

2차 논문 심사 내역 및 수정 사항

구분	심의 내역	수정 내역	비 고
심의1	p10의 보완설명 중 명시되지 않은 변수에 대한 설명 요구	β_{13} , β_{20} 에 대해 제시함 변수의 파라미터를 β 로 통일함	반영
	p10의 '자가에 대한 어구 수정	자택으로 수정	반영
	표 4-1, 4-2의 초기II과 최종II의 언급과 이용	초기 II과 최종 II은 우도비 산출시 필요함. 주로 처리하여 산출과정을 보여줌	반영
	영문 abstract 수정/ 영문 재심요구	수정	반영

K C I

고령자의 통행수단 선택시 영향을 주는 요인 연구
Mode Choice Factors of the Elderly

조남건 (국토연구원 연구위원), 윤대식 (영남대 교수)

목 차	
I. 서론	
1. 연구 배경 및 목적	
2. 연구 범위 및 방법	
II. 선행 연구 검토	
1. 통행수단의 선택요인	
2. 고령자의 통행특성	
III. 조사 자료의 분석	
1. 조사 방법 및 조사 자료의 특성	
2. 응답자의 특성	
IV. 통행수단 선택모형의 추정	
1. 로짓 모형의 개요	
2. 통행수단 선택모형의 구조	
3. 모형의 계수 추정 결과	
V. 결론	

key words : 고령자(the elderly), 통행특성(travel characteristics), 통행수단 선택(mode choice), 다항로짓모형(multinomial logit model)

고령자의 통행수단 선택시 영향을 주는 요인 연구

Mode Choice Factors of the Elderly

I. 서론

1. 연구 배경 및 목적

통계청에 의하면, 2000년 7월 1일 우리나라는 65세 이상 고령인구가 7.1%를 차지하여 고령화 사회에 진입하게 되었다. 세계적으로 고령화가 급속도로 진전하게 된 것은 2차대전 후의 베이비붐 세대(1946년~1964년 출생)가 다음 세대에 고령화 세대에 접어들기 때문이다(ECMT, 2001). 우리나라의 경우에는 한국전쟁 이후의 베이비 붐 세대(1955년 이후 출생)가 65세가 되는 2020년경에 고령화가 급속도로 진전될 것으로 보인다. 이러한 고령화의 진전은 의료기술의 발달과 생활환경의 개선으로 고령자의 평균수명이 증가되었고, 영아의 사망률이 저하하였으며, 가입연령층의 저출산에 의해 고령인구 비중이 계속 증가되고 있는 것도 들 수 있다.

고령인구의 증가는 장래에 고령자의 인간적인 생활을 보장해 주어야 할 사회적 요구가 높아지게 된다는 것을 의미한다. 특히 고령자들이 독립된 생활을 유지하고 사회의 일원으로서 생활하도록 하려면 그들이 불편 없이 다닐 수 있는 교통환경을 조성해 주는 것이 절대적으로 필요하다. 고령자의 안전하고 편리한 이동은 고령자의 삶의 질을 보장하는 차원에서 이루어져야 하기 때문이다(OECD, 2001).

현실적으로 자유시간이 많은 고령자의 사회활동 욕구(봉사활동, 경제활동 참여 등)가 증대하고 있다. 고령자들은 각종 선거시 투표권을 갖고 있으며, 높은 투표율을 나타내어 사회참여의 의지가 강한 편인데, 그들의 사회적 활동영역의 확대는 통행권역의 확대를 필요로 한다.

고령화가 진행중인 현 단계에서 고령자의 자유롭고 안전하며 원활한 통행을 보장하여 삶의 질을 향상시킬 수 있는 대책을 수립하려면, 무엇보다도 그들의 통행특성을 조사하고 분석하는 것이 필요하다. 본 연구는 고령자의 통행특성과 관련하여 고령자가 주로 이용하는 통행수단의 선택시 어떤 요인이 영향을 미치는지를 알기 위한 것이다.

2. 연구 범위 및 방법

고령자의 연령구분은 대체로 통계적인 구분을 위해 사용되기도 하는데, 유엔에서 정한 65세를 기준으로 분류하는 것이 일반적이다. 본 연구에서는 65세 이상 고령자의 통행특성을 분석하면서 상대적인 비교를 위해 50세 이상 연령층에 대해 조사하고, 이를 다시 65세 이상 고령자로 세분하였다. 그리고 본 연구의 공간적 범위는 도시내 통행으로 제한하였다.

통행자가 통행수단을 선택할 때, 통행목적, 통행시간대, 통행수단의 보유 및 이용 가능성, 통행거리 및 통행소요 시간, 통행비용 등 여러 가지 요인이 상호 복합적으로 관련되어 있다. 고령자의 통행수단 선택시에도 이러한 복합적인 변수가 영향을 미칠 것으로 예상된다. 본 연구에서는 통행시간과 통행비용을 주요 변수로 하여 통행자의 효용을 나타내는 개별행태 모형(discrete choice model, behavioral model)의 추정을 통해 고령자의 통행수단 선택시 영향을 미치는 요인을 분석하고자 한다.

II. 선행 연구 검토

1. 통행수단의 선택요인

통행수단 선택시 영향을 주는 요인으로는 통행자 특성, 통행특성, 통행수단(시설)의 특성 등이 있다. 통행자가 도시내 통행시 선택할 수 있는 통행수단으로는 승용차, 택시, 일반버스, 좌석버스, 전철(지하철) 등이 있으며, 각 수단별 이용가능성은 통행자의 특성, 통행특성, 통행수단의 특성 등에 의해 영향을 받게 된다(Ortúzar and Willumsen, 1994).

일반적으로 통행시간과 통행비용, 통행목적, 출발 혹은 도착의 시간대 등은 통행수단 선택에 영향을 미치게 된다. 그 외에 교통시설의 특성으로서 상대적인 통행시간(차내 이동시간, 대기 및 접근시간)은 통행수단 선택시 영향을 줄 수 있다. 대중교통수단의 경우, 정류장(역)까지의 접근시간과 비용, 주 통행수단의 이동시간 등 통행시간이 통행수단의 선택에 영향을 미치게 된다.

그러나, 고령자에 한정하여 볼 때, 고령자의 신체적인 특성이나 사회적인 상황을 고려하지 않을 수 없다. 고령자는 신체노화로 인해 굴신운동이 약하고 오래 걷는 일이 힘든데, 전철역까지 오래 걷거나, 많은 계단을 이용하는 것도 기피요인이 될 수 있다(植崎雄之, 2000). 또한 버스의 높은 발판도 이용하기 불편한 요소이기도 하다. 고령자는 전철이용시 무료승차권을 받을 수 있는데, 어떤 고령자는 이때 인간적인 모욕감을 느끼는 경우도 있으며, 일부 고령자들은 일부러 이를 기피하는 일도 있다. 고령자들은 대개 시간적인 여유가 많아 업무통행보다는 여가통행이 대부분인데, 통행시간이 적게 걸리는 통행수단보다는 편리하고 안락한 통행수단을 선호하게 될 가능성이 높다. 개별행태 모형에서 이러한 요소들이 모두 반영되기는 어렵지만, 고령자의 통행수단 선택에 영향을 미치는 요인을 찾는 것은 장래에 고령자의 통행대책을 수립하는데 도움이 될 수 있다고 본다.

