

# SP조사자료를 활용한 스포츠시설 이용 수단선택에 관한 연구

김주영<sup>1</sup> · 이승재<sup>1</sup> · 김재영<sup>2</sup> · 박현<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>서울시립대학교 교통공학과, <sup>2</sup>한국개발연구원 공공투자관리센터, <sup>3</sup>서울시립대학교 국제도시과학대학원

## A Study on Mode Choice of Trips to Sport Facilities Using SP Survey Data

KIM, Joo Young<sup>1</sup> · LEE, Seungjae<sup>1</sup> · KIM, Jae-Young<sup>2</sup> · PARK, Hyeon<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Transportation Engineering, University of Seoul, Seoul 02504, Korea

<sup>2</sup>Public and Private Infrastructure Investment Management Center, Korea Development Institute, Sejong 30149, Korea

<sup>3</sup>International School of Urban Sciences, University of Seoul, Seoul 02504, Korea

\*Corresponding author: hpark@uos.ac.kr

### Abstract

With the advent of age that people spend more time and money on leisure activities, there is increasing interest in professional sport games. The location of large scale sport facilities has substantial impacts on existing transportation pattern because the facility attracts and generates massive traffic volume within a short period of time. This study aims to develop a mode choice model of leisure trips of which the destinations are a sport facility. A structured SP (stated preference) survey questionnaires were developed through an experimental design, and professional sport spectators were asked to state their preference in the choice of transport mode to the sport facility. The survey results show that public transportation is preferred to passenger cars for their trip to big sports event, implying that the convenience of back home trip after the event is an important factor of their mode choice. This study is a rare research on the trip pattern to sports complex in Korea, which provides policy implications on the provision of mass transit including subway system to large scale sport complexes. And it is also expected that this study contributes to future researches on leisure trip pattern.

**Keywords:** design of experiments, mode choice, SP survey, sports facilities, travel behavior

### 초록

최근 삶의 질을 증시하는 경향이 강화되면서 여가활동에 투자하는 시간과 비용이 높아지면서 프로스포츠에 대한 관심이 높아지고 있다. 대규모 스포츠시설에는 짧은 시간에 대규모 통행량이 밀집되기 때문에 기존 교통체계에 미치는 영향이 크다. 본 연구는 대규모 스포츠시설을 목적으로 하는 통행의 수단선택 모형을 구축하는 것을 목적으로 한다. 이를 분석하기 위해 실험계획법에 의한 SP조사를 프로스포츠 경기 관람자를 대상으로 수행하여 수단선택 모형을 구축하였다. 분석결과 대규모 스포츠시설과 같이 정해진 시간에 대규모 이벤트가 개최되는 경우, 대중교통 수단이 선호되는 것을 알 수 있었으며, 귀가의 용이성을 고려한 수단선택 행위가 이루어질 가능성이 높다는 것을 파악할 수 있었다. 본 연구는 대규모 스포츠시설 등 이용빈도가 높지 않는 여가 시설의 통행행태를 분석하고 나아가 향후 지하철 등의 대중교통(mass transit) 공급여부를 판단하기 위해 합리적인 교통수요 분석을 위한 연구방향을 제시하는 데 기여할 것으로 기대된다.

J. Korean Soc. Transp.  
Vol.35, No.3, pp.197-209, June 2017  
<https://doi.org/10.7470/jkst.2017.35.3.197>

pISSN : 1229-1366  
eISSN : 2234-4217

Received: 27 March 2017

Revised: 2 May 2017

Accepted: 15 June 2017

Copyright ©  
Korean Society of Transportation

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**주요어:** 실험계획법, 수단선택, SP조사, 대규모 스포츠시설, 통행행태

## 서론

최근 삶의 질을 증시하는 경향이 강화되면서 여가활동에 투자하는 시간과 비용이 증가하여 프로스포츠에 대한 관심이 높아지고 있다. 이는 KTDB의 통행원단위 분석결과와도 일맥상통하는데 연도별, 목적별 통행원단위를 살펴보면, 여가통행은 2000년 0.04통행/인에서 2010년 0.09통행/인으로 꾸준히 인당 통행수가 증가하고 있음을 알 수 있다. 전체 목적에서 차지하는 구성비도 2.5%에서 4.1%로 증가하는 것으로 분석된다.

프로야구경기는 도시 여가목적 통행의 대표적인 활동으로 1990년대에 8개 구단 구성으로 300만 관중을 돌파한 이후 지속적인 관중증가 추세를 보이고 있다. 특히, 2006년 월드베이스볼클래식(이하 WBC) 1회 대회 4강 진출, 2008년 베이징올림픽 금메달 획득의 영향으로 급속히 총 관중수가 증가하였고, 2009년에는 제2회 WBC 준우승이라는 야구국가대표팀의 활약으로 포스트시즌을 포함하여 역대 최다관중인 630만 명을 동원하였다. 또한 2010년 5월에는 한국 프로스포츠 사상 최초로 프로야구가 통산 1억 관중을 돌파 하였으며, 6월에는 LG 트윈스가 홈경기 누적관객 2000만 명을 돌파하는 기록을 달성하여 현재 국내에서 가장 인기 있는 프로스포츠로 자리잡게 되었다.

이러한 대규모 스포츠시설은 통행목적, 통행시간 및 수단선택 행태 등에 변화를 주고 주변의 교통흐름에 큰 영향을 미친다. 특히 프로야구장과 같이 정해진 시간에 대규모 이벤트가 발생하는 경우 짧은 시간에 대규모 통행량이 밀집되기 때문에 인근 교통체계에 미치는 영향이 매우 크다.

본 연구는 대규모 스포츠시설 중 야구장을 목적지로 하는 통행의 수단선택 모형을 구축하는 것을 목적으로 한다. 이를 위하여 프로야구 10구단 창단 이후 수원을 포함한 경기남부와 수도권 지역의 통행행태에 많은 변화가 있을 것으로 판단하고, 여가통행 중에서 시간과 공간의 제약이 존재하는 야구장과 같은 대규모 스포츠시설의 통행행태를 예측하고 그에 따른 영향력을 분석한다. 구체적으로 야구장의 수요 추세, 주차장규모, 이용가능한 역사 위치 및 접근거리등의 공급적 특성과 이용자의 사회경제적 특성을 고려하여 수단선택모형을 구축하고자 한다. 모형구축을 위하여 실험계획법(Design of Experiments)에 따라 설문지를 작성하여 프로야구장 이용자들을 대상으로 SP조사를 수행하여 대규모 스포츠시설 입지시 통행패턴 변화에 미치는 영향을 분석하였다.

