■ 論 文 ■

SP Data를 이용한 주차장선택행태 분석에 관한 연구
(쇼핑통행을 중심으로)

A Study on the Parking Place Choice Behaviors Using Stated Preference Data
(the case of shopping trips)

정 성 용
(대구대학교 지역사회개발학과 교수)

배 영 석
((주)교통시스템연구소 소장)

윤 용 득
(영남대학교 도시공학과 대학원)

이 재 륜
(대구대학교 지역사회개발학과 대학원)

목 차

Ⅰ. 연구의 배경 및 목적
Ⅱ. 관련연구의 검토
Ⅲ. 주차장 선택행태 연구모형
1. 연구의 내용 및 구성
2. 분석모형
3. 조사설계 및 방법
Ⅳ. 자료수집 및 분석
1. 조사자료의 개요
2. 주차행태특성 분석
Ⅴ. 주차장 선택모형 실증분석
1. 모형의 수식화
2. 설명변수선정
3. 주차장 선택모형의 추정결과
4. 탄력성 분석
Ⅵ. 결론 및 향후과제
참고문헌

Key Words : 선호의식자료(SP Data), 일부실시법, 다항로짓모형, 네스티드로짓모형, 탄력성분석

요 약

본 연구에서는 주차정책의 변화에 따른 운전자의 주차행동 변화를 예측하고, 나아가서 주차시설별 주차수요의 예측이 가능한 주차장 선택모형을 개발하기 위하여, 대구광역시 운전자의 선호의식자료를 이용한 다항로짓과 네스티드로짓 주차장 선택모형을 추정하고, 모형에 대한 탄력성분석을 실시하였다. 설명변수로서는 성별, 연령 등의 대안특유 사회경제적 변수와 주차장 탐색 및 입고시간, 목적지까지의 도보거리, 주차요금, 불법주차 단속횟수 등의 주차관련 특성변수를 적용하였다. 모형의 추정결과에 의하면, 각 설명변수에 대한 추정 파라메타의 부호는 논리적으로 타당하였으며, 모형의 적합도 역시 양호하게 나타났다.

또한, 주차정책변수의 변화에 대한 모형의 탄력성 분석을 실시한 결과에 의하면, 주차비용의 탄력성이 가장 높았고, 주차시설 접근시간보다 목적지까지의 도보거리의 탄력성이 높은 것으로 나타났다. 이는 주차시설의 입고 편의성보다 주차시설과 목적지간의 근접성이 더욱 중요하다는 것을 의미한다. 따라서, 앞으로의 주차시설은 목적지 주변에 소형주차장을 분산하여 공급할 필요가 있을 것이다. 상기와 같이, 본 연구의 결과는 주차정책 수립을 위한 중요한 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

* 이 논문은 1999년도 한국학술진흥재단의 연구비에 의하여 지원되었음(KRF-99-C00411).

Ⅰ. 연구의 배경 및 목적

주차문제가 발생하는 근본적인 원인은 주차수요에 비해 주차공간이 턱없이 부족하여 초과주차수요가 발생하기 때문이다. 이러한 초과주차수요로 인하여 유발되는 불법주차는 도로의 주행기능 및 도시교통시스템의 전반적인 기능을 저하시키는 요인으로 지적되고 있다.

주차문제를 해결하는 최선의 정책대안은 주차시설의 공급을 확대하여 주차수요와 공급간의 불균형 현상을 해소하는 것이나, 이는 많은 시간과 비용이 요구되기 때문에 당면한 주차문제를 해결하기 위한 적절한 정책대안이 되지 못한다. 특히, IMF 경제위기 이후 재정적 어려움을 안고 있는 중앙 및 지방정부로서는 교통시설의 투자를 확대하는 공급 지향적 교통정책보다는 기존 교통시설의 보다 효율적인 이용을 유도하는 단기 교통수요관리 정책에 치중할 필요가 있다.

따라서 현 시점에 적합한 효율적인 주차정책의 수립을 위해서는 주차시설 공급량의 조정, 주차요금 및 요금구조의 조정, 주차단속의 강화, 주차정보시스템의 확대 등과 같은 단기주차정책으로 교통수요를 관리하고, 환경오염을 줄이며 나아가서 교통부문으로부터 유발되는 각종 사회적비용(Social cost)을 줄이는 것이 바람직하다(McShane & Meyer, 1982).

이를 위해서는 먼저, 주차를 하고자 하는 운전자의 주차장 선택에 대한 행동의식을 보다 정확하게 파악하여, 새로운 주차정책 도입에 따른 주차시설별 주차수요의 변화를 보다 정확히 예측하는 것이 필수적이다. 미시적인 측면에서 보면, 주차정책의 변화에 따른 주차수요의 변화는 주차시설 형태별로 서로 상이하게 나타날 수 있다. 예를 들면, 주차요금의 인상으로 유료주차시설(노상 및 노외주차시설)의 주차수요는 감소하지만, 다른 한편으로는 불법주차수요가 증가할 수도 있다. 이와 같이 새로운 주차정책을 실시함에 따라 유발되는 운전자의 주차행태의 변화를 보다 정확하게 예측할 수 있어야 효율적인 주차정책을 수립할 수 있다.

주차수요예측모형으로서는, 개별행태모형(Disaggregated Behavioral Model)이 집계형 주차수요모형에 비해 현상 설명력이 높을 뿐만 아니라 모형내에 개인행동에 영향을 미치는 정책변수를 내포하고 있어서 주차정책의 변화에 따른 주차행동의 변화를 예측할 수 있다는 장점을 가지고 있기 때문에, 주차장 선택행동과 같은 개인행동에 관한 분석은 개별행태모형을 적용하는 것이 보다 바람직하다.

따라서, 본 연구의 목적은 선호의식자료를 이용하여 운전자의 주차장 선택행태를 설명할 수 있는 개별행태모형을 구축하고, 모형의 탄력성 분석을 실시함에 의해, 도시권 주차정책의 도입 및 주차정책의 변화에 따른 운전자의 주차행태의 변화를 분석·예측하여 합리적이고 효율적인 주차수요관리정책 수립을 위한 기초자료를 제공하는데 있다. 본 연구에서 도출하고자 하는 주차행태모형은 주차시설 특성변수, 운전자의 사회경제적 특성변수 등과 같은 주차정책 변수를 포함하고 있어서, 주차정책(예로서 주차요금 인상)의 변화에 따른 운전자의 주차행태의 변화뿐만 아니라 주차형태별 주차수요 패턴의 변화를 분석·예측 가능하기 때문에 보다 합리적이고 효율적인 주차정책 수립이 가능해 진다.

Ⅱ. 관련연구의 검토

본 연구와 관련된 연구로서, 개별행태적 접근방법을 이용한 주차장 선택행태에 관한 연구는 1980년대 이후 제한적으로 연구가 이루어졌는데, Van Der Goot (1982)는 네덜런드 Haarlem시의 22개 블럭화한 지역을 대상으로 다항 로짓모형을 이용하여 6개의 통행목적별, 5개의 주차형태별로 서로 다른 선택모형을 구축하였다. 또한 Hunt(1988)는 1983년 Edmonton의 도심지역에서 수집된 자료를 이용하여 주차형태가 선택된 조건 하에서 주차장소를 선택하는 조건부 확률선택모형을 개발하였다. 이때 고려된 주차형태로는 노상주차, 노외주차, 부설주차의 3가지 형태이며, 설명변수로는 주차비용과 목적지까지의 도보거리(egress distance)를 설정하였다. Kanafani & Lan(1988)은 San Francisco 공항의 주차자료(1983년~1984년)를 이용하여 주차기간(1시간~1주일)에 따른 주차수요를 분석하였다.

