

SP기법을 이용한 철도물류서비스의 고객 선호도 분석

Customer Stated Preference Analysis On Railroad Logistics Service by SP Method

박찬익¹⁾, 이재원²⁾, 유승엽³⁾, 권용강⁴⁾, 유재균⁵⁾

Park, Chan-ik, Lee, Jae-Won, Ryu, Sung-Ryul, Kwon, Yong-Jang, Yoo, Jae-kyun

ABSTRACT

The success of road transportation, in dominating the surface movement of freight, is now threatened by increased traffic congestion, falling average motorway speed and rising in logistics costs, oil price. Due to the necessity for an effective transport system, we need to improve domestic transport infrastructure to reduce logistics cost by shifting to rail system. To analysis the demand characteristics in advance against these hypothetical circumstances, Stated Preference, which is called SP, approaches have been adopted to analysis the shipper's mode choice behaviors as RP(Revealed Preference) approaches are not appropriate. The results also indicate that the most effective policy to divert the freight volume from road to railway is to reduce freight rates for the railway with improved reliability.

1. 서론

선호의식(SP) 조사는 현재 존재하지 않는 가상의 수송체계나 서비스 대안을 적합한 서비스 변수를 통해 표현해서 각 대안에 대한 개별 의사결정자의 선호, 의견, 의향 등의 의사표시를 측정하여 얻은 선호의식자료(Stated preference data)를 이용해 새로운 수송체계에 대한 수요를 추정하는 방법이다. 본 연구에서는 SP분석을 통해 컨테이너 내륙수송체계에 있어서 도로, 철도 그리고 연안운송을 경쟁수단으로 가정하여 화주 및 물류기업의 수송수단 선택행태를 모형화하여 이를 토대로 철도운송에 대한 고객의 시간과 운임에 수요 탄력성을 분석하였다. 선호의식(SP) 조사를 위해서는 사전에 조사에 대한 선계가 필수적인데, 특히 SP기법을 이용한 조사 시 결정해야 할 요소는 조사대상 및 표본수, 응답자 선호표현방법, 선택대안 및 선택대안수, 선택대안을 설명하는 속성변수 및 속성변수, 속성변수 수준 및 수준수, 가상적인 시나리오 조합방법 및 질문수 등이다. 선호의식(SP)자료 이용하여 수송수단선택행태를 분석하기 위해서는 개인의 선택행위와 관련된 의사결정과정 등을 파악할 필요가 있다. 즉 고객이 어떠한 수송수단을 선택할 것인가에 대한 의사결정은 설정된 상황하에서 개인이 각 대안을 평가해서 효용을 최대화하는 대안을 선택하는 소비자 행태이론을 바탕으로 한다. 본 연구에서는 화주수송에 있어서 수송수단 선택에 영향을 미치는 요인이 어떠한 것들이 있

- 1) 한국철도연구원 선임연구원
- 2) 한국철도연구원 연구원
- 3) 한국철도연구원 선임연구원
- 4) 한국철도기술연구원 선임연구원
- 5) 한국철도기술연구원 책임연구원

는 파악하기 위해 컨테이너 화물수송 관련 기업의 담당자들을 대상으로 예비조사를 실시하였다. 그 결과 '수송비용', '수송시간', '신뢰성', '수송빈도(1일 운행횟수)', '필요 시 이용가능성', '수송단계의 복잡성' 등의 요인들을 추출하였지만, 분석의 목적과 조사의 용이성을 고려하여 수송빈도, 필요 시 이용가능성, 수송단계의 복잡성 그리고 손실/손상 가능성, 접근성을 제외하고 최종적으로 수송비용, 수송시간, 신뢰성을 화물수송에 영향을 미치는 요인으로 선정하였다. 또한 선호의식(SP)조사를 시하기에 앞서 국내 내륙수송에 대한 가상의 수송체계를 구축하기 위해 다음의 <표 1>과 같은 가정을 수립하였다.

<표 1> 선호의식(SP)조사를 위한 가정

수송수단	가정
도로운송	도로가 포화상태에 달해 고속도로 건설 및 운송장비에 대한 투자가 이루어지더라도 자연적인 통행량 증가를 감안할 때 도로운송에의한 화물운송은 크게 개선되지 않고 현재와 같다고 가정한다. 단 부두 직반출입은 개선된 상태로 가정한다.
철도운송	경부고속철도가 완공되고 철도청이 공사화 됨으로써 기존의 경부선 중 용량 중 일부분이 컨테이너 화물운송으로 전환되고 현재 ODCY 및 컨테이너 터미널과 부산진역을 경유하는 복잡한 수송단계가 컨테이너 터미널에서 의왕ICD로 직반출입 되고 의왕ICD에서 통관이 이루어져서 단순화된다고 가정한다.
연안운송	수도권의 중심항만의 인천항에서 평택항으로 전환되면서 연안피더선 전용부두가 건설될과 동시에 부산항내 감천 컨테이너 터미널 혹은 연안피더선 전용부두에 연안 컨테이너선이 입항하는 것으로 가정한다. 또한 피더부두와 외항 컨테이너부두는 하역기기를 공유하여 환적에 따른 수송시간의 지연을 최소화한다.

