

시장분할 기법을 이용한 통행시간가치 산정에 관한 연구
- 수도권 지역의 승용차 운전자를 중심으로 -
The Estimation of the Value of Travel Time Through Market Segmentation
- Focusing on Car Drivers of Seoul Metropolitan Area -

이훈기 국토연구원 책임연구원
고용석 국토연구원 연구원
임영태 국토연구원 책임연구원
김태희 국토연구원 전문위원
양인석 국토연구원 연구원

※ 주요단어 : 시장분할, 유료도로, 통행시간가치, SP조사

목 차

- I. 서 론
- II. 이론적 고찰
 - 1. 기존 이론 고찰
 - 1) 시간할당이론
 - 2) 확률효용이론
 - 2. 시장분할의 필요성
- III. 시장분할계층별 통행시간가치 산출
 - 1. SP조사개요 및 기초분석
 - 1) 조사개요
 - 2) 기초자료 분석
 - 2. 시장분할에 따른 통행시간가치 산출
 - 1) 시장분할 계층 설정
 - 2) 모형의 설정
 - 3) 시장분할 계층별 통행시간가치
- IV. 결론 및 정책적 시사점

I. 서론

통행시간가치(VOT : Value of Travel Time)란 교통서비스를 이용하는 사람이 통행할 때, 통행시간 단축을 위하여 지불하고자 하는 금전적 가치(Willingness to pay)를 의미한다. 유한한 자원인 시간은 일반 경제재와는 달리 다른 사람에게 양도하거나 저장할 수 없으며, 시간에 대한 시장가격은 존재하지 않으므로 모든 사람은 자신의 시간을 사회·경제 활동에 투입하여 자신의 효용을 극대화하고자 한다.

통행시간가치는 교통수요예측시 수단분담 및 노선배정에 중요한 요인으로 작용을 하고 있으며, 투자사업의 경제성 평가에도 가장 중요한 요소로 이용되고 있다. 국내외 사례를 살펴보면, 도로투자사업의 경우 발생하는 직접편익 중 상당부분(30 ~ 80%)이 통행시간 절감편익인 것으로 나타나고 있다. 그러므로 통행시간가치는 사업의 추진여부를 결정하는 초기단계의 결정인자가 되고 있으며, 각종 사업 평가의 신뢰성을 확보하기 위해서는 합리적인 통행시간가치가 필수적이라 할 수 있다.

현재 우리나라에서는 전국적으로 획일적인 통행시간가치를 적용하여 교통수요예측과 사업의 평가를 시행하고 있다.¹⁾ 하지만 SOC시설의 민간투자사업이 확대되면서 수요예측량의 신뢰성 제고와 경제성분석의 합리성에 대한 요구가 높아지고, 획일적인 통행시간가치 적용에 대한 의문이 제기되고 있다. 통행시간가치는 통행의 목적과 지역적 여건, 통행특성 등 다양한 요인의 영향을 받지만 현재 사용되고 있는 통행시간가치는 이러한 현실적인 요인을 반영하지 못할 뿐만 아니라 지속적인 갱신(Update)이 시행되고 있지 못하기 때문이다.

이에 본 연구에서는 수도권 지역의 승용차 운전자를 대상으로 시장분할기법을 적용하여 통행시간가치에 영향을 미치는 다면적 요인을 규명하고 이에 따른 정책적 시사점을 제시하고자 한다. II장에서는 이론적 고찰을 통해 시장분할분석의 필요성을 제시하고, III장에서는 SP조사의 설계방법과 시장분할분석을 통한 통행시간가치 산출결과를 제시하며, IV장에서는 본 연구결과의 결론과 정책적 시사점을 정리한다.

II. 이론적 고찰

1. 기존 이론 고찰

鈴木, 原田, 太田(1987)은 Hensher(1976)와 靑山(1981)가 제시한 통행시간가치 산정방법을 자원가치와 행동가치로 재분류하고 있다. 자원가치는 시간절감이 사회전체에 미치는 편익에 중점을 두고 있으며 행동가치는 이용자의 지불의사에 중점을 두고 있다. 자원가치는 통행자의 단위업무시간당 한계임금을 통행시간가치로 산정

1) 도로투자사업 평가 시 “도로부문사업의 예비타당성 조사표준지침연구(KDI, 2001)”나 “공공교통시설 개발사업에 관한 투자평가지침(건설교통부, 2002)”에서 제시한 통행시간가치를 적용하고 있음.

하는 방법인 노동시간과 여가시간의 할당이론에 기초하고 있으며, 행동가치는 통행 수단 혹은 경로선택에 관련한 행태모형으로부터 통행시간과 통행경비를 변수로 하는 효용함수를 산출하고 변수간의 한계대체율로 통행시간가치를 산정하는 방법인 확률효용이론(random utility theory)에 기초하고 있다. 시간할당문제를 다루는 미시 경제는 시간가치에 대한 명확한 이론적 근거를 제시하고 있지만 정성적 분석에 그쳐 정량적 분석을 위한 도구로 발전하지 못했다는 문제점이 있다. 반면 확률효용이론은 통행시간가치 산정을 위한 정량적 분석도구로 활용되고 있지만 이론적 근거가 미약하다는 문제점을 안고 있다(日本交通政策研究會(1987)). 따라서 이 장에서는 시간할당이론과 효용확률이론의 연관성을 살펴보고 이에 기초하여 시장분할분석의 필요성을 제시한다.

