

■ 論 文 ■

유통경로분석을 통한 공급사슬기반의
화물유통경로선택모형 개발

Supply Chain-based Freight Distribution Channel Choice Model
using Distribution Channel Analysis

고 영 승

(서울시립대학교 교통공학과 석사과정)

박 동 주

(서울시립대학교 교통공학과 교수)

김 찬 성

(한국교통연구원 연구위원)

김 현 수

(GRI Research 부장)

박 민 철

(한국교통연구원 부연구위원)

목 차

- I. 서론
 - II. 선행연구고찰
 - 1. 유통경로의 개념정의 및 선택요인
 - 2. 국내외 선행연구
 - III. 자료수집 및 비선택 유통경로 추정
 - 1. 자료수집
 - 2. 비선택 유통경로 추정
 - 3. 분석대상 데이터의 기초통계 분석
 - IV. 화물유통경로선택모형 개발
 - 1. 분석모형 설정
 - 2. 변수선정 및 상관관계 분석
 - 3. 로짓모형 대안 설정
 - 4. 모형 추정결과
 - V. 결론 및 향후연구
- 참고문헌

Key Words: 물적유통경로, 화물유통경로조사, 로짓모형, 화물유통경로선택모형, 공급사슬
Physical distribution channel, freight distribution channel survey, Logit model, freight distribution channel choice model, Supply Chain

요 약

우리나라 화물수요분석모형의 기초자료로 활용되는 화물기중점통행량(O/D)과 화물네트워크 자료는 지난 10여 년 동안 개선되어 왔음에도 불구하고 아직 많은 한계를 지니고 있다. 주된 원인은 기존의 화물수요분석모형이 환적시설이나 물류시설을 별도의 노드로 구분하지 않는 통행기반모형이라는 데 있다. 통행기반모형에서는 화물의 이동이나 화물 물동량의 전환관계 파악, 복합화물 교통망에서의 화물흐름 등을 제대로 반영하지 못하기 때문이다.

본 연구의 목적은 기업의 물류활동을 감안한 화물수요추정방법론을 개발하기 위한 기초 연구로서 공급사슬기반의 화물유통경로선택모형을 개발하는 것이다. 구체적으로는 유통경로의 물적흐름에 영향을 주는 선택요인과 화물유통경로의 수송사슬특성(Transport Chain Attributes) 즉, 운송수단, 운송시간, 운송비용, 운송량 등을 반영한 화물유통경로선택모형을 개발하고 이를 분석함으로써 시사점을 도출하고자 한다. 이를 위하여 석유화학제품과 자동차 및 자동차부품에 대한 유통경로조사 자료를 활용하였다.

분석결과, 운송비용, 운송시간, 운송량을 변수로 하는 다항 로짓모형이 가장 적합한 것으로 분석되었다. 선정된 모형에 의하면 석유화학제품과 자동차 및 자동차부품의 경우 취급하는 운송량이 많을수록 대형화물차-유통경로의 선택효용이 큰 것으로 분석되었고, 중간지점 경유형의 유통경로보다는 직접 수송형의 유통경로를 선호하는 것으로 분석되었다. 또한 두 품목의 경우 대형화물차보다는 소형화물차를 이용하여 운송하는 품목특성을 보였다.

The objective of this study is to develop a supply chain-based freight distribution channel choice model considering shippers' logistics behaviors which will be used for freight demand estimation. For this purpose, this study utilized the distribution channel data of the petrochemical and automobile industries collected by KTDB center. The distribution channel choice models for these industries were developed by including transport mode, time, cost, and shipment size. It was found that the multinomial logit model with transport cost, time and shipment size is the best, and as shipment increases, bigger transport mode is preferred. Generally direct distribution channel with small truck was preferred over the one using distribution center and/or big truck.

본 연구는 교통의사결정지원 시스템 개발 R&D 사업으로 진행되었음. 또한 이 논문은 2008년 한국학술진흥재단 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임 (KRF-2008-D00508).

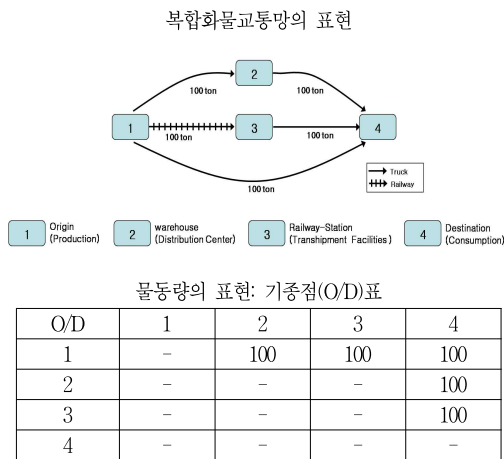
1. 서론

우리나라 화물수요분석모형의 기초자료로 활용되는 화물기종점통행량(O/D)과 화물네트워크 자료는 지난 10여 년 동안 개선되어 왔음에도 불구하고 아직 많은 한계를 지니고 있다. 특히 환적시설이나 물류시설을 별도의 노드로 구분하지 않고 기존 존체계의 틀에서 분석을 수행하기 때문에 화물의 중간경유특성을 반영하는데 근본적인 문제가 있다고 할 수 있다. 이러한 점에서 현재 우리나라의 화물수요분석모형은 여객수요모형과 같이 통행기반모형으로 분류되고 있다.

복합화물교통망에서의 화물흐름을 통행기반모형의 표현기법으로 나타낸 네트워크와 기종점(O/D)표는 <그림 1>과 같다. 출발지에서 목적지까지 총 300톤의 물동량이 복합화물교통망을 통해 수송된다고 가정하면, 통행기반모형의 표현방식은 창고를 경유하는 물동량을 창고 가속한 존의 물동량으로 환산하기 때문에 해당 존에서 생산되거나 소비되는 물동량과 창고를 경유하는 물동량을 구분할 수가 없다. 아울러, 환적이 이루어지는 역에서의 물동량도 역이 속한 존의 물동량으로 표현되기 때문에 해당 존에서의 환적 물동량을 구분할 수가 없다.

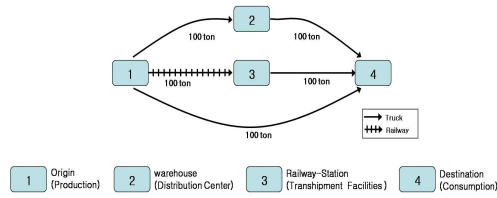
이것을 공급사슬기반의 복합화물교통망 및 물동량의 표현하면 <그림 2>와 같다.

공급사슬기반모형의 표현방식은 물동량의 O/D표 대신 P/C(production/consumption)표가 산출되며 창고(D-C)에서의 보관 및 역(T-F)에서의 환적을 표현하기 위해 창고 및 역이 네트워크상에 노드로 표현된다. 따라서 공급사슬기반모형을 이용할 경우, 물동량이 특정

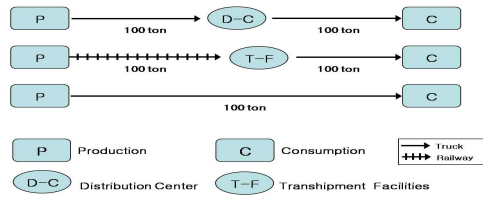


<그림 1> 통행기반모형의 복합화물교통망 및 물동량의 표현

복합화물교통망의 표현



공급사슬망의 표현



물동량의 표현: 기종점(PC)표

P/C	1	4
1	-	300
4	-	-

<그림 2> 공급사슬기반의 복합화물교통망 및 물동량의 표현

존에서 산출되거나 소비되는 것인지 또는 경유 및 환적되는 것인지 구분할 수 있다. 그러나 통행기반모형에서는 화물의 이동이나 화물 물동량의 전환관계 파악, 복합화물교통망에서의 화물흐름 등을 제대로 반영하지 못하게 되는 한계가 발생한다.(박동주, 2009)

통행기반모형의 한계를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 도로나 철도 등의 교통인프라 개선 효과를 제대로 추정할 수가 없다. 예를 들어 철도속도가 개선될 경우의 효과를 추정하려면 <그림 1>에서와 같이 출발지에서 목적지까지 이동되는 3개 경로의 총물동량에 수단 및 경로선택모형을 적용해야 한다. 그러나 통행기반모형은 각 기종점(O/D)별 물동량만 제공할 뿐 출발지와 목적지 사이의 순물동량(P/C)을 제공하지 못한다.

