

화물수요추정방법 개선을 위한 국내외 연구동향 분석 연구

신승진 · 박동주* · 오정택 · 김시진

서울시립대학교 교통공학과

Research Trend for Improvement of Freight Demand Estimation Methods

SHIN, Seungjin · PARK, Dongjoo* · OH, Jeongtaek · KIM, Sijin

Department of Transportation, University of Seoul, Seoul 130-743, Korea

Abstract

The traditional four-step demand model has limits in that it cannot reasonably reflect the logistic characteristics of freight transportation system. This is likely to cause problems when estimating the effects of logistics facilities. In order to enhance the reliability and availability of the freight demand estimation procedure it is needed to develop freight demand model which takes into account the logistic characteristics of firms. In the late 1990s, a number of researches on freight demand model considering logistics behaviors began in Europe while a few studies in the area have been conducted recently in Korea. This paper reviews recent advances of the freight model developments in the context of logistic behavior consideration. The main topics include 1) commodity classification, 2) P/C(Production-Consumption) estimation, 3) logistics network representation, 4) logistics chain model, and 5) commodity flow survey. In addition, this paper proposes future direction of the freight demand models with respect to the consideration of logistics characteristics.

기존의 전통적 4단계 수요추정기법은 화물의 물류특성(Logistics Characteristics)을 반영하지 못하는 한계가 있다. 이로 인해 물류시설의 신설·개선에 따른 수요 및 편익변화를 제대로 추정을 하지 못한다. 따라서 화물수요추정 과정의 신뢰도 및 활용도 제고를 위해 물류특성을 고려한 화물수요추정방법의 개발이 요구된다. 화물수요추정방법의 개선을 위해 1990년대 후반부터 유럽을 중심으로 물류형태 반영방법에 대한 연구가 시작되었다. 이에 반해 우리나라는 이러한 분야에 대한 연구가 미흡한 편이다. 본 연구는 물류형태 반영방법 및 대규모 화물조사에 대한 국내외 학술대회 발표논문, 학술지 게재논문 및 연구보고서 등을 바탕으로 1) 화물 품목구분, 2) P/C(Production-Consumption) 구축, 3) 물류 네트워크 구축, 4) 물류체인모형(logistics chain model) 구축, 5) 대규모 화물조사 분야에 대한 국내외 사례 및 최근 연구동향을 조사·분석하고 시사점을 도출하였다. 또한 화물수요추정방법 개선을 위한 발전방향을 제시하였다.

Key Words

Logistics Behavior, Commodity Classification, P/C, Logistics Network, Logistics Chain Model, Freight Survey
물류형태, 품목구분, P/C, 물류 네트워크, 물류체인모형, 화물조사

*: Corresponding Author
djpark@uos.ac.kr, Phone: +82-2-2210-5708, Fax: +82-2-2210-2653

I. 서론

최근 국가물류비 절감, 녹색물류 환경조성 및 물류산업의 경쟁력 제고 등 화물교통 분야의 중요성이 대두되고 있다. 그러나 화물분야에 대한 연구는 여객분야에 비해 미미한 실정이다. 화물의 이동은 다수의 의사결정주체와 측정단위로 인해 화물수요추정방법이 복잡하다. 기존 전통적 4단계 수요추정기법은 화물의 물류특성(Logistics Characteristics)을 반영하지 못하는 한계가 있다(Wang & Holguin-Veras, 2008). 이로 인해 물류시설의 신설·개선 등에 대한 효과 추정을 하지 못한다. 따라서 화물수요추정의 신뢰도 및 활용도 제고를 위해 물류특성을 고려한 화물수요추정방법의 개선이 요구된다.

본 연구는 국내외 학술대회 발표논문, 학술지 게재논문 및 연구보고서 등을 바탕으로 아래와 같은 5개 분야에 대한 국내 화물수요추정방법의 문제점, 국내외 사례 및 최근 연구동향을 조사·분석하고 시사점을 도출하고자 한다. 또한 화물수요추정방법을 개선하기 위한 발전 방향을 제시하고자 한다.

- 화물 품목구분
- P/C 구축
- 물류 네트워크 구축
- 물류체인모형 구축
- 대규모 화물조사

II. 국내 화물수요추정방법의 한계

신뢰도 및 활용도 제고를 위한 합리적인 화물수요추정방법을 개선하기 위해서는 앞서 언급한 합리적인 화물 품목구분, P/C와 물류 네트워크 구축, 물류체인모형 구축, 공급사슬기반 대규모 화물조사 연구가 반드시 필요하다. 이러한 4개 분야에 대한 개선이 이루어지지 않는 경우 다음과 같은 한계가 발생한다.

첫째, 화물 수단 O/D 구축시 각 수단별 품목구분의 불일치 및 품목별 화물 수단선택모형 미구축으로 인해 수단전환 효과추정이 어렵게 된다. 국내 화물의 경우 도로, 철도, 연안해운의 품목구분이 일치하지 않아 수단간 전이 효과 분석과정 상의 한계가 있다.(한국교통연구원, 2011)

둘째, 화물수요추정시 기초자료로 활용되는 화물 물

동량 및 네트워크 자료는 지난 10여 년 동안 개선되어 왔음에도 불구하고 많은 한계를 지닌다. 화물 물동량 자료는 총물동량(여객의 수단통행)을 나타내는 수단 O/D와 순물동량(여객의 목적통행)을 나타내는 P/C 개념이 혼재되어 추정되었기 때문에 복합운송을 제대로 고려하지 못한다(서울시립대, 2009; 고영승 외, 2010). 또한 물류시설을 통과할 가능성이 있는 물동량을 알아야 하는데 통행기반(Trip-based) 표현방식으로는 통과 물동량인지 해당 존에서 소비되는 물동량인지 구분할 수 없다(박동주 외, 2010). 물류 네트워크 자료는 주요 물류시설이 네트워크와 연동되도록 구축해야 한다. 그러나 기존 네트워크는 주요 물류시설이 네트워크와 연동되지 않기 때문에 물류시설을 경유하는 복합운송(Intermodalism)특성 분석에 한계가 있다.(국토해양부, 2010)

셋째, 물류체인모형은 중간경유지 및 복합운송을 전혀 고려하지 못하기 때문에 공급사슬 관리(SCM: Supply Chain Management)측면에서 물류시설의 개선·신설에 따른 효과분석이 불가능하다. 물류시설의 개선효과를 추정하려면 물류시설경유 여부를 반영한 물류체인모형을 구축하여야 하나 기존 물류모형으로는 이를 표현할 수 없다.(박동주, 2009)

마지막으로, 화물의 이동은 최초 생산지-중간경유지-최종 소비지까지 여러 절차가 있다. 그러나 기존 대규모 화물조사는 이러한 물류특성을 반영하지 못한다. 즉 기존 물류현황 조사항목에 복합운송특성을 반영하지 않았으며, 기존 조사표는 출발지 산업업종과 도착지 산업업종을 조사하는 것으로 중간경유지에 대한 정보가 전무한 실정이다.(한국교통연구원, 2011)

III. 화물품목구분 사례

1. 국내외 사례

화물 품목별 자료는 화물 물동량 O/D 추정 및 품목별 수단 전환량 산정에 주로 활용되고 있다. 따라서 본 연구는 국내외 기관별 화물 품목분류체계 및 품목별 수단선택모형 구축 사례를 검토하였다.