1) 시간할당이론

DeSerpa(1971)는 한 개인의 효용(U)은 재화(x)벡터와 다양한 활동에 이용되는 시간(t)벡터, 다양한 활동중 노동에 할애되는 시간(t_w)에 의존한다고 가정하고 있다. 효용은 다음과 같은 제약조건 하에 최대화된다. 첫째는 예산제약이다. 즉 재화의 가격(p)과 재화의 양(x)에 의해 결정되는 지출액은 임금률(w)과 노동시간(t_w)에 의해 얻어지는 소득($w t_w$)과 그 외의 소득(y)의 합을 초과할 수 없다. 둘째는 시간제약이다. 모든 활동에 이용되는 시간은 이용가능한 시간(T)과 동일해야 한다. 셋째는 노동시간에 대한 제약이다. 노동시간은 최저투입시간(t_w^m)을 필요로 한다는 가정에 입각하고 있는데 노동시간을 제약 없이 변경할 수 있다는 가정은 비현실적이기 때문에 최저투입시간을 도입한 것이라 볼 수 있다. 단 최저투입시간은 0이 되는 경우도 존재한다. 마지막으로 노동 외의 활동시간에 대한 제약으로 활동에 이용되는 시간은 최소필요시간(t_i^m)을 필요로 한다는 것이다. 노동시간의 경우와 마찬가지로 최소필요시간은 0이 되는 경우도 존재한다. 이상의 내용을 정리하면

$$\text{Max } U(x_1, x_2, \dots, x_m, t_1, t_2, \dots, t_n, t_w) \quad (2.1)$$

$$w t_w + y \geq p x \quad [\lambda]$$

$$T \geq \sum t_i + t_w \quad [\mu]$$

$$t_w \geq t_w^m \quad [\phi]$$

$$t_i \geq t_i^m \quad [\psi_i]$$

와 같이 되며 x, t, t_w 에 대한 라그랑지 함수로 풀 수 있다. DeSerpa는 이러한 수식을 이용하여 활동 j 의 시간요소에 대한 한계시간가치($\frac{\Psi_j}{\lambda}$) 식을 도출하였다.

$$\frac{\Psi_j}{\lambda} = w + \frac{\frac{\partial U}{\partial t_w}}{\lambda} - \frac{\frac{\partial U}{\partial t_j}}{\lambda} + \frac{\phi}{\lambda} \quad (2.2)$$

여기서 첫째 항과 둘째 항은 노동시간에 투입할 경우에 대한 통행시간의 기회비용을, 셋째 항은 이동하는데 시간을 소비했을 경우의 직접적 효용의 손실을 의미한다. 넷째 항은 여가의 양을 제한하고 그 가치를 증가시키는 구속적인 노동시간제약에 대한 효과를 의미하는데 대부분의 이론이 노동시간의 제약을 받지 않는다고 가정하고 있기 때문에 넷째 항은 0으로 볼 수 있다. 시간가치와 임금이 동일하다는 한계임금률법의 가정은 우변의 우측 3항의 합이 0일 경우 성립한다. 앞의 식(2.2)은 이동시간보다 노동시간을 선호할 경우 시간가치는 임금을보다 높고 반대의 경우 시간가치는 임금을보다 낮은 결과를 보이고 있어 통행자의 개인속성과 통행속성에 의해 시간가치가 변화할 수 있음을 시사하고 있다.

2) 확률효용이론

확률효용이론에서는 선택안의 효용함수 (U_i)를 관측 가능한 부분 (V_i)과 관측이 불가능한 부분 (ε_i)으로 나누어 식(2.3)과 같이 표현하고 있다.

$$U_i = V_i + \varepsilon_i \quad (2.3)$$

여기서 ε_i 은 오차항이며 효용함수에 확률적 요소를 도입할 수 있는 근거가 되며, V_i 는 여러 형태의 함수형태를 가정할 수 있지만 통상적으로 선택안 i 의 특성 (X_i)을 설명변수로 하는 식(2.4)과 같은 선형식을 가정하고 있다.

$$V_i = \sum \theta_k X_{ik} \quad (2.4)$$

그러나 이러한 가정은 종종 경제학자의 비판을 받는 요인이 되기도 하는데, 왜냐하면 이론적 기초를 갖고 있지 않은 행동방정식으로부터 단순히 면접조사를 통해 얻은 표본으로 계수를 추정하며, 이로부터 시간가치를 추정하기 때문에 계량경제학의 방법론에 위배된다는 것이 그 이유이다(Small(1978)).

그러나 DeSerpa의 시간할당이론에 근거하여 확률효용이론의 정당성을 설명할 수 있다(MVA et. al. (1987)). q 를 일반 활동에 소요되는 시간으로, t_i 와 c_i 를 대체하여 상호배타적인 선택안 $i(1 \dots n)$ 의 시간과 비용으로, δ_i 를 어느 선택안을 선택할 것인지를 나타내는 더미로 가정하여 식(2.1)을 단순화하면 식(2.5)과 같이 된다.

$$\text{Max } U(x, q, t_1, \dots, t_n) \quad (2.5)$$

$$y \geq px + \sum \delta_i c_i \quad [\lambda]$$

$$T \geq q + \sum \delta_i t_i \quad [\mu]$$

$$t_i \geq t_i^m \quad [\psi_i]$$

이를 직접근사법으로 효용함수의 값을 표현하면 식(2.6)과 같이 되며,

$$U \sim a + \frac{\partial U}{\partial x} x + \frac{\partial U}{\partial q} q + \sum \frac{\partial U}{\partial t_i} t_i \quad (2.6)$$

이 효용함수를 최대화하기 위해 라그랑지 함수의 1차 조건을 대입하면 식(2.7)을 얻게 되고,

$$U \sim a + \lambda px + \mu q + \sum \delta_i (\mu - \psi_i) t_i \quad (2.7)$$

여기에 총시간과 화폐제약을 대입하면 식(2.8)과 같이 변형된다.

$$U \sim a + \lambda(y - \sum \delta_i c_i) + \mu T - \sum \delta_i \psi_i t_i \quad (2.8)$$

결국, 선택안 i 가 선택되는 조건부 효용함수는 식(2.9)과 같이 되는데

$$U \sim a + \lambda(y - c_i) + \mu T - \psi_i t_i \quad (2.9)$$

여기서 우변의 $a, \lambda y, \mu T$ 는 선택안과 독립이기 때문에 생략이 가능하여 식(2.10)과 같이 확률효용함수의 가장 간단한 함수형태를 도출할 수 있게 되는 것이다.

$$V_i = \lambda c_i - \psi_i t_i \quad (2.10)$$

따라서 시간가치는 λ 와 ψ_i 의 비로 산출이 가능하다. 물론 이와 같은 가정에는 몇가지 문제점이 있지만 확률효용이론의 행태모형을 활용하여 통행시간가치를 산정하는 것에 대한 정당성을 제공할 수 있다.

