SP 자료를 이용한 화물품목별 수단선택모형 구축

Development of Freight Mode Choice Model using SP Data

박 동 주 (서울시립대, 교통공학과, 부교수)
신 승 진 (서울시립대, 교통공학과, 석사과정)
최 창 호 (전남대학교, 경상학부 물류교통학전공, 조교수)
손 의 영 (서울시립대, 교통공학과, 교수)
김 한 수 (서울시립대, 교통공학과, 박사과정)

목 차

Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 선행연구 조사를 통한 연구의 필요성 검토
Ⅲ. 모형형태의 결정 및 연구자료 수집
1. 모형 및 조사자료 형태 결정
2. 연구자료 수집
Ⅳ. 화물수송수단 선택모형의 추정
1. 수단선택모형의 구성
2. 모형추정
3. 모형추정 결과 및 평가
4. 최적수단선택모형의 선정
Ⅴ. 모형추정결과의 활용성 평가 및 적용분야
Ⅵ. 결론
참고문헌

Ⅰ. 서 론

2005년도 우리나라 국내화물 수송수단별 분담율은 물동량(ton) 기준 도로 76.5%, 해운 17.4%, 철도 6.1%, 항공 0.1% 등이다. 5년 전인 2000년도에 비하여 도로는 3.1% 증가한 반면에 해운과 철도는 각각 2.5%, 0.6% 감소하였다. 철도와 해운의 비중이 축소되고 도로의 역할이 증가하고 있음을 의미한다.

국토공간구조와 간선도로망 정비 등 도로수송이 타 수단에 비하여 경쟁력을 갖는 점을 감안하여도 도로중심의 화물운송체계는 도로정체와 환경오염 등 외부비용을 과다하게 발생시키는 문제가 지적되어 왔고 이를 해결하는 방안으로 철도수송이 대안으로 제시된 지 오래이다. 특히 장래 경부, 호남고속철도와 주요 간선철도의 전철화 등으로 발생한 여유용량을 화물수요로 대체하는 방안은 고속철도 시대에 철도가 해결해야할 과제이다. 그렇지만 도로 중심으로 형성된 화물수송수요를 철도로 전환시키는 방안에 관한 기초 연구는 부족한 수준이다. 더욱이 화물수요를 파생시키는 화주의 수송수단 선택에 대한 특성을 파악하려는 연구사례는 매우 적다.

본 연구는 화물수요를 파생시키는 화주의 수송수단 선택특성을 파악하여 도로와 철도의 합리적인 분담구조를 이루는데 필요한 기초 자료를 제공하는데 목적이 있다. 화주가 나타내는 특성들을 파악하여 계량화 한다면 현실의 특성을 파악하여 보완방안을 모색할 수 있음을 물론 장래 예상되는 변화에 따라 수송수단별로 전략을 수립하여 합리적인 분담구조를 유도할 수 있다.

연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 선행연구 조사를 통해 연구의 필요성을 검토하였고

3장은 필요한 자료수집 과정을 정리하였다. 4장은 수집된 자료를 이용하여 수송수단 선택모형을 추정하였으며, 5장에서는 모형을 이용한 화주의 특성을 분석하였다. 그리고 6장은 연구로부터 도출된 결론을 제시하였다.

II. 선행연구 조사를 통한 연구의 필요성 검토

우리나라에서 화물수송의 수단선택을 연구한 사례는 많지 않다. 연구사례는 수송수단과 조사자료에 따라 두 가지로 구분할 수 있다. 하나는 도로수송에서 영업용화물차와 자가용화물차의 경쟁관계를 분석한 사례이고 다른 하나는 도로와 철도, 해운 등 수송수단간 경쟁관계를 분석한 사례이다. 교통개발연구원(1998)과 최창호 외(1999)는 현실의 상황을 나타낸 RP(revealed preference)자료를 사용하였고 다른 연구는 가상의 선택상황을 구현한 SP(stated preference) 자료를 사용하였다.

