

# 통행거리에 따른 유류비를 반영한 경로선택모형 개발

## A Route Choice Model with Considering Fuel Cost by Travel Distance

박보라\* · 이재영\*\* · 최기주\*\*\* · 송필용\*\*\*\*  
Park, Bora · Lee, Jaeyoung · Choi, Keechoo · Song, Pilyong

### Abstract

In this study, the value of travel time was estimated with reflecting the fuel cost according to travel distance. The main objective of this study is whether the addition of the fuel cost as a factor for route choice behavior is appropriate or not, through the stated preference survey. The route choice model was developed using SP survey technique with the consideration of level difference and the value of travel time, toll and fuel costs. Consequently, the fuel cost is identified as a main factor like travel time and toll cost in choosing routes from drivers' viewpoints. Nevertheless, since toll costs are recognized as out-of-pocket expenses whereas fuel costs as periodical expenses, it seems drivers are more sensitive to toll than fuel costs.

**Keywords** : fuel costs, route choice, stated preference, logit model

### 요 지

본 연구는 거리에 따른 유류비를 고려하여 시간가치를 산정하고, SP 조사를 통해 경로선택 시 통행시간, 통행요금과 함께 거리에 대한 유류비를 반영함이 타당한지 분석하는 것을 목적으로 하였다. 수준 차이를 고려한 SP 조사설계기법을 이용하여 SP 자료를 구축하여 분석하였으며, 통행시간, 통행요금 및 유류비에 대한 가치를 추정하기 위한 모형식을 구축하였다. 모형 추정 결과, 경로선택 시 통행요금과 함께 유류비 역시 운전자의 경로선택에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 경로선택에 있어 통행요금이 유류비에 비해 더 큰 것으로 나타났는데, 이는 통행요금이 현금지불경비(out-of-pocket expenses)인 반면 유류비 지출은 주기적이라는 특성 때문에 유류비가 통행요금에 비해 덜 민감하게 나타난 것으로 보인다.

**핵심용어** : 유류비, 경로선택, SP조사, 로짓 모형

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

현재 일반적으로 사용되는 교통수요분석 모형은 통행발생, 통행분포, 수단분담, 통행배정의 4단계 모형이다. 이 중 마지막 단계인 통행배정 단계는 주어진 기중점간 trip을 실제 네트워크상에 배정하여 각 도로의 구간별 통행량과 통행시간을 예측하는 과정이다. 이 과정에서 구간별 통행량을 결정짓는 요인은 통행시간과 비용이다. 여기서 비용이란 도로를 이용하는 운전자들이 지불해야 하는 통행요금(toll)을 가리킨다. 현재 한국예비타당성조사 지침 상에서는 편의 산정과정에서 유류비 절감 편익을 반영하고 있는데 비해 통행 배정 단계에서는 식 (1)과 같이 통행시간과 통행요금만을 고려하여 통행 수요를 추정하고 있다.

### 일반화비용

$$T = T_0[1 + \alpha(V/C)^\beta] + \text{구간거리} \times \text{가중치} \quad (1)$$

$T$  : 링크 통행시간(일반화비용, 분)

$T_0$  : 링크 자유통행시간(시간비용, 분)

$V$  : 링크 교통량(PCU/시)

$C$  : 링크 용량(PCU/시)

$\alpha, \beta$  : 파라미터

가중치 : (통행요금/km)/[차종별 시간가치]

최근 유가 급등으로 유류비에 대한 사람들의 인식에 변화가 생기기 시작하면서 유류비 역시 통행패턴에 영향을 주는 중요한 요인으로 작용하고 있다. 이는 통행요금(toll)뿐만 아니라, 통행 시 소요되는 유류비가 통행요금 못지않게 사람들의 경로선택에 영향을 줄 수 있다는 것을 의미한다.

