국토교통부

2013. 12

2013년「국가교통조사 및 DB구축사업」

화물통행수요추정 개선방안 연구

4

한국교통연구원
THE KOREA TRANSPORT INSTITUTE

제 출 문

국토교통부장관 귀하

본 보고서를 국가정보화사업 중 「2013년도 국가교통조사 및 DB구축사업」의 최종보고서를 제출합니다.

2013년 12월

한국교통연구원

원장 김 경 철

본 『2013년도 국가교통조사 및 DB구축사업』은 다음 연구진에 의해 수행되었습니다.

참 여 연 구 진

<한국교통연구원>	
연구책임자	◦ 김찬성 연구위원
연 구 진	◦ 황상규 선임연구위원 ◦ 박인기, 최정민 연구위원 ◦ 조종석, 박민철, 박용일, 박상준, 이석주, 황순연, 홍다희, 천승훈, 연지윤, 장동익, 한진석 부연구위원 ◦ 최애심, 신영권, 성홍모, 김동호, 김진우, 김규진, 오연선, 강국수, 정승연, 강재원, 홍성표, 이선아, 김형범, 박미란, 주진호, 김정은, 김은미, 정승연, 손강주, 최서윤, 김성민, 김관용, 정재훈, 김경현, 최병남, 박준호, 박흥주, 정창욱 연구원 ◦ 신지현, 손희진 연구조원
<한국해양수산개발원>	
연 구 진	◦ 김수엽 부연구위원 ◦ 이호춘, 이건우 전문연구원 ◦ 반영길, 김혜주 연구원

『2013년도 국가교통조사 및 DB구축사업』
보고서 구성 및 담당연구진

번 호	과 제 명	연 구 진
제 1권	요약보고서	박용일, 신영권, 최병남, 김경현, 박준호, 김규진
제 2권	전국 여객 O/D 현행화	박인기, 조종석, 천승훈, 박미란, 김동호, 강국수, 김관용, 이선아, 김성민
제 3권	여객교통수요분석 개선방안 연구	박인기, 조종석, 천승훈, 김동호, 이선아, 박미란, 김성민, 박흥주, 정창욱
제 4권	화물통행수요추정 개선방안 연구	박민철, 강재원, 김형범
제 5권	주요 화주기업의 물류활동 동향분석과 예측	홍다희, 정재훈
제 6권	물류지도 작성연구	한진석, 강재원, 김형범
제 7권	전국 연안화물O/D 조사	김수엽, 이호춘, 이건우, 반영길, 김혜주
제 8권	교통유발원단위 분석연구	황순연, 오연선
제 9권	자동차 이용실태조사	연지윤, 박상준, 김정은, 주진호
제10권	교통비용, TSI산정 및 온실가스 DB 구축	연지윤, 박상준, 주진호, 김정은
제11권	특별교통통행실태조사	성홍모, 홍성표
제12권	국가교통 네트워크 구축	최정민, 정승연, 김은미, 최애심
제13권	교통네트워크 소통 성능지표 연구	이석주, 홍다희, 김진우, 최서윤
별 책	국가교통통계	황순연, 장동익, 손강주

『2013년도 국가교통조사 및 DB구축사업』
과제별 공동참여·위탁용역 사업자

【공동사업 참여기관】

- 전국여객 O/D 현행화 공동사업(부산·울산권 부문)
  - ㈜선일이엔씨, 경성대학교산학협력단
- 전국여객 O/D 현행화 공동사업(대전광역권 부문)
  - ㈜드림이엔지
- 전국여객 O/D 현행화 공동사업(광주광역권 부문)
  - ㈜유신
- 전국여객 O/D 현행화 공동사업(수도권 부문)
  - 서울연구원, 경기개발연구원, 인천발전연구원
- 전국여객 O/D 현행화 공동사업(대구광역권 부문)
  - ㈜고려기술단

【위탁용역 사업자】

- 2013년 국가교통DB점검단 운영지원
  - (사)교통투자평가협회
- 교통시설물조사 및 교통주제도(도로, 철도)구축 사업
  - ㈜중앙항업, ㈜팀지오
- 교통주제도(대중교통) 구축
  - ㈜지노시스템, ㈜팀지오
- 2013년 물류지도 작성
  - ㈜케이엘넷
- 특별교통통행실태 조사 및 이용자 만족도 조사
  - ㈜리서치랩
- 2013년도 국가교통DB Brief 발간대행
  - ㈜피그마리온
- 자동차이용실태조사 자가용 부문
  - ㈜나이스알앤씨

【위탁용역 사업자】

- 도로통행비용함수 개선방안 연구
  - 명지대학교 산학협력단
- 통합교통수요분석방법 정립 및 모형 구축
  - 홍익대학교 산학협력단, ㈜에이디엘이엔씨
- 주요화주기업의 물류활동 및 동향분석
  - ㈜메트릭스 코퍼레이션
- 교통네트워크 성능평가 연구
  - 서울시립대학교 산학협력단
- 자가용이용실태조사를 위한 모바일 어플리케이션 개선
  - ㈜엘비씨소프트, ㈜나이스알앤씨
- 대용량 교통자료 활용시스템 구축
  - ㈜큐빅웨어
- Car Navigation 자료를 이용한 교통혼잡지도 연구
  - 서울대학교 산학협력단, ㈜큐빅웨어
- 국가교통DB 구축 전후 교통시설 타당성평가의 신뢰도 연구2
  - 서울대학교 산학협력단
- 자동차이용실태조사 전세버스 부문
  - ㈜동해엔지니어링
- 네비게이션 수치지도를 이용한 교통분석용 네트워크 구축방안 연구
  - ㈜현대엠엔소프트
- 국가교통DB 맵북 디자인/발간
  - ㈜팀지오 & ㈜피그마리온 컨소시엄
- 국가교통DB센터 홈페이지 운영 및 관리환경 개선 사업
  - ㈜유에스타21
- 국가교통DB센터 네트워크 운영환경 개선 사업
  - ㈜아이넷시스템즈
- 국가교통DB센터 네트워크 운영환경 개선 사업
  - ㈜아이넷시스템즈

【위탁용역 사업자】
• MRIO모형을 이용한 국내 화물수요추정 방안 - (사)한국지역학회 • 교통유발원단위 활용방안 연구 - 고려대학교 산학협력단 • 교통유발원단위 산출방안 연구 - (사)한국경영정보학회 외 컨소시엄 • 화물교통 및 물류시설 사업의 사후평가 화물DB 개선방안 연구 - 부경대학교 산학협력단

최종보고서 목차

제 1권 요약보고서

제 2권 전국 여객 O/D 현행화

제 3권 여객교통수요분석 개선방안 연구

제 4권 화물통행수요추정 개선방안 연구

제 5권 주요 화주기업의 물류활동 동향분석과 예측

제 6권 물류지도 작성연구

제 7권 전국 연안화물O/D 조사

제 8권 교통유발원단위 분석연구

제 9권 자동차 이용실태조사

제 10권 교통비용, TSI산정 및 온실가스 DB 구축

제 11권 특별교통통행실태조사

제 12권 국가교통 네트워크 구축

제 13권 교통네트워크 소통 성능지표 연구

목 차

요 약

제1장 과업의 개요 ····· 1

제1절 배경 및 목적 / 3

제2절 과업의 내용 및 기대효과 / 4

제2장 화물O/D 보완갱신 방법론 ····· 5

제1절 화물O/D 추정기준 / 7

제2절 기준년도 화물O/D 보완갱신 방법 / 15

제3절 장래년도 화물O/D 예측방법 / 42

제3장 화물O/D 검증 방법론 ····· 47

제1절 화물물동량 검증 방안 / 49

제2절 화물자동차 검증 방안 / 51

제4장 화물수요모형연구 ····· 55

제1절 개요 / 57

제2절 지역간산업연관표(MRIO)를 이용한 화물수요추정 / 60

제3절 도시화물 수요추정을 위한 활동기반모형 / 72

제4절 국가간 FTA 확대시 화물 물동량 예측방안 / 97

제5장 결론 및 향후 연구 ····· 109

제1절 결론 / 111

제2절 향후 연구 / 113

참 고 문 헌 ····· 115

표 목 차

<표 2- 1> 존 구분 내역 ····· 8
<표 2- 2> 산업업종구분(제9차 한국표준산업분류) ····· 10
<표 2- 3> 화물품목구분 ····· 11
<표 2- 4> 화물자동차 차종 구분 ····· 14
<표 2- 5> 광업 장래 증가율 ····· 18
<표 2- 6> 광업 업종별 종사자수 ····· 18
<표 2- 7> 2010년 기준 광공업 발생량 산출 결과 비교 ····· 19
<표 2- 8> 2011년 기준 업종별 종사자 및 1인당 월간 출하량 ····· 20
<표 2- 9> 품목별 장래 증가율 ····· 22
<표 2-10> 2010년 기준 제조업 및 도매업 발생량 산출 결과 비교 ····· 23
<표 2-11> 지역간산업연관표(MRIO) 구조(2개 지역, 3개 산업 예시) ····· 25
<표 2-12> 산업연관표와 KTDB 품목 분류 ····· 26
<표 2-13> 지역간 산업연관표 구조 ····· 30
<표 2-14> 중간수요 구조 ····· 31
<표 2-15> 최종수요 구조 ····· 32
<표 2-16> 통행저항함수 형태 ····· 35
<표 2-17> 2010년 기준 화물자동차 발생량 산출 결과 ····· 39
<표 2-18> 통행저항함수 형태 ····· 40
<표 2-19> 화물자동차 유형별 통행저항함수 적합 결과(adjusted R2) ····· 41
<표 2-20> 제조업품 및 도매업품 장래 종사자수 예측 ····· 44
<표 3- 1> 도서지역 및 대체도로 부재지역 지점 ····· 51
<표 4- 1> 단계별 화물수요모형 종류 ····· 58
<표 4- 2> 화물수요모형별 필요정도 ····· 58
<표 4- 3> 지역간 산업연관표 구조 ····· 66

<표 4- 4> 화물수요와 지역간 중간수요, 투입계수 및 생산유발계수 간 상관계수 ·· 67
<표 4- 5> 2011년 기준 산업별 화물수요 추정식 ····· 68
<표 4- 6> 2020년 산업별 생산량 변동률 ····· 69
<표 4- 7> 통행분포모형 추정 결과 비교 ····· 79
<표 4- 8> 운송경로 유형 및 구분 기준-1 ····· 85
<표 4- 9> 운송경로 유형 및 구분 기준-2 ····· 86
<표 4-10> 화물수요모형 비교 ····· 89
<표 4-11> 조사기법 비교 ····· 91
<표 4-12> 도시부(도시내→도시외) 주요 취급화물 검토 사례 ····· 92
<표 4-13> 업종간(품목간) 공급망 사슬 비교 사례 ····· 93
<표 4-14> GPS 자료 활용 사례-1(도시부 화물자동차 통행특성) ····· 95
<표 4-15> GPS 자료 활용 사례-2(도시부 토지이용 특성에 따른 화물자동차 통행비율) 96
<표 4-16> 우리나라의 FTA 발효 및 협상국 현황 ····· 98
<표 4-17> 각 국가에 대한 FTA 체결의 중요성 ····· 98
<표 4-18> 한-미 FTA 공산품의 양허 결과 ····· 99
<표 4-19> 한-EU FTA 제조업품의 양허 결과 ····· 100
<표 4-20> 우리나라의 한-칠레 FTA 상품 양허 결과 ····· 101
<표 4-21> 한-미 FTA, 한-EU FTA 주요 품목의 수출 물동량 및 수출액 추이 ··· 102
<표 4-22> 한-칠레 FTA 주요 수출품목의 년도별 추이 ····· 103
<표 4-23> 관세인하 시나리오 ····· 106