<표 1>에 정리된 선행 연구를 분석하면 PR 자료를 이용한 두 연구는 당시 여건상 충분한 조사자료를 확보 가능한 상황에서 진행되었고 SP자료를 이용한 연구는 학술적 또는 프로젝트 수행을 목적으로 모형을 추정한 결과이다. 이에 따라 최근까지 도로와 철도의 수송분담 모형은 교통개발연구원(1998)이 주로 사용되고 있다. 모형의 형태는 모두 로짓(logit)이다.

외국의 경우는 우리나라에 비하여 다양하다. 도로와 철도의 경쟁관계를 설정한 사례로 Winston(1981)과 Fowkes et al.(1991), Vieira(1992)가 있다. 해운이나 복합운송 등으로 확대한 연구는 De Jong et al.(1992), 박재규(1995), De Jong et al.(2001)의 사례를 찾을 수 있다.

최근에 도로와 철도의 경쟁관계를 연구한 사례로 Shinghal, et al.(2002)는 도로와 철도의 경쟁관계를 구성하여 인도 지역의 화물수단선택 요인을 연구하였다. Norojono, et al.(2003) 역시 인도네시아를 사례로 도로와 철도의 수단분담 특성을 분석하고 이를 이용하여 철도물류 이용을 증대시키는 방안을 제시하였다. 이탈리아를 대상으로 연구한 Bolis(2003)는 철도가 정시성을 확보한다면 도로에 비하여 경쟁력을 확보할 수 있음이 입증되었다. 위의 세 가지 연구는 모두 SP조사 자료와 로짓모형을 이용하였다.

선행연구 조사로부터 우리나라의 경우 도로와 철도의 경쟁관계를 연구한 사례가 적고 특히 최근에 연구한 사례가 없어 화주의 특성을 파악하기가 어렵다. 따라서 고속철도 개통과 간선도로망의 정비 등 변화된 화물수송 환경을 반영한 새로운 수송수단선택모형을 개발하여 화주의 수단선택 특성을 파악할 필요성이 제기된다.

III. 모형형태의 결정 및 연구자료 수집

1. 모형 및 조사자료 형태 결정

1) 모형의 형태

선행연구 조사로부터 본 연구의 목적에 부합하는 모형의 형태는 개별형태모형이며 구체적으로 로짓모형으로 평가된다. 개별행태모형이란 교통수요를 추정함에 있어서 전통적인 4단계 교통수요분석 방법과는 달리 개인 또는 가구의 비집계자료에 근거해서 교통수요를 추정하는 기법을 의미한다.

개별행태모형을 추정하기 위해서는 선택의 확률효용(random utility theories of choice)

<표 1> 국내화물수송 수단선택모형 추정 사례

연구자	수송수단 분류	자료형태
하원익 외(1996)	도로, 철도, 해운	SP
교통개발연구원(1998)	도로, 철도	RP
최창호 외(1999)	도로	RP
최창호(2004)	도로	SP
전일수(2004)	도로, 해운	SP

을 도입해야 한다. 예를 들면 어떤 개인 n이 i 번째 선택대안에 갖는 확률효용(random utility)은 다음과 같다.

$$U_i = V_{in} + e_{in} \quad \text{(식 1)}$$

여기서, V_{in}: 관측된 특성의 함수

e_{in}: 확률요소(random component)로 관측되지 않은 특성의 효과

의사결정자는 효용이 가장 큰 대안을 선택하므로, 개별적인 대안 i의 선택가능성은 (식 2)와 같다.

$$U(i \mid C_n) = \text{Prob}\ [(U_{in} > U_{jn}),\ all\ j \neq i,\ j \in C_n] \quad \text{(식 2)}$$

다음으로 (식 1)을 이용하면, (식 2)은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$P(i \mid C_n) = \text{Prob}\ [(e_{jn} - e_{in} < V_{in} - V_{jn}),\ all\ j \neq i,\ j \in C_n] \quad \text{(식 3)}$$

여기서, P_i = 대안 i가 선택될 확률

C_n= 개별결정자 n에 대한 선택 대안군(choice set)

(식 3)으로부터 로짓모형을 유도하기 위해서는, 확률항(random term) e_{in}이 와이블(Weibull)분포를 가지면서 독립적이고 동일하게 분포되어 있다고 가정한다. 로짓모형에서 개인 n이 대안 i를 선택할 확률 P_{in}은 (식 5)와 같다.