현재 통행배정 시 사용자균형 모형이 사용되고 있는데, 사용자균형(user equilibrium, UE)은 Wardrop(1952)이 제

\*아주대학교 건설교통공학과 석사과정 · 공학사 (E-mail : jsmz20@ajou.ac.kr)

\*\*정회원 · 아주대학교 교통연구센터 전임연구원 · 공학석사 (E-mail : jaeyoung@ajou.ac.kr)

\*\*\*정회원 · 교신저자 · 아주대학교 환경건설교통공학과 교수 · 공학박사 (E-mail : keechoo@ajou.ac.kr)

\*\*\*\*정회원 · 한국도로공사 초장대교량사업단 단장 · 공학석사 (E-mail : songpy@ex.co.kr)

시한 경로선택 원리로 통행자들이 자신의 경로를 선택할 때 궁극적으로 자신의 통행비용을 더 이상 줄일 수 없는 균형 상태에 도달한다는 개념이다. 이는 모든 통행자가 동일한 통행특성 및 교통상황에 대한 완전한 정보를 가지고 있다고 가정한다.

따라서 본 연구에서는 거리에 따른 유류비를 고려하여 시간가치를 산정하고, SP 조사를 실시하여 경로선택 시 통행 시간 및 통행요금과 함께 거리에 대한 유류비를 반영함이 타당한지를 분석하였다. 마지막으로 통행배정 단계에서 유류비를 고려하는 방안을 모색해본다.

### 1.2. 기존 연구 고찰

이인원(1989)의 연구에서는 교통시간의 수요탄력도 측면에서 볼 때 노선선택이 교통수단 선택의 경우보다 훨씬 민감하다는 분석을 했으며, 분석대상 지역의 크기가 작을 경우 노선선택행태는 연구에서 다른 변수들만으로 설명하기 어려운 임의성이 높은 것으로 밝혀졌다. 또한 개인별 선택행태를 누적하여 가로용량으로 환산할 경우 만족할만한 추정치를 제공하고 있는데 이는 개인별 선택확률계산에서 발생하고 있는 오차가 합산할 때 누적되지 않고 서로 상쇄되고 있다는 것을 발견했다(우왕희, 2002).

전경수(2004)의 연구에서는 주행행태모형과 경로선택행태모형에 초점을 맞추어 통행자의 통행행태모형을 구축하였다. 특히 경로선택행태모형에서는 경로집합생성을 통한 경로선택행태와 일반적인 교통정보뿐만 아니라 관측정보를 반영한 경로전환행태를 다룸으로써 경로선택행태모형의 현실성을 개선하였다.

조영재(2007)의 연구에서는 남산 1, 3호 터널의 전체 통행량을 추정하기 위한 기본 모형을 구축하였다. 모형 구축 시 유류비가 통행거리와 통행빈도에 영향을 미칠 수 있다고 보고 모형의 설명변수로 포함시킨 바 있다.

Claude Weis(2010)의 연구에서는 유류비의 증가가 통행자의 수단 선택에 미치는 영향을 파악하기 위하여 SP 조사를 수행하였다. 변수로는 유류비, 통행시간, 혼잡시간, 대중교통요금 등을 사용하였고, 유류비를 고정비와 연료소모에 따른 비용으로 구분하여 조사·분석하였다. 분석결과 통행목적에 따라 차이는 있으나 승용차 이용 시 유류비는 매우 유의미한 것으로 나타났다. 유류비, 연료 소비, 통행 거리 등 변수간의 관계를 다양하게 분석·제시하였으며, 유류비가 지속적으로 증가할 경우 승용차에서 대중교통으로 수단 전환이 발생할 수 있다는 결론을 내렸다.

본 연구에서는 SP조사를 통해 유류비 단가의 변동이 경로선택의 변화에 미치는 영향이 클 것으로 판단하여 기존 모형에서의 통행시간과 통행요금을 포함한 유류비를 주요 설명변수로서 모형을 구축하고 이를 검증하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 SP 조사방법론

#### 2.1.1 개요

SP(Stated Preference) 자료는 이용자들에게 설문조사로 얻어진 가상의 선택행위 자료이다. SP 조사설계 시 결정되어

야 할 요소로는 조사대상 및 표본수, 응답자 선호표현방법, 선택대안 및 선택대안 수, 선택대안을 설명하는 속성변수 수, 속성변수수준 및 수준 수, 가상적인 시나리오의 조합방법 및 질문수 등이 있다(김강수, 2002). 속성변수의 절대수치를 제시하는 실험계획법은 이러한 요소들을 고려하여 SP 조사설계를 할 수 있는 대표적인 기법이다. 반면 비교 가능한 속성변수의 차이값을 제시하는 설계방법을 사용할 수도 있다. 이는 수준 차이를 고려한 SP 조사설계기법으로, 응답자에게 SP 질문수를 줄일 수 있다는 장점이 있다.

