물류조사자료를 이용한 유출입 특성에 대한 가설과 검정

최 창 호*・김 창 현**

Tests of Hypotheses on Logistics Activities Using Commodity Flow Survey Data

Chang-Ho Choi*・Chang-Hyun Kim**

요약 : 지난 수년 간 발간된 물류관련 조사 보고서로부터 물류활동에 대한 몇 가지 가설을 설정할 수 있다. 본 연구는 이와 같은 가설이 맞는지를 조사자료를 이용하여 검정하였다. 검정의 대상은 유출입 특성과 관련된 9가지이다. 검정과정에서 절반 정도의 가설이 통계적인 유의성을 얻지 못하였거나 설득력이 떨어지는 결과를 보였다. 주요 결과는 다음과 같다. 도시지역과 기타지역 등 지역의 구분에 따라 유출입량에 차이가 있으며, 대부분 산업 간의 유출입량은 서로 다르다는 결과를 얻었다. 전체 물동량의 총유입량과 총유출량은 같으나 산업별 검정에서는 창고업이 다르게 나타났다. 그리고 유출입량은 계절별로 변동이 있으며, 유출입량과 사업체의 규모는 관련성이 낮은 것으로 평가되었다. 유출입량과 출하건수는 상호 관련이 있음이 증명되었고, 유출량과 화물가격은 반비례관계에 있으나 관련성이 낮다고 평가되었다. 출하화물가격과 매출액의 자가용차량 보유비율과의 관계 역시 통계적 유의성이 낮았다. 그리고 대도시지역의 화물자동차 유출입시간이 교통혼잡에 영향을 받는다는 것은 전체적인 행태에서 설득력이 떨어졌다. 이상의 결과로부터 가설과 실제 상황 사이에 일정 수준 차이가 있는 것으로 평가되었다. 본 연구는 1년간의 조사 자료로 분석한 결과로 향후 주기적인 물류조사를 통하여 본 연구에서 검정한 가설에 대한 추가 검정이 지속되어야 할 것이다.

주제어 : 가설의 검정, 유출입 특성, 물류조사자료, 통계검정

ABSTRACT : Through reports related with logistics published in recent years, we could set up hypotheses on logistics activities. In this study, nine hypotheses were tested using real data which was a commodity flow survey on manufacturing companies. According to the results of the tests, it was confirmed that about one half of hypotheses couldn't get statistical significance or reasoning power. The main results are as follows: The difference was found between input volume and output volume according to the regional classification, industrial classification, and manufacturing industry classification. The relation between input-output volume and output vehicle number was strong, but output volume had weak inverse-relation with commodity price. Also, the holding rate of own vehicle according to the commodity price or the sales size had low statistical meaning. Finally, the common sense that the forwarding time of commodities in metropolitan areas depends on traffic condition had low persuasive power in this study. From these results, we could understand the gap between hypotheses and real logistics activities. In this

* 전남대학교 교통물류학부 조교수(Assistant Professor, Division of Transportation & Logistics, Chonnam National University), 논문주작성자임.
** 전남대학교 교통물류학부 조교수(Assistant Professor, Division of Transportation & Logistics, Chonnam National University), 교신저자임.

study, only one year of survey data was used. Therefore, if we want to get stronger evidence about socially accepted ideas or hypotheses, we should collect more data on logistics activities.

Key Words : test of hypothesis, input-output characteristics, commodity flow survey data, statistical test

Ⅰ. 서론

우리나라에서 물류조사(commodity flow survey)를 전국단위로 시행하기 시작한 것은 1996년 교통개발연구원의 제1차 전국물류현황조사이다. 이후 5년 단위의 물류현황조사가 법제화되어 2001년에 제2차 조사가 전국교통D/B구축사업의 일환으로 시행되었고, 현재 제3차 조사도 전국교통D/B구축사업에 포함되어 진행 중이다. 그리고 두 번의 전국단위 물류조사 이외에 교통개발연구원(1986, 1990, 1994, 1998)에서 지역적 또는 국지적으로 수행된 물류 관련 조사가 있다.

지금까지 시행된 조사는 장래 물동량을 추정하는 목적이 중심이 되며, 기업체의 물류활동 애로를 조사하거나 화물자동차 통행실태를 파악하는 것도 부수적으로 이루어졌다. 장래 물동량 추정을 위해서는 현재의 유입과 유출(이하 '유출입'으로 표기) 물동량을 조사하게 되며, 이 과정에서 사업체별 유출입 특성이 조사된바 있다.

물류조사의 결과는 대부분 보고서의 형태로 출간되었다. 학술논문에 활용되기도 하였으나 소수에 그쳤다. 학술논문 역시 조사자료를 근거로 할 수 있는 장래 물동량 예측 기법이나 화물자동차 통행실태의 분석 등에 국한되었다.

본 연구는 국내·외에서 발간된 물류관련 보고서[1]를 참조하여 다음과 같은 9가지 가설을 설정하였다.

a. 대도시권과 기타지역, 수도권과 지방 등 지역의 구분에 따라 유출입량이 서로 다르다.
b. 제조업, 도매업과 소매업(이하 '도소매업'으로 표기) 등 산업간에 유출입량의 규모에 차이가 있다.
c. 전체물동량의 총유입량과 총유출량 및 산업별로도 총유입량과 총유출량이 같다.
d. 유출입량에 계절별 변동이 있다.
e. 유출입량은 사업체의 규모와 관련이 높다.
f. 유출입량과 유출건수는 관련이 높다.
g. 유출입하는 화물의 가격이 비쌀수록, 매출액이 클수록 사업체의 자가용차량 보유비율이 높다.
h. 유출량과 유출되는 화물의 가격은 반비례한다. 즉, 화물의 가격이 비쌀수록 유출입량이 작고 반대의 경우도 성립한다.
i. 대도시지역의 화물자동차 유출입시간은 첨두교통시간대(peak hours)에 영향을 받는다.

1) 미국의 Commodity Flow Survey(CFS), 일본의 전국화물순유동조사, 우리나라의 전국 교통D/B 구축사업 등으로서 참고문헌에 수록함.

본 연구의 목적은 이상의 가설들이 실제 합당하게 입증되는지를 검정하고자 한다. 가설들의 일부는 사회적으로 일반화되어 인식되는 통념의 단계에 이른 것도 있다. 이와 같은 통념이 검정과정 없이 사용되면 관련 연구에 활용되거나 정책적인 결정과정에서 오류를 유발할 가능성이 있다.