둘째, 물류시설의 신설 또는 개선효과를 제대로 추정할 수가 없다. 창고 시설의 개선효과(예: 창고이용요금의 할인)를 추정하려면 창고가 위치한 노드를 통과할 가능성이 있는 물동량을 파악해야 하는데 통행기반 표현방식으로는 통과물동량인지 해당 존에서 소비되는 물동량인지 구분할 수가 없기 때문이다.

셋째, 민간기업의 물류활동 최적화에 필요한 자료를 제공할 수가 없다. 예를 들어 어느 제조업체가 공급사슬망(supply chain)을 최적화하고자 할 때 이용가능한

창고가 어디에 있는지 그리고 출발지부터 목적지까지 환적을 포함한 유통경로대안이 무엇인지를 파악하고 있어야 하는데 통행기반모형은 이러한 정보를 제공할 수가 없다. 또한 물류전문기업의 경우 어느 지역에서 환적이 많이 일어나고 어느 지역에 보관수요가 발생하고 있는지를 정확히 알고자하나 통행기반모형은 모든 물류시설 이용물동량을 해당 시설이 속한 존의 물동량으로 포함하여 이러한 정보들이 사장된다.

넷째, 화물수요의 근본 메커니즘을 반영하지 못하고 있다. 화물의 이동은 특정 화물의 생산지와 소비지의 위치가 다르기 때문에 발생한다. 따라서 화물의 이동을 파악하기 위해서는 산업 간의 연관관계를 파악하고 그 공간적 분포를 알아야 한다. 통행기반모형의 경우 창고 및 환적시설을 각 존의 물동량에 포함시킴으로써 산업 간의 연관관계 반영을 곤란하게 하고 있다.

이러한 한계점들로 인해 1990년대 후반부터 국가화물수요모형에 공급사슬망 또는 물적 유통경로 개념을 도입하는 연구(Tavasszy, L. A. 1996; 1998, 2001, 2003, 2006; 2008; Alan Rushton. 2006; De Jong, G. and M.

주) 박동주(2009)에서 수정보완

Ben-Akiva, 2004; 2005; 2007) 및 분석 프로그램의 개발연구(TRANS-TOOLS, STAN, Cube-Cargo, TransCAD)가 유럽과 미국을 중심으로 시작되었다. <표 1>은 선진외국에서 화물수요분석에 쓰이고 있는 모

형과 우리나라의 화물수요분석모형을 비교한 것이다.

우리나라 모형과의 차이점은 크게 3가지로 정리할 수 있다. 첫째, 경제활동과 화물발생을 연계하기 위해 통행 발생과 통행분포를 하나의 모형으로 통합하여 산업 간의 연관관계를 고려하였다. TRANS-TOOLS의 경우 경제활동모형인 Computable General Equilibrium Model, Input/Output Model, Trade Model 등을 활용하였다. 이러한 시도는 분석대상을 통행단위가 아닌 산업 간의 연관관계에 기초한 공급사슬로 보고 있다.

둘째, 복합운송을 모형화하기 위해 수단선택과 통행배정을 하나의 모형으로 통합하였다. STAN의 경우 복합운송의 모형화 혹은 환적비용 변화효과를 평가할 수 있고 수단선택과 경로선택을 모두 고려한 Multimodal Assignment가 가능하다.

셋째, 물류시설경유여부, 창고 및 물류시설의 위치결정, 화물집배송 등의 구체적인 기업물류활동을 화물수요 분석에 반영하였다. Cube-Cargo의 경우 거리대별, 지역별로 다양한 화물통행을 구분하여 모델링 할 수 있기 때문에 거시적 차원과 미시적 차원의 화물수요분석에 적합하다. 또한, 환적을 위한 가상의 노드를 생성하여 환적 물동량과 유출입 물동량의 구분, 환적시설의 수요분석 등을 할 수 있다. 그러나 이러한 선진외국의 연구 및 활동들이 불과 10여 년 전에 등장하였을 뿐 아니라 1990년대 후반과 2000년도 초반에 본격화되었기 때문에 학술적인 측면에서 개선가능성이 아직 많다고 판단된다.

<표 1> 선진외국과 우리나라의 화물수요분석모형 비교

관점	모형					
	유럽연합 Trans-Tools	유럽연합 STEMM	스웨덴 SAMGOD	네덜란드 SMILE & TEM-II	미국 FAF	한국 국가교통모형 (KTDB)
통행발생	Computable General Equilibrium Model & trade forecasting Model	Three trade models	Computable General Equilibrium Model	Economic I/O model & regionalization model	Conventional survey-based Approach	Conventional survey-based Approach
통행분포			Entropy model			
수단분담	Logistics Model (Nested logit model+SUE)	Multimodal Choice & Assignment	Multimodal Choice & Assignment	Multimodal Choice & Assignment	Fixed mode share	Fixed mode share
통행배정					Stochastic user Equilibrium	user Equilibrium
Conversion Model	Value/Wgt. & Payload	Value/Wgt. & Payload	Value/Wgt	Value/Wgt	Payload	Value/Wgt
Logistics Integration	Yes	No	Yes	Yes (SMILE)	No	No
Modeling S/W	Delphi 6	STAN	STAN	자체개발	TransCAD	EMME/2

한편, 우리나라는 2000년대 중반 이후부터 물적 유통경로 분석에 관한 연구들이 진행되었다.(김찬성, 2007; 최영운 2008; 김은미, 2009) 대부분 국가 화물수요추정방법 개선 및 공공물류에의 활용을 위한 기초연구로서, 물적 유통경로의 분류, 개별기업의 물적 유통경로 유형 분석 및 선택행태 분석 등의 연구가 이루어졌다. 본 연구와 같이 물적 유통경로를 공급사슬망 측면에서 연구 및 모형화한 사례는 찾아보기 어려웠다.

본 연구의 목적은 기업의 물류활동을 감안한 화물수요추정방법론을 개발하기 위한 기초 연구로서 공급사슬 기반의 화물유통경로선택모형을 개발하는 것이다. 구체적으로는 유통경로의 물적 흐름에 영향을 주는 선택요인과 화물유통경로의 수송사슬 특성(transport chain attributes) 즉, 운송수단, 운송시간, 운송비용, 운송량, 운송횟수, 운송거리 등을 반영한 화물유통경로선택모형을 개발하고 이를 분석하여 시사점을 도출하는데 있다. 수송사슬 특성관련 자료의 수집 및 구축은 한국교통연구원(KOTI)에서 수행한 2008년 화물유통경로조사의 자료를 활용하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 첫째, 연구의 방향 과 방법론을 정립하기 위하여 유통경로의 개념 및 선택요인을 정의하고 국내외 화물수요분석모형 및 유통경로관련 선행연구를 고찰하였다. 둘째, 2008년 화물유통경로조사 자료를 분석대상 자료로 수집하고 모형의 구축을 위해 선택되지 않은 비선택 유통경로를 추정하였다. 셋째, 유통경로선택요인과 유통경로조사 자료를 바탕으로 본 연구의 분석모형 및 변수를 선정하였다. 넷째, 모형을 추정하고 결과를 분석하였다. 마지막으로 연구로부터 도출된 결론과 본 연구의 한계점 및 향후 연구 과제를 제시하였다.