다음으로 의사결정자가 수송수단을 선택하는데 있어 수송비용, 수송시간, 수송서비스(정시성, 안정성)가 어느 정도 영향을 미칠 것인가를 분석하기 위한 질문으로 가상의 수송체계 상황에 대한 다양한 시나리오를 구성하였다. 속성변수 중 수송비용은 경인지역에서 부산항까지 컨테이너 내륙수송을 할 경우 도로운송과 철도운송은 실제 거래요율인 460,000원을 적용하였으며 연안운송은 410,000원을 적용하였다. 수송시간은 실제 각 수송수단간 평균시간을 기준으로 하였다. 속성변수의 초기 수준을 설정 후 이를 근거로 하여 본 연구에서는 수송수단간 Trade-Off를 수송수단내의 수준변화로 적절하게 반영할 수 있도록 수송수단에 따라 각기 다른 증가율과 감소율을 적용하여 다음의 <표 2>에서의 같이 수송비용, 수송시간, 수송서비스에 대한 수준변화를 수행하였다.

<표 2> 속성변수의 초기수준 설정

구분	수송비용			수송시간			수송서비스(정시성/안정성)		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2
도로운송	414,000	460,000	506,000	10	12	14	100%	95%	80%
철도운송	372,600	414,000	460,000	19:30	23:20	24:50	100%	95%	90%
연안운송	351,000	390,000	410,000	28:50	30:50	39:50	100%	95%	80%

주) 철도운송의 경우 타 수송수단 보다 정시성, 안정성 측면에서 우월하므로 수송서비스를 100%, 95%, 90%로 적용함

설문을 위한 표본조사에서는 우선 서울 및 경인지역에 사무실을 두고 있는 컨테이너화물 취급 선사, 복합운송업체, 운송/물류업체 그리고 화물을 컨테이너로 운송하는 서울, 경인지역에 위치한 화주를 조사대상으로 하였다.

해운물류전문 잡지인 Korea Shipping Gazette를 이용하여 선사 24개, 복합운송업체 280개, 운송/물류업체 26개의 모집단을 선정하고 경인지역에 위치한 화주에 대해서는 100개의 모집단을 선정하였다. 이후 선사와 운송/물류업체의 경우는 전수조사를 실시하였으며 복합운송업체와 서울 및 경인지역 화주에 대해서는 10%의 표본률을 정해 조사대상업체를 선정하였다. 그 결과 2004년 5월 24일부터 2004년 6월 7일까지 15일에 걸쳐 총 54부를 배포하여 총 36부의 설문지를 회수하여 40.9%의 응답율을 보였다. 이 중 분석에 사용할 수 없는 응답자료를 제외한 유효 응답수는 34부였다⁶⁾.

2. 선호의식(SP)조사에 따른 수송수단 전환율 추정

수송수단의 효용(Utility)은 각 수송수단의 만족도 또는 매력도를 정량적으로 표현한 수치로서 수송수단 의사결정자가 수송수단 i 에 대한 효용(V_i)은 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$V_i = \beta_1 C_i + \beta_2 T_i + \beta_3 S_i + \beta_4 DR + \beta_5 DS \quad (1)^7$$

위의 식을 기초로 하여 본 연구에서는 비선형 최우추정법에 따라 로짓모형을 추정할 수 있는 ALOGIT 프로그램을 이용하여 모수를 추정하였으며 수송수단 선택에 있어서 의사결정주체를 화주 및 물류기업으로 가정하여 분석을 수행하였다.

따라서 수송수단과 관련된 수송비용, 수송시간, 수송서비스(정시성, 안정성)의 변수를 이용하여 컨테이너 화물에 대한 수송수단 선택 모형을 추정한 결과, 수단 I에 대한 효용식은 다음의 식(2)와 같으며 추정결과는 <표 3>과 같다.

$$V_i = -0.02252 C_i - 0.00040 T_i + 0.01401 S_i + 1.25000 PO4 + 0.51730 PO5 \quad (2)$$

<표 3>에서 보는 바와 같이 수송비용과 수송시간은 음(-)의 부호로서 이들 변수가 증가하면서 선택수단의 효용이 감소하며 수송서비스 계수는 양(+)의 부호를 나타냄으로써 수송서비스가 높을수록 효용이 증가하는 것을 나타낸다.