## 기존 문헌 검토

수단선택모형은 교통 수요 분석 및 예측을 위해 필수적인 모형이다. 다양한 수단선택모형 가운데 현재 가장 널리 사용되고 있는 모형으로는 개별행태 모형 중 로짓모형이다. 로짓모형은 효용함수에 포함되는 독립변수의 측정단위의 제약 없이 사용될 수 있으며, 통행자의 속성, 교통수단이 제공하는 서비스의 속성 및 통행 목적 등 통행 자체의 속성을 자유롭게 효용함수에 포함시킴으로써 통행자의 현실적 선택행태를 설명할 수 있다는 장점을 갖고 있다(Kim et al., 2011).

본 연구와 같이 대규모 교통유발시설에 의한 이용자들의 수단선택 특성을 연구하기 위해서는 로짓모형을 사용하는 것이 일반적이다. 로짓모형은 효용함수로 특정수단을 선택할 확률을 구하게 되는데 본 연구에서는 로짓모형을 기본 모형으로 하여 분석을 수행한다.

$$P(K) = \frac{e^{U_K}}{\sum_i^n e^{U_i}} \quad (1)$$

where,  $U_K$  : 수단  $K$ 의 효용

$U_i$  : 수단  $i$ 의 효용

$n$  : 수단의 수

수단선택행위와 관련된 기존 연구는 다음과 같다. 먼저 신교통수단 도입, 교통체계의 개편 등 교통환경 변화에 따른 수단선택 행태를 모형화한 것과 관련된 연구로써, Ha et al.(2002)은 호남고속철도 도입에 따른 교통수단선택모형을 구축하고, 고속철도 개통시 예상 요금 및 통행시간을 제시하였을 경우 설문응답자의 수단전환률을 분석하였다. Yoon and Park(2010)은 대중교통체계 개편 전과 후의 통행패턴 변화를 이항로짓모형을 이용하여 추정하였다. Lee et al.(2015)의 연구에서는 차세대 고속열차의 운행특성을 고려한 적정 수단분담모형을 개발하였고, 모형개발을 위해 장래 수단 선호도조사를 실시하여 기존 고속열차와 차세대 고속열차를 구분할 수 있는 모형을 구축하였다. 둘째, 수단선택시 고려되지 않은 요인을 다양하게 고려하기 위하여 통행시간과 통행비용외 세부적으로 다양한 변수를 고려한 연구이다. Song et al.(1998)은 통근자의 통근행태에 영향을 미치는 요인을 분석한 결과, 직장의 위치가 저소득층이나 여성의 통근에 영향력이 있으며 교통수단의 선택에도 큰 영향을 미침을 확인하였다. Ahn(2016)은 지하철 경로 무임승차제도가 노인들의 교통수단선택에 미치는 영향을 파악하고자 소득수준과 통행시간에 따른 수단전환 확률을 분석하고 그에 따른 영향력을 분석하였다. Sung et al.(2008a)은 개인의 사회경제적 속성과 목적지와 거주지에서 대중교통 수단 접근성, 주차 등의 승용차 이용여건을 고려하여 통행목적별 수단선택 행태를 분석하였다. 마지막으로, 특정 시설물을 이용하거나 시설물의 입지로 인한 통행수단 선택모형과 관련된 연구이다. Sung et al.(2008b)의 연구에서는 쇼핑 및 여가목적의 통행수단 행태를 분석하였다. 통행자가 교통수단을 선택하는데 있어 그 유형과 시설 입지가 목적지 특성, 주변 교통여건에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하였다. 이러한 여가 목적의 수단선택 행위를 분석한 기존연구는 Yoon et al.(1996), Ibrahim(2003)등 활발한 연구가 진행되었다. 그러나 대규모 교통유발시설의 입지에 따른 교통수요 분석을 위해 수단선택 행태를 분석한 연구는 충분하지 않고, 주로 대형 교통유발시설 입지에 따라 시설물별로 통행 원단위에 대한 분석이 주로 이루어 졌다. 기존의 연구는 대형교통 유발시설이 다양한 교통시스템에 어떤 영향을 미치는지 고려할 수 없는 단점을 지니고 있다. 즉, 이용자들이 어떤 수단을 이용하여 시설물을 이용하는지, 시설물 입지에 따라 각 교통 시스템에 미치는 영향을 예측하고, 도로 시설 혹은 지하철 등의 대중교통(mass transit) 공급을 추가적으로 할 것인지 의사결정을 위해서는 수단선택 행태와 관련된 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 대형스포츠시설 등 단기간 대형 교통유발시설의 입지에 따른 수단선택 특성을 분석하고, 연간 이용빈도가 상대적으로 낮은 시설에 대해 대규모 대중교통 수단(mass transit)이 미치는 영향을 파악하고자 SP조사를 시행하고 그에 따른 수단선택 행위를 분석하고자 한다. 구체적으로 실험계획법에 의거하여 대규모 스포츠시설 이용자들의 수단선택 행위를 분석하고 수단선택모형을 구축한다. 또한 추정된 모형의 정산을 위해서는 Limdep프로그램을 이용하였으며, 정산결과 모형의 적합도가 높은지, 개별 변수의 부호와 t 통계값이 유의한지, 현실적용을 위해 VOT(value of time)이 상식적인 수준에 부합하는 수치인지를 검증하고(Ben-Akiva and Lerman, 1985) 향후 관련연구의 밑거름을 제공하고자 한다.

## 연구방법론 및 분석모형 설정

### 1. SP 조사 설계

#### 1) SP조사

SP 기법은 통계적인 실험계획법을 통해 가상의 시나리오를 구축하고 이를 개개인에게 제공하여 개인의 선호를 조사하는 일련의 기법이다. 즉 개개인의 선호를 조사하는 기법으로써 본 연구에서 추구하는 대규모 스포츠센터 입지에 따른 수단선택 행태를 분석하는데 있어 적합한 방법론이라 할 수 있다.

