경에 따른 통행중 노선 전환여부의 선택을 낮은 단계로 하는 네



〈그림 1〉 모형의 '나무가지 구조'

스티드 로짓모형을 추정하였다. 2단계에 의해 표현되는 네스티드 로짓모형구조는 선택을 위한 조건부(conditionality)의 방향을 나타내는데, 본 연구에 이용된 네스티드 로짓모형구조는 〈그림 1〉과 같다.

네스티드 로짓모형을 포함한 모든 확률선택모형의 기본가정은 교통대안들 사이의 비교는 효용함수(utility function)를 통해 가능하다는 것이다. 따라서 통행자는 가장 큰 효용을 가져다주는 교통대안을 선택하게 된다. 본 연구에서는 〈그림 1〉에 나타난 모형구조를 이용하여 경험적 모형을 추정하기 위해 〈표 1〉에 나타난 설명변수들을 이용하였다. 이들 설명변수들은 경험적 모형의 추정에 이용된 후보변수들(candidate variables)로 적절한 변수들의 조합을 찾아내는 경험적 탐색(empirical search)의 과정에 이용된 변수들이다.

모형이 추정되고 나면 추정된 모형이 관측된 자료를 얼마나 잘 설명하는가를 살펴볼 필요가 있다. 확률선택모형에서 모형 전체의 적합도(goodness of fit)를 나타내기 위해 ρ^2 (likelihood ratio index라 불림)이 주로 사용된다.

네스티드 로짓모형이 추정될 때 계층화된 모형구조의 각각의 단계에서 ρ^2 이 계산된다. ρ^2 은 모형 전체의 적합도를 나타내기 위해 사용되며, 계산공식은 식(6)과 같다.

$$\rho^2 = 1 - \frac{L(\hat{\beta})}{L(0)} \quad (6)$$

- 단 $L(\hat{\beta})$: 로그우도함수(log likelihood function)의 최대치에서의 값
- $L(0)$: 모든 파라미터 값이 0일 때의 로그우도함수의 값

〈표 1〉 설명변수

변수명	변수의 정의
나이	나이
성별	남성:1, 여성:0
소득	월 평균소득
통행시간	평상시 거주지와 직장간의 승용차 통행시간(분)
시간여유	직장에의 도착시 시간여유(분)
청취빈도	교통방송 청취빈도(회/1주일)
인지노선수	거주지에서 직장으로 가는 노선(travel routes) 가운데 통행자가 인지하고 있는 노선의 수
신뢰성	교통정보가 나 자신의 경험과 다를 때 나는 정보를 무시한다 : 강하게 동의함(5), 동의(4), 그저 그렇다(3), 동의 안함(2), 전혀 동의 안함(1)
사고정보 1	〈SP 데이터〉를 이용하는 노선에 사고가 발생하였는데 버스나, 지하철은 정상 소통된다는 정보를 받았을 때 : 수단변경(1), 수단변경 안함(0)
사고정보 2	〈SP 데이터〉를 이용하는 노선(노선 A)에 사고가 발생하였는데, 다른 노선(노선 B)은 정상 소통된다는 정보를 받았을 때 : 노선 전환(1), 노선 전환 안함(0)
const	대안특유의 더미상수

ρ^2 은 회귀분석에서의 R^2 과 마찬가지로 0과 1 사이의 값을 가지며, 1에 가까울수록 좋은 적합도를 나타낸다. ρ^2 은 일반적으로 R^2 보다 비교적 작은 값을 가지는데, ρ^2 의 값이 0.2~0.4 사이의 값만 가져도 추정된 모형이 아주 좋은 적합도를 가지는 것으로 볼 수 있다(McFadden, 1976, p.41).

다만 네스티드 로짓모형에서는 계층(단계)의 수가 많을수록 각 계층(단계)을 위한 ρ^2 의 값은 작아지는 경향이 있다. 이러한 경향은 계층의 수가 증가할수록 각각의 네스트(nest)를 위한 관측치와 설명변수의 수가 줄어들기 때문에 나타난다.