본 연구에서는 고령자가 선택가능한 주요 통행수단에 대해 개별행태 모형을 추정하게 되는데, 지금까지 개별행태 모형은 주로 통근통행자를 대상으로 추정되어 왔다. 국내외의 관련문헌을 보아도 고령자를 대상으로 한 연구는 찾아보기 힘들다. 이러한 이유는 고령자가 통행자 중 차지하는 비중이 작거나, 통행문제에서 큰 이슈를 제공하지 못하였기 때문이라고 볼 수 있다. 그렇지만, 고령화가 진행되는 상황을 고려할 때, 그들의 통행수단 선택에 미치는 영향요소를 개별행태 모형으로 추정하는 것도 새로운 연구분야를 개척하는데 큰 의의가 있다고 볼 수 있다.

2. 고령자의 통행특성

고령자의 통행 특성과 관련된 연구에 의하면, 여성 고령자는 남성보다 연령이 증가할수록 통행 빈도가 적고 통행거리도 짧았다. 여성 고령자는 대중교통수단을 주로 이용하고, 남·여가 함께 여행을 할 때에도 승용차의 승차자로 앉아 있는 경우가 대부분이었다. 또한, 여성 고령자의 통행목적도 쇼핑이나 가사업무, 친구 만남 등이 대부분이어서 업무 관련, 혹은 여가 통행이 많은 남성보다 차이가 있었다. 이러한 성별 통행 특성의 차이는 오랜 사회적 관습과 성별 사회적 역할의 차이 등에서 비롯된다 (Sirén et al, 2001)¹⁾

U.S. DOT(1994)는 1990년의 전국 개인통행조사 결과를 이용하여 65세 이상 고령자의 운전습관에 미치는 연령의 영향에 대해 연구하였다. 고령의 운전자들은 통행을 적게 하고 야간운전과 첨두시간대의 운전을 피하며 천천히 큰 차를 운전하는데 동승자가 적은 것으로 밝혀졌다.

Evans(1999)는 비운전자 고령자의 통행에 영향을 미치는 요소에 대해 연구하였는데, 75세 이상 승용차를 보유하고 있지 않은 사람의 경우 이동수단이 결여되어 사회적 활동으로부터 격리될 수 있음을 지적하였다.

고령자의 통행특성을 모형으로 추정한 사례는 흔치 않다. 다만, 고령자를 이동제한자의 범주에 넣어 볼 때, 장애자를 대상으로 연구한 사례를 참고할 수 있다고 본다. Sutton(1995)은 이동장애자의 통행수단 선택에 대한 연구에서 장애자들이 이용 가능한 통행수단인 Dial-a-ride²⁾, 택시, 기타 수단(버스 또는 친구·친척의 승용차) 등에 대해 요금(비용), 통행시간, 통행빈도를 변수로 두고 다항로짓모형을 추정한 바 있다. 모두 910명을 표본으로 추정된 모형에 의하면, 통행수단의 통행비용과 통행빈도가 이동 장애자의 통행수단 선택에 가장 큰 영향을 미쳤으며, 통행시간은 영향이 적은 것으로 나타났다. 이들의 통행목적은 주로 쇼핑, 개인 업무, 또는 사회적 만남 등이었다. 그는 통행요금, 통행시간, 통행빈도에 대한 탄력성을 분석한 결과, 통행요금이 통행시간에 비해 탄력성이 높아, 대부분의 통행자들이 통행시간에 민감하지 않다는 것을 보여주었다. 평소에도 통행수단 선택이 자유롭지 못하고, 선택 가능한 통행수단도 제한적인 이동 제약자에게 이동이 가능한 통행수단의 유무가 통행시간이 얼마나 걸리느냐 보다 더 민감한 요소로 밝혀진 것이다.

III. 조사 자료의 분석

1. 조사 방법 및 조사 자료의 특성

1) 승용차가 등장한 1900년대부터 미국에서도 승용차 운전은 부자나 남자의 전유물로 여겨졌으며, 운전을 하고 싶어하는 여자는 과격하거나 조금은 유별난 사람으로 받아들여졌을 정도이다. 승용차가 대중화되면서 운전이 생활의 일부가 된 것은, 미국은 1920~1930년대, 유럽은 1960~1970년대의 일이다(Sirén et al, 2001).

2) 전화를 걸어 원하는 곳으로 차를 불러 타고 나가는 교통서비스이다. Sutton(1995)의 분석에서 나타난 바로는, 일주일 전에 예약하고 하루 전에 다시 확인해야 이용이 가능하므로 불편한 점이 있다. 이 서비스 요금은 택시 요금의 25~60% 정도로 저렴하다.

1) 조사 방법

본 연구의 모형분석에 이용되는 자료는 수도권(서울, 과천)과 대구에서 2001년 7월 5일부터 7월 14일에 평일 통행을 중심으로 조사되었다. 고령자는 공원, 경로당 등에서 쉽게 만날 수 있으므로 당일 통행을 조사하는 경우 통계적 편의(bias)가 있을 가능성이 높다. 따라서 가구 방문 혹은 공원 등에서 면접조사를 하되, 하루 전의 통행에 대해 조사하였는데, 이러한 조사방식은 노르웨이의 고령자 통행특성조사(Hjorthol and Sagberg, 1998)에서도 적용된 적이 있다.

2) 조사자료의 특성

서울·과천 및 대구에서 1,110매를 배포하여 1,008매의 유효표본을 회수하였지만, 개별행태 모형을 추정하는데 필요한 정보를 입력한 자료는 711매(서울 및 과천 425매, 대구 286매)였다.

서울과 과천은 수도권이라는 동질지역이고, 버스나 전철을 함께 이용하는 노선이 있으나, 대구는 수도권과 달리 전철이 단선이고 지리적인 특성이 다르다. 즉, 수도권의 경우에는 전철의 갈아타기가 통행에 영향을 줄 수 있으나, 대구처럼 전철이 단선인 경우에는 전철간의 환승이 없으므로 종류가 다른 통행수단간의 환승은 적용하기 어렵다. 그러므로 본 연구에서는 모든 지역의 자료를 통합해서 고령자 통행수단 선택모형을 추정하되, 지역적 특성의 차이를 고려하여 지역특성 더미를 넣어 분석하였다.

2. 응답자의 특성

1) 응답자 성별, 연령별 구분

모형추정시 이용된 자료는 모두 711매로서 남자가 57.4%인 408명, 여자가 42.6%인 303명이었다. 이 중에서 50세~64세는 55.1%인 392명, 65세 이상은 319명이었다.

