

## 컨테이너 육상운송의 모달 쉬프트 저항요인 평가 연구: 공로링크와 철도링크의 환적노드를 중심으로

최창호\*  
전남대학교 경상학부

### A Study on the Resistance Factors about Modal Shift of Container Transport by Land: Focusing on the Transfer Nodes between Truck Links and Freight Train Links

CHOI, Chang Ho\*

Department of Business and Commerce, Chonnam National University, Jeonnam 550-749, Korea

#### Abstract

This study analyzes the basic characteristics needed for motivating modal shift from truck to rail. The object of the study is to consider the resistance factor for container transported inland and the object point is the transfer node where modal shift occurs.

The main contents of the study are as follows. First, the study looks at what shippers, engaged in inland transport of container, think of current transfer node environment. From this, the study analyzes what resistance factors are attributable to the lack of motivation in modal shift from truck to rail. Second, the study estimates mode choice models in which the resistance factors at transfer node are applied. Also by using this, the study draws out elasticities, and analyzes characteristics of resistance factors in modal shift. Third, as its result, the study suggests methods to promote modal-shifting container transport from truck to rail.

본 연구는 공로에서 철도로의 모달 쉬프트를 활성화 하는데 필요한 기본 특성을 조사하고 분석하였다. 연구의 대상 화물은 국내에서 내륙으로 운송되는 컨테이너이며, 연구의 대상 지점은 모달 쉬프트가 이루어지는 환적노드를 중심으로 하였다.

연구에서 수행한 주요 내용은 다음과 같다. 첫째, 컨테이너 육상운송을 하는 화주가 생각하는 환적노드의 운송환경에 대한 인식을 조사하였다. 그리고 이로부터 공로에서 철도로 모달 쉬프트가 활성화되지 않는 저항요인을 분석하였다. 둘째, 환적노드의 저항요인을 반영한 운송수단 선택모형을 추정하였다. 그리고 이를 활용하여 탄력성을 도출하고 모달 쉬프트 저항 요인별 특성을 분석하였다. 셋째, 연구에서 도출된 결과로부터 컨테이너 운송수단을 공로에서 철도로 모달 쉬프트 시키는 방안을 제시하였다.

#### Key Words

Container, Inland transport, Modal shift, Resistance factor, Truck, Rail, Transfer node  
컨테이너, 내륙운송, 수단전환, 저항요인, 공로, 철도, 환적노드

\*: Corresponding Author  
jc1214@jnu.ac.kr, Phone: +82-61-659-7344, Fax: +82-61-659-7359

## I. 서론

1992년 기후변화에 대한 UN 협약, 2002년 교도의 정서, 2007년 발리 유엔기후협약 등 지구 온난화 방지를 위한 범세계적 노력과 규제 움직임에 대응하여 우리나라도 이제 온실가스(GHG) 저감 노력이 국가의 중요한 정책이 되었다. 『지속가능교통물류발전법(09.12.10 일 시행)』은 향후 우리나라가 나아갈 물류정책의 방향을 대표하는 것으로 이 법에는 기존에 공로(이하 '트럭'도 공용 표기)를 이용하던 화주가 철도나 연안해운으로 모달 쉬프트(modal shift, 이하 '수단전환'과 '전환'도 같은 의미로 표기) 할 경우 보조금을 지급하는 내용이 담겨있다. 유럽의 마르코 폴로(marco polo)로 대표되는 모달 쉬프트 활성화 정책이 우리나라에 도입된 것이다.

한국교통연구원(2005)에 의하면 우리나라에서 화물 철도 대비 트럭의 이산화탄소 배출비율은 1대 88이며, 톤-km당 배출 원단위 비율은 1대 13.3으로 나타났다. 또한 한국교통연구원(2009)의 조사에서는 화물운송에서 영업용트럭의 분담률이 1990년 63.8%에서 2007년 77.1로 증가한 반면 철도는 동기간 7.2%에서 6.2%로 감소하였다. 자가용트럭을 포함할 경우 트럭의 분담률은 91.0%이며 철도는 2.4%에 불과하다. 따라서 환경적인 측면에서 볼 때 트럭의 비중을 더 이상 증가시키기 어려운 시점에 도달하였고, 상대적으로 친환경적인 철도나 해운 등으로 모달 쉬프트 시킬 필요성이 강조되고 있다.

본 연구는 최근 이슈가 되고 있는 공로에서 철도로의 모달 쉬프트를 활성화 하는데 필요한 기본 특성을 파악하고자 수행하였다. 기본 특성은 화주가 모달 쉬프트를 하는데 저항인자가 되는 요인을 발굴하고 이를 평가하여 해소방향을 모색하는 것이다. 연구의 대상은 육상으로 운송되는 컨테이너이며, 연구의 주요 지점은 철도와 공로가 만나는 환적노드(transfer node)이다.

연구의 목적은 다음과 같이 설정하였다. 첫째, 컨테이너 육상운송을 하는 화주가 보유한 환적노드 운송환경에 대한 인식을 조사하여 공로에서 철도로의 모달 쉬프트 저항요인(resistance factor)을 평가한다. 둘째, 조사된 저항요인을 근거로 화주가 모달 쉬프트를 결정하는 환경을 분석한다. 셋째, 환적노드의 저항요인을 반영한 화물운송수단선택모형(freight mode choice model)을 추정하고 탄력성(elasticity)을 도출하여 컨테이너 운송을 공로에서 철도로 모달 쉬프트 하는데 필요한 방안을 강구한다.

본 연구는 공로와 철도의 경쟁관계를 배경으로 컨테이너 육상운송 단계를 세분하여 분석하고 각 단계별로 나타난 특성을 실제 설문자료를 토대로 제시하고자 한다. 특히 공로와 철도가 만나는 컨테이너의 환적노드에 초점을 두고 운송업체를 대상으로 연구하고자 하며 이것이 본 연구의 의의이며 기존 연구와 차별성을 갖는다.

## II. 우리나라 컨테이너 운송의 모달 쉬프트 환경 및 선행연구 사례

### 1. 우리나라 컨테이너 운송의 모달 쉬프트 환경

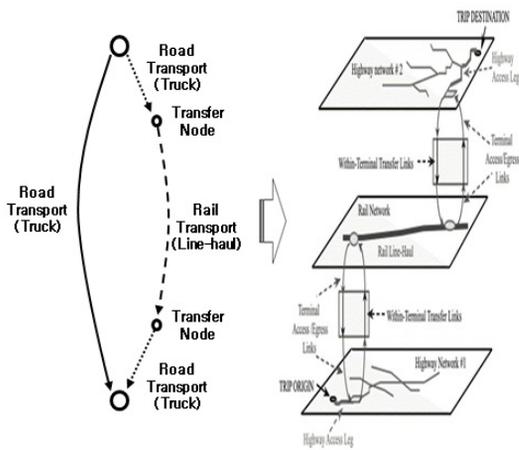
우리나라에서 컨테이너 운송을 본격적으로 연구하기 시작한 것은 1980년대부터이며 다수의 연구가 이루어졌다. 다만, 연구의 초점이 대부분 경부간 컨테이너 운송이나 해운과 철도를 연계한 (국제)복합/일관운송체계이다. 또한 복합/일관운송을 활성화 시키는 방안으로 운송비용 절감이나 운송시간의 단축이 주로 제시되었다.

지금까지 수행된 국내의 연구사례를 살펴보면 컨테이너 운송수단 사이의 경쟁을 기·종점(trip origin - trip destination) 간 단일경로로 파악한 것이 대부분이다. 하지만 철도의 특성상 인입선이 있는 일부 경우를 제외하면 트럭을 이용한 연계운송이 불가피하다. 또한 운송수단이 연결되는 환적노드에서 다양한 저항요인이 발생하는데 이를 반영한 사례 역시 찾기 어렵다.

2008년 기준 부산항 반출·입 컨테이너(TEU 기준)는 공로 87.6%, 철도 10.6%, 연안해송 1.8%이다(www.ktdb.go.kr). 연안해송의 기·종점과 운송경로가 많지 않은 점을 감안하면 컨테이너의 육상운송은 대부분 공로로 이루어진다고 볼 수 있다. 국토 공간 여건과 트럭의 운임 할인, 고속도로를 이용한 신속한 운송 등이 공로가 경쟁력을 확보하는 원인으로 지적되고 있다.