한편, Bradley & Layzell(1986)과 Axhausen & Polak(1991)은 각각 영국과 독일지역의 선호의식자료를 이용하여 주차선택모형을 구축하였다. 이들은 주차장 선택집합(Choice set)을 무료노상주차, 유료노상주차, 노외주차, 부설주차, 불법주차로 구분하고,

주차선택에 영향을 미치는 설명변수로서 시간변수와 비용변수를 고려하였는데, 시간변수는 접근시간(Access Time), 탐색시간(Search Time), 도보시간(Egress Time)으로 세분하였다. 또한, 일본의 塚口博司, 小林雅文(1993)은 성별, 직업 등의 개인속성변수와 주차요금, 보행거리, 대기시간, 단속빈도 등의 대안특성변수를 설명변수로 하여 네스티드로짓모형을 구축함으로써 노상주차를 포함한 주차장소의 선택행동을 분석하였다. Waerden & Oppewak(1996)은 로짓모형을 이용하여 36개의 쇼핑목적지와 주차공간(Parking lots)의 결합선택행위(Combined choice behavior)를 설명하는 모형을 제시하였다.

최근에 Cassady & Kobza(1998)는 확률적 모형을 이용하여 운전자가 주차장소를 선택하는 기준을 도출하였는데, 주차장 선택행위의 기준으로 도보시간의 최소화, 주행시간의 최소화, 도보 및 주행시간의 최소화 등이 고려되었다. Thompson & Richardson(1998)은 접근시간, 대기시간, 주차비용 변수를 활용하여 운전자의 주차장 선택집합의 크기 및 구조가 모형내부에서 결정되는 주차장 탐색모형을 구축하였다.

한편, 주차행태 및 정책에 관한 국내 연구동향을 고찰하여 보면, 김희생(1990)은 "대도시 도심부의 주차정책 설정에 관한 실증적 연구"에서 수량화 분석기법을 이용하여 운전자가 합법 및 불법주차를 선택하는데 영향을 미치는 요인에는 운전자의 연령 및 직업, 주차목적, 목적지까지의 거리, 평균주차시간 등이 있다는 것을 규명하였다. 김강수(1995)는 쇼핑통행의 주차선택모형을 개발하였으며, 주차선택대안으로 유료주차, 무료주차, 불법주차로 설정하고, 탐색시간(Search Time), 주차후 접근시간(Egress Time), 주차요금(Cost), 불법주차시 기대벌금액(Expected Fine)을 설명변수로 선정하여 다항로짓모형을 개발하였다. 또한, 강혜영(2000)은 주차목적별로 주차선택모형을 추정하였는데, 주차선택대안은 노상, 노외, 불법주차로 하고, 설명변수로는 주차요금, 10회 불법주차시 단속될 확률, 주차탐색시간, 주차후 접근도보시간을 선정하여 다항로짓모형을 개발하였다.

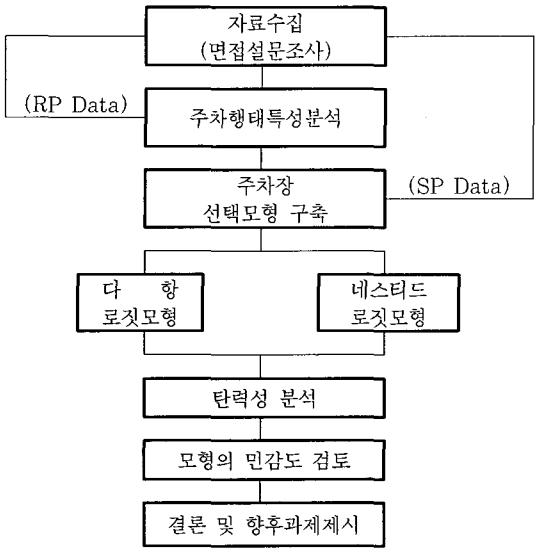
이상과 같이, 대부분의 국내외 선행연구에서 공통적으로 사용되고 있는 설명변수는 탐색시간(Search Time), 주차후 접근시간(Egress Time), 주차요금(Cost) 등이다. 국내의 선행연구에서는 불법주차가 성행하고 있는 우리나라의 실정을 감안하여 불법주차 선택대안 특성변수로서 불법주차시 기대벌금액(Expected Fine)이라는 설명변수가 추가적으로 사용되고 있다. 주차장 선택행태에 관한 연구는, 국내외적으로 최근에 연구가 활발하게 진행되고 있는 새로운 연구분야이나, 사용된 자료의 형태, 선택대안, 모형의 구조는 분석대상지역의 특성에 따라 다소 차이가 있다. 특히, 국내의 경우 모형의 구조가 다항로짓모형으로 한정되어 있다.

따라서, 본 연구에서는 선호의식자료를 이용하여 운전자의 주차장 선택행태를 설명할 수 있는 개별행태모형 가운데 다항로짓모형과 네스티드로짓모형을 구축하고 모형들의 탄력성 분석을 행하여, 본 연구에서 개발된 주차장선택모형의 도시권 주차정책에의 적용가능성을 검토하고자 한다.

Ⅲ. 주차장 선택행태 연구모형

1. 연구의 내용 및 구성

본 연구에서는 면접설문조사에 의한 주차이용실태와 주차행태특성 조사를 실시하였으며, 이를 바탕으로 조사대상자의 개인속성 분석과 주차행태특성 분석을 행한 후, 개별운전자의 주차행동의 예측과 주차시설별 주차수요를 예측하기 위한 주차장 선택모형을 구축하였다. 본 연구의 목적 중의 하나인 불법주차 운전자의 행태적 특성을 규명하기 위하여, 모형 구조는 우선 주차형태를 합법과 불법으로 구분하고, 합법주차는 다시 노상주차와 노외주차로 구분하여 3가지 주차형태를 포함하는 주차선택집합을 구성하였다. 선택대안에 대한 설명변수로서는 국내외 선행연구와 유사하게 탐색시간, 주차후 접근시간, 주차비용을 사용하였고, 불법주차의 특성변수로서는 불법주차 기대벌금과 불법주차 단속정도 중에서 자료수집이 용이한 불법주차 단속정도를 채택하였다. 운전자의 주차장 선택행태를 설명할 수 있는 개별행태모형 가운데 다항로짓모형과 네스티드로짓모형을 구축하고, 주차정책변수(주차비용, 도보거리, 불법주차 단속 등)의 변화에 따른 모형들의 민감도를 분석하여, 도시권 주차정책에 있어서 본 모형의 적용가능성을 검토하고자 한다. 본 연구의 내용 및 구성은 〈그림 1〉과 같다.



〈그림 1〉 연구내용 및 구성

2. 분석모형

본 연구에서는, 행동의 의사결정주체인 각 개인은 어떤 선택상황 가운데서 자신에게 효용이 최대가 되는 선택대안을 선택한다고 하는 효용최대화 행동원리를 기본전제로 하는 개별행태모형 가운데, 다항로짓모형(Multinomial Logit Model)과 네스티드로짓모형(Nested Logit Model)에 의한 주차장선택모형을 개발하였으며, 모형추정에 이용된 프로그램으로는 LIMDEP 7.0(William, 1998)을 이용하였다.

이들 모형의 파라메타 추정은 최우추정법(Maximum Likelihood Estimation)을 이용하였으며, 추정된 모형의 통계적 검정방법으로는 각 추정계수에 대해서는 t 검정을 행한다. 또한 모형의 적합도를 나타내는 지표로는 우도비(ρ^2)[1]와 적중률(hit ratio)을 이용한다.

이하에서는, 개별행태모형의 이론적 기초 및 본 연구에서 개발되어지는 다항로짓모형과 네스티드로짓모형의 이론적 내용에 대하여 서술하였다.

1) 개별행태모형의 이론적 기초

Random 효용이론에 기초를 둔 개별행태모형은 행동의 의사결정주체인 각 개인이 선택상황 가운데 자신에게 있어서 효용이 최대가 되는 대안을 선택한다고 하는 개인의 효용최대화 행동을 기본적 전제로 한다.

