

□論 文□

네스티드로짓模型을 이용한 쇼핑통행의 形態分析에 關한 研究

李 賢 求

(서울大學校 環境大學院 碩士過程)

趙 重 來

(漢陽大學校 交通工學科 助教授)

目 次

- | | |
|------------------|-----------------|
| I. 序論 | IV. 模型의 精算 및 解釋 |
| II. 模型 | V. 結論 |
| III. 資料 및 模型의 構成 | |

ABSTRACT

In general, Shopping centers are located in the center of transportation, which induce more traffic concentration than other facilities. As a result, it becomes to one of the aggravating factors of urban & transportation problem such as traffic conjection, parking problems.

Thus, in planning shopping-center, it is desirable that consumer's trip pattern is should be more carefully analyzed in order to alleviate the above problems.

This study is aimed at finding the characteristics of shopping trips and analyzing the choice behavior of shopping center and mode-to-shop.

This study has developed a nested logit model in which consumers choose shopping center and mode-to-shop with a sequential structure.

The model was estimated using household data from the 1989 May, Seoul metropolitan area and the 18 alternatives of shopping center and 5 mode alternatives.

The estimated model have been evaluated and it may be concluded that this model for shopping trips is effective and fesible.

The conclusion of this study are as follows.

1. Out-of-vehicle travel time is more important factor affecting behavior of mode choice than in-vehicle travel time.

2. All of direct-elasticities for mode with respect to the travel time is more elastic than travel cost.
3. Accessibility to shop is more important factor affecting the choice of shopping center than parking space.
4. The value of out-of-vehicle travel time exceeds the value of in-vehicle travel time by 1.64 times.

I. 序 論

쇼핑센터는 立地的으로 볼때 一般的으로 接近性이 유리한 場所에 위치하고 있으며, 타 施設보다 人口誘發 효과가 큰 特徵을 가지고 있다.¹⁾

도심지가 갖는 接近性의 유리함때문에 생겨나는 大規模 쇼핑센터의 도시집중은 많은 人口를 誘發시켜 도심의 過密化, 交通混雜, 駐車難 등 여러가지 도시문제를 加重시키고 있는 실정이다.

따라서 도시계획적 입장에서 볼때 쇼핑센터와 같은 대규모 시설을 계획할때는 수요자의 통행패턴을 綿密히 분석하여 도시의 均衡發展을 도모하고 이와 더불어 여러 도시문제들을 計劃적으로 해결하는 方案이 모색되어야 할 것이다.

이를 위하여 본 연구는 소비자들의 쇼핑센터 選擇 및 그에 따른 交通手段 選擇행위에 影響을 미치는 제 요인을 分析함으로써 쇼핑통행의 特性을 파악하고 交通 및 都市計劃的 측면에서 時事點 및 適用性을 모색하는데 그 목적이 있다.

본 연구에서는 서울시에 소재하고 있는 대규모 쇼핑센터를 중심으로 매장면적 등을 고려하여 쇼핑센터 대안(Alternatives)을 선정하였으며 교통수단 選擇對案은 지하철, 시내버스, 좌석버스, 택시, 자가용 등으로 나누었다.

쇼핑통행은 기점(Origin)에 따라 목적지인 쇼핑센터의 선택범위가 다를 것이므로, 본 연구에서는 地域特性이 상이한 다섯지역을 對象範圍로 정하여 설문조사를 실시하였다.

본 연구는 쇼핑통행을 (1)어떤 지역(Origin)의 居住者가 쇼핑센터(Destination)를 선택하고, (2)주어진 기종점(Origin-Destination)간 교통수단을 선택하는 일련의 연속된 과정으로 가정하고 이러한 段階的 選擇 형태를 잘 설명할 수 있는 네스티드 로짓(Nested Logit)모형²⁾을 適用한다.

전체 5장으로 구성된 본고는 2장에서 基本的 模型의 틀인 로짓모형을 설명하고 3장에서는 본 研究에서 이용한 資料 및 설명변수의 選定과 分析模型 등에 대해 논한다.

4장에서는 推定된 결과로부터 나온 계수를

註 1) 시설별 유발인구를 살펴보면 다음과 같다.

구 분	유발인구 원단위 (인/1000㎡/Hr)	피크시 인구유발 (인/Hr)	비 고
사 무 실	57	80	1
쇼핑센터	388	12,988	6.8
호 텔	9.6	376	0.17

자료 : 서울시, 서울시 도심부 활동의 공간적 분배계획에 관한 연구, 1980.

註 2) Nested logit은 학자에 따라서 Structured logit, Hierarchical logit, Sequential logit, Tree logit 등으로 불리어진다.

解釋하고 彈力性 分析, 그리고 時間價値를 算定한 後 5장에서 結論으로서 分析한 結果를 要約한다.

II. 模 型

확률선택이론은 각 個人이 주어진 선택대안들 中에서 어떤 하나의 대안을 선택함에 있어서 자신의 선택행위를 통하여 總效用(Total Utility)을 극대화한다는 가정에 根據하고 있다.

예를 들어 消費者(個別經濟主體)가 쇼핑센터 $t=1, \dots, T$ 와 그 쇼핑센터를 갈 때 交通手段 $n=1, \dots, N_t$ 를 선택한다고 가정하자. 그리고 각 代案의 관찰가능한 특성벡터를 X , 소비자의 관찰가능한 경제사회적 특성벡터를 S 라 하고 消費者의 선택대안에 대한 總效用函數를 다음과 같이 정의하자.

$$U = U(X, S, e) \dots\dots\dots (2-1)$$

여기서 e 는 각 代案의 觀察되지 않은 모든 특성벡터와 觀察이 不可能한 個人의 特性을 나타내는 항이다. 확률선택모형에 있어 總效用函數는 다음과 같은 두 부분의 합으로 표시된다.

$$U(X, S) = V(X, S) + e(X, S) \dots\dots\dots (2-2)$$

여기서, $V(X, S)$ 는 가시효용(mesurable utility) 또는 대표적효용(representative utility)라 하고, $e(X, S)$ 는 비가시효용(unmesurable utility) 또는 확률적 효용(random utility)이라 한다.