그림목차

<그림 2- 1> 존 구분도 ····· 7
<그림 2- 2> 철도 화물수송실적 예시 ····· 17
<그림 2- 3> 광업제조업조사 예시(광업) ····· 17
<그림 2- 4> 광물자원매장량 예시 ····· 19
<그림 2- 5> 광업제조업조사 예시(제조업) ····· 21
<그림 2- 6> 도소매업조사 예시 ····· 22
<그림 2- 7> 관세청 제공정보 ····· 37
<그림 2- 8> SP-IDC 제공정보(컨테이너 수송실적) ····· 38
<그림 2- 9> 연도별 교통량 현황 ····· 39
<그림 2-10> 주행거리 현황 ····· 39
<그림 3- 1> GIS 검증 예시 ····· 53
<그림 3- 2> 산점도 검증 예시 ····· 53
<그림 4- 1> 투입산출모형을 이용한 화물수요 추정 ····· 61
<그림 4- 2> 이탈리아 MRIO 화물수요모형 구조 (Cascetta et al., 1996) ····· 62
<그림 4- 3> MRIO 모형의 분류 ····· 63
<그림 4- 4> 화물자동차 통행유형에 따른 물동량 O/D와의 차이 ····· 72
<그림 4- 5> 투어기반모형 구조-1 ····· 75
<그림 4- 6> 투어기반모형 구조-2 ····· 77
<그림 4- 7> DCM모형 구조 ····· 78
<그림 4- 8> 도시부 화물자동차의 통행사슬 유형 ····· 82
<그림 4- 9> 소매업종별 평균 체류시간 ····· 84
<그림 4-10> CBM 분석과정 ····· 87
<그림 4-11> CCMM 분석과정 ····· 88
<그림 4-12> 업종별(품목별) 공급망 사슬 검토 사례 ····· 93

<그림 4-13> 도시부 화물자동차의 투어유형 구분 사례 ····· 94
<그림 4-14> 각 FTA 주요품목의 년도별 수출 물동량 및 수출액 추이 ····· 103

요 약

요 약

1. 과업의 개요

가. 배경 및 목적

○ 2011년에 수행된 제4차 전국 지역간 화물 기종점통행량(O/D) 조사(이후 전국 화물O/D조사) 결과를 바탕으로 전국 지역간 화물O/D(이후 전국 화물O/D)가 구축되어 향후 5년간 국가교통물류사업에서 활용됨

○ 전국 화물O/D조사의 시행주기인 5년 동안 중간년도에 대하여 화물O/D의 보완이 필요할 경우에 기구축된 화물O/D의 보완갱신을 수행해 왔는데, 제4차 화물O/D조사 내용과 화물O/D 구축 방법은 제3차 때와 비교할 때 일부 변화가 있어 중간년도 보완갱신 방법론에 대한 재정립이 필요함

○ 또한 국가기간교통망계획 등 국가법정계획과 국가 교통물류SOC사업계획을 위한 기초자료인 화물O/D의 공신력 확보에 대한 요구가 지속적으로 제기되고 있어 기구축된 화물O/D에 대한 개선여부에 대한 검토가 필요하며 더불어 현재 사용 중인 화물수요모형에 대한 다각적인 개선연구도 필요함

○ 본 과업을 통하여 국가교통물류사업계획에 필요한 화물O/D의 공신력을 제고하기 위한 보완 및 모형 개선방안을 마련함으로써 효과적인 국가 SOC사업계획 평가에 기여하고자 함

나. 과업의 주요내용 및 기대효과

1) 과업의 내용

○ 화물O/D 보완갱신 방법론 수립

○ 화물통행수요 검증방법론 수립

○ 화물수요모형 연구

2) 기대효과

○ 국내 자료 및 모형 여건 하에서 2014년에 적용할 화물O/D 보완갱신 방법론 제시

○ 화물통행수요모형의 개선 및 화물O/D조사 수행의 개선방향을 모색

2. 화물 O/D 보완갱신 방법론

가. 화물O/D 추정기준

○ 2011년 전국 지역간 화물O/D조사 자료의 지역적 구분과 일관되도록 대존 16개, 중존 251개로 구분하여 화물O/D를 추정함

○ 화물O/D 추정을 위한 화물품목 구분은 한국표준산업분류와 국토교통부의 국가교통조사지침을 따라 기존 화물품목구분에서 기타 및 기타제품은 단일화하고 재생재료품목을 제외한 31개로 분류함

○ 화물운송수단은 화물자동차, 철도, 항공, 해운 및 기타 수단으로 구분

○ 화물자동차는 국가교통조사지침에 제시된 표준차종구분 상의 화물자동차 분류를 따라 소형, 중형, 대형으로 구분

나. 기준년도 화물O/D 보완갱신 방법

1) 화물물동량

① 화물 발생량 추정

○ 농림수축산물의 경우 2011년 화물O/D 조사에서 포함하지 않은 품목으로, 각 유관기관에서 제공하고 있는 실적자료를 활용하여 발생량을 산정할 수 있음

○ 실적자료를 제공하고 있지 않은 광업 및 제조업, 도매업 품목의 경우, 2011년 기준 전수화 결과에 각 유관기관에서 배포하는 증가율, 원단위 등을 적용하여 발생량을 산정하는 방법에 대해 연구함

② 화물 도착량 추정

○ 2011년 전국 화물O/D 조사는 화물발생을 기준으로 표본설계가 이루어져 화물 도착량을 산정하는데 통계적으로 한계가 있음

○ 이에 따라, 농수축산업 및 제조업, 도매업의 경우는 MRIO를 적용하여 도착량을 산정하고,

일부품목(임산물, 광업)의 경우 실제 도착지 비율을 적용하여 도착량을 산정하는 방법론 연구

③ 통행분포

○ 2011년 전국 화물O/D 조사 중 사업체물류현황조사의 3일간 수송현황 자료의 통행거리에 따른 통행빈도 분포를 바탕으로 품목별 통행저항함수 형태를 추정

○ 중력모형이 적합하지 않은 품목(임산물, 석탄광물, 금속광물, 비금속광물)은 실제 도착지 및 도착지별 분포 비율을 추정하여 프라타모형 적용

④ 철도, 항공 및 연안해운 물동량 O/D 산정

○ 한국철도공사, 한국공항공사, 한국해양수산개발원에서 각각 제공하는 수송실적 자료를 토대로 기준년도 물동량 O/D를 산정함

⑤ 해상화물 물동량 O/D 산정

○ 관세청 및 해운항만물류정보센터에서 제공하는 수출입별 지역별 해운항만통계를 활용하여 기준년도 물동량 O/D 산정

2) 화물자동차

① 발생/도착량

○ 한국건설기술연구원에서 매년 제공하고 있는 도로교통통계연보의 평균 일교통량, 차종별 평균 일 교통량, 평균 주행거리 등을 분석하여 보완갱신 자료로 활용함

○ 과거 화물자동차 등록대수 증가추이를 감안한 GRP의 증가추이를 반영하여 산정한 존별 장래 GRP 증가율을 적용함

② 통행분포

○ 2011년 화물O/D조사 자료를 기반으로 가중치를 산정하여 발생량 및 도착량을 전수화하며 물동량과 유사하게 중력모형을 적용하여 통행분포를 수행함

다. 장래년도 화물O/D 예측

1) 화물물동량 O/D 예측방법

- 물동량은 도로화물을 기반으로 품목별로 추정하는 것을 원칙으로 함
- 농업, 임업, 수산업, 축산업, 광업 품목의 발생량은 유관기관의 공신력 있는 전망자료 또는 기존 추이자료를 이용하여 예측함
- 제조업 및 도매업 품목은 2011년 전국 화물O/D조사에서 도출된 품목별 종사자 1인당 물동량 처리량을 장래 종사자 예측치에 적용하여 발생량을 예측함
- 컨테이너 물동량은 한국해양수산개발원에서 추정한 수출입 컨테이너 화물의 예측치를 이용함
- 장래 화물통행분포는 기준년도 화물통행분포를 따르는 것으로 가정하고 품목별로 Fratar 모형을 적용함
- 장래년도 철도, 항공, 연안해운 물동량은 수단별로 구축하되, 유관기관의 예측전망 결과를 적용함

2) 화물자동차 O/D 예측방법

- 장래 화물자동차 O/D는 GRP의 증가추이를 반영하여 산정하되, 과거 화물자동차 등록대수 증가추이를 감안하여 장래 GRP 증가율을 보정함
- 세종시 건설로 인하여 발생하는 화물수요는 장래 인구 및 종사자수 예측에 대한 가정을 기반으로 반영함

3. 화물 O/D 검증 방법론

가. 화물 O/D 검증 방안

1) 화물물동량

① 발생/도착량 검증

- 화물물동량을 검증할 수 있는 실측량을 제공하고 있는 통계가 전무한 실정이기 때문에, 철도 수송실적, 종사자수, 출하액, 매출액, 생산실적 등 매년 갱신되는 관련 자료들을 활용하여 검증 방법을 검토하고, 그 결과를 적용 하고자 함

② 통행분포 검증

○ 관세청에서 제공하는 수출입 무역통계 자료를 활용하여 품목별 지역별 발생/도착 분포비율을 산출하여 비교 검토

○ KMI에서 산출하는 수출입 컨테이너 및 일반화물 물동량 자료를 활용하여 품목별 지역별 발생/도착 분포비율을 산출하여 비교 검토

○ 화물물동량의 총통행거리 및 평균통행거리, 발생과 도착 물동량의 통행거리, 지역간 통행거리 등을 검증함

2) 화물자동차

① 발생/도착량 검증

○ 도서지역, 산간지역 및 접경지역의 외부 발생량 및 도착량의 점검

○ 도로교통량 통계연보와 대도시의 도시교통기초조사 자료를 이용하여 존별 코든라인 검증을 수행함

○ 국토교통부의 자동차등록통계의 시군구별, 적재능력별 등록대수 자료를 이용하여 기종점통행량의 적재능력별 화물자동차 통행수를 검증함

○ 각 존별, 차종별, 발생/도착 비율 검증

② 통행분포 검증

○ 고속도로요금소조사의 교통량 정보, 수출입항공화물자동차O/D 조사와 한국관세무역개발원의 수출입물동량자료를 이용하여 화물자동차O/D를 보정함

○ 교통안전공단의 지역별, 적재능력별 평균주행거리, 화물자동차통행실태조사 자료의 평균통행거리 결과와 추정된 화물자동차 O/D의 지역별 평균주행거리를 비교검증함

○ 한국해양수산개발원에서 제공하는 컨테이너 물동량을 자동차 단위로 환산하여 대형 화물자동차 검증

③ 통행배정 검증

○ 도로교통량통계연보의 관측교통량과 보완갱신한 O/D를 네트워크에 통행배정하여 산출한 배

정교통량을 비교하여 주행방향별, 차종별 오차율 검증을 수행

○ 지역간 통행을 가장 잘 설명해 주고 있는 고속도로를 대표 노선으로 설정하고, 보완갱신된 O/D를 통행배정하여 관측교통량과의 차이를 지역별로 GIS 프로그램을 이용하여 상세 비교하여 검증함