SP 기법은 1960년대 수리철학에서 비롯되었다고 할 수 있으며, 수리철학자 Luce and Turkey(1964)는 개인이 어떻게 정보를 혼합하여 의사결정에 이용하는지에 대한 연구를 통해 “Conjoint Measurement” 용어를 처음 사용하였는데 이 연구가 SP 기법의 시초라고 할 수 있다. SP기법은 1971년부터 본격적으로 SP 기법이 마케팅 분야에 적용되었으며, 특히 개인의 특정 상품에 대한 수요예측에 많이 사용되어 왔다. 이후 마케팅 분야에서 성공적인 적용 이후 교통분야에 적용되었다. Davidson(1973)은 SP기법을 통해 새로운 항공노선 수요를 추정하였으며 Johnson et al.(1974)는 자동차 속도, 가격, 보장기간에 대한 선호를 조사하였다. SP조사기법과 관련하여 영국정부는 1980년, 1986년에 통행시간가치를 SP 기법으로 조사하였으며 RP자료로 분석된 연구결과와 비교한 후 SP 기법의 결과를 공식적으로 수용함으로써 SP 기법에 신뢰성을 부여하였다.(Kim, 1998) 이후, 1980년대 후반에는 SP기법이 본격적으로 적용되어 시간가치 뿐만 아니라 다양한 교통수요 예측에도 SP조사가 사용되어왔다. 그러나 지금까지 다양한 SP 자료의 적용이 이루어져 왔으나 현재까지 SP조사설계에 대한 방법론이 구체적으로 제시되지 못하고 있다. 특히 SP 조사의 모든 조사가 속성변수 수준이 3수준으로 고정되어 있는 직교표를 이용하는 등 조사내용이 일률적인 문제점이 있다. 그럼에도 불구하고 SP조사는 가상 시나리오를 응답자에게 제시한다는 측면에서 다음과 같은 장점이 존재한다.

첫째 SP조사는 연구자가 실험상황을 통제할 수 있다. RP자료를 이용하는 경우 연구자가 관심있는 변수와는 관계 없이 응답자가 제시한 변수와 내용만이 분석되는 반면 SP 기법의 경우 연구자의 관심 변수로 구성되어진 가상적인 상황을 응답자에게 제시할 수 있다. 따라서 실제 현실에서는 목격 될 수 없는 다양한 상황설정이 가능할 뿐만 아니라 관심 없는 변수의 삭제도 가능하다. 둘째, 분석자료 간 독립성을 유지할 수 있다. 개인의 교통수단 선택에 있어서 시간과 비용을 고려할 때 현실에서는 두 변수 간에 강한 음의 상관관계가 존재할 수 있으며 이에 따라 교통수단 선택에 있어서 개별적인 시간과 비용의 영향을 독립적으로 구하기 어렵다. 그러나 SP 기법에서는 실험계획법을 이용하여 이러한 상관관계가 Zero가 되고 두 변수간 교호작용이 없는 질문을 디자인하여 응답자에게 제시할 수 있다. 셋째, 가상적인 상황을 제시함으로써 기존 시장에서 존재하지 않는 재화나 수요, 가격에 대한 정보를 획득할 수 있다.

## 2) SP조사 설계

SP 기법을 이용한 조사에 앞서 조사설계는 필수적이다. SP 기법을 이용한 조사시 결정되어야 할 요소는 조사대상 및 표본수, 응답자의 선호표현방법, 선택대안 및 선택대안수, 선택대안을 설명하는 속성변수 속성변수 수준 및 수준수, 가상적인 시나리오의 조합방법 및 질문수 등이다. 다음은 SP조사 설계시 고려해야할 요소들에 대한 설명이다.

- SP 조사의 목적 : 조사의 목적과 범위를 결정
- SP 조사대상 및 표본수 결정 : 조사 목적에 맞는 설문대상 및 표본수 결정
- SP 조사설계 요소결정 : SP 조사를 위한 질문을 작성하기 위한 준비단계
- 선호표현방법 결정 : 선택, 순위, 평가방법 중 SP 설계에 효과적인 방법론 적용
- 선택상황 결정 : 가상적인 상황 제시
- 선택대안 결정 : 선택대안(철도, 도로, 항공, 해운)을 무엇으로 할 것인지 결정
- 속성변수 및 수준결정 : 속성변수(통행시간, 통행비용)를 몇 개로 할 것인지, 수준을 몇 수준으로 할 것인지 결정
- 조합 및 설계 : 요소가 결정되면 실험계획법에 의해 SP 질문 구성
- SP 조사설계 검증 : 모의실험 방법을 통해 조사 설계의 타당성을 개략적으로 검증
- 사전조사 및 본조사 : 사전조사를 실시하여 조사 · 설계의 문제점과 분석결과를 검토한 후 SP 설계를 수정 · 보완하여 최종 SP 설계를 확정

본연구에서 구체적으로 적용한 SP조사 설계 과정은 다음과 같다. 먼저 SP조사의 목적으로는 야구장과과 철도 역사 인접에 따른 수단선택 행위를 분석하고, 신규 스포츠시설 입지에 따른 통행수단 행태를 모형화하고자 한다. 이때

일반적으로 샘플수의 수가 모집단의 수와 근접할수록 그 특성을 반영하는데 도움이 되지만 비용과 시간의 제약으로 인해 통계적 유의성에 입각한 샘플수를 산정해야 한다. 표본의 크기는 통계적 신뢰성 확보를 위해서 신뢰수준과 오차한계를 결정해야 하는데 본 연구에서는 신뢰수준 95%를 만족하도록 다음과 같은 식에 의해 표본의 크기를 산정하였다.

$$n = \frac{Nz^2 * p(1-p)}{Nd^2 + z^2 * p(1-p)} \quad (2)$$

where, N : 모집단의 크기

z(=z<sub>2/α</sub>) : 신뢰수준

d : 오차한계

p : 관측비율(표본크기가 가장 크게 나올수 있는 0.5 사용)

본 연구의 경우 현재 입지한 야구장에 따라 SP조사의 샘플수를 다르게 산정해야 한다. 약식으로 사용되는 표본수 산정식의 경우 모집단의 크기에 무관하게 표본수가 도출되므로, 본 연구와 같이 모집단이 상이한 경우 야구장 수용인원에 따른 지역별 표본수를 산정하고 최소 표본수를 확보할 수 있도록 Table 1에서 제시된 샘플링 오차 5% 이상의 표본수 조사를 수행하였다.