〈Figure 1〉은 공로운송과 철도운송의 과정이다. 일부 철도인입선을 제외하면 대부분의 철도운송은 기·종점 부분에서 공로운송과의 연계가 필요하며 이 경우 환적이 행해진다. 공로와 철도의 환적은 철도역, 물류단지 등 공로와 철도가 연계된 곳에서 이루어진다.

우리나라에서 컨테이너 운송을 단계별로 구분하여 분석한 최초 사례인 김찬성 외(2008)의 연구에서는 지역 간 컨테이너 운송에서 철도가 경쟁력을 확보하지 못하는 가장 큰 요인으로 환적노드에서의 과도한 시간소요를 지



source) Southworth, et al.(2000), p.153

**<Figure 1> Connecting Situation between Rail and Road at Transfer Nodes**

적했으며 환적비용 역시 저항이 큰 것으로 나타났다. 특히 철도-공로 연계 셔틀비용은 13.2만원으로 해운-공로 연계 셔틀비용인 11.9만원보다 높았다.

이처럼 공로에서 철도로의 모달 쉬프트를 방해하는 요인의 상당부분이 환적노드에 있다. 즉, 환적노드에 있는 요인들이 화주의 모달 쉬프트를 방해하며, 본 연구에서는 이를 모달 쉬프트 저항요인으로 정의한다.

따라서 철도가 공로와의 경쟁력을 갖추어 공로에서 철도로 모달 쉬프트가 이루어지게 하려면 환적이 이루어지는 환적노드에서 발생하는 시간과 비용 및 기타 저항요인들을 개선해주는 전략이 필요하며, 이를 위해서는 환적 노드에 초점을 둔 연구가 수행될 필요가 있다.

## 2. 국내의 모달 쉬프트 관련 연구사례

국내에서 컨테이너의 운송에 관한 연구는 다수 이루어졌으나 환적노드 또는 모달 쉬프트를 활성화 시키는데 도움을 주는 요인에 관한 연구사례는 많지 않다.

우선 모달 쉬프트와 관련한 연구사례를 정리하면 조찬혁 외(2005), 문대섭 외(2008), 유주영 외(2008), 김경중(2009), 박미란 외(2009), 이미영 외(2010) 등이 있다. 조찬혁 외(2005), 문대섭 외(2008), 유주영 외(2008) 등의 연구에서 화주는 운송비용과 운송시간 등 여건만 개선된다면 공로에서 철도로 모달 쉬프트 할 의향이 있으며, 특히 환적노드에서의 저항요인을 최소화할 경우 더욱 증가할 것으로 예상되었다. 김경중(2009)

의 연구에서는 장거리 컨테이너 운송에서는 철도가 비용 경쟁력이 있으며, 환적노드에서의 시간손실을 제외한다면 운송시간에서도 공로와 경쟁력 확보가 가능하다고 평가하였다. 박미란 외(2009)는 컨테이너 육상운송업체에 대해 공로와 철도 간 경쟁력을 조사하였다. 결과는 현재의 공로운송에서 철도운송으로 모달 쉬프트 할 조건은 철도운송비용의 감소시 67%, 철도운송시간의 감소시 22%, 기타요인 11% 등의 의향이 있으며, 비용의 감소 희망정도는 현재 수준보다 평균 34%, 시간의 감소 희망비율은 현재보다 평균 26%로 나타났다. 이로부터 철도의 운송비용을 인하하는 정책이 모달 쉬프트에 가장 효과적일 것으로 평가되었다. 김찬성 외(2008)의 연구에 따르면, 지역간 철도 컨테이너 운송시 환적과 셔틀에 소요되는 시간은 전체 운송시간의 37.6%를 차지하였다. 환적비용 역시 전체 운송비용의 45% 정도였다.

다음으로 모달 쉬프트를 활성화시키는데 도움을 줄 수 있는 요인을 연구한 사례는 최창호(1999), 정승주 외(2004), 최창호(2006a,b), 문진수 외(2007), 최창호(2009) 등이 있다. 최창호(1999, 2006a,b)의 연구는 특정 운송수단을 대상으로 하지 않고 화주가 생각하는 일반적인 인식을 파악한 반면에 정승주 외(2004)와 최창호(2009)는 공로와 철도를 이용하는 화주를 대상으로 조사하였다. 연구 결과 우리나라의 화주가 중요하게 생각하는 요인은 운송비용, 운송시간, 운송빈도, 정시도착의 신뢰성 등으로 나타났다. 우리나라에서 철도화물 운송이 활발하지 않은 여러 가지 요인을 검토한 문진수 외(2007)에 따르면, 본선이나 인입선 등 선로관련 요인 이외에 중요한 요인은 환적단계를 효율화시키지 못하여 비용과 시간이 과다하게 소요되는 것이 문제로 지적되었다. 따라서 공로에서 철도로 모달 쉬프트를 유도하기 위해서는 환적이 일어나는 지점 즉, 환적노드의 효율화 전략이 필요하며, 이는 철도화물운송에 영향을 미치는 요인을 조사한 정승주 외(2004)의 연구에서도 입증되고 있다. 이 연구에서 공로운송을 하는 화주가 철도로 모달 쉬프트 하는데 영향을 미칠 수 있는 정도는 짐배송단계 32%, 환적단계 33%, 간선운송단계 35% 등으로 나타나 짐배송단계와 환적단계의 중요성이 강조되었다. 결과적으로 우리나라에서 공로에서 철도로 모달 쉬프트 하는데 저항을 주는 요인은 짐배송단계와 환적단계에 관련된 운송비용, 운송시간 등이 중요한 것들로 정리된다.

이밖에 컨테이너의 모달 쉬프트를 연구하기 위해서는 운송단계의 변화에 대한 반응 즉, 탄력성에 관한 연구가

필요하다. 우리나라에서 철도와 공로의 경쟁 상황을 가 상하여 컨테이너 운송의 탄력성을 도출한 연구사례는 정 연성(2003), 한국철도시설공단(2007), 김찬성 외 (2008), 최창호(2009) 등이 있다. 이들 연구는 모두 잠재선호(SP) 자료를 사용한 것으로 가상의 운송 상황 에 대한 설문조사를 통하여 두 운송수단간 선택모형을 추정하고 탄력성을 산정한 사례이다.

김은미 외(2009)는 컨테이너 운송을 거리에 따라 5 가지로 구분하여 거리경쟁지수를 비교하였다. 분석 결 과, 운송비용의 경우 컨테이너는 100km 이상부터 철도 운송이 공로운송에 비하여 경쟁력을 확보하는 것으로 나 타났다. 반면에 운송시간의 경우는 모든 구간에서 공로 와의 경쟁력을 확보하지 못하였다.

이상의 연구로부터 컨테이너는 운송환경을 개선할 경 우 공로에서 철도로 모달 쉬프트가 가능한 화물임이 판 명되고 있다.

### III. 외국의 컨테이너 모달 쉬프트 지원 정책 및 연구사례

#### 1. 외국의 컨테이너 모달 쉬프트 지원 정책

외국의 경우 특정 화물에 국한하여 모달 쉬프트를 장 려하는 사례는 없으며 일반적인 상황에서 화물운송을 트 럭에서 철도나 해운으로 전환시키려 노력하고 있다.

화물운송의 모달 쉬프트를 처음으로 도입한 나라는 영 국으로 1974년에 철도화물시설 설치에 소요되는 자본비 용을 보조해주는 제도인 화물시설보조금(FFG: freight facilities grants)을 도입한 이래 2007년에는 철도환 경편익제도(REPS: rail environmental benefit procurement scheme)를 신설하였고, 2010년 4월부터 는 REPS를 대체하여 전환교통에 대한 직접보조금을 지급하는 전환교통직접지원제(MSRS: mode shift revenue support scheme)를 시행하고 있다.