본 연구의 일부는 사회적인 통념을 재확인하는 결과를 도출할 수도 있으나, 지금까지 선행 연구가 미진한 상황에서 현상을 재확인하고 평가하는 연구로서의 의미를 갖는다.

검정자료는 2001년도에 교통개발연구원에서 시행한 전국교통D/B구축사업의 조사자료이다. 검정방법은 조사자료의 통계적 분석을 중심으로 하고 일부는 도표분석을 이용하였다.

Ⅱ. 물류조사 사례 및 가설의 설정

1. 선행 물류조사 사례

물류의 실태를 파악하기 위한 조사는 우리나라는 물론 외국의 주요 국가에서 시행되고 있다. 미국의 경우 1963년부터 5년마다 물류조사인 'Commodity Flow Survey(이하 CFS로 표기)'를 시행하고 그 결과를 국가단위(nation wide), 주단위(state wide), 대도시권(metropolitan area)의 보고서로 출간한다. 조사의 핵심은 유출되는 화물의 특성(종류, 크기, 가격), 화물의 출발과 도착지점, 운송수단 이용특성 및 분담율 등이다. 보고서에 담는 주요 내용은 도로, 철도, 해운, 항공 등 운송수단별 분담율과 경로에 대한 부하량(flow volume)을 분석한 내용이다. 주단위 보고서에는 물동량 예측모형이 포함되는데 주별 토지이용 여건에 따라 다른 결과가 도출되고 있다.

일본 역시 1970년부터 5년마다 '전국화물순유동조사(全國貨物純流動調査, 이하 순유동조사로 표기)'를 시행하는데 미국의 사례를 따랐기 때문에 차이가 크지 않다. 다만 '3일간유동조사(3日間流動調査, 이하 3일간조사로 표기)'를 통하여 사업체별 유출입 특성을 구체적으로 파악하고 화물자동차 통행실태를 자세하게 분석하는 것이 미국과의 차이다.

영국은 유럽에서 가장 활발하게 물류조사를 시행하며 'Transport Activity Survey', 'Heavy Goods Vehicle Survey' 등이 대표적이다. 유럽의 경우 국가별로 차이가 있으나 유사한 형태의 조사를 시행한다. 호주도 1994년부터 'Freight Movement Survey'를 시행하고 있다.

우리나라는 1996년에 제1차 전국물류현황조사를 시행하기 위해 미국과 일본의 사례를 조사하여 우리나라의 실정에 맞도록 보완하였다. 따라서 조사의 틀과 보고서의 내용이 두 나라의 사례와 유사하다. 우리나라의 경우 외국의 조사에 비하여 조사분야가 넓고 조사항목이 많은 것이 특징이다. 물류에 대한 중요성이 부각되고 그에 비하여 조사시기가 늦은 것이 보다 많은 조사를 통하여 여건을 파악하고자 한 이유로 사료된다.

TRB(2006)에서 Lambert는 미국의 CFS를 코끼리 그림을 그리는 것으로 표현하였다. 광대한 화물의 흐름을 소수의 조사자료로 얼마만큼 정확하게 파악할 수 있느냐에 대한 회의론이다. 현재 미국에서는 2007년도 CFS를 보

완하기 위하여 TRB(2003), TRB(2006) 등 관련 연구가 진행되고 있다. 보완방향은 트럭통행에 대한 조사항목을 추가하여 계절적 변동(seasonal patterns)을 알아내고 화물의 발생을 보다 구체적으로 파악하는 항목을 추가하는 것이 중심이다.

현재 물류와 관련된 조사보고서는 외국의 경우 앞서 정리한 것들이며, 우리나라는 교통개발연구원(1997, 1998, 2002)이 대표적이다. 이밖에 교통개발연구원(1986, 1990, 1994)은 대규모 조사가 시행되기 이전의 조사로 연구목적에 따라 부분적인 조사가 시행되었다.

2. 물류조사 사례를 통한 가설의 설정

국내·외 물류조사 보고서를 분석하면 지역별 토지이용에 따라 물동량의 유발 정도가 다르며, 국가별 공간구조에 따라 운송수단의 분담율과 운송형태가 다르게 나타난다. 특히 도시지역과 비도시지역에 차이가 있다. 이와 관련되어 미국의 경우는 CFS를 지역별로 시행하고 결과를 대도시권, 주단위, 국가단위 등으로 구분하여 발간한다. 우리나라도 교통개발연구원(2002)에서는 대도시권과 지역별로 구분하여 조사하고 분리된 보고서로 발간하였다. 그렇다면 과연 토지이용의 특성에 따라 화물의 발생량이 다른지, 다르다면 어느 정도 차이가 있는지 규명할 필요가 있다. 이를 위해 '가설 a. 지역의 구분에 따라 유출입량이 서로 다르다.'를 설정하였다.

다음으로 CFS와 교통개발연구원(2002)에서 조사업체를 산업별로 구분하는데, 이는 산업별로 화물의 발생량이 다르다는 전제를 내포하고 있다. 또한 조사업체의 표본추출 과정과 전수화 과정에서 각 산업별로 집계되는 통계자료를 활용하는데 이 또한 산업별 특성이 다르다는 전제에 기초하고 있다. 이를 검정하기 위해 '가설 b. 산업간에 유출입량의 규모에 차이가 있다'를 설정하였다. 같은 맥락에서 산업별로 표본조사된 유출입 물동량을 전수화하고 이를 기·종점표(O/D table)로 작성하는데, 이는 산업별로 총유입량과 총유출량이 같다는 전제에 기초하며, 산업별로 유출입량이 평형을 이루면 전체 물동량도 평형을 이루에 된다. 이를 검정하기 위해 '가설 c. 전체물동량 및 산업별로도 총유입량과 총유출량이 같다'를 설정하였다.

CFS에서 계절별 변동을 추가를 검토하는 것은 화물의 유발량이 계절의 영향을 받는다고 볼 수 있다. 실제 건설교통부(2005)의 자료를 보면 고속도로와 국도에서 계절별로 화물자동차의 통행량의 구성비가 다르다. 봄철과 가을철의 통행비중이 높다. 이를 검정하기 위해 '가설 d. 유출입량에 계절별 변동이 있다'를 설정하였다. FHWA(1996)와 CDOT(2004)에서 화물발생모형의 설명변수로 분석존(zone)별 또는 토지이용의 형태에 따라 고용자수와 가구원수를 이용하고 있다. 이에 비하여 우리나라는(교통개발연구원(1997, 1998, 2002)) 대상지역의 인구, 고용자수, 가구원수 이외에도 사업체의 특성자료인 매출액, 종업원수, 부지면적, 연상면적 등을 혼용하고 있다. 이는 사업체의 특성자료도 화물발생량 예측에 사용이 가능하다는 전제이므로 사업체의 자료도 화물

의 발생량과 관련이 높은지를 검정할 필요가 있다. 이를 위해 '가설 e. 유출입량은 사업체의 규모와 관련이 높다'를 설정하였다.