SP 자료는 가상의 상황에서 표현한 선호이기 때문에 이것이 실제 행동으로 이어지는가에 대한 신뢰성의 문제가 발생한다. 이와 같이 가상적인 상황과 실제 행동과의 괴리에서 비롯되는 문제를 편의라고 한다. 본 연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위하여 실제 존재하는 경로를 사례로 예비조사를 실시하여 현실적인 SP 조사설계가 이루어지도록 하였다.

#### 2.1.2 예비조사

본 연구에서는 수준 차이를 고려한 SP 조사설계기법을 이용하였다. 속성변수별 수준 및 수준의 수를 정하기 위하여 2009년 6월에 예비조사를 실시하였는데, 그 과정은 다음과 같다.

표 1과 같이 출발지와 목적지가 같은 실제로 존재하는 두 개의 경로가 있다. 최적경로란 통행시간이 최소인 경로이고, 최단경로란 통행거리가 최단인 경로이다. 최적경로는 대부분 고속도로와 같은 유료도로를 포함하며 최단경로는 무료도로인 경우가 주가 된다. 두 경로의 통행거리에 대하여 평균적인 연비(13.8km/L) 및 유가(1,550원/L)를 기준으로 유류비를 산정하였다.

예비타당성 조사 지침 상 유류비 편익 산정 부문에서는 고속도로의 유류 소모는 국도보다 20~30% 적다고 명시하고 있다. 따라서 고속도로 주행 시 유류비 절감편익을 고려하여 고속도로 거리에 대한 보정유류비 산출 공식을 식 (2)와 같이 정하였다.

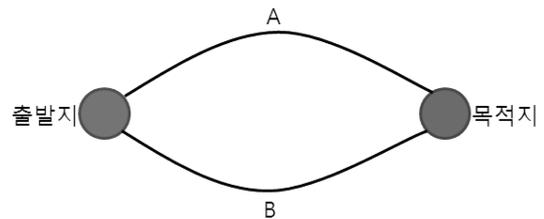


그림 1. 출발지와 목적지가 같은 2개의 경로

표 1. 출발지-목적지가 동일한 실제경로 예

	통행거리		
	고속도로	단속류	total
최적경로(A)	37.62km	11.11km	38.73km
최단경로(B)	0km	33.19km	33.19km
	속성		
	통행시간	통행요금	유류비
최적경로(A)	37분	2,000원	4,350원
최단경로(B)	60분	0원	3,730원

$$\text{보정유류비} = \text{기존 고속도로 거리에 대한 유류비}/1.25 + \text{단속류 거리에 대한 유류비} \quad (2)$$

따라서 위의 예시에서 최적경로(A)에 대한 보정유류비는 3,730원으로 재 산정된다. 이와 같은 과정으로 여러 경로들에 대해 산정된 유류비와 통행요금, 통행시간을 이용하여 다양한 경계시간가치(BVOT)를 산출한 후 예비조사를 실시하였다. 경계시간가치란 두 대안에 대한 선호가 무차별적일 때의 시간가치를 의미한다. 그 결과를 토대로 본 SP 조사설계 시 적절한 수준 및 수준의 수를 결정하였다.

### 2.1.3 수준차를 고려한 SP 조사설계

설문지 구성 및 조사설계 내용은 각각 표 2, 표 3과 같다. 표 4와 같이 fractional factorial design을 적용하여 총 25개의 질문수를 구성하였다.