○ 지역별, 차종별 R^2(결정계수) 및 %RMSE(평균제곱근 오차율) 검증을 수행하여 관측교통량과 배정교통량간의 오차를 분석

4. 화물수요모형연구

가. 개요

○ 국내는 화물수요모형에 대한 연구가 활발하지 않으며 공공의 관점에서 국가범위의 화물수요를 4단계 교통수요방법론을 적용하여 추정하고 있음

○ 국내 화물수요추정 및 분석에 대한 관심과 관련 자료가 축적되면서 화물수요추정의 신뢰도 및 활용도를 개선하기 위한 노력의 일환으로 기존에 화물수요추정 상에서 논의된 다양한 문제점들을 보완하기 위한 모형 연구에 대한 요구가 생겨남

○ 기존 화물통행수요추정 방법론에 대한 대안 마련 및 최근에 제기된 다양한 요구에 대응하기 위하여 다음과 같은 기초연구를 수행함

- 국내 지역간, 사업간 경제흐름을 대변하는 MRIO를 이용하여 현재 및 장래 화물수요를 추정하는 방안을 제시하고 그 적절성을 검토함
- 도시부 화물수요추정을 위한 기초연구로서 관련 모형현황을 검토하고 향후 적용을 위한 시사점을 제시함
- 현재까지 체결된 한국과 타국가간 FTA 현황을 검토하고 향후 화물수요추정에서 반영할 수 있는 방안을 모색함

나. 지역간산업연관표(MRIO)를 이용한 화물수요추정

○ MRIO를 이용한 국내 화물수요추정 방법을 개발하기 위하여 다음과 같은 과정을 따름

- 분석범위 설정
  · 분석의 기준년도를 물동량 자료수득이 가능한 2011년으로 하고 MRIO의 지역구분체계인 16개 시도로 공간적 범위를 설정함

- MRIO 품목체계 조정
  · 기존 화물수요추정에 적용된 산업(품목)구분에 맞춰 MRIO 산업체계를 집계·조정함
- 2011년 기준 지역간 산업연관표의 추산
  · 한국은행에서는 2005년을 마지막으로 국내 지역간 산업연관표를 추정한 바가 없으며 최근 2011년에 산업연관표 (IO)를 재추산한 바 있음
  · 2011년 전국 I-O를 조정된 산업분류에 맞게 재구성하고 각 산업별 중간투입액을 16개 지역간 중간투입액으로 배분하여 2011년 기준 MRIO를 추산함
  · 이 때 지역별 산업별 중간투입액 총액은 고정된 상태에서 지역간 중간투입액의 합계와 전국 중간투입액의 차이를 최소화하는 방법을 적용하여 계산함
- 2011년 생산유발계수 도출
  · 추산된 2011년 기준 지역간 산업연관표의 투입계수를 이용하여 생산유발계수를 도출함
  · 투입계수 $A = \left[a_{ij}^{rr'}\right]$, $a_{ij}^{rr'} = \dfrac{X_{ij}^{rr'}}{\overline{X_j^{r'}}}$
  · 생산유발계수 $B = [I - A]^{-1} = \left[b_{ij}^{rr'}\right]$
- 화물수요추정식 도출
  · 2011년 품목별 화물수요는 16개 지역간 생산유발계수, 각 지역별 산업별 생산량(중간투입량), 거리 등의 변수의 함수로서 추정
  · 또한 2010년 KDI 및 산업연구원의 산업별 장기전만을 토대로 하여 2020년 품목별 화물수요를 추산함

다. 도시화물 수요추정을 위한 활동기반모형

1) 개요

○ 전통적 4단계 모형의 화물수요모형은 물동량 기반 화물수요모형과 화물자동차 기반 화물수요모형으로 구분할 수 있으며, 물동량 기반 모형은 화물의 품목별 특성은 반영할 수 있으나 화물자동차의 공차통행은 고려하지 못하는 반면, 화물자동차 기반 모형은 화물자동차의 적재 및 공차통행 특성은 반영할 수 있으나 화물의 특성은 반영하지 못하는 한계가 있음(Holguín-Veras, 2002)

○ 국가교통DB센터에서 구축하는 화물O/D는 주로 지역간 화물 및 화물자동차 흐름에 초점이 맞추어져 있으며, KTDB 화물O/D는 지역간과 광역권 모두 물동량 기반 화물수요모형을 적용한 관계로, 구축된 O/D의 존간 화물자동차 통행량은 존간 물동량과 비례하는 관계를 가짐

○ 그러나 화물자동차는 하나의 도착지만을 가지는 편도통행 이외에 출발지로 되돌아오는 왕복통행과 하나 이상의 도착지를 경유하는 다수통행이 발생할 수 있기 때문에, 물동량을 기반으로 추정된 화물자동차 O/D는 실제 화물자동차의 O/D와 상이할 수 있음(Raothanachonkun, 2007)

○ 이러한 문제점을 개선하기 위하여 2011년 기준 화물자동차 O/D는 화물자동차 기반 화물수요모형을 통하여 직접 구축되었으나, 기본적으로 통행(trip) 기반 4단계 화물수요모형이 다수의 도착지를 경유하는 통행사슬(trip chain) 또는 투어(tour)형태의 통행특성을 제대로 고려하지 못하는 한계를 완전하게 극복하지는 못함

○ 따라서 현재 화물DB 수준을 향상시키기 위해서는 기존 통행(trip) 기반 화물수요모형이 고려하지 못한 화물자동차의 통행유형별 특성을 반영할 수 있는 방안 마련과 함께 공간적 범위에 따라 분석 수준이 상이한 화물수요모형의 구축(지역간=거시적(집계), 도시부=미시적(비집계) 등)이 요구됨

○ 본 절에서는 이와 같은 한계를 개선하기 위한 방안으로 현재 활발하게 연구가 진행되고 있는 국내·외 활동기반접근법을 다각적으로 검토하여, 기존 화물수요모형의 개선에 적용 가능한 방안을 도출하고자 함

○ 또한 도시부 화물통행 특성을 분석한 국외 사례를 검토하여 향후 구축 가능한 도시부 화물DB를 위한 기초자료를 마련하고자 함

2) 도시부 화물 관련 활동기반모형 적용 사례

① 김한수 (2010)

○ 대도시권 화물수요를 추정하는 방법으로 투어기반 도시화물 통행수요모형을 제시하였으며, 특히 교통과 토지이용 간의 상호작용을 설명하기 위해 반영한 접근성 지표가 화물자동차 투어에 미치는 영향 분석에 초점을 맞춤

② Stefan et al. (2005, 2007)

○ 캐나다 캘거리(인구 백만, 쇼핑도시)를 대상으로 도시부 화물자동차의 통행패턴을 반영할 수 있는 투어기반모형을 제시

③ Gliebe et al. (2007)

○ 지역간과 대비되는 도시내 화물자동차의 통행패턴(단거리 위조, 서비스업, 빠른 운송 선호)을 모형화하기 위하여 활동기반 비집계 마이크로시뮬레이션 모형(Disaggregate Commercial Model: DCM) 개발

④ Munuzuri et al. (2010)

○ B2B(Business to Business), 택배 등과 같이 특정한 도시부 화물자동차의 통행행태를 최소한의 자료만을 활용하여 모형화하는 방안을 제시

⑤ Ruan et al. (2012)

○ 도시부 화물자동차의 하루 중 활동패턴을 정형화하기 위하여 투어기반 접근법 적용
- 도시부 화물자동차의 통행패턴 이해
- 도시부 화물자동차의 투어 구성에 영향을 미치는 요인 분석(토지이용 유형, 화물수요 및 품목 유형 등)

3) 도시부 화물자동차 통행특성 분석 사례

① 성홍모 외 (2008)

○ 국내 화물자동차의 통행행태를 통행사슬 관점에서 분석하였으며, 특히 통행사슬과 화물자동차 운행특성지표간 관계 파악에 중점을 둠

② 한진석 외 (2012)

○ 대도시 화물자동차의 화물통행수요 추정을 위한 목적으로 대도시 화물자동차의 통행수요특성을 활동발생과 도착지선택, 통행사슬행태를 중심으로 분석

③ Holguín-Veras and Patil (2005)

○ 1998년과 1999년 Denver Regional Council of Government에서 수집된 자료를 바탕으로 미국 덴버지역의 도시부 화물자동차의 통행사슬 행태를 통행사슬 수, 통행사슬 길이, 통행목적에 대한 조건부 확률 등으로 정형화하여 검토

④ Cherrett et al. (2012)

○ 영국 내 주요 도시를 대상으로 최근 15년 동안 조사된 도시부 교통 자료를 기반으로 도시부 소매업 화물자동차의 활동 특성을 분석

⑤ Comendador et al. (2012)

○ 스페인의 특정 도시(소리아, 마드리드)를 대상으로 도시부 화물의 주된 운송수단인 소형 화물차(3.5톤 미만)의 통행특성을 규명하며, 화물차의 운송경로 특성과 업종별 특성과의 연계성 검토

4) 도시부 화물수요모형 및 조사방안 검토 사례

① Jiangping and Shuai (2012)

○ 최근 개발 또는 상용화되고 있는 화물수요모형을 5가지 유형으로 분류하여 모형별 필요 data, 수요추정과정, 실제 적용 가능성 등을 검토

② Ambrosini et al. (2010)

○ 화물수요모형 구축을 위한 대표적인 조사 방법론을 검토하고, 도시부 화물수요모형 구축을 위한 자료의 기본요건을 제시

5) 시사점

○ 본 장에서는 국내 도시부 화물통행수요추정 방안을 도출하기 위하여, 최근 도시부 화물통행 특성 분석 및 수요추정과 관련하여 활발하게 적용되고 있는 활동기반모형의 국내·외 사례를 검토하였으며, 이를 바탕으로 도출한 주요 시사점은 다음과 같음

- 첫째, 국내의 경우 도시부 화물수요추정을 위한 모형을 구축하기에 앞서, 도시별 주요 취급 화물에 대한 검토가 필요함
- 둘째, 도시부 화물통행특성에 대한 유형화 및 분석체계 마련이 필요함
- 셋째, 도시부 화물관련 자료에 대한 체계적인 수집 및 관리방안이 마련되어야 함
- 마지막으로 도시부 화물수요추정을 위한 모형개발이 지속적으로 진행될 수 있는 여건이 마련되어야 함

- 이상의 시사점을 바탕으로 국내 화물통행수요추정 방안을 개선하기 위해서는 지역간의 경우 지역간 화물에서도 적지 않은 비중을 차지하는 화물자동차의 다수통행을 통행 단위가 아닌 투어 단위로 고려할 수 있는 방안이 마련되어야 하며, 도시부의 경우 단기적으로는 특정 도시를 대상으로 도시부 화물관련 조사 수집 및 통행특성 분석의 가능여부를 가늠해 본 후, 점차 모형 개발과 함께 대상지역을 확대해가는 방향으로 추진되어야 함