2. 시장분할의 필요성

식(2.10)에서 모형을 표본모집단에 적용할 경우, 개인의 기호나 시간과 화폐의 제약으로 계수 λ 와 ψ_i 는 대상으로 하는 개인에 따라 변화할 수 있다는 것이다. 이는 다양한 요인들이 계수 λ 와 ψ_i 에 영향을 줄 수 있음을 말해주고 있으며 특히 통행시간에 영향을 미치는 몇가지 요인에 대해 정리하면 다음과 같다.

첫째로 소득수준에 관해서는 DeSerpa(1971)가 시간이 자원이라는 전제하에 노동시간과 여가시간의 할당문제에서 통행시간가치를 산출하고 있으며 개인 혹은 가구의 소득수준이 통행시간가치에 영향을 줄 수 있음을 지적하고 있다. 또한 실증적 분석사례에서도 소득수준이 증가함에 따라 통행시간가치가 증가하는 경향을 보이고 있다(강동진(1998), MVA, et. al.(1987), AMR & Hague(1994)).

둘째, 통행목적에 있어서는 DeSerpa(1971)가 제시한 시간가치이론에서 통행의 쾌적성에 따라 통행시간가치가 변화할 수 있음을 시사하고 있으며 목적지에서의 도착시간이 정해져 있는 경우에는 비효율이 증가하여 통행시간가치가 증가할 수 있다. 출근통행은 시간적 제약을 받고 쾌적성 및 혼잡등 서비스 수준이 열악하여 비업무통행에 비해 상대적으로 시간가치가 높을 수 있다. 실증적 분석사례에서는 출근통행의 시간가치가 비업무통행의 시간가치보다 낮게 분석된 사례도 있으나

(MVA, et. al.(1987), 鈴木(1987)), 영국에서는 출근통행의 시간가치가 비업무통행의 시간가치보다 높은 값을 권고치로 제시하고 있다(Mackie(2003)). 통상적으로 사업평가지침에서는 업무통행과 비업무통행에 대해서만 통행시간가치를 제시하고 있으나 업무통행, 출근통행, 비업무통행으로 세분화하여 통행시간가치를 제시할 필요성이 발생하고 있다.

셋째로는 통행거리인데, 이산선택모형에 적용되는 간접효용함수에서는 효용함수를 선형성으로 가정하여 통행시간가치를 산출하고 있지만 효용함수가 비선형성일 경우 통행거리나 통행시간의 절감량등에 따라 시간가치가 변할 수 있다. 영국(AMR & Hague(1994))과 노르웨이(Ramjerd(1997))의 분석사례에서는 통행거리(정확히는 통행시간거리)가 증가함에 따라 통행시간가치도 증가하는 경향을 보이고 있다. 건설교통부가 ‘공공교통시설개발사업에 관한 투자평가지침(2002)’에서 제시하고 있는 통행시간가치는 50km이상의 통행을 대상으로 하고 있지만²⁾ 통행거리에 따라 통행시간가치가 변화할 수 있다는 점에 유의할 필요성이 있다.

넷째는 시간절감/손실에 있어서는 AMR & Hague(1994)의 사례분석에서는 동일한 10분이라도 시간절감(time saving)과 시간손실(time loss)에 따라 통행시간가치가 상이할 수 있음을 지적하고 있는 반면 Mackie(2003)는 시간절감과 시간손실에 따라 통행시간가치가 상이할 수 있다는 지적을 부정하고 있다.

그 밖에 기타요인으로서 통행시간가치는 도로유형별로 혹은 지역특성별로 상이할 수 있지만 도로를 이용하는 이용자 속성이나 통행특성에 더 큰 영향을 받고 있는 것으로 분석되고 있으며(AMR & Hague(1994)), 동승자보다는 운전자의 통행시간가치가 높고, 실업자 혹은 퇴직자의 통행시간가치가 직업을 갖고 있는 사람에 비해 크게 낮은 것으로 나타나고 있다(Mackie(2003)).

이상의 사례를 바탕으로 볼 때 통행시간가치에 영향을 주는 요인분석을 위한 유용한 방법은 시장분할(market segmentation)을 통한 분석이며, 본 연구에서도 이러한 시장분할기법을 통해 통행시간가치를 산출하고자 하였다. 시장분할분석의 가장 단순한 방법이 각각의 동질집단별로 모형을 추정하는 것이지만 이는 필요로 하는 표본을 고려할 때 비합리적일 수 있고, 계수의 유의성에도 유해한 영향을 미칠 수 있다. 하지만 이러한 문제는 더미변수를 이용함으로써 극복할 수 있는데 예로서 j 개의 시장분할계층이 존재한다면 j 개의 더미변수(δ_{jk})를 적용할 수 있으며, k 가 j 와 동일할 때 1이 된다. 따라서 더미변수를 식(2.10)에 대입하면 효용함수는 식(2.11)과 같이 변형될 수 있다.

$$V_k = - \sum (\lambda_j \delta_{jk} c_k) - \psi t_k \quad (2.11)$$

2) 조남건(2001)에 기초하고 있음

이 효용함수를 적용하여 모형을 추정하면 시장분할계층별 비용계수를 얻게 되는데 이로부터 시장분할계층별 시간가치를 산출할 수 있는 것이다.

