

■ 論 文 ■

잠재계층분석에 따른 수단선택모형비교분석

Latent Class Analysis for Mode Choice Behavior

배 윤 경

(연세대학교 도시공학과 박사과정)

정 진 혁

(연세대학교 도시공학과 부교수)

김 형 진

(연세대학교 도시공학과 교수)

목 차

I. 서론	
1. 연구의 배경 및 목적	2. 잠재계층분석모형
2. 연구의 범위와 방법	3. 수단선택모형 추정
II. 관련이론 및 기존연구고찰	IV. 모형추정결과 및 분석
1. 잠재계층분석	1. 잠재계층의 유무에 따른 RP모형결과
2. 기존연구고찰	2. 잠재계층의 유무에 따른 SP모형결과
III. 모형설정	V. 결론 및 향후 연구과제
1. 기초자료분석 및 변수설정	참고문헌

Key Words : 잠재계층분석, 군집분석, 수단선택, SP조사, RP조사
Latent Class Analysis, Cluster Analysis, Mode Choice, SP survey, RP survey

요 약

교통수요예측 과정 중 수단선택과정은 적용시 매우 복잡하여, 선택자의 특성을 이해하기도 매우 까다로운 과정이다. 일반적으로 수단 선택시 선택자의 사회경제적 요소 외에도 심리적인 요인이나 특성들도 중요한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 따라서, 심리적인 요인이나 특정한 선호도를 선택모형 상에서 적용할 수 있는 방법론에 대한 활발한 연구가 진행되고 있으며, 이러한 연구 중에서 잠재계층분석(Latent Class Analysis)는 이론적으로 매우 가능성이 있는 접근 방법으로 인식되고 있다.

본 연구에서는 심리적인 요인과 특성들이 수단선택에 미치는 영향을 분석하기 위하여 잠재계층분석(latent class cluster analysis)을 실시하여 계층을 분리하였다. 또한, 계층별로 나타나는 수단선택모형과 잠재 계층을 고려하지 않은 수단선택모형을 비교하여 잠재계층의 수단 선택 행태가 각기 다를 것을 보이고자 한다. 본 연구는 한강 수상교통 도입에 대한 일반 시민의 선호도 조사와 SP자료를 바탕으로 분석되었으며, 잠재계층분석은 잠재 선호를 고려할 수 있는 가능성 높은 접근임을 보였다.

Analyzing mode choice among transportation demand estimate procedures is complicated and understanding characteristics of travelers is also difficult. Generally, it is well known that traveler choose mode considering psychometric factors and characteristic besides socio-demographic indicators. Accordingly, many researches has investigated on methodology that can be applied in mode choice to reflect psychometric factor or specific preference. Latent Class Analysis among various studies is recognized as the theoretically potential approach.

This study focuses on class segmented using latent class cluster to analyze impact that included psychometric factors and characteristics on mode choice. It also provides evidence that mode choice model for each class and mode choice model not considering latent class are different. This study based on citizen's stated preference and revealed preference on a new transit on the Han river shows that latent class cluster analysis is the potential approach considering latent preference.

이 논문은 공간정보 전문인력 양성사업의 지원을 받아 수행된 연구임

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

교통수요예측과정 중에서 수단선택과정은 매우 다양한 요소가 복합적으로 작용하여 정확한 예측을 위하여 다양한 방법으로 연구되어 왔다. 수단선택에 영향을 주는 사회경제적인 요인들과 선택과의 관계를 여러 가지 모형으로 연구하여 왔다. 하지만 수단선택에는 사회경제적인 요인들만이 영향을 주는 것이 아니며 사람에 따라 다른 선호도나 심리적인 요인들도 영향을 줄 수 있다. 선택자의 사회경제적인 요인들로 설명하기 힘든 부분들을 잠재적인 요인인 선호도나 심리적인 요인들의 영향으로 해석할 수 있다. 최근 들어 이러한 연구들이 활발해지고 있으며 심리적인 요인들을 잠재적인 요인으로 분석하거나 선호도를 변수로 반영하는 분석이 진행되고 있다.(Sohn and Yun, 2009) 잠재계층분석(Latent Class Analysis)은 이러한 연구 중 가능성 있는 접근 방법으로 인식되고 있다.

본 연구에서는 한강수상교통 도입에 대한 일반 시민들의 선호도조사에 따른 잠재계층을 분리하여 RP자료와 SP자료를 이용하여 수단선택모형을 비교분석하였다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 <그림 1>과 같이 심리적인 요인과 특성들이 수단선택에 미치는 영향을 분석하기 위하여 잠재계층분석(latent class cluster analysis)을 실시하여 계층을 분리하였다. 또한, 잠재계층별로 나타나는 수단선택모형과 잠재계층을 고려하지 않은 수단선택모형을 비교하여 잠재계층의 수단선택 행태가 각기 다를 것을 보이고자 한다. 모형추정에 이용한 자료는 한강 수상대중교통 도입을 위한 잠재이용자 행태조사 설문자료를 이용하였다. 한강 수상대중교통도입에 따른 잠재이용자를 조사하기 위하여 한강변의 통행을 빈번하게 하는 사람들을 조사대상으로 선정하였다. 한강변주변에 남북으로 위치한 11개구 57개동에 거주하는 사람들을 대상으로 약 0.3%, 총 1,000명을 샘플로 선정하여 조사하였다. 개인특성, 가구특성, 거주 지역, 잠재이용행태설문, 한강변 통행일지, SP조사 등의 항목이 설문지에 포함되어 있다. Latent Gold 4.5와 Nlogit 4.0 프로그램이 각각 잠재계층분석과 수단선택모형을 추정하는 데 이용되었다.