따라서 각 個別消費者의 대안선택행위가 효용극대화 이론을 따른다고 할때 한 消費者가 代案 tn 을 선택할 확률은

$$P_{tn} = \text{Prob} [U(X_{tn}, S) > U(X_{bm}, S), \text{ for all } (b, m) \neq (t, n)] \dots\dots\dots (2-3)$$

(2-2)식의 관계를 이용하여 (2-3)식을 재정리하면 (2-4)식이 된다.

$$P_{tn} = \text{Prob}[e(X_{bm}, S) - e(X_{tn}, S) < V(X_{tn}, S) - V(X_{bm}, S), \text{ for all } (b, m) \neq (t, n)] \dots\dots\dots (2-4)$$

$F(\cdot)$ 를 확률적 효용 e 의 누적분포함수라 하고, F_{tn} 을 $F(\cdot)$ 의 tn 번째항에 대한 도함수라 하면 (2-4)식은 (2-5)식과 같이 다시 쓸수 있다.

$$P_{tn} = \int_{-\infty}^{\infty} F_{tn}(e + V_{tn} - V_{tt}, \dots\dots, e + V_{tn} - V_{tz}) de \dots\dots\dots (2-5)$$

단, $V_{bm} = V(X_{bm}, S)$

(2-5)식으로 주어지는 선택모형의 具體的인 函數形態는 結合分布 $F(\cdot)$ 를 어떻게 가정하느냐에 달라진다.

만약 確率的 効用이 平均이 0이며 분산이 유한한 공분산 行列을 이루는 다변량 정규분포를 따른다고 가정하게 되면 확률함수는 프로빗(Probit)모형으로 나타나게 되며, 확률적 효용이 獨立의이고 동일하게 Weibull분포(또는 Type I Extreme Value)를 따른다고 가정하게 되면 확률함수의 形態는 로짓모형으로 表示될 수 있다.

프로빗모형은 대안들간의 代替性(substitution)과 關聯한 모형의 融通性(flexibility)에서는 우수하지만 代案의 數가 많을 境遇 計算이 매우 복잡해지므로 代案이 2개로 구성되는 이항 프로빗(binary probit) 모형만을 주로 사용하고 있다. 반면 로짓모형은 대안들간의 代替性과 關聯한 모형의 融通性에서는 열등하지만 모형의 單純性과 計算面에서 우수하고 結果의 해석이 용이한 장점을 가지고 있다.

본 연구에서는 後者의 가정하에 (2-5)식으로부터 다음의 다항로짓모형(Multinomial Logit Model)을 얻을 수 있다.³⁾

註 3) Weibull 분포의 성질 및 다항로짓모형식의 유도과정은 D. McFadden "The Measurement of Urban Travel Demand", Journal of Public Econometrics, 3, 1974.pp.303-328. 참고

$$P_{tn} = \exp V_{tn} / \sum_{b=1}^T \sum_{m=1}^{N_b} \exp V_{bm} \dots\dots\dots (2-6)$$

(2-6)에서 가치효용 V_{tn} 은 가법적으로 분리가능하고 파라메타에 대해서 선형(linear) 관계라고 가정하자. 즉,

$$V_{tn} = \beta X_{tn} + \alpha Y_t \dots\dots\dots (2-7)$$

여기서 X_{tn} 은 대안 t와 n에 따라 변화하는 관측된 특성벡터, Y_t 는 대안 t에 대해서만 변화하는 관측된 특성벡터, α 와 β 는 추정하고자 하는 미지의 파라메타들이다.

만일 個別 消費者의 대안 t와 n에 대한 선택행태를 동시적 선택이라기보다는 順次的 선택으로 가정한다면 다음과 같은 네스티드 로짓 모형(Nested Logit Model)을 이용하는 것이 유용하다.

즉, (2-6)식의 결합확률은 대안 t가 주어졌을때 대안 n에 대한 조건부확률(conditional probability) $P_{n/t}$ 와 대안 t에 대한 한계확률(marginal probability) P_t 의 곱의 형태로 쓸 수 있다.

$$P_{tn} = P_t \cdot P_{n/t} \dots\dots\dots (2-8)$$

$$\begin{aligned} \text{단, } P_{n/t} &= \frac{\exp V_{tn}}{\sum_{m=1}^{N_t} \exp V_{tm}} \\ &= \frac{\exp(\beta' X_{tn})}{\sum_{m=1}^{N_t} \exp(\beta' X_{tm})} \dots\dots\dots (2-9) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_t &= \frac{\sum_{n=1}^{N_t} \exp V_{tn}}{\sum_{b=1}^T \sum_{n=1}^{N_b} \exp V_{bn}} = \frac{\sum_{n=1}^{N_t} \exp(\beta' X_{tn})}{\sum_{b=1}^T \exp(\alpha' Y_b) \cdot \sum_{n=1}^{N_b} \exp(\beta' X_{bn})} \\ &= \frac{\exp(\alpha' Y_t + I_t)}{\sum_{b=1}^T \exp(\alpha' Y_b + I_b)} \dots\dots\dots (2-10) \end{aligned}$$

$$\text{단, } I_t = \log \left[\sum_{n=1}^{N_t} \exp(\beta' X_{tn}) \right]$$

여기서 I_t (포괄가치; inclusive value)의

계수는 하위선택단계의 각 선택대안들의 관찰되지 않는 특성간의 유사성을 나타내는 지표로서 0과 1사이의 값을 갖게 된다.

하위 대안들 간의 類似性이 전혀 없을 때, 즉, 대안들이 서로 독립적일때는 I_t 의 계수는 1이므로 이 境遇의 네스티드 로짓모형(Nested Logit Model)은 다항로짓모형이 된다. 따라서 다항로짓모형은 네스티드 로짓모형의 특수한 형태라 할 수 있다.

III. 資料 및 模型의 構成

1. 資料分析

本 研究에서 쇼핑통행의 형태를 把握하기 위해 이용한 資料는 1989년 3월 27일부터 1989년 4월 4일까지 實施한 설문조사 資料이다.

설문조사는 도시공간구조 및 지역특성에 따라 서울 3개 地域(종로구, 송파구, 동작·관악구)과 광명시, 안양시를 대상범위를 하여 該 當地域에서 각각 한 학교를 선택하여 설문지 220부씩 배포하였으며 설문대상자는 가정주부를 中心으로 하였다.

설문지 회수율은 83.8%였으나, 모형추정에 이용할 수 없는 것들을 除外한 실제유효표본수는 672개로 유효표본회수율은 61.1%였다.

각 地域의 特性을 살펴보면 다음과 같다.

지역1(종로구) : 도심지역의 일부로서 도심 백화점과의 接近性이 용이하다.

지역2(송파구) : 새로운 부도심 지역으로서 강남, 강동, 송파구에 밀집된 부도심 백화점과의 接近性이 용이하다.

지역3(관악·동작구) : 도심과 부도심의 중간적 위치에 있다.

지역4(광명시) : 영등포 부심과 인접하고 있으나 해당지역내에 대규모 쇼핑센터 시설이 없다.

지역5(안양시) : 서울 衛星都市 중에서는 해당 지역내에 大規模 쇼핑센터 施設이 가장 양호한 지역중의 하나이다.