일본은 순유동조사, 3일간조사를 포함하여 사업체의 유출입 실태를 상세하게 파악하고 있으며, 우리나라도 이를 도입하여 시행하고 있다. 3일간조사의 핵심은 유출입량과 유출입 건수이다. 또한 3일간조사 자료는 전수화를 위한 중요한 기준이 된다. 유출입량과 유출입건수를 기준으로 전수화를 하는 것은 두 자료가 관련이 있다는 전제를 내포한다. 따라서 이를 검정하기 위해 '가설 f. 사업체의 유출입량과 유출건수는 관련이 높다'를 설정하였다.

교통개발연구원(2002)의 조사에서 2001년 기준으로 우리나라의 전체 화물자동차 등록대수 중에서 자가용차량이 차지하는 비율이 85.6%이다. 조사결과를 요약하면 화주가 자가용 보유를 선호하는 이유는 필요할 때 사용할 수 있고 자신의 운송환경에 최적의 조건을 맞출 수 있기 때문이다. 일반적으로 화물이 비쌀수록, 화물을 보다 안전하게 그리고 고객의 요구에 맞춰 적기에 운송해야 할 필요성 때문에 자가용차량을 보유한다고 인식한다. 이를 검정하기 위해 'g. 유출입하는 화물가격이 비쌀수록, 매출액이 클수록 사업체의 자가용차량 보유비율이 높다'는 가설을 설정하였고, 유출되는 화물가격과 유출량과의 관계를 입증하기 위해 'h. 유출량과 유출되는 화물의 가격은 반비례한다'는 가설을 설정하였다.

서울을 비롯한 대도시에서는 교통혼잡을 해소하기 위한 방안으로 화물자동차의 도심 진입을 억제하거나 첨두시의 통행을 제한하고 있다. 또한 주거지 소음문제가 발생하지 않는 간선도로를 중심으로 화물자동차의 야간 통행을 권장하기도 한다. 물류관리 측면에서도 교통혼잡은 물류비를 증가시키므로 교통혼잡 완화에 관심이 높다. 그렇다면 실제 교통혼잡을 고려하여 화물이 운송되는지를 규명할 필요가 있다. 이를 위해 'i. 대도시지역의 화물자동차 유출입시간은 첨두교통시간대에 영향을 받는다'는 가설을 마지막으로 설정하였다.

3. 연구자료

연구의 가설을 검증하기 위해 사용한 자료는 교통개발연구원(2002)의 조사자료이다. 본 자료는 전국의 10,381개 사업체의 물류현황이 조사되었다. 지역의 구분은 권역(수도권, 강원권, 경기권, 충청권, 전라권, 경북권, 경남권, 제주권) 및 16개 광역시·도(서울, 부산, 대구, 인천, 대전, 광주, 울산, 강원, 경기, 충남, 충북, 전남, 전북, 경남, 경북, 제주)로 세분하였다. 산업은 광업, 제조업, 도소매업, 창고업으로 구분하였다. 화물의 유출입량은 연간 유출입량 및 월별 유출입량, 그리고 유출입건수가 조사되었고, 유출입 되는 화물의 가격도 포함되었다. 이밖에 유출입시간, 이용하는 운송수단 등이 조사되었다. 사업체는 종업원수와 매출액, 부지면적, 연상면적 등 사업체의 규모를 알 수 있도록 정리하였고, 생산하는 주요 화물품목까지 상세하게 기록되었다. 조사자료는 본 연구에서 규명할 사항을 모두 다룰 수 있는 내용으로 구성되었다.

조사과정에서 산업별로 모집단을 대표할 수

있도록 충분한 자료수를 확보하였고 사업체 규모에 따른 분포를 고려하였기 때문에 조사 자료의 신뢰성은 높다고 평가된다. 본 연구는 조사자료 중에서 필요한 조사항목에 응답을 하지 않았거나 응답이 불명확한 자료를 제외하였고, 이에 따라 연구에 사용된 자료는 8,218개이다.

Ⅲ. 유출입 특성에 대한 가설의 검정과 해석

1. 가설 a. 지역의 구분에 따라 유출입량이 서로 다르다.

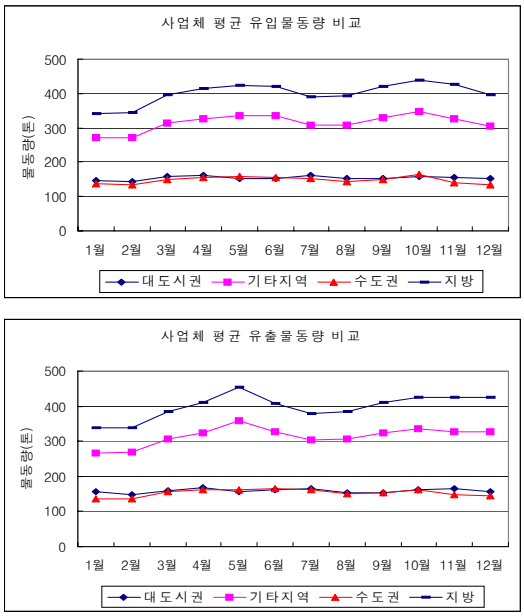
서울, 부산, 대구, 인천, 대전, 광주, 울산 등 대도시권과 기타 지역 사이에, 그리고 서울, 인천, 경기 등 수도권과 지방 사이의 사업체별 평균 유출입량 비교에서 <표 1>과 같이 뚜렷한 차이를 보였다. 대도시권과 기타지역 사이의 비교에서는 기타지역의 물동량이 2배 정도 많게 나타났다. 연평균 물동량과 월평균 물동량 모두에서 같은 결과이다. 그리고 수도권과 지방 사이의 비교에서도 지방권이 약 40% 정도 유출입을 많이 하는 것으로 나타났다.