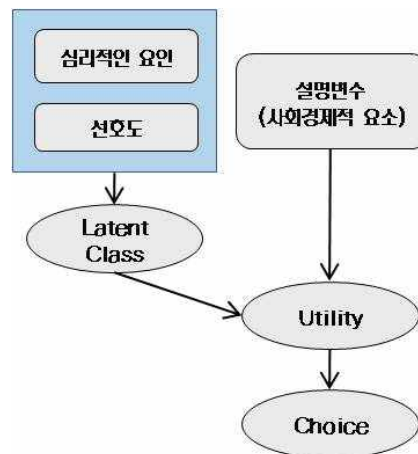
II. 관련이론 및 기존연구고찰

1. 잠재계층분석

잠재계층분석과 가장 유사한 방법으로 여겨지는 것은 K-means clustering 방법이다. K-means clustering 방법은 중심점에서 거리가 가까운 점들이 계층(cluster)을 이루게 된다. 잠재계층분석과는 관측된 자료를 자료에서 발견되는 정보를 기반으로 나눈다는 데에 유사점이 있다. 하지만 잠재계층분석과 K-means clustering의 차이점은 잠재계층분석은 그룹에 속해질 확률에 따라 추정되는 모형기반의 분석방법이다. 각 계층에 속하게 되는 확률을 바탕으로 최종적인 계층이 선정이 된다. 잠재계층분석은 다른 계층분석방법과 달리 통계적 모형기반이기 때문에 최적의 그룹의 개수를 설정할 수 있는 기준을 가지고 있다. 또한 다른 계층분석방법들이 가지고 있지 않는 scale이 다른 자료를 함께 사용할 수 있으며, 변수에 영향을 미치는 공변량을 반영하여 분석할 수 있는 장점을 가지고 있다. 잠재계층분석은 다음과 같은 식(1)과 같이 나타낸다.

$$f(y_i|z_i^{cov}) = \sum_{x=1}^K P(x|z_i^{cov}) \prod_{t=1}^H f(y_{it}|x, z_i^{cov}) \quad (1)$$

x는 잠재계층으로 표현될 수 있다. $f(y_{it}|x, z_i^{cov})$ 는 잠재변수와 공변량의 영향이 주어진 조건부상태에서 잠재계층별 속하게 되는 관측변수 y가 존재할 확률밀도함수를 의미한다. $P(x|z_i^{cov})$ 는 각각의 공변량이 주어진 조건



<그림 1> 잠재계층을 고려한 수단선택모형

부상태에서 어떤 잠재계층에 속해질 확률을 의미한다. $f(y_i|z_i^{cov})$ 는 공변량에 따른 관찰변수들의 확률 밀도함수를 의미한다.

개인(i)이 잠재계층c에 속하고, 수단을 선택할 상황(t)에서 수단을 선택하는 효용을 살펴보면 다음과 같다.

$$U_{jit} = \beta'_c X_{jit} + \varepsilon_{jit} \quad (2)$$

여러 가지 선택상황에서 계층별 선택확률은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$P(y = j|class = c) = \frac{\exp(\beta'_c X_{jit})}{\sum_{j=1}^J \exp(\beta'_c X_j)} \quad (3)$$

2. 기존연구고찰

잠재계층분석을 적용한 연구들은 최근에 활발히 진행되고 있다. 주로 특정선호도나 선택유형에 따라 계층을 분류하는 연구가 많이 있는데, 이는 전체 그룹이 가지는 이질성을 분리하기 위하여 그룹별 분석을 하거나 특정선호도를 반영한 그룹을 분석하는 데에 의의가 있다. 또한 특정한 계층을 타겟으로 하여 마케팅을 하는 분야에도 적용되어 연구결과의 활용도가 높은 것으로 판단된다.

Joan L. Walker(2007)는 라이프스타일에 따른 주거위치선택을 연구하기 위하여 주거위치선호조건들을 SP조사로 자료를 구축하여 라이프스타일을 잠재계층으로 분석하였다. 잠재계층을 나누기 위해 사용한 주거위치선호조건으로는 월세, 건물연식, 이웃안전도, 평균물가, 버스요금, 통행시간 등을 선정하였다. 잠재계층에 따라 계층별 다르게 나타나는 라이프스타일을 비교분석하였다.

Astrid D.(2006)은 연령에 따른 공원선호도를 알아보기 위하여 공원별 특징, 활동, 사회경제적인 요인들에 따른 공원선택을 연구하였다. 주로 고령자들을 위주로 공원사용패턴을 잠재계층으로 분석하였다. 건강위주, 사회적인 활동, 근접위치, 일상적인 이용으로 공원사용 계층을 나누어 공원선택에 연령이 중요한 영향을 가짐을 분석하였다.