II. 선행연구고찰

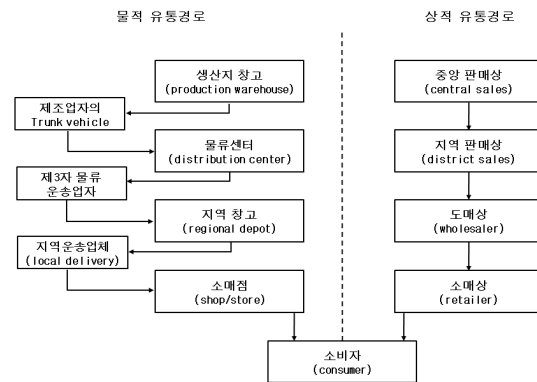
1. 유통경로의 개념정의 및 선택요인

1) 유통경로의 개념정의

유통경로(distribution channel)는 분야에 따라 다양하게 정의되고 있다. 크게 두 가지로 정의내릴 수 있는데, 어떤 제품이나 서비스가 사용 또는 소비에 이용될 수 있도록 하는 과정과 관련되는 일체의 상호 의존적인 조직(Sten et al., 1976), 또는 제품의 마케팅을 뒷받침하는 기능을 수행하는 조직화된 요소, 제도(Revis et

al., 1969)라고 할 수 있다. 전자는 유통경로를 상호의존적인 조직의 단위 측면에서 정의하였고, 후자는 제품의 마케팅 측면에서 유통경로를 정의하였다. 이러한 유통경로는 크게 물적 유통경로(physical distribution channel)와 상적 유통경로(trading or transaction channel)로 나누어 살펴 볼 수 있다. 물적 유통경로는 어떤 상품의 생산지점에서 최종소비지점까지의 유통과정에 있어 사용되는 수단 또는 방법을 나타내기 위하여 사용된다. 상적 유통경로는 물적 유통경로와 마찬가지로 어떤 상품의 생산지점에서 소비지점까지 전환되는 과정을 다루지만, 상품을 판매하고 구입하는 과정과 다양한 유통체계를 통해 전환되는 상품의 소유권을 다루고 있다는 점에서 개념적 차이가 존재한다.(Alan Rushton의, 2006)

본 연구에서의 화물유통경로는 화물의 생산지점에서 출발지점까지 사용되는 수송수단, 방법, 경로 등을 나타내는 물적 유통경로이다. <그림 3>은 유통경로의 개념도이다.



<그림 3> 유통경로의 개념도

자료 : Alan Rushton, Phil Croucher, Peter Baker 3rd edition, 2006, op. cit., pp.61.

2) 물적 유통경로의 선택요인

물적 유통경로의 선택요인은 다음과 같은 몇 가지 특성으로 설명된다. 첫째, 시장특성(market characteristics)이다. 시장의 크기와 분포정도에 따라 사용되는 유통경로가 다르다. 예를 들어 시장이 매우 크고 지리적으로 넓게 분포되어 있는 경우 또는 거래업자가 적거나 지리적으로 제한된 지역의 경우 등에 따라 유통경로는 다양하게 선택될 수 있다. 둘째, 상품특성(product characteristics)

이다. 해당 상품의 가격, 시간제약, 취급주의 등의 상품 특성에 따라 유통경로는 다양하게 선택될 수 있다. 셋째, 경로특성(channel characteristics)이다. 경로자체의 효율성은 상품의 판매 및 물류활동 전반에 영향을 미치기 때문에 경로특성에 맞는 유통경로의 선택이 이루어져야 한다. 넷째, 경쟁력 특성(competitive characteristics)이다. 유통경로를 선택함에 있어 기업 간의 비교우위 확보, 또는 높은 서비스수준 제공여부는 유통경로선택의 필수적 요인이라 할 수 있다. 마지막으로 기업의 규모 및 경제력(company characteristics)이다. 이는 유통경로를 선택하는 과정에 있어 가장 중요한 사항으로 기업의 규모가 크고 어느 정도 경제력을 갖춘 기업은 자사 창고와 자체 수송시설을 포함한 물류시설을 설치하고 서비스할 수 있다. 반면, 규모가 영세하고 경제력을 갖추기 못한 기업은 물류기능을 수행하기 위해 중간 경유지점 혹은 제3자 물류시스템을 이용한 유통경로를 선택할 수밖에 없다. 따라서 이러한 기업의 규모 및 경제력의 여부는 유통경로를 설계하고 적절한 유통경로를 선택할 때 고려된다.

2. 국내외 선행연구

화물수요분석모형 및 유통경로관련 선행연구 중에서 본 연구와 같이 공급사슬기반의 화물유통경로선택을 모형화한 사례는 국내·외에서 찾아보기 어렵다. 다만, 국외의 경우는 국가화물수요모형에 공급사슬망 또는 물적 유통경로 개념을 도입하는 연구들이 진행되고, 관련 분석 프로그램들이 개발되고 있다. 그러나 국내의 경우는 2000년대 중반 이후부터 이러한 연구들의 필요성이 제기되면서 기초연구 위주로 진행되고 있는 실정이다. 또한, 기존의 국내 유통경로관련 연구는 대부분 상적 유통경로관련 연구로서 유통경로의 현황분석, 실태조사, 요인분석 등이 주를 이루고 있다. 이러한 국내 연구사례는 본 연구에서 수행하는 개별 유통경로의 유형화 및 집단화를 통한 선택행태모형 개발과 직접적 연관성이 적기 때문에 여기서는 다루지 않기로 한다.

본 절에서는 국내 물적 유통경로 관련연구와 국외 화물수요모형 및 물적 유통경로 관련연구를 살펴보고자 한다.

1) 국내 물적 유통경로 관련연구

최근 화물교통 분야에서 국가 화물수요추정방법 개선 및 공공물류에의 활용을 위한 연구가 한국교통연구원을

중심으로 진행되고 있다.(김찬성, 2007; 최영운, 2008; 신승진, 2009) 대표적인 사례로는 김찬성 외(2007)와 최영운 외(2008), 김은미 외(2009)의 연구가 있다. 먼저 김찬성 외(2007)의 연구는 2001년 전국 물류현황조사 중 기업물류실태조사 자료를 이용하여 공장 순회형, 물류센터 중심형, 소비자 중심형 등으로 유형화한 후 유형별로 주요 경유 지점을 경유할 확률을 분석함으로써 기업들의 전반적인 물적 유통경로선택 특성에 관한 실증분석을 실시하였다. 최영운 외(2008)는 2007년 국가교통 DB구축사업의 일환으로 조사되었던 화물유통경로조사 자료를 이용하여 골재화물의 도착지 선택행태를 물적 관점에서 분석하였다. 김은미 외(2009)는 2007년 화물유통조사 자료를 기반으로 기업에 의해 이동되는 화물의 물적 흐름에 영향을 주는 기본적인 요인을 분석하고 이들의 거시적인 선택행태를 추정하였다.

2) 국외 화물수요모형 및 물적 유통경로 분석사례

(1) 화물수요모형관련 연구

기존의 화물수요모형은 전통적인 4단계 교통수요 추정 방법을 사용하고 있으며, 여객수요모형을 기반으로 하고 있기 때문에 화물수요의 특성이 반영되지 못하는 한계가 있다. 이러한 이유는 화물수요의 복잡성에 기인한다.(Wang and Holguin-Veras, 2008) 최근 들어 2000년대 초반부터 화물수요에 대한 연구의 필요성을 강조하는 연구들이 제시되면서 다양한 시도들이 이루어지고 있다. 이러한 시도들은 다음과 같이 크게 3가지 분야로 구분할 수 있다.(Tavasszy, 2008)

- 화물과 경제의 연결(freight-economy linkages)
- 물류행태(logistics behavior)
- 화물통행과 네트워크(freight trips & network)

위 세 가지 분야 중 유통경로와 관련된 분야는 물류행태 분야이다. 이는 기존 화물수요모형에서 고려되지 않았던 주제이기 때문에 다양한 접근방법들이 적용되고 있다. 이러한 접근방법은 크게 거시모형(macro-level models, flow-based models, top-down models)과 미시모형(micro-level models, bottom-up models) 두 가지로 구분할 수 있다.(Liedtke et al, 2009)

지역간 화물수요분석을 위한 대부분의 모형은 전통적인 4단계 모형(화물발생, 화물분포, 수단선택, 통행배정)에 기초한다. 수단선택에서 비집계모형을 사용하는

경우를 제외하고 집계모형의 구조이다. 거시모형은 집계모형을 이용하여 교통과 물류 네트워크의 흐름을 표현하는 것이다. 대표적인 분석모형 및 방법으로는 물류모형(Tavasszy et al., 2003), 교통네트워크모형(Crainic et al., 1990; Jourquin, 2005; De Jong and Ben-Akiva, 2007), 8단계 분석틀(Liedtke, 2006), 시장분석틀(Tavasszy, 2008)이 있다.