III. 자료의 수집과 표본의 특성

1. 자료의 수집

본 연구는 교통방송이 제공하는 교통정보가 직장인의 통행전 교통수단 변경여부와 통행중 노선 전환여부에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 이러한 연구 목적을 충족하기 위해 대구에 직장을 가지면서 대구나 주변의 위성도시에서 출퇴근을 하며 평상시 통근을 위해 주로 승용차를 이용하는 사람들을 대상으로

설문조사를 실시하였다. 이는 대구에 직장을 가지고 있고 출퇴근을 하게 되는 경우 대체로 유사한 교통시스템을 이용하고, 접할 수 있는 교통정보도 어느 정도 동질성을 가질 것으로 판단되었기 때문이다.

한편 통행자의 노선 전환에 영향을 주는 요인은 통행시간, 지체거리, 각 경로의 주행경험, 정보의 정도, 주행경로의 혼잡상황 등을 생각할 수 있다. 그러나 이러한 요인들은 공간적, 사회·환경적 영향에 크게 좌우되므로 본 연구에서는 통행전 혹은 통행중에 통행자에게 교통정보(예:혼잡정보, 사고정보, 날씨정보 등)를 제공한 경우에 통행자의 교통수단 선택 및 노선 선호를 분석하기 위해 현시선호(revealed preferences) 조사와 더불어 잠재선호(stated preferences) 조사를 실시하였다.

자료수집방법은 조사원들이 2000년 7월 20일~7월 30일 사이에 설문지 800부를 배포 및 면접조사를 하였으며, 회수된 설문지 가운데 모형추정에 이용할 수 없는 것들을 제외한 결과 실제로 이용할 수 있는 설문지는 686부로 유효 표본회수율은 86%이었다.

실제 모형추정에 이용된 직장인 686명의 직업별 분포는 〈표 2〉와 같다. 표에서 보는 바와 같이 회사

〈표 2〉 표본의 직업별 분포

(단위:명)

구분	회사원	공무원	자영업	전문직	기타	합계
표본수	227(33.1%)	203(29.6%)	118(17.2%)	111(16.2%)	27(3.9%)	686(100.0%)

원이 33.1%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 다음으로 공무원(29.6%), 자영업(17.2%), 전문직(16.2%), 기타(3.9%)의 순으로 나타났다.

2. 표본의 특성

앞서 언급한 바와 같이 본 연구는 교통방송이 제공하는 실시간(real time) 교통정보(예:혼잡정보, 사고정보, 날씨정보 등)를 접한 후 통행전 교통수단 변경여부와 통행중 노선 전환여부의 선택행태를 네스티드 로짓모형으로 분석하고자 하였다.

〈표 3〉은 본 연구를 위한 각 대안들의 선택빈도를 나타낸다. 표에서 보는 바와 같이 교통정보 제공에 따라 통행전에 교통수단을 변경하는 통행자는 전체 표본의 18.1%이며, 변경하지 않는 통행자는 전체 표본의 81.9%로 조사되었다. 본 연구는 평상시 통근교통수단으로 주로 승용차를 이용하는 직장인을 대상으로 하였으므로 교통정보를 접하고 교통수단을 변경하는 통행자는 주로 택시, 버스, 지하철 등을 이용하는 것으로 볼 수 있고, 교통수단을 변경하지 않는 통행자는 승용차 이용자로 볼 수 있다.

침두시(오전 7시와 9시 사이)의 통행중에 교통정보를 듣고 노선을 전환하는 통행자는 전체 표본의 29.0%이며, 전환하지 않는 통행자는 전체 표본의 71.0%로 조사되었다. 그리고 비침두시(오전 9시와 오후 5시 사이)의 통행중에 교통정보를 듣고 노선을 전환하는 통행자는 전체 표본의 20.6%이며, 전환하지 않는 통행자는 79.4%로 조사되었다. 그만큼 침두시에 노선 전환을 많이 하는 것을 알 수 있다.