라. 국가간 FTA 확대시 화물 물동량 예측방안

1) 개요

○ FTA는 Free Trade Agreement의 약자로 특정 국가 간의 상호 무역증진을 위해 물자나 서비스 이동을 자유화시키는 협정임

- 국가와 국가 사이의 제반 무역장벽을 완화하거나 철폐하여 무역자유화를 실현하기 위한 양국간 또는 지역 사이에 체결하는 특혜무역협정

○ 우리나라는 새 정부 들어서 중국과 경제과유화에 대한 논의를 활발히 하는 등 적극적으로 FTA 무역정책을 확대 추진하고 있음

○ 이렇게 FTA에 대한 중요성은 점점 강조되는 데, 장래 화물 물동량 예측 시 FTA 효과를 적용하는 사례는 전무한 실정임

○ 따라서, 본 연구에서는 FTA로 인한 관세인하 효과를 검토하고, 이를 바탕으로 장래 수출입 물동량 변화를 예측할 수 있는 방안을 고안하고자함

2) 우리나라의 FTA

○ 우리나라는 2003년 2월 칠레와 최초로 FTA를 체결하였고, 미국 등 5개 국가 EU 등 3개 경제연합과 FTA를 체결중임

○ 현재는 중국, 일본 등 8개 국가와 FTA 체결을 위해 협상 중이며, 서남아시아 국가들이 결성한 경제협력체인 GCC와의 협상도 진행중임

○ FTA 체결 국가간의 약속을 양허라고 하는 데, 양허 결과를 토대로 우리나라 수출 전략품목을 제시함

- 관세 철폐 계획을 고려하여 제시하는 우리나라 수출 전략품목은 한-미 FTA의 형(1,500cc 이하)승용차, 한-EU FTA의 중·대형(1,500cc 초과) 및 소형(1,500cc 이하)승용차, 섬유제품, 한-칠레 FTA의 자동차 및 섬유제품임

○ FTA가 수출입 물동량 및 수출입액에 미치는 영향을 분석하기 위해 위에 제시한 전략품목의 년도별 물동량 및 금액의 추이를 검토하였음

- 관세청에서 제공하는 수출입 무역통계(2000년~2012년)를 활용함
- FTA가 체결된 지 얼마 경과하지 않은 한-미 FTA, 한-EU FTA는 8년간(2005년~2012년)의 자료를 이용하였고, 한-칠레 FTA는 13년(2000년~2012년)간의 자료를 활용하였음

○ 전략품목의 년도별 추이를 <표 1>, <표 2>와 같이 제시하였음

- FTA 발효 시점의 수출입 물동량 및 수출입액의 증감을 중점적으로 파악하였음
- 한-미 FTA의 소형(1,500cc 이하)승용차는 FTA 효과가 아직까지는 미미한 것으로 보이고, 한-EU FTA의 중·대형(1,500cc 초과)승용차는 FTA가 발효된 2011년부터 수출 물동량 및 수출액이 반등하므로 FTA 효과가 있다고 판단됨
- 한-EU FTA의 섬유 제품의 2011년~2012년 사이 수출 물동량은 증가하지만 수출액은 감소하는 데, 관세 인하로 인한 가격하락 때문인 것으로 추론해 볼 수 있음
- 한-칠레 FTA의 자동차는 FTA 발효 전후로 수출 물동량과 수출액 꾸준히 증가 하였지만, 세계경제불황 전후(2007년~2009년)에는 감소하는 패턴을 보이기도 함
- 한-칠레 FTA의 섬유는 FTA 발효 이전에는 감소추세였지만, FTA가 발효된 2004년부터 증가추세로 돌아섰기 때문에 FTA효과를 가장 많이 받은 품목이라고 판단됨
- 전반적으로 년도별 수출 물동량과 수출액은 유사한 패턴을 보임

<표 1> 한-미 FTA, 한-EU FTA 주요 품목의 년도별 수출 물동량 및 수출액 추이

단위: 톤, 천불

구분	한-미 FTA (2012년 3월 15일 발효)		한-EU FTA (2011년 7월 1일 발효)			
	소형(1,500cc 이하) 승용차		중·대형(1,500cc 초과) 승용차		섬유제품	
	물동량	금액	물동량	금액	물동량	금액
2005년	1,011,035	8,590,716	452	2,884	272,429	1,180,248
2006년	998,556	8,609,615	259	1,528	271,307	1,097,051
2007년	951,456	8,091,124	147	854	313,958	1,316,558
2008년	843,903	7,259,794	339	2,435	250,608	1,155,347
2009년	592,585	5,387,385	134	655	232,273	907,562
2010년	697,095	6,614,981	197	899	292,222	1,133,419
2011년	805,049	8,631,554	100	743	321,544	1,392,710
2012년	908,802	10,312,774	172	1,373	323,735	1,361,139

<표 2> 한-칠레 FTA 주요 수출품목의 년도별 추이

단위: 톤, 천불

구분	한-칠레 FTA (2004년 4월 1일 발효)			
	자동차		섬유제품	
	물동량	금액	물동량	금액
2000년	51,359	248,583	359,782	1,874,551
2001년	33,809	166,233	345,110	1,564,872
2002년	31,267	144,513	353,431	1,506,928
2003년	37,917	181,313	344,562	1,544,905
2004년	53,627	273,918	338,350	1,526,776
2005년	72,797	396,907	272,429	1,180,248
2006년	83,273	511,800	271,307	1,097,051
2007년	110,709	707,201	313,958	1,316,558
2008년	105,937	688,006	250,608	1,155,347
2009년	102,636	617,498	232,273	907,562
2010년	167,221	1,107,881	292,222	1,133,419
2011년	177,135	1,233,568	321,544	1,392,710
2012년	179,464	1,324,710	323,735	1,361,139

3) 관련사례 검토

○ 대외경제정책연구원(2010)은 한-EU FTA 체결이 우리나라에 거시경제지표에 미치는 효과를 추정하기 위하여 연산가능일반균형(CGE)모형을 사용하였고, 제조업(7개 품목) 및 농업(4개 품목)의 FTA 발효 후 15년 연평균 수출입 증감액을 추정하였음

○ 김미아(2010)는 우리나라 제조업 7개 부분에 대한 횡단면 자료와 2003~2008년 동안의 6개년도의 시계열자료로 구성된 패널자료를 활용하여 회귀분석 하였하였고, FTA체결에 따른 관세철폐는 한국의 대 EFTA 공산품 수출에 긍정적인 기여를 한다는 결론 도출

○ 해외 사례는 주로 NAFTA의 효과에 관한 연구이며 중력모형 및 회귀분석을 통하여 NAFTA가 체결 국가간의 무역수지에 미치는 영향을 예측하여 제시 하였음

○ 사례검토 결과를 정리 해보면 다음과 같음

- FTA 체결로 인한 장래 물동량을 예측한 연구 또는 FTA 발효 후 관세인하가 물동량 변화에 미친 영향을 제시한 연구는 전무한 실정이어서 FTA로 인한 장래 물동량을 직접적으로 예측하는 방법론을 구축하기는 어려움
- 이에 대한 대안으로 CGE모형 또는 회귀분석을 이용하여 FTA체결로 인한 장래 수출입액을 추정한 연구사례를 검토하였음
- 장래 연평균 증감액을 분석 결과로 제시함으로써, FTA로 인한 장래 물동량을 예측할 수 있는 참고자료가 될 수 있음

4) 시사점

○ 관련 사례검토를 통해 알 수 있듯이 FTA로 인한 물동량 변화를 직접적으로 예측할 수 있는 연구는 전무할 실정이어서 새로운 방법론 구축이 쉽지 않을 것이라 판단됨

○ 하지만, 대외경제정책연구원(2010) 등 FTA로 인한 장래 수출입액 예측치를 제시하는 연구는 경제 분야에서 꾸준히 진행되고 있음

○ 주요 수출 품목의 년도별 동향분석을 통하여 물동량과 금액의 추이가 유사하다는 결론을 내렸기 때문에, 기준년도 수출입 물동량에 장래 수출입액 연평균 증가율을 적용하여 장래 수출입 물동량을 예측하는 방법을 고안함

– 장래 수출입액 연평균 증가율은 대외경제정책연구원(2010)등에서 제시하는 FTA로 인한 장래 수출입액 예측치와 기준년도 수출입액을 활용하여 산출함

○ 하지만, 수출입 물동량과 수출입액의 년도별 추이는 완벽하게 일치하는 것은 아니기 때문에 과거년도의 수출입 물동량과 수출입액의 상관관계 통해 도출돠는 계수를 활용하여 장래 수출입액 연평균 증가율을 조정해 줄 필요가 있음

– 관세청에서 제공하는 수출입 무역통계 자료는 FTA 수출입에 관련된 모든 품목의 년도별 물동량과 금액을 제공하므로, 과거년도의 수출입 물동량과 수출입액의 상관관계 통해 조정계수를 산출하는 데 가장 적합한 자료라고 판단됨

○ 따라서, 기준년도 수출입 물동량에 조정된 장래 연평균 증가율을 적용하여 장래 수출입 물동량을 예측하는 방법을 본 연구의 예측방안으로 제시함

○ 본 연구에서 제시하는 예측방안을 활용하여 향후 화물 물동량 장래예측 시 FTA의 효과가 적용돤 장래 화물 물동량을 산출하여햐 함

– 기준년도 화물 물동량은 FTA관련 수출입 업체들이 조사 표본에 포함되기 때문에, FTA의 영향을 고려했다고 할 수 있음

– 하지만, 장래년도 화물 물동량은 기준년도 화물 물동량 원단위법을 통한 추세선을 이용하여 예측 되므로, FTA의 영향이 완전히 고려되지는 않았음

– 수출입 물동량과 수출입액의 관계를 활용하여 도출된 조정계수를 기존 방법으로 예측한 장래 물동량의 연평균 증가율에 적용하여 FTA의 효과가 적용돤 장래 화물 물동량을 산출

5. 결론 및 향후 연구

가. 결론

○ 본 과업에서는 국가교통물류사업계획에 필요한 화물O/D의 공신력을 제고하기 위하여 개선된 화물O/D 보안갱신 방법론 및 검증 방법론을 제시하였으며, 기존에 수행된 화물수요모형연구를 고찰하여 구축된 화물O/D의 개선방안을 모색하였음

○ 화물O/D 보안갱신 방법론은 기준년도, 장래년도를 구분하여 제시하였음

○ 기준년도 화물O/D 보완갱신 방법론은 화물 발생/도착량 및 통행분포, 화물자동차 발생/도착량 및 통행분포에 대하여 제시하였음

- 화물 발생량의 경우 유관기관 실적자료 이용방법 원단위법 등을 활용하고, 도착량의 경우 MRIO를 적용하여 산정하고 일부품목(임산물, 광업)의 경우 실제 도착지 비율을 적용함
- 화물자동차의 발생 및 도착량은 도로교통통계연보를 분석하여 보완갱신 자료로 활용하고, 과거 화물자동차 등록대수 증가추이를 감안한 GRP의 증가추이를 반영하여 산정한 존별 장래 GRP 증가율을 적용함
- 통행분포의 경우 화물, 화물자동차 모두 주로 중력모형을 활용함

○ 장래년도의 화물O/D 보완갱신 방법론은 다음과 같음

- 장래 화물물동량 O/D는 유관기관의 전망치, 원단위법 등을 활용하여 예측
- 장래 화물자동차 O/D는 GRP의 증가추이를 반영하여 산정하되, 과거 화물자동차 등록대수 증가추이를 감안하여 장래 GRP 증가율을 보정함

○ 장래년도의 화물O/D 보완갱신 방법론은 다음과 같음

○ 화물O/D 검증은 유관기관의 화물 관련 DB 및 수출입항공화물자동차O/D 조사 등 기조사된 화물 및 화물자동차 O/D를 활용하여 이루어짐

○ 화물수요모형연구에서는 지역간산업연관표(MRIO)를 이용한 화물수요추정, 도시화물 수요추정을 위한 활동기반모형, 국가간 FTA 확대시 화물 물동량 예측방안의 관련 연구를 고찰하여 개선방안을 제사하였음