경계시간가치는 경로 A를 선택하였을 때 시간당 지불하는 금액과 같은 의미를 가지며, 따라서 개인의 경계시간가치를 알면 개인의 선호를 예상할 수 있다. 이는 개인이 자신의 시간가치와 질문에서 주어지는 경계시간가치를 비교하면서 설문에 응답한다는 것을 전제로 한다. 한 설문 내에 경계시간가치가 동일한 문항이 존재한다면 이는 바람직하지 못한 설계라고 할 수 있다.

본 연구에서는 다양한 경계시간가치가 분포하도록 하였고, 질문수를 최소화하기 위하여 거의 동일한 경계시간가치를 가지는 5개의 질문을 제외하고 총 20개의 질문으로 설문을 구성하였다. 따라서 응답자가 좀 더 용이하게 자신의 시간가치와 비교하여 설문에 응할 수 있도록 하였다.

위와 같이 설계된 질문을 응답자에게 제시할 때에는 가정된 속성변수의 수준값을 이용하여 속성변수의 절대값으로 제시하였다. 속성변수의 절대값은 표 5와 같으며, 예비조사의 결과를 바탕으로 현실의 상황과 최대한 유사하게 설계하였다.

최종적으로 표 6과 같은 선호의식조사 설문을 구성하였다.

### 2.1.4 SP 자료 구축

설문조사는 고속도로 휴게소 상에서 150명을 대상으로 실시하였다. 이 중에서 자료가 누락된 3명의 데이터 및 응답자의 조사에 대한 이해와 응답의 일관성을 검증하기 위해 포함시킨 응답이 당연시 되는 질문에 대하여 오답을 택한 14명의

표 2. 설문지 구성 및 내용

항목	세부 조사 항목
개인특성	성별, 연령
선호의식 조사	통행시간, 통행요금, 유류비에 따른 경로선택여부 조사

표 3. SP 조사설계 내용

선택대안	경로 A (최적경로)
	경로 B (최단경로)
가정	출발지와 목적지는 동일함
속성변수	통행시간 차이(A-B)
	통행요금 차이(A-B)
	유류비 차이(A-B)
수준	5수준

표 4. 3변수, 5수준 fractional factorial design

질문	통행시간 차이(A-B)		통행요금 차이(A-B)		유류비 차이(A-B)	
	수준	차이값	수준	차이값	수준	차이값
1	0	-5	0	4100	0	-900
2	0	-5	1	3000	2	0
3	0	-5	2	2200	4	900
4	0	-5	3	1700	1	-300
5	0	-5	4	700	3	200
6	1	-10	0	4100	1	-300
7	1	-10	1	3000	3	200
8	1	-10	2	2200	0	-900
9	1	-10	3	1700	2	0
10	1	-10	4	700	4	900
11	2	-15	0	4100	2	0
12	2	-15	1	3000	4	900
13	2	-15	2	2200	1	-300
14	2	-15	3	1700	3	200
15	2	-15	4	700	0	-900
16	3	-25	0	4100	3	200
17	3	-25	1	3000	0	-900
18	3	-25	2	2200	2	0
19	3	-25	3	1700	4	900
20	3	-25	4	700	1	-300
21	4	-30	0	4100	4	900
22	4	-30	1	3000	1	-300
23	4	-30	2	2200	3	200
24	4	-30	3	1700	0	-900
25	4	-30	4	700	2	0

표 5. 속성변수의 절대값

속성변수	대안	수준				
		0	1	2	3	4
통행시간 (분)	A	25	39	12	15	20
	B	30	49	27	40	50
	A-B	-5	-10	-15	-25	-30
통행요금 (원)	A	4100	3000	2200	1700	700
	B	0	0	0	0	0
	A-B	4100	3000	2200	1700	700
유류비 (원)	A	5500	3000	3700	2500	6100
	B	6400	3300	3700	2300	5200
	A-B	-900	-300	0	200	900

데이터를 제외하고 133명을 최종 표본으로 선정하였다. 따라서 전체 데이터 수는 2660개로 이를 대상으로 Limdep 프로그램을 사용하여 분석하였다. 133명의 유효표본의 연령대 및 성별 분포는 그림2, 그림3과 같다.