모평균과 일치하는지에 대한 t 검정 결과, 수송시간 변수를 제외하고는 모든 계수의 추정치들이 95% 수준에서 모평균과 일치한다는 가설을 기각할 수 없다. 또한 우도비 검중에 의해 추정된 모형의 적합도는 0.1403으로 비교적 모형의 설명력이 다소 떨어지는 것으로 나타났다⁸⁾.

6) 최종적으로 SP모형 추정에 사용된 관측자료수는 총 918개입.

7) C_i 는 수송수단 i 의 수송비용 (만 원), T_i 는 수송수단 i 의 수송시간 (시간, 분), S_i 는 수송수단 i 의 서비스(%), DR은 철도운송 특성상수 (ASC : Alternative Specific Constant), DS는 연안운송 특성상수 (ASC : Alternative Specific Constant)를 의미한다.

8) 모형의 설명력은 회귀분석이 R^2 와 유사한 특성을 갖는 통계량인 ρ^2 을 이용하는 것이 일반적이며 추정된 모형의 설명력은 일반적으로 0.2 ~ 0.4 정도면 우수하다고 한다.

<표 3> 수송수단 선택모형의 추정결과

설명변수	계수		
	추정치	t값	표준오차
수송비용 : Cost(β_1)	-0.0225	-14.9	0.0015
수송시간 : Time(β_2)	-0.0004	-1.7	0.0002
수송서비스 : SVC(β_3)	0.0141	2.3	0.0061
ASC(도로운송) : β_4	1.2500	3.6	0.3470
ASC(철도운송) : β_5	0.5173	2.8	0.1850
자료수 : Observation	918		
l(c) : Likelihood with constant only	-1006.7940		
l(0) : Likelihood with zero coefficients	-1008.5261		
l(θ) : Final value of likelihood	-867.0366		
ρ^2 (0) : rho-squared with respect to zero	0.1403		
ρ^2 (c) : rho-squared with respect to constants	0.1388		

수송비용, 수송시간 그리고 수송서비스를 10% 증가 또는 감소할 때 그 수송수단의 수송수요가 변하는 정도를 파악하기 위해 추정된 모형의 계수를 바탕으로 각 수송수단별 직접 및 교차탄력성을 계산한 결과, <표 4>와 같다. 도로운송의 수송비용 탄력성이 -5.5650인 것은 도로운송비용이 1% 증가하면 도로운송의 수요는 약 5.6% 정도 감소하는 것을 의미하고 수송서비스 탄력성이 0.7021인 것은 수송서비스가 1% 향상되면 도로운송의 수요는 약 0.7% 증가하는 것을 의미한다.

<표 4> 직접탄력성 및 교차탄력성 분석 결과

구분		도로운송	철도운송	연안운송
수송비용	도로운송	-5.5650	2.8006	3.0300
	철도운송	2.5950	-5.0100	2.8601
	연안운송	2.2437	2.2821	-5.1565
수송시간	도로운송	-0.1445	0.0728	0.0786
	철도운송	0.1540	-0.2987	0.1714
	연안운송	0.2136	0.2199	-0.4940
수송서비스	도로운송	0.7201	-0.3649	-0.3892
	철도운송	-0.3799	0.7346	-0.4202
	연안운송	-0.3362	-0.3465	0.7779

주) *는 도로운송 비용에 대한 도로운송 수요의 직접탄력성을 의미함
 **는 철도운송 비용에 대한 도로운송 수요의 교차탄력성을 의미함

직접탄력성 분석 결과, 수송비용의 탄력성이 가장 크게 나타났고 그 다음은 수송서비스였으며 수송시간에 대한 탄력성은 가장 낮게 나타났다. 한편 각 수송수단별 탄력성을 보면 수송비용의 탄력성 중 철도운송이 가장 낮게 나타났으며 수송시간의 경우에는 수송시간이 가장

짧은 도로운송이 가장 비탄력적인 것으로 분석되었다.

교차탄력성은 경쟁수단의 수송비용, 수송시간, 수송서비스에 대한 수송수단의 수송수요의 변화를 나타내는 것으로서 철도의 수송비용에 대한 도로운송의 교차탄력성이 2.5950이라는 것은 철도의 수송비용이 1% 증가하면 도로운송의 수요가 약 2.6% 증가하는 것을 의미한다.