미시모형은 거시모형에서 구현할 수 없는 다양한 유통경로와 다단계로 구성된 공급사슬, 수많은 개별 의사결정의 결과 등을 고려한 것으로 대부분 도시에서의 화물통행을 표현하고 있다. 대표적인 분석모형으로는 TOKYO모형(Wisetjindawat et al., 2007), INTERLOG모형(Liedtke, 2006), OREGON모형(Hunt and Stefan, 2007), WIVER모형(Sonntag, 1996)이 있다.

(2) 물적 유통경로관련 연구

물적 유통경로와 관련한 연구는 주로 유럽과 미국을 중심으로 국가 또는 지역 화물모형에서 진행되어 왔다.(Boerkamps and Binsbergen, 1999; Wisetjindawat and Sano, 2003; De Jong et al., 2004; Fisher et al., 2005; De Jong and Ben-Akiva, 2007) 대표적인 사례는 De Jong et al.(2004)과 Fisher et al.(2005), De Jong and Ben-Akiva(2007)의 연구가 있다. De Jong et al.(2004)은 스웨덴과 노르웨이의 국가화물모형시스템의 개선과 관련하여 생산지와 소비지 사이 화물의 물동량에 대한 수송사슬(transport chain)을 결정하는 물적 모형(logistics model)의 이론적 개념을 제시하였다. Fisher et al.(2005)는 LA를 대상으로 하는 지역적 트럭화물모형을 제안하고 물류체인모형(logistic chain model)을 제시하였다. 물류체인모형은 economic layer, logistics layer, transport layer로 구성되는데 각 layer에서 의사결정자(화주, 운송사, 수하인)의 전략 또는 행태를 모형의 구조 및 목적에 따라 반영하고 있다. De Jong and Ben-Akiva(2007)는 기존 국가화물모형시스템이 물적 유통경로선택(물류센터의 경우여부, 수송크기 등)을 제대로 처리하지 못한다는 문제를 제기한 후, 새로운 물류모형(logistics model)을 정립하고 모형의 적용을 논의하였다. 하지만, 물적 유통경로의 일반적인 구조를 제시하는데 초점을 두었을 뿐 실질적인 모형결과를 제시하지 않았다.

3) 기존연구와의 차별성

기존 연구와의 차별성을 검토하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 국내의 물적 유통경로분석 사례들이 공통적으로 가지고 있는 개별기업의 물적 유통관계 이외에 공급사슬기반의 화물흐름이나 전환관계까지 파악할 수 있는 수송사슬속성(transport chain attributes) 즉, 운송수단, 운송시간, 운송비용, 운송량, 운송횟수, 운송거리 등을 반영한 화물유통경로선택모형을 개발하는데 초점을 두고 연구를 진행하였다. 그러나 선행연구에서는 이러한 수송사슬속성을 반영하지 못하거나 실질적인 연구결과를 제시하지 않았다. 예를 들면, 김은미 외(2009)의 연구는 물적 유통경로의 선택행태를 추정함에 있어 화물의 수송사슬속성은 반영하지 않고 개별 기업의 관점(도착지 인구밀도, 상품특성, 기업의 연간매출액 등)만을 반영하였다. De Jong and Ben-Akiva(2007)는 수송사슬속성을 고려하는 모형의 구조와 적용방안을 제시하였지만 실질적인 모형추정결과를 제시하지 않았다.

둘째, 적용 모형측면에서 김찬성 외(2007)는 유통경로 선택에 미치는 주요 요인을 파악하기 위해 선택되지 않은 대안을 고려하지 않는 다항로짓모형을 적용하였다. 이는 다항로짓모형의 특수한 경우로 적용 및 해석 측면에서 일반 로짓모형과는 차이가 있다. 하지만, 본 연구에서는 선택되지 않은 대안 즉, 미처 파악하지 못하였거나 조사되지 않은 유통경로(비선택대안)에 대해서 선행연구들에서 다루지 않았던 별도의 추정기준과 방법을 적용하여 화물유통경로선택모형을 개발하였다.

셋째, 본 연구와 유사한 국외사례가 존재하나 유통경로의 수송사슬의 속성값, 화물운송수단의 구분, 유통경로 출발지 및 도착지 구분, 분석대상품목 및 범위, 유통경로선택요인 등에서 차이가 있는 것으로 나타났다.

III. 자료수집 및 비선택 유통경로 추정

1. 자료수집

1) 분석대상품목의 선정

본 연구는 한국교통연구원에서 수행한 2008년 화물유통경로조사에서 수집된 자료를 분석하였다. 유효한 조사자료를 확보하기 위하여 각 기종점별로 유통경로가 다양한 품목을 선정해야 한다. 본 연구는 제조업체 조사자료 중 석유화학, 자동차 및 자동차 부품 품목의 화물자동차 조사자료를 분석대상품목으로 선정하였다.

2) 유통경로의 출발지, 경유지 및 도착지의 정의

통행기반모형의 기종점(O/D)별 물동량을 공급사슬 기반의 표현방식인 P/C로 바꾸기 위해서는 유통경로의 출발지, 경유지 및 도착지의 구체적인 정의가 필요하다. 이는 통행기반모형의 기종점(O/D)별 유통경로를 공급사슬기반의 기종점(P/C)별 유통경로로 정의하는 것이다. <표 2>은 본 연구에서 정의한 유통경로의 출발지, 경유지 및 도착지이다.

출발지(production zone)는 화물 또는 상품을 생산하는 곳으로 정의하였다. 내수화물의 경우 생산, 보관, 소비 등 여러 유통관련 활동 중 생산 공장만을 출발지로 선정하였으며 수입화물의 경우 항만 및 공항을 출발지로 정의하였다.

경유지(distribution center)는 제품의 보관, 인수, 수출입 통관업무 등에 관련된 역할을 담당하는 시설이다. 본 연구에서는 위치 및 규모파악이 비교적 용이한 경유지만을 포함하였다. CY, ICD, 화물터미널 및 물류센터, 철도역, 창고 등이 포함되었고 내수화물의 경우 항만 및 공항도 경유지로 선정하였다. 소규모 물류센터, 도매상 등은 경유지 성격을 지니지만 그 위치 및 규모 파악이 어렵고 수가 많아 본 연구에서는 경유지에 포함하지 않았다.

도착지(consumption zone)는 제품의 소비가 이루어지는 곳이다. 도매상 및 소매상의 경우는 다음 단계의 유통경로 파악이 현실적으로 어렵고 주로 소비지에 위치하기 때문에 도착지로 선정하였다. 공장의 경우는 소비 공장만을 포함하였다. 수출화물의 경우 항만 및 공항을 도착지로 정의하였다.

3) 유통경로 유형화

유통경로 유형화는 유통경로과정상 화물의 흐름이나 환적처리, 물류시설의 경유여부 등을 나타내는 것이다.

<표 2> 출발지, 경유지 및 도착지의 정의

구분	정의
출발지 (Production zone)	- 공장 - 항만 및 공항(수입화물)
경유지 (Distribution zone)	- CY(컨테이너 야드) - ICD(내륙컨테이너 기지) - 화물터미널 및 물류센터 - 철도역, 창고(영업용 또는 자가 창고) - 항만 및 공항(내수화물)
도착지 (Consumption zone)	- 공장 - 산업소비자(타사 또는 자사공장), - 도매상, 소매상(집), 일반소비자 - 항만 및 공항(수출화물)

본 연구에서는 출발지, 경유지 및 도착지가 정의된 분석대상품목의 유통경로를 운송형태와 운송수단으로 유형화하였다. 운송형태는 크게 직접 수송형태와 물류시설, 화물터미널 및 ICD 등을 이용하는 중간지점 경유형태로 구분하였다. 운송수단은 화물자동차의 크기(톤급)별로 구분하였다. 소형화물차의 경우는 1~3톤 미만, 중형화물차는 3톤 이상~8톤 미만, 대형화물차는 8톤 이상이다.