즉, 개인 n 이 선택 가능한 선택대안집합 A_n으로부터 대안 i를 선택하는 조건은 식(1)과 같다.

$$U_{in} \geq U_{jn} \quad ; i \neq j, \quad j \in A_n \tag{1}$$

이때, Random 효용이론은 효용 U_{in}이 확정적으로 결정되어지지 않고 확률적으로 변동한다고 생각하여, 효용 U_{in}을 확률변수로 하고, 이것을 관측 가능한 부분(결정적 효용) V_{in}과 관측 불가능한 부분(확률적 효용) ε_{in}으로 나누어, 식(2)와 같이 표현되어진다.

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \tag{2}$$

이때, 개인 n이 대안 i를 선택할 확률 P_{in}은 식(3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} P_{in} &= \Pr ob(U_{in} \geq U_{jn} \; ; \; i \neq j, \; j \in A_n) \\ &= \Pr ob(V_{in} + \varepsilon_{in} \geq V_{jn} + \varepsilon_{jn} \\ &\quad ; \; i \neq j, \; j \in A_n) \end{aligned} \tag{3}$$

단, $0 \leq P_{in} \leq 1$, $\sum_{i \in A_n} P_{in} = 1$

여기서, 확률적 효용 ε의 분포형의 가정에 의해 다양한 개별행태모형이 도출되어지는데, 이하의 로짓모형에서는 ε이 선택대안간에 상호 독립적이며, 동일의 분산을 가지는 와이블(Weibull)분포에 따른다고 가정하고 있다.

2) 다항로짓모형(Multinomial Logit Model)

다항로짓모형에서의 개인 n이 선택대안집합 A_n에서 대안 i를 선택하는 확률 P_{in}은 식(4)와 같다.

$$\begin{aligned} P_{in} &= \frac{\exp(\lambda V_{in})}{\sum_{j \in A_n} \exp(\lambda V_{jn})} \\ &= \frac{1}{\sum_{j \in A_n} \exp(\lambda (V_{jn} - V_{in}))} \; ; (i \in A_n) \end{aligned} \tag{4}$$

---

1) $\rho^2 = 1 - L(\hat{\theta}) / L(0)$
$L(\hat{\theta})$: 추정된 파라메타의 값을 적용했을 때의 대수우도함수 L의 값
$L(0)$: 파라메타 값을 모두 0으로 두었을 경우의 대수우도함수 L의 값

단, $0 \le P_{in} \le 1$, $\sum_{i \in A_n} P_{in} = 1$

A_n : 개인 n의 선택대안집합
P_{in} : 개인 n이 대안 i를 선택할 확률
V_{in} : 개인 n이 대안 i의 선택시 관측 가능한 효용
λ : 확률적 효용 ε의 분산 σ^2에 대응하는 스케일 파라메타($\lambda^2 = \pi^2/6\sigma^2$)

이때 결정적 효용 V_{in}은 선형(線形), 대수선형(對數線形), CES(Constant Elasticity of Substitution) 形 등[2]이 고려되며, 식(5)에 나타낸 선형이 모형 적용상 편리성과 이해의 용이성으로 가장 잘 사용되므로 본 연구에서도 선형 효용함수형으로 모형을 구축하였다.

$$V_{in} = \boldsymbol{\theta}' \boldsymbol{X}_{in} = \sum_{k=1}^{K} \theta_k X_{ink} \; ; \; (i \in A_n) \qquad (5)$$

단, $\boldsymbol{\theta}'$: $[\theta_1, \cdots, \theta_K]'$: 미지 *Parameter Vector*
$\boldsymbol{X}_{in}$: $[X_{in1}, \cdots, X_{ink}, \cdots, X_{inK}]'$: 개인 n의 대안 i의 특성 *Vector*
θ_k : k번째의 미지의 파라메타
X_{ink} : 개인 n의 대안 i의 k번째 설명변수의 특성

3) 네스티드로짓모형(Nested Logit Model)

네스티드로짓모형은 표준로짓모형(Standard Logit Model)이 가진 결점을 보완하기 위해 개발되었다. 즉 네스티드로짓모형에서는 IIA(Independence from Irrelevant Alternatives)문제가 해결가능하며, 다차원선택대안의 동시선택문제를 각 차원별로 단계적으로 로짓모형을 적용함에 의해 모형화의 복잡성 문제도 해결할 수 있다. 이하에서는, 네스티드로짓모형의 일반적인 이론에 대해 간단히 설명하고자 한다.

지금, 상위단계의 선택대안 $i' = 1, \cdots i, \cdots, NI$이며, 하위단계의 선택대안 $j' = 1, \cdots, j, \cdots, NJ$인 2단계 레벨의 트리구조를 가정해 볼 때, 이 2단계 레벨에 대한 선택대안 i, j의 동시선택확률은 한계선택확률(Marginal Choice Probability)과 조건부선택확률(Conditional Choice Probability)의 곱으로 표현할 수 있으며, 동시선택확률은 식(6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$P_{ij} = P_i \cdot P_{j|i} \qquad (6)$$

여기서, 상위레벨에서 대안 i가 선택되어지는 조건하에서, 하위레벨에서 대안 j가 선택되어지는 조건부확률 $P_{j|i}$는 식(7)과 같다.

$$P_{j|i} = \mathrm{Prob}[V_{j|i} + \varepsilon_{j|i} \ge V_{j'|i} + \varepsilon_{j'|i} \; ; \; j' \ne j] = \frac{\exp(\lambda_1 V_{j|i})}{\sum_{j' \in NJ} \exp(\lambda_1 V_{j'|i})} \qquad (7)$$

$V_{j|i}$: 상위레벨에서 대안 i를 선택한다는 조건하에서 하위레벨에서 대안 j의 선택시 관측가능한 효용
λ_1 : 하위레벨에서의 확률적 효용 $\varepsilon_{j|i}$의 분산 σ_1^2에 대응하는 스케일 파라메타 ($\lambda_1^2 = \pi^2/6\sigma_1^2$)
NJ : 하위레벨의 선택대안집합

다음으로, 상위레벨의 선택대안 i의 한계선택확률 P_i는, 상위레벨만의 효용(V_i)과 상위레벨의 선택결과의 조건 하에서 하위레벨의 최대효용(V_i^*)과의 합에 의해 구할 수 있으며, 식(8)과 같이 나타낼 수 있다.

$$P_i = \mathrm{Prob}[V_i + \varepsilon_i + U_i^* \ge V_{i'} + \varepsilon_{i'} + U_{i'}^* \; ; \; i' \ne i] \qquad (8)$$

단, $U_i^* = \max(V_{j'|i} + \varepsilon_{j'|i}) = V_i^* + \tau_i$이며, 이것은 기대값이 $V_i^* = \frac{1}{\lambda_1} \ln \sum_{j \in NJ} \exp(\lambda_1 V_{j'|i})$, 분산이 σ_1^2의 weibull 분포에 따른다.

여기서, $\varepsilon_i^* = \varepsilon_i + \tau_i$로 두어 ε_i^*이 또 다시 기대값 0, 분산 $\sigma^{*2}(=\sigma_1^2 + \sigma_2^2)$의 weibull 분포에 따른다고 가정하면 식(9)가 된다.

$$P_i = \frac{\exp(\lambda_2 (V_i + V_i^*))}{\sum_{i \in NI} \exp(\lambda_2 (V_{i'} + V_{i'}^*))} \qquad (9)$$

2) 日本土木學會(1995) : "非集計行動モデルの理論と實際", 3章

여기서,

V_i^* : $\frac{1}{\lambda_1}\ln\sum_{j\in NJ}\exp(\lambda_1 V_{j|i})$

λ_2 : 상위레벨에서의 확률적 효용 ε_i^*의 분산 σ^{*2}에 대응하는 스케일 파라메타 ($\lambda_2^2=\pi^2/[6(\sigma_1^2+\sigma_2^2)]$)

NI : 상위레벨의 선택대안집합

이때, 추정되어진 네스티드로짓모형이 효용최대화 이론을 만족하기 위한 필요조건으로서, $0<\lambda_2/\lambda 1\leq 1$을 만족해야만 한다. 이 λ_2/λ_1는, 하위 레벨에 관한 최대효용의 기대값(logsum 변수)에 관련된 변수로서 구해진다. 네스티드로짓모형에 대한 설명은 Williams (1977)에 상세히 언급되어 있다.