한편 본 연구를 위한 표본수(직장인수)는 686명으로 이들이 통행전에 교통정보를 접하고 행하는 교통수단 변경여부의 선택은 하루에 꼭 1회 이루어지지만, 통행전에 교통정보를 접하고도 교통수단을 변경하지 않는 직장인(승용차 이용자) 562명 가운데 일부는

침두시(오전 7시와 9시 사이)에 통행을 행하고 일부는 비침두시(오전 9시와 오후 5시 사이)에 통행을 행하며, 이들 중 일부는 침두시에도 통행을 하고 동시에 비침두시에도 통행을 하는 것으로 볼 수 있다. 이러한 이유 때문에 침두시 통행중 노선 전환여부를 결정하는 표본수는 493명이며, 비침두시 통행중 노선 전환여부를 결정하는 표본수는 413명으로 이들의 합이 통행전 교통수단 변경여부를 결정하는 표본수 686명과 일치하지 않는다.

IV. 모형의 경험적 추정

직장인의 통행특성 자료를 바탕으로 침두시 교통방송의 교통정보 제공에 따른 통행전 교통수단 변경여부와 통행중 노선 전환여부의 선택행태를 분석하기 위해 경험적 모형을 추정하였다. 모형의 경험적 추정을 위해서는 최우추정법(maximum likelihood method)이 이용되었으며, 본 연구에서는 Greene (1991)에 의해 개발된 LIMDEP Version 6.0과 7.0을 사용하였다. 모형의 경험적 추정은 〈표 1〉에 나타난 후보변수(candidate variables) 가운데 적절한 변수들의 조합을 찾아내는 경험적 탐색(empirical search)의 과정을 거쳤다. 적절한 모형을 찾기 위한 경험적 탐색은 먼저 모든 가능한 설명변수를 포함하여 경험적 모형을 추정한 후 통계적 유의성이 없는 설명변수를 제외하고 다시 경험적 모형을 추정하는 과정을 거쳤다. 따라서 본 연구에서 제시된 경험적 모형의 추정결과는 모든 가능한 설명변수를 포함하여 경험적 모형을 추정한 후 통계적 유의성이 없는 설명변수를 제외하고 다시 추정한 것이다.

네스티드 로짓모형의 추정은 '나무가지 구조'에서 낮은 단계의 네스트로부터 높은 단계의 네스트로 순차적인 추정과정(sequential estimation process)을 거친다는 점을 감안하여 먼저 모형의 낮은 단계를 위한 추정결과를 살펴보고, 다음에 높은 단계의 추정결과를 살펴보기로 한다.

〈표 3〉 대안들의 선택빈도

구분	통행전 교통수단 변경여부		통행중 노선 전환여부(침두시)		통행중 노선 전환여부(비침두시)	
	변경	미변경	전환	미전환	전환	미전환
	124(18.1%)	562(81.9%)	143(29.0%)	350(71.0%)	85(20.6%)	328(79.4%)
합계	686(100.0%)		493(100.0%)		413(100.0%)	

1. 통행중 노선 전환여부의 조건부 모형 추정결과

〈표 4〉는 모형의 낮은 단계 즉 노선 전환여부의 선택모형(조건부 모형)의 추정결과를 나타낸다. 모형 1은 첨두시 모형이고, 모형 2는 비첨두시 모형이다. 이들 모형의 추정결과를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 나이가 많을수록 노선을 전환하지 않는다는 사실이 첨두시와 비첨두시 모두 확인된다. 모형의 추정결과를 보면 추정계수가 (-)의 부호를 가지고 t-통계치의 값이 모형 1과 모형 2에서 모두 통계적 유의성이 큰 것으로 나타났다. 이러한 추정결과는 나이가 많을수록 원래 이용하는 노선을 고수하는 보수적인 경향이 크고 노선 전환에 따른 통행시간 절약이 중요한 고려사항이 아니라는 사실에 기인하는 것으로 보인다.