본 연구에서 유형화한 유통경로는 다음과 같다. 총 4개의 유통경로 유형으로 구분되어 있으며, 운송형태를 우선 고려하고 운송수단의 크기로 구별하였다.

- 직접 수송형_소형화물차
- 직접 수송형_중형화물차
- 직접 수송형_대형화물차
- 중간지점 경유형_소형화물차

2. 비선택 유통경로 추정

화물유통경로선택모형을 추정하기 위해서는 특정 기종점간에 서로 다른 유통경로선택대안이 최소 2개 이상 존재해야 한다. 그러나 각 업체의 기종점별로 조사된(즉, 선택된) 유통경로는 대부분 한 개이며 선택되지 않은 유통경로에 대한 속성값이 존재하지 않는 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 비선택 유통경로를 별도의 방법으로 추정하고, 추정된 유통경로와 조사된(선택된) 유통경로를 활용하여 화물유통경로선택모형을 개발하였다. 비선택 유통경로의 추정기준 및 방법은 다음과 같다.

첫째, 전체 유통경로 중 조사된(선택된) 특정 화물품목 및 기종점과 동일한 품목 및 기종점, 운송수단 소유형태(영업용, 자가용)를 갖는 경우를 탐색하여 비선택 유통경로를 추정하였다. 둘째, 특정 화물품목 및 기종점에 대한 비선택 유통경로추정 과정에서 다수의 비선택 유통경로가 추정되고, 추정된 비선택 유통경로가 모두 동일한 유통경로 유형인 경우 추정된 비선택 유통경로들의 평균 속성값을 적용한다. 예를 들어, 석유화학 품목의 경우 A지역에서 B지역까지의 유통경로에 대한 비선택 유통경로 추정 과정에서 ‘직접수송형 대형화물자동차’ 유통경로가 3개 추정된 경우, 이들 3개 유통경로의 속성값 평균을 비선택 유통경로의 속성값으로 활용하였다. 셋째, 특정 화물품목 및 기종점의 선택된 유통경로가 중간지점 경유형인 경우, 출발지부터 경유지까지를 기준으로 비선택 유통경로를 추정하였다.

3. 분석대상 데이터의 기초통계 분석

본 연구에서 조사 및 추정된 유통경로 데이터 현황은 <표 3>과 같다. 조사 및 추정된 유통경로의 수는 1,988개로 나타났다. 이 중 조사된 유통경로는 497개이고 추정된 유통경로는 1,491개이다. 품목별로는 석유화학 품목의 조사된 유통경로가 176개, 추정된 유통경로가 528개였으며 자동차 및 자동차부품품목은 각각 321개, 963개로 구축되었다. 한편, 선택경로수 497개 중 직접 수송형 유통경로수가 466개, 중간지점 경유형 유통경로수는 31개로, 직접 수송형에 비해 중간지점 경유형의 표본수가 매우 적은 것으로 분석되었다. 직접수송형 유통경로의 경우 소형화물차, 중형화물차, 대형화물차를 이용하는 경우가 각각 214개, 167개, 85개로 분석되었다.

분석대상 데이터의 기초통계분석 결과는 <표 4>와 같다. 석유화학 품목의 평균 운송량, 운송시간, 운송비용은 직접수송형의 경우 화물자동차의 크기가 클수록 증가하는 것으로 나타났으며, 종사자수는우 직접수송형 유통경로의 경우 소형화물차, 중형화물차, 대형화물차 모두 50~99명일 때가 가장 높게(68.3%~ 81.3%) 나타났다. 자동차 및 자동차 부품은 평균운송량, 운송시간, 운송횟수는 직접수송형의 경우 화물자동차의 크기가 클수록 증가하는 것으로 나타났으며, 종사자수는 직접수송형 유통경로의 경우 소형화물차, 중형화물차, 대형화물차 모두 50~99명일 때가 가장 높게(58.7%~67.2%) 나타났다. 두 품목 모두 중간지점 경유형 유통경로 데이터 현황에서 알 수 있듯이 유효 표본수가 적은 것으로 나타났다. 또한, 중간지점 경유형 유통경로는 출발지부터 경유지까지를 기준으로 하였기 때문에 직접수송형과 중간지점 경유형 유통경로의 직접적인 비교는 어렵다고 판단된다.

<표 3> 조사 및 추정된 유통경로 데이터 현황

구분	분석대상 품목	유통 경로수 (개)	직접 수송			중간지점 경유 (소형)
			소형	중형	대형	
조사된 유통 경로	석유화학	176	88	48	22	18
	자동차 및 자동차부품	321	126	119	63	13
	계	497	214	167	85	31
추정된 유통 경로	석유화학	528	264	144	66	54
	자동차 및 자동차부품	963	378	357	189	39
	계	1,491	642	501	255	93
총계		1,988	856	668	340	124

IV. 화물유통경로선택모형 개발

1. 분석모형 선정

본 연구에서는 개별행태모형의 대표적 모형인 로짓모형을 이용하여 화물유통경로선택모형을 개발하였다. 본 연구에서 적용한 다항 로짓모형의 형태는 다음과 같다. 유통경로 선택에 영향을 미치는 요인을 변수로 하여 각각의 선택대안별 유통경로를 추정하였다.

$$P_n(i) = \frac{\exp(\beta'_j x_{ni})}{\sum_{i=1}^J \exp(\beta'_j x_{ni})}$$

<표 4> 분석대상 데이터의 기초통계

구분	직접수송			중간지점 경유 소형	
	소형	중형	대형		
석유화학품목					
운송량 (톤/월)	평균	392.8	338.8	467.7	174.0
	표준편차	763.4	645.1	610.9	370.3
운송시간 (시간/회)	평균	0.5	2.6	6.9	3.8
	표준편차	1.1	3.5	3.5	2.2
운송거리 (km)	평균	31.3	106.6	283.2	197.2
	표준편차	63.5	145.7	143.2	133.1
운송횟수 (회/월)	평균	81.4	96.4	57.4	316.5
	표준편차	155.3	191.7	99.2	438.8
운송비용 (만원/회)	평균	15.0	48.0	102.0	104.5
	표준편차	23.9	65.6	51.5	70.5
종사자수(%)					
50~99명	68.3	81.3	78.9	35.3	
100~299명	26.8	6.3	15.8	41.2	
300~499명	0.0	8.3	0.0	11.8	
500명이상	4.9	4.2	5.3	11.8	
자동차 및 자동차부품 품목					
운송량 (톤/월)	평균	226.3	759.1	1512.8	341.8
	표준편차	581.8	2034.1	3743.2	335.8
운송시간 (시간/회)	평균	1.4	1.8	2.5	4.7
	표준편차	1.9	2.8	3.4	2.7
운송거리 (km)	평균	92.5	73.7	102.4	253.6
	표준편차	128.0	116.7	138.6	164.1
운송횟수 (회/월)	평균	76.9	97.3	144.2	103.5
	표준편차	148.0	230.2	346.0	197.9
운송비용 (만원/회)	평균	43.2	33.2	36.9	134.5
	표준편차	57.7	52.5	49.9	87.0
종사자수(%)					
50~99명	62.2	58.7	67.2	46.2	
100~299명	31.7	32.6	27.9	38.5	
300~499명	4.9	7.6	3.3	15.4	
500명이상	1.2	1.1	1.6	0.0	

여기서, x_{nj} : 유통경로선택모형의 변수
 β'_i : 선택된 유통경로 대안의 파라미터
 β'_j : 유통경로 선택대안별 파라미터

2. 변수선정 및 상관관계 분석

1) 변수 선정 시 고려사항

자료수집과정에서 정의한 유통경로(P/C) 위에 유통경로 선택요인과 유통경로조사 자료를 변수 선정 시 고려하였다. 주요사항으로는 <표 5>와 같이 유통경로특성, 품목 특성, 기업특성, 시장특성이 있다. 유통경로특성은 운송 시간, 운송비용, 운송량, 운송거리, 운송횟수 등이며 품목 특성은 품목구분, 품목별 유통특성을 포함한다. 기업특성은 기업의 규모, 종사자수 등을 의미하며 시장특성은 도착지의 인구밀도, 제조업체 밀도 등을 의미한다. 시장특성 자료는 본 연구에서 조사되지 않아 변수에서 제외되었다.