나. 향후 연구

○ 화물O/D 보완갱신 및 검증 방안에 관한 한계점 및 대선방안은 다음과 같음

- 일부 물동량 자료 및 출하액 등의 화물과 관계된 자료들을 활용하여 보완갱신 및 검증을 함으로써 화물 O/D에 대한 신뢰도를 향상시킬 수 있음
- 향후, 보다 신뢰성 높은 화물 O/D를 산출하기 위해서, 5년마다 시행되는 전국 화물 조사및 보완조사, 또는 유관기관에서 제공하는 자료들을 발굴하여, 보다 적극적인 반영이 필요할 것임
- 도시화물 수요추정을 위한 활동기반모형 부분에서는 국내 도시부 화물통행수요추정 방안을 도출하기 위하여, 최근 도시부의 화물통행특성 분석 및 수요추정과 관련하여 활발하게 적용되고 있는 활동기반모형의 국내·외 사례를 검토하여 다음가 같은 결론을 제시함

○ 화물수요모형연구는 지역간산업연관표(MRIO)를 이용한 화물수요추정, 도시화물 수요추정을 위한 활동기반모형, 국가간 FTA 확대시 화물 물동량 예측방안으로 구분하여 시사점을 제시하였음

○ 도시화물 수요추정을 위한 활동기반모형의 향후 연구방안은 다음과 같음

- 국내의 경우 도시부 화물수요추정을 위한 모형을 구축하기에 앞서, 도시별 주요 취급화물에 대한 검토가 필요함
- 도시부 화물통행특성에 대한 유형화 및 분석체계 마련이 필요함
- 도시부 화물관련 자료에 대한 체계적인 수집 및 관리방안이 마련되어야 함
- 도시부 화물수요추정을 위한 모형개발이 지속적으로 진행될 수 있는 여건이 마련되어야 함
- 향후에는 화물자동차의 다수통행을 통행 단위가 아닌 투어 단위로 고려할 수 있는 방법론이 구축 되어야하며, 도시부의 경우 단기적으로는 특정 도시를 대상으로 도시부 화물관련 조사 수집 및 통행특성 분석의 가능여부를 가늠해 본 후, 점차 모형 개발과 함께 대상지역을 확대해가는 방향으로 추진되어야 함

○ 국가간 FTA 확대시 화물 물동량 예측방안의 향후 연구방안은 다음과 같음

- 본 연구에서 제시하는 예측방안을 활용하여 향후 화물 물동량 장래예측 시 FTA의 효과가 적용된 장래 화물 물동량을 산출하여햐 함
- 기준년도 화물 물동량은 FTA관련 수출입 업체들이 조사 표본에 포함되기 때문에, FTA의 영향을 고려했다고 할 수 있음
- 하지만, 장래년도 화물 물동량은 기준년도 화물 물동량 원단위법을 통한 추세선을 이용하여 예측 되므로, FTA의 영향이 완전히 고려되지는 않았음
- 수출입 물동량과 수출입액의 관계를 활용하여 도출된 조정계수를 기존 방법으로 예측한 장래 물동량의 연평균 증가율에 적용하여 FTA의 효과가 적용된 장래 화물 물동량을 산출

제1장 과업의 개요

제1절 배경 및 목적

제2절 과업의 내용 및 기대효과

제1장 과업의 개요

제1절 배경 및 목적

○ 2011년에 수행된 제4차 전국 지역간 화물 기종점통행량(O/D) 조사(이후 전국 화물O/D조사) 결과를 바탕으로 구축된 전국 지역간 화물O/D(이후 전국 화물O/D)는 향후 5년간 국가 교통물류사업에 기초자료로 활용됨

- 국가통합교통체계효율화법에 의거하여 국가교통조사는 5년 주기로 시행되며 그로 인하여 전국 화물O/D도 5년 주기로 구축되고 있음

○ 제4차 화물O/D조사 내용과 화물O/D구축 방법은 제3차 때와 비교할 때 일부 변화가 있어 중간년도 보완갱신 방법론에 대한 재정립이 필요함

- 그 동안 전국 화물O/D조사의 시행주기인 5년 동안 예기치 못한 사회경제 여건 변화가 발생하거나 화물O/D의 보완이 필요할 경우에 기구축된 화물O/D의 보완갱신을 중간년도에 수행해 왔음

○ 또한 국가기간교통망계획 등 국가법정계획과 국가 교통물류SOC사업계획을 위한 기초자료인 화물O/D의 공신력 확보에 대한 요구가 지속적으로 제기되고 있어 기구축된 화물O/D에 대한 개선여부에 대한 검토가 필요하며 더불어 현재 사용 중인 화물수요분석에 대한 다각적인 개선연구도 필요함

- 2011년 화물O/D조사 자료뿐만 아니라 관세청 통관자료, 협회자료, 통계자료 등 화물O/D를 검증할 수 있는 자료수득이 용이해지고 있으며 국내외에서 화물수요모형의 개선도 지속적으로 추진되고 있음

○ 본 과업을 통하여 국가교통물류사업계획에 필요한 화물O/D의 공신력을 제고하기 위한 보완방안을 마련함으로써 효과적인 국가 SOC사업계획 평가에 기여하고자 함

- 2011년 전국 화물O/D조사 결과를 기반으로 추정된 화물O/D의 검증 및 화물모형개선을 통하여 구축된 화물O/D의 개선방향을 모색함

제2절 과업의 내용 및 기대효과

1. 과업의 주요내용

○ 화물O/D 보완갱신 방법론 수립

- 기존 화물O/D 보완갱신 방법론 고찰
- 화물O/D 보완갱신 개선방안 도출
- 화물O/D 보완갱신 방법론 마련

○ 화물통행수요 검증방법론 수립

- 화물O/D 검증 방법론 고찰
- 국내 화물O/D 검증 방안 마련
- 화물O/D 검증자료 검토

○ 화물수요모형 연구

- 국내외 화물수요분석 연구 검토
- 화물가격과 물동량이 고려된 MRIO 구축사례와 구축방안
- 국가간 FTA 확대시 재화의 흐름방향 예측방안
- 도시화물의 활동기반 화물수요 예측방안

2. 기대효과

○ 국내 자료 및 모형 여건 하에서 2014년에 적용할 화물O/D 보완갱신 방법론 제시

○ 화물통행수요모형의 개선 및 화물O/D조사 수행의 개선방향을 모색

제2장 화물O/D 보완갱신 방법론

제1절 화물O/D 추정기준

제2절 기준년도 화물O/D 보완갱신 방법

제3절 장래년도 화물O/D 예측방법

제2장 화물O/D 보완갱신 방법론

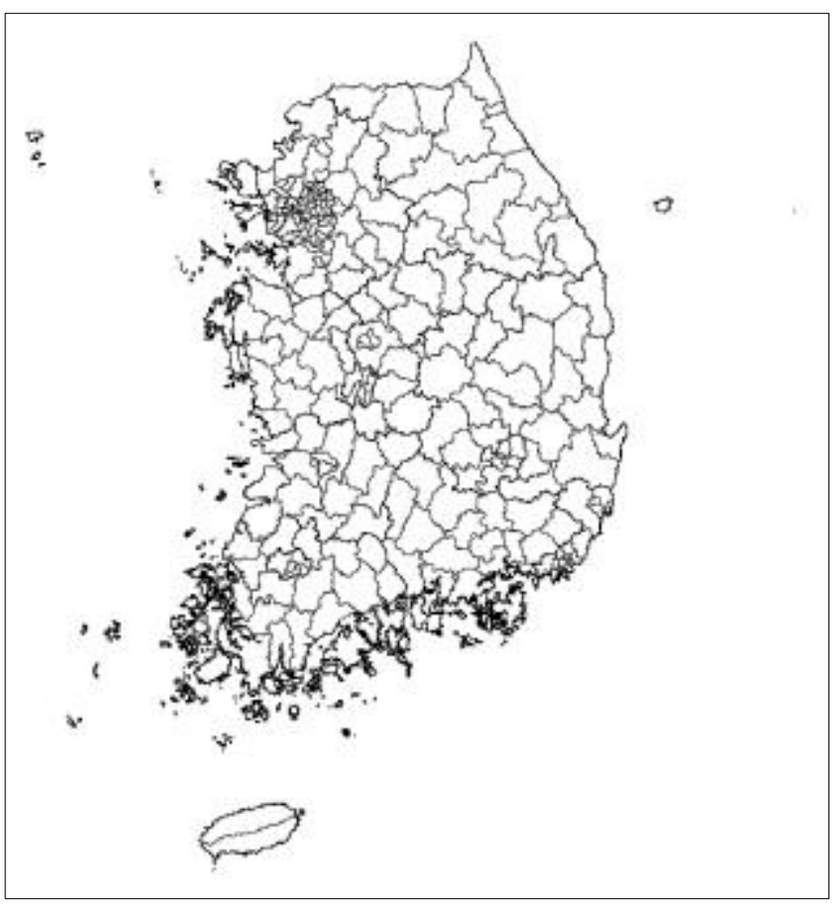
제1절 화물O/D 추정기준

1. 교통존 설정

○ 전국 화물O/D를 산정하기 위한 지역구분은 행정구역 체계를 기반으로 함

○ 2011년 전국 지역간 화물O/D조사 자료의 지역적 구분과 일관되도록 아래와 같이 지역을 구분하며 원칙적으로 중존을 기준으로 화물O/D를 추정함