3. 조사설계 및 방법

본 연구에서는 주차장 선택모형을 구축하기 위한 주차장 선택결과에 관한 자료와 주차장 선택행위에 영향을 미치는 개인의 사회경제적 특성, 주차행동의 특성 및 주차시설의 특성에 관한 자료를 수집하기 위하여 주차시설 실태조사를 실시하였다. 또한, 각 주차시설별 특성변수의 변화에 따른 가상적인 주차상황에 관한 선택결과 자료는 수집이 어려울 뿐만 아니라 개개인의 통행특성에 따라 다양하게 나타날 것으로 예상됨으로 설문지를 이용한 면접조사를 통하여 자료를 수집하였다. 이때, 주차목적과 주차예정시간은 주차장 선택에 미치는 영향이 클 것으로 판단되나, 본 연구에서는 SP data의 자료수집에 있어서의 피실험자에 대한 부담을 줄이고, 보다 정확한 자료를 얻기 위해서, 가능한 설문 내용을 간략화 하였다. 따라서 본 연구에서는 타 목적에 비해 주차장 선택이 가장 다양하게 나타날 수 있을 것으로 판단되는 쇼핑목적을 대상으로 하고, 주차예정시간 또한 1시간으로 가정하여 선호의식조사를 수행하였다.

또한 SP실험설계를 위한 선택상황을 구체화하기 위하여, 〈표 1〉과 같이 선택 가능한 대안을 노상주차, 노외주차, 불법주차의 3가지 대안[3]으로 구분하였고, 대안의 특성변수로는 주차장 탐색 및 입고시간(STIME), 목적지까지 도보거리(DIST), 주차요금(COST) 및 불법주차 단속횟수(ILLCHK)로 3가지 인자를 고려하였으며, 각 인자에 대해 3가지(상, 중, 하) 수준을 설정하였다.

〈표 1〉 대안특성변수 및 수준 설정

수준	노상주차			노외주차			불법주차		
	STIME	DIST	COST	STIME	DIST	COST	STIME	DIST	ILLCHK
0	5	100	1500	3	200	2000	5	200	0
1	10	200	2500	5	300	3000	10	300	1
2	15	300	3000	10	400	4000	15	400	2

주) STIME : 주차장 탐색 및 입고시간(분)
DIST : 목적지까지 도보거리(m)
COST : 주차요금(원/시간)
ILLCHK : 불법주차 단속횟수(회/주)

직교배열표 작성에 있어서는, 직교배열표에는 2, 3, 4, 5수준계 및 혼합수준계 등이 있으나, 각 인자의 계량치가 현재의 조건보다 큰 쪽이 좋은가, 작은 쪽이 좋은가를 판단하기 위해서는 3수준계의 직교배열표가 활용되므로(박성현, 1997), 본 연구에서는 3수준계 $L_{27}(3^{13})$형 직교배열표를 이용하여 27개의 실험조건을 작성하는 일부실시법(Fractional Factorial Design)을 적용하였으며, 이중에서 각 선택대안별 실험조건이 지배적인 것(dominant)이나, 비현실적인 실험조건을 삭제하고 최종적으로 9개의 실험조건에 대해 설문문항을 작성하였다.

또한, 각 설문문항별 선호에 대한 응답은 선택 가능한 3개의 대안(노상주차, 노외주차, 불법주차) 중 가장 선호하는 한가지 대안을 선택하는 방법을 이용하였다.

Ⅳ. 자료수집 및 분석

1. 조사자료의 개요

본 연구에서는 주차시설 선택행태의 실증분석에 필요한 자료를 수집하기 위하여, 〈표 2〉와 같이 2000년 6월 30일~7월 2일까지 대구광역시의 대표적인 재래시장인 서문시장 주변에서 주차시설 이용자 405명을 대상으로 1차 현장면접 설문조사를 실시하였으나, 현장에서의 면접조사는 응답자가 설문내용을 충분히 인식할 수 있는 시간, 공간 등의

3) 여기서, 노상주차란 도로변에 설치된 유료주차장에 주차하는 경우를 말하며, 노외주차는 노상이외의 장소에서 유료로 운영되는 주차장에 주차할 경우, 불법주차는 주차가 금지된 지역에 주차하는 것으로 정의한다.

〈표 2〉 자료의 개요

구 분	1차 조사	2차 조사	계
조사기간	6.30~7.2	7.7~7.12	-
면접부수	405	314	719
유효부수 (유효율)	105 (25.9%)	195 (62.1%)	300 (41.7%)

부족으로 주차장 이용자의 설문에 대한 호응도가 25.9%로 매우 낮았다.

이에 본 연구에서는 분석에 이용될 자료가 가상상황에 대한 응답결과인 SP data인 점을 고려하여, 설문에 시간적 여유를 가지고 답변할 수 있다고 판단되어지는 업무지역과 주거지역에 거주하는 사람들을 방문하여 2차 설문조사를 실시하였으며, 그 결과 62.1%의 유효율을 얻을 수 있었다.

〈표 2〉에서 보는 바와 같이, 총 조사대상인원은 1차 조사시 405명, 2차 조사시 314명으로 총 719명을 대상으로 면접설문조사를 실시하였다. 이 중 주차시설 이용패턴 분석의 정도를 높이기 위하여 응답자의 호응도가 낮은 데이터를 제외하고, 최종적으로 300명의 데이터를 추출하여 본 연구의 분석에 이용하였다.

이러한 조사방법을 토대로 300명의 응답자로부터 9가지의 설문유형에 따른 각 대안별 선호도 조사를 수행하여 총 2,700개의 유효한 선호의식자료(SP data)를 생성하였다.

2. 주차행태특성 분석

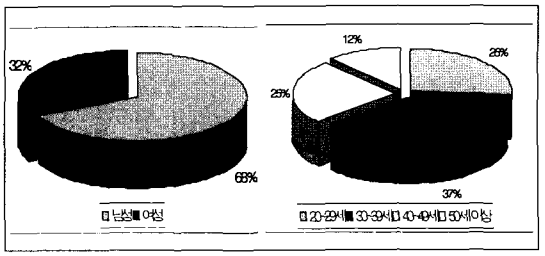
본 연구에서 관측 및 면접조사를 통해 수집한 주차장 선택결과에 관한 자료와 사회경제적 특성자료를 토대로 하여 조사대상자의 RP data에 의한 주차행태 특성을 분석하였다.

1) 조사대상자의 사회경제적 특성

조사대상자의 성별 구성비는 〈표 3〉, 〈그림 2〉와 같이 총 300명중 남성은 204명으로 68.0%를 차지하고 있으며, 여성의 경우는 96명으로 32.0%를 차지하는 것으로 분석되었다. 연령별 구성비는 30세~39세가 전체 300명중 111명으로 37.0%를 차지하여 가장 높은 구성비를 나타내었다.

〈표 3〉 조사대상자의 사회경제적 특성

항 목	범 주	빈도수	구성비(%)
성 별	남 성	204	68.0
	여 성	96	32.0
연 령	20~29세 이하	79	26.3
	30~39세 이하	111	37.0
	40~49세 이하	74	24.7
	50세 이상	36	12.0



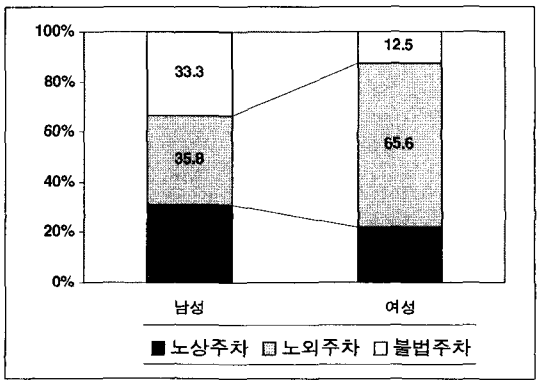
〈그림 2〉 조사대상자의 성별 · 연령별 분포

2) 주차행태분석

조사대상자의 현재 주차여건에 대한 주차행태를 살펴보기 위하여 성별, 연령별, 주차목적별로 이용주차시설(노상주차, 노외주차, 불법주차)과의 상관관계를 분석하였다.