본 연구에서 쇼핑센터의 대상범위는 소도매

〈表 3-1〉 대형쇼핑센터 現況

쇼핑센터	매장면적 (㎡)	주차면적 (㎡)	종업원 (직영:명)	총판매원 (명)	연한 (년)	광고비 (백만원)	직영율 (%)
1.롯데	35,354	42,677	1,859	1,916	10	5,026	97
2.미도파	10,474	1,320	800	870	16	2,338	92
3.신세계	11,257	4,022	1,279	1,801	26	4,678	71
4.동방프라자	8,736	4,209	218	335	5	129	65
5.새로나	8,390	2,240	151	280	23	-	54
6.그랜드	18,822	6,620	474	718	3	1,639	66
7.한양(잠실)	8,111	3,700	124	191	6	-	65
8.현대(압구정)	30,451	28,857	866	1,031	4	4,086	84
9.현대무역센터	26,770	17,000	820	953	1	574	86
10.한양(영동)	13,316	4,460	183	286	20	268	64
11.롯데(잠실)	50,495	22,237	1470	1,531	1	343	97
12.신세계영등포	8,468	2,571	397	584	5	-	68
13.라이프쇼핑	8,600	990	37	176	9	-	21
14.뉴코아	43,086	19,853	1002	1,179	9	1,476	62
15.영동	8,869	3,535	390	487	6	252	80
16.진로도매	11,000	10,000	990	1,350	1	-	80
17.안양벽산	10,813	5,503	125	403	4	2	31
18.안양본	5,482	1,085	206	219	6	56	94

資料: 韓國 백화점 現況, 韓國백화점協會, 1988.

업 近代化 촉진법에 의한 백화점의 최소시설 기준 (서울, 釜山의 境遇 매장면적 3,000㎡ 이상)을 고려하였으며, 실제 연구대상 쇼핑센터의 면적은 8,000㎡(안양 제외)이상이다. 〈表 3-1〉에 나타나 있는 자료는 한국백화점협회의 자료를 주로 이용하였으며 미비한 부분은 직접 방문이나 전화문의를 통해 補充하였다.

가. 地域別 家口特性

〈表 3-2〉에서 보는 바와 같이 地域2는 거주연한이 나머지 地域보다 짧으며, 所得水準 및 이와 密接한 關聯이 있다고 생각되는 自家用 保有대수, 운전면허 소지자수 등의 지표가 타 地域보다 높게 나타났다.

家族數는 地域別 差異가 거의 나타나지 않았으며, 가구주 職業은 地域2에 行政 및 管理

職의 比率이 높아 이 地域의 所得水準이 높음을 再確認시켜주고 있으며, 地域4는 生産 및 關聯職 從事者의 比率이 높아 이 地域의 所得水準이 他 地域보다 낮음을 보여주고 있다.

綜合的으로 가구특성을 볼 때 본 研究에서 地域別 特性을 가장 잘 구분해 주는 것은 소득수준 및 이와 關連되는 지표라고 할 수 있다.

나. 地域別 쇼핑센터 利用特性

〈表 3-3〉를 살펴보면, 地域1은 接近性이 유리한 都心 쇼핑센터를 주로 이용하고 있으며, 地域2는 해당지역내의 롯데월드와 한양쇼핑 잠실점을 주로 이용하는 반면 도심백화점 이용률은 상당히 낮았다.

이는 비도심에서도 접근성과 매장면적, 주

〈表 3-2〉 地域別 家口特性

가구특성	地域1	地域2	地域3	地域4	地域5	全體平均
거주연한 (년)	5.99	2.93	5.08	4.30	3.93	4.40
가족수 (명)	5.17	5.13	4.97	4.82	5.13	5.04
자가용보유대 수(대/가구)	.43	.63	.27	.22	.31	.37
운전면허 소지 자수(명/가구)	.90	1.00	.64	.56	.64	.75
가구총소득 (만원)	104.84	112.44	82.83	75.01	77.90	90.98
가구주 직업 (%)						
직업1	13.1	6.0	11.1	7.4	8.9	9.2
직업2	13.1	18.1	7.6	6.6	8.1	10.9
직업3	41.0	39.6	31.9	24.6	45.2	36.6
직업4	27.0	22.8	29.2	23.8	14.8	23.5
직업5	3.3	.7	4.9	16.4	5.9	6.0
직업6	-	3.4	3.5	5.7	.7	2.7
직업7	2.5	9.4	11.8	15.6	16.3	11.2

註) 職業1: 專門, 技術 및 關聯職(醫師, 藥師, 教授, 看護員, 專門技士 等)
 職業2: 行政 및 管理職(高級公務員, 企業體 經營者 等)
 職業3: 事務 및 關聯職(一般會社員, 公務員)
 職業4: 販賣 및 서어비스職(都小賣, 料食, 宿泊業, 理·美容師)
 職業5: 生産 및 關聯職 從事者 (工具, 單純勞務職)
 職業6: 農業, 畜産業, 林業, 水産業 從事者
 職業7: 無職 및 其他

차면적 등 쇼핑환경이 좋다면 굳이 도심까지 가지 않는다는 것을 시사한다.

도심 쇼핑센터와 비도심 쇼핑센터까지 接近性의 정도가 비슷한 地域3의 境遇 예상했던 대로 他 地域에 비해 도심과 비도심 쇼핑센터 이용률의 偏差가 낮음을 알수 있다.

한편, 地域4에서는 거의 大部分이 接近性이 가장 유리한 永登浦 신세계 분점을 주로 이용(79.5%)하고 있으며, 地域5도 해당지역내의 본 백화점과 벽산쇼핑을 주로 이용(90.5%)하는 것으로 나타났다.

여기서 특이한 점은 도심 居住者들도 비도

심의 쇼핑센터를 선호하는 境遇인데 이는 비도심 쇼핑센터가 갖는 특별한 매력에 기인하는 것으로 判斷된다. 즉, 비도심의 쇼핑센터 중 표본추출지역에 상관없이 選好도가 높은 쇼핑센터는 롯데월드와 진로도매센터 등인데 롯데월드는 넓은 매장면적과 다양한 레저 및 여가시설을 위한 공간의 확보 등이, 그리고 진로도매센터는 低廉한 가격이 주된 매력으로 작용하는 것으로 判斷된다.