2) 상관관계 분석

본 연구에서는 변수간의 관련성을 분석하기 위해 유형화된 유통경로와 변수 선정시 고려되는 사항을 바탕으로 상관관계 분석을 수행하였다. 종속변수는 유형화된 유통경로이고, 독립변수는 유통경로자료로 가정하고 종속변수와 독립변수, 독립변수 간 상관관계 분석을 수행하였다. 종속변수와 독립변수의 상관관계 분석결과, 선택대안인 유통경로 유형별로 평균 0.4의 비교적 낮은 상관관계를 보이는 것으로 분석되었다. 그러나 운송시간과

운송비용, 운송량, 운송횟수는 0.5이상으로 비교적 높게 나타났다. 품목구분, 기업의 종사자수, 운송수단의 소유형태 등의 변수는 0.3이하로 나타나 각 변수간의 편차가 큰 것으로 분석되었다.

독립변수간의 상관관계 분석결과, 각 독립변수들 중에 운송시간, 운송비용, 운송량, 운송횟수의 변수는 다른 독립변수들과의 상관관계수가 평균 0.5이상으로 가장 높게 나타났다. 그러나 나머지 변수인 품목구분, 기업의 종사자 수, 운송수단의 소유형태 등은 다른 독립변수들과의 상관관계수가 평균 0.2~0.3으로 나타나 상관관계가 낮은 것으로 분석되었다. 변수간의 상관관계 분석결과, 운송시간, 운송비용, 운송량, 운송횟수를 제외한 변수들은 유통경로 선택과 각 독립변수들 사이에서 관련성이 높지 않은 것으로 분석되었다. 이는 유통경로 선택에 영향을 주는 요인들에 대한 조사 및 연구가 현실적으로 어렵고 획득한 자료의 정확성에도 한계가 있기 때문인 것으로 판단된다. 대부분의 기업들은 자사의 정형화된 유통경로를 가지고 있지만 기업의 이해관계 및 경영구조 등과 밀접하기 때문에 조사를 통하여 수많은 유통경로의 선택요인을 독립변수들로 설명하기에는 많은 어려움 있는 것으로 해석된다.

3) 변수 선정

본 연구에서는 유통경로의 유형과 변수 선정시 고려사항, 변수간의 상관관계 분석결과를 종합하여 화물유통경로선택모형의 변수를 선정하였다. 종속변수 즉, 화물유통경로선택모형의 선택대안은 유통경로의 유형으로 선정하였다. 독립변수는 자료획득 및 데이터구축이 용이한 유통경로자료를 대상으로 하였다. 단, 운송거리는 기중

<표 5> 변수 선정시 고려사항

구분	유통경로 선택요인	유통경로조사 자료
유통경로 특성	- 운송시간, 운송비용 - 운송량, 운송거리, 횟수 - 평균 보관비용 - 평균 체류시간 - 운송수단, 운송수단의 소유형태(자사, 영업용)	- 운송시간, 운송비용 - 운송량, 운송거리, 횟수 - 평균 보관비용 - 평균 체류시간 - 운송수단, 운송수단의 소유형태(자사, 영업용)
품목 특성	- 품목구분, 상품의 가치 - 품목별 유통특성 · 시간제약 유무 · 소비재, 생산재 여부	- 품목 구분 · 종이 및 펄프 · 석유화학 · 자동차 및 자동차 부품
기업 특성	- 기업의 크기 및 매출액 - 기업 규모(종사자, 면적) - 창고의 소유형태 및 이용비용	- 기업 종사자의 수 - 창고의 소유형태 및 이용비용
시장 특성	- 도착지의 인구밀도 - 제조업체 밀도	-

<표 6> 화물유통경로선택모형의 종속변수 및 독립변수

구분	화물유통경로선택모형 변수	
종속 변수	- 화물유통경로 선택대안(유통경로 유형) · 직접 수송형_소형화물차 · 직접 수송형_중형화물차 · 직접 수송형_대형화물차 중간지점 경유형_소형화물차	
	유통 경로 특성	- 운송시간(시간) - 운송비용(만원/톤-km) - 평균 체류시간(시간/회) - 평균 보관비용(만원/회) - 운송량(톤/회), 운송횟수(횟수/월)
독립 변수	기업 특성	- 기업 종사자의 수(명수) - 운송수단의 소유형태(자사, 영업용)

주: 평균 체류시간 및 보관비용은 운송시간, 운송비용에 반영

점별 네트워크거리를 사용했기 때문에 선택대안이 다르더라도 기종점이 같으면 운송거리가 같으므로 변수로 고려하지 않았다. <표 6>은 본 연구에서 선정한 종속변수와 독립변수이다.

3. 로짓모형 대안 설정

본 연구는 <표 7>과 같이 설명변수를 달리하는 10개의 모형대안을 설정하고 각각에 대하여 다항 로짓모형을 추정하였다. 모든 모형대안은 유통경로자료 중 가장 중요한 변수인 운송시간과 운송비용은 경유지에서 발생하는 평균 체류시간과 평균 보관비용까지 반영하여 설계하였다. 운송량, 운송회수 등의 유통경로특성과 종사지수 및 차량소유형태 등의 회사특성은 모형에 따라 선별적으로 포함하였다.

<표 7> 로짓모형 대안

구분	변수					
	유통경로특성				회사특성	
	운송시간	운송비용	운송량	운송회수	종사지수	차량소유형태
모형 1	○	○	○	○	○	○
모형 2	○	○	○	○	○	×
모형 3	○	○	○	○	×	×
모형 4	○	○	○	×	○	○
모형 5	○	○	○	×	○	×
모형 6	○	○	○	×	×	×
모형 7	○	○	×	○	○	○
모형 8	○	○	×	○	○	×
모형 9	○	○	×	○	×	○
모형 10	○	○	×	×	×	×

주: 각 모형마다 다항 로짓모형을 추정

4. 모형 추정결과

1) 모형의 유의성

본 연구에서는 Limdep프로그램을 사용하여 모형을 추정하였다. 모형의 추정결과, 각 모형의 개별 설명변수 부호가 적절하게 추정되었다. 모형의 설명력을 나타내는 ρ^2 는 0.2~0.4로 나타나 대체로 모형의 설명력이 좋은 것으로 분석되었다. 반면, 통계적 유의성을 나타내는 t값의 경우 운송비용 및 운송시간의 변수는 유의수준 5%이내에서 의미 있는 것으로 나타났지만, 타 변수들의 통계적 유의성은 모형에 따라 낮은 것으로 분석되었다. <표 8>와 <표 9>은 석유화학과 자동차 및 자동차부품 각각에 대하여 추정된 모형 중에서 결과가 적절하게 도출된 모형을 제시하고 있다

2) 추정모형의 해석

각 모형에서 추정된 변수들의 파라미터를 해석하면 다음과 같다. 첫째, 석유화학제품과 자동차 및 자동차 부품 모두 운송비용과 운송시간이 적을수록 유통경로의 선택효율이 큰 것으로 분석되었다. 둘째, 취급하는 운송량이 많을수록 대형화물차 유통경로의 선택효율이 큰 것으로 분석되었다. 취급되는 운송량이 많을수록 운송시간 및 운송비용 절감을 위해 소형화물차를 이용하는 유통경로보다는 대형화물차를 이용하는 유통경로를 선택하기 때문이다. 단, 석유화학제품의 경우 운송량변수의 t값은 유의수준 5%에서도 만족하지 않는 것으로 나타나 운송