설문조사 시 연령층을 최대한 다양하게 수집될 수 있도록 하였으나 고속도로 휴게소 상에서 일과 중에 설문조사를 실시하였기 때문에 대부분의 설문대상자가 업무통행인 것으로 보인다. 이에 따라 연령층이 30~40대에 가장 많이 집중되어 수

표 6. 설문지 선호의식조사 문항

문항	경로	소요시간	톨비	주유비	경로선택
1	A	12	700	5500	6200
	B	27	0	6400	6400
2	A	15	700	3000	3700
	B	40	0	3300	3300
3	A	20	1700	5500	7200
	B	50	0	6400	6400
4	A	20	2200	2500	4700
	B	50	0	2300	2300
5	A	15	3000	5500	8500
	B	40	0	6400	6400
6	A	20	3000	3000	6000
	B	50	0	3300	3300
7	A	15	1700	6100	7800
	B	40	0	5200	5200
8	A	12	1700	2500	4200
	B	27	0	2300	2300
9	A	39	2200	5500	7700
	B	49	0	6400	6400
10	A	39	700	6100	6800
	B	49	0	5200	5200
11	A	20	4100	6100	10200
	B	50	0	5200	5200
12	A	15	4100	2500	6600
	B	40	0	2300	2300
13	A	25	700	2500	3200
	B	30	0	2300	2300
14	A	12	3000	6100	9100
	B	27	0	5200	5200
15	A	25	1700	3000	4700
	B	30	0	3300	3300
16	A	39	3000	2500	5500
	B	49	0	2300	2300
17	A	39	4100	3000	7100
	B	49	0	3300	3300
18	A	25	3000	3700	6700
	B	30	0	3700	3700
19	A	25	2200	6100	8300
	B	30	0	5200	5200
20	A	25	4100	5500	9600
	B	30	0	6400	6400

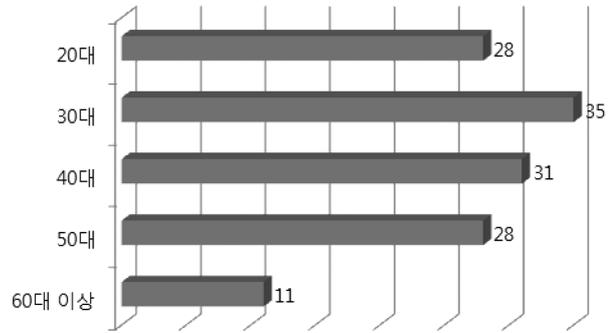


그림 2. 설문지대상자의 연령대 분포

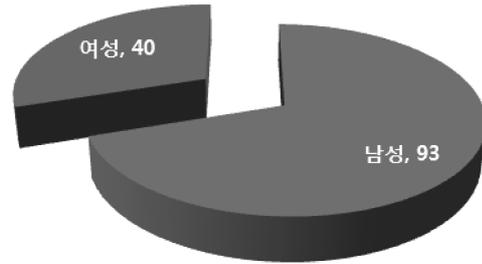


그림 3. 설문대상자의 성별 분포

집되었고, 남성이 여성에 비해 현저하게 많은 것으로 나타났다.

## 2.2 모형 추정 및 검증

### 2.2.1 기초이론

확률선택모형은 개별 의사결정주체들의 선택행위이론에 바탕을 두는 모형으로 의사결정주체인 각 개인은 선택 가능한 모든 대안들 중에서 가장 바람직하고 매력적인 대안을 선택

한다는 가정을 전제로 한다. 여기서 대안의 매력도는 효용함수로 나타내며 이는 결정적 효용(deterministic utility)과 확률적 효용(random utility)으로 구성된다. 여기서 확률적 효용이 Weibull 분포를 따른다고 가정하는 모형이 로짓(logit) 모형이다.

본 연구에서는 유류비가 통행경로 선택에 영향을 미치는 정도를 분석하기 위하여 확률선택모형에서 일반적으로 가장 많이 사용되는 로짓모형을 이용하였다.