Kwamena K.(2006)은 메기 판매의 주요한 계층을 알아보기 위하여 SP자료를 이용하여 주요한 선호도를 분석하였다. 가격, 질감, 향 등에 따른 조건에 따라 잠재

계층을 분리하여 선택모형을 수립하였다.

Peter C.(2002)는 야생공원을 선택하는데 사회경제적요인, 공원에 가는 동기 등을 잠재계층을 분류하는데 사용하여 분석하였다. 각 선택에 있어서 이질성이 존재하는 이유를 잠재계층별 분류에서 해석하고자 하였다.

Edward M.(2006)은 Green Bay에서 낚시꾼들이 자리선택을 하는데 있어서 낚시자리의 요금, 어종, catch rate 등에 따라 잠재계층을 분리하는 연구를 하였다.

마케팅분야에서 주로 연구된 것이 많은데, Amit B.(2007)은 온라인 고객들을 대상으로 온라인으로 구매시 중요하다고 생각되는 항목들을 조사하여 이를 바탕으로 잠재계층을 선정하였다. 구매선택정보의 질, 환불의 편리함, 반품의 용이함, 낮은 가격 등의 항목을 조사하였다. 잠재계층에 따라 중요하게 작용되는 요인들과 선호들을 분석하였다

Alexander F.(2007)은 독일의 1980~1991년 운전자 소비자료를 이용하여 소비자들의 소비패턴에 따른 잠재계층분석으로 분리하였다. 계층별 타겟마케팅을 하기 위하여 어떠한 영향요인이 운전자구매에 영향을 미치는지 분석하였다. 교통분야에서 잠재계층분석을 적용한 연구는 아직 많은 연구가 진행되지 않았다. Benoit D.(2008)은 교통사고자료가 가지는 이질성과 사고의 다양한 특성들을 분리하기 위하여 사고관련자료를 이용하여 잠재계층으로 분리하였다. 선정된 잠재계층으로는 신호가 없는 교차로 사건, 어른 보행자 사고, 자전거 사고 등 7개 계층으로 나누어 계층별 사고의 심각도와와의 관계를 모형으로 분석하였다.

III. 모형 설정

1. 기초자료분석 및 변수설정

한강수상대중교통 잠재이용자 설문조사 자료의 이해 및 모형 설정 방향을 위하여 기초자료를 분석하였다. 조사인원은 1,000명으로 <표 1>과 같이 평균 40.9세, 남자 36.2%, 여자 63.8%의 사람들로 구성되었다. 직업은 서비스직이 가장 높고, 주부, 행정/사무/관리직의 순으로 나타났다. 80.5%의 사람들이 자가용을 소유하고 있으며, 50%이상이 아파트에 거주하는 것으로 나타났다. 서울시 강변지역에 거주하는 사람이 80%이상 나타났는데, 이는 한강변을 통행하는 사람을 주요 대상으로 조사하였기 때문이다. 한강변을 통행한 경험에서의 이용

<표 1> 사회경제적인 변수의 빈도분포

사회, 경제적 변수	빈도(%)
성별	
남	362(36.2%)
여	638(63.8%)
나이	
11-20세	31(3.1%)
21-30세	203(20.3%)
31-40세	247(24.7%)
41-50세	331(33.1%)
51-60세	144(14.4%)
61-70세	41(4.1%)
71-80세	3(0.03%)
자가용 보유대수	
없음	190(19.0%)
1대	677(67.7%)
2대	125(12.5%)
3대	8(0.08%)
거주지역	
서울 강변외지역	185(18.5%)
서울 강변지역	802(80.2%)
서울외지역	13(0.13%)

교통수단은 대중교통이 약 60%, 승용차가 약 40%로 대중교통을 더 많이 선택한 것으로 분석되었다.

잠재계층을 분석하는 변수는 잠재이용행태조사에서 나타나는 선호도와 심리적인 요인을 사용하여 분석하였다. 분석에 사용된 잠재이용행태 항목은 <표 2>과 같다. 항목에 따라 '전혀 아니다'부터 '매우 그렇다'까지 평점을 부여하여 선호의 가중치를 부여하였다. 개개인이 부여한 잠재이용행태 항목의 평점을 기준으로 잠재계층분석에 사용하였다.

항목별 부여한 평점에 따라 심리적인 성향이나 선호도가 나타나게 되어 잠재계층을 나누는 기준이 된다.

잠재계층을 분석하는 변수는 잠재이용행태조사에서 나타나는 선호도와 심리적인 요인을 사용하여 분석하였다. 분석에 사용된 잠재이용행태 항목은 <표 2>과 같다.