(1) 성별 주차시설별 이용율

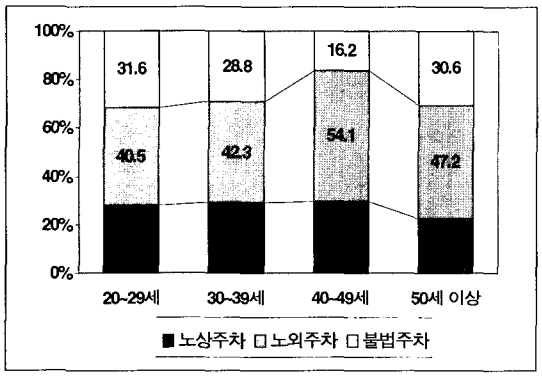
성별 이용주차시설은 〈그림 3〉과 같이 여성의 경우는 노외주차장 이용이 65.6%로 가장 많은 구성비를 차지하는 것으로 나타났으며, 불법주차는 12.5%로 분석되어 비교적 안전하고, 편리한 주차시설을 선호하는 것으로 분석되었다. 반면 남성의 경우는 각 이용주차시설이 비교적 균등하게 분포하고 있으며, 불법주차가 33.3%로서 여성에 비해 불법주차를 선호하는 것으로 나타났다.



〈그림 3〉 성별 주차시설별 이용율

(2) 연령별 주차시설별 이용율

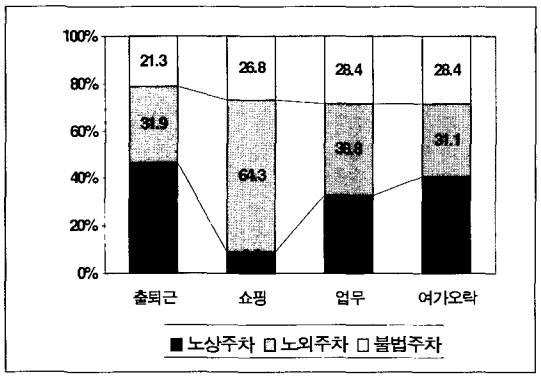
연령별 이용주차시설은 〈그림 4〉와 같이 전체적으로 노외주차장 이용이 45.3%로 가장 많은 구성비를 차지하고 있으며, 특히 40~49세의 경우 54.1%로 가장 높고, 50세 이상도 47.2%로 나타나 중·장년층에서 노외주차를 선호하는 것으로 나타났다. 반면, 불법주차의 경우는 20~29세의 경우가 31.6%로 가장 높으며, 50세 이상의 경우도 30.6%로 비교적 불법주차를 많이 하는 것으로 분석되었다.



〈그림 4〉 연령별 주차시설별 이용율

(3) 주차목적별 주차시설별 이용율

주차목적별 이용주차시설을 살펴보면, 〈그림 5〉와 같이 쇼핑(물건구매)의 경우 노외주차장의 이용비율이 64.3%로 매우 높게 나타나는 것을 볼 수 있는데 이는 주로 이용대상시설의 부설주차장을 이용하는 경우가 많기 때문이라 판단된다. 출·퇴근목적의 경우에는 노상주차가 46.8%로 높게 나타나고 있으며, 업무목적과 여가오락의 경우, 불법주차 구성비가 각각 28.4%로 타 목적에 비해 높게 분석되었다.



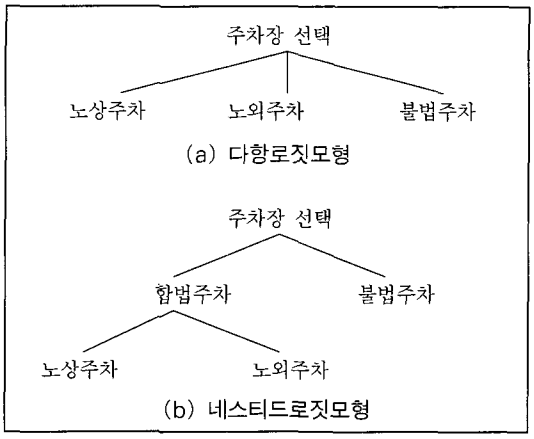
〈그림 5〉 주차목적별 이용주차시설 분포

V. 주차장 선택모형 실증분석

1. 모형의 수식화

본 연구에서 개발된 주차장 선택모형의 구조는, 선택대안을 노상주차, 노외주차, 불법주차로 하는 다항로짓모형과, 상위레벨로서 합법주차와 불법주차, 하위레벨로서 노상주차와 노외주차로 하는 네스티드로짓모형의 2가지이며, 이들 주차장 선택행동 모형의 구조는 〈그림 6〉과 같다.

본 절에서는 이들 모형가운데 네스티드로짓모형에 있어서의 주차장 선택행동에 관한 수식화를 행하였다.



〈그림 6〉 주차장 선택모형의 구조

1) 용어정의

먼저, 네스티드로짓모형의 수식화에서 사용되어지는 기호의 정의는 다음과 같다.

U : 해당 레벨의 효용
V : 해당 레벨의 효용가운데 관측 가능한 효용 (결정적 효용)
ε : 해당 레벨의 효용가운데 관측 불가능한 효용 (확률적 효용)
$\tilde{U}$: 하위레벨을 고려한 해당 레벨의 효용
$\tilde{V}$: 하위레벨을 고려한 해당 레벨의 결정적 효용
$\tilde{\varepsilon}$: 하위레벨을 고려한 해당 레벨의 확률적 효용
V^* : 하위레벨의 최대 효용의 결정적 효용
τ : 하위레벨의 최대 효용의 확률적 효용
λ_i : 각 레벨 i에 있어서 확률적 효용 ε_i의 분산 σ_i^2에 대응하는 스케일 파라메타

ON : 노상주차, OFF : 노외주차
LP : 합법주차, ILP : 불법주차

2) 하위레벨(노상,노외) 의사결정의 수식화

먼저, 상위레벨에서 합법주차를 선택한다는 가정하에서 하위레벨에서 노상주차를 선택할 경우의 효용은 식(10)과 같다.

$$U_{ON|LP} = V_{ON|LP} + \varepsilon_{ON|LP} \tag{10}$$

또한, 상위레벨에서 합법주차를 선택한다는 가정하에서 하위레벨에서 노외주차를 선택할 경우의 효용은 식(11)과 같다.

$$U_{OFF|LP} = V_{OFF|LP} + \varepsilon_{OFF|LP} \tag{11}$$

따라서 상위레벨에서 합법주차를 선택한다는 가정하에서 하위레벨에서 노상주차를 선택할 확률은식(12)와 같다.

$$P_{ON|LP} = \frac{\exp(\lambda_1 V_{ON|LP})}{\exp(\lambda_1 V_{ON|LP}) + \exp(\lambda_1 V_{OFF|LP})} \tag{12}$$

단, $\lambda_1^2 = \pi^2 / 6\sigma_1^2$

한편, 합법주차에 대한 하위레벨의 최대효용은 다음과 같다.

$$\max\ [U_{ON|LP},\ U_{OFF|LP}]$$

여기서, 최대효용의 확률적 효용이 상호 독립적이고 동일분산의 Weibull 분포에 따른다고 가정하면, 최대효용의 기대값(엄밀히 말하면 최빈값)은 식(13)과 같이 logsum형태가 된다.

$$\begin{aligned} &E\ [\max\ [U_{ON|LP},\ U_{OFF|LP}]\ ] \\ &= (1/\lambda_1)\ \ln\ [\exp(\lambda_1 V_{ON|LP}) \\ &\quad + \exp(\lambda_1 V_{OFF|LP})] \end{aligned} \tag{13}$$

3) 상위레벨(합법,불법) 의사결정의 수식화

상위레벨에서 불법주차를 선택할 경우의 효용은 식(14)와 같다.