프랑스는 모달 쉬프트를 활성화시키기 위한 시설개발 사업과 공로에서 철도로 전환할 경우에 전환보조금을 지 급하는 것이 대표적인 정책이다. 일본은 종합물류시책대 강(1997~)을 토대로 모달 쉬프트 정책을 일관되게 추 진하고 있다. 제3차종합물류시책대강(2005~2009)에 서는 녹색물류를 표방하고 철도와 해상운송수단으로의 수단전환, 트럭운송의 고효율화(공동 수배송, 물류거점

집약화)등을 추진하였다. 이밖에도 녹색교통세제지원 (2009~)을 통한 물류거점시설 사업자에 대한 소득세· 법인세의 감면과 철도화물 운송사업자의 취득자산 세제 감면 등을 시행하고 있다. 본 연구에서 일본 현지(혼슈, 홋카이도 등)의 모달 쉬프트 지원상황을 조사한 것에서 도 상당한 수준의 정부지원이 확인되었고 이것이 공로에 서 철도로 모달 쉬프트를 활성화시키는 계기가 됨을 알 수 있었다.

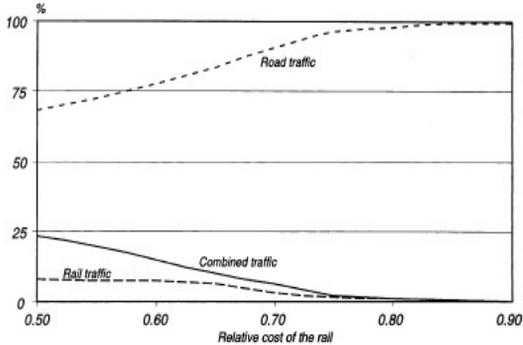
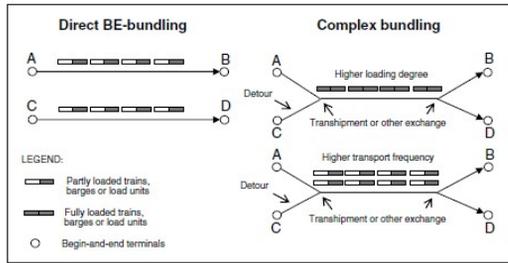
최근에 많이 인용되는 모달 쉬프트 정책은 유럽연합 (EU)에서 시행하는 마르코 폴로(marco polo)이다. 이 제도는 유럽횡단교통망(TEN: Trans-European Net- works)의 활성화를 목적으로 하며 공로 중심의 화물운송 체계를 철도, 해운, 내륙수도로 전환시키려 시행하는 프 로젝트이다. 현재 마르코 폴로 I (2003~2006년)를 거쳐 마르코 폴로 II(2007~2013년)가 시행중이다.

#### 2. 외국의 연구사례 및 시사점

외국의 모달 쉬프트 지원 정책 연구는 컨테이너에 국 한되지 않고 비교적 폭넓게 시도되었다. 환경개선 효과, 교통혼잡 완화 효과, 화물품목별 에너지 사용 특성 등 다 수의 연구가 수행되었다. 전환교통에 따른 교통혼잡 완 화정도를 연구한 사례는 Bryan, et al(2007)이 있으 며, 이를 모형으로 연계한 사례는 Febbraro, et al(2008)이 있다. 화물품목별 에너지 사용량은 전환교 통 대상을 선정하는데 중요한 기준이 되며, 관련 연구로 는 Vanet, et al(1998)이 있다. 독일에서 대형트럭에 통행료를 부과할 경우 전환교통의 효과를 평가한 Broaddus, et al(2008)의 연구가 있으며, 일본의 사 례로는 古屋秀樹(1998), 寺脇 拓(2004) 등이 있다. Arnold, et al(2004)은 철도와 트럭의 환적터미널의 입지선정에 관한 연구를 통해 철도와 트럭의 전환교통은 터미널의 입지보다는 철도의 운송비용에 절대적인 영향 을 받는 것으로 파악하였다. 이와 유사한 연구로는 운송 수단 간 탄력성을 파악하여 전환교통의 가능성을 평가한 Abdelwahab(1992), Oum(1979), Beuthe(2001) 등의 연구가 있다.

외국의 경우 모달 쉬프트의 저항요인을 특정화 시켜 연구한 것보다는 일반적으로 화주가 운송수단을 선택하 는 특성을 연구한 사례가 주류를 이룬다. 그리고 이를 통 해 모달 쉬프트 저항요인을 유추할 수 있다.

화주의 운송수단 선택특성을 연구한 초기에 해당하는



source) E. Kreutzberger(2008), p.982, Fig.3 and P. Arnold et al.(2004), p.265, Fig.4

<Figure 2> Modal Shift Types and Cost-saving Effect

1970년대에는 광범위한 수단선택 분야에 대한 연구가 이루어졌으며, 1980년대 이후에는 규제완화 등의 환경적인 변화에 따라 보다 세분화되고 구체적인 것까지 진행되었다. Cullinane et al.(2000) 등의 연구에서 화주의 운송수단 선택요인을 파악하기 위해서는 다수가 아니라 몇 개의 대표적 요인이 필요함을 알 수 있으며, 운송시간과 운송비용 등이 중요한 요인임이 밝혀졌다.

이상과 같은 국내·외 연구사례를 조사한 결과 화주의 모달 쉬프트에 부정적인 영향을 미치는 요인이 있음을 알 수 있으며 이로부터 화주가 표출하는 요인별 특성을 반영하여 연구한 사례 역시 다수 있음이 확인되었다. 또한 화주의 모달 쉬프트에 영향을 미치는 요인은 중요한 몇 개로 단순화 시킬 수 있음을 알아냈다. 그렇다면 모달 쉬프트 저항요인을 수단선택모형화 하여 수치적으로 분석한다면 보다 자세한 특성을 분석할 수 있게 되며, 이는 탄력성을 통하여 분석이 가능하다.

수단선택모형에 따라 도출된 모달 쉬프트 저항 요인별 변화정도(탄력성)를 평가하려는 시도는 선행 연구사례를 검토하면 가능성을 쉽게 확인할 수 있다. <Figure 2>와 같이 Kreutzberger(2008), Arnold et al.

(2004) 등 상당수의 연구에서 공로를 이용한 단일운송보다는 철도와의 연계 운송시 확실한 운송비용(운임)의 절감을 입증하고 있다. 따라서 관건은 운송비용을 모달 쉬프트가 일어나는 수준으로 유도하느냐가 된다. Rich et al.(2009)는 수단분담모형을 추정해 운송단계별 운송비용과 운송시간의 탄력성을 추정해낸 것으로 본 연구에서도 이와 같은 방법을 적용하여 운송단계별로 나타나는 특성을 파악하고자 한다.

#### IV. 연구의 필요성 및 연구자료 조사·분석

##### 1. 연구의 필요성 및 방향

앞서 국내 연구사례에서 살펴본 바와 같이 컨테이너 운송을 구간별로 분석하여 연구한 사례는 드물다. 또한 분석대상도 운송구간을 전체가 중심이 되며, 일부 연구에서 본송구간, 환적지점, 셔틀구간 등으로 세분하여 본송구간과 환적·셔틀구간에 대한 통합적인 해석에 한계가 있다. 특히 환적노드에 초점을 두고 진행한 연구가 없어 환적노드에서 발생하는 심리적, 금전적, 시간적 저항 정도를 파악하기 어렵다.

운송수단선택모형에 사용한 설문에서는 국내의 경우 대부분 가상적인 상황을 구현한 잠재선호(SP) 자료를 사용하였는데 외국의 경우는 주로 현시선호(RP) 자료를 사용하고 있다. 운송단계를 구체적으로 파악하고 특히 환적노드와 같이 특정 지점의 특성을 파악하기 위해서는 잠재선호 자료가 야기할 수 있는 과다 또는 과소평가의 문제를 보완할 필요성이 있기 때문이다.

연구 대상에 대한 설정도 필요하다. 최창호(2004)의 연구에 따르면 우리나라에서 운송수단이나 운송경로를 결정하는 것은 대부분 운송업체로 알려져 있다. 외국과 차별화되는 국내의 운송환경 특성 때문이다. 하지만 기존 연구는 화주만을 대상으로 하였거나 화주와 운송업체를 통합한 설문자료를 사용하여 운송업체만의 특성을 분리해내기 어렵다.