<표 2> 수상대중교통잠재이용 행태조사문항

문항	수상대중교통잠재이용	매우 그렇다	↔	보통 이다	↔	전혀 아니다
1	대중교통이용이 환경개선에 도움을 준다고 믿는다.	5	4	3	2	1
2	통행시간이 절약된다면 다른 교통수단으로 바꾸겠다.	5	4	3	2	1
3	편안하게 통행할 수 있다면 시간지연은 문제가 안된다.	5	4	3	2	1
4	집앞에서 곧바로 선착장까지 연계되는 시스템(윈스톱)이 갖춰져 있다면 수상버스(배)를 이용하겠다.	5	4	3	2	1

항목에 따라 '전혀 아니다'부터 '매우 그렇다'까지 평점을 부여하여 선호의 가중치를 부여하였다. 개개인이 부여한 잠재이용행태 항목의 평점을 기준으로 잠재계층분석에 사용하였다. 항목별 부여한 평점에 따라 심리적인 성향이나 선호도가 나타나게 되어 잠재계층을 나누는 기준이 된다.

2. 잠재계층분석모형

추정된 잠재계층분석은 4개의 계층으로 선정되었는데, 선정 기준은 <표 3>에서 제시되었다. 1~5개의 계층의 적합성 중에서 4개의 계층이 가장 적절한 것으로 나타났다. 잠재계층분석모형에서 일반적으로 계층의 수를 결정하는 기준으로 BIC(Bayesian Information Criterion)이 사용된다. BIC는 모형의 적합도를 나타내는 LL(β)값에서 응답자(N)와 모형의 계수에 따라서 적합도를 나타낸다.

<표 3> 잠재계층선정기준

잠재계층개수	파라미터개수	LL (loglikelihood)	BIC(LL)
1-cluster	16	-5301.1336	10712.7913
2-cluster	21	-5210.6307	10566.3243
3-cluster	26	-5183.9639	10547.5294
4-cluster	31	-5164.1593	10542.4590
5-cluster	36	-5148.1189	10544.9169

주) BIC(Bayesian Information Criterion)=-LLB+[(P/2)*ln(N)]

이에 따라 잠재계층분석에서 계층의 수를 정하는 기준이 되는 BIC는 4개의 계층에서의 값이 가장 작게 나타나 유의성 있는 선정결과로 보여진다. 조사된 행태조사문항으로 추정된 잠재계층분석모형을 살펴보면 <표 4>와 같다.

<표 4> 잠재계층분석결과

Cluster 특성		Cluster 1 환경 중시	Cluster 2 본래교통 수단선호	Cluster 3 수상교통 선호	Cluster 4 시간 중시
Cluster 크기		0.5610	0.2269	0.1291	0.0831
1 문 항	전혀 아니다	0.0086	0.0361	0.0000	0.0000
		0.0468	0.1134	0.0002	0.0000
	보통이다	0.2548	0.3554	0.0110	0.0003
		0.5172	0.4154	0.2258	0.0416
	매우 그렇다	0.1726	0.0798	0.7630	0.9581
2 문 항	전혀 아니다	0.0000	0.0573	0.0000	0.0000
		0.0009	0.2843	0.0000	0.0000
	보통이다	0.1024	0.5953	0.0117	0.0000
		0.6013	0.0626	0.3083	0.0200
	매우 그렇다	0.2954	0.0006	0.6799	0.9799
3 문 항	전혀 아니다	0.0866	0.0666	0.0128	0.3809
		0.3211	0.2862	0.1174	0.4309
	보통이다	0.4102	0.4237	0.3705	0.1679
		0.1538	0.1842	0.3433	0.0192
	매우 그렇다	0.0283	0.0392	0.1560	0.0011
4 문 항	전혀 아니다	0.0166	0.0702	0.0009	0.0195
		0.0589	0.1434	0.0078	0.0652
	보통이다	0.2239	0.3146	0.0738	0.2347
		0.4200	0.3406	0.3446	0.4169
	매우 그렇다	0.2805	0.1312	0.5730	0.2637

각 문항에 대한 선호도의 응답분포가 각각 나타난다. 잠재계층의 특성은 잠재행태문항에서 나타나는 특징과 결부하여 나타난다. 행태문항에서 응답한 값을 이용하여 계층을 선정하며, 각 계층에 속해갈 확률을 제시해준다. Cluster 1은 환경을 중시하는 특성을 가지며, 전체의 56.1%의 사람들이 포함되어있다. Cluster 2는 다른 조건이 부여되더라도 본래 교통수단을 선호하는 사람들로 22.69%를 차지한다. Cluster 3은 수상교통에 우호적인 사람들로 전체의 12.91%로 나타났다. Cluster 4는 시간을 중시하는 특성을 가지며, 8.31%를 차지한다.

3. 수단선택모형추정

본 연구에서는 잠재계층을 고려하지 않은 수단선택모형과 잠재계층을 고려한 수단선택모형을 비교분석하였다. 수단선택모형 추정을 하기 위하여 조사된 사회경제적 변수, RP자료, SP자료를 이용하여 변수를 설정하였다. 선택모형에 적용한 변수는 <표 5>와 같다.