$$P_{in} = \frac{\exp V_{in}}{\sum_{j=1}^{J} \exp V_{jn}} \quad \text{(식 5)}$$

2) 조사자료의 형태

로짓모형을 추정할 자료를 준비하기 위해서 RP조사로 할 것인지 SP조사로 할 것인지를 결정해야 한다. 최근의 연구흐름은 SP조사를 이용하는 것이 주류를 이루고 있으나 현실 반영 정도에 관한 신뢰성이 여전히 논란이 되고 있다. 하지만 본 연구의 목적이 고속철도 개통 등 수송환경의 변화를 반영하고 다변화하는 화물운송시장에서 화주의 인식변화를 보다 구체적으로 파악하는 목적이므로 SP조사를 이용하는 것이 보다 적합하다고 판단된다.

SP조사의 특성은 개별 응답자에게 가상적인 상황으로 구성된 대안들을 제공하며, 대안들은 각각 특성을 대표하는 요소들로(예컨대 수송비용, 수송시간 등) 구성된다. 응답자들은 주어진 대안들에 대해 그들의 선택을 선호하는 순서로 매기거나(ranking), 척도로 표시하거나(rating), 또는 가장 선호하는 대안을 선택(choice)한다. 본 연구는 이중에서 대안을 선택하는 방법을 사용하였다.

2. 연구자료 수집

1) SP조사 과정

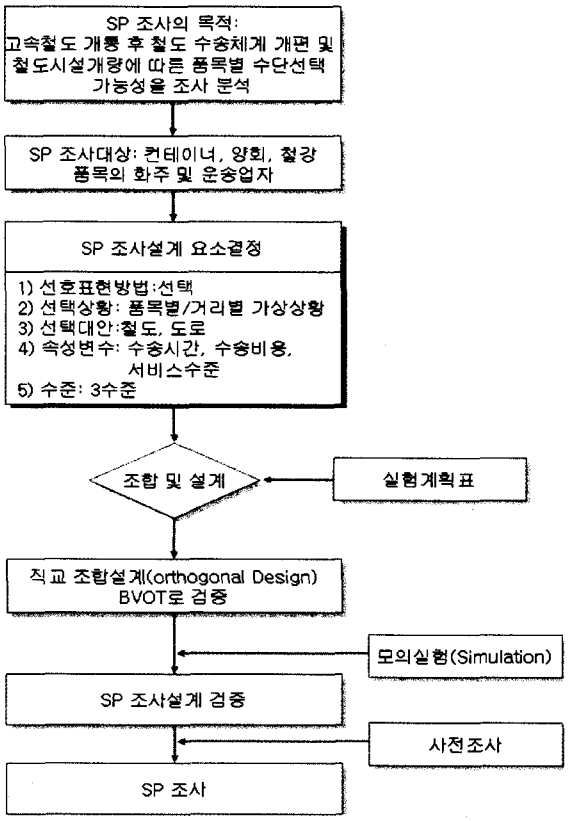
본 연구의 SP 조사 설계 과정은 <그림 1>과 같다. SP 조사는 연구의 취지에 따라 고속철도 개통 후 철도 수송체계 개편 및 철도시설개량에 따른 품목별 수단선택 가능성을 조사·분석하여 품목별 수단분담모형 구축하는 방향으로 진행하였다.

SP 조사대상 품목은 철도가 도로에 비하여 경쟁력을 갖으며, 철도시설의 개량을 통하여 도로수송에서 철도수송으로 전환할 가능성이 있는 품목, 장래 품목별 화물수요의 변화, 장래 철도망 정비계획 등을 종합적으로 판단하여 컨테이너, 철강, 양회로 선정하였다. 조사대상은 3개 화물품목의 화주이다.