### 2.2.2 자료 분석 결과

로짓모형의 효용함수 형태는 식 (3)과 같고, 설명변수로는 통행시간, 통행요금, 유류비를 사용하였다.

$$U_i = \text{EXP}(V)$$

$$V = \beta_1 \times \text{TRAVEL TIME TOLL} + \beta_2 \times \text{TOLL} + \beta_3 \times \text{FUEL COST} \quad (3)$$

여기서, TRAVEL TIME : 통행시간

TOLL : 통행요금(toll)

FUEL COST : 유류비

자료 분석 결과는 표 7에 제시하였다. 모형의 비교를 위해 설명변수를 달리하여 추가로 3가지 모형을 추정해보았다. 각각의 분석 결과는 표 8, 표 9 및 표 10에 각각 제시하였다.

### 2.2.3 모형의 검증

모형 전체의 적합도(goodness of fit)를 나타내는 지표로서는 우도비( $\rho^2$ )가 이용된다. 우도비는 선택확률의 분포를 어느 정도 설명하는지를 나타내는데, 1에 가까울수록 모델의 적합도가 높다는 것을 표시한다. 그러나 회귀분석의 경우에는 달리 일반적으로  $\rho^2$ 값이 0.2와 0.4 사이의 값만 가져도 적합

표 7. 모형 1

	계수	표준편차	t-값	p-값
통행시간	-0.19192	0.00858	-22.3678	0.000
통행요금	-0.00093	6.06E-05	-15.409	0.000
유류비	-0.00057	0.000142	-3.99459	6.48E-05
ASC	-3.00326	0.182656	-16.4422	0.000
$\rho^2$	0.354			
AIC	1885.057			

표 8. 모형 2

	계수	표준편차	t-값	p-값
통행시간	-0.19392	0.008513	-22.7791	0.000
통행요금	-0.00096	5.91E-05	-16.1973	0.000
ASC	-2.99495	0.181209	-16.5276	0.000
$\rho^2$	0.349			
AIC	1886.056			

표 9. 모형 3

	계수	표준편차	t-값	p-값
통행시간	-0.14818	0.006736	-21.9989	0.000
유류비	-0.0005	8.09E-05	-6.13955	8.28E-10
ASC	-4.14321	0.163607	-25.3241	0.000
$\rho^2$	0.252			
AIC	2179.024			

표 10. 모형 4

	계수	표준편차	t-값	p-값
통행시간	-0.17668	0.007955	-22.2089	0.000
총비용	-0.00066	4.28E-05	-15.5283	0.000
ASC	-3.26961	0.180965	-18.0676	0.000
$\rho^2$	0.351			
AIC	1931.134			

주 : 총비용은 통행요금(toll)과 유류비의 합

도는 충분히 높은 것으로 평가할 수 있다.

4가지 모형 모두 적합도는 우수한 것으로 나타났고 통행시간, 통행요금, 유류비를 설명변수로 사용한 첫 번째 모형의 적합도가 0.354로 가장 높게 나타나 가장 우수한 설명력을 갖는 것으로 나타났다. 따라서 경로선택 시 통행요금과 함께 유류비 역시 운전자의 경로선택에 영향을 미침을 확인하였다.

최우추정법으로 구한 모형의 각 변수 파라미터 값은 부호 조건과 t-검정을 수행한다. 통행시간과 통행요금, 유류비의 파라미터 부호는 모두 (-)로 논리적으로 타당한 것으로 나타났다. t-통계량은 매우 작은 값으로 나타나 모든 모형에서 속성변수 파라미터는 유의수준 1% 이내에서 유의한 것으로 분석되었다.