<표 5> 선택모형에 적용된 변수

변수		변수값 및 단위
개인특 유변수	나이	세
	성별	남=1, 여=0
	직업유무	Y=1, N=0
	학생	Y=1, N=0
	교육수준	대졸이상=1, 고졸이하=0
	결혼유무	Y=1, N=0
	자녀유무	Y=1, N=0
	가구원수	3인 이하=1, 3인 이상=0
	미취학아동수	Y=1, N=0
	자가용보유대수	Y=1, N=0
대안특 유변수	주거형태	아파트=1, 그 외=0
	소득	1,000만원
	차내통행시간	분
	접근통행시간	분
	승용차 통행요금	100원
	대중교통 통행요금	100원
수상교통 통행요금	100원	

연구에 사용된 수단별 특성자료는 <표 6>과 같다. 승용차, 대중교통, 수상교통의 차내통행시간, 차외통행시간, 요금 등을 수단선택모형에 사용하였다.

IV. 모형추정결과 및 분석

1. 잠재계층유무에 따른 RP모형 결과

본 연구에서는 RP자료와 SP자료에 따른 수단선택결과분석도 중요하지만, 선호도와 심리적인 요인에 따라 분리된 잠재계층기반의 분석도 중요하다.

그러므로 수단선택에 미치는 영향요인분석과 잠재계

<표 6> 수단별 특성자료

비교		승용차	대중	수상	대중	수상	대중	수상
		차내통 행시간	교통 차내통 행시간	교통 차내통 행시간	교통 차외통 행시간	교통 차외통 행시간	교통 요금	교통 요금
RP (N=1 ,000)	평균	22.35	24.45	-	9.38	0.00	15.44	-
	표준 편차	15.73	15.95	-	6.55	0.00	23.26	-
	최소	1	0	-	0	0	0	-
	최대	150	95	-	67	0	300	-
SP (N=5 ,000)	평균	39.85	40.00	40.00	9.99	10.04	14.60	14.74
	표준 편차	8.08	8.22	8.16	4.09	8.11	4.52	4.50
	최소	30	30	30	5	0	9	9
	최대	50	50	50	15	20	20	20

<표 7> RP자료를 이용한 수단선택모형

Mode=(Auto, Transit,)	수단	RP										
		전체		Cluster 1		Cluster 2		Cluster 3		Cluster 4		
변수	수단	beta	t-Statistic	beta	t-Statistic	beta	t-Statistic	beta	t-Statistic	beta	t-Statistic	
대안특유상수	RPT	4.461	7.511***	3.963	5.214 ***	5.620	3.994***	35.943	0.000	31.931	0.000	
개인 특유 변수	나이	Tr	-0.002	-0.185	0.008	0.539	-0.032	-1.289*	-0.054	-1.279 *	0.021	0.338
	성별	Tr	-1.556	-8.538***	-1.529	-6.192 ***	-2.150	-5.387***	-0.741	-1.179 *	-1.441	-1.744 **
	직업유무	Tr	0.085	0.423	0.105	0.400	-0.129	-0.298	-0.084	-0.119	-0.399	-0.456
	학생	Tr	1.674	3.236 ***	2.234	3.001 ***	1.611	1.567**	-2.669	-1.052 *	29.256	0.000
	교육수준	Tr	-0.187	-1.069 *	-0.166	-0.729	-0.409	-1.047*	0.468	0.733	-0.023	-0.025
	결혼유무	Tr	-0.155	-0.333	-0.559	-0.889	0.774	0.682	-1.744	-0.741	29.805	0.000
	자녀유무	Tr	-0.851	-1.866 **	-0.398	-0.622	-1.049	-1.021	-1.034	-0.587	-31.95	0.000
	가구원수	Tr	-0.408	-2.423 ***	-0.528	-2.387 ***	-0.067	-0.164	0.887	1.380 *	-0.808	-1.098 *
	미취학아동수	Tr	0.260	1.048 *	0.193	0.584	0.534	0.986	-1.348	-1.347*	1.098	1.067 *
	자가용보유대수	Tr	-2.259	-7.256***	-2.023	-5.385 ***	-2.706	-3.786***	-29.86	0.000	-30.77	0.000
	주거형태	Tr	-0.321	-1.872 **	-0.297	-1.303 *	-0.534	-1.406*	-0.266	-0.423	0.131	0.173
	소득	Tr	-0.080	-2.229 ***	-0.035	-0.727 *	-0.176	-1.913**	-0.246	-1.943 **	-0.072	-0.474
	대안 특유 변수	차내통행시간	All	-0.021	-3.304 ***	-0.023	-2.739 ***	-0.033	-2.09***	-0.015	-0.015	-0.001
접근통행시간		Tr	0.014	1.200 *	-0.019	-1.187 *	0.083	2.648***	0.054	1.274 *	0.056	1.153 *
승용차 통행요금		Auto	-0.001	-1.832**	-0.001	-1.921 **	-0.001	-0.488	-0.015	-1.181*	0.000	0.326
대중교통 통행요금		Tr	-0.011	-2.919 ***	-0.017	-3.041 ***	-0.002	-0.409	-0.036	-1.463 *	0.033	0.861
관측치수		1,000		561		227		129		83		
LL0		-676.1		-384.5		-167.1		-67.8		-53.9		
LLb		-517.9		-300.9		-111.2		-44.4		-32.7		
Rho-2		0.234		0.217		0.335		0.345		0.393		

주)***:P-value<=0.05,**:P-value<=0.15,*: P-value<=0.30

층고려여부에 따른 수단선택결과를 비교하는데 초점을 맞추고자 한다. 먼저 RP(revealed preference)자료를 이용하여 추정된 수단선택모형결과는 <표 7>과 같다. 전체 모형의 ρ^2 이 0.2 ~ 0.4의 값을 가져 유의한 수준으로 판단된다. 대안특유상수에 따른 결과를 보면 다른 조건이 동일하다면 승용차보다는 대중교통을 선호하는 것으로 분석되었다. 개인특유변수를 살펴보면 여성일수록, 나이가 어릴수록 승용차보다는 대중교통을 선호하는 것으로 나타났다.