- 대존: 특별시, 광역시, 도 16개
- 중존: 시·군·구 251개



<그림 2-1> 존 구분도

<표 2-1> 존 구분 내역

구분		존번호	행정구역	구분		존번호	행정구역		구분		존번호	행정구역		구분		존번호	행정구역	
서울	1	1	종로구	광주	5	64	광산구		강원	9	127	횡성군		전남	13	190	고흥군	
		2	중구	대전	6	65	동구				128	영월군				191	보성군	
		3	용산구			66	중구				129	평창군				192	화순군	
		4	성동구			67	서구				130	정선군				193	장흥군	
		5	광진구			68	유성구				131	철원군				194	강진군	
		6	동대문구			69	대덕구				132	화천군				195	해남군	
		7	중랑구	울산	7	70	중구				133	양구군				196	영암군	
		8	성북구			71	남구				134	인제군				197	무안군	
		9	강북구			72	동구				135	고성군				198	함평군	
		10	도봉구			73	북구				136	양양군				199	영광군	
		11	노원구			74	울주군		충북	10	137	청주시	상당구			200	장성군	
		12	은평구	경기	8	75	수원시	장안구			138		흥덕구			201	완도군	
		13	서대문구			76		권선구			139	충주시				202	진도군	
		14	마포구			77		팔달구			140	제천시				203	신안군	
		15	양천구			78		영통구			141	청원군		경북	14	204	포항시	남구
		16	강서구			79	성남시	수정구			142	보은군				205		북구
		17	구로구			80		중원구			143	옥천군				206	경주시	
		18	금천구			81		분당구			144	영동군				207	김천시	
		19	영등포구			82	의정부시				145	증평군				208	안동시	
		20	동작구			83	안양시	만안구			146	진천군				209	구미시	
		21	관악구			84		동안구			147	괴산군				210	영주시	
		22	서초구			85	부천시	원미구			148	음성군				211	영천시	
		23	강남구			86		소사구			149	단양군				212	상주시	
		24	송파구			87		오정구	충남	11	150	천안시	동남구			213	문경시	
		25	강동구			88	광명시				151		서북구			214	경산시	
부산	2	26	중구			89	평택시				152	공주시				215	군위군	
		27	서구			90	동두천시				153	보령시				216	의성군	
		28	동구			91	안산시	상록구			154	아산시				217	청송군	
		29	영도구			92		단원구			155	서산시				218	영양군	
		30	부산진구			93	고양시	덕양구			156	논산시				219	영덕군	
		31	동래구			94		일산동구			157	계룡시				220	청도군	
		32	남구			95		일산서구			158	금산군				221	고령군	
		33	북구			96	과천시				159	세종시				222	성주군	
		34	해운대구			97	구리시				160	부여군				223	칠곡군	
		35	사하구			98	남양주시				161	서천군				224	예천군	
		36	금정구			99	오산시				162	청양군				225	봉화군	
		37	강서구			100	시흥시				163	홍성군				226	울진군	
		38	연제구			101	군포시				164	예산군				227	울릉군	
		39	수영구			102	의왕시				165	태안군		경남	15	228	창원시	의창구
		40	사상구			103	하남시				166	당진군				229		성산구
		41	기장군			104	용인시	처인구	전북	12	167	전주시	완산구			230		마산합포구
대구	3	42	중구			105		기흥구			168		덕진구			231		마산회원구
		43	동구			106		수지구			169	군산시				232		진해구
		44	서구			107	파주시				170	익산시				233	진주시	
		45	남구			108	이천시				171	정읍시				234	통영시	
		46	북구			109	안성시				172	남원시				235	사천시	
		47	수성구			110	김포시				173	김제시				236	김해시	
		48	달서구			111	화성시				174	완주군				237	밀양시	
		49	달성군			112	광주시				175	진안군				238	거제시	
인천	4	50	중구			113	양주시				176	무주군				239	양산시	
		51	동구			114	포천시				177	장수군				240	의령군	
		52	남구			115	여주군				178	임실군				241	함안군	
		53	연수구			116	연천군				179	순창군				242	창녕군	
		54	남동구			117	가평군				180	고창군				243	고성군	
		55	부평구			118	양평군				181	부안군				244	남해군	
		56	계양구	강원	9	119	춘천시		전남	13	182	목포시				245	하동군	
		57	서구			120	원주시				183	여수시				246	산청군	
		58	강화군			121	강릉시				184	순천시				247	함양군	
		59	옹진군			122	동해시				185	나주시				248	거창군	
광주	5	60	동구			123	태백시				186	광양시				249	합천군	
		61	서구			124	속초시				187	담양군		제주	16	250	제주시	
		62	남구			125	삼척시				188	곡성군				251	서귀포시	
		63	북구			126	홍천군				189	구례군						

주: 울릉군은 별도로 O/D를 산정하지 않음

2. 화물품목 구분

○ 화물O/D 추정을 위한 화물품목 구분은 한국표준산업분류와 국토교통부의 국가교통조사지침을 따름

○ 2006년 전국 화물O/D 전수화와 비교할 때 한국표준산업분류체계의 일부 변경사항을 반영하였고 다음과 같이 화물품목체계를 재설정함

– ‘기타’ 품목 수정

· ‘기타’ 품목은 화물운송용기 내부의 화물정보를 알 수 없거나 기존 품목분류체계에서 분류가 불가능하였던 화물로서 컨테이너 화물이 대부분을 차지하였음

· 본 과업에서는 컨테이너 화물에 대한 자료의 활용도를 감안하여 컨테이너는 별도로 제시하도록 하며, ‘기타’ 품목은 기존의 ‘기타제품’과 혼동의 여지가 많아 ‘기타제품’으로 단일화함

· 즉 기존의 ‘기타’ 품목에서 컨테이너 화물을 제외하고 ‘기타제품’으로 단일화하여 산정함

– ‘재생재료’ 품목 삭제

· 재생재료 품목은 기존에 제조업 품목에서 도매업 품목으로 변경된 관계로 별도 품목으로 고려하지 않음

· 단, 수입으로 들어온 재생재료품은 ‘기타제품’에 포함되도록 함

○ 2012년 화물O/D 전수화에 적용한 화물품목은 <표 2-3>과 같이 기존 화물품목구분에서 기타를 제외한 31개로 분류함

– 화물품목 중 원유 및 천연가스 채취물(7번), 금속광물(8번)은 화물의 특성상 가공하기 전 상태에서의 내륙이동이 미미한 관계로 물동량 산정에서 제외함

– 해상화물은 대부분 수출입 화물인 관계로, 대외 무역거래 상품을 총괄적으로 분류한 품목분류 코드인 국제통일상품분류체계(Harmonized Commodity Description and Coding System, HS코드)에 따라 99개 품목으로 관리되며, 전국 화물O/D 전수화의 품목체계에 맞게 재분류하여 자료를 구축함

<표 2-2> 산업업종구분(제9차 한국표준산업분류)

산업분류번호		산 업 분 류
B		광업
	05	석탄, 원유 및 천연가스 광업
	06	금속광업
	07	비금속광물 광업(연료용 제외)
C		제조업
	10	식료품 제조업
	11	음료 제조업
	12	담배제조업
	13	섬유제품제조업(의복제외)
	14	의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업
	15	가죽, 가방 및 신발제조업
	16	목재 및 나무제품 제조업(가구 제외)
	17	펄프, 종이 및 종이제품 제조업
	18	인쇄 및 기록매체 복제품
	19	코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업
	20	화학물질 및 화학제품 제조업(의약품 제외)
	21	의료용 물질 및 의약품 제조업
	22	고무제품 및 플라스틱 제품 제조업
	23	비금속 광물제품 제조업
	24	제1차 금속산업
	25	금속가공제품 제조업(기계 및 장비 제외)
	26	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업
	27	의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업
	28	전기장비 제조업
	29	기타 기계 및 장비 제조업
	30	자동차 및 트레일러 제조업
	31	기타 운송장비 제조업
	32	가구 제조업
	33	기타 제품 제조업
G		도매 및 소매업
	46	도매 및 상품 중개업
H		운수업
	52	창고 및 운송관련 서비스업

자료: 통계청(한국표준산업분류, 2009년)

<표 2-3> 화물품목구분

코드 번호	품 목 분 류	대분류품목	세 분 류
1	농산물	대분류 1 농림수축산품	작물생산물 및 달리 분류되지 않은 기타작물생산물, 통작업생산물, 채소, 화훼작물 및 종묘생산물, 채소작업생산물, 종묘생산물, 시설작물 생산물
2	임산물		임산물, 벌목 및 관련 서비스물, 영림생산물, 종묘, 육림생산물, 벌목업, 임업관련 서비스품
3	수산물		일반어업, 원양어업, 근해어업, 연안어업, 양식업, 수생동식물종묘생산업과 관련 생산물, 어업관련서비스품
4	축산물		소, 말 및 양사육업, 양잠업, 양돈업, 양봉업, 가금 부화업, 양계업, 육우 사육업, 기타 축산업과 관련생산물
5	석탄광물	대분류 2 광산품	무연탄 광물 무연탄 채굴품, 연탄 및 기타 응집 무연탄 생산물, 갈탄광물, 토탄광물 등의 생산품
6	석회석광물		석고 및 석회석
7	원유 및 천연가스 채취물		원유 및 천연가스 채취물, 원유 및 천연가스채취관련 서비스생산물
8	금속광물		철광
9	비금속광물		비철금속, 텅스텐, 망간, 금, 은, 동, 연, 아연, 몰리브덴, 달리 분류되지 않은 비철금속
10	음식료품	대분류 5 경공업품	도축업, 육류가공 및 저장처리업, 수산동물 가공 및 저장 처리업, 수산식물 가공 및 저장 처리업, 과실, 채소 가공 및 저장 처리업, 동물성 및 식물성 유지 제조업, 낙농제품 및 식용빙과류 제조업, 곡물가공품 제조업, 전분제품 및 당류 제조업, 떡, 빵 및 과자류 제조업, 설탕 제조업, 면류, 마카로니 및 유사식품 제조업, 조미료 및 식품 첨가물 제조업, 기타 식료품 제조업, 동물용 사료 및 조제식품 제조업, 발효주 제조업, 증류주 및 합성주 제조업, 비알콜 음료 및 얼음 제조업
11	담배제품		담배 제조업
12	섬유제품; 의복제외		방적 및 가공사 제조업, 직물 직조업, 직물제품 제조업, 편조원단 제조업, 편조제품 제조업, 섬유제품 염색, 정리 및 마무리 가공업, 카펫, 마루덮개 및 유사제품 제조업, 끈, 로프, 망 및 끈가공품 제조업, 그 외 기타 섬유제품 제조업
13	의복, 의복 액세서리 및 모피제품		정장 제조업, 내의 및 잠옷 제조업, 한복 제조업, 기타 봉제의복 제조업, 모피가공 및 모피제품 제조업, 편조의복 제조업, 편제의복 액세서리 제조업, 기타 의복액세서리 제조업
14	가죽, 가방 및 신발제품		원피가공 및 가죽 제조업, 핸드백, 가방 및 기타 보호용 케이스 제조업, 기타 가죽제품 제조업, 신발 제조업, 신발부분품 제조업

<표 2-3> 화물품목구분(계속)

코드 번호	품 목 분 류	대분류품목	세 분 류
15	목재 및 나무제품 (가구제외)	대분류 6 잡공업품	제재 및 목재 가공업, 박판, 합판 및 강화목제품 제조업, 건축용 나무제품 제조업, 목재상자, 드럼 및 적재판 제조업, 기타 나무제품 제조업, 코르크 및 조물제품 제조업
16	펄프, 종이 및 종이제품		펄프제조업, 종이 및 판지 제조업, 골판지 및 골판지상자 제조업, 종이포대, 판지상자 및 종이용기 제조업, 기타종이 및 판지제품 제조업
17	인쇄 및 기록매체		인쇄업, 인쇄관련 산업, 기록매체 복제업
18	코크스, 연탄 및 석유정제품	대분류 4 화학공업품	코크스 및 연탄 제조업, 원유 정제처리업, 석유 정제물 재처리업
19	화합물 및 화학제품		기초유기화학물질 제조업, 기초무기화학물질 제조업, 무기안료, 염료, 유연제 및 기타착색제 제조업, 비료 및 질소화합물 제조업, 합성고무 및 플라스틱 물질 제조업, 살충제 및 기타 농약 제조업, 잉크,페인트, 코팅제 및 유사제품 제조업, 세제, 화장품 및 광택제 제조업, 그 외 기타 화학제품 제조업, 화학섬유 제조업, 기초 의약물질 및 생물학적 제제 제조업, 완제 의약품 제조업, 한의약품 제조업, 동물용 의약품 제조업, 의료용품 및 기타 의약관련제품 제조업
20	고무제품 및 플라스틱 제품		고무타이어 및 튜브 생산업, 기타 고무제품 제조업, 1차플라스틱제품 제조업, 건축용 플라스틱제품 제조업, 포장용 플라스틱제품 제조업, 기계장비 조립용 플라스틱제품 제조업, 플라스틱 발포 성형제품 제조업, 기타 플라스틱 제품 제조업
21	비금속 광물제품		판유리제조업, 산업용유리 및 판유리 가공품 제조업, 기타 유리제품 제조업, 일반도자기 제조업, 내화 요업제품 제조업, 구조용 비내화 요업제품 제조업, 시멘트, 석화 및 플라스터 제조업, 콘크리트, 시멘트 및 플라스터 제품 제조업, 석제품 제조업, 그 외 기타 비금속 광물제품 제조업
22	제1차 금속 제품	대분류 3 금속기계 공업품	제철, 제강 및 합금철 제조업, 철강 압연, 압출 및 연신제품 제조업, 철강관 제조업, 기타 1차 철강 제조업, 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업, 비철금속 압연, 압출 및 연신제품 제조업, 기타 1차 비철금속 제조업, 철강 주조업, 비철금속 주조업
23	금속가공 제품; 기계 및 가구제외		구조용 금속제품 제조업, 금속탱크, 저장조 및 유사 용기 제조업, 핵반응기 및 증기발생기 제조업, 무기 및 총포탄 제조업, 금속 단조, 압형 및 분말야금 제품 제조업, 금속열처리, 도금 및 기타 금속가공업, 날붙이, 수공구 및 일반철물 제조업, 금속파스너, 스프링 및 금속선 가공제품 제조업, 그 외 기타 금속가공제품 제조업