집단간의 동질성에 대한 통계적 검정에서도 귀무가설(Ho)이 모두 기각되어 집단간에 차이가 있음이 밝혀졌다. 이로써 대도시권과 기타지역, 수도권과 지방 등 지역의 구분에 따라 유출입량이 다르다는 것이 입증되었다. CFS와 순유동조사의 결과와 일치하는 부분으로 토지이용의 차이에 따른 결과로 해석된다.

수도권은 경기도를 포함한다. 그렇지만 경기도는 기존도시의 확산과 신도시 개발 등으로 도시지역과 비도시 지역이 공존하여 물동량에 어떠한 영향을 미치는지 추가분석이 필요하다. 이를 위해 대도시권, 기타지역, 수도권, 지방 등 4개 지역의 월별 유출입량을 도표로 비교하였다. <그림 1>에서 대도시권과 수도권은 유출입량이 매우 유사한 형태를 보이는 반면에 기타지역과 비수도권은 차이를 보였다. 경기도만을 대상으로 사업체별 평균 유출입량을 산출하면 유입 150톤, 유출 156톤으로 <표 1>의 대도시권에 근접한 크기를 보인다. 따라서 <그림 1>에 나타난 차이만큼 경기도가 기타지역의 유출입량을 증가시킨다는 결론을 얻을 수 있다.

<표 1> 대도시권 대 기타지역 사이 및 수도권 대 지방 사이의 유출입량 차이 검정

구 분			대도시권 (A)	기타지역 (B)	비율 (A/B)	수도권 (C)	지방 (D)	비율 (C/D)
자 료 수			1,820	6,398	-	3,956	4,262	-
연평균물동량		유입량(톤)	1,846.34	3,775.00	0.49	1,775.52	4,807.08	0.37
		유출량(톤)	1,900.59	3,750.60	0.51	1,832.18	4,740.94	0.39
월평균물동량		유입량(톤)	153.86	314.58	0.49	147.96	400.59	0.37
		유출량(톤)	158.38	312.55	0.51	152.68	395.07	0.39
통계 검정	월평균유입	t-통계량	-26.31		-	-35.57		-
		P-값	0.00		-	0.00		-
	월평균유출	t-통계량	-22.41		-	-28.24		-
		P-값	0.00		-	0.00		-



<그림 1> 지역 구분에 따른 사업체의 평균 유입 및 유출 물동량의 월별 분포 비교

경기도는 수도권 개발제한과 관련된 규제와 도시화의 영향으로 대규모 생산시설의 입지가 어렵고 기존 시설의 이전이 진행되고 있다. 이와 같은 영향이 경기도의 유출입량을 대도시권과 유사하게 나타나는 원인으로 분석된다. 따라서 물동량 추정시 지역구분에서 수도권과 지방의 분할기준은 적합하다고 평가되며, 대도시권과 기타지역의 분할에서는 경기도를 대도시권에 포함시키는 것을 검토할 필요가 있다.

2. 가설 b. 산업간에 유출입량의 규모에 차이가 있다.

광업, 제조업, 도소매업, 창고업 등 산업별로 유출입량에 차이가 있는지 통계적 검정절차를 거쳤다. <표 2>와 같이 대부분 95% 유의수준에서 귀무가설이 기각되어 산업간에 유출입량이 서로 다르다는 것이 입증되었다. 다만, 제조업과 창고업은 유출량의 경우 95% 유의수준에서 귀무가설이 채택되어 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 창고업의 주요 역할이 시장의 수요와 공급을 조절하는 기능으로, 제조업에서 생산된 제품이 도소매업으로 유통되기까지의

<표 2> 산업간 유출입량 차이 검정

구 분				광업	제조업	도소매업	창고업
자 료 수				219	5,135	2,394	470
연평균물동량		유입량(톤)		9,904.54	3,294.42	2,793.10	3,692.32
		유출량(톤)		10,830.93	3,288.32	2,748.74	3,427.59
월평균물동량		유입량(톤)		825.38	274.53	232.76	307.69
		유출량(톤)		902.58	274.03	229.06	285.63
통계검정	월평균유입	t-통계량 \ P-값	광업	-	17.86	16.59	14.92
			제조업	0.00	-	7.55	-6.55
			도소매업	0.00	0.00	-	-42.32
			창고업	0.00	0.00	0.00	-
	월평균유출	t-통계량 \ P-값	광업	-	11.20	11.15	10.87
			제조업	0.00	-	6.58	-1.81
			도소매업	0.00	0.00	-	-27.60
			창고업	0.00	0.04	0.00	-

조절기능을 수행하므로 시장의 수요에 따라 제품을 생산하여 유출하는 제조업의 영향을 받기 때문으로 해석된다.

3. 가설 c. 전체 물동량 및 산업별로도 총유입량과 총유출량이 같다.

<표 3>에서 전체 산업은 유입량과 유출량이 같다는 귀무가설이 채택되었다. 그렇지만 이를 개별 산업으로 분석하면 광업과 제조업, 도소매업은 95% 유의수준에서 귀무가설이 채택되어 총유입량과 총유출량이 같다고 판단할 수 있으나, 창고업은 귀무가설이 기각되어 총유입량과 총유출량이 같다고 판단할 수 없다. 이로써 그동안 시행된 물류관련 조사에서 표본조사된 사업체 단위의 유출입 물동량을 전수화하고 기종점표(O/D table)를 만든 절차는 광업과 제조업, 도소매업의 경우는 적합하겠으나, 창고업의 경우는 별도의 보완방안이 강구되어야 할 것으로 평가된다.

창고업의 유입량과 유출량에 차이가 있는 것은 창고업이 수요와 공급의 변동을 조절하는 재고관리가 주요 목적이므로 유입과 유출이 다르게 나타날 가능성이 높기 때문으로 해석된다.