<표 8> 화물유통경로선택모형 추정결과(석유화학)

변수	모형6				중간지점 경유형	모형10			중간지점 경유형
	직접수송형			소형		직접수송형			
	소형	중형	대형			소형	중형	대형	
대안특성상수	3.749**	3.221**	1.007*	-	3.525**	2.989**	1.606**	-	
운송시간	-1.158**				-	-1.282**			
운송비용	-0.041**				-	-0.044**			
운송량	-0.046	-0.046	0.029	-	-	-	-	-	
L(0)	-159.042				-	-167.586			
L(B)	-210.152				-	-210.152			
ρ^2	0.2432				-	0.2025			
표본수	176				-	176			
효용함수식	$U_{\text{직접-소형}} = 3.749 - 1.158 \times \text{Time} - 0.041 \times \text{Cost} - 0.046 \times \text{Ton}$				-	$U_{\text{직접-소형}} = 3.525 - 1.282 \times \text{Time} - 0.044 \times \text{Cost}$			
	$U_{\text{직접-중형}} = 3.221 - 1.158 \times \text{Time} - 0.041 \times \text{Cost} - 0.046 \times \text{Ton}$				-	$U_{\text{직접-중형}} = 2.989 - 1.282 \times \text{Time} - 0.044 \times \text{Cost}$			
	$U_{\text{직접-대형}} = 1.007 - 1.158 \times \text{Time} - 0.041 \times \text{Cost} + 0.029 \times \text{Ton}$				-	$U_{\text{직접-대형}} = 1.606 - 1.282 \times \text{Time} - 0.044 \times \text{Cost}$			
	$U_{\text{경유형-소형}} = -1.158 \times \text{Time} - 0.041 \times \text{Cost}$				-	$U_{\text{경유형-소형}} = -1.282 \times \text{Time} - 0.044 \times \text{Cost}$			

*: 유의수준 5%에서 만족, **: 유의수준 1%에서 만족

<표 9> 화물유통경로선택모형 추정결과(자동차 및 자동차부품)

변수	모형6				모형10			
	직접수송형			중간지점 경유형	직접수송형			중간지점 경유형
	소형	중형	대형		소형	중형	대형	
대안특성상수	3.443**	1.666**	1.173**	-	1.076**	1.329**	0.871*	-
운송시간	-1.541**			-	-1.136**			-
운송비용	-0.053**			-	-0.057**			-
운송량	-0.474**	-0.003	0.001	-	-	-	-	-
L(0)	-205.379			-	-264.089			-
L(B)	-326.148			-	-326.148			-
ρ^2	0.3702			-	0.1902			-
표본수	277			-	277			-
효용함수식	$U_{\text{직접-소형}} = 3.443 - 1.541 \times \text{Time} - 0.053 \times \text{Cost} - 0.474 \times \text{Ton}$				$U_{\text{직접-소형}} = 1.076 - 1.136 \times \text{Time} - 0.057 \times \text{Cost}$			
	$U_{\text{직접-중형}} = 1.666 - 1.541 \times \text{Time} - 0.053 \times \text{Cost} - 0.003 \times \text{Ton}$				$U_{\text{직접-중형}} = 1.329 - 1.136 \times \text{Time} - 0.057 \times \text{Cost}$			
	$U_{\text{직접-대형}} = 1.173 - 1.541 \times \text{Time} - 0.053 \times \text{Cost} + 0.001 \times \text{Ton}$				$U_{\text{직접-대형}} = 0.871 - 1.136 \times \text{Time} - 0.057 \times \text{Cost}$			
	$U_{\text{경유형-소형}} = -1.541 \times \text{Time} - 0.053 \times \text{Cost}$				$U_{\text{경유형-소형}} = -1.136 \times \text{Time} - 0.057 \times \text{Cost}$			

*: 유의수준 5%에서 만족, **: 유의수준 1%에서 만족

시간과 운송비용만을 포함한 모형이 더 적합한 것으로 판단된다. 자동차 및 자동차부품의 경우 운송량 변수는 직접수송형 소형대안에서만 유의하였고 다른 대안에서는 유의하지 않았지만 ρ^2 값 등을 볼 때 운송량 변수를 포함하는 것이 보다 적합한 것으로 판단된다. 운송시간 및 운송비용의 경우 모든 유통경로가 동일한 파라미터값을 갖는 반면, 운송량의 경우 유통경로 유형별로 상이한 값을 갖는 것으로 분석되었다. 이는 차종별 또는 유통경로별로 운송량의 영향정도가 다름을 의미한다.

셋째, 두 품목의 경우 중간지점 경유형보다는 직접 수송형 유통경로를 선호하는 것으로 분석되었다. 이는 대상품목이 유통경로 과장상 중간지점을 경유하면서 발생하는 효용이 크지 않기 때문으로 판단된다. 넷째, 두 품목의 특성상 대형화물차보다는 소형화물차를 이용하여 운송하는 경향을 보인다. 석유화학제품의 경우 소형 및 중형 화물차를 주로 이용하며 자동차 및 자동차부품의 경우 소형화물차를 주로 이용하는 것으로 분석되었다 (본 연구에서 개발된 유통경로선택모형의 적용사례는 관련보고서(박동주, 2009)참고 요망).

V. 결론 및 시사점

본 연구는 기업물류활동을 감안한 화물수요추정방법론 연구의 기초연구로서 화물유통경로의 물적 흐름에 영향을 주는 선택요인과 유통경로의 수송사슬특성을 고려한 공급사슬기반의 화물유통경로선택모형을 개발하였다.

추정된 모형 중 운송비용, 운송시간, 운송량을 변수로 포함한 다항 로짓모형이 적합한 것으로 분석되었다. 모형 추정결과에 따르면 운송시간과 운송비용 변수의 모수가 음으로 나타나 시간과 비용이 적을수록 경로선택 효용이 증가하는 것으로 나타났다.

추정된 화물유통경로선택모형을 적용하고 활용하기 위해서는 현재 제공되고 있는 통행기반 화물기종점자료(O/D) 및 화물네트워크표현기법의 개선이 필요할 것으로 판단된다. 이는 기존 O/D 표현방식에서 화물의 이동이나 화물 물동량의 전환관계 등을 고려한 P/C표현방식으로의 전환을 말한다. 또한, 자료 구축 측면에서 물류시설의 경유물동량 및 환적물동량을 제외한 생산량과 소비량만을 추정할 수 있는 조사방식과 모형이 적용되어야 할 것이다.

본 연구의 분석결과는 추정모형의 해석에서 알 수 있듯이 공급사슬기반의 직접 수송형 유통경로와 중간지점 경유형 유통경로의 선택행태를 추정하였다. 또한, 통행기반을 공급사슬기반으로 전환하여 모형을 추정했다는 점에서 기존 연구들과 차별화된다. 이는 향후 공급사슬기반의 화물수요분석 및 화물유통경로선택모형 연구에 많은 도움이 될 것으로 판단된다. 그러나 자료 수집과정에서 비선택 유통경로추정과 추정된 모형에서 개별계수의 통계적 유의성 및 모형의 설명력 등을 높이기 위해서는 다음과 같은 연구들이 이어져야 할 것으로 사료된다.

첫째, 현재 제시된 모형구조 외에 보다 다양한 모형구

조에 대한 연구가 필요하다. 현시선호자료(Stated preference)와 같은 실험설계도가 시도되는 것도 바람직할 것이다. 또한 다양한 품목에의 적용도 필요하다. 현행 KTDB에서 배포되는 화물품목이 34개로 분류되고 있는데, 이중 많은 품목은 물류시설을 경유하기보다는 직접수송하는 품목도 있기 때문이므로 품목의 다양성이 고려되어야 한다.

둘째, 화물품목별 P/C의 추정이다. P/C는 공급사슬 기반의 화물수요추정을 위한 기본자료로서, 이를 추정하기 위해서는 현 화물물동량관련 조사방식, 전수화 방식, 전수화된 자료의 검증방식이 바뀌어야 하며, MRIO 등의 자료 활용도 요구될 것으로 판단된다.