<표 2-3> 화물품목구분(계속)

코드 번호	품 목 분 류	대분류품목	세 분 류
24	기타기계 및 장비제조품	대분류 3 금속기계 공업품	내연기관 및 터빈 제조업; 항공기용 및 차량용 제외, 유압기기 제조업, 펌프 및 압축기 제조업; 탭, 밸브 및 유사장치 제조 포함, 베어링, 기어 및 동력전달장치 제조업, 산업용 오븐, 노 및 노용 버너제조업, 산업용트럭, 승강기 및 물품취급장비 제조업, 냉각, 공기조화,여과, 증류 및 가스발생기 제조업, 사무용기계 및 장비 제조업, 기타 일반 목적용 기계 제조업, 농업 및 임업용 기계 제조업, 가공공작기계 제조업, 금속주조 및 기타 야금용 기계 제조업, 건설 및 광산용 기계장비 제조업, 음식료품 및 담배 가공기계 제조업, 섬유, 의복 및 가죽 가공기계 제조업, 반도체 및 평판디스플레이 제조용 기계 제조업, 산업용 로봇 제조업, 기타 특수 목적용 기계 제조업
25	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비		전자집적회로 제조업, 다이오드, 트랜지스터 및 유사 반도체소자 제조업, 평판디스플레이 제조업, 인쇄회로기판 및 전자부품 실장기판 제조업, 기타 전자부품 제조업, 컴퓨터 제조업, 기억장치 및 주변기기 제조업, 유선 통신장비 제조업, 방송 및 무선 통신장비 제조업, 텔레비전, 비디오 및 기타 영상기기 제조업, 오디오, 스피커 및 기타 음향기기 제조업, 마그네틱 및 광학매체 제조업
26	전기장비 제품		전동기, 발전기 및 전기변환장치 제조업, 전기공급 및 전기제어 장치 제조업, 일차전지 및 축전지 제조업, 절연선 및 케이블 제조업, 전구 및 램프 제조업, 조명장치 제조업, 가정용 전기기기 제조업, 가정용 비전기식 조리 및 난방기구 제조업, 기타 전기장비 제조업
27	의료,정밀, 광학기기및 시계		방사선장치 및 전기식 진단기기 제조업, 기타 의료용 기기 제조업, 측정, 시험, 항해, 제어 및 기타 정밀기기 제조업, 안경 제조업, 광학기기 및 사진장비 제조업, 시계 및 시계부품 제조업
28	자동차 및 트레일러		자동차용 엔진 제조업, 자동차 제조업, 자동차 차체 및 트레일러 제조업, 자동차 엔진용 부품 제조업, 자동차 차체용 부품 제조업, 기타 자동차 부품 제조업
29	기타운송 장비		선박 건조업, 오락 및 스포츠용 보트 건조업, 철도장비 제조업, 항공기, 우주선 및 보조장치 제조업, 항공기용 엔진 및 부품 제조업, 전투용 차량 제조업, 모터사이클 제조업, 그 외 기타 분류안된 운송장비 제조업
30	가구 제품	대분류 7 기타	침대 및 내장가구 제조업, 목재가구 제조업, 기타 가구 제조업
31	기타제품		귀금속 및 관련제품 제조업, 모조 귀금속 및 모조 장신용품 제조업, 악기 제조업, 운동 및 경기용구 제조업, 인형, 장난감 및 오락용품 제조업, 간판 및 광고물 제조업, 사무 및 회화용품 제조업, 가발, 장식용품 및 교시용 모형 제조업, 그 외 기타 분류안된 제품 제조업

3. 수단 구분

○ 화물운송수단은 화물자동차, 철도, 항공, 해운 및 기타 수단으로 구분하였으며, 화물 운송시 주로 이용되는 화물자동차는 국가교통조사지침에 제시된 표준차종구분 상의 화물자동차 분류를 따라 업종과 차량의 적재능력을 고려하여 세분함

<표 2-4> 화물자동차 차종 구분

분류	내 용
소형화물자동차	최대적재량 2.5톤 미만
중형화물자동차	최대적재량 2.5톤 이상~8.5톤 이하
대형화물자동차	최대적재량 8.5톤 초과, 컨테이너/트레일러

제2절 기준년도 화물O/D 보완갱신 방법

1. 화물물동량

가. 화물 발생량 추정

○ 농림수축산물의 경우 2011년 화물O/D 조사에서 포함하지 않은 품목으로, 각 유관기관에서 제공하고 있는 실적자료를 활용하여 발생량을 산정할 수 있음

○ 실적통계를 제공하고 있지 않은 광업 및 제조업, 도매업 품목의 경우, 2011년 기준 전수화 결과에 각 유관기관에서 배포하는 증가율, 원단위 등을 적용하여 발생량을 산정하는 방법에 대해 연구함

1) 농·임·수·축산물

○ 농업

– 농림수산식품부에서는 매년 농림수산식품통계연보를 통해서 우리나라 농업, 임업, 수산업에 관한 기본적인 통계자료와 농림수산물 생산량, 농어가경제와 물가지수, 세계 주요국의 농어업통계 등을 제공하고 있음

– 농림수산식품통계연보에 제시되어 있는 미곡, 맥류, 서류, 잡곡, 두류, 과채류, 엽채류, 근채류 등의 작물 생산량 자료를 활용하여 16개 시도별 발생량을 산정하고, 존별로 세분화 하기 위해서 통계청의 농업총조사에 제시되어 있는 251개 시군구별, 작물별 면적 비율을 활용하여 시군구 단위 농업발생량 추정

○ 임업

– 산림청에서는 매년 한 해 동안 전국에서 생산된 임산물을 품목별로 조사한 결과를 집계하여 임산물생산조사를 공표하고 있음

– 임산물 생산조사에 제시되어 있는 시군구 별 용재, 죽재, 수실, 산나물 등의 임산물 생산량 자료를 이용하여 각 시군구별 발생량 산출

○ 수산업

– 농림수산식품통계연보에서 시도별로 제공되는 내수면, 일반해면, 원양어업 및 천해양식의 총생산량으로 발생량을 산정하고, 통계청에서 제공하는 어업총조사 자료의 시군구별 어가

인구 자료를 이용하여 수산업 발생량을 존별로 세분화

○ 축산업

– 통계청의 농림어업법인 조사(사육두수 및 판매두수)자료, 농업총조사(가축사육 농가 및 마리수)자료, 농림수산식품통계연보에서의 우유 생산량, 한국육류유통수출입협회의 육류소비량 자료를 이용하여 축산업 발생량 추정

2) 광업

○ 광업 품목에 해당하는 품목 중 5번(석탄광물), 6번(석회석광물), 9번(비금속광물)에 대한 물동량을 보완갱신하는 방법론 연구

○ 이 외에 7번(원유 및 천연가스 채취물)은 파이프라인을 통하여 운송이 이루어지므로 제외하고, 8번(금속광물)에 해당하는 철광은 주요 항에서 가공되어 수출되기 때문에 내수화물 물동량 산정에 반영하지 않음

○ 또한, 9번(비금속광물) 품목에 골재 생산실적을 추가로 반영하여 발생량 산출

– 국토교통부에서 제공하는 골재 채취실적을 시군구별 주택호수비율로 분배하여 반영함

○ 광업 발생량을 보완갱신하기 위해 철도통계연보, 광업제조업조사, 전국사업체조사 자료등을 활용하여 적용할 수 있음

① 철도통계연보의 철도수송실적

○ 한국철도공사에서 제공하는 철도수송실적을 활용하여 품목별 수송톤수의 증가율을 2011년 전수화 자료에 적용하여 기준년도 발생량을 산정하는 방법으로서 기존에 광업 발생량을 산정할 시에 활용되었음

– 선명, 품목명, 발역, 착역, 역간거리, 수송톤수, 수송차수 등의 자료가 제공되고 있음

– 철도품목코드인 69품목코드를 KTDB 품목코드로 변환

– 발역, 착역코드를 바탕으로 251개 존체계로 변환하여 광업 품목(5, 6, 9번 품목)의 시군구별 수송실적 자료 산출

– 산출된 수송실적을 이전년도 수송실적에 대한 증감율을 적용하여 발생량 산정

○ 수송실적의 운송 패턴이 도로 운송과 다를 수 있고, 물동량 자체가 전체 물동량이 아닌 철도로 운송되는 물동량만을 기준으로 하고 있어 출발/도착지에 대한 반영과 전체 총량을 반영하는 것은 한계가 있으나, 년도별 철도수송실적은 일정한 패턴을 가지고 있기 때문에 그 패

턴에 따른 증감율은 적용이 가능할 것으로 판단됨

<월별 지역간철도 화물수송실적(역간O/D)>-2012년 1월

출처기관 : 한국철도공사
단위 : 톤/월
주 : 월별 수송실적 자료는 제공 기관의 잠정치로써 국토해양통계연보에 공표되는 통계자료와 일부 차이가 있을 수 있음
주 : 구내운반제외

취급년월	선코드	선명	69품목코드	품목명	발역코드	발역명	착역코드	착역명	역간거리(km)	송톤수(톤/월)	수송차수(개
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900044	의왕	3900113	부산진	406.0	168	7
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900044	의왕	3900892	부산신항	403.4	84	4
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900060	두정	3900044	의왕	59.7	96	8
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900060	두정	3900066	조치원	35.7	12	1
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900060	두정	3900068	부강	46.2	12	1
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900060	두정	3900069	매포	50.8	84	7
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900060	두정	3900113	부산진	346.3	3060	132
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900060	두정	3900281	청주	44.1	138	12
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900060	두정	3900447	오봉	64.1	246	20
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900060	두정	3900680	신선대	352.4	1728	81
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900060	두정	3900892	부산신항	343.7	2715	116
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900062	소정리	3900060	두정	13.8	300	25
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900062	소정리	3900066	조치원	21.9	36	3
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900062	소정리	3900447	오봉	77.9	1602	118
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900062	소정리	3900680	신선대	338.6	348	17
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900062	소정리	3900892	부산신항	329.9	1224	52
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900062	소정리	3900893	신항양항	307.9	192	8
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900066	조치원	3900113	부산진	310.6	420	18
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900066	조치원	3900447	오봉	99.8	690	63
201201	01	경부선	1111	일반컨테이너	3900066	조치원	3900680	신선대	316.7	1152	53