한편 앞서 추정된 수송수단별 교차탄력성 분석 결과를 토대로 하여 2003년도 수도권 컨테이너 수송물량 3,263,000 TEU를 기준으로 철도운송의 수송비용과 수송시간을 분석한 결과, 즉 철도운송의 일관운송요율을 1% (455,900원) 감소시킬 경우 철도운송에 의한 컨테이너 처리물량은 <표 5>과 같이 569,037 TEU로 증가하며 이때 수송분담율은 2003년 15.2%에서 17.4%로 증가하게 되며 운송요율을 5%(439,400원)으로 감소할 경우 무려 929,225 TEU의 수송수요가 발생할 것으로 예상된다.

<표 5> 철도운송 전체 일관운송요율 증감에 따른 수송수단별 수요 추정결과

(단위 : 원, TEU, %)

요율 증감	철도운송	도로운송	연안운송
2% 증가 (468,200)	352,925 (10.8)	2,806,469 (86.0)	103,606 (3.2)
1% 증가 (464,100)	424,963 (13.0)	2,737,235 (83.9)	100,803 (3.1)
0% (460,000)	497,000 (15.2)	2,668,000 (81.8)	98,000 (3.0)
1% 감소 (455,900)	569,037 (17.4)	2,598,765 (79.6)	95,197 (2.9)
2% 감소 (451,800)	641,075 (19.7)	2,529,531 (77.5)	92,394 (2.8)
3% 감소 (447,700)	713,112 (21.9)	2,460,296 (75.4)	89,591 (2.7)
4% 감소 (443,600)	857,187 (26.3)	2,391,062 (73.3)	86,788 (2.6)
5% 감소 (439,400)	929,225 (28.5)	2,321,827 (71.2)	83,986 (2.5)

또한 현재 19시간의 철도운송 시간을 15시간으로 단축시켰을 경우 <표 6>에서 보는 바와 같이 철도운송에 의해 처리되는 컨테이너 물량은 현재 497,000 TEU에서 535,490 TEU로 증가하여 수송분담율이 15.2%에서 16.4%로 증가할 것으로 분석결과 나타났다.

<표 6> 철도운송 시간 단축에 따른 수송수단별 수송수요 추정결과

수송시간 증감	철도운송	도로운송	연안운송
19시간	497,000 (15.2)	2,668,000 (81.8)	98,000 (3.0)
17시간	514,107 (15.8)	2,651,565 (81.3)	97,328 (2.9)
15시간	535,490 (16.4)	2,631,022 (80.6)	96,488 (2.9)
13시간	548,320 (16.8)	2,618,695 (80.2)	95,984 (2.9)
11시간	565,427 (17.3)	2,602,260 (79.8)	95,312 (2.9)

이것은 응답자의 대부분은 철도운송 선택시 수송시간 보다는 수송비용에 더 민감하게 반응하고 있는 것으로 나타났다.

3. 결론

경제발달과 교통수단의 발달에 따라 급증하던 도로수송의 발달은 국가 물류측면에서는 막대한 국가 물류비의 손실을 가져왔을 뿐 아니라 그 수용용량도 한계점에 도달하였다고 볼 수 있다. 이러한 현재의 도로중심의 직송체계는 향후 철도를 이용한 거점수송체제로 전환하는 것이 바람직 하지만 실제 물류시장에서는 화주가 수송수단으로 철도를 선택하기 위해서는 철도수송이 경쟁수단인 도로수송과 연안운송 등과의 비교에서 높은 경쟁력을 유지하는 것이 우선일 것이다. 본 연구에서는 컨테이너 화주의 경인간 수송수단 선택 시 운임과 리드타임, 서비스 측면에서 각 조건을 변화시켰을 경우 고객의 수요 민감도를 분석하였다. 이러한 결과는 구간별, 품목별로 다소 차이가 있을 수 있으나 주요 경쟁수단에 대비한 철도물류 이용 고객들의 수요 전환율을 시사하는 것으로 볼 수 있다.

참고문헌

Anderson, P. B., Moller J. and Sheldon R. J.(1986), "Marketing DSB Rail service Using a Stated Preference Approach", *Paper presented to 1986 PTRC Summer Annual Meeting Brighton*

금기정,신연식(1992), "SP DATA에 의한 지방도시의 교통수단 선택요인 분석에 관한 연구, 대한교통학회지, 제10권 제3호.

하원익, 남기찬(1996), "SP자료를 이용한 화물수송수단 선택모형의 개발", 대한교통학회지, 제14권 제1호.

Kim, Kangsoo(1998), "A Behavioral Approach to Freight Transport Modal Choice" *University of Leeds, Ph.d thesis.*

Tony Fowkes & Mark Wardman(1998), "The design of stated preference travel choice experiments", *journal of transport economics and policy, January*

김강수(2001), "Stated Preference 조사설계 및 분석방법론에 대한 연구", 교통개발연구원 정책연구 01-15