국내 기관별 화물 품목구분 사례는 한국표준산업분류(통계청)·산업연관표(한국은행)·무역통계(한국무역협회)·한국표준무역분류(통계청)·철도화물수송실적(한국철도공사)을 대상으로 검토하였다. 한국표준산업분류

<Table 1> A Commodity Classification of Each Country

| | | Commodity Classification | National Logistic Model |
|---------|------------|--------------------------|-------------------------|
| Korea | | 33 commodities | KTDB |
| Europe | Sweden | 12 commodities | SAMGOD |
| | Norway | 13 commodities | NEMO |
| | the others | 11 commodities | Trans-Tools |
| America | | 10 commodities | Cube Cargo |

는 21개 대분류, 76개 소분류로 구분하고 있다. 산업연관표는 28개 대분류, 52개 소분류로 구분하고 있다. 무역통계는 국가별, 산업별, 품목별 수출입 실적을 기반으로 HS(국제통일상품분류체계), MTI(수출입상품분류체계), SITC(표준국제무역분류체계) 코드별로 제공하고 있다. HS는 21개 대분류, 97개 소분류, MTI는 10개

대분류, 56개 소분류, SITC는 11개 대분류, 66개 소분류로 구분하고 있다. 한국표준무역분류는 대외무역 대상이 되는 품목을 체계적으로 유형화 한 것으로 10개 대분류, 67개 중분류, 262개 소분류, 1023개 세분류, 2970개의 세세분류로 구분하고 있다. 한편, 철도 화물 수송실적에서는 10개의 대분류, 69개의 소분류로 구분하고 있다. 이와 같이 국내 화물 품목분류체계는 기관별로 매우 상이한 것으로 나타났다.

화물수요추정을 위한 품목구분 사례는 한국(KTDB: Korea Transport DataBase)·유럽(SAMGOD, NEMO, Trans-Tools)·미국(Cube Cargo)을 대상으로 검토하였다. KTDB는 한국산업분류표에 의거하여 33개 품목으로 구분하고 있다. 유럽의 Trans-Tools는 유럽통계국(Eurostat)의 화물 품목분류체계(NST & CPA)에 의거하여 11개 품목으로 구분하고 있다. 스웨

<Table 2> Commodity Classification of Previous Studies

| | | Previous Studies | Modes | Commodity |
|-------------------------|------------------|------------------------------|---|---|
| Model on Single Item | Choi(2002) | | road(vehicle 4 types) | all of commodities |
| | Choi & Lim(1999) | | road(private, commercial) | all of commodities |
| | KOTI(1998) | | road | all of commodities |
| | Ha & Nam(1996) | | road, rail | all of commodities |
| | Park(1995) | | road, rail, maritime | all of commodities |
| Model on Multiple Items | Korea | Kim(2010) | road, road+rail | container |
| | | Joo & Ha(2009) | road(private, commercial) | 5 commodities (auto parts, textile, plastics, electrics, precision machine) |
| | | Kim et al.(2008, b) | road, rail, maritime | 2 commodities(container/non-container) |
| | | Park et al.(2007) | road, rail | 3 commodities(container, cement, steal) |
| | | Choi(2004) | road(private, commercial) | primary industry (4 commodities) secondary industry(15 commodities) |
| | Foreign | Rich et al.(2009) | road, rail, maritime, Combi-rail, Comi-ship | 13 commodities (agriculture, forestry and fisheries, mining, construction, food products and etc) |
| | | Clark et al.(2005) | road, rail | 8 commodities (food, wood, rubber goods, article of glass, steal, metallurgic products, non-electric, electric machine) |
| | | Ham et al.(2005) | road, rail | 13 commodities (agriculture, forestry and fisheries, mining, construction, food products and etc) |
| | | Gracia Menendez et al.(2004) | road, rail | 4 commodities(wood, ceramic, textile, agriculture, industrial products) |
| | | Norojono & Young (2003) | Truck(small, large), rail | 4 commodities(food, textile, leather, electrics) |
| | | Bolis & Maggi(2003) | road, rail, road+rail | 5 commodities(agriculture, chemical, machine, non metallic mineral, etc) |
| | | Shinghal & Fowkes (2002) | road, rail, road+rail | 6 commodities (exports and import products, transportation, chemical, electric, auto part, food products) |
| | | De jong et al.(2001) | road, rail, road+rail | 4 commodities(food, metallurgic, oil, agriculture products) |
| | | Jiang et al.(1999) | road, rail, road+rail | 4 commodities(manufacturing, food, metallurgic, agriculture products) |
| | | Abdelwahab (1998) | road, rail | 8 commodities (food, textile, chemical, leather, metallurgic, electric, cement, paper products) |

덴(SAMGOD)과 노르웨이(NEMO)의 화물품목은 각각 12개와 13개로 구분하고 있다. 미국의 Cube Cargo는 표준화물운송분류체계(Standard Classification of Transported Goods: SCTG)에 의거하여 10개 품목으로 구분하고 있다. 화물수요추정을 위한 유럽과 미국의 화물품목 개수는 유사하나 일부 품목에서 상이한 것으로 분석되었다. <Table 1>은 국내외의 화물수요추정을 위한 품목구분을 비교한 것이다.

화물 수단선택모형 구축시 품목구분을 살펴보면, 국내에서는 대부분 화물 전체에 대해 수단선택모형을 구축하였으며, 최근 들어 일부 연구에서 품목별로 모형을 구축하고 있다. 반면 국외에서는 국가마다 차이가 있으나 4~13개까지 품목별 수단선택모형을 구축하고 있다. <Table 2>는 국내외의 화물 수단선택모형 구축 연구의 품목구분을 비교한 것이다.