<표 3-1> 모형추정에 사용된 표본의 구성

구분	계	계		서울·과천		대구	
		남자	여자	남자	여자	남자	여자
계	711(100)	408(57.4)	303(42.6)	255	170	153	133
50-54세	94(13.2)	54(7.6)	40(5.6)	45	32	9	8
55-59세	121(17.0)	53(7.5)	68(9.6)	28	43	25	25
60-64세	177(24.9)	102(14.3)	75(10.5)	52	33	50	42
65-69세	152(21.4)	88(12.4)	64(9.0)	55	34	33	30
70-74세	111(15.6)	77(10.8)	34(4.8)	52	18	25	16
75세 이상	56(7.9)	34(4.8)	22(3.1)	23	10	11	12

2) 통행시 이용수단

전 표본으로 볼 때, 외출시 선택한 통행수단으로는 일반버스가 38.1%로 가장 많았고, 그 다음이 전철 29.5%, 승용차 23.2%의 순이었다.³⁾

서울과 과천응답자의 주요 이용수단은 전철이 44.7%로 가장 많고, 그 다음이 일반버스와 승용차 순이다. 65세 이상의 고령자는 모두 무료로 전철을 이용하는 것이 가능해서인지 전철이용이 다른 연령층에 비해 매우 높은 편이다. 그렇지만, 70세를 넘으면 이용율이 저조해지는데 그것은 신체기능의 저하 및 보행불편, 전철역 접근시의 계단 등과 같은 장애물 때문인 것으로 보인다. 일반버스는 비용이 저렴하여 전 연령층에 걸쳐 골고루 이용되고 있다. 그러나, 좌석버스는 1.2%, 택시는 5.9%로서 이용율이 낮은 편이다. 이 두 통행수단은 승용차를 제외한 다른 통행수단에 비해 비싸기 때문에 이용을 기피하는 것으로 보인다. 택시는 문전수송의 장점이 있지만 요금이 고령자에게 부담이 되는 것은 사실이다. 승용차 이용자는 21.2%이지만, 41명은 동승자로서 무료 이용자들이다.

대구의 경우, 일반버스가 가장 선호되고 그 다음이 승용차이다. 전철의 이용율이 낮은 것은 노선이 하나밖에 없기 때문이다. 전철은 고령자의 이용시 무료이지만, 노선의 서비스 권역이 좁아서 목적지에 도착하려면 갈아타야 하는 불편함이 있으므로 이용율이 저조한 것으로 보인다.

<표 3-2> 응답자의 통행수단 분포

구 분		계	승용차	택시	일반버스	좌석버스	전철
총 계		711(100.0)	165(23.2)	39(5.5)	271(38.1)	26(3.7)	210(29.5)
서울 · 과천	소 계	425(100)	90(21.2)	25(5.9)	126(29.6)	5(1.2)	190(44.7)
	50-54세	77(18.1)	19(4.5)	5(1.2)	23(5.4)	-	29(6.8)
	55-59세	72(16.9)	18(4.2)	4(0.9)	21(4.9)	2(0.5)	31(7.3)
	60-64세	85(20.0)	19(4.5)	4(0.9)	33(7.8)	2(0.5)	29(6.8)
	65-69세	85(20.0)	10(2.4)	7(1.6)	24(5.6)	1(0.2)	44(10.4)
	70-74세	70(16.5)	15(3.5)	3(0.7)	19(4.5)	-	37(8.7)
	75세 이상	33(7.8)	9(2.1)	2(0.5)	6(1.4)	-	20(4.7)
대구	계	286(100)	75(26.2)	14(4.9)	145(50.7)	21(7.3)	31(10.8)
	50-54세	17(5.9)	9(3.1)	1(0.3)	6(2.1)	1(0.3)	-
	55-59세	50(17.5)	16(5.6)	1(0.3)	21(7.3)	4(1.4)	8(2.9)
	60-64세	92(32.2)	34(11.9)	3(1.0)	42(14.7)	7(2.4)	6(2.1)
	65-69세	63(22.0)	11(3.8)	6(2.1)	36(12.6)	7(2.4)	3(1.0)
	70-74세	41(14.3)	3(1.0)	1(0.3)	29(10.1)	1(0.3)	7(2.4)
	75세 이상	23(8.0)	2(0.7)	2(0.7)	11(3.8)	1(0.3)	7(2.4)

주: 승용차 이용자 중 동승자 수는 서울 · 과천의 경우 41명, 대구의 경우 30명으로 모두 71명이다.

3) 본 모형추정에서 접근시 및 목적지 접근시의 보행통행은 반영되었으나, 주 통행수단으로서 보행통행은 고려하지 않았다. 보행통행은 짧은 거리를 주로 통행하는데 이용되므로 장거리 통행에 주로 이용되는 타 통행수단과 함께 하나의 대안으로 간주되어 모형을 추정하는 것이 불가능하기 때문이다.

3) 통행목적

응답자의 통행목적 중 가장 많은 것은 친교와 오락으로 38%에 달한다. 그 다음이 출근, 병문안 및 기타활동 등으로 비교적 다양한 통행목적이 분포하고 있다. 출근통행은 주로 50대에서 나온 것으로 65세 이상의 경우에는 친교오락과 기타활동이 많이 차지한다.

보통 통행자는 하루에 2~3회의 통행을 하는데 집을 출발한 경우, 거의 대부분 귀가하는 통행 패턴을 갖는다. 그렇지만 본 연구에서 모형을 추정할 때 집을 출발할 때의 첫 통행을 분석대상으로 하였기 때문에 귀가통행이 매우 적게 분포한다. 귀가통행은 주로 다른 곳에 갔다가 집으로 돌아온 경우이다.

<표 3-3> 응답자의 통행목적 분포

구분	계	서울·과천	대구
계	711(100)	425(100)	286(100)
출근	121(17.0)	64(15.1)	57(19.9)
귀가	12(1.7)	10(2.4)	2(0.7)
업무	61(8.6)	38(8.9)	23(8.0)
쇼핑	51(7.2)	33(7.7)	18(6.3)
친교오락	270(38.0)	171(40.2)	99(34.6)
병문안 및 치료	74(10.4)	44(10.4)	30(10.5)
종교활동	44(6.2)	23(5.4)	21(7.3)
기타활동	78(11.0)	42(9.9)	36(12.6)

IV. 통행수단 선택모형의 추정

1. 로짓 모형의 개요

개별행태 모형은 인간의 선택행동에 대해 다음 세 가지 조건을 기초로 하여 구성되어 있다(近藤勝直, 1987).

첫째, 개인은 선택행동을 할 때 의사결정의 주체이며, 개인은 어느 선택상황 중에서 가장 바람직한 대안을 선택하는 합리적 선택행동을 한다고 가정한다.

둘째, 이 때 어느 선택대안이 갖는 '바람직함' 혹은 효용(utility)은 당해 선택대안이 갖는 특성과 개인의 속성에 의해 드러나지만, 관찰자에게는 선택대안이 갖는 특성의 어느 부분은 평가되지 않고, 그 개인이 갖는 효용과 일치하지도 않는다. 따라서, 관측할 수 있는 범위에서 개인속성이나 선택대안의 특성이 동질로 보이는 집단에서도 효용최대화의 결과로서 선택되더라도 관측되지 않는 개인속성이나 특성 때문에 항상 동일한 선택으로 결정되지 않고 당해 선택대안이 선택되는 확률의 형태로 표현된다고 할 수 있다. 상호 배타적인 선택대안의 그룹에 직면한 의사결정자는 그 중에서 가장 큰 확률효용을 나타내는 선택대안을 선택한다고 가정한다.

셋째, 특히 통행수단의 선택시 개개인에게 주어진 고유의 상황이나 개인속성이 선택과정에 큰 영향을 준다는 점에 특징이 있다. 따라서 이것은 사회전체 중에서 교통현상을 행동원리로 찾는다는 미시적인 접근법의 입장에 서있다.