이는 승용차의 소유여부에 따른 것으로 추측된다. 교육수준이 높을수록, 자녀가 많을수록 대중교통보다 승용차를 선택하는 것으로 보인다. 자가용 보유대수가 적을수록 대중교통을 선호하고, 아파트에 거주할수록 승용차를 선호하는 것으로 나타났다. 또한 소득이 높을수록 승용차를 선호하는 것으로 나타났다.

전체를 분석하는 것과 비교하여 잠재계층별로 나타나는 결과는 조금씩 차이를 보였다. 잠재계층별로 다르게

나타나는 결과를 살펴보면 다른 수단이 생긴다고 해도 본래교통수단을 선호한다고 나타난 cluster2의 사람들은 다른 계층과 다르게 접근통행시간이 증가한다고 해도 본래수단을 선호하는 것으로 나타났다.

또한, 수상교통을 선호하는 것으로 보이는 cluster 3은 학생일수록, 가구원수가 적을수록, 미취학아동수가 많을수록 승용차를 선호하는 것으로 나타나 다른 계층과 반대의 결과를 보였다. 대안특유변수를 살펴보면, 차내통행시간이 줄어들수록 통행요금이 줄어들수록 수단을 선택하는 것으로 분석되었다.

2. 잠재계층유무에 따른 SP모형 결과

수상대중교통수단의 도입에 따른 수단선택여부를 묻는 SP(stated preference)자료를 이용한 선택모형결과는 <표 8>과 같다. SP자료를 이용하여 분석한 모형의 적합도도 0.1 ~ 0.2로 나타나 유의한 것으로 판단된다.

승용차, 대중교통, 수상대중교통을 선택하는 모형결과는 잠재계층별로 결과 값의 차이가 뚜렷이 나타난다. 개인 특유변수를 살펴보면 직업이 있을수록 승용차보다는 대중교통과 수상대중교통을 선택하며, 학생일수록 승용차보다는 대중교통과 수상대중교통을 선택하는 것으로 나타났다. 자가용을 보유할수록 대중교통과 수상대중교통보다는 자가용을 선택하고, 소득이 높을수록 자가용을 선택하는 것으로 분석되었다.

Cluster 4에서는 나이가 많을수록 수상대중교통과

대중교통을 선호하는 것으로 나타났다.

Cluster 3에서는 다른 계층과 다르게 남성이 승용차보다 수상대중교통을 선호하는 것으로 나타나 계층의 특성인 수상교통선호계층을 나타낸다고 볼 수 있다. Cluster 4에서는 교육수준이 높을수록 승용차보다 대중교통을 선호하고, 미취학아동수가 있는 경우에 대중교통을 선호하는 것으로 나타났다. Cluster 2에서는 다른 계층과 다르게 결혼을 하지 않고, 아파트에 살지 않을수록 승용차를 선호하는 것으로 분석되었다. Cluster 3에