2. 시사점

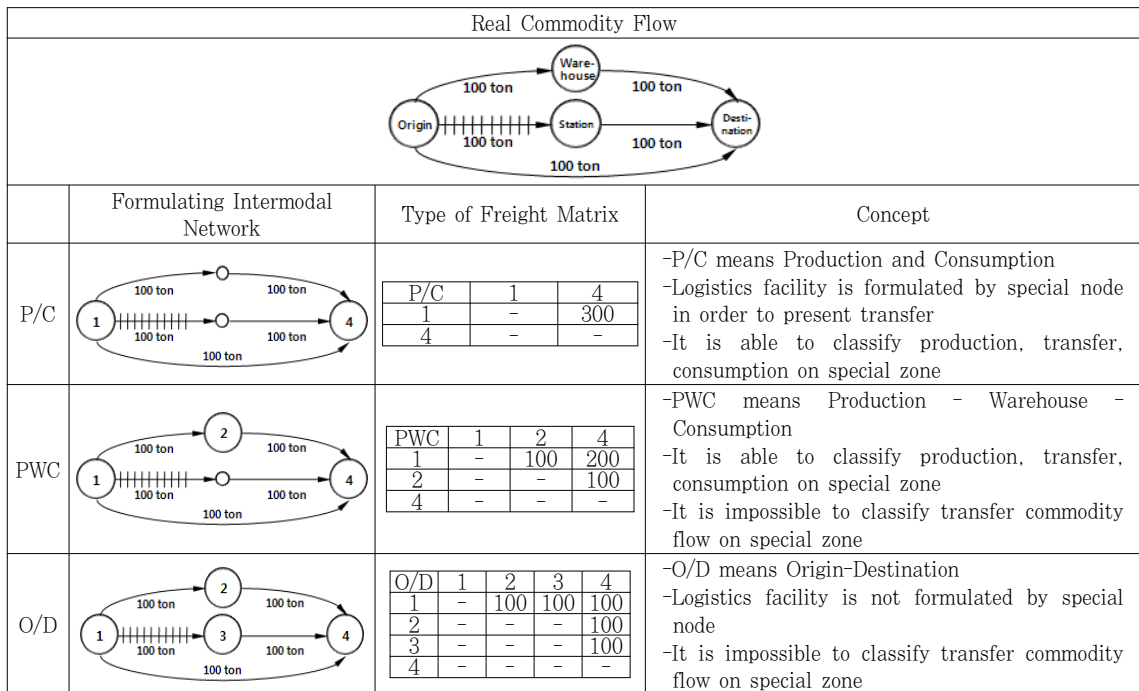
화물수요추정을 위한 국내외의 화물품목은 한국표준산업분류표에 의거하여 33개로 구분하고 있다. 그러나 기존 33개의 화물 품목구분은 조사, 분석 및 활용단계에서 한계점을 지닌다. 예를 들면, 품목별 표본수 산정·확보,

분석 소요시간, 품목별 신뢰도 문제 등이 있다. 이러한 한계점을 극복하기 위해 유럽과 미국의 사례처럼 화물품목을 대분류로 구분해야 할 필요성이 제기되고 있다. 이정엽 외(2011)는 국내 화물 품목구분의 최초 연구로서 기존 화물 세부품목분류를 집계하여 11개의 새로운 화물 품목분류체계를 제시하였다. 또한 화물수요추정 및 수단전환 효과분석을 하기 위해서는 수단간 품목매칭이 필요하다. 그러나 KTDB의 화물 물동량 자료는 도로화물 품목구분(33개 품목)과 철도화물 품목구분(2개 품목)이 일치하지 않는다. 따라서 수단간 품목매칭을 위한 화물 품목 재분류가 이루어져야 하며, 그에 따른 품목별 화물 수단선택모형 구축이 필요하다.

IV. P/C 구축 연구동향

1. 국내외 연구동향

P/C는 기존 화물수요추정에서 사용하고 있는 O/D가 아닌 화물 산업간 연관관계에 기초한 공급사슬망을 반영한 것으로 최초생산지와 최종목적지 간의 물동량의 흐름을 말한다. 이러한 P/C는 복합운송으로 인한 수단간 환적 전·후의 수단 O/D를 연계수송(Linked trip)으로



<Figure 1> Comparison of O/D, PWC, P/C

인식 가능하게 한다. 국내의 화물 물동량 자료는 P/C, PWC (Production-Warehouse-Consumption), 수단 O/D의 세가지 개념이 혼재되어 있기 때문에 화물수요추정시 수단 간 경쟁관계를 모사하기 힘든 문제점이 있다.(박동주, 2009)

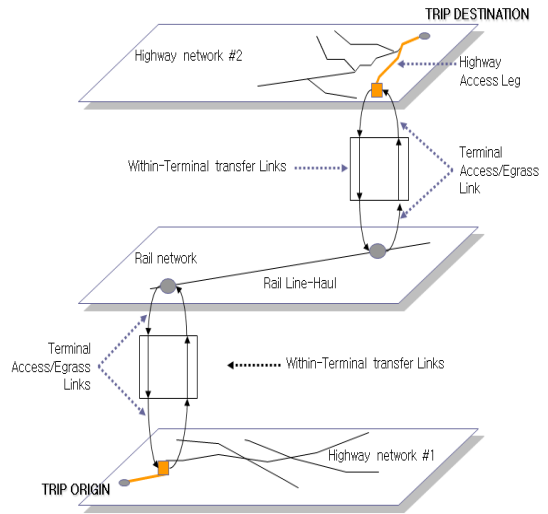
반면 국외에서는 O/D가 아닌 P/C를 추정하는 추세이다. 유럽의 Trans-Tools, STEMM, SMILE 등 국가물류모형은 입력 자료로써 P/C를 적용하고 있다. 또한 De Jong et al.(2004)은 P/C, PWC, 수단 O/D의 개념을 언급하고 있으며, De Jong et al.(2010)은 사업체간 화물의 흐름을 연구하였다. <Figure 1>은 O/D, PWC, P/C 개념을 비교한 것이다.

2. 시사점

P/C는 화물수요추정을 위한 공급사슬기반 기초자료이다. 신뢰성 있는 화물수요추정을 위해서는 기존 O/D 표현방식에서 P/C 표현방식으로의 전환이 필요하다.

국내에서는 물류행태를 반영하기 위한 연구가 미미할 뿐 아니라 물류행태를 미반영한 수단 O/D를 구축하고 있어 한계가 있다(박동주 외, 2010). 반면 국외에서는 스웨덴을 중심으로 P/C의 개념정립, 구축방법론 등에 대한 연구가 진행되었다. 또한 물류시설경유 여부, 항만 및 공항의 특별노드 처리 등에 대한 연구도 진행되고 있다.

<Table 3>에서 보는 바와 같이 국내의 수단 O/D는 접근모드(Access/Egress Mode) 정보의 부재로 인한



Source: Southworth & Peterson(2000)

<Figure 2> Intermodal Integrated Logistics Network

복합운송 특성을 반영하지 못한다. 이로 인해 물류시설 신설 또는 개선효과 추정의 활용 가능성이 어렵다. 따라서 신뢰성 있는 화물수요추정을 위해 물류특성을 반영한 P/C 구축이 반드시 필요하다.

V. 물류 네트워크 구축 연구동향

1. 국내의 연구동향

화물이동은 특정 화물의 생산지와 소비지 위치가 다르기 때문에 발생한다. 화물이동을 정확하게 파악하기 위해서는 산업 간의 연관관계를 파악하고 그 공간적 분포를 알아야만 한다.

국내에서 화물수요추정시 사용하고 있는 교통분석용 네트워크는 여객 네트워크와 동일하다. 반면 국외는 물류 네트워크에 대한 연구가 진행되었다. 그 중 대표적인 연구는 <Table 4>에서 보는 바와 같이 Yamada et al.(2011), Groothedde et al.(2005), Crainic (2000), Southworth & Peterson(2000), Jourquin & Beuthe(1996) 등이 있다.