$$U_{ILP} = V_{ILP} + \varepsilon_{ILP} \tag{14}$$

한편, 상위레벨에서 합법주차를 선택할 경우의 효용 $U_{LP}^{\sim}$은, 해당 레벨에서의 효용 U_{LP}과 하위레벨의 최대 효용 ($[\max[U_{ON|LP}, U_{OFF|LP}]$)과의 합으로서 식(15)와 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} U_{LP}^{\sim} &= U_{LP} + \max\ [U_{ON|LP}, U_{OFF|LP}] \\ &= V_{LP} + \varepsilon_{LP} + V_{LP}^{*} + \tau_{ON,OFF|LP} \\ &= V_{LP} + V_{LP}^{*} + \varepsilon_{LP} + \tau_{ON,OFF|LP} \\ &= V_{LP}^{\sim} + \varepsilon_{LP}^{\sim} \end{aligned} \tag{15}$$

따라서 상위레벨에서 불법주차를 선택할 확률은 식(16)과 같다.

$$P_{ILP} = \frac{\exp(\lambda_2\ V_{ILP})}{\exp(\lambda_2 V_{ILP}) + \exp(\lambda_2 V_{LP}^{\sim})} \tag{16}$$

단, $V_{LP}^{\sim} : V_{LP} + V_{LP}^{*}$

$V_{LP}^{*} : (1/\lambda_1)\ \ln\ [\exp(\lambda_1\ V_{ON|LP}) + \exp(\lambda_1\ V_{OFF|LP})]$

$\lambda_2^2 : \pi^2 / [6(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)]$

2. 설명변수선정

본 연구에서는 주차장 선택모형 구축을 위한 설명변수를 선정하는데 있어서, Ⅲ장에서 언급한 요인이외의 다양한 설명변수에 대한 상관분석 및 모형추정을 행한 후, 설명변수 선정기준에 적합함과 동시에 가장 설명력이 높은 변수조합을 채택하였다. 본 연구의 주차장 선택모형을 추정하기 위하여 최종적으로 선정된 설명변수는 〈표 4〉에 나타내었으며, 대안특유사회경제적변수(alternative-specific socio-economic variables)로는 성별(SEX)과 연령(AGE)을 선정하였고, 대안공통변수(generic variables)로는 주차장 탐색시간 및 입고시간(STIME), 목적지까지의 도보거리(DIST), 주차요금(COST)을 선정하고, 대안특유변수(alternative-specific variables)로는 불법주차 단속횟수(ILLCHK)를 선정하였다.

〈표 4〉 모형추정을 위해 사용된 설명변수

변수명		내용	단위
dummy 변수	ON-CNST	노상주차의 상수항	-
	OFF-CNST	노외주차의 상수항	-
대 안 공통변수	STIME	주차장 탐색 및 입고시간	분
	DIST	목적지까지 도보거리	미터
	COST*	주차요금	원/시간
대 안 특유변수	ILLCHK	불법주차 단속횟수	회/주
대안특유 사회경제적 변 수	SEX	남성 : 1, 여성 : 0	-
	AGE 20	20~29세 : 1, 그외 : 0	-
	AGE 340	30~49세 : 1, 그외 : 0	

주) COST* : 일부 대안(노외, 노상주차)에 대한 공통변수

이들 설명변수 가운데 대안특유 사회경제적변수는 카테고리화하여 설명변수로 사용하였다. 대안공통변수중 주차장 탐색시간 및 입고시간(STIME)과 주차장에서 목적지까지의 도보거리(DIST)는 모든 대안에 적용되고, 주차요금(COST)은 노상주차와 노외주차장 대안에만 적용되고, 대안특유변수인 불법주차 단속횟수는 불법주차 대안에만 적용되어진다.

3. 주차장 선택모형의 추정결과

본 연구에서는 모두 2,700개의 선호의식자료(SP data)를 구축하고, 이들 자료를 대상으로 다항로짓모형(Multinomial Logit Model)과 네스티드 로짓모형(Nested Logit Model)을 이용하여 주차장 선택모형을 구축하였다.

1) 다항로짓모형(Multinomial Logit Model)

모형 Ⅰ과 모형 Ⅱ는 다항로짓모형을 이용하여 구축한 주차장 선택모형으로 〈표 5〉에 나타내었으며, 모형 Ⅰ의 경우는 대안특유 사회경제적변수를 고려하지 않고 대안공통변수 및 대안특유변수만을 이용하여 주차장 선택모형을 구축하였으며, 모형 Ⅱ의 경우는 개별행태모형의 장점을 최대한 살려, 대안특유 사회경제적변수를 설명변수에 포함시켜 주차장 선택모형을 구축하였다.

(1) 주차장 선택행태 모형 Ⅰ의 추정결과

모형 Ⅰ의 추정결과에 의하면, 모든 계수 추정치의 부호는 논리적으로 타당하며, 불법주차 대안의 특유

〈표 5〉 다항로짓모형의 추정결과

선택대안	변수	모형 Ⅰ		모형 Ⅱ	
		Coeffi-cient	t 값	Coeffi-cient	t 값
노상주차	ON-CNST	1.3800	10.398	1.8400	8.051
	SEX	-	-	0.0361	0.304
	AGE 20	-	-	-0.8343	-4.156
	AGE 340	-	-	-0.4182	-2.281
노외주차	OFF-CNST	1.5110	11.520	1.6730	6.817
	SEX	-	-	0.1454	1.089
	AGE 20	-	-	-0.4856	-2.166
	AGE 340	-	-	-0.1992	-0.973
불법주차	ILLCHK	-2.2350	-17.261	-2.2420	-17.264
노상, 노외	COST	-0.0010	-18.674	-0.0010	-18.672
노상, 노외, 불법주차	STIME	-0.0573	-7.344	-0.0578	-7.384
	DIST	-0.0052	-14.230	-0.0053	-14.274
$L(\hat{\theta})$		-2261.6383		-2249.9586	
$L(0)$		-2966.2532		-2966.2532	
ρ^2		0.2375		0.2415	
적중률(%)		63.56		63.52	
표 본 수		2,700		2,700	

변수인 불법주차 단속횟수(ILLCHK)는 (-)부호를 가지고, t 값은 -17.261로 유의수준 1%이내에서 유의한 것으로 분석되었다. 또한 노상주차와 노외주차의 대안공통변수인 주차요금(COST)의 t 값은 -18.674로 유의수준 1%이내에서 유의한 것으로 나타났다. 이는 주차요금이 높아짐에 따라 노상주차나 노외주차를 선택할 확률이 낮아지는 반면, 불법주차를 선택할 확률이 높아진다는 것을 의미한다. 그리고, 대안공통변수인 주차탐색시간 및 입고시간(STIME)과 목적지까지의 도보거리(DIST)에 대한 t 값은 -7.344, -14.230으로 나타나 모두 유의수준 1%이내에서 유의한 것으로 분석되었다. 또한, 모형의 적합도를 나타내는 우도비(ρ^2)가 0.2375, 적중율(hit ratio)이 63.56%로서 양호한 적합도를 가지는 것으로 나타났다.

(2) 주차장 선택행태 모형 Ⅱ의 추정결과

모형 Ⅱ의 추정결과에 의하면, 모형 Ⅰ과 마찬가지로 대안공통변수 및 대안특유변수는 모두 논리적으로 합당한 부호를 지니고, 유의수준 1%이내에서 유의한 것으로 나타났다.

한편, 대안특유 사회경제적변수인 성별(SEX), 연

령(AGE) 변수의 추정계수의 경우, 다른 변수에 비해 t값의 통계적 유의수준이 낮아, 주차선택에 미치는 영향이 그리 크지 않은 것으로 해석되어진다. 이는 본 연구에서 사용된 SP data는 동일한 개인에 대해 9가지 형태의 다양한 주차상황을 설문하였기 때문에, 대안특유 사회경제적변수의 영향력이 낮게 나타난 것으로 판단되어지나, 적어도 주차장 선택행동에 대안특유 사회경제적변수의 적용가능성을 확인할 수 있었다.