어떤 개인 n 이 대안(통행수단) i 를 선택함으로써 얻는 효용 (U_{in})은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (1)$$

여기서, U_{in} : 개인 n 이 통행수단 i 로부터 얻을 것으로 기대하는 효용

V_{in} : 관측된 통행수단 i 의 특성벡터로서 교통요금이나 통행시간 등과 개인의 속성을 나타내는 차량보유 여부, 소득, 연령, 성별 등의 함수로 표현되며, 모집단의 대표적 선호를 반영하고 있어 확정항 또는 확정효용이라 함.

ε_{in} : 개인 n 이 통행수단 i 로부터 얻는 효용을 설명하고자 할 때에 함수의 형태로 표현되지 않는 인자로 개인의 선택에 영향을 주긴 하지만 평가불가능한 확률변수로 확률항이라 함.

그러므로 효용최대화의 행동이란, 통행수단 i 의 선택은 모든 통행수단 $j(j \neq i)$ 중에서 $U_{in} > U_{jn}$ 이 만족된다는 것을 의미하고, 이 일이 일어날 확률 $Pr_n(i)$ 은 개인 n 이 통행수단 i 를 선택하는 확률로 정의된다.

$$\text{즉, } Pr_n(i) = \text{Prob}[\varepsilon_{jn} - \varepsilon_{in} < V_{in} - V_{jn}, \text{ for all } j, j \neq i] \quad (2)$$

따라서, 확률변수 $\varepsilon_{in}(i=1, 2, \dots, J_n : J_n \text{은 개인 } n \text{의 선택대안 집합의 결합 확률 밀도함수 } f(\varepsilon_{1n}, \varepsilon_{2n}, \dots, \varepsilon_{jn}) \text{을 이용하고, 편의적으로 선택한 통행수단 } i \text{를 첫 번째의 통행수단으로 하면,}$

$$Pr_n(1) = \int_{\varepsilon_{1n}=-\infty}^{\infty} \int_{\varepsilon_{2n}=-\infty}^{V_{1n}-V_{2n}+\varepsilon_{1n}} \dots \int_{\varepsilon_{jn}=-\infty}^{V_{1n}-V_{jn}+\varepsilon_{1n}} f(\varepsilon_{1n}, \dots, \varepsilon_{jn}) d\varepsilon_{jn} \dots d\varepsilon_{1n} \quad (3)$$

으로 쓸 수 있다.

식 (2)는 대안 i 의 효용이 다른 모든 대안의 효용에 비해 큰 확률을 가진 대안 i 를 선택하는 확률을 의미한다. 식 (2)에서 확률항 ε_{in} 이 검블(Gumbel)분포를 따른다고 하면, 다음과 같은 일반적인 형태의 다항로짓모형을 얻을 수 있다 (近藤勝直, 1987).

$$\Pr_n(i) = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{j=1}^{J_n} \exp(V_{jn})} \quad (4)$$

2. 통행수단 선택모형의 구조

통행수단 선택모형의 변수는 고령자가 통행수단 선택시 고려할 수 있는 모든 요소를 포함하도록 하였다. 즉, 고령자가 집을 출발하여 어느 목적지로 이동을 하려 할 때, 집에서 출발하여 버스나 전철과 같은 주요 통행수단을 사용하기 위해 버스 정류장이나 전철역에 접근할 때의 접근 시간과 접근시 소요되는 비용(access time, access cost), 주 통행수단의 이동시간과 통행비용(main travel time, main travel cost), 그리고 도착지의 버스 정류장이나 전철역에서 최종목적지까지 도달하는데 소요되는 시간과 비용(egress time, egress cost)을 모두 모형식에 포함하도록 하였다.

이러한 요소를 모두 반영하고, 선택 가능한 통행수단이 5개이므로 통행수단 특정상수는 승용차를 제외한 4개를 만들도록 하여 다음과 같은 다항 로짓모형식 4)의 틀을 갖추었다.

$$V_i = \beta_{1i} + \beta_{2i}T_{access} + \beta_{3i}C_{access} + \beta_{4i}T_{main} + \beta_{5i}C_{main} + \beta_{6i}T_{egress} + \beta_{7i}C_{egress} + \dots + \beta_{ki}$$

여기서, V_i : 확정 효용

i : 선택한 통행수단(여기서는 1=승용차, 2=택시, 3=일반버스, 4=좌석버스, 5=전철)

β_{ki} : 통행수단 i 의 파라미터 (k 는 1,...,n ; 분석목적에 맞게 통행수단별 효용함수에 적용)

T: 통행시간

C: 통행비용

첨자인 access는 정류장 접근시 소요되는 시간과 비용, main은 주 통행수단 이용시의 시간과 비용, egress는 도착지에서 최종목적지까지 접근하는데 소요되는 시간과 비용에 해당될 때 사용되는 것이다.

이상과 같은 함수식을 설정하고, 승용차에 대해서는 승용차 보유여부에 관한 변수를 포함시키고, 전철에 대해서는 전철역과의 거리가 10분 이내인가에 관한 변수를 포함하여 전철역과의 거리와 전철이용의 관계를 알아보도록 하였다.

4) 프로빗 모형은 확률적 효용이 정규분포임을 가정하여 모형의 이론적 설득력이 있으나, 계산이 어렵다. 세가지 이상의 선택대안이 고려되는 다항선택의 경우에는 계산의 어려움으로 인해 로짓 모형을 주로 이용하고, 프로빗 모형은 이항선택 상황에서 제한적으로 이용된다(윤대식, 2001).

3. 모형의 계수 추정 결과

본 연구에서는 고령자의 통행수단 선택모형으로 <표 4-1>의 <전체지역 모형>을 선정하였다. 이 모형식에서 통행시간과 비용을 나타내는 추정계수는 모두 마이너스(-) 값을 나타내어 50세 이상 통행자 및 고령자의 통행시 효용함수가 일반인과 크게 다르지 않다는 것을 보여주고 있다. 그리고 통행수단의 서비스 특성을 나타내는 변수 대부분의 t 값도 1.96보다 크다. 다만, 접근시간 및 주 통행수단의 통행시간의 경우에는 t 값이 5%의 유의수준(=1.96)에도 유의하지 못한 것으로 나타났다. 그리고 모형 전체의 적합도를 설명해 주는 우도비(ρ^2)는 0.39 이상이다.⁵⁾ 우도비는 일반적으로 0.2~0.4일 경우, 매우 적합한 것으로 인정되고 있다(윤대식, 2001). 따라서 본 추정모형은 50세 이상 통행자의 통행수단 선택 행태를 잘 설명해주고 있다고 볼 수 있다.

<전체지역 모형>에서 접근 통행수단과 주 통행수단의 통행시간에 대한 설명력이 낮은 것은 50세 이상 통행자 및 고령자들이 통행시간에 민감하지 않다는 것을 의미한다. 본 조사의 응답자의 상당수가 직업과 관련된 활동이 별로 없는 고령자들로서 통행시 시간에 큰 의미를 부여하지 않는다는 것이다. 대신 이들은 통행비용에 대단히 민감하게 반응하는 것으로 나타났다. 즉, 이들은 동일한 목적지에 도달하기 위해 빠른 통행수단을 선택하려는 일반인들과는 달리 느리더라도 비용이 저렴한 수단을 이용한다는 것을 보여주고 있다. 특히, 주 통행수단을 이용하기 위해 접근할 때, 마을버스나 일반버스와 같은 빠른 수단이 있다고 해도 통행비용 때문에 주로 걸어가기 때문에 시간을 많이 소요한다는 것을 의미한다.