그러므로 쇼핑센터마다 專門化 및 個性을 살려 각 쇼핑센터의 이미지 改善에 努力한다면 消費者의 다양해진 욕구 해소 및 쇼핑센터

<表 3-3> 地域別 쇼핑센터 選好度

	地域1	地域2	地域3	地域4	地域5		地域1	地域2	地域3	地域4	地域5
롯데본점	65 (53.3)	9 (6.0)	39 (27.1)	4 (3.3)	3 (2.2)	한양(영동)	1 (0.7)				
미도파본점	10 (8.2)	2 (1.3)	10 (6.9)	2 (1.6)		롯데월드(잠실)	1 (0.8)	99 (66.4)	7 (4.9)	3 (2.5)	2 (1.5)
신세계본점	23 (18.9)	2 (1.3)	18 (12.5)	11 (9.0)	3 (2.2)	신세계(영등포)	30 (20.8) 97 (79.5) 1 (0.7)				
동방플라자	12 (8.9)		9 (6.3)	1 (0.8)	1 (0.7)	라이프쇼핑 (여의도)	1 (0.7) 1 (0.8)				
세로나	4 (3.3)		5 (3.5)		1 (0.7)	뉴코아	9 (6.3) 1 (0.7)				
그랜드		3 (2.0)	1 (0.7)			영동	1 (0.7)				
한양(잠실)		21 (14.1)				진로도매센터	5 (4.1)	2 (1.3)	7 (4.9)	1 (0.8)	
현대(압구정)	2 (1.6)	2 (1.3)	7 (4.9)		1 (0.7)	안양 벽산	32 (23.7)				
현대(무역센터)		7 (4.7)	1 (0.7)			안양 본	2 (1.6) 90 (66.7)				

<表 3-4> 地域別 쇼핑센터 利用頻度

	地域1	地域2	地域3	地域4	地域5	全體平均
거의 매일					1 (0.7)	1 (0.1)
1주일에 2-3회	1 (0.8)	1 (0.7)	1 (0.7)		6 (4.4)	9 (1.3)
1주일에 1회	2 (1.6)	20 (13.4)	2 (1.4)		9 (6.7)	33 (4.9)
1달에 2-3회	39 (32.0)	64 (43.0)	35 (24.3)	12 (9.8)	35 (25.9)	185 (27.5)
1달에 1회	30 (24.6)	44 (29.5)	29 (20.1)	32 (26.2)	22 (16.3)	157 (23.4)
1년에 2-3회	35 (28.7)	11 (7.4)	37 (25.7)	29 (23.8)	35 (25.9)	147 (21.9)
1년에 1회	1 (0.8)	1 (0.7)	4 (2.8)	11 (9.0)	1 (0.7)	18 (2.7)
거의 가지는 않는다.	14 (11.5)	8 (5.4)	36 (25.0)	38 (31.1)	26 (19.3)	122 (18.2)

의 마케팅 전략에도 도움이 될 것으로 생각된다.

한편 쇼핑센터의 이용빈도를 살펴보면(表 3-4)에서 보는 바와 같이 지역에 따라 다소 차이를 보이고 있다. 특히 地域2와 地域5는 쇼핑센터를 일주일에 1-3회 이용하는 사람이 他 地域보다 현저히 높게 나타났는데, 이는 해당 포본추출지역이 쇼핑센터까지 쉽게 접근할 수 있기 때문인 것으로 判斷된다. 그리고 全體의으로는 한달에 2-3회 쇼핑센터를 이용하는 사람의 비율이 27.5%, 한달에 1회정도 이용하는 사람이 23.4%, 일년에 2-3회 이용하는 사람이 21.9%로 이들 세 그룹이 全體의 72.8%를 차지하는 것으로 나타났다.

쇼핑센터를 거의 이용하지 않는 사람의 비율은 地域4가 31.1%로 가장 높고 그 다음이 地域3(25%), 地域1(11.5%), 地域5(19.3%), 地域2(5.4%)로 나타났는데, 이는 地域別 所得水準의 차이에 기인하는 것으로 판단된다.

다. 商品別 選好 特性

쇼핑센터 이용시 주로 구매하는 상품은 의류·신발류와 생활용품이 각각 36%와 30%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음이 식품류(13.5%), 액세서리 및 신변잡화(7.3%), 스포츠 레저·문화용품(6.4%), 가전제품(5.4%) 순이며, 시계·보석류와 가구류는 각각 1%와 0.5%로 낮은 비율을 보이고 있어 이들 상품은 쇼핑센터보다는 접근처의 전문점에서 주로 구입하는 것으로 생각된다. 그리고 地域別로 商品 購買 性向은 별 차이가 없는 것으로 나타났다.

라. 地域別 交通手段 選擇 行態

쇼핑센터를 갈때 주로 이용하는 교통수단은 전체적으로 볼때 버스가 74.9%로 가장 높고

그 다음이 지하철(7.9%), 자가용(7.1%), 택시(5.5%), 좌석버스(4.6%) 순으로 나타났다. 각 수단별로는 지하철의 境遇, 노선밀도가 높은 서울 지역이 위성도시보다 높은 이용률을 보이고, 衛星都市는 서울지역보다 버스 및 좌석버스 이용자가 많음을 알수 있다. 또한 택시이용률은 地域1이, 자가용 이용률은 地域2가 가장 높게 나타났는데, 이는 地域의 소득수준 차이에 기인하는 것으로 판단된다.

2. 分析模型의 構成

가. 段階別 選擇代案

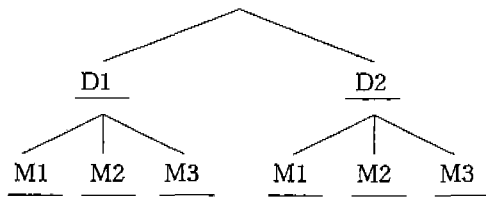
쇼핑통행의 目的地 및 교통수단선택 과정은 가정에 따라서 세가지 形態로 區分할 수 있다. 예를 들어 目的地 選擇代案이 두 가지(D1,D2), 교통수단 선택대안이 세가지(M1,M2,M3)라면, <그림 3-1>, <그림 3-2>, <그림 3-3>과 같은 선택과정을 각각 가정할 수 있다.

그런데 目的地와 交通手段의 결합적 형태의 대안집단은 그 규모나 특성으로 볼때 동시적 선택모형에 적합하지 못한 境遇가 많다. 이에 관한 가장 現實的인 방법은 흔히 順次的 選擇構造를 가정하고 하위단계의 대안들간의 類似性을 선택 모형내에 도입하여 대체적 관계가 깊은 대안간의 선택을 먼저 결정하는 것이다.