모형들간의 적합도 비교는 Akaike 정보 기준(Akaike's Information Criterion, AIC)을 사용하였다. Akaike 통계량의 값은 상대적인 비교를 위한 값일 뿐이므로 값의 크기 자체는 큰 의미를 갖지 않으며, Akaike에 의하면 이 값이 최소가 되는 모형을 채택하는 것이 바람직하다. 각 모형의

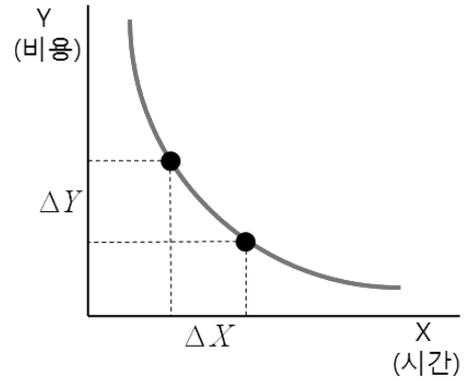


그림 4. 무차별곡선

표 11. 통행시간 대비 한계대체율

속성변수	통행시간 (분/분)	통행요금 (분/만원)	유류비 (분/만원)
계수	-0.19192	-0.00093	-0.00057
한계대체율	1.00	48.46	29.70

AIC(AIC=-2logL+2n)를 비교해본 결과, 첫 번째 모형의 AIC가 최소값으로 나타나 다른 모형들에 비해 상대적으로 우수한 것으로 나타났다.

종합적으로 4가지 모형을 비교해본 결과, 본 연구에서 예상했던 바와 같이 통행시간, 통행요금, 유류비를 설명변수로 사용한 모형 1이 가장 우수하다고 판단되며 이를 채택한다.

$$U_i = \text{EXP}(V)$$

$$V = (-0.19192) \times \text{TRAVEL TIME} + (-0.0093) \times \text{TOLL} + (-0.00057) \times \text{FUEL COST} \quad (4)$$

### 2.3 모형의 평가

유류비가 통행요금에 비해 얼마나 민감한지를 나타내는 체감도를 비교하기 위해서 한계대체율 개념을 사용하였다. 한계대체율은 동일 효용 하에서 두 상품 사이의 주관적 교환 비율을 말하며, 구하는 공식은 식 (5)와 같다.

$$\text{한계대체율} = -\frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad (5)$$

추정된 파라미터를 이용하여 구한 통행시간 대비 한계대체율은 통행요금은 만원당 48분, 유류비는 만원당 30분으로 나타났다. 이는 사람들이 동일한 액수의 금액을 지불하더라도, 통행요금으로 지불한 경우에 더 많은 시간절감효과를 기대한다는 것으로 해석된다. 따라서 통행요금은 유류비에 비해 체감도가 크다고 할 수 있다. 이는 통행요금은 즉각적이고 직접적인 현금지불경비(out-of-pocket expenses)인 반면 유류비 지출은 주기적인 특성을 가지기 때문이라고 판단된다.

## 3. 결론

### 3.1 결론

본 연구는 통행배정 단계에서 유류비를 반영하는 것이 타당한지를 분석하였다. 수준차를 고려한 SP 조사설계기법을 적용하여 SP 자료를 구축하였으며 속성변수인 통행시간, 통

행요금, 유류비에 대해 다양한 경제시간가치를 고려하여 SP 조사설계를 실시하였다.

이렇게 구축된 SP 자료를 이용하여 거리에 따른 유류비를 고려한 경로선택모형을 추정하였는데, 경로선택모형은 확률 선택모형인 로짓모형을 사용하였다. 통행시간, 통행요금, 유류비를 변수로 하여 다양한 형태의 모형을 추정해 본 결과, 세 가지 변수를 모두 고려한 모형이 적합도 등의 통계적 검증에서 가장 우수한 것으로 나타났다. 따라서 경로선택 시 유류비가 운전자의 경로선택에 영향을 미침을 확인하였다.

그러나 한계대체율을 이용한 체감도 분석 결과 유류비가 통행요금보다 체감도는 더 낮은 것으로 나타났다. 이는 모형에서 나타나듯이 유류비 변수 파라미터의 절대값이 통행요금 변수 파라미터의 절대값보다 더 작아 효용에 미치는 영향력이 상대적으로 작다는 것을 의미한다. 하지만 통행요금에 대한 상대적인 체감도가 작다는 것을 유류비가 경로선택에 미치는 영향력이 작다는 것으로 오인해서는 아니 된다. 본 연구에서 유류비가 경로선택에 영향을 미치는 주요 요인임을 확인한 바 있다.