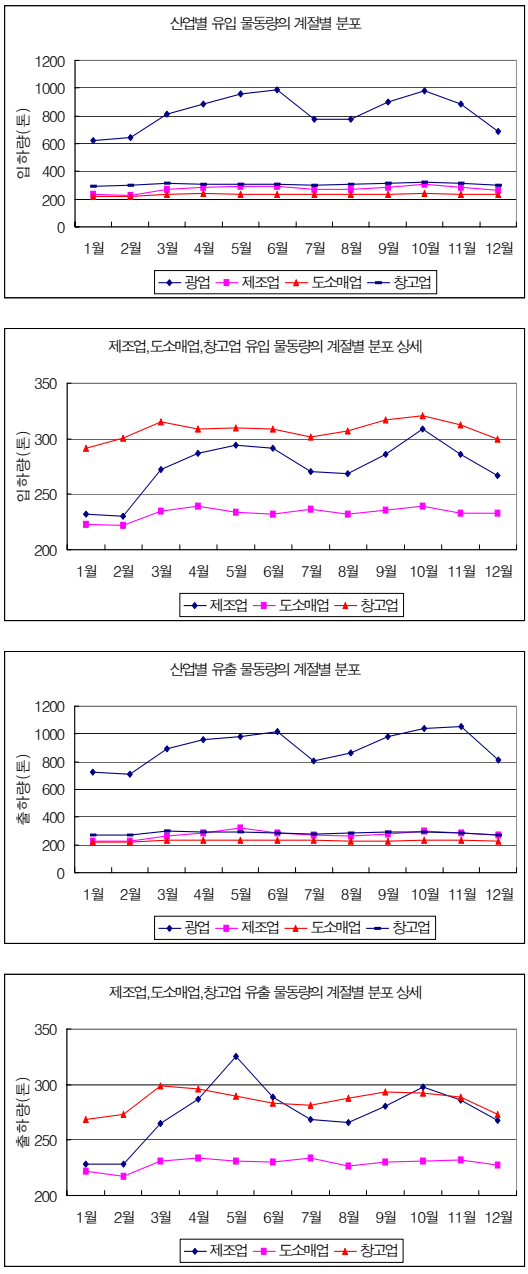
4. 가설 d. 유출입량에 계절별 변동이 있다.

<그림 2>는 산업별 유출입 물동량의 계절별 분포를 보였다. 제조업, 도소매업, 창고업은 옆에 확대하여 표시하였다. 그림에 나타나듯이 계절별로 변동이 있다. 변동의 폭은 산업별로 차이가 있으며, 광업, 제조업, 창고업, 도소매업의 순서로 변동폭이 감소하였다. 특이한 점은 광업과 제조업은 계절별 변동 모양이 비슷하며, 도소매업과 창고업 역시 비슷하다는 점이다. 이는 광업과 제조업은 생산주기를 타기 때문에 계절별 영향(동절기, 휴가철 등)을 많이 받으며, 도소매업과 창고업은 소비자의 수요에 대응할 수 있기 때문에 상대적으로 계절별 영향을 적게 받는다고 해석된다.

다음은 계절별 변동의 편차를 <그림 3>에 평균 물동량 대비 비율로 표시하였다. 유입물동량과 유출물동량 모두 4, 5, 6월 및 9, 10, 11월에 +비율을, 1, 2, 3월 및 7, 8, 12월에 -비율을 보였다. 전체 조사 자료와 제조업체 조사자료 모두 동일한 양상이다. <그림 3>으로부터 향후 물동량 조사에서 변동의 폭과 +, -의 영향을 고려해야 함을 알 수 있다. 일반적으로 물류조사를 10월에 하는 경향이 있는데 10월을 기준으로 하면 과다 추정의 우려가 있다.

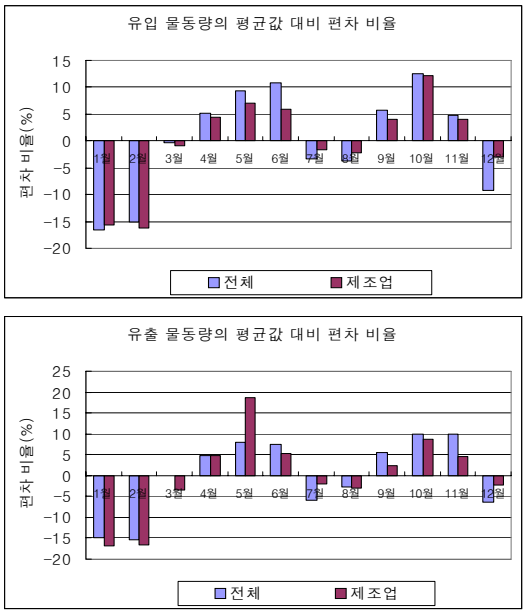
<표 3> 유입량과 유출량 차이 검정

구 분		전체 산업	광업	제조업	도소매업	창고업
자 료 수		8,218	219	5,135	2,394	470
연평균물동량	유입량(톤)	3,712.25	9,904.54	3,294.42	2,793.10	3,692.32
	유출량(톤)	3,690.62	10,830.93	3,288.32	2,748.74	3,427.59
통계검정	t-통계량	0.32	-0.87	0.31	1.03	2.41
	P-값	0.372	0.192	0.378	0.133	0.007



<그림 2> 산업별 유출입 물동량의 계절별 변동

다만, 제조업은 표준산업분류에 23개 품목으로 분류될 정도로 다양하므로 품목에 따라 본 연구의 검정결과와 차이를 보일 수 있다. 품목별로 상세한 조사 및 추가 분석이 필요하다.



<그림 3> 유입물동량과 유출물동량의 평균값 대비 계절별 편차 비율

5. 가설 e. 유출입량은 사업체의 규모와 관련이 높다.

유출입량과 사업체 규모와의 관계를 가장 잘 알 수 있는 방법이 사업체의 유출입량을 종속변수로 하고 사업체의 규모를 나타내는 매출액, 종업원수, 부지면적, 연상면적, 차량대수 등을 독립변수로 하여 회귀모형을 추정하고 통계적 설명력(결정계수 R^2)을 검정하면 된다. 단순상관분석(상관계수 R)을 이용하는 방법도 있으나 상관관계와 변동을 모두 알 수 있는 회귀분석이 보다 적합하다.

<표 4>에서 조사자료를 그대로 적용하였을 경우 모든 경우에서 통계적 유의성이 없다. 이는 유출입량과 사업체의 규모 사이에 관련이 매우 낮음을 의미한다. 자료의 분산을 최소화 시키는

가장 적합한 변형 방법으로 평가된 로그형($\ln x$, $\ln y$) 변환을 이용하여도 통계적으로 신뢰할 만한 결론을 얻기 어렵다. 따라서 사업체에서 유발하는 유출입량과 사업체의 규모 사이에는 관련성이 낮다고 결론지을 수 있다. 부연 설명하면, 사업체에서 유발하는 물동량은 사업체의 규모가 아니라 사업체에서 생산하는 화물의 특성(부피, 중량 등)과 관련이 높다는 것이다.