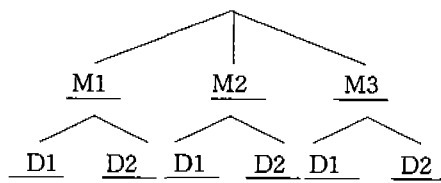
본 연구에서는 이러한 觀點에서 消費者의 쇼핑통행이 쇼핑센터 선택, 교통수단 선택의 일련의 선택과정을 통해 이루어진다고 가정하고, 각 단계별 선택확률을 추정하게 된다. 물론 이 가정은 모형의 추정과정에서 검증하는 것으로서 추정한 포괄가격의 계수가 0과 1 사이의 값을 갖게 되면 본 연구의 가정상 오

註 4) 이와 달리 쇼핑 선택단계를 規定한 예로는 <그림 3-3>과 같은 동시결합(Simultaneous Combined)선택모형을 적용한 것으로 김경철, "쇼핑통행의 目的地 및 교통수단선택에 관한 研究", 서울대학교 환경대학원 도시계획학 석사학위논문, 1988. 이 있으며, <그림 3-1>, <그림 3-2>, <그림 3-3>과 같은 선택과정 각각에 대해 비교한 예로서, Andrew Daly, "Estimating Tree Logit Models", Transportation Research. B Vol. 21B, No. 4, 1987. pp 251-267, 1987.와 M. G. Richard & M. E. Ben-Akiva, A Disaggregate Travel Demand Model, Saxon House, 1975, pp. 117-129. 등이 있다.

류가 없다고 판단할 수 있는 것이다.⁵⁾



<그림 3-1>



<그림 3-2>



<그림 3-3>

각 段階別 選擇代案의 갯수는 쇼핑센터의 境遇 설문에서 消費者들이 主선택대안으로 택한 18개를 交通수단의 경우 지하철, 일반버스, 좌석버스, 택시, 자가용의 5가지로 설정했다.

그러므로 본 研究에서 쇼핑센터 및 交通手段 選擇행위의 결정수는 <그림 3-4>와 같이 나타낼수 있으며, 쇼핑센터 및 交通수단 선택에 대한 결합확률(Joint Probability)은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$P(j,m | i) = P(j | i) \times P(m | i,j) \dots (3-1)$$

<表 3-5>

商品 選好度

商品·地域	地域1	地域2	地域3	地域4	地域5	全體平均
衣類·신발	80	116	111	90	78	475
類	(33.2)	(38.9)	(37.3)	(38.1)	(30.2)	(36.0)
액세서리·	12	20	20	11	17	97
身邊雜貨	(5.0)	(6.7)	(6.7)	(4.66)	(6.6)	(7.3)
生活用品	66	75	88	86	93	396
	(27.4)	(25.1)	(30.6)	(36.4)	(36.1)	(30.0)
시계·寶石	6	1	5	1	0	13
類	(2.5)	(0.3)	(1.7)	(0.4)	(0.0)	(1.0)
家電製品	24	17	17	12	9	71
	(10.0)	(5.7)	(5.9)	(5.1)	(3.5)	(5.4)
스포츠·레저·	17	27	19	11	11	85
文化用品	(7.1)	(9.1)	(6.6)	(4.7)	(4.3)	(6.4)
食品	33	42	29	25	49	178
	(13.7)	(14.1)	(10.1)	(10.6)	(19.0)	(13.5)
家具類	3	0	1	1	1	6
	(1.2)	(0.0)	(0.4)	(0.4)	(0.4)	(0.5)
Missing	3	0	1	7	12	23
計	244	298	288	244	270	1344

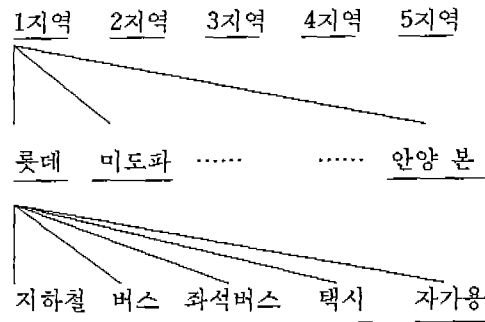
註) ()은 Missing을 제외한 Valid Percent 임.

註 5) D. McFadden, "Modelling the Choice of Residential Location," in A. Katlgvist et al., eds., Spatial Interaction Theory and Planning Models, Amsterdam : North-Holland Publishing, 1978.

<表 3-6> 交通手段 選擇行態

	地域1	地域2	地域3	地域4	地域5	全體
地下鐵	8 (6.6)	10 (6.7)	24 (16.7)	7 (5.7)	4 (3.0)	53 (7.9)
버 스	90 (73.8)	107 (71.8)	96 (66.7)	101 (82.8)	109 (80.7)	503 (74.9)
坐席버스	2 (1.6)	5 (3.4)	7 (4.9)	7 (5.7)	10 (7.4)	31 (4.6)
택 시	13 (10.7)	7 (4.7)	6 (4.2)	3 (2.5)	8 (5.9)	37 (5.5)
自家用	9 (7.4)	20 (13.4)	11 (7.6)	4 (3.3)	4 (3.0)	48 (7.1)

단, $P(j,m | i) = i$ 지역 거주자가 쇼핑센터 j , 교통수단 m 을 선택할 결합확률
 $P(j | i) = i$ 지역 거주자가 쇼핑센터 j 를 선택할 조건부확률
 $P(m | i, j) = i$ 지역에서 쇼핑센터 j 를 선택한 소비자가 교통수단 m 을 선택할 조건부 확률
 즉, 본 연구는 하위선택 단계인 교통수단선택 단계에서 먼저 $P(m | i, j)$ 를 먼저 추정하고 여기서 計算된 包括價格을 쇼핑센터선택단계내에 導入하여 $P(j | i)$ 를 추정하게 되는 것이다.
 그런데 이와 같은 로짓모형을 이용한 행태적 분석방법에는 개별(disaggregate)모형과 집단(aggregate)모형의 두가지 방법이 있는데 본 연구의 경우 각 개별 소비자마다 동일한 선택 대안집합(Choice set)을 갖는 경우가 많지 않으므로, 利用資料의 特性上 집단모형을 사용한다.⁶⁾ 그러므로 엄밀히 말하면 본 研究에서 使用하는 모형은 Aggregate Nested Logit Model이라 할 수 있다.



<그림 3-4> 쇼핑센터 및 교통수단 선택행위의 결정수

나. 變數選定 및 模型의 構成
 模型에 使用할 變數를 選定할때는 變數間의 다중공선성(multicollinerity)을 피하기 위해서 특정변수를 包含 또는 除去하여 가장 적절한 變數의 조합을 構成해야 한다. 그러므로 변수간 상관관계가 높은 경우 이를 고려해야 하며 많은 變數 中 어떤 變數들이 선택행태에 대해 비슷한 요인으로 작용하는지 알아보는 것이 중요하다.

註 6) 개별모형과 집단모형의 長短點은 A.Anas, "The Estimation of Multinomial Logit Models of Joint Location and Travel Mode Choice From Aggregate Data, Journal of Regional Science, Vol. 21, No.2, 1981, pp.224-225. 참고.