둘째, 남성은 여성에 비해 상대적으로 많이 노선 전환을 하는 사실이 첨두시와 비첨두시 모두 확인된다. 모형의 추정결과를 보면 추정계수가 (+)의 부호를 가지고 t-통계치의 값이 모형 1과 모형 2에서 모두 통계적 유의성이 있는 것으로 나타났다. 이러한

추정결과는 여성은 남성에 비해 원래 이용하는 노선을 고수하는 경향이 크다는 사실에 기인하는 것으로 보인다.

셋째, 통행시간은 노선 전환여부를 선택하는 데 첨두시에는 의미 있는 영향을 미치는 것으로 확인되는 반면에 비첨두시에는 의미 있는 영향을 미치는 것으로 확인되지 않는다. 모형 1(첨두시 모형)의 추정결과를 보면 추정계수가 (+)의 부호를 가지고 t-통계치의 값이 통계적 유의성이 어느 정도 있는 것으로 나타났으나 모형 2(비첨두시 모형)의 추정결과를 보면 추정계수가 (+)의 부호를 가지긴 하나 t-통계치의 값이 통계적 유의성이 없는 것으로 나타났다. 이러한 추정결과는 거주지와 직장간의 통행시간(통행거리)이 길수록 노선을 전환하는 경향이 클 것이라는 가설은 비첨두시에는 경험적으로 확인되지 않음을 보여주는 것이다. 즉 짧은 거리를 통행하는 통행자에 비해 먼 거리를 통행하는 통행자가 노선 전환을 할 가능성이 크다는 사실은 첨두시에는 경험적으로 분명히 확인되지만 비첨두시에는 확인되지 않음을 보여준다.

넷째, 청취빈도는 노선 전환여부를 선택하는 데 중요한 영향을 미치는 것으로 첨두시와 비첨두시 모두 확인된다. 표에서 보는 바와 같이 청취빈도의 추정계수가 (+)의 부호를 가지고 t-통계치의 값이 모형 1과 모형 2에서 모두 통계적 유의성이 있는 것으로 나타났다. 따라서 교통방송의 청취빈도가 많을수록 노선 전환을 하는 경향이 크다는 사실을 확인할 수 있다. 이는 교통방송을 많이 청취하는 통행자일수록 교통방송이 제공하는 교통정보에 따라 비교적 민감하게 통행과 관련된 선택을 하기 때문인 것으로 보인다.

다섯째, 거주지에서 직장으로 가는 노선 가운데 통행자가 인지하고 있는 노선의 수(인지노선수)가 많을수록 노선 전환을 하는 경향이 크다는 사실이 첨두시와 비첨두시 모두 확인된다. 표에서 보는 바와 같이 추정계수가 (+)의 부호를 가지고 t-통계치의 값이 모형 1과 모형 2에서 모두 통계적 유의성이 있는 것으로 나타났다. 따라서 통행자의 인지노선수가 많을수록 노선을 전환하는 경향이 크다는 사실을 확인할 수 있다.

여섯째, 교통방송이 제공하는 사고정보(SP data)는 노선 전환여부를 선택하는 데 중요한 영향을 미치는 것으로 첨두시와 비첨두시 모두 확인된다. 표에서 보는 바와 같이 '사고정보 2'의 추정계수가 (+)의 부

〈표 4〉 통행중 노선 전환여부 선택모형(조건부 모형) 추정결과

설명변수	추정계수	
	모형 1(첨두시 모형)	모형 2(비첨두시 모형)
나이 (대안 1)	-0.05797(-4.791)	-0.05547(-4.452)
성별 (대안 1)	0.25220(2.138)	0.28790(2.279)
통행시간 (대안 1)	0.00198(1.978)	-
청취빈도 (대안 1)	0.08240(3.338)	0.17455(4.206)
인지노선수 (대안 1)	0.25672(2.449)	0.30143(2.971)
사고정보 2 (대안 1)	0.34177(2.498)	0.28321(1.996)
const (대안 1)	-0.24432(-1.414)	-0.75431(-1.153)
ρ^2	0.3085	0.3382
$L(\beta)$	-459.5663	-481.7262
$L(0)$	-317.7901	-318.8064
표본수	493	413

주 1) 대안 1 : 노선 전환, 대안 2 : 노선 미전환
 2) 모형의 추정계수는 괄호속에 나타난 대안에 대한 추정치임.
 3) 괄호안의 값은 t-통계치임.