**Table 1.** The result of sample sizes

Division	# of Population	Sample sizes according to sampling error			
		1%	5%	7%	10%
Munhak Baseball Stadium	29,500	10,639	<b>379</b>	166	67
Sajik Baseball Stadium	29,600	10,652	<b>379</b>	166	67
Jamsil Baseball Stadium	26,986	10,293	<b>379</b>	166	67
Mok-dong Baseball Stadium	16,000	8,157	<b>375</b>	165	67
Hanbat Baseball Stadium	13,000	7,298	<b>373</b>	165	67
Mudeung Baseball Stadium	13,400	7,423	<b>373</b>	165	67
Daegu Baseball Stadium	12,000	6,972	<b>372</b>	165	67
Masan Baseball Stadium	21,600	9,399	<b>377</b>	166	67

실험계획법은 가상적인 상황을 검증하기 위해서는 속성변수와 수준을 조합하는 일련의 방법이다. 즉 주어진 속성변수와 가상의 선택상황을 제시하기 위해서 속성변수 및 수준을 결정해야 한다. 본 연구에서는 승용차, 택시, 버스, 지하철(철도)수단을 선택대안으로 선정하고, 수준은 2수준으로 구분하였다. 선택상황의 수준을 결정하기 위한 기준은 「2010 수도권 주민 통행실태조사」를 활용하였다. 즉 모형의 분석에 사용되는 변수는 통행비용과 통행시간으로 야구장이 입지하는 경기도권 주민의 평균적인 여가통행거리인 10.11km에 통행시간과 유류비와 주차비를 포함한 통행비용으로 적용하였다. 이때 통행수단별 대중교통 접근시간의 경우 경기도권 주민 통행특성에 따라 통행수단별 평균통행시간과 대중교통 접근시간 가구분포를 활용하였다. 이를 통해 평균적인 수단별 통행시간과 비용을 산출하고 평균값의 -10%, 10%값을 2수준으로 구분하여 다음과 같이 수단별 통행시간 및 통행비용의 수준을 결정하였다.

**Table 2.** Travel time and travel cost level by modes

(unit: won, min)

Level		Level 0	Level 1
		-10%	10%
Auto	travel time	30	40
	travel cost	5100	6900
Taxi	Acess time	5	9
	travel time	30	40
	travel cost	7700	10400
Subway	Acess time	13	17
	travel time	30	40
	travel cost	1000	1300
Bus	Acess time	9	12
	travel time	38	52
	travel cost	1000	1300

결정된 수준의 검증을 위해서 각 수단별 통행비용과 통행시간 수준을 활용하여 시간가치를 산출한 결과, 승용차 수단은 약 10,200-10,350원/시로 9,441원/시(2007기준-비업무시간가치)와 유사하여 상식적으로 타당한 수준인 것으로 판단하였다.

설문지를 구성하기 위해서 본 연구에서는 대규모 스포츠센터 입지에 따른 수단선택 행태를 분석하기 위해 실험계획법(Design of Experiments)에 설문지를 구성하였다.(Kocur.G.T. etc. 1982) 실험계획법은 이는 요인간에 직교성을 갖도록 실험을 계획하여 데이터를 구하면 같은 실험 횟수라도 검출력이 좋은 검정을 할 수 있고 실험의 크기를 줄일 수 있는 실험계획을 짜도록 고안된 방법을 의미한다. 본 연구에서는 Hahn and Shapiro(1966)에서 제시된 직교 실험계획표를 활용하여 총 16개 문항의 가상의 선택상황을 포함하는 설문을 구성하였다.

## 2. 자료 수집 및 분석

야구장 이용자들을 대상으로 SP조사 및 비선택대안에 대한 RP조사를 수행하였다. 설문조사는 프로야구장에 야구를 관람하러 온 사람들을 대상으로 야구장에서 수행하였고, 월요일을 제외한 평일에 조사하였다. 설문항목은 피 설문자의 개별특성을 조사하기 위한 항목과 야구장 방문 특성을 분석하기 위한 설문, 비선택대안에 대한 추정을 위한 설문으로 구성하였다. 설문은 총 4,005명을 대상으로 분석을 수행하였으며 남성 42%, 여성 58%로 조사되었으며, 연령별로는 20대가 32%, 30대가 38%로 가장 많은 비율로 조사되었고, 직업은 학생과 회사원들이 대부분으로 조사되었다. 야구장방문 특성조사 항목에서는 야구장 방문빈도와 출발지, 이용수단, 통행시간 및 통행비용을 조사하였다. 평균적으로 한 달에 1번 이하 방문하는 사람이 41%로 조사되었으며, 1-3회방문하는 사람이 39%로 조사되어 대규모 스포츠시설의 경우 이용빈도가 다른 시설에 비해 높은 것으로 유추할 수 있다. Figure 1과 같이 조사대상지 야구장에 지하철이 있는 경우의 조사된 수단분담률은 지하철 38%, 버스 38%로 대중교통 수단의 분담률이 높게 나타났으나, 현재 지하철이 없는 경우 버스 46%, 승용차 34%로 지하철이 존재하는 구장보다 대중교통 분담률이 작은 것으로 분석되었다. Figure 2에서 보는바와 같이 야구장 이용객들이 야구장으로 접근할 때 소요되는 시간은 30분이 약 27%, 60분이 29%로 가장 많은 것으로 나타났으며, 45분이 14%, 15분이 13%로 그 뒤를 따라는 것으로 분석되었다. 이는 대규모 스포츠시설과 같은 여가통행의 경우 지역적 특성과 무관하게 개인의 선호도가 방문의 주요 원인으로 작용하기 때문이라고 판단된다.

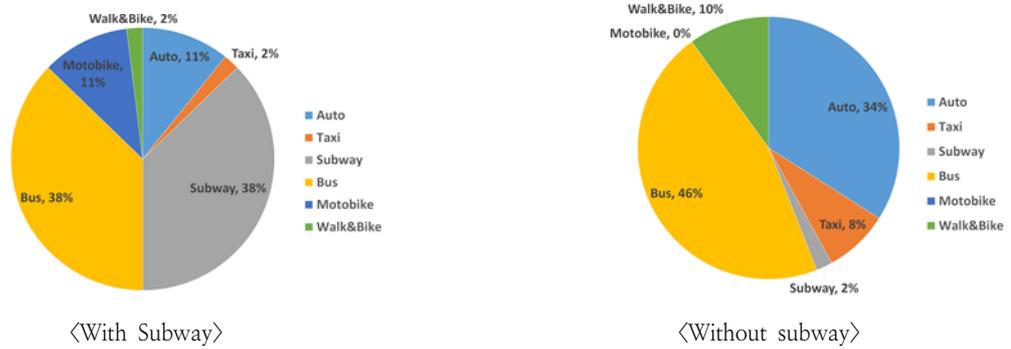


Figure 1. Mode share of baseball stadium users

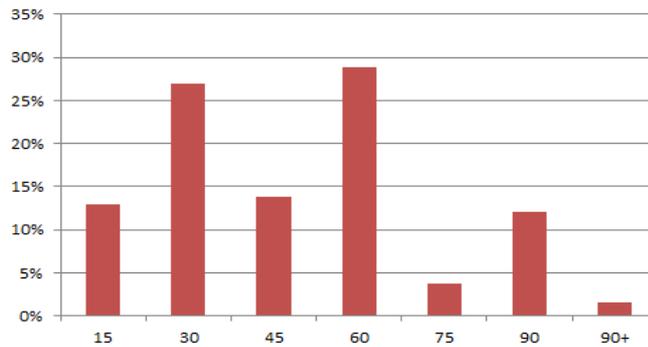


Figure 2. Travel time distribution of baseball stadium users

## 최적모형 설정 및 분석

### 1. 최적모형 설정

#### 1) 모형 1 : 4단계모형 적용을 위한 모형 구축

향후 대규모 스포츠시설 입지에 따른 거시적인 교통분석에 활용하고자 변수의 개수와 형태를 단순화하여 다음과 같이 모형을 구축하였다. 통행시간과 통행비용은 대안특별변수(Specific variable)로 적용하였고, 대안특성상수(mode specific constant)는 Ben-Akiva(1985)가 설명한 것과 같이 n개의 수단에서 n-1개 이하의 대안특성상수를 선택모형에 포함하였다. 기본적인 모형의 효용함수식 형태는 다음과 같다.