<表 3-1> 變數의 種類 및 內容

	변수명	변 수 설 명
교통수단	OVTT	차외 시간(분) : 걷는 시간과 대기시간을 포함한다.
	IVTT	차내시간(분)
특 성	log(COST)	통행비용(원)
	RAUTO	자가용 보유율(%)
	TDUM1	지하철 더미(지하철=1, 그렇지 않으면 0)
	TDUM2	버스 더미(버스=1, 그렇지 않으면 0)
	TDUM3	좌석버스 더미(좌석버스=1, 그렇지 않으면 0)
	TDUM4	택시 더미(택시=1, 그렇지 않으면 0)
쇼핑센터	PARK	주차면적(m^2)
	EMPTY	종업원 수(명)
특 성	NBUS	해당 쇼핑센터를 통과하는 버스노선수(개) (좌석버스 포함)
	DISSUB	해당 쇼핑 센터로부터 가장 가까운 지하철역까지의 거리(m)
	SDUM1	강남더미(강남, 강동, 송파구 쇼핑센터=1, 그렇지 않으면 0)
	SDUM2	영등포더미(영등포권 쇼핑센터=1, 그렇지 않으면 0)
	SDUM3	안양더미(안양지역 쇼핑센터=1, 그렇지 않으면 0)

상관분석(correlation analysis)과 요인분석(factor analysis)을 토대로 본 研究에서 설정한 변수는 <表 3-1>과 같다.

여기서 각 단계별로 觀察되지 않은 선택 행태의 特性들을 반영하기 위해 더미 變數를 導入하였는데 交通手段 선택단계에서는 자가용을 基準으로, 쇼핑센터 선택단계에서는 都心 쇼핑센터를 基準으로 더미 變數를 設定하였다.⁷⁾

IV. 模型의 精算 및 解釋

1. 계수의 추정 및 해석

본 研究에서 계수의 추정방법은 비선형 최우추정법(Non-Linear Maximum Likelihood Estimation Method)을 따랐고 로짓모형을 위해 개발된 電算프로그램(SMLP)을 이용하여 추정하였다.

전술한 바와같이 본 研究는 쇼핑통행의 선

택단계를 2단계로 설정하고 있는 바, 어떤 지역의 消費者가 쇼핑센터를 선택하는 단계와 그 쇼핑센터를 갈때 이용하는 교통수단을 선택하는 단계로 나누며, 이때 추정방법은 하위 단계(交通手段 選擇段階)부터 하게된다.

<表 3-1>의 설명변수들로부터 쇼핑통행의 目的地 및 交通手段 選擇 模型을 추정한 結果는 <表 4-1>과 <表 4-2>와 같다.

가. 交通手段 選擇段階

<表 4-1>에서 볼 수 있는바와 같이 통행비용과 차내시간, 차외시간의 계수는 예상대로 음(-)의 부호를 나타냄으로써 通行費用과 通行時間의 增加는 通行者의 交通手段 선택으로부터 얻게되는 효용을 감소시킴을 알 수 있으며 자가용 보유율의 계수는 양(+)의 부호를 나타냄으로써 자가용 보유율의 증가는 효용의 增加를 가져다 줌을 알 수 있다. 여기서 계

註 7) 一般的으로 더미 變數를 設定할때 더미 變數의 갯수는 선택대안들중에서 基準이 되는 한개를 除外하며, 어떤 범주를 그 基準으로 채택하더라도 模型의 추정 및 해석결과에 영향을 미치지 않는다.

<表 4-1> 交通手段 選擇模型의 推定結果

變 數	계수 추정치
OVTT	- .2546(- 3.47)
IVTT	- .1550(-14.28)
log(COST)	-1.6046(-20.47)
TDUM1	- .0753(- .47)
TDUM2	1.9291(1.56)
TDUM3	1.1433(4.97)
TDUM4	.6120(3.01)
RAUTO	.3736(.49)
R SQUARE	0.80
CHI-SQUARE(K)	411.19
CHI-SQUARE(O-K)	734.15
RHO-SQUARE	0.76

註) ()안은 t값을 나타냄.

수의 추정치는 표본평균치로써 이 값들이 모평균과 일치하는지의 여부는 t검정에 의해 판단할 수 있는데, <表 4-1>에서 보면 자가용 보유율과 더미變數 일부에 대한 계수를 제외하고는 95%水準에서 계수추정치들이 모평균과 일치한다는 가설을 기각할 수 없음을 알 수 있으며, 模型全體의 설명력을 나타내는 統計量들도 유의적 水準을 보이고 있다.

나. 쇼핑센터 선택단제

다음으로 <表 4-2>는 쇼핑센터 선택모형이 추정결과를 나타내고 있다. 이들 추정계수에 대한 t값도 모두 유의적이며, 모형의 설명력을 나타내는 통계량들도 높게 나타나고 있다.

그리고 포괄가격(Inclusive value)의 계수가 0과 1사이의 값을 나타내므로 본 研究에서 설정한 모형의 오류가 없다고 인정되며, 네스티드로짓모형이 消費者의 확률효용 극대화모형과 일치하는 충분조건을 충족하고 있음을 보여주고 있다.

여기서 變數 EMPLY는 쇼핑센터의 規模 및 서비스 水準을 나타내는 척도로 볼수 있는데 예상대로 양(+)의 부호를 보이고 있으며, 變數 PARK, NBUS, DISSUB는 각각 자가용

<表 4-2> 쇼핑센터 선택모형의 추정결과

변 수	계수 추정치
PARK	0.0092(2.21)
EMPLY	0.0972(6.94)
NBUS	0.0357(6.91)
DISSUB	-0.0064(-3.11)
SDUM1	0.2857(2.31)
SDUM2	1.5888(7.71)
SDUM3	3.0584(13.59)
INCV	0.7812(10.27)
R SQUARE	0.70
CHI-SQUARE(K)	727.88
CHI-SQUARE(O-K)	1277.04
RHO-SQUARE	0.57

註) ()안은 t값을 나타냄.

이용자, 버스 이용자, 지하철 이용자와 관계되는 변수로서 주차면적이 넓을수록, 버스이용이 편리할수록 소비자의 効用이 增加하고 지하철역으로부터 멀리 떨어져 있을수록 消費者의 効用이 감소하는 것으로 나타났다.

즉, 쇼핑센터 선택요인중에 교통의 편리성이 중요한 요인으로 작용하고 있음을 알수 있다.

2. 彈力性 分析(Elasticity Analysis)

<表 4-3>은 본 모형의 추정계수를 바탕으로 각 교통수단별 직접탄력성을 計算한 것으로, 통행비용, 통행시간 등이 한 단위 減少 또는 增加할때 그 교통수단의 시장점유율이 변하는 정도를 의미하는 것이다.