2. 시사점

국내에서는 화물수요추정시 여객 네트워크를 사용하여 복합운송 반영에 한계가 있다. 반면, 국외에서는 물류시

<Table 3> Type of Freight Matrix

| Field | O/D | PWC | P/C |
|---|-----|-----|-----|
| whether reflecting an effect of construction and improvement of transportation infrastructures or not | △ | △ | ○ |
| whether considering an use of logistics facilities(node) or not | × | × | ○ |
| whether reflecting an effect of construction and improvement of logistics facilities or not | × | × | ○ |
| whether calculating amount of transshipment or not | × | ○ | ○ |
| whether reflecting an effect of construction and improvement of transshipment facilities or not | × | × | ○ |

Note) O: possible, △: partially possible, ×: impossible
Source: Park (2009).

〈Table 4〉 Research Trends on Logistics Network

| Previous Studies | | Purpose | Research Trend |
|---|------------------------------|--|--|
| Formulating Logistics Network Concept | Groothedde et al. (2005) | -proposing necessity, method and effectiveness of Hub Network | -schematizing intermodal logistics cost -comparison shipment effectiveness between intermodal and single mode |
| | Southworth & Peterson (2000) | -design and application of a intermodal network -proposing a method for a Intermodal network design | -showing concept of intermodal multi-layer |
| | Tavasszy et al. (1998) | -developing a decision support system (SMILE) for forecasting future freight demand | -explaining concept of multimodal network |
| Construction and Application of Logistics Network | Meng & Wang (2011) | -constructing a Intermodal Hub and Spoke network | -developing a mathematical program with equilibrium constraints model for Intermodal hub and spoke network |
| | Yamada et al. (2011) | -constructing a Supply Chain-Transport Super- Network | -designing interaction between SCN and network |
| | Vasiliauskas (2003) | -understanding commodity flow and route through national transportation network | -developing intermodal network involved in freight terminal |
| | Southworth & Peterson (2000) | -design and application of a intermodal network -proposing a method for a Intermodal network design | -designing network involved in access/egress -considering logistics behavior |
| | Crainic (2000) | -network design involving a SCM concept | -designing service network -developing a mathematical program |
| model design based on network | Yamada et al. (2011) | -design for a Supply Chain-Transport Super- Network Equilibrium (SC-T-SNE) model | -analyzing behavior between forwarder and user -defining interaction between volume and commodity flow |
| | Janic (2007) | -design for shipment cost based on a Intermodal Network | -formulating shipment cost -regarding Intermodal terminal as special node |
| | Ali et al. (2002) | -optimizing relay points on a highway network | -developing Heuristic algorithm |
| | Jourquin & Beuthe (1996) | -design for freight demand model based on multimodal network | -classifying special node to be able to consider logistics behaviors |

설의 특별노드화, 접근모드 등을 반영한 복합운송 물류 네트워크를 구축하고 있다. 〈Figure 2〉는 Southworth & Peterson(2000)이 제시하고 있는 복합운송 물류 네트워크 개념도이다.

화물수요추정을 위해서는 물류특성을 반영할 수 있는 물류 네트워크가 반드시 필요하다. 물류 네트워크는 복합운송망에서의 물류시설경유 여부 등 물류행태를 반영하여 신뢰성 있는 화물수요추정 결과를 기대한다.

Ⅵ. 물류체인모형 구축 연구동향

1. 국내외 연구동향

물류체인모형은 복합교통망에서 화물 물동량의 수단

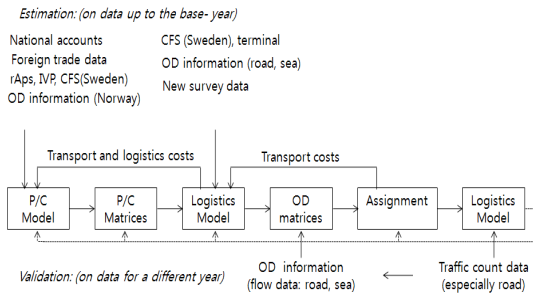
및 경로선택 행위를 공급사슬기반으로 모형화한 것이다. 이는 복합교통망에서 물류시설을 별도의 특별노드로 설정하여 물류시설경유 여부를 모형에 내재화 한다.

최근 국내 일부 연구에서는 유통경로 분석을 위한 물류체인모형을 구축하고 있다.(박동주 외, 2010; 고영승 외, 2010; 김현승, 2010; 김은미, 2009; 김찬성 외, 2008; 최영운 외, 2008) 그러나 선진외국에 비해 물류행태를 반영한 연구는 매우 미흡한 것으로 나타났다. 국외에서는 1990년대 후반부터 유럽을 중심으로 공급사슬망 또는 물적 유통경로 개념을 도입한 물류모형 구축 연구(Tavasszy, L. A., 2008, 2006, 2001, 1998, 1996; De Jong et al., 2010, 2007, 2004)가 시작되었다. 〈Figure 3〉은 국내외 물류모형 개발 연혁이다.

유럽의 국가물류모형인 Trans-Tools, STEMM,

| model | 1991-1995 | 1996-2000 | 2001-2005 | 2006-2010 | 2011~ | etc |
|-----------------------|---|---------------------|---------------|--|--|-----------------------------------|
| EU | EUGRANET | CGE, NEA C, STRE AM | STEMM | Trans-tools, SLA M | | reflecting logistics behavior |
| Netherland and Sweden | | SCENES | SAMGOD | proposing an idea on logistics model | formulating a logistics model and cost | |
| GB model | | | GBFM | | | not reflecting logistics behavior |
| FAF | | | FAF1 | reflecting an Intermodal, except for via US and international transportation | Intermodal reestablishment | |
| KTDB | | KTDB | first, second | third, I/O | fourth, MRIO, formulating a supply-chain | |
| Legend | ----- Period of building comprehensive freight transportation model ----- Period of review and re-thinking ----- Economic and land use - linkage model ----- Logistics-integrated freight transportation model | | | | | |

〈Figure 3〉 History of National Freight model Development

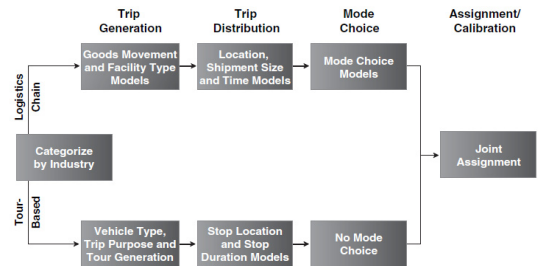


Source: De jong et al(2004)

〈Figure 4〉 Estimation and validation of the National Freight model system (Sweden, Norway)

SMILE, SAMGOD 등은 복합교통망에서의 수단선택과 경로선택 행위를 통합하여 활용하고 있다. 이들 모형은 구체적인 기업의 물류활동과 산업 간 연관관계를 반영하기 위해 경제활동모형(Economics Activity model)인 Computable General Equilibrium Model, Input/Output Model, Trade Model 등을 활용하고 있다. 그러나 우리나라는 아직까지 물류행태를 반영한 국가물류 모형 구축에 대한 연구가 미흡하며, 최근 들어 물류모형의 구조와 아이디어만을 제시하고 있다.