SP조사는 도로와 철도 등 두 가지 대안에 대해서 응답자가 보다 나은 선호를 갖는 대안을 선택하도록 하였다. 선택상황은 품목별, 거리별로 나누어 설정하였다. 운송조건은 편도이며 운송규모는 컨테이너의 경우 40FT이며 양회, 철강의 경우 25톤이다. 운송거리의 구분은 도로와 철도의 경쟁이 이루어지는 거리를 감안하여 단거리(150km 이하), 중거리(150-300km), 장

거리(300km 이상)로 설정하였다.

SP조사의 속성변수는 교통수단 선택모형에 기본이 되는 변수인 화물수송시간 및 화물수송비용 그리고 화물에서 중요시 되는 서비스 수준을 선정하였다. "서비스 수준"은 정해진 시간에 목적지에 도착하는 정시성, 필요할 때 차량 이용에 대한 용이성, 파손이나 분실 등 화물수송에 대한 안전성, 화물의 위치나 도착에 대한 정보 제공 등을 포함하는 의미로 정의하고 설문시 이를 설명하였다. 서비스 수준은 전반적으로 만족하는 경우 100%, 보통인 경우는 80%, 불만족인 경우는 60%로 구분하였다. 수준의 구성은 일반적으로 사용되는 3수준계 직교배열표를 사용하였다.



<그림 1> SP 조사 설계 과정

예비조사 후 설문지를 보완 및 수정과정을 통하여 본조사를 실시하였으며, 조사는 조사 내용의 어려움을 감안하여 조사원이 대상자와의 직접 면담을 통하여 응답을 기록하는 1:1 개별 면접법(interviewing)을 사용하였다.

2) 조사결과

수거된 조사자료 중 논리적으로 모순된 설문지는 분석 대상에서 제외하였다. 논리적 모순이란 임의의 응답자에 대해서 SP 실험에서 제시한 몇 가지 종류의 설문에 대해 응답하지 않은 경우로 응답자가 SP 실험을 충분히 이해하고 있지 못하거나 선택이 고정적이어서 운송 수단 선택의 전후 관계를 고려하지 않은 경우에 해당된다. 또한 응답자의 연령, 취급 품목, 화물규모 등과 같은 개인 속성 자료의 누락 등이 발견되는 경우도 분석에서 제외하였다. 이상의 과정을 거쳐 정리한 자료는 <표 2>와 같다.

IV. 화물수송수단 선택모형의 추정

1. 수단선택모형의 구성

모형은 컨테이너, 양회, 철강 품목의 수단선택모형을 구축하기 위해 화물전체와, 각 품목별 모형을 구성하였다. 또한 각 품목특성상 거리별로 구분해야 할 필요성이 제기되었다. 이에 따라 화물 품목 및 수송거리에 따라 <표 3>과 같이 세분된 모형을 구성하였다.

2. 모형추정

<표 6>의 구성에 따라 추정된 수단선택모형의 설명력(ρ^2)은 0.15~0.32사이에 존재하며,

<표 2> 로짓모형의 운송 품목별/거리별 입력 자료의 수

구 분	컨테이너		양회		철강	
	중거리	장거리	단거리	중거리	중거리	장거리
유효 설문자수(인)	114	114	70	70	30	30
유효 설문수(개)	1,634	1,634	405	405	945	945

<표 3> 화물수송수단 선택모형의 구성

모형설정		대상품목	모형의 형태
모형 1		품목전체	$V_{im} = \beta_0(\text{더미}) + \beta_1(TIME) + \beta_2(SL) + \beta_3(COST)$ 여기서, V_{im} : 수송 수단별 효용 함수(공로(트럭), 철도) 더미 : 철도더미 $\beta_0 \sim \beta_3$: 파라메타 TIME: 수송시간 SL: 서비스수준 COST: 수송비용
품목별 분할	모형 2	컨테이너 전체	
	모형 3	양회 전체	
	모형 4	철강 전체	
거리별 분할	모형 5	컨테이너 중거리	
	모형 6	컨테이너 장거리	
	모형 7	양회 단거리	
	모형 8	양회 중거리	
	모형 9	철강 중거리	
	모형 10	철강 장거리	