모형의 적합도를 나타내는 우도비(ρ^2)는 0.2415로서 모형 I의 0.2375보다 양호한 적합도를 가지는 것으로 나타났으며, 적중율(hit ratio)은 63.52%로서 비교적 양호한 적합도를 가지는 것으로 나타났다.

2) 네스티드로짓모형(Nested Logit Model)

본 연구에서 개발된 네스티드로짓모형의 구조는 〈그림 6(b)〉와 같이, 상위레벨은 합법주차와 불법주차, 그리고 하위레벨의 경우 노상주차와 노외주차로 구성되어져 있다. 이하에서는 네스티드로짓모형의 단계적인 추정방법에 의해 먼저, 하위레벨(노상주차, 노외주차)의 모형 추정결과를 살펴보고, 그 다음 상위레벨(합법주차, 불법주차)의 추정결과를 살펴보고자 한다.

(1) 주차장 선택모형 Ⅲ-1의 추정결과(하위레벨)

〈표 6〉에 나타낸 것과 같이 모형 Ⅲ-1은 상위레벨에서 합법주차를 선택한다고 결정되었을때 하위레벨에서의 주차장 선택행동모형(노상주차, 노외주차)의 파라메타 추정을 행한 것으로, 모형에 사용된 설명변수는 대안공통변수인 주차탐색시간 및 입고시간(STIME)과 목적지까지의 도보거리(DIST), 주차요금(COST), 그리고 다항로짓모형과 연계하기 위해 모형 I, II가운데 〈표 6〉에서는 모형 II의 효용함수식을 대상으로 하여, 대안특유 사회경제적변수를 추가로 채택하였다.

모형추정결과, 모든 변수들이 논리적으로 타당한 부호를 나타내고 있으며, 노상주차 더미변수를 제외한 대안공통변수들의 t 값은 모두 유의수준 1%이내에서 유의한 것으로 분석되었다. 한편, 대안특유 사회경제적변수인 성별(SEX), 연령(AGE) 변수의 추정계수의 경우, 다른 변수에 비해 t값의 통계적 유의수준이 낮았으나, 나이가 20대의 젊은층의 경우 노상보다는 노외주차를 선호하는 경향이 있는 것으로 나타났다. 모형의 적합도를 나타내는 우도비(ρ^2)는 0.3165, 적중율(hit ratio)이 79.94%로서 양호한 적합도를 가지는 것으로 나타났다.

(2) 주차장 선택모형 Ⅲ-2의 추정결과(상위레벨)

모형 Ⅲ-2는 상위레벨의 단계로 합법주차를 할 것인가, 또는 불법주차를 할 것인가에 대한 파라메타 추정결과를 나타내고 있다. 설명변수로는 하위레벨의 최대효용의 기대값인 logsum변수와 주차탐색시간 및 입고시간(STIME)과 목적지까지의 도보거리(DIST), 불법주차단속횟수(ILLCHK)이다.

모형추정결과, 〈표 6〉과 같이 모든 변수들이 논리적으로 타당한 부호를 나타내고 있으며, 불법주차 단속횟수 (ILLCHK), 목적지까지의 도보거리(DIST)에

〈표 6〉 네스티드로짓모형의 추정결과

〈모형 III-1(하위레벨)〉

선택대안	변수	Coefficient	t 값
노상주차	ON-CNST	0.4272	2.203
	SEX	-0.1420	-1.163
	AGE20	-0.4362	-2.252
	AGE340	-0.2592	-1.523
노상, 노외	STIME	-0.1344	-9.874
	DIST	-0.0063	-12.743
	COST	-0.0015	-18.408
$L(\hat{\theta})$		-1001.6204	
$L(0)$		-1465.3131	
ρ^2		0.3165	
적중률(%)		79.94	
표 본 수		2,114	

〈모형 III-2(상위레벨)〉

선택대안	변수	Coefficient	t 값
불법주차	ILL-CNST	-1.2130	-2.597
	STIME	-0.0221	-1.546
	DIST	-0.0036	-4.326
	ILLCHK	-1.6910	-13.115
합법주차	LOGSUM	0.4171	9.001
$L(\hat{\theta})$		-1207.0135	
$L(0)$		-1871.4974	
ρ^2		0.3551	
적중률(%)		78.30	
표 본 수		2,700	

대한 t 값은 -13.115, -4.326으로 나타나 모두 유의수준 1%이내에서 유의한 것으로 나타났다.

그러나, 주차탐색시간 및 입고시간(STIME)의 경우 t 값이 -1.546으로 나타나 유의수준 1%이내에서 유의하지 않은 것으로 나타났다. 한편, logsum 변수는 통계적으로 유의수준 1%이내에서 유의하며, 또한 logsum 변수의 계수는 0과 1사이의 값으로 효용최대화이론을 만족하는 것으로 나타나, 본 연구에서 구축된 네스티드로짓모형 구조의 타당성이 입증되었다. 또한, 모형의 적합도를 나타내는 우도비(ρ^2)가 0.3551, 적중율(hit ratio)이 78.3%로서 양호한 적합도를 가지는 것으로 나타났다.

4. 탄력성 분석

주차장선택행태 실증모형의 정책적용 가능성을 검토하기 위해서는 탄력성 분석을 실시하여 정책변수에 대한 민감도를 검토해 볼 필요가 있다.

주차장 선택모형에 있어 탄력성이란 대안관련 특성변수의 변화에 따라 주차시설 이용자의 선택확률이 변화하는 정도를 보여주는 지표로서 주차정책분석에 유용한 기초자료이다.

탄력성을 구하는 방법으로서는 식(17)과 같은 실제 분담률에 의해 구하는 방법, 식(17)의 $\overline{P}_i$에 X의 평균치를 적용하여 구한 값을 적용하는 평균치법과 식(18)과 같은 선택확률에 의한 가중치법 등이 있다.

즉, 선택대안 i의 k번째 설명변수 X_{ik}에 대한 선택확률 $\overline{P}_i$의 직접탄력성 $E^{\overline{P}_i}_{\overline{X}_{ik}}$는 각각 다음과 같다.

$$E^{\overline{P}_i}_{\overline{X}_{ik}} = \theta_k \overline{X}_{ik}[1 - \overline{P}_i] \tag{17}$$

$$E^{\overline{P}_i}_{\overline{X}_{ik}} = \frac{\sum_n P_i \cdot E^{P_i}_{X_{ik}}}{\sum_n P_i} \tag{18}$$

여기서,

$\overline{P}_i$: 선택대안 i의 실제 분담률

$\overline{X}_{ik}$: 선택대안 i의 k번째 설명변수의 평균값

θ_k : k번째의 설명변수의 파라메타

$E^{P_i}_{X_{ik}}$: 각 개인마다 산출한 탄력성값

〈표 7〉 다항 로짓모형의 직접탄력성

〈모형 I〉

주차시설	STIME	DIST	COST	ILLCHK
노상주차	-0.26874	-0.47008	-1.18751	-
노외주차	-0.17931	-0.76245	-1.43139	-
불법주차	-0.36961	-0.94491	-	-0.71156

〈모형II〉

주차시설	STIME	DIST	COST	ILLCHK
노상주차	-0.26936	-0.47053	-1.18354	-
노외주차	-0.18045	-0.76533	-1.43080	-
불법주차	-0.36926	-0.94232	-	-0.70820

이상의 탄력성 분석방법 가운데, 본 연구에서는 개인마다 산출한 탄성치를 선택확률에 의한 가중치를 부여하여 집계화하는 방법인 식(18)의 가중치법을 적용하였으며, 모형별 탄력성 분석결과는 〈표 7〉에 나타내었다.