<표 4> 사업체 규모 자료를 이용한 물동량 추계 회귀모형 추정 결과

구 분			전체 산업		제조업	
결정계수			R^2	$\overline{R^2}$	R^2	$\overline{R^2}$
원자료	다중회귀	전체 변수	0.05	0.05	0.26	0.26
	단순회귀	매출액	0.01	0.01	0.05	0.05
		종업원수	0.00	0.00	0.02	0.02
		부지면적	0.03	0.03	0.10	0.10
		연상면적	0.02	0.02	0.06	0.06
		차량대수	0.03	0.03	0.21	0.21
자료변형 ($\ln x$, $\ln y$)	다중회귀	전체 변수	0.43	0.43	0.42	0.42
	단순회귀	매출액	0.24	0.24	0.25	0.25
		종업원수	0.12	0.12	0.16	0.16
		부지면적	0.32	0.31	0.33	0.33
		연상면적	0.28	0.28	0.31	0.31
		차량대수	0.20	0.20	0.20	0.20

이를 상세히 설명하기 위해 제조업의 매출액과 연평균 화물의 유출입량을 <표 5>에 정리하였다. 목재 및 나무제품이나 비금속광물제품은 매출액의 규모가 작으나 유출입량은 다른 품목에 비하여 많다. 반대로 기타 전기기계 및 전기변환장치(31), 전자부품, 영상, 음향, 통신장비(32), 의료, 정밀, 광학기기 및 시계(33) 등은 매출액의 규모는 크고 유출입량은 적다. 이로부터 물동량 예측을 위한 조사에서 사업체의 매출액을 기준으로 표본을 추출하거나 전수화 하는 것은 보완방안을 강구할 필요가 있다. 산업별로 구분하거나 특히 제조업은 우선 화물의 품목별로 구분한 다음에 사업체의 규모를 고려하는 절차가 오차를 줄이는 방안이 될 수 있다.

<표 5> 제조업 화물품목별 연평균매출액과 유출입량의 평균값 비교

품목구분 (표준산업분류번호)	자료수	연평균 매출액 (억원)	연평균물동량	
			유입량 (톤)	유출량 (톤)
음식료품(15)	323	4,303	5,911.01	5,940.77
섬유제품(17)	348	2,889	1,133.37	1,094.38
봉제의복 및 모피제품(18)	199	2,255	250.90	257.76
가죽, 가방 및 신발(19)	62	3,589	911.49	801.76
목재 및 나무제품(20)	92	1,349	3,946.88	3,477.66
펄프, 종이 및 종이제품(21)	126	3,871	7,906.82	7,705.31
출판, 인쇄 및 기록매체복제업(22)	141	1,970	585.13	595.10
화합물 및 화학제품(24)	278	4,112	3,450.64	3,476.53
고무 및 프라스틱제품(25)	408	3,072	1,107.63	1,110.14
비금속 광물제품(26)	201	2,659	24,671.33	24,181.89
제1차 금속산업(27)	417	2,766	3,111.92	3,021.20
조립금속제품 (기계 및 가구 제외)(28)	830	2,169	1,004.85	981.87
기타기계 및 장비(29)	462	2,504	788.07	788.86
사무, 계산 및 회계용기계(30)	44	3,961	1,275.53	1,373.66
기타 전기기계 및 전기변환장치(31)	252	3,024	625.76	611.35
전자부품, 영상, 음향, 통신장비(32)	315	4,120	683.27	648.87
의료, 정밀, 광학기기 및 시계(33)	88	3,458	151.07	151.41
자동차 및 트레일러(34)	210	3,764	1,823.97	1,750.52
기타 운송장비(35)	47	4,277	2,491.18	2,403.74
가구 및 기타(36)	156	1,546	538.71	503.32
재생용 가공원료(37)	59	1,833	7,339.10	6,900.61

주 : 담배제품(16)과 코크스, 석유정제품 및 핵연료제조업(23)은 단일 품목 및 자료 부족으로 제외

6. 가설 f. 유출입량과 유출건수는 관련이 높다.

유출입량과 유출건수와의 관련은 상관분석을 통해 검정할 수 있다. <표 6>은 1년간의 자료와 1개월의 자료를 상관분석한 결과이다. 1년 유출입량 자료는 유입량과 유입건수, 유출량과 유출건수 모두 95% 유의수준에서 상관이 있는 것으로 나타났다. 관심을 끄는 것은 유입량과 유출량 및 유입량과 유출건수가 99% 유의수준에서 상관이 있는 것이다. 이는 유입량이 늘어나면 유출량과 유출건수 역시 증가한다는 의미이다.

<표 6> 유출입량과 유출입건수의 상관관계

구 분		유입량	유입건수	유출량	유출건수
1년 유출입량	유입량	-	*	**	**
	유입건수	0.20	-		*
	유출량	0.54	0.10	-	*
	유출건수	0.41	0.17	0.23	-
1개월 유출입량	유입량	-	*	**	**
	유입건수	0.22	-		*
	유출량	0.46	0.09	-	*
	유출건수	0.41	0.17	0.19	-

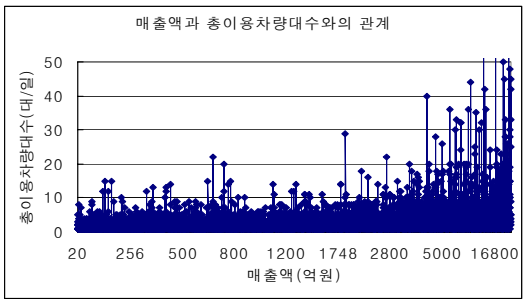
주 : **는 99% 유의수준, *는 95% 유의수준을 나타냄.

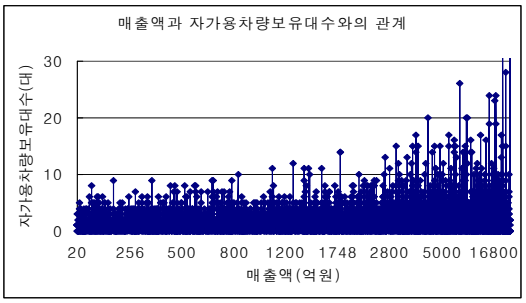
<표 6>으로부터 유출입량과 유출건수는 상호 관련이 있음이 증명된다. 다만 유입량과 유입건수, 유출량과 유출건수의 상관관계가 예상보다 높지 않은 것은 물동량이 많을수록 용량이 큰 운송수단을 사용하기 때문으로 유추된다.

7. 가설 g. 유출하는 화물의 가격이 비쌀수록, 매출액이 클수록 자가용차량 보유비율이 높다.