$$V_i = \alpha_i TTime + \beta_i TCost + \gamma_i \tag{3}$$

where,  $V_i$  : 수단별 효용

$TTime$  : 총 통행시간(분)

$TCost$  : 총 통행비용(원)

$\gamma_i$  : 수단  $i$ 의 수단특성 상수

$i$  : 통행수단(승용차, 버스, 지하철, 택시)

모형구축결과와는 다음과 같이 해석할 수 있다. 첫째, 통행시간과 비용 모두 (-)의 부호를 가지고 있어 상식적인 방

향과 일치하고 논리적인 정합성을 갖는 결과로 판단된다. 이는 통행시간과 통행비용이 큰 통행수단일수록 선택할 확률은 작아지는 것을 의미하며, 스포스시설 입지에 따라서 일반적으로 통행시간과 통행비용이 작게 소요되는 수단을 선호한다는 의미이다. 또한 추정된 통행시간, 통행비용 파라미터를 활용하여 시간가치(VOT ; Value of Time,  $\alpha_i \div \beta_i$ )을 산출할 수 있는데 본 연구에서 추정된 파라미터를 활용하여 스포스시설에 통행하는 이용자의 승용차 수단의 시간가치 산출결과 11,983원/시로 분석되어, 한국개발연구원의 「예비타당성조사 수행을 위한 통행시간가치 산정에 관한 연구」에서 제시한 2015년 기준의 승용차 비업무시간가치 9,943원/시 보다 높은 값으로 추정되었다. 이는 정해진 시간에 이벤트가 발생하는 스포스경기의 특성에 따라 평균적인 비업무시간가치보다 높은 값으로 산출되어 현실적인 값이라고 판단된다. 다만 비업무통행 시간가치의 경우 한계임금율법에 의해 산정되는 시간가치로 한계임금만을 고려하는 업무통행 시간가치와 달리 업무통행에 대한 비업무통행의 시간가치 비율이 포함되기 때문에 명확한 비교가 어려울 수 있다. 따라서 대규모 스포스시설을 이용하는 것을 여가통행이라 가정한다면 여가통행 시간가치와 비교할 수 있을 것이다. 여가통행 시간가치와 관련된 기존 연구를 살펴보면 Oh et al.(2006)의 연구에서는 약 11,056원/인을 여가통행시간가치로 산정하였다. Jara-Diaz et al.(2004)는 여가시간에 대한 가치를 추정한 결과 평균임금율의 66-120%수준으로 분석을 하였으며, Antoniou et al.(2007)은 SP조사결과를 기초로 여가통행의 경우 업무통행과 달리 제약조건이 없어 상대적으로 시간가치가 높게 나타난다고 의견을 제시하였다. U. S. DOT(1997)에서는 개인목적 통행의 시간가치는 지역내 통행의 경우 업무통행의 50% 수준으로 밝혔으며, Lee(2012)의 경우 여가통행의 경우 기존의 비업무 통행시간가치에 비하여 약 42-107%가량 높은 시간가치를 보이는 것으로 예측하였다. 즉 여가통행시간가치는 일반적으로 국내 지침에서 산정한 한계임금율법에 의한 비업무통행보다 큰 것으로 판단되며, 본 조사결과 산출된 VOT인 11,983원/시는 비업무통행 시간가치보다 크게 산출되어 상식적인 면과 일치한다고 할 수 있다. 이와 같이 시간가치를 계산한 것은 다른 연구의 결과와 비교하면서 상식적 판단의 값과 유사한지를 검토하면서 모형 정산과정상에 오류를 점검하기 위한 목적이 있다. 분석결과 시간가치 값이 기존 연구 및 상식적인 면에서 다른 값을 보이지 않아 모형의 정산결과 얻은 효용함수는 정책분석에 활용할 수 있다고

**Table 3.** The result of model estimation

	Division	Coefficient	t-value	Standard error
auto	Travel Time (min), $\alpha$	-0.004651	2.450**	0.653
	Travel Cost (won), $\beta$	-0.000023	-2.111***	0.912
	Alternative Variable	-	-	-
taxi	Travel Time (min), $\alpha$	-0.049166	-1.752**	0.0798
	Travel Cost (won), $\beta$	-0.000245	-1.932**	0.6661
	Alternative Variable	0.565969	-2.233**	0.8156
bus	Travel Time (min), $\alpha$	-0.024296	-5.431***	0
	Travel Cost (won), $\beta$	-0.000486	-1.971*	0.0947
	Alternative Variable	2.213799	2.282**	0.0225
sub	Travel Time (min), $\alpha$	-0.026284	-5.462***	0
	Travel Cost (won), $\beta$	-0.000522	-2.935**	0.0033
	Alternative Variable	2.708193	2.081**	0.0375
L(c) : Likelihood with constants only			-5396.173	
L(0) : Likelihood with zero (no) coefficient			-5552.109	
L( $\beta$ ) : Final value of likelihood			-4236.225	
$\rho^2(0)$			0.237	
$\rho^2(c)$			0.215	
# of Observation			4005	

\* $p < 0.10$ , \*\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.01$

판단하였다. 또한 통행수단의 VOT 추정결과 승용차 11,983원, 택시 12,030원, 버스 2,997원, 지하철 3,023원으로 산출되어 승용차와 택시수단이 버스, 지하철의 대중교통 수단보다 시간가치가 높게 추정되어 수단간 시간가치 산출 결과가 설명력 있는 것으로 판단된다.