이상의 연구 필요성에 따라 본 연구는 컨테이너를 운송업체를 대상으로 본송구간, 환적노드 및 셔틀구간에서 발생하는 제반 상황을 조사하여 특성을 파악하고자 한다. 또한 현시선호(RP) 자료에 기반을 둔 모형을 추정하고 이를 해석하여 현장 적용성을 증진시키고자 한다.

## 2. 연구자료 조사

본 연구를 위해 수도권과 부산권 그리고 광양만권의 컨테이너 운송업체를 대상으로 조사원이 직접 방문하여 설문조사하였다. 조사 시기는 2011년 1월~2월이며, 조사업체 수는 수도권 35개 업체, 부산권 17개 업체, 광양만권 10개 업체 등 총 62개 업체이다. 수도권은 경인 ICD 입주업체 등을 조사하였고 부산권은 양산ICD, 부산북항, 부산신항 입주업체 등이다. 그리고 광양만권은 광양항 입주업체로 하였다. 조사업체는 모두 국내에서 컨테이너를 운송하는 업체로 제한하였고 이에 따라 제조업체 화주는 조사에 포함되지 않는다.

운송수단 선택특성을 조사하는데 있어 외국의 경우는 주로 화주를 대상으로 한다. 그렇지만 우리나라의 경우는 공로운송이 상대적으로 경쟁력이 있고 철도의 운송환경이 활성화되지 않은 원인 등에 따라 운송수단의 선택을 대부분 운송업체에서 하는 것이 일반적이다. 최창호(2004)의 연구에서 공로운송 경로의 결정 주체는 운전자 85.8%로 대부분을 차지하며 화주 8.0%, 주선업체 6.2% 등의 순서였다. 이 또한 화주가 결정권을 갖는 외국의 사례와 다른 점이다.

## 3. 연구자료 특성 분석

조사된 62개 운송업체의 컨테이너 평균운송거리 100~200km 구간이 28.0%, 200~300km 구간이 26.9%, 300~400km 구간이 24.6%, 그리고 400km 이상이 20.5% 등이다. 300km 이상 비중이 45.1%로 절반에 미치지 못한다. 이는 장준석 외(1996)에서 제시

한 트럭운송 대비 철도운송 컨테이너의 경쟁거리인 256km를 감안 할 때 철도의 경쟁력이 제한적인 가장 큰 이유로 평가된다.

컨테이너 운송수단은 철도만을 이용하는 업체는 3.2%, 트럭만을 이용하는 업체는 35.5%이며 61.3%는 트럭과 철도를 공용하는 것으로 나타났다. 철도운송의 입장에서는 다소 고무적인 비율이다. 그렇지만 트럭과 철도의 공용 비중을 세분하면 트럭운송비율이 90% 이상인 업체가 26.3%이며 50% 이상인 업체가 79.0%를 차지하여 트럭에 절대적인 의존을 하고 있음을 알 수 있다. 철도에 30% 이상 의존하는 업체는 5.3%에 불과하였다. 또한 철도 운송시에 트럭과 환적하는 비중을 보면, 철도운송 비중이 50% 이상의 경우 환적 비중이 96.7%로 나타나 대다수 트럭과 복합운송을 하였다. 철도를 이용할 경우 트럭과의 복합운송 비중은 평균 82.3%이다.

## V. 컨테이너 운송의 모달 쉬프트 저항요인 평가

### 1. 설문조사 분석에 따른 모달 쉬프트 저항요인 평가

#### 1) 운송수단 선택요인 분석에 따른 모달 쉬프트 저항요인 평가

본 연구에서 조사한 모달 쉬프트 저항요인을 살펴보면 가장 영향을 크게 미치는 것이 운송비용(운임)으로 나타났다. 다음으로 목적지 정시도착(정시성)과 운송시간의 순서이다. 반면에 환적이 발생하는 것에 대해서는 큰 영향을 받지 않는데, 이는 환적노드에서 발생하는 비용과 시간에 대한 부담이 없으면 환적의 저항은 크지 않다는 것을 유추하게 한다.

<Table 1> Research Data and Mode Share of Inland Container Transport

Mode	Companies surveyed		Ratio of Road		Volume of Rail Transport Transferred to Road	
	Number	Ratio(%)	Boundary	Ratio(%)	Rail Transport Boundary	Ratio of Transfer to Road (%)
Rail	2	3.2				
Truck	22	35.5				
Rail-Truck Multimodal	38	61.3	Over 90%	26.3	Over 90%	100.0
			Over 70%	39.5	Over 70%	72.0
			Over 50%	13.1	Over 50%	96.7
			Over 30%	15.8	Over 30%	68.8
			Under 30%	5.3	Under 30%	74.1
Total	62	100.0		100.0		Average 82.3

<Table 2> Comparison of Research Results between This Study and Other Studies (Unit: Scale)

Questions	This Study		Other Studies	
	Average	Standard Deviation	Jung (2004)	Choi (2009)
(1) Transport Cost	4.4	0.6	5.2	3.98
(2) Transport Time	4.2	0.6	4.3	3.80
(3) Reliability	4.3	0.7	5.0	3.96
(4) No. of Transfer	3.4	0.8	-	3.12
(5) On-time Departure	3.9	0.8	4.0	3.57
(6) Characteristics of Goods	4.1	0.8	-	3.62

note) 1. Choi(2009)'s research subject is shipper and Jung(2004)'s research subjects are shipper and carrier.  
 2. Jung(2004)'s research is carried out on 9th scale. (0: least important ~ 9: most important)

이와 같은 특성은 화주와 운송인의 운송수단 선택요인을 설문한 선행연구의 결과와 크게 차이나지 않는다. 운송비용이 운송시간보다 중요성이 큰 특징은 정승주 외(2004)와 최창호(2009)의 연구와 일치하며, 환적의 발생에 부담을 작게 느끼는 것도 최창호(2009)의 연구와 일치한다.

다음은 공로를 이용한 컨테이너 운송여건을 100%로 기준 할 경우 공로운송 대비 철도운송의 불편한 비중을 <Table 3>과 같이 설문하였다. <Table 3>의 결과는 응답자가 느끼는 것이므로 절대값 보다는 설문항목 간의 상대적 차이에 주안점을 두고 해석하는 것이 바람직하다.

운송업체가 느끼는 불편함 비중의 평균값은 114.8%로 결국 철도운송이 공로운송에 비해 약 15% 정도 불편하다고 느끼는 것으로 나타났다. 항목별로는 운송시간이 많이 소요되는 것이 가장 불편도가 크다. 운송비용이 많이 소요되는 것에 대해서도 불편함을 나타냈다. 통상 우리나라 컨테이너의 운송비용은 공로가 철도보다 크다고 알려져 있으며, 본 연구의 조사에서도 마찬가지로 나타났다. 철도운송의 비용(100%) 대비 공로운송의 지출 비중은 한국철도시설공단(2007) 88.9%, 김찬성 외(2008) 80.7%, 본 연구(2011) 90.0%로 조사되었다. 조사시기와 경제여건, 트럭의 운임할인 등으로 일관된 비중을 형성하기는 어렵다. 대한교통학회(2009)의 조사에서는 호남권 컨테이너 운송업체가 희망하는 철도운송 비용의 할인율은 35% 정도에 달했다. 이로부터 <Table 3>에서 철도운송이 트럭운송에 비하여 비용이 많이 소요된다고 답한 배경은 환적에 따른 비용과 시간적 불편함을 감안할 때 철도의 운송비용을 현재 수준보다 인하해

<Table 3> Disconvenience Ratio of Rail Transport Compared to Truck Transport (Unit: %)

Survey Questions	Disconvenience Ratio of Rail Transport Compared to Truck Transport	
	Average	Standard Deviation
(1) Higher cost than truck	119.7	22.3
(2) More time-consuming than truck	123.5	26.7
(3) Lack of reliability efforts compared to truck	118.1	27.1
(4) Discomfort of transfer at stations	119.9	21.3
(5) Difficulty of on-time departure compared to truck	110.2	25.1
(6) Truck being more favorable for company's location	111.9	53.3
(7) Truck being more favorable for goods' characteristics	109.5	37.6
(8) Truck being more favorable for company's facility situation	106.0	38.6
Average	114.9	31.5

야 철도로 전환하겠다는 상징적 의미로 해석된다.