가설을 규명하기 위해 우선 차량의 이용에 따른 업체의 평균 유출화물가격을 비교하였다. 자가용차량을 이용하는 업체(2,928업체)는 1,081만원/톤, 영업용차량을 이용하는 업체(4,887업체)는 946만원/톤, 그리고 두 수단을 모두 이용하는 업체(249업체)는 1,650만원/톤이며 나머지 업체는 답변을 하지 않았다. 두 수단을 모두 이용하는 업체의 수가 작아 특성을 찾기 어렵지만 두 수단만을 이용하는 업체로 한정할 경우 자가용 차량만을 이용하는 업체의 평균 화물가격이 약 15% 정도 높으며, 이에 따라 화물가격이 비쌀수록 자가용차량 보유비율이 높다고 평가된다.

다음으로 매출액과 자가용차량 보유와의 관계이다. <그림 4>에서 매출액 대비 총이용차량(자가용, 영업용) 대수 및 매출액 대비 자가용차량 보유대수의 관계는 자료의 분산이 커서 정형화된 형태를 찾기 어렵다. 두 관계를 통계적으로 검정하기 위한 상관분석 결과 매출액과 총이용차량 대수와의 상관계수(R)는 0.22로 95% 유의수준에서 관련이 있으며, 매출액과 자가용차량 보유대수와의 상관계수(R)는 0.05로 통계적인 유의성이 없는 것으로 나타났다. 따라서 <그림 4>와 상관분석 결과로부터 매출액과 자가용차량 보유비율 사이는 매우 낮은 수준의 관련이 있다고 결론지을 수 있다.





<그림 4> 매출액과 총이용차량 대수 및 매출액과 자가용차량 보유대수와의 관계

8. 가설 h. 유출량과 유출되는 화물의 가격은 반비례한다.

유출되는 화물의 가격이 비쌀수록 유출량이 작아진다는 인식이 있다. 이를 증명하기 위해 유출량과 유출되는 화물가격을 상관분석 하였다. 화물의 가격이 비쌀수록 유출량이 작아진다면 상관관계가 높고 부호가 -를 갖게 된다.

상관분석 결과 <표 7>과 같이 대부분의 부호가 -로 유출량과 화물가격이 상호 반비례한다고 할 수 있으나 상관계수의 값이 작아 통계적으로 유의할 만한 수준은 아니다. 화물가격의 분산이 크므로 가격대에 따라 분리하여 상관분석을 하였으나 결과는 유사하였다. 이로부터 유출량과 유출화물가격은 반비례한다는 가설은 채택되지 않으며, 다만 유출량과 화물가격은 반비례 관계가 있으나 상호 관련이 매우 낮다고 할 수 있다. 일부 산업별로 화물가격대에 따라 가설을 뒷받침할 만한 상관관계를 보이나, 전반적으로 유출량과 유출화물의 가격이 반비례한다고 할 수 있는 통계적 유의성을 찾을 수가 없다.

<표 7> 전체자료 및 산업별 유출량과 유출화물가격의 상관관계(상관계수 R)

구 분		전체 산업	광업	제조업	도소매업	창고업
전체자료		-0.05	-0.03	-0.04	-0.04	-0.07
화물 가격 (톤/원)	100억 미만	-0.25	-0.10	-0.25	-0.18	-0.25
	1,000억 이상 ~500억 미만	-0.10	0.08	-0.10	-0.08	-0.02
	500억 이상 ~1,000억 미만	-0.07	-0.25	-0.03	0.09	0.15
	1,000억 이상 ~5,000억 미만	-0.11	-	-0.04	-0.06	-0.04
	5,000억 이상 ~10,000억 미만	-0.10	-	0.08	0.09	-0.15
	10,000억 이상	-0.16	-	-0.05	-0.11	-

9. 가설 i. 대도시지역의 화물자동차 유출입시간은 첨두교통시간대에 영향을 받는다.

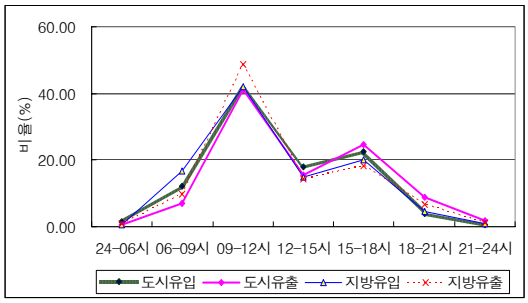
교통혼잡이 심한 서울과 부산시 등 대도시지역에 소재한 사업체와 광역시가 포함되지 않은 광역도 지역에 소재한 사업체가 선택한 화물자동차 유출입 시간을 비교하였다. <표 8>과 <그림 5>로 나타난 결과는 야간운행을 선호하지 않으며, 일반적으로 나타나는 여객교통의 통행분포와 매우 유사한 형태를 보였다. 특히 주간의 주된 업무시간인 09-12시와 15-18시에 60% 이상의 유출입이 집중되며, 이러한 현상은 대도시와 지방 모두 동일하다.

<표 8>과 <그림 5>에서 사업체는 교통혼잡보다는 작업의 용이성 측면에서 업무의 효율이 높고 고객 또는 수요자가 희망하는 시간대를 선호한다는 것이 유추되며, 따라서 대도시지역의 화물자동차 유출입시간이 교통혼잡에 영향을 받는다는 관념은 일부 사업체에게는 해당될지라도 전체적인 행태에서는 설득력이

떨어진다고 평가된다.

<표 8> 대도시와 지방의 시간대별 화물자동차 유출입 구성비

구 분	대도시 (서울, 부산)		지방 (광역시 제외 도 지역)	
	도시유입 구성비 (%)	도시유출 구성비 (%)	지방유입 구성비 (%)	지방유출 구성비 (%)
24시-06시	1.38	0.75	0.70	1.03
06시-09시	12.07	6.97	16.62	9.73
09시-12시	41.35	41.19	42.11	48.76
12시-15시	17.90	15.65	14.98	14.44
15시-18시	22.55	24.60	20.16	18.27
18시-21시	4.06	8.95	4.66	6.60
21시-24시	0.69	1.89	0.77	1.17
합계	100.00	100.00	100.00	100.00



<그림 5> 대도시와 지방의 시간대별 유출입 분포

Ⅳ. 결론 및 시사점

본 연구는 물류조사자료를 토대로 유출입 물류활동과 관련된 9가지 가설을 설정하고 그에 대한 검정을 시행하였다. 연구결과는 다음과 같다.