호를 가지고 t-통계치의 값이 모형 1과 모형 2에서 모두 통계적 유의성이 있는 것으로 나타났다. 따라서 첨두시와 비첨두시 공히 늘 이용하는 노선(노선 A)에 사고가 발생하였다는 교통정보를 교통방송을 통해 접할 경우 정상 소통되는 다른 노선(노선 B)으로 노선 전환을 하는 경향이 크다는 사실을 확인할 수 있다.

한편 통행중 노선 전환여부 선택모형(조건부 모형) 전체의 적합도(the overall goodness of fit)를 나타내는 ρ^2 의 값은 모형 1과 모형 2가 각각 0.3085와 0.3382로 계산되었다. 일반적으로 ρ^2 의 값은 0.2와 0.4 사이의 값만 가지더라도 아주 좋은 적합도를 갖는 것으로 평가할 수 있음에 비추어 본다면 모형의 경험적 추정결과는 적합도의 측면에서 매우 우수한 것으로 볼 수 있다.

2. 통행전 교통수단 변경여부의 한계모형 추정결과

<표 5>는 네스티드 로짓모형구조의 높은 단계인 통행전 교통수단 변경여부의 선택을 위한 한계모형의 추정결과를 나타낸다. 앞서 살펴본 통행중 노선 전환여부 선택모형(조건부 모형)과 마찬가지로 모형 1은 첨두시 모형이고, 모형 2는 비첨두시 모형이다. 모형의 경험적 추정결과를 자세히 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 나이가 많을수록 통행전 교통수단을 변경하지 않는다는 사실이 첨두시와 비첨두시 모두 확인된다. 모형의 추정결과를 보면 추정계수가 (+)의 부호를 가지고 t-통계치의 값이 모형 1과 모형 2에서 모두 통계적 유의성이 큰 것으로 나타났다. 이러한 추정결과는 나이가 많을수록 원래 이용하는 교통수단인 자가용승용차를 이용하려는 보수적인 경향이 크다는 사실에 기인하는 것으로 보인다.

둘째, 남성은 여성에 비해 상대적으로 통행전에 교통수단을 변경하지 않는 경향이 크다는 사실이 첨두시와 비첨두시 모두 확인된다. 모형의 추정결과를 보면 추정계수가 (+)의 부호를 가지고 t-통계치의 값이 모형 1과 모형 2에서 모두 통계적 유의성이 있는 것으로 나타났다. 이러한 추정결과는 남성은 여성에 비해 원래 이용하는 교통수단인 자가용승용차를 고수하는 경향이 크다는 사실에 기인하는 것으로 보인다.

셋째, 통행시간은 교통수단 변경여부를 선택하는데 중요한 영향을 미치는 것으로 첨두시와 비첨두시 모두 확인된다. 표에서 보는 바와 같이 모형 1과 모형 2 모두에서 추정계수가 (+)의 부호를 가지고 t-통계치의 값이 통계적 유의성이 있는 것으로 나타났다. 따라서 평상시 거주지와 직장간의 통행시간(통행거리)이 길수록 교통수단을 변경하지 않는 경향이 크다는 사실이 확인된다.

넷째, 시간여유는 교통수단 변경여부를 선택하는데 중요한 영향을 미치는 것으로 첨두시와 비첨두시 모두 확인된다. 표에서 보는 바와 같이 모형 1과 모형 2 모두에서 추정계수가 (+)의 부호를 가지고 t-통계치의 값이 통계적 유의성이 있는 것으로 나타났다. 따라서 직장에의 도착시 시간여유가 많은 통행자일수록 통행전에 교통수단을 변경하지 않는 경향이 크다는 사실을 확인할 수 있다. 이러한 추정결과는 비교적 시간여유를 많이 가지는 통행자일수록 원래 이용하는 교통수단인 자가용승용차를 고수하는 경향이 크다는 사실에 기인하는 것으로 보인다.