유사한 결과로 철도역에서 환적이 불편하다는 정도가 운송비용의 가중치 비중과 근접한 크기를 보여 화주에게 환적저항이 있음과 더불어 환적저항이 철도운송비용의 인하 요구와 연계된다고 평가된다. 따라서 철도가 공로에 비해 경쟁력을 갖추기 위해서는 운송시간과 운송비용을 줄이고 정시운송의 신뢰성을 확보함과 더불어 환적의 불편함을 감소시키는 방안이 필요하다.

2) 환적노드의 비중 및 환적 저항에 따른 모달 슈프트 저항요인 평가

정승주 외(2004)가 각 운송단계의 개선이 철도운송 체계에 미치는 영향 정도를 조사한 결과 간선운송단계 40%, 환적단계 32%, 집배송단계 28%로 간선운송단계가 가장 크고 환적단계와 집배송단계는 유사한 수준으로 나타났다. 이는 프랑스의 사례에서 집배송단계의 개선 영향도가 간선운송단계의 1/3수준, 환적단계의 1/2의 결과와도 일치하고 있다. 결국 철도가 공로운송에 비해 경쟁력을 확보하기 위해서는 환적노드를 포함한 집배송단계의 효율을 향상시키는 방안이 필요하다.

이를 확인하기 위해서 <Table 4>와 같이 철도를 이용하여 컨테이너를 운송할 경우 공로와의 환적노드에서 소

요되는 운송비용과 운송시간이 컨테이너 운송의 기종점 간에서 소요되는 총 운송비용과 총 운송시간에서 차지하는 비중을 설문하였다. 이 값은 운송업체가 느끼는 부담의 정도를 6개 등급으로 나누어 설문한 것으로 실제 지출비용에 따른 비중은 아니다.

결과는 환적비용의 경우 평균 28.8%, 환적시간의 경우 평균 31.1%를 차지해 운송업체가 운송비용과 운송시간 모두에서 환적에 부담을 느낀다고 평가된다.

우리나라에서 컨테이너의 운송여건은 지역에 따라 다르다. 이에 따라 지역별로 구분하여 철도역에서 환적이 발생하는 것에 대해 느끼는 부담 정도를 5점 만점으로 평가한 결과 수도권 3.2점, 부산권 3.2점, 광양만권 3.6점이며 평균 3.3 점으로 나타났다. 이는 모든 지역에서 환적에 대해 보통 이상의 부담을 느낀다는 것을 의미한다. 특히 컨테이너 철송시설이 잘 구비된 수도권과 부산권 보다는 그렇지 못한 광양만권에서 환적에 대한 부담을 더 크게 느끼는 것으로 평가된다.

<Table 4>에서 환적노드에서의 저항이 컨테이너의 모달 쉬프트에 영향을 미침이 확인되었다. 철도운송의

<Table 4> Carrier's Disconvenience Weight of Container Rail Transport at Transfer Node

Weight of Transfer Node in Total Transport Network	Ratio of Carrier Number(%)	
	Transfer Cost	Transfer Time
Over 50%	7.5	5.0
Over 40%	5.0	5.0
Over 30%	2.5	5.0
Over 20%	12.5	12.5
Over 10%	37.5	47.5
Under 10%	35.0	25.0
Total	100.0	100.0
Weighted Average for Carrier number	28.8	31.1

<Table 5> Survey on Reasons for Disconvenience of Transfer at Rail Stations (Unit: 5-Scale)

Item of Survey	Average	Standard Deviation
(1) Need for additional cost	3.9	0.7
(2) Need for additional time	4.0	0.7
(3) Difficulty of using transfer facility	3.5	0.7
(4) Possibility of damage at transfer node	3.6	0.9
(5) Lack of service at transfer node	3.4	0.9

환적노드는 ICD, CY 등 형태는 달라도 해당 철도역이다. 이에 따라 철도역에서 발생하는 환적의 문제를 구체적으로 설문하였다. 결과는 <Table 5>와 같이 환적시간이 추가로 소요되는 것에 대한 불편함이 가장 컸고 환적비용의 소요, 화물의 손상/파손, 환적장비의 사용 어려움, 행정서비스의 부족 등의 순서를 보였다. 역시 환적비용과 환적시간에 대한 저항이 큼을 알 수 있다.

### 3) 철도역 환적노드의 저항 감소방안 평가

철도역 환적의 부담을 경감시키기 위해 필요한 조치를 설문한 결과에서는 철도선로 개량, 철도CY 건설 등 인프라 확충에 관한 요구가 가장 높았고 운송비용과 운송시간의 감소도 높았다. 반면에 철도 이용시 운행량(톤-키로) 만큼 직접보조금(전환보조금)을 지급하는 것과 공컨테이너 데포(Depot) 지정 운영, CY의 공용화 등에 대해서는 관심이 낮았다.

<Table 6>에 나타난 특징은 대한교통학회(2009)의 조사 결과와도 일치한다. 따라서 다른 요인의 변화보다도 철도역 인프라를 확충하여 환적시간을 단축시키고 더불어 환적비용을 낮추는 것이 모달 쉬프트에 효과적이라고 평가된다.

### 4) 컨테이너 모달 쉬프트 가능 환경 평가

현재 공로로 컨테이너를 운송중인 업체에게 철도로의 모달 쉬프트가 가능한 환경변화를 설문한 결과 철도로

<Table 6> Responses to Burden-Reducing Proposals for Transfer at Rail Station (Unit: 5-Scale)

Item of Survey	This Study		KTS (2009)
	Average	Standard Deviation	
(1) Reducing transport cost	4.0	0.7	4.5
(2) Shortening transport time	4.0	0.8	-
(3) Direct money subsidy for transfer	3.7	0.7	4.0
(4) More incentives for using rail transport	4.0	0.7	3.9
(5) Increasing infrastructure (ex: CY)	4.2	0.8	3.8
(6) Providing various freight car services (ex: Block Train)	3.9	0.7	4.0
(7) Authorized operation of vacant container depot	3.7	0.8	3.4
(8) Making the use of CY public	3.7	1.0	3.5

<Table 7> Possible Transfer Situation of Container from Truck to Rail (Unit: 5-Scale)

Reduction Percentage (%)	Conversion Company Ratio in All Route(%)		Conversion Company Ratio at Rail Station(%)	
	Rail Trans- port Cost	Rail Trans- port Time	Transfer Cost	Transfer Time
5	5.4	10.7	10.7	12.5
10	30.4	21.4	23.2	16.1
15	33.9	10.7	32.1	17.9
20	19.6	35.7	16.1	17.9
25	7.1	10.7	1.8	3.6
30	3.6	10.7	3.6	8.9
35	-	-	3.6	3.6
40	-	-	1.8	3.6
45	-	-	1.8	5.4
50	-	-	5.4	10.7
Weighted Average with Company Number	15.2	17.3	17.9	22.5

운송에 소요되는 총 운송비용과 총 운송시간을 각각 15.2%와 17.3% 감소시키면 공로에서 철도로 전환하겠다는 의향을 보였다. 또한 환적노드의 저항을 구체적으로 파악하기 위하여 철도역에서 발생하는 환적저항에 대한 감소비율을 설문한 결과에서는 환적비용은 17.9%, 환적시간은 22.5% 감소시킬 것을 희망했다. 이로부터 컨테이너 운송을 공로에서 철도로 모달 쉬프트 가능한 환경은 현재의 철도운송 비용과 시간에 대한 부담을 15~20% 정도 감소시키는 것임을 알 수 있다.

이 같은 결과는 컨테이너의 운송 과정에서 환적이 철송 선택에 영향을 미친다는 의미에 더하여 환적에 대한 부담으로 철도로의 모달 쉬프트 동기가 약화될 수 있다는 점을 유추하게 한다.