<표 8> SP자료를 이용한 수단선택모형

Mode=(Auto, Transit, Water Transit)		SP											
		전 계		Cluster 1		Cluster 2		Cluster 3		Cluster 4			
변수	수단	beta	t-Statistic	beta	t-Statistic	beta	t-Statistic	beta	t-Statistic	beta	t-Statistic		
대안특유상수	SPT	4.169	10.856 ***	5.508	9.561 ***	2.91856	4.248 ***	4.168	2.918 ***	0.767	0.448		
	SPW	4.276	11.058 ***	5.321	9.246 ***	2.16855	3.134 ***	6.726	4.682 ***	4.225	2.398 ***		
개인 특유변수	나이	Tr	0.002	0.309	-0.014	-1.355 *	0.00623	0.488	-0.037	-1.176 *	0.140	3.250 ***	
		W	0.000	0.022	-0.014	-1.379 *	0.02826	2.172 ***	-0.044	-1.427 *	0.042	0.962	
	성별	Tr	-0.514	-4.460 ***	-0.592	-3.322 ***	-0.3988	-2.13 ***	0.429	0.889	-1.024	-1.975 ***	
		W	-0.489	-4.198 ***	-0.550	-3.067 ***	-0.5289	-2.738 ***	0.727	1.501 **	-0.862	-1.638 **	
	직업유무	Tr	0.199	1.433 *	-0.020	-0.093	0.16283	0.706	1.015	2.022 ***	0.860	1.418 *	
		W	0.221	1.579 **	0.139	0.657	0.27339	1.142 *	0.174	0.360	0.571	0.931	
	학생	Tr	0.629	2.188 ***	-0.077	-0.183	1.43247	2.8 ***	1.458	1.186 *	0.944	0.894	
		W	0.490	1.678 **	0.156	0.366	0.86019	1.603 **	-0.177	-0.143	0.635	0.669	
	교육수준	Tr	-0.243	-2.056 ***	-0.585	-3.244 ***	-0.0016	-0.008	-1.390	-2.414 ***	1.241	2.080 ***	
		W	-0.257	-2.154 ***	-0.579	-3.192 ***	-0.1761	-0.882	-1.315	-2.281 ***	0.568	0.959	
	결혼유무	Tr	0.100	0.337	-0.651	-1.621 **	1.12957	1.797 **	1.272	0.950	27.821	0.000	
		W	-0.101	-0.334	-0.899	-2.204 ***	0.12379	0.19	2.403	1.847 **	27.306	0.000	
자녀유무	Tr	-0.282	-0.970	0.511	1.295 *	-0.8102	-1.416 *	-0.434	-0.362	-29.671	0.000		
	W	0.103	0.348	1.075	2.680 ***	-0.4184	-0.696	-1.499	-1.296 *	-27.815	0.000		
가구원수	Tr	-0.310	-2.813 ***	-0.474	-2.870 ***	0.00763	0.038	0.048	0.108	-0.620	-1.336 *		
	W	-0.114	-1.030	-0.140	-0.845	0.23057	1.109 *	-0.236	-0.531	-0.817	-1.728 **		
미취학아동수	Tr	-0.084	-0.515	-0.182	-0.758	-0.1856	-0.687	-0.858	-1.323 *	0.896	1.286 *		
	W	-0.357	-2.144 ***	-0.372	-1.534 **	-0.3176	-1.101 *	-1.559	-2.366 ***	0.371	0.525		
자가용보유대수	Tr	-1.418	-6.814 ***	-1.275	-4.327 ***	-2.0445	-5.13 ***	0.203	0.253	-0.328	-0.436		
	W	-1.307	-6.256 ***	-1.033	-3.484 ***	-1.8974	-4.743 ***	-0.418	-0.529	-0.998	-1.321 *		
주거형태	Tr	0.235	2.085 ***	-0.361	-2.034 ***	0.74794	3.794 ***	0.114	0.247	-0.117	-0.210		
	W	0.057	0.503	-0.635	-3.563 ***	0.67069	3.283 ***	-0.200	-0.435	0.084	0.150		
소득	Tr	-0.060	-2.716***	0.029	0.835	-0.1649	-3.912 ***	-0.092	-1.305 *	-0.287	-2.802 ***		
	W	-0.052	-2.314 ***	0.031	0.885	-0.0867	-2.044 ***	-0.076	-1.086 *	-0.256	-2.446 ***		
대안 특유변수	차내통행시간	All	-0.030	-12.066***	-0.036	-10.636***	-0.0174	-3.7 ***	-0.041	-4.532 ***	-0.035	-3.722 ***	
	접근통행시간	T&W	-0.046	-13.608***	-0.054	-11.781***	-0.0291	-4.268 ***	-0.050	-4.325 ***	-0.066	-5.214 ***	
	승용차 통행요금	Auto	-0.011	-10.503***	-0.016	-9.057***	-0.0086	-4.931 ***	-0.014	-3.429 ***	-0.006	-1.347 *	
	대중교통 통행요금	Tr	-0.103	-14.970***	-0.116	-12.406***	-0.0611	-4.562 ***	-0.136	-5.542 ***	-0.153	-5.734 ***	
	수상교통 통행요금	W	-0.121	-17.257***	-0.140	-14.669***	-0.0794	-5.666 ***	-0.175	-6.876 ***	-0.133	-4.974 ***	
관측치수			5,000		2,05		1,135		645		415		
LL0			-4807.4		-2631.3		-1270.1		-451.3		-394.5		
LLb			-4230.5		-2224.5		-1145.2		-350.3		-317.1		
Rho-2			0.120		0.155		0.098		0.224		0.196		

주)***:P-value<=0.05,**:P-value<=0.15,*: P-value<=0.30

<표 9> SP자료의 시간가치산정

시간가치(원/분)		전체	cluster 1	cluster 2	cluster 3	cluster 4
차내통행 시간가치	승용차	15,891	14,116	12,214	18,196	38,063
	대중교통	1,750	1,882	1,711	1,826	1,391
	수상교통	1,488	1,566	1,318	1,418	1,601
차외통행 시간가치	대중교통	2,693	2,799	2,852	2,226	2,585
	수상교통	2,290	2,329	2,196	1,730	2,976

서는 결혼을 할수록 수상대중교통을 승용차보다 선호하고 자녀가 없을수록 수상대중교통을 선호하는 것으로 나타났다. 대안특유변수에서는 차내통행시간, 접근통행시간, 통행요금 등이 모두 증가할수록 효용이 감소하여 수단선택이 줄어드는 것으로 분석되었다.