본 모형 추정시 특기할 만한 사항으로는 고령자의 승용차 이용시 운전자에 대해서는 통행거리를 환산하여 통행비용을 적용하였지만, 승용차 이용자에 대해서는 통행비용을 무료로 적용하였다는 점이다. 이는 고령자들이 경제적인 여유가 많지 않고, 승용차 이용시 비용을 부담한다고 보기 어려웠기 때문이다.⁶⁾

택시의 경우는 문전수송(door to door service)의 장점 때문에 이용도는 높지 않으나 플러스 값을 보여주고 있으며, 통계적으로도 유의하다. 일반버스는 저렴하여 이용도가 높고, 고령자들이 선호하고 있음을 보여주고 있다. 그러나, 전철 상수의 t 값은 5%의 유의수준에도 만족하지 못하고, 좌석버스 상수의 t 값도 매우 낮다.

1) 지역별 모형 추정

본 연구에서는 서울·과천과 대구에서 수집된 711개의 자료를 이용하여 각 도시에서 선택가능한 다섯 개의 통행수단을 대상으로 하는 다항 로짓모형을 추정하였다. 처음에는 각 추정 모형식에 성, 연령, 운전면허 소지여부를 포함하여 분석하였으나, 이 설명변수가 들어가면 통행수단 간 상관관계가 높게 나타나 제거하는 과정을 거쳤다. 그리고, 분석 표본이 3개 도시의 자료를

5) 우도비(ρ^2)는 로그우도 함수의 값을 이용하여 구한다. 초기 LL(Likelihood with zero coefficients)은 모든 계수의 값이 0일 때의 로그우도 함수의 값으로 $L(0)$ 라 한다. 또한 로그우도 함수의 최대 값은 최종LL(Final value of Likelihood)로서 $L(\beta')$ 라 할 때, $1 - \{L(\beta')/L(0)\}$ 를 우도비(ρ^2 , Likelihood ratio index)라 한다. 수정우도비는 $1 - \{(L(\beta') - K)/L(0)\}$ 로 구하는데, 여기서 K 는 추정된 파라미터의 수이다(윤대식, 2001).

6) 실제로 모형 추정시 승용차 동승자의 비용을 무료로 적용한 것이 휘발유 비용을 부담하는 것보다 모형전체의 적합도가 좋게 나와 이를 모든 모형식에 적용하였다(자세한 모형추정 과정 및 결과는 조남건(2001) 참조).

포함하므로 지역별 차이가 있다고 보아 지역적인 특성을 고려하는 더미를 적용하였다. 분석결과에 의하면, 지역특성 더미가 들어가지 않은 것에 비해 지역특성 더미가 들어간 모형이 타당한 구조임을 보여주었다.

<전체지역 모형>에서 통행비용과 통행시간을 나타내는 여러 변수는 부호가 적절하고 설명변수의 t 값도 양호하였다. 그렇지만, 좌석버스 더미의 t 값이 0으로 나와 이를 지역별로 구분하였다.

<서울·과천 모형>은 <전체지역 모형>과 전체적인 구조가 비슷하였다. 즉, <서울·과천 지역 모형>에서는 통행자의 접근시간과 주 통행수단의 통행시간 추정계수의 t 값이 10%의 유의수준에도 들지 못하는 것으로 나타났다. 그리고 통행수단의 더미상수는 전체지역에서는 좌석버스와 전철이 낮은 t 값을 보이고, 서울·과천지역에서는 택시의 더미상수가 낮은 t 값을 나타내어 약간의 차이를 보이고 있다.

<표 4-1> 지역별 모형의 추정결과

구분	단위	전체지역 (t-value)	서울·과천 (t-value)	대구지역 (t-value)
본인 차량소유 여부(β_5)		5.335 (11.7)	5.032 (8.7)	6.743 (6.1)
접근 시간 (β_6)	분	-0.02602 (-1.4)**	-0.01666 (-0.8)**	-0.07755 (-2.2)
접근 비용 (β_7)	원	-0.002222 (4.3)	-0.002629 (-4.0)	-0.002601 (-3.3)
주 수단 시간 (β_8)	분	-0.01126 (-1.4)**	-0.01954 (-1.6)**	-0.01411 (-1.2)**
환승 횟수 (β_9)	회	-0.4798 (-2.9)	-0.4041 (-2.3)	-
주 수단 비용 (β_{10})	원	-0.0005316 (-7.4)	-0.0006187 (-6.5)	-0.0003963 (-3.5)
목적지 접근 시간 (β_{11})	분	-0.05128 (-3.0)	-0.06113 (-2.6)	-0.04429 (-1.7)*
목적지 접근 비용 (β_{12})	원	-0.0004347 (-2.2)	-0.000447 (-2.1)	-0.0006664 (-1.4)**
전철역 보행 10분거리 (β_{14})		1.015 (4.5)	1.161 (4.6)	-
택시 상수 (β_{15})		0.9836 (2.6)	0.7400 (1.8)*	2.164 (2.1)
버스 상수 (β_{16})		2.125 (5.7)	1.412 (3.4)	4.281 (4.1)
좌석버스 상수 (β_{17})		-0.0009193 (0.0)**	-1.505 (-2.5)	2.329 (2.2)
전철 상수 (β_{18})		0.8643 (1.7)*	1.177 (2.3)	3.791 (3.4)
가족차량 소유 여부(β_{19})		1.270 (3.5)	0.9933 (2.4)	2.558 (2.5)
지역특성 더미(β_{21})		1.134 (4.4)	-	-
최종 LL : $L(\beta')$		-698.0037	-414.5889	-265.9720
초기 LL : $L(0)$		-1144.3104	-684.0111	-460.2992
ρ^2 (수정 ρ^2)		0.3900 (0.2712)	0.3939 (0.2333)	0.4222 (0.2710)
표본 수	개	711	425	286

주 1: t 값이 1.96이상이면 5%에서, 1.65~1.95이면 10%에서 유의하며, 1.64 이하이면 10%에서 유의하지 않음

2. 어깨잡자의 * : 5%에서 유의하지 않음, ** : 10%에서 유의하지 않음.

3. 다항 로짓모형 추정시 연령(β_2), 성별(β_3), 운전면허 보유여부(β_4), 통행목적(β_{13}), 자택과 전철역간의 차량 10분거리(β_{20}) 등을 변수로 적용하였으나, 변수간 상관관계가 높게 나타나 모형추정과정에서 제외하였다. 5개 통행수단의 효용함수에 공통으로 적용한 변수는 접근시 시간과 비용, 주 통행수단의 시간과 비용, 목적지 접근시의 시간과 비용이다 설명변수 중 본인의 차량소유 여부와 가족차량의 소유여부는 승용차 효용함수에 적용되었다. 환승횟수와 전철역으로부터 자택과 거리가 보행 10분 이내인가의 여부를 나타내는 설명변수는 전철이용이 많은 서울과 과천시의 전철 효용함수에 대해 적용하였다.