<表 4-1>에서 차의 시간의 계수추정치

<表 4-3> 交通手段別 直接彈力性

交通手段	IVTT	OVTT	COST	RAUTO
地下鐵	-3.0550	-2.9756	-1.4779	-
버 스	-1.3118	-0.6322	-0.4172	--
坐席버스	-4.2659	-3.1122	-1.4778	-
택 시	-2.3451	-1.7852	-1.5164	-
自家用	-2.8702	-0.4589	-1.4907	0.1284

차내시간의 계수추정치보다 큼에도 불구하고 <表 4-3>의 彈力性 分析結果에서는 차내시간이 차외시간보다 탄력적으로 나타났는데 이는 표본자료에서 全體적으로 차내시간의 평균값이 차외시간보다 크기 때문이다.

그리고 버스가 타교통수단에 비해 가장 彈力性이 낮은것은 버스가 하위 대체수단이 없는 한계교통수단(Marginal Mode) 즉, 최하위 교통수단임을 말해주는 것이다.

또한 좌석버스, 지하철 등이 대중교통수단이 매우 彈力的인 것으로 보아 대중교통의 需要를 증대시키기 위해서는 대중교통의 서비스 수준이 개선되어야 할 것이다.

한편, 자가용의 차외시간에 대한 彈力性이 非彈力的인 것은 자가용의 特性上 차외시간이 매우 짧기 때문에 나타난 것으로 妥當한 결과라 할 수 있다.

全體적으로 볼때 통행시간의 彈力性이 통행비용의 彈力性보다 높은것으로 보아 料金政策보다는 통행시간을 줄이기 위한 政策手段이 더 중요한 것으로 判斷된다.

<表 4-4> 他交通手段의 特性變數에 대한 自家用的 交叉彈力性

交通手段	IVTT	OVTT
버 스	0.3616	0.1726
坐席버스	0.3141	0.2321
地 下 鐵	0.2356	0.2293
택 시	0.1761	0.1341

<表 4-4>는 자가용의 교차탄력성을 나타낸 것으로 교차탄력성이 수단별로 다르게 나타난 것은 본 모형이 차내시간과 차내시간에 대해 선형(Linear)을 사용했기 때문이다.⁸⁾

차내시간에 대한 自家用的 교차탄력성은 버스의 차내시간이 타교통수단의 차내시간에 비해 相對적으로 높은 것으로 나타났는데, 이는 버스의 시장점유율이 타교통수단보다 높음을 감안할때 타당한 분석결과라고 할수 있다. 따라서 자가용이용률을 低下시키기 위해서는 지하철의 차내시간보다 탄력적인 버스 차내시간을 단축시키는 것이 바람직하다고 볼 수 있다.

<表 4-5>는 쇼핑센터의 직접탄력성을 나타낸 것인데 각 變數에 대해서 地域別로 다소 差異를 보이고 있다.

특히 강남·강동권과 도심지역 쇼핑센터의 주차면적에 대한 직접탄력성이 他 地域보다 높게 나타난 것은 이들 지역 쇼핑센터 이용자 중에 자가용 이용자가 많기 때문인 것으로 判斷되며 이들 지역에 넓은 주차장의 確保가 필요함을 시사하고 있다.

또한 도심지역 쇼핑센터의 從業員數에 대한 직접탄력성은 타지역보다 높게 나타남으로써, 도심쇼핑센터의 境遇 他地域에 비해 서어비스의 質에 민감하게 영향을 받음을 알수 있다.

각 지역별 쇼핑센터 선택요인으로서 가장 민감하게 作用하는 變數를 살펴보면 都心地域은

<表 4-5> 쇼핑센터의 直接彈力性

소 핑 센 타	PARK	EMPLY	NBUS	DISSUB
都 心 地 域	0.0703	0.8430	1.0801	-0.1158
江 南 · 江 東 圈	0.1097	0.4921	0.7205	-0.3078
永 登 浦 圈	0.0118	0.2596	1.0178	-0.3138
安 養 地 域	0.0218	0.2059	0.7248	-0.1945
全體地域平均	0.0801	0.6513	0.8539	-0.2425

註8) 로그선형(Log-linear)을 사용하는 境遇 그 變數에 대한 모든 대안의 교차탄력성이 동일하게 되므로 주의를 요한다.

從業員數, 강남·강동권은 주차면적, 영등포권과 안양지역은 버스노선수로 나타났다.

全體的으로 볼때 대중교통 이용자와 관계 깊은 변수인 NBUS와 DISSUB에 대한 탄력성이 자가용 이용자와 관계 깊은 變數인 PARK에 대한 彈力性보다 높게 나타난 것으로 보아 쇼핑센터이용자의 입장에서 아직까지는 넓은 주차장 보다는 대중교통이용의 接近性에 더욱 민감하게 影響을 받음을 알 수 있다.

3. 한계대체율(MRS : Maginal Rate of Substitution) 및 시간가치 산정

消費者의 효용함수가 $U=U(t,c)$ 라면

$$MRS(t,c) = \frac{\partial U / \partial t}{\partial U / \partial c}$$

로 표시되는 것으로서 이 개념을 이용하여 通行의 時間價値를 산정할 수 있다.

<表 4-6>의 MRS(OVTT,IVTT)가 1.64라는 것은 차외시간 1분을 단축하기 위해 차내

<表 4-6> 通行費用과 通行時間의 限界代替率(MRS)

MRS	地下鐵	버 스	坐席버 스	택 시	自家用
(OVTT,IVTT)	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
(IVTT,COST)	20.86	13.93	38.64	104.80	167.05
(OVTT,COST)	34.27	22.89	63.48	172.17	274.39

<表 4-7> 交通手段別 時間價値

(單位: 원/시간)

	地下鐵	버 스	坐席버 스	택 시	自家用
車外時間	2056	1373	3808	10321	16400
車內時間	1252	836	2319	6288	10023

시간 1.64분을 희생한다해도 消費者의 効用水準이 동일함을 의미하는 것이며 버스에 대한 MRS(IVTT, COST)가 13.93이라는 것은 消費者가 버스의 차내시간 1분을 단축하기 위해 13.93원을 追加로 지불할 용의가 있음을 의미하는 것이다. MRS(IVTT,COST)와 MRS(OVTT, COST)를 비교해 보면 消費者들이 차내시간보다 차외시간에 더욱 重要性을 賦課하고 있음을 알 수 있으며, 고급 교통수단일수록 MRS가 높음을 알 수 있다.

로짓모형을 이용한 通行시간가치의 산정은 한계대체율을 이용하는 것으로서, 본 研究에서 계산된 쇼핑통행의 시간가치는 <表 4-7>과 같다.