<표 4> 수단선택모형의 품목별/거리별 구분에 따른 모형추정

구분		철도더미	TIME (수송시간)	SL (서비스수준)	COST (수송비용)	ρ^2	설문수 (개)
모형1	파라메타	-0.3218	-0.1501	0.0228	-0.1934	0.202	1,842
	t-값	-2.2779*	-10.0324***	9.172194***	-17.0709***		
모형2	파라메타	0.3961	-0.2857	0.0373	-0.1986	0.287	686
	t-값	1.5593	-5.8425***	7.9162***	-11.1833***		
모형3	파라메타	-0.5646	-0.1093	0.0176	-0.2312	0.190	575
	t-값	-1.1087	-2.6232**	4.0648***	-9.8822***		
모형4	파라메타	-1.7649	-0.1064	0.0165	-0.2128	0.174	506
	t-값	-3.7571***	-2.6632**	3.3858***	-8.3651***		
모형5	파라메타	-0.1115	-0.2106	0.0434	-0.2604	0.325	309
	t-값	-0.2555	-1.9962*	5.7111***	-7.9490***		
모형6	파라메타	0.4751	-0.2737	0.0336	-0.1702	0.268	377
	t-값	1.181	-4.2148***	5.4714***	-8.1698***		
모형7	파라메타	-0.4626	-0.1316	0.0167	-0.2392	0.158	286
	t-값	-0.5831	-2.0550*	2.7943***	-6.4614***		
모형8	파라메타	-0.6941	-0.0877	0.0181	-0.229	0.224	289
	t-값	-1.0396	-1.5835	2.8659**	-7.5413***		
모형9	파라메타	-2.4227	-0.0773	0.0122	-0.2447	0.197	255
	t-값	-3.1906***	-1.1984	1.7818	-6.3778***		
모형10	파라메타	-1.3317	-0.1226	0.0212	-0.1873	0.163	251
	t-값	-2.2123*	-2.3985*	3.0219***	-5.3956***		

주: *는 유의수준 90%, **는 유의수준 95%, ***는 유의수준 99%

개별 설명변수의 통계적 유의성(t-값)과 효용의 부호 역시 적정하게 도출되었다. 화물 전체(모형 1) 및 컨테이너 모형(모형 2,5,6)의 경우 대체적으로 설명력이 높게 분석되었다.

3. 모형추정 결과 및 평가

1) 품목별 시장분할 결과

품목별 시장분할에서 개별 계수의 비교를 위한 가설검정 결과는 <표 5>와 같다. 컨테이너-양회 및 컨테이너-철강의 경우 통계적으로 충분히 다른 것으로 분석되었으나, 양회-철강의 경우 통계적으로 다른지 않은 것으로 분석되었다.

2) 거리별 시장분할

각 품목에 대한 거리별 개별 계수의 비교를 위한 가설검정 결과는 <표 6>과 같다. 컨테이너 중거리-장거리에서 수송비용을 제외한 모든 설명변수의 값이 통계적으로 다르지 않은 것으로 분석되었다.

<표 5> 품목별 시장분할의 개별계수 가설검정 결과

구분	컨테이너-양회 개별계수 가설검정	컨테이너-철강 개별계수 가설검정	양회-철강 개별계수 가설검정
수송시간	-2.74574	-2.83892	-0.04989
서비스 수준	3.08715	3.06811	0.16307
수송비용	1.10997	0.45843	-0.53174

<표 6> 각 품목에 대한 거리별 시장분할의 개별계수 가설검정 결과

구분	컨테이너 중거리-장거리 개별계수 가설검정	양회 단거리-중거리 개별계수 가설검정	철강 중거리-장거리 개별계수 가설검정
수송시간	0.50864	-0.51888	0.55049
서비스 수준	1.00525	-0.15705	-0.91243
수송비용	-2.32173	-0.21483	-1.10969

컨테이너에 대한 거리별 시장분할에서 모형 전체 비교를 위한 가설검정에서 계산된 우도비 검정통계량 7.281은 유의수준 0.5%에서 귀무가설이 채택되어 각 그룹간 추정계수값 벡터의 차이가 뚜렷이 다르지 않은 것으로 분석되었다. 또한 양회와 철강에서 모형전체 비교를 위한 가설검정에서 계산된 우도비 검정통계량 1.356(양회)/3.6054(철강)는 유의수준 0.5%에서 귀무가설이 채택되어 각 그룹간 추정계수값 벡터의 차이가 뚜렷이 다르지 않은 것으로 분석되었다. 따라서 각 품목에 대한 거리별 시장분할은 적합하지 않은 것으로 판단된다.