가. 대도시권과 기타지역 및 수도권과 지방 등 지역의 구분에 따라 유출입량에 차이가 있었다. 다만, 경기도는 도시의 특성에 가까우므로 조정이 필요하다.

나. 산업 간의 유출입량은 서로 다르다는 결과를 얻었으나, 제조업과 창고업은 유출량의 경우 95% 유의수준에서 귀무가설이 채택되어 차이가 없는 것으로 나타났다.

다. 전체 물동량의 총유입량과 총유출량은 같으나 산업별 검정에서는 창고업의 가설이 기각되어 다르게 나타났다. 창고업은 수요와 공급의 변동을 조절하는 재고관리가 주요 목적이므로 유입과 유출이 다르게 나타날 가능성이 높기 때문으로 평가된다.

라. 유출입량에 계절별 변동에 대한 분석에서는 계절별로 변동이 있는 것으로 나타났다. 변동의 폭은 산업별로 차이가 있으며, 광업, 제조업, 창고업, 도소매업의 순서로 변동폭이 감소하였다.

마. 유출입량은 사업체의 규모와 관련이 높다는 전제에 대해서는 통계적 유의성이 검정되지 않았고 관련이 낮은 것으로 평가되었다.

바. 유출입량과 유출건수에 관한 관련성 분석에서는 상호 관련이 있음이 증명되었다.

사. 유출량과 유출되는 화물의 가격은 반비례하는가에 대한 검정에서는 귀무가설이 채택되지 않았으며, 유출량과 화물가격은 반비례 관계에 있으나 상호 관련이 매우 낮다고 평가되었다.

아. 유출되는 화물의 가격과 매출액의 자가용 차량 보유비율과의 관계는 화물가격이 비쌀수록 자가용 보유 비율이 높다고 평가된 반면에 매출액과 자가용 보유대수와의 관련성은 통계적 유의성이 낮았다.

자. 대도시지역의 화물자동차 유출입시간이 교통혼잡에 영향을 받는다는 관념은 일부 사업체에게는 해당될지라도 전체적인 행태에서는 설득력이 떨어진다고 평가되었다.

이상과 같이 9가지 가설에 대한 검정결과 모두 일치하는 것이 2가지, 전혀 일치하지 않는 것이 3가지, 그리고 일부 일치하지 않는 것이 4가지로 나타났다. 따라서 절반 이상의 가설이 통계적인 유의성이 낮거나 설득력이 떨어진다고 평가되었다.

연구결과로부터 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있다. 우선 물류조사의 지역구분에 유의할 필요가 있다. 지역구분에서 수도권과 지방의 분할은 적합하다고 평가되나 대도시권과 기타 지역의 분할에서는 도시화가 진행된 경기도의 일부를 대도시권에 포함시키는 것을 검토할 필요가 있다. 서울시의 물류권역을 광역으로 조정하는 방안이다. 또한 산업별로 유출입 특성이 다르므로 물류조사에서 산업의 특성을 감안한 조사가 필요하다. 특히 조사자료의 전수화 과정에서 관련 통계자료를 이용한 세밀한 보완이 필요하다.

다음으로 계절별 변동에 대한 연구가 필요하다. 산업별로 계절에 다른 변동이 있고 특히 제조업은 계절변동의 폭이 크므로 이를 고려한 물류조사와 보정방안이 강구되어야 한다. 물류조사에서 4월이나 9월, 10월 등 특정 달을 선호하는 경향이 있는데 과다 또는 과소 추정의 우려가 있다. 그리고 연구가 미진한 분야인 창고업의 수요변동에 대한 조사와 분석이 필요하다. 그리고 사업체의 매출액을 기준으로 표본을 추출하거나 전수화하는 것에 대한 대안으로 산업별로 사업체를 구분하거나 특히 제조업은 화물의 품목을 구분한 후에 사업체의 규모를 고려하는 것이 필요하다.

이밖에, 유출입 특성에 대한 분석으로부터 우리나라의 사업체는 유출입 환경을 최적화하는 방향으로 진행됨을 유추할 수 있으며, 자가용차량도 화물의 가격에 따른 영향보다는 고객관리나 생산관리 등 물류관리의 일환으로 보유하는 것으로 해석되었다. 대도시지역의 화물자동차 통행은 교통혼잡에 따른 영향이 적으므로 향후 통행규제의 근거는 교통혼잡보다는 도시환경관리의 일환으로서 당위성을 찾을 필요가 있다.

본 연구는 2001년도 1년간의 조사 자료를 분석한 결과로 연구결과에 대한 한계를 갖고 있다. 향후 시행되는 물류조사 자료를 활용하여 본 연구에서 검정한 가설에 대한 추가 검정이 필요하다고 사료된다.

참고문헌

건설교통부. 2005.『도로교통량통계연보』.
교통개발연구원, 1986,『화물수송체계 개선에 관한 연구』.
교통개발연구원, 1990,『화물유통체계 합리화방안 연구』.
교통개발연구원, 1994,『화물자동차 운송산업의 현황과 규제완화방향』.
교통개발연구원, 1997,『제1차 전국물류현황조사 보고서』.
교통개발연구원, 1998,『서울시 물류조사 및 물류종합체계 구상 연구』.
교통개발연구원, 2002,『2001년도 전국교통D/B 구축사업 최종보고서』.
김충련, 1998,『SAS라는 통계상자』, 데이터리서치.
한국무역협회, 1993,『무역업체의 물류애로에 관한 연구』.
運輸省, 2001,『全國貨物純流動調査報告書』.

BTS, 1997, *1997 Commodity Flow Survey*, U.S. Bureau of Transportation Statistics.

BTS, 2002, *2002 Commodity Flow Survey*, U.S. Bureau of Transportation Statistics.

CDOT, 2004, *Incorporating Truck Flows into the State-wide Planning Traffic Model*, Connecticut Department of Transportation.

FHWA, 1996, *Quick Response Freight Manual*, Federal Highway Administration.

Garrido, R. A. 2001, *Insight on Freight and Commercial Vehicle Data Needs*, Working Paper, Ponticificia Catholic University.

TRB, 2003, *A Concept for a National Freight Data Program*, Special Report 276, Transportation Research Board.

TRB, 2006, *Commodity Flow Survey Conference*, Transportation Research Circular, Number EC-088, Transportation Research Board.

원 고 접 수 일 : 2006년 3월 28일
1차심사완료일 : 2006년 4월 26일
2차심사완료일 : 2006년 5월 15일
최종원고채택일 : 2006년 5월 22일