각 交通手段別 時間價値를 살펴보면, MRS

와 마찬가지로 차외시간의 時間價値가 차내시간의 時間價値보다 높게 나타나며 버스, 지하철, 좌석버스, 택시, 자가용 이용자순으로 시간가치가 높아짐을 알 수 있다.

이와 같이 쇼핑통행자들이 交通手段을 선택할 때 차내시간보다 차외시간에 보다 민감한 反應을 보이므로 既存의 자가용이용자로 하여금 대중교통을 이용하도록 하여 도로상의 교통체증을 완화시키려 한다면, 차내시간 못지 않게 대중교통 이용자의 차외시간을 줄이는 政策이 필요할 것이다. 특히 버스에 비해 相對的으로 通行속도가 빠른 지하철의 境遇 지하철에 승차하기까지의 과정을 개선하여 접근 시간을 줄여줌으로써 실제 이용자들의 시간비용을 줄어줄 수 있게 하는데 유의해야 할 것이

다. 이를 위해서는 지하철의 接近性 增大에 한계가 있으므로 버스와 지하철 연계체제를 잘 구축하여 두 수단의 장점을 부각시킨다면 대중교통수단의 이용률을 높이는데 踴躍하게 될 것이다.

5. 結 論

본 研究는 쇼핑통행을 쇼핑센터의 선택과 교통수단의 선택이라는 일련의 段階로 規定하고, 이들 각 段階의 대안에 대한 선택행태를 어떻게 설명하며, 또한 그 영향은 얼마나 큰가를 분석하고자 하였으며, 이를 위해 段階의 선택행태를 잘 설명할수 있는 네스티드로짓모형을 이용하였다.

본 研究에서의 分析결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 쇼핑통행의 交通手段에 대한 선택확률을 추정한 結果 차외시간이 차내시간보다 민감한 영향을 끼치고 있음을 알수 있었다.

둘째, 쇼핑센터 선택모형에서 포괄가격(Inclusive Value)의 계수가 0과 1사이의 값을 가지며, 계수의 유의성도 높았는데, 이런 事實로 볼때 본 研究에서 설정한 네스티드로짓모형은 消費者의 확률극대화모형과 일치함을 알수 있고 모형 규정상의 오류는 없다고 판단할수 있다.

셋째, 쇼핑센터 선택모형으로부터 서서비스의 質이 높을수록, 駐車面積이 넓을수록, 그리고 대중교통 接近性이 용이할수록 消費者의 효용이 增加함을 알수 있었다.

넷째, 쇼핑통행시 교통수단의 直接彈力性은 차내시간에 대한 직접탄력성이 가장 彈力的이며, 통행비용에 대해서 相對적으로 비탄력적인 것으로 나타났다.

다섯째, 차내시간에 대한 자가용의 교차탄력성에서는 버스의 차내시간이 타교통수단의 차내시간에 비해 相對적으로 彈力的인 것으로 나타났다.

여섯째, 쇼핑센터의 直接彈力性은 대중교통

이용의 接近성과 關聯된 變數가 자가용이용자와 주로 關聯되는 變數인 주차면적보다 민감하게 影響을 끼치는 것으로 나타났으며, 각 地域別로 都心地域은 從業員數가 강남·강동권은 주차면적이, 영등포권과 안양지역은 버스노선수가 쇼핑센터 선택요인으로서 가장 민감하게 反應하는 것으로 나타났다.

일곱째, 쇼핑통행의 시간가치는 차외시간의 시간가치가 차내시간의 시간가치보다 높게 나타났으며, 버스, 지하철, 좌석버스, 택시, 자가용 순으로 시간가치가 높아짐을 알수 있었다.

參 考 文 獻

1. 임강원, 都市交通計劃: 理論과 模型, 서울대학교 出版部, 1986.
2. 원제무, 都市交通論, 박영사, 1987.
3. ———, 종로축 出勤通行者에 대한 로지트 模型의 適用, 大韓交通學會誌, 제2권 제1호, 1984.
4. 고영덕, 出勤通行者의 時間價值算定에 관한 研究, 서울대학교 환경대학원 석사학위논문.
5. 한동근, “가구특성에 따른 住居選擇에 관한 연구,” 서울대학교 환경대학원 석사학위논문, 1987.
6. 大韓住宅公社, “임대주택의 지역별 배분 모형연구”, 1988.8
7. 박현수, “주거선택에 관한 특성분석에 관한 연구,” 서울대학교 환경대학원 석사학위논문, 1989.
8. 김경철, “쇼핑통행의 目的地 및 交通手段選擇에 관한 研究,” 서울대학교 환경대학원 석사학위논문, 1988.
9. Anas, A., “The Estimation of Multinomial Logit Models of Joint Location and Travel Mode Choice from Aggregated Data,” *Journal of Regional Science*, 1981.
10. Ben-Akiva, M. et al., “A Behavioral Approach to Modelling Household Mo-

- tor Vehicle Ownership and Application to Aggregate Policy Analysis", *Environment and Planning*, 1981.
11. Maddala, G.S., *Limited-dependent & qualitative variables in econometrics*, Department of Economics, University of Florida, Cambridge University Press, 1983.
 12. Domencich T. and McFadden D., *Urban Travel Demand: A Behavioral Analysis*, North-Holland, Amsterdam, 1975.
 13. McFadden, D., *Structural analysis of discrete data with econometric applications*, MIT Press, 1981.
 14. McFadden, D., "Modelling the choice of residential location," *Transportation Research Record* 673, 1978.
 15. Daly, A., "Estimating Tree logit models.", *Transportation Research - B*, 21B, No. 4, 1987.
 16. Ortuzar, J.D., "Nested logit models for mixed-mode travel in urban corridors.", *Transportation Research*, Vol. 17A, No. 4, 1983.
 17. Hausman, J., and D. McFadden, "A Specification Test for the Multinomial Logit Model," *Econometrics*, 1984.
 18. Joo Hyung Lee, "Tenure Choice and Mobility Decision: A Conditional Logit Approach", Ph.D. Dissertation, Cornell University, 1985.
 19. Jung Cheul Shin, "Residential Location Choice: A Nested Logit Model with Transportation and Housing Characteristics", Ph.D. dissertation, Stanford University, 1985.
 20. Manheim, M.L., "Fundamentals of Transportation Systems Analysis", MIT Press, 1979.
 21. Richards M.G. & Ben-Akiva M. "A Disaggregate Travel Demand Model", Saxon House, 1975.
 22. Sobel K.L., "Travel Demand Forecasting by Using the Nested Multinomial Logit Model," *Transportation Research Record* 775, 1980.