잠재계층의 특성과 결부하여 모형의 결과를 살펴보면, 수상교통을 선호하는 사람들로 구성된 cluster 3은 대안특유상수의 대중교통대비 수상대중교통비율이 다른 계층보다 크게 나타나 수상대중교통의 선호도가 높은 것으로 분석이 된다. 시간을 중요시하는 사람들로 구성된 cluster 4는 다른 계층과 비교하여 대중교통의 선호가 작게 나타나, 원인을 파악하기 위하여 수단별 시간가치를 분석하였다. <표 9>에서 살펴볼 수 있듯이, cluster 4의 승용차 시간가치가 다른 계층보다 높게 나타나 시간을 절약하는 것이 비용을 들이는 것보다 큰 비중을 두는 것으로 분석된다. 하지만 대중교통의 차내통행시간가치가 다른 계층보다 낮은 것은 대안특유상수에서 보여지는 대중교통의 선호가 낮은 것으로 설명될 수 있다.

V. 결론

1. 연구의 요약 및 결론

본 연구에서는 사회경제적인 요인이외에 사회심리적인 요인과 선호도가 수단선택에 미치는 영향을 분석하고자 잠재계층으로 분리하여 선택모형을 추정하였다. 한강 수상대중교통 잠재이용자 설문자료를 잠재계층분석에 이용하였고, 잠재계층별로 수단선택모형을 추정하였다. 사회경제적인 요인과 RP, SP자료를 이용하여 1,000명의 설문자료를 분석에 이용하였다. 모형의 분석결과 잠재계층은 4개의 계층으로 구분되었으며, 환경중시계층, 본래교통수단선호계층, 수상교통우호적 계층, 시간중시계층으로 나타났다. 분리된 잠재계층과 전체로 추정된 수단

선택결과를 비교해보면, 계층별로 결과가 다르게 나타났으며, 특히나 SP자료 분석에서는 계층의 특성과 추정결과가 일관성 있게 나타났다. 이러한 결과는 사회심리적인 요인과 선호도를 이용하여 잠재계층을 분리하면 수단선택모형의 결과의 설명력을 더 높인다고 할 수 있다.

수단선택에는 매우 다양한 요소가 복합적으로 작용하여 정확한 예측을 하는데 많은 어려움이 있다. 기존에 분석에서 많이 사용이 되는 사회경제적인 요인이나 수단의 특성 외에도 개인의 선호도와 잠재적인 성향이 미치는 영향이 중요하다고 판단되며, 이를 반영한 분석은 수단선택 연구의 세밀한 분석이 도움이 된다. 본 연구에서 적용한 잠재계층을 반영한 분석과 같이 더욱 다양하고 세분화된 사회심리적인 요인과 선호도를 추가분석하여 모형을 발전시킨다면 수단선택의 정확한 예측을 하는데 도움이 될 것이라 생각한다.

참고문헌

- Baudisch, A. F.(2007), "Consumer heterogeneity evolving from social group dynamics: Latent class analyses of German footwear consumption 1980-1991", *Journal of Business Research* 60, pp.836~8474.
- Bhatnagar, A., Ghose, S.(2004), "A latent class segmentation analysis of e-shoppers", *Journal of Business Research* 57, pp.758~767.
- Boxall, P. C., Adamowicz, W. L.(2002), "Understanding Heterogeneous Preferences in Random Utility Models: A Latent Class Approach", *Environmental and Resource Economics* 23, pp.421~446.
- Depaire, B., Wets, G., Vanhoof, K.(2008), "Traffic accident segmentation by means of latent class clustering", *Accident Analysis and Prevention* 40, pp.1257~1266.
- Kemperman, A., Timmermans, H(2006), "Heterogeneity in Urban Park Use of Aging Visitors: A Latent Class Analysis", *Leisure Sciences* 28, pp.57~71.
- Morey, E., Thacher, J., Breffle, W.(2006), "Using Angler Characteristics and Attitudinal

Data to Identify Environmental Preference Classes: A Latent-Class Model”, Environmental & Resource Economics 34, pp.91~115.

7. Quagraine, K., Engle, C.(2006), “A Latent Class Model for analyzing preferences for cat-fish”, Aquaculture Economics & Management 10, pp.1~14.

8. Scarpa, R., Thiene, M.(2004), “Destination Choice Models for Rock Climbing in the Northeast Alps: A Latent-Class Approach Based on Intensity of Participation”, Fondazione Eni Enrico Mattei.

9. Sohn K. and Yun J. (2009), “Separation of Car-dependent Commuters from Normal-choice Riders in Mode-choice Analysis”, Transportation, Vol. 36, pp.423~436.

10. Walker, J., Li J.(2007), “Latent lifestyle preferences and household location decisions”, J Geograph Syst 9, pp.77~101.

✉ 주 작 성 자 : 배윤경
 ✉ 교 신 저 자 : 정진혁
 ✉ 논문투고일 : 2010. 1. 14
 ✉ 논문심사일 : 2010. 2. 23 (1차)
 2010. 4. 28 (2차)
 2010. 5. 11 (3차)
 ✉ 심사판정일 : 2010. 5. 11
 ✉ 반론접수기한 : 2010. 10. 31
 ✉ 3인 익명 심사필
 ✉ 1인 abstract 교정필