III. 시장분할계층별 통행시간가치 산출

1. SP조사개요 및 기초분석

1) 조사개요

본 연구의 조사지점은 수도권 지역 및 유료도로인 천안-논산고속도로, 경부-호남고속도로, 무료도로인 국도23호 일대에서 시행하였다. 위의 지점을 선정한 이유는 수도권 지역은 민간자본투자 방식의 도로사업이 집중되어 있으며 중단거리 통행의 통행시간가치를 산정하여 장거리통행의 통행시간가치와의 비교가 가능하기 때문이다. 한편 천안-논산고속도로는 2002년 12월에 개통된 민간자본투자사업방식에 의한 도로로서 장거리통행의 통행시간가치를 산정하여 도로투자분석을 위한 기존의 통행시간가치와의 직접적인 비교가 가능하다.

본 연구에서는 SP자료를 활용하여 통행시간가치 산출모형을 구축하였다. SP자료는 응답자의 선호의식을 이용하기 때문에 바이어스가 유발될 수 있는 점을 감안하여 본 연구에서는 그래프를 이용한 시각적 효과를 활용한 SP실험을 실시하였다.(<그림 3-1> 참조) 이러한 기본방향하에 본 연구에서는 경로선택에 대한 SP조사를 설계하여 기존경로와 대체경로의 통행시간과 통행비용을 제시하여 선택의향을 질문하였다. 조사항목으로는 통행경로, 목적, 동승자, 통행료, 비용부담주체, 소요시간, 노선선택시 우선순위 등의 개인통행속성에 관한 사항과 성별, 연령, 소득, 차량보유, 직업 등의 개인인적사항, 통행시간과 비용의 변화에 따른 노선선택의 SP조사로 구성하였다.



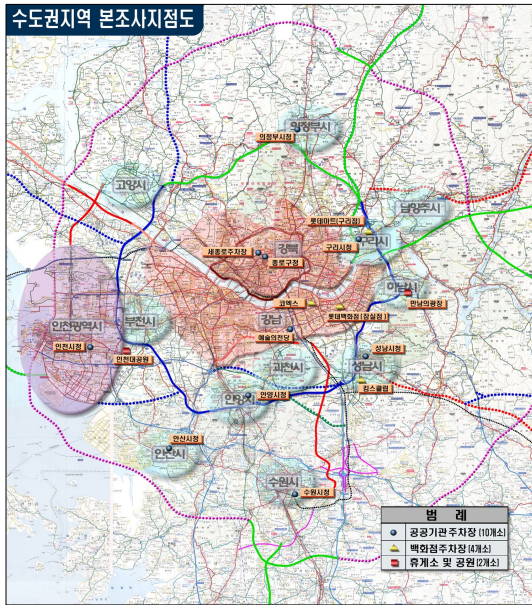
<그림 3-1> 본 연구에서의 SP 실험

수도권 지역과 사례지역(천안-논산고속도로일대)³⁾의 조사일시, 조사지점등 조사개요는 다음과 같다.

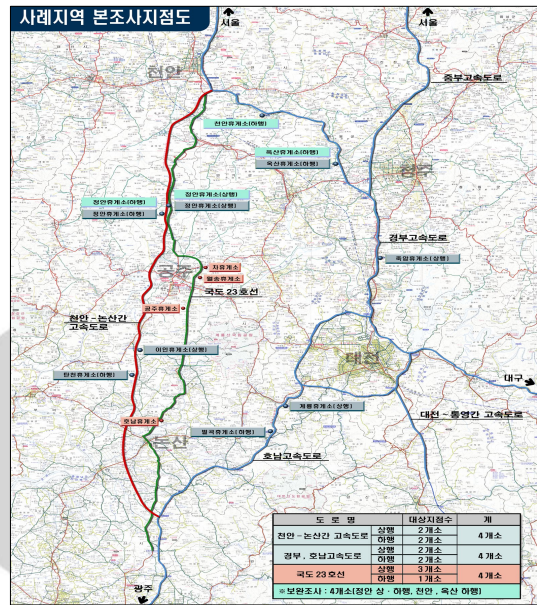
3) 천안-논산고속도로, 경부·호남고속도로, 국도23호 일대를 사례지역이라 한다.

<표 3-1> 조사 개요

구 분	수도권 지역	사례지역
조사일시	· 2003년 7월 23일(수)~7월 25일(금) 3일간 · 2003년 7월 28일(월)~7월 29일(화) 2일간	· 본조사: 2003년 7월 18일(금)~7월 21일(월) 4일간 · 보완조사: 2003년 8월 19일(화) 1일간
목표부수	· 총 3,000부	· 본조사: 총 800부(천안-논산 300, 경부·호남 300, 국도23호 200) · 보완조사: 총 200부(천안-논산 120, 경부·호남 80)
조사지점	· 수도권 일원 17개소 · 관공서 및 대형판매시설 주차장(유료도로 통과지역 포함)	· 본조사: 휴게소 12개소 · 천안~논산, 경부·호남, 국도23호 일대 휴게소 · 보완조사: 유료도로 휴게소 4개소
조사대상, 방법	· 승용차 운전자를 대상으로 교육된 조사원에 의한 1대 1 면접조사	



<그림 3-2> 수도권 지역 조사지점도



<그림 3-3> 사례지역 조사지점도

수도권 지역은 3,000부의 목표부수를 설정하여 약 98.3%에 달하는 2,948부를 조사하였으며 사례지역은 본조사와 보완조사⁴⁾ 각각 800부, 200부의 목표부수중 635부(79.4%), 195부(97.5%)를 조사하여 모두 830부(83.0%)의 자료를 획득하였다. 이는 전체 4,000부 목표부수에 실제로 3,778부를 획득하여 약 94.5%의 달성률을 기록하였다.