둘째, 추정값의 t-값을 살펴보면 택시수단의 통행시간 및 통행비용의 t-값이 -1.725, -1.932, 버스수단의 통행비용의 t-값이 -1.917로 분석되었지만 이를 제외한 모든 변수의 t 값이 2의 값보다 커서 높은 통계적 유의성을 보이고 있다고 판단된다. 각각 변수 파라미터 추정치의 통계적 유의성을 통상적으로 t검정을 통해 판단할 수 있는데, 본 연구에서 추정된 변수들의 t값은 유의수준 0.05일때의 t검정 임계치인  $\pm 1.96$ 보다 크기 때문에 본 연구에서 추정된 계수값이 0과 다를 확률은 매우 높다고 해석할 수 있다. 즉, 모든 설명변수가 모형에 포함되어 통행자의 교통수단 선택행태를 설명하는데 통계적으로 중요한 변수라는 것을 의미한다. 또한 택시수단을 포함한 모든 변수에서 유의확률 95%수준에서 유의한 것으로 분석되어 각 독립변수가 종속변수에 영향력이 있는 것으로 판단되었다.

모형의 전반적인 수단선택행태의 설명력을 판단하기 위해  $\rho^2$  값을 사용할 수 있다.  $\rho^2$ 는 최초의 우도함수값에서 최적의 파라미터 사용시 우도함수 값의 개선정도를 나타내기 때문에 모형 전체의 적합도(goodness of fit)는  $\rho^2$  값을 토대로 수단선택 모형의 적합도를 판단할 수 있다. 본 연구에서는  $\rho^2$  값이 0.237006로 나타났으며, 상수를 포함한 모든 계수값이 0일 때의 우도함수(Log-likelihood function) 값을 기준으로 계산한  $\rho^2(C)$  값이 0.214958으로 나타났다. 이는 Domencich and McFadden(1975)이 제시한 0.2-0.4 사이의 값을 갖는 것으로 추정된 모형의 적합도가 매우 좋은 것으로 평가할 수 있다.

## 2) 모형 2 : 개인특성 모형

모형2는 대규모 스포츠시설 이용자의 사회경제적 특성이 통행수단 선택에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 응답자의 나이, 성별, 승용차 보유여부, 소득수준, 평균방문횟수를 독립변수로 설정하였으며 승용차 수단을 분석의 기본수단으로 설정하여 모형을 분석하였다. 단 평균방문횟수의 경우 1주일에 1회 이상 야구장에 방문하는 사람의 경우 야구장 주변의 교통특성, 지형이 익숙할 것으로 판단하여 월 4회 이상 방문자의 경우 변수로써 구분하였다.

Table 4. Variables: model 2

Variables	Description
Age	continuous variable
Sex	Dummy variable -if female 1, male 0.
Car_own	Dummy variable -if car own 1 else 0.
Income level	continuous variable
Frequency	Dummy variable - if 4 times or more a month 1 else 0.

모형2의 분석결과를 보면 각 설명변수에 대한 계수의 부호는 앞에서 설명한 모형1과 마찬가지로 논리적으로 합리적인 결과가 산출되었다. 다만 대안특성상수에 대해서는 상식적인 선에서 부호의 방향을 판단하기가 어려우므로 그 값의 현상에 대해서만 통계적 해석을 해야 할 것이다. 모형추정결과는 다음과 같다.

택시수단의 경우 자동차보유여부와 성별 변수 소득수준 변수가 유의한 결과를 보이는 것으로 분석되었다. 구체적으로 소득수준이 높으나 자동차를 보유하지 않은 여성이 프로야구 경기장에 접근할 때 택시를 탈 확률이 높게 분석되었다. 다음으로 지하철의 경우 나이, 성별, 방문횟수가 유의한 변수인 것으로 분석되었다. 연령이 낮을수록, 남성보다는 여성일수록, 자주 방문하는 사람일수록 지하철을 이용하는 것으로 나타났다. 즉 프로야구 경기장에 지하철 이용자의 특성은 야구장을 자주 방문해본 젊은 연령층에서 주로 이용된다고 할 수 있다. 버스의 경우도 지하철과

마찬가지의 결과를 가져왔는데 다만 성별의 경우 t-통계치의 값이 통계적으로 유의성이 없는 것으로 나타났다. 분석결과를 종합해보면 대규모 스포츠시설의 경우 연령이 낮고 방문횟수가 많은 사람일수록 대중교통을 선호하는 것으로 분석되었으며, 지하철의 경우 여성의 경우가 더욱 선호하는 것으로 나타났다. 이는 정해진 시간에 이벤트가 발생하는 스포츠 경기의 특성이 반영되어 상대적으로 정시성이 높은 지하철 수단이 선호되는 것으로 판단된다.

**Table 5.** The result of model estimation

	Division	Taxi	Bus	Sub
Constrant Variable	Coefficient	0.315	2.499	3.149
	t-value	8.109**	3.515**	4.224**
Age	Coefficient	0.155	-0.015	-0.174
	t-value	0.179	-2.154*	-8.584**
Sex	Coefficient	0.126	0.249	0.341
	t-value	3.920**	1.049	4.224**
Car_own	Coefficient	-1.414	-1.580	2.106
	t-value	-8.598**	-1.024	0.247
Income level	Coefficient	0.408	0.236	-0.371
	t-value	1.802***	0.691	-0.480
Frequency	Coefficient	0.564	0.299	2.155
	t-value	1.346	3.186**	7.155***
L(c)			-4,971.769	
L(0)			-5,148.457	
L(β)			-3,987.490	
ρ <sup>2</sup> (0)			0.225	
ρ <sup>2</sup> (c)			0.198	
# of Observation			3847	

\*p < 0.10, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

## 2. 대규모 스포츠센터 입지에 따른 수요추정

추정된 모형의 적합성 검토 및 실제 사례에 적용하기 위해 수원야구장 입지에 따른 수요추정 분석을 전통적인 4 단계 모형에 입각하여 진행하였다. 구체적인 과정은 다음과 같다.

### 1) 통행발생

통행발생 모형으로는 과거추세연장법, 증감율법, 원단위법, 카테고리 분석법, 다항분류법, 회귀분석법등이 있으나, 본 연구에서는 대규모 스포츠시설 입지에 따른 통행발생을 위해서 야구장 상주 및 수용인원, 좌석 점유율, 연간 경기일수, 야구장 수요추세, 주차장 규모의 자료를 통하여 원단위법에 의한 통행발생량을 추정하였다. 수원야구장의 상주인구는 비슷한 규모의 문학구장 기준의 80인으로 추정할 수 있으며, 좌석수는 25,000석, 평균 좌석점유율은 한국야구위원회의 『2014 한국프로야구 연감』의 자료를 토대로 2014년 4-9월까지 잠실야구장의 평균관중수와 좌석수를 토대로 평균 63%의 좌석점유율을 적용하였다. 연간 프로야구 경기는 팀당 144경기를 치르며 그 중에서 홈경기로 50%를 치르기 때문에 신규스포츠 시설에서 약 72경기가 실시되는 것으로 분석하였다. 통행발생량 추정을 위해서 [상주인원+(좌석수×좌석점유율)]으로 1일 통행량을 추정하면 프로야구장 신규입지로 인해 약 15,830 통행/일의 평균적인 발생량이 추정된다.