대구광역시의 통행수단 선택모형의 정립과정은 서울·과천시의 경우와 동일하다. 다만, <대구지역 모형>에서는 환승횟수(β_9)와 전철역과 거주지로부터 보행거리 10분 이내(β_{14})를 나타내는 추정계수의 t 값이 낮게 나와 이를 제거하게 되었다. 왜냐하면, 대구시에는 지하철이 운행되고 있으나 단일노선이므로 환승이 있다고 보기 어렵기 때문이다. 또한 전철의 서비스권역이 제한적이어서 통행자가 거주하는 집과 전철역의 거리가 보행거리 10분 정도로 가까운 사람도 조사자 중 많지 않았다. 따라서 이 두 변수는 대구시의 통행수단 선택 모형 추정시 제외하는 것이 적합하다고 판단되었다. 이 두 변수를 제외한 <대구지역 모형>에 의하면, 통행요금과 관련된 변수의 t 값이 안정적인 반면, 주 통행수단의 통행시간과 도착지에서 최종목적지까지의 접근시간(β_{11})과 접근비용(β_{12}) 추정계수의 t 값이 낮게 나타났다. 즉, <대구지역 모형>도 주 통행수단의 통행시간에 대해서는 덜 민감하고, 통행비용에 대해서는 매우 민감한 반응을 보이고 있다. 이같은 특성은 서울·과천의 50세 이상 통행자 및 고령자의 통행특성과 비교해 볼 때, 지역적인 특성이 반영되어 환승횟수 변수와 전철역과 자택의 보행거리 10분 이내의 변수에 차이가 있지만 통행수단을 선택하는데 영향을 주는 요인으로 통행시간보다 통행비용이 더 중요하게 고려되고 있다는 점은 비슷하다고 볼 수 있다.

2) 연령대별 분석

앞에서 추정된 모형을 본 연구에서 중점적으로 다루고 있는 65세 이상 고령자의 통행수단 선택 특성을 알기 위해서 50세~64세와 구분하여 두 개의 모형(<표 4-2> 참조)을 추정하였다. 두 모형 모두 우도비는 0.39~0.41로 양호하다. 다만, 두 모형 모두 통행시간과 통행비용 관련 변수의 부호가 마이너스를 나타내며, 통행요금 변수의 t 값이 1.96 이상이지만, 통행시간 변수의 t 값은 1.96보다 낮은 것도 있다.

<65세 이상 모형>의 경우, 접근시간과 주 통행수단의 통행시간 추정계수의 t 값이 낮았다. <50~64세 모형>의 경우에는 접근시간(β_6), 도착지에서 최종목적지까지의 접근시간(β_{11})과 접근비용(β_{12}) 추정계수의 t 값이 10%의 유의수준에도 유의하지 않았다. 그러나, 일반적으로 통행자들이 주 통행수단의 통행시간과 통행비용을 우선적으로 고려하여 통행수단을 선택하는 것이 일반적이므로 50세 이상 통행자들은 통행수단 선택시 통행의 총 효용을 높이기 위해 주 통행수단의 통행비용에는 민감하지만, 통행시간은 덜 고려한다고 볼 수 있다. 여가시간이 풍부하지만, 경제적인 여유가 부족한 연령층으로서는 이러한 통행특성을 충분히 나타낸다고 볼 수 있다.

한편, 65세 이상 고령자로 한정하여 추정한 <65세 이상 모형>은 환승횟수 변수(β_9)의 추정계수가 낮은 t 값을 보여주었다. 아마도 표본수가 줄어들면서 65세 이상의 고령자 중에 갈아타기를 실행한 사례가 적을 가능성이 높은 것으로 보인다. 그 외에 좌석버스와 전철의 더미 상수와 가족의 승용차 소유여부(β_{19})를 나타내는 더미 상수의 경우도 추정계수의 t 값이 좋지 않았다.

<65세 이상 모형>에서 낮은 t 값을 나타내는 일부 변수를 제외하고 수정한 <65세 이상 수정모형>을 65세 이상 고령자의 통행특성 모형으로 채택하였다. 이 모형도 65세 이상의 고령자 통

행특성을 대변해 주듯, 앞에서 추정된 모형들과 일관되게 접근시간과 주 통행수단의 통행시간 추정계수의 t 값이 10%의 유의수준에도 미치지 못하는 것으로 나타났다. 그리고 목적지 접근비용(β_{12}) 추정계수도 낮은 t 값을 보여주고 있다. 이러한 특성은 50~64세의 통행특성과 매우 유사함을 보여준다.⁷⁾ 이들도 통행비용에 부담을 느끼고, 통행시간에 여유가 많은 계층이므로 빠른 통행수단을 비싼 요금을 주고 선택하지는 않는다고 볼 수 있다.

모형에서 나타난 추정계수의 t 값으로 추론해 볼 때, 65세 이상 고령자들은 통행수단 선택시 통행비용은 심각하게 고려하지만, 소요되는 통행시간은 심각하게 고려한다고 보기 어렵다는 것을 알 수 있다. 즉, 통계적인 유의성이 낮게 나오는 통행시간의 t 값은 이들이 로짓모형에서 기본적으로 설정한 통행시간과 통행비용의 트레이드 오프(trade-off) 관계를 그대로 수용하고 있다고 보기 어렵다는 것을 암시하고 있다. 그러므로, 추정된 <65세 이상 수정모형>은 65세 이상 고령자의 통행수단 선택의 특성을 나타내는 모형으로 보아도 무리가 없다고 볼 수 있다.

<표 4-2> 연령별 모형 추정 결과

구분	단위	50~64세 (t-value)	65세 이상 (t-value)	65세 이상 수정 (t-value)
본인 차량소유 여부(β_5)		5.616 (8.4)	5.072 (4.6)	4.689(4.4)
접근 시간 (β_6)	분	-0.008806 (-0.3)**	-0.03777 (-1.5)**	-0.03716(-1.5)**
접근 비용 (β_7)	원	-0.002909 (-3.9)	-0.001513 (-2.1)	-0.001535(-2.1)
주 수단 시간 (β_8)	분	-0.01454 (-1.2)**	-0.01108 (-0.9)**	-0.01461(-1.3)**
환승 횟수 (β_9)	회	-0.5209 (-2.1)	-0.3250 (-1.5)**	-
주 수단 비용 (β_{10})	원	-0.0002753 (-3.1)	-0.0009780 (-6.8)	-0.001033(-7.1)
목적지 접근 시간 (β_{11})	분	-0.03363 (-1.4)**	-0.06842 (-2.7)	-0.06630(-2.7)
목적지 접근 비용 (β_{12})	원	-0.0003537 (-1.4)**	-0.0004956 (-1.2)**	-0.0004958(-1.2)**
전철역 보행 10분거리 (β_{14})		0.9499 (3.1)	1.195 (3.6)	1.183(3.6)
택시 상수 (β_{15})		1.167 (1.8)*	1.039 (2.1)	0.5606(1.7)*
버스 상수 (β_{16})		2.932 (4.6)	1.374 (2.8)	0.8291(2.8)
좌석버스 상수 (β_{17})		0.7975 (1.2)**	-0.6895 (-1.3)**	-1.201(-3.0)
전철 상수 (β_{18})		1.782 (2.2)	-0.3729 (-0.6)**	-0.9956(-1.8)*
가족차량 소유 여부(β_{19})		1.870 (3.0)	0.6822 (1.4)**	-
지역특성 터미(β_{21})		1.007 (2.7)	1.267 (3.5)	1.185(3.3)
최종 LL : $L(\beta')$		-371.2901	-311.9355	-314.1645
초기 LL : $L(0)$		-630.8997	-513.4107	-513.4107
ρ^2 (수정 ρ^2)		0.4115 (0.2959)	0.3924 (0.2552)	0.3881(0.2498)
표본수		392	319	319

주 1: *표시는 5%에서 유의하지 않음. **는 10%에서 유의하지 않음

2: 각 통행수단별 적용된 변수는 <표 4-1>의 주 설명내용과 같다. 지역특성 터미는 전철 효율함수에서 서울·과천 자료인 경우에 적용되었다.