## 2. 탄력성을 이용한 모달 쉬프트 저항요인 평가

### 1) 모형의 추정과 검증

컨테이너의 모달 쉬프트에 영향을 미치는 요인에 대한 해석은 앞서 정리한 것처럼 조사를 통하여 분석하는 것도 가능하지만 또 다른 방법으로 운송수단선택모형을 이용하여 도출된 계량화 수치로써 해석할 수 있다. 이를 위해 본 연구에서는 컨테이너 운송의 수단선택모형을 추정하고 이를 탄력성으로 도출하여

해석하였다.

컨테이너 운송업체가 운송수단을 선택하는데 영향을 미치는 요인은 매우 다양하겠지만 모형을 추정할 때는 몇 가지 요인으로 단순화하는 것이 용이하다. 선행 연구에서는 대부분 운송비용과 운송시간으로 정리한 사례가 대부분이다. 개별 요인들은 결국 이들 두 가지 대표 요인에 영향을 받는다고 보았기 때문이다.

본 연구에서는 컨테이너의 운송수단선택모형을 두 가지 형태로 추정하였다. 즉 본선운송구간과 환적운송구간으로 구분하는 모형과 환적운송구간을 환적노드와 셔틀운송으로 세분화한 모형이다. 일반적인 개념에서는 환적운송구간이 환적노드와 셔틀운송을 포괄하는 의미로 사용되지만 본 연구에서는 이를 더욱 세분화하여 셔틀단계와 환적노드에서의 특징을 살펴보기로 하였다.

모형의 형태는 화물운송수단선택모형에 일반적으로 적용되는 다항로짓모형(multinomial logit model)이다. 첫 번째 모형의 형태는

$V_i = a + \beta_1 MC_i + \beta_2 MT_i + \beta_3 TC_i + \beta_4 TT_i$ 로 구성되며,  $MC_i$ 는 본선운송비용(원),  $MT_i$ 는 본선운송시간(분),  $TC_i$ 는 환적운송비용(원),  $TT_i$ 는 환적운송시간(분)이다. 두 번째 모형의 형태는  $V_i = a + \beta_1 MC_i + \beta_2 MT_i + \beta_3 NC_i + \beta_4 NT_i + \beta_5 SC_i + \beta_6 ST_i$ 로 구성되며,  $MC_i$ 는 본선운송비용(원),  $MT_i$ 는 본선운송시간(분),  $NC_i$ 는 환적노드비용(원),  $NT_i$ 는 환적노드시간(분),  $SC_i$ 는 셔틀운송비용(원),  $ST_i$ 는 셔틀운송시간(분)이다.

모형 추정에 이용된 자료는 앞서 정리한 연구자료를 토대로 도출한 운송수단선택의 현시선호(RP) 자료이다.

이와 같은 두 가지 형태의 컨테이너 운송수단선택모형의 추정결과는 <Table 8>에 정리하였다. 두 모형 모두 통계적인 유의성을 확보하며, 개별 요인의 통계적 유의성도 확인되었다.

### 2) 탄력성을 이용한 모달 쉬프트 저항요인 평가

운송업체가 컨테이너 운송수단의 특성에 대해 보이는 민감도는 탄력성을 이용하여 평가할 수 있다. 탄력성이 높다는 것은 해당 요인에 보이는 민감도가 크고 그에 따라 해당 요인의 여건이 변하면 다른 대안을 모색할 가능성이 크다는 것을 의미한다.

탄력성의 추정 결과 <Table 9>와 같이 철도와 공로 모두 운송비용의 탄력성이 운송시간의 탄력성보다 높게 나타났다. 이로부터 컨테이너의 운송에서는 비용에 대한

<Table 8> The Results of Model Estimation with Transfer Characteristics

Division		Model 1 ( $\rho^2=0.41$ )	Model 2 ( $\rho^2=0.28$ )
Line-haul	Transport Cost( $MC_i$ )	-1.079 (-3.4)	-1.202 (-3.5)
	Transport Time( $MT_i$ )	-0.712 (-2.0)	-0.970 (-2.3)
Transfer Node	Transfer/Shuttle Total Cost( $TC_i$ )	-0.859 (-3.1)	-
	Transfer/Shuttle Total Time( $TT_i$ )	-0.153 (-2.6)	-
	Transfer Cost( $NC_i$ )	-	-0.593 (-2.9)
	Transfer Time( $NT_i$ )	-	-0.188 (-2.1)
	Shuttle Cost( $SC_i$ )	-	-1.002 (-3.8)
	Shuttle Time( $ST_i$ )	-	-0.301 (-2.9)

note) 1.  $\rho^2$  is adjusted log-likelihood.  
2. Numbers in parenthesis are t-value.

<Table 9> Comparison of Elasticity

Division		Model 1		Model 2	
		Rail	Truck	Rail	Truck
Line-haul	Transport Cost	-1.404	-2.071	-1.498	-2.236
	Transport Time	-0.445	-0.256	-0.583	-0.336
Transfer Node	Transfer/Shuttle Total Cost	-1.134			
	Transfer/Shuttle Total Time	-0.099			
	Transfer Cost			-0.175	
	Transfer Time			-0.077	
	Shuttle Cost			-0.998	
	Shuttle Time			-0.063	

관리가 매우 중요하다는 것을 알 수 있다. 또한 운송 단계별로 볼 때 본선운송구간의 운송비용과 운송시간의 탄력성이 환적운송구간의 탄력성보다 크게 나타나 본선운송구간이 중요한 의미를 포함함을 알 수 있다.

하지만 환적운송에 대해서도 모형 1의 경우 운송비용이 탄력적으로 나타나 비용에 민감함을 알 수 있다. 이는 환적운송구간을 세분해서 추정한 모형 2로부터 구체화되는데 환적노드에서의 비용보다는 셔틀단계의 비용에 대해 더 민감하게 반응하고 있다. 원인은 환적노드에서 발생하는 비용보다 셔틀과정에서 발생하는 비용이 더 높기 때문으로 해석된다. 조사 결과에서도 철도 운송에 지출한 총비용(100%) 대비 셔틀비용이 차지하는 비중이 28.5%, 환적비용이 차지하는 비중이 13.2%로 셔틀비용이 높게 나타났다. 또한 셔틀과 환적 단계에서 지출한 비용의 합이 총 비용의 41.7%에 달해 철도운송에서 셔틀과 환적비용에 대한 부담이 큼을 유추할 수 있다.

다만 어느 경우이든지 시간의 탄력성은 비탄력적으로 나타나 철도를 이용하는 운송업체가 시간에 대해 느끼는 중요성은 크지 않음을 알 수 있다. 특히 환적과 셔틀시간에 대한 민감도는 크지 않음을 알 수 있다. 조사 결과에서 철도의 평균 총운송시간은 도로운송의 두 배로 나타났다. 철도운송시간의 단계별 비중은 본송 67.9%, 환적(비시급성 장치기간 제외) 19.2%, 셔틀 12.9%로 환적과 셔틀이 차지하는 비중이 32.1%이다.

탄력성 분석 결과로부터 컨테이너 운송에 대한 운송업체의 반응은 비용을 중시하는 반면에 시간에 대해서는 민감도가 높지 않은 특징을 갖는다고 평가된다. 이는 <Table 3>과 차이를 보인다. 즉, 설문조사에서는 운송시간에 대해 개선의 필요성을 제시한 반면에 모형에서 도출된 운송시간의 탄력성은 비탄력적으로 나타났다.

이와 같은 차이는 다음의 원인으로 해석된다. 첫째, 모형 내에서 운송비용과 운송시간의 상대적 비중에 의한 영향이다. 실제 운송환경에서는 운송시간에 대한 부담을 많이 느껴 개선의 필요성을 요구하지만 모형에서는 운송시간보다 운송비용의 영향이 크며 수단선택을 주도하였다고 볼 수 있다. 본 연구에서 사용한 자료는 실제 운송 기록을 이용한 현시선호(RP) 자료이다.