<표 3-2> 조사 자료수집현황

(단위: 부, %)

구 분	목표부수(부)	실제부수(부)	달성률(%)	
수도권 지역	3,000	2,948	98.3	
사례지역	유료도로(천안-논산)	420	404	96.2
	재정도로(경부·호남)	380	311	81.8
	무료도로(국도23호)	200	115	57.5
	소 계	1,000	830	83.0
합 계	4,000	3,778	94.5	

수집된 표본자료중 비합리적인 형태(Lexicographic⁵⁾)를 갖는 표본 및 기타 응답

4) 대규모의 본조사 시행이후 본 연구의 과소한 통행목적별, 도로유형별 표본수를 충족시키기 위해 1회에 걸쳐 사례지역에 대해 보완조사를 시행하였다.

을 하지 않은 경우는 통행시간가치 분석과정에서 제외하였다. 자료 검수후 분석에 사용된 유효표본율은 수도권 지역의 경우 약 73%이며 사례지역의 경우 약 81%인 것으로 분석되어 전체적으로는 약 74%의 표본율을 기록하였다.

<표 3-3> 본조사 유효 표본수

(단위 : 부, %)

구 분	수집표본수(부)	유효표본수(부)	유효표본율(%)
수도권 지역	2,948	2,138	72.5
사례지역	830	668	80.5
합 계	3,778	2,806	74.3

본 연구는 수도권 지역 거주자를 대상으로 하고 있기 때문에 사례지역의 경우에는 유효표본수 중 수도권 거주자인 235개의 표본만을 분석대상에 포함시켰다. 결과적으로 수도권 지역의 2,138개의 유효표본과 사례지역의 235개의 유효표본을 기초로 분석하였다.

2) 기초자료 분석

분석대상인 총 2,373개의 자료중 남성은 1,801명(75.9%), 여성은 569명(24.0%), 무응답 3명(0.1%)순이었다. 또한 연령별로는 30대가 905명(38.1%)으로 가장 많았고 40대(633명, 26.7%), 20대(618명, 26.0%), 50대(165명, 7.0%)순이었다.

(1) 통행목적

통행목적은 통행시간거리⁶⁾별과 도로유형별로 구분하면 다음과 같다. 전체적으로는 업무통행이 795개(33.5%)로 가장 많았으며 출근이 765개(32.2%), 여행 및 레저가 275개(11.6%)로 그 다음이었다. 통행시간거리별로 살펴보면 단거리는 출근통행이 42.8%로 가장 많았으며 중·장거리는 업무통행이 가장 많은 것으로 조사되어 통행시간거리별로 통행목적이 상이할 수 있음을 알 수 있었다. 또한 도로유형별로 살펴보면 유료도로는 업무통행(38.6%)이, 무료도로는 출근통행(40.7%)이 가장 많은 것으로 조사되었다. 일상적인 출근목적의 통행은 주로 무료도로를 이용하는 것으로 해석될 수 있다.

5) 통행시간이 절감되는 것은 고려하지 않고 통행비용만의 증가만을 고려한 응답 혹은 통행비용에는 개의치 않고 통행시간만 절약하려는 경우의 응답을 말하는 것으로 이는 설문지상에 그들의 통행시간가치에 해당하는 경계시간가치가 설정되어 있지 않기 때문에 발생할 수 있으며, 비합리적인 응답의 예로서도 해석할 수 있다. 따라서 그들의 정확한 통행시간가치를 추정하기가 불가능하기 때문에 분석대상에서 제외하였다.

6) 통행시간이 30분이하의 통행을 단거리, 30-90분 통행을 중거리, 90분 이상의 통행을 장거리로 정의하였다.

<표 3-4> 본조사 통행목적별 분포

(단위 : 부, %)

구 분	업무	출근	친지방문	여행 및 레저	통학	쇼핑	기타	무응답	합계	
합 계	795 (33.5)	765 (32.2)	183 (7.7)	275 (11.6)	28 (1.2)	147 (6.2)	177 (7.5)	3 (0.1)	2,373 (100.0)	
통행시간거리	단거리	327 (30.4)	460 (42.8)	11 (1.0)	60 (5.6)	14 (1.3)	114 (10.6)	88 (8.2)	2 (0.2)	1,076 (100.0)
	중거리	309 (37.6)	286 (34.8)	41 (5.0)	89 (10.8)	13 (1.6)	28 (3.4)	55 (6.7)	- (-)	821 (100.0)
	장거리	157 (33.5)	16 (3.4)	131 (27.9)	125 (26.7)	- (-)	5 (1.1)	34 (7.2)	1 (0.2)	469 (100.0)
	무응답	2 (28.6)	3 (42.9)	- (-)	1 (14.3)	1 (14.3)	- (-)	- (-)	- (-)	7 (100.0)
도로유형	유료도로	291 (38.6)	106 (14.1)	143 (19.0)	140 (18.6)	9 (1.2)	8 (1.1)	56 (7.4)	1 (0.1)	754 (100.0)
	무료도로	504 (31.1)	659 (40.7)	40 (2.5)	135 (8.3)	19 (1.2)	139 (8.6)	121 (7.5)	2 (0.1)	1,619 (100.0)

(2) 소득수준

소득수준의 분포는 통행시간거리별이나 도로유형별로 별 차이가 없는 구조로 조사되었다. 대개 하(250만원이하)수준이 가장 많은 응답이 있었으며 무응답도 4.2%로 상당히 많이 나온 것으로 소득수준에 대한 것들은 응답하기를 꺼려하는 경향이 있었으며 유료도로가 무료도로에 비해 상(451만원이상)수준의 비율이 약간 우세한 것으로 조사되어 도로유형별로 소득수준이 상이한 것으로 분석되었다.