De jong et al.(2010; 2007; 2004)은 물류행태를 고려하여 스웨덴, 노르웨이 국가물류모형의 이론, 방법론, 활용방안 등을 연구하였으며, 수송크기(Shipment



Source: Michael et al.(2005)

〈Figure 5〉 LAMTA Modeling Framework

〈Table 5〉 Research Trends on Logistics Chain Model

| | Reflecting P/C | Reflecting Usage of Logistics Facilities | Reflecting the others(Shipment Size, 3 Party Logistics) |
|---------------------------------------|------------------------------------|--|---|
| Formulating Concept | De Jong et al. (2010:2004:2001) | De Jong et al. (2010:2004:2002) Michael et al.(2005) Jourquin(1996:2005) | De Jong et al. (2010:2007) |
| Construction and Application of Model | Kim(2010) Park et al. (2010, b) | Ko et al.(2010) Kim(2009) Tsamboulas & Kapros(2000) | De Jong et al. (2007) Kim et al.(2008, a) Choi et al.(2008) |
| Nation model | Trans-Tools, SMILE, SAMGOD | Trans-Tools, SMILE, SAMGOD | SMILE, SAMGOD |
| S/W | STAN Cube-Cargo | STAN Cube-Cargo | - |

Size) 고려 및 물류시설경유 여부를 고려한 국가물류모형을 개발하였다. <Figure 4>는 스웨덴, 노르웨이 국가물류모형의 개념도이다.

Michael et al.(2005)은 <Figure 5>와 같이 LA를 대상으로 하는 물류체인모형과 투여기반모형을 통합하는 LAMTA모형을 제시하였다. LAMTA에서 제시한 물류체인모형은 의사결정자의 전략을 반영하고 있다. Tsamboulas & Kapros(2000)는 다항로짓모형을 이용하여 수단간 환적을 고려한 화물 복합수송을 분석하였다. Jourquin (2005)은 기존의 화물수요추정 4단계 수요추정모형은 물류행태를 고려하지 못하기 때문에 수단선택과 경로선택을 통합해야 한다고 언급하고 있다. Jourquin & Beuthe (1996)은 물류행태를 고려할 수 있는 물류시설을 구분해야 한다고 제시하고 있다. Tavasszy et al.(1998)은 SMILE 시스템 구축에 초점을 두어 생산, 보관, 수송 등에 관한 유통과정을 모형으로 표현하였다. <Table 5>는 국내외 화물수요추정을 위한 물류체인모형 구축 연구동향이다.

2. 시사점

기존 4단계 수요추정모형 적용의 한계를 극복하기 위해 새로운 연구들이 진행 중이다. 이는 주로 복합교통망에서 수단선택과 경로선택을 하나의 모형으로 통합하는 연구와 기업의 물류활동과 산업 간 연관관계를 모형에 반영하려는 것이다. 물류행태를 반영한 물류모형을 구축하기 위해서는 앞에서 언급한 품목구분 및 기초자료

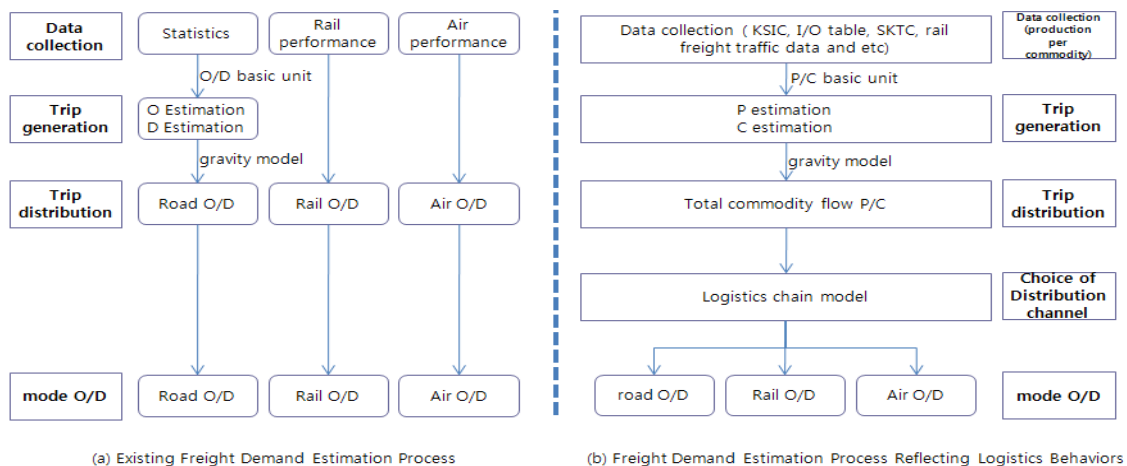
(P/C, logistics network) 구축이 전제되어 있어야 한다. 또한 수송시간/비용, 환적시간/비용 등의 기초자료를 구축해야 한다. 품목별 물류모형은 물류비용 변화에 따른 유통경로 분석에 크게 기여할 것이다. <Figure 6>은 기존 화물수요추정 과정과 물류행태를 반영한 화물수요추정 과정을 비교한 것이다.

Ⅶ. 대규모 화물조사 사례

1. 국내외 사례

대규모 화물조사는 화물수요추정을 위한 기초자료를 구축하는데 매우 중요한 역할을 한다. 본 연구에서는 국내외 대규모 화물조사의 조사범위, 조사방법, 조사내용 및 조사항목을 분석하였다. 국내 사례는 KTDB조사를 중심으로 살펴보았으며, 국외 사례는 스웨덴의 Commodity Flow Survey(CFS), 미국의 Commodity Flow Survey(CFS), 캐나다의 Annual Motor Carriers of Freight Survey(AMCFS), 일본의 전국화물수송조사(전국화물수송조사)를 검토하였다. <Table 6>은 국내외 대규모 화물조사를 정리한 것이다.

국내의 화물조사 항목을 살펴보면 국내는 조사단위(가년, 월, 3일간 단위로 조사하며, 입·출하량 모두 조사를 이루어지는 것으로 나타났다. 또한 국내 조사항목은 국외 조사항목보다 많은 것으로 나타났으나, 물류행태를 반영하기 위한 복합수송 여부, 물류시설경유 여부 등에 대한 조사는 미흡한 것으로 나타났다. 반면 국외는 일주일, 3일간 단위로 조사하며 출하량만을 조사하는 것으로



<Figure 6> Existing Freight Demand Estimation Process vs. New Freight Demand Estimation Process