## 2) 통행분포

교통유발시설에 대한 통행분포에 관한 연구는 Jung et al.(2009)에 의하여 분석되었으며, Kim(2006)의 연구결과가 있다. Jung et al.(2009)는 유발되는 통행량에 대한 통행분포 모형을 보정하기 위해 중력모형을 이용하여 분석의 편리성 및 정확성을 높이고자 하였다. Kim(2006)은 성장인자법보다는 합리적이고 간접기회모형보다 적용이 간편한 중력모형을 이용하였다. 본 연구에서도 기존연구와 같이 중력모형을 활용하여 통행분포를 수행하였으며, 중력모형을 적용하기 위한 독립변수는 각 시군구 단위의 인구수와 자동차보유 대수를 설정하였다. 또한 수원 야구장의 중력요인으로 통행실태조사를 통한 야구장 이용객들의 통행시간 및 통행거리 분포를 적용하여 야구장의 유입력을 추정하였다. 대규모 스포츠시설을 이용하는 사람들은 자신들의 통행시간이 평균 1시간정도 걸리는 것으로 인식하는 경향이 있으며, 그 이상의 통행시간이 걸리는 경우는 원정팬들의 통행시간이 반영된 결과라 할 수 있다. 통행거리 분포는 야구장과 거리 증가함에 따라 통행비율이 감소하는 경향을 보였으며, 이는 잠실야구장 기준의 출발지 조사결과 잠실야구장과 가까운 강남구와 송파구에서 출발한 사람들이 가장 많이 분석된 것과 일맥상통한다. 즉 통행거리에 따른 이용수요의 빈도분석을 해보면 통행거리 분포는 야구장과 거리가 증가함에 따라 통행비율이 감소하는 것을 알 수 있다. 본 연구에서는 통행분포 모형을 구축하기 위하여 EMME의 3-D balancing 기법을 활용하였다. 즉, 통행유출량과 통행유입량에 대한 이중계약 및 통행거리에 따른 통행량 계약을 통한 삼중계약 축차계산을 적용함으로써 통행범위에 따른 야구장 이용특성을 적용하였다.

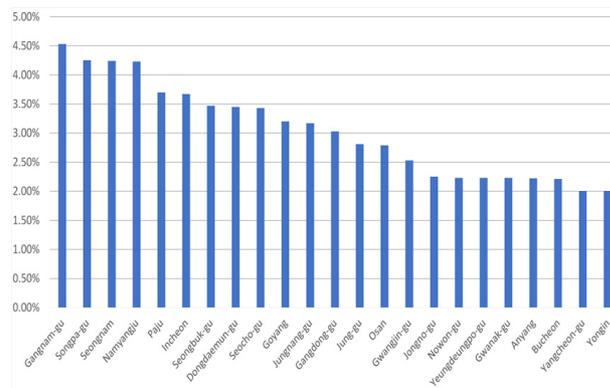


Figure 3. Travel distance distribution of baseball stadium users (Jamsil baseball stadium)

## 3) 수단분담모형 적용 및 분석

거시적인 관점에서 분석하기 위해서 앞서 SP조사를 통해 통행자들의 교통수단 행태자료를 분석하여 모형 구축 결과중 모형1을 수단분담모형에 적용하였다. 모형 적용을 위해서는 존간 통행시간 및 통행비용을 산정해야 하는데, 이때 「도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침(제5판), 2008, KDI」에서 제시한 방법을 준용하였다. 구체적인 통행시간 및 통행비용 산정과정은 다음과 같다.

- 통행시간 산출 : 통행시간 산정은 각 수단별로 통행수단을 결정하는데 있어 영향을 주는 통행시간을 합리적으로 산정해야 함. 통행시간의 구성요소로는 차내시간, 차외시간으로 구성되며, 차외시간의 경우 접근시간, 대기시간, 환승시간을 포함함
- 통행비용 산출 : 통행비용 산정은 각 수단별로 통행수단을 결정하는데 있어 영향을 주는 통행비용을 합리적으로 산정해야 함. 승용차의 경우 통행수단 결정하는데 있어서 직접적으로 영향을 주는 비용으로 유류비, 운행비, 주차요금을 포함하며, 버스의 통행요금은 분석기준연도의 요금을 적용하며, 최저운임과 거리당 요금 단가를 적용하며, 지하철에 대하여 현행 요금제도에 맞는 요금을 산정하도록 하며, 접근비용과 환승비용을 반영하도록 함.

수단선택모형 적용결과 대규모 스포츠시설 입지에 따라 이용자들은 버스 30.73%, 지하철이 34.21%로 대중교통수단에 대한 수단분담률이 높게 나타나는 것으로 분석되었다. 또한 승용차의 경우 32.59%의 분담률을 보였으며, 상대적

으로 택시의 분담률은 2.47%로 매우 낮은 것으로 분석되었는데 이는 여가통행의 특성상 시간가치가 상대적으로 업무 통행에 비해 낮고, 정해진 시간에 유발되는 통행이기 때문에 정시성에 대한 요구를 고려한 수단선택 행위로 판단된다.

## 결론

### 1. 연구결과 요약

본 연구에서는 실험계획법에 의한 SP조사를 통해 야구장 입지에 따라 여가통행자들의 통행행태를 분석하였다. 이를 위하여 가상의 상황을 설정하고 실험계획법(Design of Experiments)에 따른 설문을 구성하고 그에 따른 수단선택 행위를 분석하였다. 분석모형은 크게 2가지로 구분되는데 거시적 관점에서 수요추정과정에서 활용될 수 있는 수단선택모형과 개인특성에 따른 수단선택모형으로 구분하여 분석을 수행하였다. 분석결과 대규모 스포츠시설과 같이 정해진 시간에 대규모 이벤트가 발생하는 경우 주차의 용이성과 상대적으로 정시성이 보장되는 대중교통(지하철) 수단이 선호된다는 것을 파악할 수 있었다. 또한 개인의 특성에 따라 지하철 수단의 경우 낮은 연령층과 여성 및 자주 방문하는 사람일수록 선호된다는 것을 알 수 있었다.