<표 3-5> 본조사 소득수준별 분포

(단위 : 부, %)

구 분	하 (250만원이하)	중 (251-450만원)	상 (451만원이상)	무응답	합계	
합 계	1,160 (48.9)	869 (36.6)	245 (10.3)	99 (4.2)	2,373 (100.0)	
통행시간거리	단거리	566 (52.6)	392 (36.4)	110 (10.2)	8 (0.7)	1,076 (100.0)
	중거리	415 (50.5)	306 (37.3)	86 (10.5)	14 (1.7)	821 (100.0)
	장거리	174 (37.1)	169 (36.0)	49 (10.4)	77 (16.4)	469 (100.0)
	무응답	- (-)	5 (71.4)	2 (28.6)	- (-)	7 (100.0)
도로유형	유료도로	307 (40.7)	278 (36.9)	84 (11.1)	85 (11.3)	754 (100.0)
	무료도로	853 (52.7)	591 (36.5)	161 (9.9)	14 (0.9)	1,619 (100.0)

2. 시장분할에 따른 통행시간가치 산출

1) 시장분할 계층 설정

제 II 장에서 논의한 통행시간가치의 영향요인을 바탕으로 시장분할계층을 설정하였다. 먼저 소득수준이 통행시간가치에 영향을 준다는 관점에서 수도권 지역과 비수도권 지역과 같이 소득격차가 심한 지역에 동일한 통행시간가치를 적용하면 사업평가 결과의 왜곡을 가져올 수 있으며 유료도로의 특성상 무료도로이용자에 비해 소득수준이 높으므로 통행시간가치 또한 상대적으로 높아질 수 있다. 통행목적중 출근통행은 교통혼잡 및 목적지에서의 시간제약등으로 쾌적성이 저하되어 다른 비

업무통행에 비해 상대적으로 통행시간가치가 높을 수 있다. 현행 지침서에는 비업무통행과 출근통행의 시간가치에 대한 구별이 없으나 차별화된 별도의 검토가 필요할 것이다. 통행거리에 있어서는 유료도로의 경우 중장거리 통행비율이 높기 때문에 무료도로와 비교하여 상대적으로 높은 통행시간가치를 보일 것이다. 시간절감/손실의 관점에서는 수도권 지역과 같이 교통이 혼잡한 지역에서는 지방도시보다는 상대적으로 통행시간가치가 높게 산출될 수 있다.

이와 같은 이유를 토대로 본 연구에서는 주요 가설을 다음과 같이 설정하였고 이에 대한 시장분할(Market Segmentation)을 설정하여 통행시간가치를 산출하고 영향요인에 대한 분석을 실시하였다.

- ① 소득수준에 따라 통행시간가치는 변화한다.
- ② 통행시간거리에 따라 통행시간가치는 변화한다.
- ③ 출근통행의 통행시간가치는 비업무통행의 통행시간가치와 상이하다.
- ④ 시간절감(time saving)과 시간손실(time loss)에 따른 통행시간가치는 상이하다

<표 3-6> 시장분할(Market Segmentation)계층의 개요

구 분	시장분할계층의 분류
통행목적별	· 업무, 출근, 출근외 비업무
통행시간거리별	· 단거리, 중거리, 장거리
소득수준별	· 상(451만원이상), 중(251-450만원), 하(250만원 이하)
시간절감/손실	· 시간절감, 시간손실

2) 모형의 설정

여객 통행시간 가치를 산출하기 위해 본 연구에서는 효용 극대화이론에 바탕을 둔 한계대체율법을 사용하였다. 효용 극대화 이론에서의 개인은 주어진 제약하에서 효용이 가장 큰 대안을 선택하므로, 선택대안(i)의 효용은 다음과 같이 관측 가능한 효용 V_i 와 관측되지 않는 효용(비관측효용) ε_i 으로 구성된다. 비관측효용은 분석가가 관측할 수 없는 오차로서 확률변수로 나타내며 따라서, 효용 U_i 자체도 확률변수가 된다.

$$U_i = V_i + \varepsilon_i \quad (3.1)$$

위와 같은 효용함수를 본 연구에 적용하면 다음과 같이 노선 선택에 영향을 미치는 변수가 통행시간(T), 그리고 비용(C)이라고 가정하는 경우 어떤 개인에 대한 노선 i 의 효용은 다음과 같이 직선식으로 표현될 수 있다.

$$U_i = \theta_t T_i + \theta_c C_i + \varepsilon_i \quad (3.2)$$

여기서 θ_k 는 노선 i 의 효용에 있어서 변수 k 의 가중치이다. θ_t, θ_c 는 음의 부호를 가지게 되는데 이는 노선 i 에 대한 효용이 통행시간, 비용이 증가하면서 감소하기 때문이다. SP 조사를 통해 노선 i 에 대한 통행시간(T), 비용(C)이 주어지면

로 분석가는 노선 i 에 대한 관측효용의 일부분 즉 V_i 을 추정할 수 있다.

한편 V_i 가 추정된다고 하더라도 노선 i 에 대한 총효용은 효용을 구성하는 다른 요소 즉 ε_i 를 고려해야만 정산이 가능하다. 이는 비관측효용에 대한 확률 분포를 고려함으로써 가능해지는데, 만약 비관측효용의 분포가 type I extreme value(Weibull) 분포를 따른다고 하면 선택대안(i)의 확률은 다음과 같은 식으로 간단히 표현될 수 있으며 본 연구에서는 이러한 로짓모형을 사용하였다.

$$\Pr(i) = \frac{e^{v_i}}{\sum_{j \in C} e^{v_j}} \quad (3.3)$$

관측효용에 대한 설명변수의 가중치 θ_k 는 위의 선택모형 및 SP의 선택 결과 자료를 이용하여 추정될 수 있으며 본 연구에서는 범용 소프트웨어인 ALOGIT를 사용하였다.

3) 시장분할 계층별 통행시간가치

(1) 통행목적별 통행시간가치

통행목적별로 산출한 통행시간가치는 <표 3-7>과 같다. 업무통행은 10,138원, 출근통행은 6,580원, 출근을 제외한 비업무통행은 7,054원으로 추정되었다. 이론적 측면에서 출근통행의 시간가치는 비업무통행(출근제외)의 시간가치보다 상대적으로 높게 산출될 것으로 예상하였으나 오히려 낮게 산출되는 결과를 보이고 있다. MVA et. al(1987)과 鈴木(1987)도 비업무통행(출근제외)의 시간가치가 출근통행의 시간가치보다 높은 결과를 보이고 있는데 이는 일상적인 출근통행보다도 비일상적인 비업무통행에서의 시간절감에 대한 지불의사가 상대적으로 높기 때문에 출근통행의 시간가치가 상대적으로 낮게 산출된 것으로 판단된다.