<표 5> 통행전 교통수단 변경여부 선택모형(한계모형) 추정결과

설명변수	추정계수	
	모형 1(첨두시 모형)	모형 2(비첨두시 모형)
나이 (대안 1)	0.04694(4.009)	0.04237(3.225)
성별 (대안 1)	0.32924(2.895)	0.30844(2.712)
통행시간 (대안 1)	0.01979(2.634)	0.01993(2.519)
시간여유 (대안 1)	0.64870(5.420)	0.73223(5.454)
청취빈도 (대안 1)	-0.02656(-1.968)	-0.03013(-2.301)
사고정보 1 (대안 1)	-0.26552(-2.434)	-0.24281(-2.412)
const (대안 1)	1.53820(3.261)	2.35110(3.672)
LOGSUM	0.24230(1.983)	0.22115(1.975)
ρ^2	0.4268	0.4314
L(B)	-553.7952	-558.5172
L(0)	-317.4354	-317.5729
표본수	686	686

주 1) 대안 1 : 교통수단 미변경, 대안 2 : 교통수단 변경
 2) 모형의 추정계수는 괄호속에 나타난 대안에 대한 추정치임.
 3) 괄호안의 값은 t-통계치임.

다섯째, 청취빈도는 교통수단 변경여부를 선택하는데 의미 있는 영향을 미치는 것으로 침두시와 비침두시 모두 확인된다. 표에서 보는 바와 같이 청취빈도 변수의 추정계수가 (-)의 부호를 가지고 t-통계치의 값이 모형 1과 모형 2에서 모두 통계적 유의성이 어느 정도 있는 것으로 나타났다. 이러한 추정결과는 교통방송의 청취빈도가 많을수록 교통방송이 제공하는 교통정보를 듣고 통행전에 교통수단을 변경할 가능성이 크다는 사실을 보여준다.

여섯째, 교통방송에 의한 사고정보는 모형 1과 모형 2에서 보는 바와 같이 통계적 유의성이 있는 것으로 확인된다. 표에서 보는 바와 같이 추정계수가 (-)의 부호를 가지고 t-통계치의 값을 볼 때 사고정보가 통행전 교통수단 변경에 중요한 영향을 미치는 것으로 확인된다.

일곱째, inclusive value를 나타내는 LOGSUM의 추정계수값은 모형 1과 모형 2가 각각 0.24230과 0.22115로 0과 1 사이의 값을 가진다. 아울러 LOGSUM 변수의 t-통계치는 대체로 통계적 유의성이 있음을 보여준다. 앞에서 설명한 바와 같이 LOGSUM의 계수값이 0과 1 사이의 값을 가지면 네스티드 로짓모형의 구조가 유효한 것으로 볼 수 있다. 따라서 모형의 경험적 추정결과는 본 연구에서 사용된 네스티드 로짓모형의 구조가 직장인의 통행태를 설명하는데 적절함을 입증케 한다. 즉 통행전 교통수단 변경여부의 선택과 통행중 노선 전환여부의 선택은 상호 밀접한 관련을 가지면서 이루어진다는 사실을 확인할 수 있다. 이러한 사실로 미루어 보면 통행전 교통수단 변경여부의 선택과 통행중 노선 전환여부의 선택이 별도로 분리되어 모형이 추정될 경우 편의된(biased) 추정계수값을 얻게 되며, 특히 직장인이 통행전에 교통정보를 접하고 교통수단 변경여부를 선택할 상황에서도 향후 나타날 통행중 노선 전환여부의 선택 상황까지도 고려하여 의사결정을 한다는 사실을 알 수 있다.

한편 교통수단 변경여부 선택모형(한계모형) 전체의 적합도(the overall goodness of fit)를 나타내는 ρ^2 의 값은 모형 1과 모형 2가 각각 0.4268과 0.4314로 계산되었다. 따라서 모형의 경험적 추정결과는 적합도의 측면에서 매우 우수한 것으로 볼 수 있다.

V. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 네스티드 로짓모형을 이용하여 교통방송이 제공하는 교통정보에 따라 통행자의 통행태가 어떻게 변하는지 분석하였다. 본 연구는 자가운전 직장인의 통행전 교통수단 변경과 통행중 노선 전환태에 영향을 미치는 요인을 통행자의 사회·경제적인 요인, 통행특성요인, 교통정보요인을 고려하여 분석하였다.

교통수단 변경과 노선 전환태를 분석하기 위해 대구시에 있는 직장인을 대상으로 한 설문조사를 통해 현시선호자료(revealed preferences data)와 잠재선호자료(stated preferences data)를 수집하였고, 이 자료를 이용하여 네스티드 로짓모형을 추정하고 그 결과를 논의하였다.

직장인의 통행전 교통수단 변경여부와 통행중 노선 전환여부 선택태를 분석한 결과를 요약해서 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 직장인의 통행중 노선 전환여부 선택모형(조건부 모형) 추정에 사용된 변수로는 나이, 성별, 소득, 통행시간, 청취빈도, 인지노선수, 사고정보가 이용되었다. 이들 변수 가운데 침두시에는 나이, 성별, 통행시간, 청취빈도, 인지노선수, 사고정보가 의미 있는 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 한편 비침두시에는 침두시와는 달리 통행시간이 의미 있는 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다. 이러한 추정결과는 거주지와 직장간의 통행시간(통행거리)이 길수록 노선을 전환하는 경향이 크다는 사실이 침두시에는 분명히 확인되지만 비침두시에는 확인되지 않음을 보여준다.

둘째, 직장인의 통행전 교통수단 변경여부 선택모형(한계모형) 추정에 사용된 변수로는 나이, 성별, 통행시간, 시간여유, 청취빈도, 교통정보에 대한 신뢰성, 사고정보가 이용되었는데, 이 가운데 침두시와 비침두시 공히 나이, 성별, 통행시간, 시간여유, 청취빈도, 사고정보가 교통수단 변경에 의미 있는 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다.

셋째, 모형의 경험적 추정결과는 본 연구에서 가설화된 네스티드 로짓모형의 타당성을 입증케 한다. 즉 통행전 교통수단 변경여부의 선택과 통행중 노선 전환여부의 선택은 상호 밀접한 관련을 가지면서 이루어

어진다는 사실을 확인할 수 있으며, 특히 직장인이 통행전에 교통정보를 접하고 교통수단 변경여부를 선택할 상황에서도 통행중 노선 전환여부의 선택상황까지도 고려하여 의사결정을 한다는 사실을 알 수 있다.

한편 본 연구와 관련된 향후 연구과제로는 첨단교통정보시스템(ATIS)의 도입에 따른 잠재선호자료(stated preferences data)의 활용을 통한 통행행태분석을 들 수 있다. 최근 들어 국내 여러 도시에서 다양한 유형의 첨단교통정보시스템의 도입이 시도되고 있거나 계획되고 있다. 교통방송 외에 가변정보표지판(variable message sign), 전화나 휴대폰을 통한 교통정보 제공, 차량내 항법시스템(navigation system)을 통한 교통정보 제공 등 그 유형도 다양하다. 따라서 향후 다양한 유형의 첨단교통정보시스템의 도입에 따른 효과를 파악하기 위해서 잠재선호자료의 활용을 통한 통행행태분석이 요망된다.

첨단교통정보시스템은 통행자의 통행행태와 첨단통신기술을 결합하여 교통혼잡을 완화하기 위한 것이며, 이러한 시스템을 구축하기 위해서는 엄청난 예산과 시간 그리고 기술력이 필요하게 된다. 따라서 최근 도입이 시도되고 있거나 계획되고 있는 첨단교통정보시스템에 대한 시행효과를 예측하기 위해서 잠재선호자료를 활용하여 통행자 행태에 대한 정밀한 분석을 하는 것이 필요하다고 볼 수 있다. 아울러 향후에는 구체적인 교통정보 제공방법이 교통시스템 전체에 미치는 영향을 분석하기 위해 시뮬레이션(simulation) 등의 방법을 이용하는 연구가 요망된다.