7) 50~64세와 65세 이상으로 두 그룹으로 나눈 것은 65세 이상 고령자의 통행특성을 좀 더 알아보기 위한 것이다. 두 그룹에 대해 승용차의 보유여부, 전철역과 거주지의 보행 10분 거리의 여부, 지역터미 등의 설명변수에 대해 통계적으로 충분히 다른지를 확인해 보았는데, 그 차이는 -0.3~0.7로 t 값의 5% 유의수준인 1.96보다 낮았다. 그러므로 본 연구에서 구분한 두 연령 계층의 통행특성은 비슷하다는 것을 의미한다(시장분할 그룹이 통계적으로 충분히 다른지의 여부를 분석하는 방법은 윤대식(2001: 263-265) 참조 요망).

한편, 추정된 모형에 의하면 거주지와 전철역의 거리가 10분 이내인 통행자의 경우, 전철이용을 선호하는 것으로 나타났으며 통계적인 유의성도 높게 나타났다. 이러한 결과는 상식적으로 이용가능한 통행수단이 주거지에서 가까운 거리에 있기 때문이라고 볼 수 있다. 그리고, 좌석버스와 전철의 부호가 마이너스(-)로 나오는 것은 좌석버스의 비싼 요금과 전철 통행시 계단과 같은 물리적인 장애물을 기피하기 때문이라고 볼 수 있다. 그렇지만, 전철의 경우 t 값이 약간 낮아 통계적인 유의성이 낮으므로 속단하기는 어렵다.

본 연구에서 도출된 추정계수와 t 값으로 볼 때, 경제적 여유가 적고 시간적 여유가 많은 65세 이상 고령자들이 통행수단을 선택할 때, 통행비용에는 민감하지만 통행시간에는 그다지 민감하지 않은 것은 매우 적절한 결과라고 할 수 있을 것이다.

3). 모형의 한계

본 연구에서는 서울·과천과 대구를 대상으로 조사되어 전철이 모두 이용되고 있음에도 불구하고, 전철 네트워크가 크게 달라 직접 비교하는 것은 합리적이라고 보기 어려웠다. 특히 대구의 경우에는 전철의 서비스 범위가 서울이나 과천에 비해 적었고, 단선이므로 환승특성이 반영되지 못하였다. 이러한 차이로 인해 전체 모형 구성시 지역특성을 나타내는 더미변수가 전철의 효용함수에 적용되었다. 그리고 대구지역의 모형추정시에는 전철과 관련된 환승 횟수와 전철역과 거주지의 거리를 나타내는 변수가 제거되었다.

한편, 본 연구에서 이용된 전체 표본수는 711개로 양호하지만, 지역별 또는 연령별로 분할하였을 때는 286~425개, 319개~392개로서 로짓 모형 추정시 요구하고 있는 최소한의 표본수인 280~350개에 비슷하거나 약간 미치지 못하는 점이 있다(土木學會, 1995).⁸⁾

그런데, 표본 수 자체는 일정 규모 이상일 때 모형의 적합도에 큰 영향을 미치지 않을 수 있으나, 통행수단의 이용율에 차이가 있는 것은 모형전체의 적합도를 나타내는데 문제를 가져올 수 있다. 즉, 버스를 주로 이용하는 도시(대구)와 전철을 주로 이용하는 도시(서울·과천)간에 통행수단 선택의 차이가 분명하게 드러날 수 있으므로, 이러한 두 지역의 자료를 통합하여 모형을 추정할 때에도 약간의 영향을 미칠 것이라는 점이다. 이런 점에서 보면, 앞으로 통행수단 선택모형을 추정할 때에는 다른 지역을 통합하여 전체 모형을 구성하는 것보다는 지역별로 충분한 표본조사를 하여 해당 지역별로 모형을 추정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

그리고 고령자의 통행행태는 고령자의 소득과 상관성이 높을 것으로 예상되는데, 본 연구에서는 고령자의 소득을 파악하지 못하였다. 고령자를 대상으로 한 설문조사에서 소득이나 경제적 형편을 응답하기 꺼려한다고 판단되어 조사하지 않았으나, 이러한 고령자의 통행특성을 보다 심도 있게 연구하기 위해서는 소득관련 조사도 병행되어야 한다고 본다. 실제로 외국에서는 고소득일수록 통행빈도가 높다는 조사 결과(Hu and Young, 1999)도 나와있는데, 우리나라에서도 향후 동 분야의 연구에서 추가적으로 반영되어야 할 것으로 보인다.

8) 개별행태 모형을 추정하는 경우 신뢰할 수 있는 파라미터를 추정하는데 필요한 표본의 수는 과거에는 미국의 경험에서 2,000~3,000개라는 설이 있었다. 일본에서는 800~1,000개의 표본이라면 어느 파라미터라도 95%의 확률로 상대오차 20% 이내로 추정할 수 있다는 연구결과도 있으며, 다른 연구에 의하면, 300~500개 정도이면 좋다는 연구결과도 있다(토목학회, 1995).

아울러 통행수단의 선택은 통행목적과도 상관이 높으나(Ortúzar and Willumsen, 1994), 본 연구에서 응답자들의 통행목적이 업무 혹은 출근관련 목적이 낮게 나타났고, 대체로 개인용무와 관련된 통행이어서 통행목적별 모형추정은 하지 않았다. 장래에 고령자의 취업이 증가하거나 사회활동의 빈도가 높아지게 되면 이 부문도 연구가 되어야 할 것으로 생각된다.

한편, 본 연구에서 다섯 개의 통행수단 선택 대안을 대상으로 다항로짓모형을 추정하는 과정에서 로짓모형이 안고 있는 한계로 알려진 IIA 문제⁹⁾는 다루어지지 않았다. 로짓 모형이 안고 있는 IIA 특성을 완화하기 위해 단계별로 추정하는 네스티드 로짓모형이 개발되어 이용되고 있지만, 다단계로 적용할 때 통행수단간에 표본수가 적정해야 하는데(交通工學硏究會 1993), 본 연구에서 수집된 표본의 통행수단간에 너무 차이가 있어서 다항로짓모형으로 추정하게 되었다. 따라서 향후 연구에서는 IIA 문제를 극복하기 위해 네스티드 로짓모형을 활용하는 노력이 요망된다.

5. 결론

본 연구는 고령자의 통행특성 중 통행수단의 선택에 영향을 미치는 요인을 알기 위해 다항로짓모형을 추정하였다. 서울과 과천, 대구의 표본조사를 통해 수집된 711개의 자료를 분석한 결과, 추정된 모형은 일부 변수의 t 값이 낮았지만 일반적인 고령자의 사회·경제적 특징을 반영하여 그들의 통행특성을 잘 나타내주고 있었다. 추정된 모형은 모든 추정계수의 부호가 적절하고, t 값도 대부분 양호하며, 모형 전체의 적합성을 나타내는 우도비도 만족스러웠다.