〈Table 6〉 Freight Survey of Each Country

| | Survey | Purpose | Scope | Method | Formula | Contents |
|---------|--|---|----------------------------|------------------|--------------------|---|
| Korea | 2005 Freight O/D Survey | -design for a methodology of national freight O/D survey -make a database to analysis traffic demand | Regional | interview | Trip-based | -business general information -annual commodity flow performance -average monthly commodity flow performance -cargo volume in three days |
| | Foreign | -calculate a freight basic unit -make up for regional freight O/D | Regional | interview | Trip-based | -business general information -cargo performance and information |
| Foreign | Sweden CFS | -improve knowledge of the freight transport industries -make a freight database | National and international | interview, WEB | Supply chain-based | -commodity type, shipment value, weight, mode and others |
| | USA CFS | -forecast freight demand at various view | National and international | e-mail | Trip-based | -shipment number, date, shipment value, destination, mode, hazardous materials and others |
| | Canada AMCFS | -make a database to monitor transportation planning -provide a database for a new transportation model | National &Regional | e-mail interview | Supply chain-based | -business asset, yearly sales, ratio of shipment distance, fuel consumption and others |
| | Japan National Freight Distribution Survey | -understand interaction between logistics and industries behavior -comprehend the state of logistics | Regional | interview, mail | Supply chain-based | -yearly shipment tendency -supply chain during three days |

〈Table 7〉 Survey Contents Comparison of Each Country

| Survey Contents | Korea | | | Foreign | | | | |
|--|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|------------|--------------|--------------|---------|---------------|
| | complementary survey (2008) | freight O/D survey (2005) | supply chain survey (2007~2009) | USA (2007) | Japan (2005) | Italy (2009) | Germany | Canada (2007) |
| survey period | a month, a day | a year, a month, three days | a year | a week | three days | - | - | a day |
| volume of inbound shipment | ○ | ○ | ○ | | | | | ○ |
| volume of outbound shipment | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| commodity | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| shipment unit | | | | | | ○ | | ○ |
| type of freight | | | | | | ○ | ○ | ○ |
| value of freight | | | | ○ | | | | ○ |
| weight per unit | ○ | | ○ | ○ | | | ○ | |
| cost per unit | | ○ | ○ | | | | | ○ |
| physical location | ○ | | | | | | | |
| mode | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| frequency of inbound and outbound | ○ | ○ | ○ | | | | | |
| origin | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | |
| destination | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| net residence time | | | ○ | | | | | |
| carrying cost | | | ○ | | | | | |
| transshipment time | | | ○ | | | | | |
| transshipment cost | | | ○ | | | | | |
| business type of forwarder and recipient | | | ○ | | ○ | | | |
| shipment time | | ○ | ○ | | ○ | | ○ | |
| shipment cost | | ○ | ○ | | ○ | | | |
| hazard material | | | | ○ | | ○ | | |
| intermodal shipment | | | | ○ | ○ | ○ | | |
| export status | | | | ○ | | ○ | | |
| 3 party logistics | | | | ○ | | ○ | | |
| volume per vehicle type | | | | | | ○ | ○ | |
| use of container | | | | | ○ | | | |
| use of IC | | | | | ○ | | | |
| use of logistics facilities | | | ○ | | ○ | | | ○ |

나타났다. 미국과 이탈리아는 국내 조사항목에서 제외된 위험물수송 여부, 복합수송 여부, 수출 현황, 3차 물류 이용현황을 조사하는 것으로 나타났다. 일본은 물류행태를 반영하기 위해 복합수송 여부 및 물류시설경유 여부, 컨테이너화 유무, 이용하는 고속도로 IC 명 등을 조사하는 것으로 나타났다. <Table 7>은 국내외 화물조사 조사항목을 비교한 것이다.

2. 시사점

앞서 언급했듯이 물류행태를 반영한 신뢰성 있는 화물수요추정을 위해서는 기존 O/D 표현방식에서 P/C 표현방식으로의 전환이 필요하다. 이를 위해서는 첫째, 대규모 화물조사의 조사항목 수정 및 보완이 필요하다. 물류행태를 반영하기 위한 조사항목은 물류시설경유 여부, 복합수송 여부, 환적/보관시간, 환적/보관비용 등이 있다. 이러한 조사항목은 대규모 화물조사에 반영되어야 한다.

둘째, 물류시설에 대한 현황 파악 및 DB 구축이 필요하다. 국내에서는 물류시설에 대한 현황이 파악되어 있지 않아 물류시설에서의 환적 및 보관 등에 대한 정보를 제공하기 어렵다. 따라서 화물수요추정방법 개선을 위해 전국을 대상으로 물류시설에 대한 대규모 조사가 필요하다.

Ⅷ. 화물수요추정방법의 발전방향

본 연구는 5개 분야에서의 화물수요추정방법의 문제점 및 시사점을 종합한 결과, 다음과 같은 연구가 이뤄져야 할 것으로 판단된다.

첫째, 합리적인 화물 품목구분을 위해서는 화물수요추정을 위한 품목 재분류 및 품목별 수단선택모형 구축 연구가 필요하다. 품목별 화물 물동량 자료는 주로 수단분담시 활용되나, 수단별 품목의 불일치로 인해 품목별 수단선택모형 구축 및 활용이 어렵다.

둘째, 기초자료 구축 부문은 물류행태를 반영한 P/C 및 물류 네트워크에 대한 연구가 필요하다. 현재 KTDB에서 제공하는 화물 물동량 자료는 P/C, PWC, 수단 O/D 중 어느 하나의 개념에 기초하기 보다는 세 가지 개념이 혼재되어 있다. 또한 화물수요추정시 사용하고 있는 교통분석용 네트워크는 여객과 동일한 네트워크를 사용하고 있기 때문에 물류행태를 전혀 반영하지 못한다.

셋째, 물류체인모형 구축 부문은 복합교통망에서 화물 물동량의 수단 및 경로선택 행위를 공급사슬기반으로 모형화하는 연구가 필요하다. 기존에 반영하지 못했던 물류시설 경유 여부 등의 물류행태 및 화주의 의사결정과 운송사의 의사결정을 고려해야 한다.

마지막으로 물류행태 반영한 대규모 화물조사가 필요하다. 이러한 자료 수집은 물류행태를 반영한 화물수요추정방법론 개발에 중요한 역할을 할 것이다.

IX. 결론

본 연구는 물류행태 반영하기 위한 화물수요추정방법 개선의 기초연구로써 화물 품목구분, P/C 추정, 물류 네트워크 구축, 물류체인모형 구축, 대규모 화물조사 측면으로 구분하여 기존 관련 연구를 고찰하고 시사점을 도출하였다.

선진외국의 화물수요추정방법에 관한 연구는 불과 10여 년 전에 시작하였다. 1990년대 후반과 2000년도 초반에 본격화하여 최근에는 가시적인 성과를 거두고 있다는 사실은 우리나라에 시사하는 바가 크다고 판단된다. 또한 물류행태를 반영한 화물수요추정방법은 수많은 개념적 장점을 지닐 것으로 판단된다.

본 논문은 국내 화물수요추정방법의 문제점을 검토하고 화물수요추정방법에 대한 전반적인 발전방향을 제시하였으나, 개별방안에 대한 세부연구가 추가로 수행될 필요가 있다. 또한 기존 화물수요추정방법과 개선된 화물수요추정방법의 결과를 비교·분석하는 연구가 필요하다. 향후 화물수요추정방법에 대한 세부연구는 기술적으로 매우 어렵기 때문에 중장기적으로 접근해야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF. 2011-0004371).