둘째는 모형의 구성 형태에 따른 원인이다. 본 연구와 같이 컨테이너 운송을 대상으로 트럭과 철도의 경쟁상황을 분석한 사례는 <Table 10>의 한국철도시설공단(2007), 김찬성 외(2008), 최창호(2009) 등이 있다. 세 연구는 모두 잠재선호(SP) 자료를 이용하여 탄력성을 추정한 사례이다. 세 연구를 비교하면 운송시간을 통합하여 적용한 경우보다 환적과 셔틀 등 구

<Table 10> Elasticity Study on Duality of Rail and Truck(SP Data)

Studies	Object of Study (data)	Boundary	Rail		Truck		
			Transport Cost	transport Time	Transport Cost	transport Time	
KRNA(2007)	Shipper (SP)	Total Route	-2.88	-1.43	-4.38	-1.74	
Kim, et al.(2008)	Shipper (SP)	Total Route	-0.59	-0.57	-0.26	-0.07	
		Route Split	Line-haul	-0.57	-0.87	-0.42	-0.19
			transfer	-0.24	-0.11		
		Shuttle	-0.30	-0.16			
Choi(2009)	Shipper (SP)	Total Route	-1.51	-1.00	-1.61	-0.43	

note) Elasticity in Kim, et al.(2008) is estimated based on three mode choie situation including truck, rail, and ship.

간별로 분할하여 적용한 경우의 탄력성이 낮게 도출되었다.

본 연구의 결과와 <Table 10>의 연구에서 공통적으로 나타난 특징은 운송비용의 탄력성이 운송시간의 탄력성보다 높다는 점이다. 이는 외국의 경우도 마찬가지이다. 외국의 경우는 대부분 현시선호(RP)를 이용하여 탄력성을 추정하였다. 이를 정리한 Small, et al.(1999)의 연구를 보면 트럭운송의 비용탄력성은 -0.04~-2.97, 시간탄력성은 -0.15~-0.69이며, 철도의 비용탄력성은 -0.08~-2.68, 시간탄력성은 -0.07~-1.33에 분포하였다. 비용탄력성이 크게 나타남을 알 수 있다. 이밖에 비용탄력성을 연구한 사례를 살펴보면, Oum(1979)은 공로 -0.99, 철도 -1.24, Friedlaender et al.(1980)은 공로 -1.09, 철도 -2.78, 그리고 Abdelwahab(1992)은 공로 -1.44, 철도 -1.88 등의 값을 제시하였다. 이로부터 화물운송의 비용탄력성은 대체로 탄력적이라고 결론지을 수 있다.

또한 본 연구와 김찬성 외(2008)의 연구에서 본송구간보다 환적이나 셔틀구간의 탄력성이 낮게 도출되는데 이는 전체 운송구간에서 차지하는 비중이 본송구간보다 상대적으로 작기 때문으로 해석된다. 외국의 사례에서는 운송구간을 분리하여 탄력성을 제시한 것을 찾기 어려워 직접 비교는 어렵다.

이상의 탄력성 연구결과로부터 모달 슈프트를 활성화시키기 위해서는 운송비용에 대한 관리가 필요함을 알 수 있다. 특히 우리나라의 경우에는 운송시간의 단축보다는 운송비용의 인하가 더욱 효과가 클 것으로 평가된다. 또한 철도와 공로의 선택요인별 비교로부터 철도의 운송비용의 인하 혹은 공로의 운송비용의 인상은 모두 효과가 있는 정책방안으로 평가된다.

## VI. 결론

본 연구는 공로에서 철도로의 모달 슈프트를 활성화 하는데 필요한 기본 특성을 조사하고 분석하였다. 연구의 대상 화물은 국내에서 육송되는 컨테이너이며, 연구의 주요 대상 지점은 모달 슈프트가 이루어지는 환적노드로 하였다.

연구에서 수행한 내용은 다음과 같다. 우선 컨테이너 육상운송을 하는 화주가 생각하는 환적노드의 운송환경에 대한 인식을 조사하였다. 그리고 이로부터 공로에서 철도로 모달 슈프트가 활성화되지 않는 저항요인을 분석하였다. 다음으로 환적노드의 저항요인을 반영한 운송수단선택모형을 추정하였고, 이를 활용하여 탄력성을 도출하고 모달 슈프트 저항 특성을 분석하였다.

연구의 결과 우리나라에서 컨테이너 철도운송의 활성화를 위해서는 철도 운송비용의 인하 혹은 공로의 운송비용의 인상이 가장 효과적인 대안이며, 이 중에서 공로 운송의 환경을 인위적으로 제약하기 어려우므로 결국 철도의 운송환경을 대폭적으로 개선하는 전략이 필요한 것으로 도출되었다. 특히 환적 과정에서 소요되는 비용과 시간을 개선하여 환적에 대한 저항을 감소시키는 방안이 중요한 것으로 평가되었다.

현재 우리나라는 공로에서 철도로 모달 슈프트 하는 컨테이너 운송에 대해 전환보조금 제도를 시행하고 있으나 효과가 높지 않다. 보조금 지원의 대상과 지원금액 등이 미흡하다는 주장이 많다. 하지만 외국의 모달 슈프트 지원에서 보조금의 지급 특성을 보면 우리나라와 같이 운송실적에 대한 직접지원보다는 간접지원 정책이 우세하다. 영국과 프랑스 등에서 전환물동량에 대해 직접보조금을 지급하는 사례도 있으나 대부분의 국가에서는 시

설지원금 등 간접지원방식을 택한다. 영국 역시 철도역의 운송환경 개선을 위해 상당기간 간접지원 정책을 시행했다. 대표적 모달 슈프트 지원정책으로 거론되는 유럽연합의 마르코 폴로(marco-polo) 역시 간접지원의 비중이 높으며, 특히 철도에 대해서는 환적노드의 정비 등 시설확충이 주요한 사업이다. 직접지원은 단기적인 모달 슈프트 효과를 가져 올 수 있겠으나 중장기적으로는 시설확충을 통한 고정적인 모달 슈프트 환경을 구축하는 것이 보다 효과적이라는 결론이다. 환적노드의 정비 등 시설확충이 결국 운송비용을 줄이고 운송시간을 단축시키는 최적의 방안이기 때문이다.

운송업체 측면에서 철도운송에 대한 만족도를 높이고 모달 슈프트를 활성화시키려면 철도의 운송비용을 인하하고 정시성을 높이는 방안이 가장 우수한 대안으로 평가된다. 철도운송을 선호하는 운송업체는 시급성보다는 운송비용이 낮은 동시에 원하는 시기에 화물을 인도하기를 희망하는 경향이 높기 때문이다. 따라서 모달 슈프트 정책도 이와 같은 특성을 반영하여 설정될 필요가 있다.

우리나라에서 철도운송으로 모달 슈프트가 활성화되지 못하는 대표적인 원인을 든다면 공로 중심으로 고착화된 화물운송체계이다. 넓지 않은 국토공간구조에다 고속도로 중심의 지역간 교통체계가 구축된 것은 트럭이 경쟁력을 확보하게 된 배경이 되었고, 트럭의 크기와 형태 역시 화물품목에 적합하도록 다양화 되었다. 이로 인해 단기간의 정부정책 변화나 소규모 전환보조금으로는 공로 중심의 컨테이너 운송체계를 와해시킬 가능성이 낮다. 따라서 보다 지속적인 정책의 집행과 더불어 철도운송비용을 절감시킬 수 있는 환적노드에 대한 시설투자가 효과적인 방안이다. 철도역 CY의 건설, 철도역 화물선로의 재배치, 컨테이너 자동화 환적시설 등 다양한 시설 확충 방안이 거론되고 있다.

본 연구는 컨테이너의 운송단계를 세분하여 분석하고 특히 환적노드에 대한 특성을 구체적으로 파악하고자 하였다. 또한 다음과 같은 점에서 기존연구와 차별화된다. 우선 컨테이너의 운송구간을 본송구간, 환적·셔틀구간 및 환적노드, 셔틀구간 등 단계별로 상세화 및 조합하여 분석하였다. 또한 컨테이너 운송수단을 선택하는 운송업체를 대상으로 운송환경을 설문하고 실제 지불비용과 시간자료로 분석하여 현실 적용성을 증진시켰다. 이에 따라 운송수단선택모형과 탄력성 등도 현실 환경에 기초하여 도출되었다. 특히 지금까지 연구의 주요 대상에서 소외된 환적노드라는 특정 운송단계에 초점을 두고 연구를

수행하였다.