4. 최적 수단선택모형의 선정

이상의 품목별, 거리별 시장분할 결과를 토대로 본 연구는 <표 7>과 같은 최적 수단선택 모형을 선정하였다. 최종모형은 <표 4>에서 모형 2(컨테이너), 모형 3(양회), 모형 4(철강)에 해당된다. 모형을 품목별로 구분해야 하는 이유와 거리별로 추정할 타당성이 낮기 때문이다.

V. 모형추정결과의 활용성 평가 및 적용분야

1. 모형의 적중률

추정된 모형의 신뢰성은 모형이 현실을 어느 정도 잘 나타내고 있는가에 관한 문제로 이를 평가하는 방법으로는 적중률(hit ratio)이 이용된다. 적중율이란 모형에서 최대 확률을 갖는 선택대안과 실제로 선택한 선택대안이 일치하는 관측 자료가 전체 관측 자료에서 차지하는 비율을 말한다. 최적 모형에 대한 적중율을 계산한 결과 <표 8>과 같이 76.2%~56.3%로 비교적 양호한 편으로 판단된다.

<표 7> 최적 수송수단선택 모형

최종모형		효용함수 식
컨테이너	모형 2	U_{rail} = 0.3961 - 0.2857·TIME + 0.0373·SL - 0.1986·COST U_{road} = - 0.2857·TIME + 0.0373·SL - 0.1986·COST
양회	모형 3	U_{rail} = -0.5647 - 0.1093·TIME + 0.0176·SL - 0.2312·COST U_{road} = - 0.1093·TIME + 0.0176·SL - 0.2312·COST
철강	모형 4	U_{rail} = -1.7649 - 0.1064·TIME + 0.0165·SL - 0.2128·COST U_{road} = - 0.1064·TIME + 0.0165·SL - 0.2128·COST

<표 8> 최적모형의 적중률

모형	관찰수	적중률(%)	우도비(ρ^2)
컨테이너	686	76.2	0.287
양회	575	56.3	0.190
철강	506	60.3	0.174

2. 적용분야

본 연구로부터 도출된 모형은 도로와 철도의 경쟁관계에 따른 수송수단 분담율을 예측하는 데에 적용될 뿐만 아니라 모형을 이용하여 정책결정 과정에 필요한 기초자료를 제공한다. 현실적인 여건에서 가장 많이 사용되는 기초자료는 시간가치와 탄력성이다.

1) 시간가치 추정

화물수송의 시간가치는 화주가 1단위의 운송시간을 줄이기 위해 희생할 용의가 있는 금전비용으로 해석하며, 모형에서 시간의 파라메타와 비용의 파라메타의 비율로 계산된다. 시간가치의 계산결과 <표 9>와 같이 컨테이너는 14,387원/대, 양회는 4,728원/대, 철강은 5,001원/대로 나타났다.

<표 9> 품목별 시간가치 추정 결과

구분	컨테이너	양회	철강
TIME	-0.2857	-0.1093	-0.1064
COST	-0.1986	-0.2312	-0.2128
시간가치	14,387	4,728	5,001

시간가치 추정결과를 선행연구와 비교하면 최창호(2005)의 연구에서 서울과 부산간을 운행하는 40피트 도로운송 컨테이너의 시간가치는 13,035~17,846원/대에 분포하며 평균 15,526원/대로 나타났다. 본 연구에 철도를 이용하는 화주가 포함된 점과 철도수송의 시간가치가 도로수송보다 일반적으로 낮게 분포함을 볼 때 연구결과는 적정한 수준으로 평가된다.