본 연구에서 산출된 통행시간가치를 KDI에서 제시하는 통행시간가치와 비교하면 업무통행의 시간가치는 10,138원으로 KDI의 10,580원과 거의 비슷한 수준에서 추정되고 있으며 비업무통행(출근제외)의 시간가치는 6,509원으로 KDI의 3,460원보다 높게 산출되었다.⁷⁾

<표 3-7> 통행목적별 통행시간가치 산정결과

(단위 : 원/시간)

구 분	업무		출근		출근외 비업무	
	통행비용	통행시간	통행비용	통행시간	통행비용	통행시간
parameter	-0.000284466	-0.048066	-0.000509329	-0.055859	-0.000569432	-0.066949
t-value	-11.4	-8.9	-13.9	-9.3	-19.9	-17.7
통행시간가치	10,138		6,580		7,054	
표본수	6,448		6,276		6,509	

7) 도로부문사업의예비타당성조사표준지침연구, 2001, 한국개발연구원

(2) 통행시간거리별 통행시간가치

업무통행의 경우 통행시간거리별로 8,800~11,000원 사이의 통행시간가치를 보이고 있으며, 비업무통행의 경우 4,300~7,700원 정도의 통행시간가치를 나타내고 있다. 업무, 비업무통행 모두 통행시간이 길어질수록 통행시간가치가 증가하는 경향을 나타내고 있다.

<표 3-8> 통행시간거리별 통행시간가치 산정결과

(단위 : 원/시간)

구 분	업 무					
	장거리(90분이상)		중거리(30-90분)		단거리(30분이하)	
	통행비용	통행시간	통행비용	통행시간	통행비용	통행시간
parameter	-0.0000874807	-0.016956	-0.000401844	-0.068431	-0.00105160	-0.155347
t-value	-2.9	-2.4	-9.7	-7.6	-11.5	-7.9
통행시간가치	11,630		10,218		8,863	
표본수	1,246		2,535		2,651	
구 분	비 업무					
	장거리(90분이상)		중거리(30-90분)		단거리(30분이하)	
	통행비용	통행시간	통행비용	통행시간	통행비용	통행시간
parameter	-0.000468381	-0.060814	-0.000498480	-0.058483	-0.000925661	-0.067632
t-value	-15.0	-14.2	-14.4	-11.0	-14.1	-7.1
통행시간가치	7,790		7,039		4,384	
표본수	2,502		4,148		6,095	

(3) 소득수준별 통행시간가치

업무통행의 경우 9,000~11,700원 정도의 통행시간가치 분포를 보이고 있으며, 비업무통행은 6,500~8,100원 정도로 업무, 비업무통행 모두 소득수준이 높을수록 통행시간가치도 높게 나타나고 있다.

<표 3-9> 소득수준별 통행시간가치 산정결과

(단위 : 원/시간)

구 분	업 무					
	고소득(451만원이상)		중소득(251-450만원)		저소득(250만원이하)	
	통행비용	통행시간	통행비용	통행시간	통행비용	통행시간
parameter	-0.000406121	-0.079634	-0.000409055	-0.070730	-0.000411777	-0.061888
t-value	-4.8	-4.3	-8.5	-6.9	-9.6	-6.9
통행시간가치	11,765		10,375		9,018	
표본수	702		2,208		3,059	
구 분	비 업무					
	고소득(451만원이상)		중소득(251-450만원)		저소득(250만원이하)	
	통행비용	통행시간	통행비용	통행시간	통행비용	통행시간
parameter	-0.000594516	-0.081067	-0.000535572	-0.064335	-0.000562700	-0.061774
t-value	-8.9	-8.4	-15.4	-13.2	-16.8	-13.2
통행시간가치	8,181		7,207		6,587	
표본수	1,302		4,829		6,342	

(4) 도로유형별 통행시간가치

도로유형별 통행시간가치를 살펴보면 업무, 비업무 각각 유료도로는 10,353원, 7,618원, 무료도로는 9,369원, 6,307원으로 유료도로의 통행시간가치가 무료도로의 통행시간가치보다 더 높게 산출되었다.

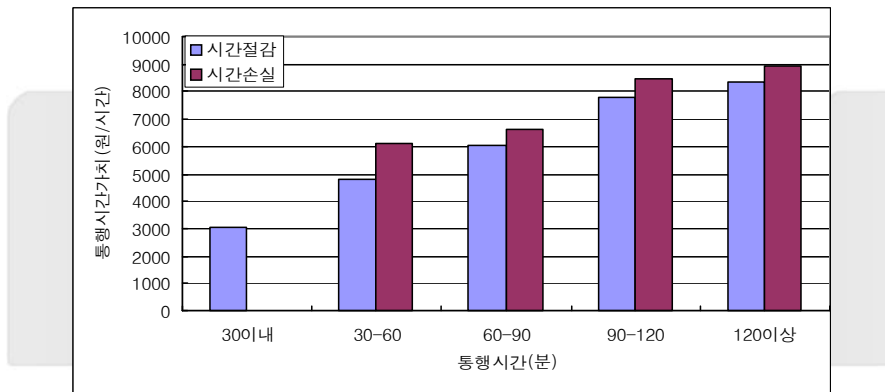
<표 3-10> 도로유형별 통행시간가치 산정결과

(단위 : 원/시간)

구분	업무				비업무			
	유료도로		무료도로		유료도로		무료도로	
	통행비용	통행시간	통행비용	통행시간	통행비용	통행시간	통행비용	통행시간
parameter	-0.000212592	-0.036682	-0.000593592	-0.092690	-0.000477752	-0.060662	-0.000652426	-0.068586
t-value	-6.2	-5.0	-12.5	-9.3	-15.6	-14.2	-18.8	-13.5
통행시간가치	10,353		9,369		7,618		6,307	
표본수	1,988		4,108		3,407		9,042	

(5) 시간 절감 및 손실에 따른 통행시간가치

통행시간이 길어질수록 절감하는 시간에 대해 통행시간가치를 높게 부여하는 현상이 나타난다. 손실되는 시간에 대해서도 통행시간이 증가할수록 통행시간가치를 높게 부여하는 현상이 나타나고 있으나 30분 이내 통행의 경우 통행시간에는 큰 의미를 부여하지 않는 것으로 나타났다. 또한 통행시간이 증가하는 경우 모두 시간손실의 통행시간가치가 시간절감의 통행시간가치보다 큰 것으로 분석되었다.