셋째, 유효한 조사자료의 확보를 위하여 물류시설/환적시설 현황조사 및 DB구축이 필요하다. 우리나라의 경우 2008년도에 경기도에서 이루어진 물류시설현황조사와 2008년에 처음 시행된 KTDB 물류시설조사 이외에는 아직 공식적인 물류시설에 대한 현황조사 파악되어 있지 못하고 있다. 그렇기 때문에 유통경로 조사자료에서 단일 운송수단 위주의 조사결과와 화물 환적처리에 대한 불명확한 정보가 제공되고 있는 실정이다. 따라서 전국적으로 분포하고 있는 물류시설에 대한 대대적인 조사 및 DB구축이 선행되어야 한다.

아울러, 물류시설은 그 종류 및 크기, 기능이 매우 상이하여 유통경로선택모형에 포함할 물류시설과 그렇지 않은 물류시설을 구분하는 선정기준도 함께 마련해야 할 것이다.

마지막으로, 경로선택모형이 표본조사의 파라미터가 아닌 모든 출발지와 도착지에 일반화되기 위해서는 속성 자료를 고려한 일반화비용산정이 필요하다. 이를 위해서는 링크별 차량톤급별 수송비용, 수송시간, 물류시설 이용비용 등에 대한 조사가 필요하다.

알림: 본 논문은 대한교통학회 제61회 학술발표회(2008.11.6)에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

참고문헌

1. 박동주(2009), 공급사슬기반 화물교통수요모형개발에 관한 기초연구, 한국학술진흥재단, 서울.
2. 김은미(2009), 물적 유통경로 선택모형개발에 관한 연구: 내수화물을 중심으로, 서울시립대학교 석사학위 논문.
3. 김찬성·박민영·진기재·김준형(2007), “우리나라 주요 기업의 유통경로 실증분석”, 제57회 학술발표회, 대한교통학회, pp.219~228.
4. 김찬성·성홍모·안승범·예충열(2007), “우리나라 화주기업의 입지선택 특성분석 (내수화물을 중심으로)”, 대한교통학회지, 제25권 제1호, 대한교통학회, pp.61~71.
5. 신승진·김찬성·박민철·김한수(2009), “출발시간, 통행거리 및 물류활동 특성을 고려한 도착지 선택 행태분석”, 대한교통학회지, 제27권 제1호, 대한교통학회, pp.73~81.
6. 최영운·김찬성·성홍모(2008), “우리나라 골재화물의 유통경로 특성분석”, 제59회 학술발표회, 대한교통학회, pp.933~942.
7. 박동주 (2009), “유통경로분석을 통한 화물수요추정방법의 개선에 관한 연구”, 서울시립대학교.
8. Alan Rushton, Phil Croucher, Peter Baker(2006), The handbook of Logistics and Distribution Management, The Chartered Institute of Logistics and Transport(UK).
9. Ben-Akiva, M. E(1973), Structure of Passenger Travel Demand Models. Ph. D. dissertation, Department of civil Engineering, Massachusetts Institute of Technology.
10. Crainic, T.G., M. Florain, J. Guelat, and H. Spiess(1990), “Strategic Planning of Freight Transportation: STAN, an Interactive-Graphic System”, Transportation Research Record, No.1283, pp.97~124.
11. Gerard De Jong, Moshe Ben Akiva, Sten Bexelius, Adan Rahman, and Maarten Van De Voort(2005), The Specification of Logistics in the Norwegian and Swedish National Freight Model Systems, Presented at European Transport Conference, Strasbourg, France.
12. Gerard De Jong and Moshe Ben Akiva(2007), “A Micro Simulation Model of Shipment Size and Transport Chain Choice”, Transportation Research Part B 41, pp.950~965.

13. Hunt, J.D. and K.J. Stefan(2007), "Tour-Based Microsimulation of Urban Commercial Movements", *Transportation Research Part B*, Vol.41, No.9, pp.981~1013.
14. Jeoren Boerkamps, Arjan van Binsbergen (1999), "GoodTrip - A New Approach for Modelling and Evaluation of Urban Goods Distribution", Paper Published in the Proceeding of City Logistics I.
15. Jourquin B.(2005), "A Multi-Flow Multi-Modal Assignment Procedure on Large Freight Transportation Networks", *Studies in Regional Science*, Vol.35, No.4, pp.929~946.
16. L.A. Tavasszy(1996), *Modelling European Freight Transport Flows*, Delft University of Technology, Trail Research School, Delft.
17. L.A. Tavasszy, M. van de Vlist, C. Ruijgrok, and J. van de Rest(1998), *Scenario-Wise Analysis of Transport and Logistic Systems with a SMILE*, Presented at 8th World Conference on Transport Research, Antwerp, Belgium.
18. L.A. Tavasszy, C. E. Cornelissen, and E. Huijsman(2001), *Forecasting the Impacts of Changing Patterns of Physical Distribution on Freight Transport in Europe*, In 9th World Congress on Transport Research (CDROM), Elsevier.
19. L.A. Tavasszy, B. Smeenk, and C.J. Ruijgrok(2003), "A DSS for modelling logistics chains in freight transport systems analysis", Int. Republished in *Classics in Transport Analysis: Transport Logistics*, Edward Elgar publishers.
20. L.A. Tavasszy(2006), "Freight Modelling - An overview of international experiences", Paper prepared for the TRB Conference on Freight Demand Modelling: Tools for Public Sector Decision Making, September 25-27, Washington DC.
21. L.A. Tavasszy(2008), "An overview of international experiences", In: Hancock, K.L. (ed) *Freight demand modeling tools for public-sector decision making*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., pp.47~55.
22. Liedtke, G.(2006), "An Actor-Based Approach to Commodity Transport Modeling", Karlsruhe University, Dissertation.
23. Liedtke G.T., L.A. Tavasszy, and W. Wisetjindawat (2009), "A comparative analysis of behavior oriented commodity transport models", CD-ROM, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.
24. McFadden, D(1978), *Modeling the Choice of Residential Location*, *Transportation Research Record* 673, pp72~77.
25. McFadden, D(1981), *Econometric Models of Probabilistic Choice*, In *Structural Analysis of Discrete Data*. C. Manski and D. McFadden, eds. MIT Press, Cambridge, Mass. pp.198~272.
26. Michael J. Fischer, Maren L. Outwater, Lihung Luke Cheng, Dike N. Ahanotu, and Robert Calix(2005), "Innovative Framework for Modeling Freight Transportation in Los Angeles County, California", *Transportation Research Record: Journal of the transportation Research Board of the National Academies*, Washington, DC., pp.105~112.
27. Moshe Ben-Akiva and Steven R. Lerman (1985), *Discrete Choice Analysis Theory and Application to Travel Demand*, MIT Press.
28. Sonntag, H.(1996), "Entwicklung eines Wirtschaftsverkehrs modells fur Stadte", In: *Berichte der Bundesanstalt fur StraBenwesen, Verkehrstechnik*.
29. Wang, Q. and J. Holguin-Veras(2008), "An investigation on the attributes determining trip chaining behavior in hybrid

- micro-simulation urban freight models”, CD-ROM, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.
30. Wisetjndawat, W., K. Sano, S. Matsumoto, and P. Raothanachonkun(2007), “Micro-Simulation Model for Modeling Freight Agents Interactions in Urban Freight Movement”, CD-ROM, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.
31. Wisinee WISETJINDAWAT, Kazushi SANO (2003), “A Behavioral Modeling in Micro-Simulation for Urban Freight” Transportation, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, October, pp.2193~2208.

☞ 주 작성자 : 고영승

☞ 교신저자 : 박동주

☞ 논문투고일 : 2010. 10. 4

☞ 논문심사일 : 2010. 11. 26 (1차)
2010. 12. 24 (2차)

☞ 심사판정일 : 2010. 12. 24

☞ 반론접수기한 : 2011. 4. 30

☞ 3인 익명 심사필

☞ 1인 abstract 교정필