대당 25톤을 기준으로 한 양회와 철강의 시간가치를 단위 톤으로 환산하면 각각 189원/톤, 200원/톤으로 계산된다. 최창호(2005)의 연구에서 컨테이너를 제외한 철도로 운송되는 일반화물의 시간가치가 100~500원/톤 사이에 분포하는 결과와 비교할 때 적정한 수준으로 평가된다.

2) 탄력성 규모 및 특징 평가

탄력성(elasticity)이란 설명변수의 변화에 대한 수요의 변화정도를 나타내며, 화물교통에서는 주로 수송비용이나 수송시간의 탄력성을 측정한다. <표 10>은 본 연구에서 도출된 탄력성을 정리한 결과이다.

품목별 탄력성을 살펴보면, 모든 품목에 있어 수송비용의 탄력성이 수송시간이나 서비스 수준 변화의 탄력성보다 높다. 이는 화물 수요를 증대시키는데 있어 시간단축 정책보다는 요금인하정책이 더 효과적인 것을 의미한다. 또한 컨테이너를 제외한 양회, 철강 품목은 수송시간, 수송비용에 대해서 비탄력적인 것으로 분석된다. 서비스수준은 컨테이너는 탄력적으로 컨테이너를 이용하는 화주가 서비스에 민감함을 알 수 있으며, 양회와 철강은 비탄력적으로 나타났다.

<표 10> 품목별 탄력성 검증 결과

구분		탄력성	
		철도	트럭
컨테이너 (모형2)	수송시간	-1.439	-1.743
	서비스수준	1.248	1.604
	수송비용	-2.883	-4.383
양회 (모형3)	수송시간	-0.864	-0.253
	서비스수준	0.670	0.707
	수송비용	-2.508	-3.659
철강 (모형4)	수송시간	-0.311	-0.286
	서비스수준	0.890	0.405
	수송비용	-3.940	-2.479

개별행태모형으로 화물품목에 따른 탄력성을 추정한 선행연구와 비교하면, Winston(1981)은 도로수송에서 비용탄력성은 -0.04~-2.97, 시간탄력성은 -0.15~-0.69이며, 철도수송에서 비용탄력성은 -0.08~-2.68, 시간탄력성은 -0.07~2.33에 분포하였으나 본 연구와 비교할 만한 품목은 없어 대략적인 탄력성의 분포만 유추할 수 있다. Oum(1990)의 연구에서 본 연구와 유사한 품목의 비용탄력성을 찾을 수 있다. 철도수송의 경우 철강은 -1.00~-2.20의 범

위에 분포하며 양회는 -0.80~-1.70의 범위를 갖는다. 도로수송에서는 철강은 -0.30~-1.10에, 양회는 -1.0~-2.20에 분포한다. Small, et al.(1999)의 연구는 화물수송의 시간가치를 수송비용은 도로 -0.04~-2.97, 철도 -0.08~-2.68에, 수송시간은 도로 -0.15~-0.69, 철도 -0.07~-2.33에 분포한다고 하였다. 컨테이너에 관한 자료가 없어 정확 비교가 어렵다. 선행연구를 정리하면, 비용탄력성이 시간탄력성보다 훨씬 크게 나타나고 있다. 도로와 철도와의 비교에서는 어느 것이 크다고 단정하기 어려운 수준이다.

본 연구에서 도출된 탄력성 및 선행 연구결과를 감안할 때 화물수송수요를 파생시키기 위해서는 수송시간을 단축하는 것 보다는 수송비용을 인하하는 전략이 필요하며, 그 정도는 품목별로 다르게 접근하는 것이 효과적임을 알 수 있다. 컨테이너는 수송비용과 수송시간, 서비스수준에 모두 탄력적이므로 세 요소에 대한 화주의 기대수준을 충족시키는 전략이 필요하다. 반면에 양회와 철강은 수송비용 인하를 중심으로 수송전략을 수립하는 것이 효과적이다.

VI. 결론

본 연구는 화물수송에서 도로와 철도의 경쟁구도를 설정하고 SP조사를 통하여 화물품목별 수단선택 모형을 추정하였다. 이는 고속철도 개통 등 화물수송체계의 변화로 인해 새로운 수송수단 선택모형을 개발할 필요성에 따른 것이다.