참고문헌

1. 김경환·김태형·서현열(2000), "대학출근운전자들의 노선선택 및 전환행태 모형", 대한교통학회지, 제18권 제3호, 대한교통학회.
2. 신동호·임용택·박정근(1998), "비반복 도로혼잡시 교통정보제공에 따른 출발시간대별 통행수요변화 연구", 국토계획, 제33권 제4호, 대한국토·도시계획학회.
3. 원제무·최기주·황준환(1996), "통행자의 출근 통행행태에 미치는 교통정보의 영향에 관한 연구", 국토계획, 제31권 제5호, 대한국토·도시계획학회.
4. 윤대식(2001), 교통수요분석-이론과 모형, 서울:박영사.
5. 윤대식·김상황(2001), "교통정보 제공에 따른 통행자의 통행행태 변화 분석", 국토계획, 제36권 제2호, 대한국토·도시계획학회.
6. 윤대식·윤성순(1998), 도시모형론-분석기법과 적용, 서울:홍문사.
7. 이영인·문승라(1998), "교통정보가 통행자 노선 전환행태에 미치는 영향에 관한 연구", 국토계획, 제33권 제4호, 대한국토·도시계획학회.
8. 이준화·원제무·김상구(2001), "교통정보 제공이 고속도로 통행시간 절감에 미치는 영향에 관한 연구", 국토계획, 제36권 제7호, 대한국토·도시계획학회.
9. Abdel-Aty, M. A., K. M. Vaughn, R. Kitamura, P. P. Jovanis, and F. L. Mannering(1994), "Models of Commuters' Information Use and Route Choice : Initial Results Based on Southern California Commuter Route Choice Survey", Transportation Research Record 1453.
10. Emmerink, Richard H. M., P. Nijkamp, P. Rietveld, and Jos N. Van Ommeren(1996), "Variable Message Signs and Radio Traffic Information : An Integrated Empirical Analysis of Drivers' Route Choice Behaviour", Transportation Research-A, Vol.30, No.2.
11. Greene, W. H.(1991), LIMDEP User's Manual and Reference Guide, Version 6.0, Bellport : Econometric Software, Inc.
12. Jou, R-C., T-Y Hu, and C-W Lin(1997), "Empirical Results from Taiwan and Their Implications for Advanced Traveler Pretrip Information Systems", Transportation Research Record 1607.
13. Khattak, Asad J. and A. De Palma(1997), "The Impact of Adverse Weather Conditions on the Propensity to Change Travel Decisions : A Survey of Brussels Commuters", Transportation Research-A, Vol.31, No.3.
14. Khattak, Aemal J. and Asad J. Khattak

- (1998), "Comparative Analysis of Spatial Knowledge and En Route Diversion Behavior in Chicago and San Francisco : Implications for Advanced Traveler Information Systems", Transportation Research Record 1621.
15. Mahmassani, H. S., C. G. Caplice, and C. M. Walton(1990), "Characteristics of Urban Commuter Behavior : Switching Propensity and Use of Information", Transportation Research Record 1285.
16. McFadden, D.(1976), The Theory and Practice of Disaggregate Demand Forecasting for Various Modes of Urban Transportation. University of California-Berkeley, Institute of Transportation Studies, Working Paper No. 7623.
17. Polydoropoulou, A., M. Ben-Akiva, and I. Kaysi(1994), "Influence of Traffic Information on Drivers' Route Choice Behavior", Transportation Research Record 1453.

✉ 주 작 성 자 : 윤대식

✉ 논문투고일 : 2002. 6. 4

논문심사일 : 2002. 7. 22 (1차)

2002. 9. 13 (2차)

2002. 9. 24 (3차)

심사판정일 : 2002. 9. 24

✉ 반론접수기간 : 2003. 2. 28