추정된 모형식 <65세 이상 수정모형>에 의할 때, 65세 이상 고령자는 통행비용에 민감한 반면 통행시간에 대해서는 중요하게 고려하지 않는 것으로 나타났다. 고령자는 통행수단 중에서는 일반버스를 주로 선호하고, 비용이 많이 드는 좌석버스와 계단이 있는 전철의 이용을 기피한다고 볼 수 있지만, 전철이용에 대해서는 통계적인 유의성이 약간 낮게 나타났다. 택시의 경우에도 문전수송의 장점이 있어서 선호도가 상대적으로 좋은 것으로 나타났으나, 통계적인 유의성은 약간 낮았다. 그리고 전철역으로부터 거주지의 거리가 10분 이내인 응답자가 전철을 선호하는 것으로 나타났다.

고령자들은 일반적으로 시간적인 여유는 많지만 경제적인 여유는 부족한 편이다. 본 연구에서 추정된 다항로짓모형의 변수들의 추정계수와 t 값 등으로 볼 때, 고령자의 통행수단 선택시 가장 큰 영향을 주는 요인은 통행비용의 부담이라고 볼 수 있다. 따라서, 경제적인 여유가 부족한 고령자가 외출을 부담 없이 하면서 삶의 기쁨을 누릴 수 있도록 하려면, 통행비용을 보다 저렴하게 적용하거나 무료로 제공하는 방안이 필요하다. 고령자에게 무료로 교통서비스를 제공하게

9) IIA(Independence from Irrelevant Alternatives; 비관련 대안으로부터의 독립성)는 로짓모형이 안고 있는 특성으로서 어떤 선택대안의 다른 대안에 대한 상대적 선택확률은 선택 가능한 다른 제3의 대안의 존재여부에 영향을 받지 않는다는 것으로 로짓모형의 한계로 알려져 있다(윤대식, 2001).

되면, 무리하게 걸어서 다니는 일이 없어지게 되므로 신체적인 피로도가 경감되고, 보행자 사고도 줄어들게 되어 삶의 질이 개선되는 효과를 가져온다고 볼 수 있다.

한편, 본 연구는 다항로짓모형을 활용함으로써 IIA 문제를 극복할 수 없는 한계를 갖고 있다. 향후 연구에서는 IIA 문제를 극복하기 위해 네스티드 로짓모형을 활용하는 시도가 요망된다.

참고문헌

- 윤대식(2001), 『교통수요분석』, 서울: 박영사.
- 조남건(2001), 『고령화에 따른 통행특성 조사연구』, 국토연 2001-25, 안양: 국토연구원.
- 交通工學研究會(1993), 『やさしい非集計分析』, 東京: 三美印刷株式會社
- 近藤勝直(1987), 『交通行動分析』, 京都: 晃洋書房.
- 櫛崎雄之(2000), 『図解 高齢者・障害者を考えた建築設計』, 東京: 井上書院.
- 佐野紳也(1989), 『質的選択分析-理論と応用』, 東京: 三菱経済研究所.
- 土木学会(1995), 『非集計行動モデルの理論と実際』, 東京: 丸善(株).
- Cole, S.(1987), *Applied Transport Economics*, London: Kogan Press.
- U.S. DOT (1994), *The Effects of Age on the Driving Habits of the Elderly: Evidence from the 1990 National Personal Transportation Study*, U.S. DOT
- ECMT (2000), *Transport and Ageing of the Population*, Report of the Hundred and Twelfth Round Table on Transport Economics, held in Paris on 19th-20th November 1998, Economic Research Centre, Paris: ECMT
- Evans(1999), "Influence on Mobility Among Non-Driving Older Americans", *Transportation Research Circular E-C026*. in TRB Conference on Personal Travel; The Long and Short of It, 6.28 - 7.1, 1999.
- Gillingwater, David and Sutton, John ed.(1995), *Community Transport Policy, Planning, Practice*, Gordon and Breach Publishers.
- Hjorthol, Randi, Fridulv Sagberg(1998), "Norway", in ECMT(2000), *Transport and Ageing of the Population*, Economic Research Center, Paris: ECMT pp. 177-209.
- Hu, Patricia and Young, Jennifer (1999), *Summary of Travel Trends 1995 Nationwide Personal Transportation Survey*, U.S. DOT. Federal Highway Administration.
- OECD (2001), *Ageing and Transport : Mobility Needs and Safety Issues*, Paris: OECD.
- Ortúzar, J. de D. and Willumsen, L. G.(1994) *Modelling Transport*, 2nd Ed., Chichester, England: John Wiley & Sons.
- Sirén, A, Satu Heikkinen, Liisa Hakamies Blomquist(2001), *Old Female Road Users: Ariview*, VTI rapport 467A · 2001, Linköping, Sweden: Swedish National Road and Transport Research Institute.
- Stem, Steven(1991), "A Disaggregate Discrete Choice Model of Transportation Demand By Elderly and Disabled People in Rural Virginia", *Transportation Research A*, Vol 27A, No. 4, pp. 315-327.
- Sutton, J.(1995), "Travel Choice and the Mobility Handicapped", in Gillingwater, D and Sutton, J.(1995). pp. 45-63, *Community Transport Policy, Planning, Practice*, Gordon and Breach Publishers.
- Tacken, M. (1998) "Mobility of the Elderly in Time and Space in the Netherlands : An Analysis of the Dutch National Travel Survey", *Transportation* 25, pp. 379-393.

Mode Choice Factors of the Elderly

Nam-Geon Cho(Research Fellow, KRIHS), Dae-Sic Yun(Professor, Yeungnam University)

Abstract

Korea has been entering the ageing society as the population of age over 65 shared 7.2% since 2001. The most urgent issue on the ageing society in Korea is that the speed to entering into the high ageing society is estimated the fastest in the world. It would take 7 years from the ageing society to the high ageing society, which is faster than the period of Japan. The purpose of this study is to find out which factors affect the travel mode choice of the elderly.

Multinomial logit model is used to find which factors are able to explain the mode choice of the older people. The pooled model with 711 samples was gathered at Seoul, Gwachon cities and Daegu city for people over 50 years old. The pooled model coefficients were estimated using the explaining variables, such as access time and cost, main travel time and cost, egress time and cost variables with regional dummy variable. In order to find the differences between the age groups and the survey regions the pooled model was segmented as two parts of 50-64 years old and over 65 years old as well as Seoul and Gwachon cities and Daegu city.

The model for the over 65 years old showed that older people did not consider time variable significantly when choosing a mode, since the *t*-value of main travel time variable was low at the 5% level of significance.

The test results indicated that older people tends to prefer to choose his/her mode by considering the travel cost rather than the travel time. Most *t*-values for the estimated parameters was stable at the 5% level of significance. The likelihood ratio index of the model (ρ^2) was robust since its value was 0.39 which was known to an excellent value between 0.2 and 0.4.

However, this study did not consider jobs or trip purpose when choosing a travel mode by the elderly due to the sample size. These factors which are considered as major factors of mode choice have to be applied in the future study.