대규모 교통유발 시설 중 야구장과 같이 정해진 시간에 이벤트가 진행되는 단기간 대형교통유발시설의 경우 짧은 시간에 대규모 통행량이 밀집되기 때문에 일반적인 시설물과 달리 이용자들의 통행행태 분석이 중요하다. 이는 컨벤션 센터, 대규모 스포츠시설 등과 같이 지속적으로 이용되지 않는 대규모 여가시설을 건설할 때에는 지하철 등 대중교통(mass transit) 공급이 중요한 고려사항임을 시사한다.

본 연구는 실험계획법을 활용하여 교호작용이 없는 질문을 디자인하고 SP조사를 수행하여 프로야구장 이용자들의 수단선택 행위를 모형화하였다. 향후 대규모 스포츠 시설 등에 대한 지원 교통시설 공급에 대한 결정에 중요한 기초연구가 될 것으로 기대한다.

다만 본 연구에서 사용된 SP조사의 특성상 정책적 편의나 다수의 질문으로 인한 편의 등 가성적인 상황에 기인하는 각종 편이가 발생하는 문제를 완전하게 해결하지 못하였다. 향후 스포츠 이벤트에 따른 통행행태를 모형화하기 위해서 통행시간이나 통행거리에 따른 세분화된 모형을 구축하여 제안된 모형을 카테고리별로 분석할 필요가 있으며, 추정된 파라미터의 대안특성상수의 영향력을 줄일 수 있는 모형의 설계가 필요할 것으로 사료된다.

## ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRK) grant funded by the Korea government(MEST) NRF-2015S1A5B8046775.

## REFERENCES

- Ahn H. J. (2016), The Effect of the Free Subway Fare Scheme for the Elderly on Modal Shift and Welfare Benefits in the Seoul Metropolitan Area, Chung-Ang University, Master's Degree Thesis.
- Antoniou C., Matsoukis E., Roussi P. (2007), Methodology for the Estimation of Value-of-Time Using State-of-the-Art Econometric Models, *Journal of Public Transportation*, 10(3), 1-19.
- Ben-Akiva Moshe E., Steven R. Lerman (1985), *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, 9, MIT press.
- Davidson J. D. (1973), Forecasting traffic on STOL, *Operational Research Quarterly*, 24(4), 561-569.
- Domencich T., McFadden D. (1975), *Urban Travel Demand: A Behavioural Approach*, North Holland Publishing, Amsterdam.

- Ha T. J., Park J. J., Lee S. H. (2002), A Model for Mode Choice and Mode Transfer According to Introducing High-Speed Railway, *Journal of Korea Planning Association*, 37(6), 129-135.
- Hahn G.J., Shapiro S.S. (1966), A Catalogue and Computer Programme for Design and Analysis of Orthogonal Symmetric and Asymmetric Fractional Experiments, General Electric Research and Development Centre Report No 66-C-165, Schenectady, New York.
- Ibrahim M. F. (2003), Car ownership and shopping purposes in Singapore, *Transportation* 30, 435-457.
- Jara-Diaz S. R. (2004), The Activities Time Assignment Model System: The Value of Work and Leisure for Germans and Chileans, the 2004 European Transport Conference, Strasbourg.
- Johnson W. R., Sieveking N. A., Clanton E. S. (1974), Effects of Alternative Positioning of Open-Ended Questions in Multiple-Choice Questionnaires, *Journal of Applied Psychology*, 59, 776-8.
- Jung C. Y., Shon E. Y., Kim D. K. (2009), A Study on Forecasting Trip Distribution of Land Development Project Using Middle Zone Size And Gravity Model, *J. Korean Soc. Transp.*, 29(6), 27(6), Korean Society of Transportation, 19-28.
- Kim J. Y., Lee S. J., Kim D. K., Jeon J. W. (2011), Development and Application of the Mode Choice Models According to Zone Sizes, *J. Korean Soc. Transp.*, 29(6), Korean Society of Transportation, 97-106.
- Kim K. S. (1998), A behavioural approach to Freight Transport Mode Choice, University of Leeds, Ph.d Thesis.
- Kim S. H., Lee C. M., Ahn K. H. (2001), The Influence of Walking Distance to a Transit Stop on Modal Choice, *Journal of the Korea Planning Association*, 36(7), 297-307.
- Kim T. G. (2006), Development of a Trip Distribution Model Introducing Interzonal Relative Attractiveness, Phd thesis, Hanyang University.
- Kocur G., Adler T., Hyman W., Aunet B. (1982), Guide to Forecasting Travel Demand With Direct Utility Assessment, Report UMTA NH 11-0001-82, Urban Mass Transportation Administration, US. Department of Transportation, Washington, DC.
- Lee J. H. (2012), Estimating the Value of Travel Time for Intercity Leisure Trips, *J. Korean Soc. Transp.*, 30(6), Korean Society of Transportation, 59-70.
- Lee K. S., Chung S. B., Eom J. K., Namkung B. K., Kim S. W. (2015), Development of Mode Choice Model for the Implementation of Next-generation High Speed Train(HEMU-430X), *J. Korean Soc. Transp.*, 33(5), Korean Society of Transportation, 461-469.
- Luce R. D., Tukey J. (1964), Simultaneous conjoint measurement: A New Type of Fundamental Measurement, *Journal of Mathematical Psychology*, 1(1), 1-27.
- Oh S. H., Ryu J. Y. (2006), A Study on Evaluation Process of Investment for Transportation Facilities Taking Leisure Travel Demand into Account, Korea Research Institute for Human Settlements.
- PIMAC (2008), A Study on General Guidelines for Pre-feasibility Study (5th Edition), KDI.
- Sung H. G., Shin K. S., Rho J. H. (2008a), Impacts of the Accessibility of Parking and Public Transportation on Mode Choice by Trip Purpose in the city of Seoul, *J. Korean Soc. Transp.*, 26(3), Korean Society of Transportation, 97-108.
- Sung H. G., Shin K. S., Rho J. H. (2008b), Impacts of the Type and Location of Shopping and Leisure Facilities on Travel Mode Choice, *Journal of the Korea Planning Association*, 43(5), 107-121.
- U. S. Department of Transportation (1997), The Value of Travel Time: Departmental Guidance for Conducting Economic Evaluations.
- Yoon D. S., Kim K. H., Kim K. S. (1996), Modelling the Choice Behavior of Shopping Destination and Travel Mode, *Journal of the Korea Planning Association*, 85, 253-267.
- Yoon D. S., Park H. C. (2010), A Study on Change of Travel Patterns According to Public Transportation Reform (A Case Study of Gyeongsan City), *J. Korean Soc. Transp.*, 28(1), Korean Society of Transportation, 51-61.