REFERENCES

1. Abdelwahab, W.M.(1998), Elasticities of Mode Choice Probabilities and Market Elasticities of Demand: Evidence from A Simultaneous

- Mode Choice/ Shipment-size freight Transport Model, *Transportation Research Part E*, Vol.34, No.4, pp.257~266.
2. Ali, T.H., Radhakrishnan, S., Pulat, S., Gaddipati, N.C.(2002), Relay Network Design in Freight Transportation Systems, *Transportation Research Part E*, Vol.38, No.6, pp.405~422.
 3. Bolis, S., Maggi, R.(2003), Logistics Strategy and Transport Service Choices: An Adaptive Stated Preference Experiment, *Growth and Change*, Vol.34, No.4, pp.490~504.
 4. Central Statistics Office(2008), Standard Report on Methods and Quality for National Survey of Transport of Goods by Road.
 5. CHOI, Chang-Ho(2002), Value of Travel-time Savings in Metropolitan Road Freight Transportation with Freight Classification Code, *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol.20, No.7, Korean Society of Transportation, pp.167~175.
 6. Choi, C.(2004), A Study on Estimating the Value of Travel Time of Freight Transportation for Toll Roads Investment Evaluation, *Korea Research*, Vol.43.
 7. CHOI, Chang Ho·LIM, Kang-Won(1999), The Value of Time in Intercity Freight Transportation, *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol.17, No.5, Korean Society of Transportation, pp.43~55.
 8. Choi, Y., Kim, C., Sung, H.(2008), An analysis of distribution channel on aggregate goods, The 59th Conference of Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, pp.933~942.
 9. Citilabs(2008), Cube Cargo Reference Guide.
 10. Citilabs(Cube), <http://www.citilabs.com/index.php/cube-5.2139/>
 11. City of Calgary Planning Policy/Data Management & Forecasting(2001), 2000 Commodity Flow Survey Report.
 12. Clark, C., Naughton, H.T., Proulx, B., Thoma, P.(2005), A Survey of The Freight Transportation Demand Literature And A Comparison of Elasticity Estimates, The Navigation Economic Technologies Program.
 13. Crainic, T.G.(2000), Service Network Design in Freight Transportation, *European Journal of Operational Research* 122, pp.272~288.
 14. Crainic, T.G., Florain, M., Guelat, J., Spiess, H.(1990), Strategic Planning of Freight Transportation: STAN, an Interactive-Graphic System, *Transportation Research Record*, No.1283, pp.97~124.
 15. De Jong, G., Ben Akiva, M.(2007), A Micro-Simulation Model of Shipment Size and Transport Chain Choice, *Transportation Research Part B*, Vol.41, No.9, pp.950~965.
 16. De Jong, G., Ben Akiva, M., Baak, J.(2010), Logistics Model in The Swedish National Freight Model System-version 2, Deliverable 6B for the SAMGODS GROUP.
 17. De Jong, G., Ben Akiva, M., Bexelius, S., Rahman, A., Van De Voort, M.(2004), The Specification of Logistics in The Norwegian and Swedish Freight Model Systems, *Rand Europe*.
 18. De Jong, G., Gunn, H., Walker, W., Widell, J.(2001), Study on Ideas on A New National Freight Model System for Sweden, *Samgods Group*.
 19. DfT(2008), A Guide to The Department for Transport's Road Freight Surveys.
 20. DfT(2009), Road Freight Statistics 2008.
 21. Garcia-Menendez, L., Martinez-Zarzoso, I., De Miguel, D.P.(2004), Determinants of Mode Choice between Road and Shipping for Freight Transport: Evidence for Four Spanish Exporting Sectors, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.38, Part 3, pp.447~466.
 22. Groothedde, B., Ruijgrok, C., Tavasszy, L.A.(2005), Towards Collaborative, Intermodal Hub Networks: A Case Study in The Fast Moving Consumer Goods Market, *Tran-*

- sportation Research Part E, Vol.41, No.6, pp.567~583.
23. Weon Ik Ha·Ki Chan Nam(1996), Mode Choice Models for Freight Transportation Using SP Data, Journal of Korean Society of Transportation, Vol.14, No.1, Korean Society of Transportation, pp.81~99.
 24. Ham, H., Kim, T., Boyce, D.(2005), Implementation and Estimation of A Combined Model of Interregional, Multimodal Commodity Shipments and Transportation Network Flows, Transportation Research Part B, Vol.39, No.1, pp.65~79.
 25. INRO Consultants Inc.(EMME, STAN), <http://www.inro.ca/en/index.php>
 26. INRO(2000), STAN user's manual-release 6
 27. Institute of Studies for the Integration of Systems(Transtools), http://www.isis-it.com/index.php?option=com_content&view=article&id=72&catid=39&Itemid=41
 28. Janic, M.(2007), Modelling The Full Costs of An Intermodal and Road Freight Transport Network, Transportation Research Part D, Vol.12, No.1, pp.33~44.
 29. Jiang, F., Johnson, P., Calzada, C.(1999), Freight Demand Characteristics and Mode Choice: An Analysis of The Results of Modeling with Disaggregate Revealed Preference Data, Journal Of Transportation And Statistics.
 30. JOO, Ji-Won·HA, Hun-Koo(2009), Estimating Value of Time for Freight Transportation in Freight Items Using Logit Model, Journal of Korean Society of Transportation, Vol.27, No.5, Korean Society of Transportation, pp.163~168.
 31. Jourquin, B., Beuthe, M.(1996), Transportation Policy Analysis with A Geographic Information System: The Virtual Network of Freight Transportation in Europe, Transportation Research Part C, Vol.4, No.6, pp.359~371.
 32. Jourquin, B.(2005), A Multi-Flow Multi-Modal Assignment Procedure Applied to The European Freight Transportation Networks, Association for European Transportation and contributors.
 33. Kim, C., Lee, J., Jung K.(2008, b), A Study on Freight mode Choice Modelling, The Korea Transportation Institute.
 34. KIM, Chansung·PARK, Minyoung·PARK, Dongjoo·KIM, Hansoo(2008, a), An Empirical Study on Distribution Channel Choice of Shippers, Journal of Korean Society of Transportation, Vol.26, No.6, Korean Society of Transportation, pp.17~27.
 35. Kim, E.(2009), A Study of Physical Distribution Channel Choice Modelling: Focused on Domestic Goods, Master's Thesis of The University of Seoul.
 36. Kim, H.(2010), A Study on Multimodal Channel Choice modelling: Focused on Export-Import Container Freights, Master's Thesis of The University of Seoul.
 37. KO, Young-Seung·PARK, Dongjoo·KIM, Chansung·KIM, Hyun Soo·PARK, Minchoul (2010), Supply Chain-based Freight Distribution Channel Choice Model using Distribution Channel Analysis, Journal of Korean Society of Transportation, Vol.28, No.6, Korean Society of Transportation, pp.133~146.
 38. Lee, J., Park, M., Sung, H., Kang, J.(2011), A Study on Commodity Classifications for the Development of Freight Demand Model, The 64th Conference of Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, pp.ii-149~154.
 39. MDS-transmodal Ltd(2003), The GB Freight Model.
 40. Meng, Q., Wang, X.(2011), Intermodal Hub-and-Spoke Network Design: Incorporating Multiple Stakeholders and Multitype Containers, Transportation Research Part B, Vol.45, No.4, pp.724~742.
 41. Michael J.F., Maren L.O., Cheng, L.L, Dike