<그림 3-4> 시간절감/손실별 통행시간가치

IV. 결론 및 정책적 시사점

본 연구에서는 시장분할 기법을 이용하여 승용차 운전자를 대상으로 다양한 영향요인별 통행시간가치를 산출하였다. 먼저 시간할당이론과 확률효용이론의 연관성을 살펴봄으로써 이론적 측면에서 시장분할분석의 필요성을 제시하였다. 또한 국내외 사례분석을 통해서 통행시간가치의 영향요인의 논점을 정리하고, 수도권 지역과 천안-논산 고속도로 일대에서 수집한 SP자료에 기초하여 소득수준, 통행시간거리, 통행목적, 시간절감/손실 등 다양한 시장분할로 통행시간가치를 산출하고 그 영향을 분석하였다. 시장분할계층별 통행시간가치 산출결과, 통행시간거리가 증가할수록, 소득수준이 높아질수록 통행시간가치도 증가하는 경향을 보이고 있으며, 시간절감보다 시간손실에 대한 통행시간가치가 높은 것으로 분석되었다. 반면 비업무통행(출근통행)에 비해 상대적 통행시간가치가 높을 것으로 예상되었던 출근통행의 시간가

치는 비업무통행(출근제외)보다 낮게 분석되어 비업무통행을 출근통행과 그 외의 비업무통행으로 차별화해야 하는 당위성을 제시하기는 곤란한 것으로 판단되었다.

본 연구는 시장분할에 따른 통행시간가치의 영향요인에 대한 분석에 중점을 두고 있다. 하지만 이를 사업평가에 적용하기 위해서는 지역 및 통행특성을 반영한 구체적인 통행시간가치의 활용방법과 교통 SOC투자사업에의 적용방안에 대한 별도의 향후 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 건설교통부. 2002. 공공교통시설개발사업에 관한 투자평가지침. 서울 : 건설교통부.
2. 한국개발연구원. 2001. 도로부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제3판). 서울 : 한국개발연구원.
3. 강동진. 1998. “로짓모형에 의한 통행시간가치 산정 및 특성에 관한 연구”. 한양대학교 석사논문.
4. 조남건. 2001. “우리나라 지역간 통행의 시간가치 산출연구”, 국토연구 제31권 : pp 25-38.
5. 青山吉隆, 西岡敬治. 1981. 交通計劃における時間價值研究の系譜. 高速道路と自動車. 第24卷. 第4號.
6. 日本交通政策研究會. 1987. 時間價值の理論とその計測手法.
7. 鈴木 聰. 原田 昇. 太田勝敏. 1987. 道路計畫における時間評價値に関する研究. 高速道路と自動車, 第30卷, 第10號.
8. 運輸政策研究機構. 1599. 鐵道プロジェクト費用效果分析 マニュアル 99”. 東京 : 運輸省鐵道局.
9. ARM and Hague. 1994. “The Value of Travel Time on UK Roads”. DOT.
10. DeSerpa A.J. 1971. “A Theory of the Economics of Time”. Economic Journal Vol 81. pp 828-846.
11. Hensher, D.A. 1976. “Review of Studies Leading to Existing Value of Travel Time”, Transportation Research Record 587.
12. Mackie P.J. et. al. 2003. Values of Travel Time Savings in the UK. London : Leed Univ.
13. MVA et. al. 1987. The Value of Travel Time Savings. Policy Journals.
14. Ramjerd, F., Rand, L., Saetermo I.F. and Saelensminde K. 1997. The Norwegian Value of Time Study. TOI Report.
15. Small, K.A. 1978. “Studies of the Value of Travel Time Savings: A Comment”. Journal of Transport Economics and Policy. Vol 12.
16. Small, K.A. 1992. Urban Transportation Economics. Harwood Academic Publishers GmbH.

ABSTRACT

The Estimating the Value of Travel Time Through Market Segmentation - Focusing on Car Drivers of Seoul Metropolitan Area -

Hun-Ki Lee · Yong-Seok Ko · Young-Tae Lim · Tae-Hee Kim · In-Seok Yang

※ Keywords : Market Segmentation, SP survey, Toll Road, Value of Travel Time

In Korea, even though various factors have influence on the value of travel time, the guideline for road project appraisal doesn't take into account those factors and could bring distorted results. In this context, this paper aims to identify influencing factors on the value of travel time and to propose efficient and adequate standards for the value of travel time on road project appraisal.

In order to identify influencing factors on the value of travel time, interview surveys were carried out on the Cheonan-Nonsan expressway, which was the second road project initiated by private financing in Korea, as well as for the metropolitan area. SP(Stated Preference) data obtained through these interview surveys enabled an estimate of discrete choice models according to market segmentation, which made it possible to identify influencing factors on the value of travel time, and proposed the value of travel time for car users.

The results reveal that the values of travel time for toll road users and capital area residents are relatively higher than those of free road users and non-capital area residents. In this study, it was analyzed that income level, length of travel time and time saving/loss were key factors with impact on the value of travel time.

It may be recommendable that the discriminated value of travel time reflecting travelers' behavior and location characteristics should be fully exploited for road projects.