SP 조사를 위한 실험설계는 컨테이너, 양회, 철강 등 세가지 품목에 대해 거리별로 구분하였고 고려한 요인은 수송시간, 수송비용, 서비스수준이다. SP조사자료를 이용한 수송수단 선택모형의 추정 결과 모형의 설명력 및 개별 파라메타가 통계적 유의성을 확보하였고 적중률 역시 높아 모형이 적절하게 추정되었음을 판명되었다. 품목별, 거리별 등 시장분할에 따라 추정한 결과는 품목별 시장분할은 통계적으로 유의한 것으로 분석되었으나, 거리별 시장분할은 통계적으로 유의하지 않은 것으로 분석되었다.

본 연구에서 최적의 수송수단선택모형으로 제시한 것은 컨테이너, 양회, 철강 등 세 가지이며, 모형의 설명력과 통계적 유의성이 양호하게 나타났다. 또한 모형으로부터 부수적으로 추정 가능한 화물운송의 시간가치와 요인별 탄력성 역시 선행 연구와 비교할 때 타당한 수준으로 판명되었다.

연구결과 수송수단별로 수요를 증대시키기 위해서는 시간을 단축하기 보다는 요금을 인하하는 전략이 보다 적합한 것으로 분석되었다. 다시 말해 화주에게 시간단축에 대한 조건을 제시하기보다는 요금을 인하해주는 것이 더 효과적이다.

본 연구는 도로와 철도의 경쟁관계를 구축하는 관계로 철도화물 수송에서 도로와 경쟁력을 확보할 수 있는 컨테이너, 양회, 철강 등 세 가지 품목에 한정하여 연구를 진행하였다. 향후 철도수송의 여건이 변화되어 보다 다양한 품목에 대한 수단선택 모형이 추정되기를 기대해본다.

참고문헌

1. 교통개발연구원(1998,b), 21세기 국가철도망 구축 기본계획수립.
2. 박재규(1995), Rilroad Marketing Support Systim Based on the Freight Choice Model. MIT 박사학위논문.
3. 전일수 외(2004), 인천 송도남외항 건설 예비타당성조사, 한국개발연구원
4. 최창호, 임강원(1999), "지역간 화물운송의 시간가치 추정", 대한교통학회지 제17권제5호.
5. 최창호(2004), "유료도로의 경제성평가를 위한 화물교통 통행시간가치 산정 연구" 국토연구 제43권.
6. 최창호(2005), 화물수송의 통행시간가치 범위 산정, 국토연구원
7. 하원익, 남기찬(1996), "SP자료를 이용한 화물수송수단 선택모형의 개발 -컨테이너 내륙운송을 중심으로-", 대한교통학회지, 제14권 1호, p.81-99.

8. Fowkes, S., Nash, A. and Tweddle, G.(1991), "Investigating the Market for Inter-modal Freight Technologies", Transportation Research A, Vol.25, No.4, p.161-172.
9. De Jong, Gommer, M. and Klooster, J.(1992), "Time Valuation in Freight Transport: method and results", 20th PTRC Summer Meeting, Manchester.
10. De Jong, G, Velly C. and Houèe(2001), A Joint SP/RP Model od Freight Shipment from the Region Nord-Pas de Calais, Paper Presented at the European Transport Conference.
11. Shinghal, N and Fowkes, T.(2002), "Freight mode choice and adaptive stated preferences", Transportation Research Part E 38, pp. 367-378
12. Norojono, O. and Young, W.(2003), "A Stated Preference Freight Mode Choice Model", Transportation Planning and Technology, Vol. 26, No. 2, pp. 195-212
13. Bolis, S. and Maggi, R.(2003), "Logistics Strategy and Transport Service Choices (An Adaptive Stated Preference Experiment)", Growth and Change Vol. 34 No. 4 (Fall 2003), pp. 490-504
14. Vieira, L.(1992), The Value of Service in Freight Transportation, Unpublished Ph.D Dissertation(MIT), Cambridge, MA.
15. Winston, C.(1981), "A Disaggregate Model of the Demand for Intercity Freight Transportation", Econometrica, Vol.49, p.981-1006.