### 3.2 향후 연구

유류비가 통행요금보다 낮은 체감도를 갖는 것은 통행요금이 현금지불경미이기 때문이다. 그러나 하이패스를 사용하는 경우, 통행요금을 현금지불방식이 아닌 선/후불제로 지불하게 되며 한 달에 한번 카드결제 방식인 후불형 하이패스의 경우 오히려 유류비보다 지출 주기가 더 긴 특성을 갖는다. 따라서 하이패스 사용자와 비사용자간의 통행요금에 대한 체감도는 다를 것이며, 상대적으로 하이패스 사용자의 유류비에 대한 체감도는 높을 것으로 예상된다. 현재 하이패스 이용률이 50%에 달하며 계속 이용이 증가하고 있어 향후 이를 고려한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

통행배정 단계에서 유류비를 반영하기 위한 방법에는 여러 가지가 있을 수 있다. 그 중 현실적으로 가장 손쉽게 적용 가능한 방법은 통행요금과 마찬가지로 유류비를 링크(link) 속성값으로 입력하는 방법이다.

현재 통행배정을 위한 가상의 네트워크 구축 시, 유료도로는 해당 링크에 직접 통행요금을 입력하게 되어있다. 유료도로의 대부분을 차지하는 고속도로의 통행요금은 기본요금과 주행요금으로 나누어지며, 이 중 주행요금은 일정한 단가를

기준으로 거리에 따라 산출된다. 유류비도 이와 같은 원리로 유가를 기준으로 거리에 따라 산출하는 방식으로 반영하는 방법이다.

이를 위해서는 먼저 도로별 유형에 따른 연비 기준을 확립해야 한다. 즉 고속도로에는 높은 수준의 연비를 적용하는 반면, 선형이 좋지 않거나 신호연동화가 잘 되지 않는 도로 등에 대해서는 낮은 수준의 연비를 적용하는 등의 차이를 두어야 한다. 차종 연식이 오래될수록 또는 화물차량과 같이 차량의 중량이 클수록 높은 연비를 적용하는 등의 차량 개별 특성에 따른 연비 기준도 필요할 것이다. 또한 항상 변화하는 유가에 대한 적용 수준도 검토되어야 하며 이 밖에도 유류비와 관련된 다양한 변수들에 대한 표준화된 지침을 마련해야 한다.

향후 연구 과제는 위에서 언급한 바와 같이 하이패스 사용자와 비사용자간의 유류비 체감도를 비교 분석하는 것, 통행배정에서 유류비를 적용하는 구체적인 방법 및 이에 필요한 표준화된 지침을 마련하는 것이다.

### 참고문헌

- 김강수(2001) Stated Preference 조사설계 및 분석방법론에 대한 연구(1단계), 대흥문화사.
- 김강수(2002) Stated Preference 조사설계 및 분석방법론에 대한 연구(2단계), 대흥문화사.
- 김강수 등(2008) 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판), 한국개발연구원.
- 양창화, 손의영(2000) 서울시 지하철 이용객의 환승 관련 변수의 가치 추정, 대한교통학회지, 대한교통학회, 제18권 제4호 pp. 19-30.
- 우왕희(2002) 지하철 승객의 경로선택모형에 관한 연구, 석사학위논문, 명지대학교.
- 전경수(2004) 미시적 교통시뮬레이션을 위한 주행 및 경로선택모형 구축에 관한 연구, 한국과학재단.
- 조영재, 김성수(2007) 서울시 남산 1, 3호 터널의 혼잡통행료 탄력성 추정, 제55회 대한교통학회 학술발표회논문집, 대한교통학회, pp. 69-78.
- Claude Weis, Kay W. Axhausen, Robert Schlich, and René Zbinden (2010) Models of mode choice and mobility tool ownership beyond 2008 fuel prices, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2157, pp. 86-94.

(접수일: 2010.10.8/심사일: 2010.10.27/심사완료일: 2010.10.27)