본 연구를 통하여 컨테이너 운송에서 환적노드가 갖는 특성 및 환적노드에 대한 중요성이 인식되는 계기가 되기를 바란다.

## 감사의 글

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2010-327-B00292).

## REFERENCES

1. Kim, K. J.(2009), "A Study on Competition for Wide Area Inland Container Freight Transport: Importance Import Container Freight Busan Port", Master's Degree thesis, Korea Maritime University.
2. Kim, E. M., Park, D. J., Ko, Y. S., Kim, H. S. and Park, H. J.(2009), "The Analysis on Competitiveness of Railroad Transport Focused on Container, Cement, Steel", The Korean Society for Railway Thesis Collection, Vol.12, No.5.
3. Kim, C. S., Lee, J. Y. and Jung, K. H.(2008), "A Study on Intercity Freight Mode Choice Modelling", The Korea Transport Institute.
4. Moon, D. S. et.al.(2008), "A Study on the Railroad Policy and Logistics System in Korea", KRRI.
5. Mun, J. S. and Lee, J. M.(2007), "Development of Support Measures for Increasing Rail Freight", The Korea Transport Institute.
6. Park, M. R., Choi, C. H., Lee, Y. S. and Park, D. J.(2009), "Study on the Strategies for Promoting Rail Container Transportaion in Honam Area", The Korean Society for Railway 2009 Spring Symposium Thesis Collection.
7. Yoo, J. Y., Nam, K. C., Lee, M. S. and Kim,

- T. W.(2008), "An Analysis on the Preference of Domestic Container Transport Systems", *Journal of Navigation and Port Research*, Vol.32, No.5, pp.387-394.
8. Lee, M. Y., Lim, Y. T. and Ryu, J. Y. (2010), "Development of Integrated Transport System for the Enhancement of National Logistics Competitiveness", KRIHS.
  9. Jeong, S. J. and Mun, J. S.(2004), "Strategies to Improve the Railway Freight Transportation System for the Enhancement of Competitiveness of Logistics", *Research Collection 2004-12*, The Korea Transportation Institute.
  10. Jeong, B. H. and Choi, C. H.(2010), "Results of the Foreign Modal Shift Projects and Policy Directions for the Promotion of Modal Shift Services in Korea", *Journal of Korea Port Economic Association*, Vol.27, No.2, pp.137-161.
  11. Joung, Y. S.(2003), "An Analysis on Elasticities vs. Demand of Transportation by the Train Types", Master's Degree thesis, Public Administration Dept. Transportation Physical Distribution, SungKyunKwan Univ.
  12. Cho, C. H. and Kim, E. C.(2005), "Evaluating Service Quality of the Rail and Road Container Transport in Kyungin-Busan Corridor", *Korea Logistics Review*, Vol.15, No.3, pp.151-171.
  13. Choi, C. H.(2004), "A Study on Estimating the Value of Travel Time of Freight Transportation for Toll Roads Investment Evaluation", *The Korea Spatial Planning Review*, Vol.43, pp.109-125.
  14. Choi, C. H.(2006,a), "Manufactural shippers' perceptual differences before and after deregulation", *Korea Logistics Review*, Vol.14, No.1, pp.23-42.
  15. Choi, C. H.(2006,b), "A Study on the Choice Characteristics of Shippers and Carriers for Efficient Cost-Benefit Analysis on Freight Supporting Facilities", *Korea Logistics Review*, Vol.14, No.2, pp.91-118.
  16. Choi, C. H.(2009), "A Study on the Mode Choice Factors and Determinant Models of Shippers Using Unit-Load System -Focusing on the Analysis of Truck-Rail Competition-", *Seoul Development Institute*, Vol.10, No.3, pp.115-132.
  17. The Korea Transport Institute(2005), "Responses of the Korean Government and City of Seoul against the United Nations Framework Convention on Climate Change".
  18. The Korea Transport Institute(2009), *Law Supporting Methods for Promoting Modal Shift*, p.3.
  19. Korea Rail Network Authority(2007), *Analysis on Mode Choice Characteristics of Inland Freight Transport and SP Survey data*.
  20. Abdelwahab, W. and Sargious, M.(1992), "Modelling the Demand for Freight Transport: a new approach", *Journal of Transportation Economics and Policy*, Vol.26, pp.49-70.
  21. Arnold P., Peeters D. and Thomas I.(2004), "Modelling a rail/road intermodal transportation system", *Transportation Research E*, Vol.40E, No.4, pp.255-270.
  22. Beuthe M., Jourquin B., Geerts J-F and Koul à Ndjang' Ha Ch.(2001), "Freight Transportation Demand Elasticities: a Geographic Multimodal Transportation Network Analysis", *Transportation Research E*, Vol.37E, No.4, pp.253-266.
  23. Broaddus, A and Gertz, C.(2008), "Tolling Heavy Goods Vehicles: Overview of European practice and Lessons from German Experience", *Transportation Research Record*, No.2066, Transportation Research Board.
  24. Bryan, G B, Weisbrod, G. and Martland, C.(2007), "Rail Freight as a Means of Reducing Road Congestion: Feasibility Consideration for Transportation Planning",

- Transportation Research Record, No.2008, Transportation Research Board.
25. Cullinane, K. and Toy, N.(2000), "Identifying influential attributes in freight route/mode choice decisions: a content analysis", Transportation Research E, Vol.36, pp.41-53.
  26. Febbraro, A., gattorna, E., Sacco, N. and Vignolo, M.(2008), "A Model for Optimal Freight Delivery in Distributed Supply Chain", 15th World Congress on ITS and ITS America's 2008 Annual Meeting, ITS America.
  27. Friedlaender, A. and Spady, R.(1980), "A Drived Demand Function for Freight Transportation", Review of Economics and Statistics, Vol.62, No.3, pp.432-441.
  28. Kreutzberger, E.(2008), "Distance and Time in Intermodal Goods Transport Networks in Europe: A Generic Approach", Transportation Research A, Vol.42, pp.973-993.
  29. Oum, T.(1979), "Derived demand for freight transport and inter-modal competition in Canada", Journal of Transport Economics and Policy, Vol.13, No.2, pp.149-168.
  30. Rich, J, Holmblad, P. and Hansen, C. (2009), "A Weighted Logit Freight mode-Choice Model", Transportation Research E, Vol.45, pp.1006-1019.
  31. Small, K. and Winston, C.(1999), "The Demand for Transportation: Models and Applications", Transportation Economics and Policy, Brookings Institute.
  32. Southworth, F. and Peterson, B.(2000), "Intermodal and International Freight network Modelling", Transportation Research C, Vol.8, No.5, pp.147-166.
  33. Vanet, F. and Morlok, E.(1998), "Freight Energy Use Disaggregated by Commodity: Comparison and Discussion", Transportation Research Record, No.1641, Transportation Research Board.
  34. 대한교통학회(2009), "호남ICD 및 철도CY의 합리적 조성·운영 방안 연구".
  35. 古屋秀樹(1998), "期待さねる鐵道貨物 輸送の復權", 日本開發銀行調査123号.
  36. 寺脇 拓(2004), "費用便益分析と環境の價値", 立命館經濟學論考, 立命館大學.

✉ 주 작성자 : 최창호  
 ✉ 교신저자 : 최창호  
 ✉ 논문투고일 : 2011. 11. 1  
 ✉ 논문심사일 : 2011. 12. 6 (1차)  
                   2012. 3. 29 (2차)  
                   2012. 5. 25 (3차)  
                   2012. 6. 1 (4차)  
 ✉ 심사판정일 : 2012. 6. 1  
 ✉ 반론접수기한 : 2012. 10. 31  
 ✉ 3인 익명 심사필  
 ✉ 1인 abstract 교정필