- N.A., Calix, R.(2005), Innovative Framework for Modeling Freight Transportation in Los Angeles County, California, Journal of The Transportation Research Record, No.1906, transportation Research Board of the National Academies, Washington, DC., pp.105~112.
42. Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs(2010), Traffic System Efficiency Business: Development of Transport Policy Support and Analysis Systems.
 43. Norojono, O., Young, W.(2003), A Stated Preference Freight Mode Choice Model, Transportation Planning and Technology, Vol.26, No.2, pp.195~212.
 44. Park, D.(2009), Improvement of Freight Demand Estimation Methods Using Distribution Channel Analysis, The University of Seoul.
 45. Park, D., Kim, H., Kim, C., Kim, H., Kim, K.(2010, a), An Empirical Comparison of Freight Demand Forecasting Approach: P/C based and O/D based Method, The 63th Conference of Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, pp.ii-181~186.
 46. Park, D., Shin, S., Choi, C., Shon, E., Kim, H.,(2007), Development of Freight Mode Choice Model Using SP Data, The 57th Conference of Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, pp.201~209.
 47. Park, J.(1995), Railroad Marketing Support System Based on the Freight Choice Model, Doctoral Dissertation of MIT.
 48. Park, M., Lee, J., Kim, C., Park, D.(2010, b), Freight Demand Analysis Considering Logistics Chain: A Case of Petrochemical Products, The 63th Conference of Korean Society of Transportation, Korean Society of Transportation, pp.ii-169~174.
 49. Rich, J., Holmblad, P.M., Hansen, C.O. (2009), A weighted logit freight mode-choice model, Transportation Research Part E, Vol.45, No.6, pp.1006~1019.
 50. Shinghal, N., Fowkes, T.(2002), Freight Mode Choice and Adaptive Stated Preferences, Transportation Research Part E, Vol.38, No.5, pp.367~378.
 51. SIKA(2003), Applications, Weaknesses and Development Issues of The Swedish National Freight Transport Model System SAMGODS.
 52. SIKA(2003), Commodity Flow Survey 2001.
 53. Southworth, F., Peterson, B.E.(2000), Intermodal and International Freight Network Modeling, Transportation Research Part C, Vol.8, No.1-6, pp.147~166.
 54. Southworth, F., Davidson, D., Hwang, H.L., Peterson, B.E., Chin, S.M.(2010), The Freight Analysis Framework, Version 3: Overview of the FAF3 National Freight Flow Tables, Prepared for Federal highway administration Office of freight management and operations Federal highway administration US Department of Transportation, Washington, DC.
 55. Statistics Korea(2009), The 9th Korean Standard Industrial Classification.
 56. Statistics Korea, <http://www.kostat.go.kr>
 57. Tavasszy, L.A.(1996), Modelling European Freight Transport Flows, Delft University of Technology, Trail Research School, Delft.
 58. Tavasszy, L.A., Smeenk B., Ruijgrok C.J.(1998), A DSS for Modelling Logistics Chains in Freight Transport Policy Analysis, International Transactions in Operational Research, Vol.5, No.6, pp.447~459.
 59. Tavasszy, L.A., Van de Vlist, M., Ruijgrok, C., Van de Rest, J.(1998), Scenario-Wise Analysis of Transport and Logistic Systems with a SMILE, Presented at 8th World Conference on Transport Research, Antwerp, Belgium.
 60. Tavasszy, L.A., Cornelissen, C.E., Huijsman, E.(2001), Forecasting the Impacts of Changing Patterns of Physical Distribution on Freight Transport in Europe, In 9th

World Congress on Transport Research (CDROM), Elsevier.

61. Tavasszy, L.A.(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, Washington DC., pp.25~27.

62. Tavasszy, L.A.(2008), An Overview of International Experiences, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., pp.47~55.

63. The Bank of Korea(2009), Regional Inter Industry Analysis.

64. The Korea international Trade Association (2010), Foreign trade statistics.

65. The Korea Transportation Institute(1998,b), Basic Plan to Build National Railway for 21 Century.

66. The Korea Transportation Institute(2006), National Transportation Database in 2005: the Weighting and Expansion of Sample O-D Freight Data on the National Area.

67. The Korea Transportation Institute(2008), National Transportation Demand Survey and Database Establishment in 2007: Additional research challenges the court for investigation and action plan.

68. The Korea Transportation Institute(2008), National Transportation Demand Survey and Database Establishment in 2007: Freight O/D Complementary Survey on the National Area.

69. The Korea Transportation Institute(2009), National Transportation Demand Survey and Database Establishment in 2008: Distribution Channels and Logistics Warehouse Survey on Major Commodity.

70. The Korea Transportation Institute(2010), National Transportation Demand Survey and Database Establishment in 2009: Distribution Channels on major Commodity.

71. The Korea Transportation Institute(2011), National Transportation Demand Survey and Database Establishment in 2010: Freight O/D Preliminary Survey on the National Area.

72. TNO Inro(2005), TRANS-TOOLS(TOOLS for Transport forecasting And Scenario testing) Deliverable 1: Report WP 1, Delft, Netherlands.

73. TNO Inro(2006), Report on model specification and calibration results, Trans-Tools, Report WP3, Delft, Netherlands.

74. Transportation Division(2009), Annual Motor Carriers of Freight Survey 2008.

75. Transportation Research Board(2006), Transportation Research Circular Commodity Flow Survey Conference.

76. Transportation Research Knowledge Centre (Trans-tools), http://www.transport-research.info/web/projects/project_details.cfm?id=11088

77. Tsamboulas, D., Kapros, S.(2000), Decision Making Process in Intermodal Transportation, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., pp.7~55.

78. Vasiliasuskas, A. V.(2003), Modelling of National Multimodal Transport Network, Transport and Telecommunication, Vol.4, No.4, pp.38~43.

79. Yamada, T., Imai, K., Nakamura, T., Taniguchi, E.(2011), A Supply Chain-Transport Super Network Equilibrium Model with The Behaviour of Freight Carriers, Transportation Research Part E, Article in Press.

☞ 주 작성자 : 신승진
 ☞ 교신저자 : 박동주
 ☞ 논문투고일 : 2011. 11. 19
 ☞ 논문심사일 : 2011. 12. 15 (1차)
 2012. 1. 4 (2차)
 ☞ 심사판정일 : 2012. 1. 4
 ☞ 반론접수기한 : 2012. 6. 30
 ☞ 3인 익명 심사필
 ☞ 1인 abstract 교정필