다항로짓모형의 탄력성 분석에서 주차비용(COST)에 대한 탄력성이 비교적 높게 나타났다. 이는 주차비용이 노상 및 노외와 같은 유료주차장의 선택확률에 매우 민감하게 작용한다는 것을 의미한다. 반면, 주차장 탐색시간 및 입고시간(STIME)에 대한 탄력성의 경우 다소 낮게 나타나 비탄력적인 것으로 분석되었으며, 목적지까지의 도보거리(DIST)는 노외주차와 불법주차의 경우 노상주차에 비해 상대적으로 탄력적인 것으로 분석되었다. 이러한 결과를 종합하여 볼 때, 주차시설 선택에 있어서 가장 중요한 변수는 비용변수이고, 그 다음으로는 목적지까지의 도보거리임을 암시한다. 또한 불법주차 단속횟수(ILLCHK)의 탄력성은 높은 것으로 분석되었다. 불법주차의 경우, 목적지까지의 도보거리에 대한 탄력성이 가장 큰 것으로 분석되었는데, 이는 운전자가 목적지와 주차장 소간의 거리가 멀어질수록 불법주차에 단속될 가능성이 높다고 인식하고 있기 때문인 것으로 해석된다.

Ⅵ. 결론 및 향후과제

본 연구는 대구광역시의 주차시설 이용자의 선호의식자료를 이용하여 주차정책 변화에 따른 주차시설 이용패턴을 예측하는 다항로짓모형과 네스티드로짓모형을 구축하였다. 주차장 선택모형 구축을 위한 설명

변수로서, 대안특유 사회경제적변수로는 성별(SEX)과 연령(AGE), 대안공통변수는 주차탐색시간 및 입고시간(STIME)과 목적지까지의 도보거리(DIST), 주차요금(COST), 그리고 대안특유변수로는 불법주차 단속횟수(ILLCHK)를 선정하였다. 다항로짓모형의 경우, 대안특유 사회경제적변수의 적용유무에 따라 각기 다른 주차장 선택모형을 구축하였다.

다항로짓모형 I, II 모두 대안공통변수인 주차탐색 및 접근시간(STIME)과 목적지까지 도보거리(DIST)의 추정결과, 계수의 부호가 (-)값을 나타내어 주차시설 이용자들은 주차시설 선택시 짧은 탐색 및 접근시간과 도보거리를 선호함을 알 수 있으며, 주차비용(COST)의 계수 또한 (-)로 주차비용이 높아질수록 불법주차를 선호하며, 대안특유변수인 불법주차 단속횟수(ILLCHK) 또한 계수의 부호가 (-)로 불법주차 단속을 강화할수록 합법주차를 선호함을 알 수 있다. 다항로짓모형 II의 경우, 대안특유 사회경제적변수인 성별(SEX)과 연령(AGE) 변수의 추정계수는 다른 변수들에 비해 t값의 통계적 유의수준이 낮게 나타나 주차장 선택에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다. 이는 동일인을 대상으로 다양한 선호의식자료를 설문하였기 때문인 것으로 판단된다.

네스티드로짓모형의 추정 결과, 하위레벨에서는 대안공통변수들이 논리적으로 타당한 부호를 나타내고 있으며, 더미변수를 제외한 대안공통변수들의 t 값은 모두 유의수준 1%이내에서 유의한 것으로 나타났으며, 상위레벨에서 이용된 logsum변수는 통계적으로 유의수준 1%이내에서 유의하며, 또한 logsum 변수의 계수는 0과 1사이의 값으로 효용최대화이론을 만족하고 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 주차장 선택행동 모형구축에 있어서 다항로짓모형의 적용시 염려되어지는 선택대안들간의 유사성 문제 (IIA특성)를 해결하고자 네스티드로짓모형을 개발하였으며, 그 결과 본 연구에서 구축한 네스티드로짓모형 구조의 타당성이 입증되었다.

한편, 모형에 대한 탄력성 분석결과에 의하면, 주차비용에 대한 탄력성이 모든 선택대안에 대해 가장 높게 나타났다. 노외주차 및 불법주차의 경우, 목적지까지의 도보거리는 노상주차에 비해 상대적으로 탄력적이며, 불법주차 단속횟수 또한 탄력성이 다소 높게 분석되었다. 이와 같은 탄력성 분석의 결과는 주차시설 공급정책에 시사하는 바가 크다. 앞으로 주차시설의 공급은 대형주차시설을 공급하는 것보다 목적지와 주차장간의 근접성을 강화할 수 있는 위치에 소형 주차시설을 분산하여 공급할 필요가 있다는 점을 시사한다. 본 연구의 결과에 의하면, 주차비용, 목적지까지의 도보거리, 불법주차 단속여부는 운전자의 주차행태변화에 있어서 핵심적인 영향인자인 동시에 주차수요관리를 위한 중요한 정책변수임이 재확인되었다.

끝으로, 본 연구에서는 선호의식 자료조사시 주차목적은 쇼핑(물건구매), 주차예정시간은 1시간으로 가정하여 선호의식조사를 실시하여 실증분석에 활용함으로서, 주차목적과 주차예정시간에 따른 주차장 선택행태의 변화를 분석할 수 없다는 한계점을 지니고 있다. 향후에는 다양한 주차목적과 실제 다양한 주차예정시간을 반영할 수 있는 주차행태모형을 개발할 필요가 있다.

참고문헌

1. Bradley M. A & Layzell A.(1986), "Parking behaviour in a suburban town centre", Working Paper 354, Transport Studies Unit, Oxford University, Oxford.
2. C. Richard Cassady & John E. Kobza(1998), "A Probabilistic Approach to Evaluate Strategies for Selecting a Parking Space", Transpotation Science Vol. 32, No. 1.
3. D. Van Der Goot(1982), "A model to describe the choice of parking places", Transportation Research, 16A.
4. Hunt, J. D.(1988), "Parking location choice: Insights and representations based on observed behaviour and hierarchical logit modeling formulation", Paper presented to the 58th Annual Meeting of the Institute of Transportation Engineers, Vancouver.
5. Kanafani A. & Lan L.(1988), "Development of pricing strategies for airport parking : A case study at San Francisco airport", International Journal of Transport Economics 15.
6. Kay W. Axhausen & John W. Polak(1991), "Choice of parking : Stated preference app-

roach", Transportation 18.
7. Mcshane M. and Meyer M.(1982), "Parking policy and urban goals : Linking strategy to needs", Transportation 11.
8. Russell G. Thompson & Anthony J. Richardson(1998), "A Parking Search Model", In Proceedings of 7th World Conference on Transport Research Vol. 1.
9. Van Der Waerden, P. and H. Oppewak (1996), "Modelling The Combined Choice of Parking lot and Shopping Destination", In Proceedings of 7th World Conference on Transport Research Vol. 1: Travel Behavior(ed.) David hensher, Jenny King and Tae Hoon Oum, Pergamon: Oxford.
10. William H.G(1998), LIMDEP User's Manual Revised Edition, Version 7.0.
11. Williams, H.C.W.L.(1977), "On the Formation of Travel Demand Models and Economic Evaluation Measures of User Benefit", Environment and Planning A, Vol. 9.
12. 塚口博司, 小林雅文(1993), "駐車管理のための駐車場所選擇行動のモデル化", 日本 土木學會論文集, No. 458/Ⅳ-18.
13. 日本土木學會(1995) : "非集計行動モデルの理論と實際".
14. 강혜영(2000), "선호의식자료를 이용한 주차선택행태모형개발에 관한 연구", 한양대학교 환경대학원, 석사학위논문.
15. 김강수(1995), "개별행태 분석을 통한 쇼핑통행자가용 이용자의 주차선택에 관한 연구", 서울대학교 환경대학원, 석사학위논문.
16. 김희생(1990), "대도시 도심부의 주차정책 설정에 관한 실증적 연구", 동아대학교 토목공학과 박사학위논문.
17. 박성현(1997), "응용실험계획법", 영지문화사.

♧ 주 작 성 자 : 정성용
♧ 논문투고일 : 2000. 11. 6
논문심사일 : 2000. 12. 11 (1차)
2001. 3. 17 (2차)
2001. 5. 17 (3차)
2001. 6. 5 (4차)
심사판정일 : 2001. 6. 5