<그림 2-2> 철도 화물수송실적 예시

② 광업제조업조사의 연간 출하액 자료

○ 통계청에서 제공하고 있는 광업·제조업조사의 연간 출하금액 자료를 분석하여 물동량 산정에 반영

– 전국의 광업 사업체 중에 10인 이상 사업체에 대해 사업체수, 생산액, 출하금액, 완제품 연말제고액 등의 결과를 제공하고 있음

– 시군구별, 품목별 출하금액을 합산하여 품목별 총 출하금액을 산출하고, 이전년도 총 출하금액 대비 증감율을 반영하여 발생량 산정하는 방법 적용

○ 10인 미만 사업체에 대한 조사결과가 제공되지 않아 그에 대한 보정 방안이 필요할 것임

○ 물가변동에 따른 출하금액에 대한 물동량 변화량을 예측할 수 없다는 한계가 있지만, IMF 등의 큰 외부 영향이 있지 않는 한 물가변동폭은 크지 않다는 가정하에 적용이 가능함

품목분류별 사업체수 , 생산액 , 출하 및 연말재고액(10명이상, 2011년)

C행정구역별	행정구역별	C품목별	품목별	시점	사업체수 (개)	생산액 (백만원)	출하금액 (백만원)	완제품 연말재고액 (백만원)
'00	전 국	'0	광업 및 제조'	2011	63571	1458217929	1452743785	47508790
'00	전 국	'B	광업	2011	389	2842493	2817922	104288
'00	전 국	'B05	석탄, 원유 및	2011	7	517383	503854	35863
'00	전 국	'B05100101	무연탄(채굴	2011	5	283561	283575	11242
'00	전 국	'B05200101	원유(채굴한	2011	1	...	...	...
'00	전 국	'B05200102	천연가스(채	2011	1	...	...	...
'00	전 국	'B06	금속 광업	2011	6	89735	88256	5005
'00	전 국	'B06100100	철광(채굴 및	2011	2	...	...	...
'00	전 국	'B06291100	귀금속광물(	2011	1	...	...	...
'00	전 국	'B06292100	연(납)광 및	2011	1	...	...	...
'00	전 국	'B06299100	기타 비철금	2011	2	...	...	...
'00	전 국	'B07	비금속광물	2011	375	2223795	2214232	63420
'00	전 국	'B07111101	석회쇄석(채	2011	56	501588	499285	10347
'00	전 국	'B07112101	고령토(채굴	2011	1	...	...	...
'00	전 국	'B07112109	기타 점토(채	2011	2	...	...	...
'00	전 국	'B07121101	화강암 원석	2011	16	51681	50916	2040
'00	전 국	'B07121102	석회석 원석	2011	5	24813	24220	1054
'00	전 국	'B07122100	건설용 쇄석	2011	196	1005156	1002174	25664
'00	전 국	'B07123101	건설용 천연	2011	50	363854	362878	6494

<그림 2-3> 광업제조업조사 예시(광업)

③ 2011년 전수화 사업 장래 증가율

○ 2011년 전국 화물 O/D 전수화 및 장래예측 사업의 일환으로 각 유관기관에서 제공하는 장래예측 자료를 활용하여 추정한 품목별 장래 증가율을 적용하는 방법

- 2011년과 2015년 사이의 증감율을 반영하여 발생량 산출

○ 2011년을 기준으로 산출한 물동량 자료를 토대로 해당년도에 대한 현황을 반영하여 갱신하는 것이 목적으로 장래 물동량 예측을 활용할 시에는 현황실적을 반영하는 것에 한계가 있지만, 장래 예측에 대한 일정한 패턴을 유지할 수 있다는 장점이 있음

<표 2-5> 광업 장래 증가율

구분	5	6	9
장래증가율	-5.8%	0.61%	0.93%

④ 전국사업체조사의 업종별 종사자수

○ 통계청의 전국사업체조사에서 제공하는 광공업 업종별 종사자수 자료를 활용하여 종사자수의 증감율을 2011년 전수화 결과에 반영하여 산출하는 방법

- 2011년 전수화 결과와 광업 종사자수를 활용하여 종사자 1인당 광업 물동량 산출
- 시군구별, 업종별로 제공되는 종사자수의 증가율, 또는 원단위를 산출하여 발생량 산출

○ 종사자수와 물동량의 관계가 절대적인 영향이 있는 것이 아닐 수 있다는 한계점을 가지고 있으나, 물동량과 종사자수의 관계를 활용하여 적용이 가능함

<표 2-6> 광업 업종별 종사자수

구분	2007	2008	2009	2010	2011
석탄 원유 및 천연가스 광업	5,204	4,470	3,716	3,275	3,189
금속 광업	223	222	243	285	325
비금속광물 광업;연료용 제외	12,280	13,308	13,161	12,401	12,037

⑤ 광물자원매장량현황의 광종별 생산실적

○ 한국광물자원공사에서 제공하는 광물자원매장량현황 자료 중 광종별 생산실적 자료를 활용하여 산출하는 방법

- 금속, 비금속, 석탄광으로 구분되어 있는 년도별 생산량 자료를 분석하여 이전년도 대비 증

감율을 2011년 전수화 결과에 반영하여 발생량 산출

○ 광종별 전체 생산량 자료만 제공되고 있어 지역별 분배를 갱신하는 것에는 한계가 있으나, 해당되는 광업 생산량에 대한 톤단위 생산현황의 증감패턴은 적용이 가능함

* 통계표ID :	TX_38601_A009
* 통계표명 :	광종별 금속광 생산량
* 수록기간 :	(년 : 1993 ~ 2012)
* 조회기간 :	[년] 2009 ~ 2012
* 출처 :	한국광물자원공사 개발지원본부 탐사1팀 02-840-3525
* 자료다운일자 :	2013/10/21 18:50:49
* 위치 :	광공업·에너지 - 광공업 - 광물자원 매장량 현황 - 생산현황 - 광종별 금속광 생산량
* 통계표URL :	http://kosis.kr/gen_etl/start.jsp?orgId=386&tblId=TX_38601_A009&conn_path=I3&path=광공업·에너지 - 광공업 - 광물자원 매장량 현황 - 생산현황 - 광종별 금속광 생산량
	* URL주소는 최초 사용하기 전에 링크를 활성화시키기 바랍니다. ▶ 활성화 방법 : 해당 셀에서 마우스를 더블클릭(또는 F2키 누름) 후 Enter(엔터)키 입력
	* 엑셀뷰어만 설치된 PC에서는 URL을 복사하여 인터넷창에 붙여넣기 하세요.
	* KOSIS 개편시 통계표 URL은 달라질 수 있습니다.
* 단위 :	

광종별(d)	품위별(d)	2009	2010	2011	2012
금(Au)(kg)	99.9%	51,186	54,540	49,550	47,992
국내산	99.9%	-2,024	-2,776	-1,283	-1,370
은(Ag)(kg)	99.9%	1,740,078	1,735,535	2,197,409	2,547,315
국내산	99.9%	-81,512	-128,919	-61,762	-37,406
동(Cu)(톤)	25 ~29%	14	9	0	0
연(Pb)(톤)	50%	2,064	1,168	2,577	3,879
아연(Zn)(톤)	50%	4,441	710	1,486	2,868
철(Fe)(톤)	56~65%	455,405	512,642	541,539	592,743
텅스텐(WO_3)(톤)	70%			9	26
몰리브덴(MoS_2)(	90%	106	441	814	780
티타늄(톤)	각급	120,236	132,459	183,463	201,976
기타(톤)	각급	2	2	2	1
합 계(톤)	계	584,059	649,221	732,137	804,907

<그림 2-4> 광물자원매장량 예시

⑥ 산출 결과

○ 위에서 제시한 각각의 방법으로 2010년 기준 광공업 발생량을 산출한 결과는 다음과 같음

- 자료 구득의 한계로 인해 2011년 결과를 환산하여 2010년도를 기준년도로 설정함
- 광업 물동량 산출을 위해 제시한 자료들의 년도별 증가패턴이 일정한 값을 유지하였기 때문에 물동량 산정 결과도 유사한 것으로 나타났음
- 철도 수송실적을 활용하여 산정한 결과 중 비금속광물의 경우 2010년 물동량에 비하여 2011년의 물동량이 50% 수준으로 감소하는 큰 변화폭으로 인해 산정결과에서 큰 차이를 보임

<표 2-7> 2010년 기준 광공업 발생량 산출 결과 비교

단위: 톤

구분		석탄광물	석회석광물	비금속광물	
				골재미포함	골재포함
1	철도수송실적	3,624,476	143,270,548	32,330,046	239,172,408
2	연간 출하액	3,318,979	154,420,864	16,627,843	223,470,205
3	장래증가율	3,507,763	154,391,546	17,948,293	224,790,655
4	업종별 종사자수	3,392,086	160,363,175	18,328,353	225,170,715
5	광종별 생산실적	3,302,262	149,406,018	18,164,394	225,006,756

3) 제조업 및 도매업 발생량

○ 10번(음식료품)부터 31번(기타제품)까지의 제조업 품목과 도매업 품목에 대한 물동량을 보완갱신 하기 위한 방법론 검토

○ 도매업은 세부 품목 구분없이 도매업품 단일 품목으로 처리함

○ 제조업 및 도매업 발생량을 보완갱신하기 위해 전국사업체조사, 광업제조업조사, 장래증가율, 도매업조사 자료들을 적용할 수 있음

① 전국사업체조사의 업종별 종사자수

○ 통계청에서 제공하는 전국사업체조사자료 중 품목별, 시군구별 종사자수와 2011년 전수화 자료 중 제조업 물동량을 활용하여 종사자 1인당 발생량 원단위를 산출 후 기준년도 종사자수를 적용하여 시군구별 물동량 산정하는 방법으로 기존에 활용했던 방법임

- 2011년 전수화 결과값과 2011년 제조업 및 도매업 종사자수를 활용해 1인당 월간출하량 원단위를 산출하고, 그 원단위에 기준년도 종사자수를 반영하여 발생량 산출

<표 2-8> 2011년 기준 업종별 종사자 및 1인당 월간 출하량

단위: 톤

품목번호	품목	종사자수	월간출하량
10	음식료품 제조업	292,225	13.96
11	담배제품 제조업	2,220	1.78
12	섬유제품 제조업	145,915	6.80
13	의복 및 모피제품 제조업	146,961	0.94
14	가죽, 가방, 마구류 및 신발제품 제조업	34,234	1.09
15	목재 및 나무제품(가구제외) 제조업	33,668	83.92
16	펄프, 종이 및 종이제품 제조업	67,976	143.99
17	인쇄 및 기록매체 복제품 제조업	69,047	1.23
18	코크스, 석유정제품 및 핵연료제품 제조업	12,692	157.68
19	화합물 및 화학제품 제조업	169,011	41.73
20	고무 및 플라스틱제품 제조업	240,335	6.04
21	비금속광물제품 제조업	101,400	170.83
22	제1차 금속산업제품 제조업	152,087	47.68
23	금속가공제품(기계 및 장비 제외) 제조업	401,198	6.00
24	기타 기계 및 장비제품 제조업	393,611	2.97
25	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	427,089	1.45
26	전기장비 제품 제조업	205,585	3.39
27	의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업	95,745	0.54
28	자동차 및 트레일러 제조업	306,542	7.75
29	기타 운송장비 제조업	165,502	10.15
30	가구제품 제조업	63,212	1.34
31	기타제품 제조업	61,227	0.44
46	도소매업	2,680,253	3.31

② 광업제조업조사의 연간 출하액(제조업)

○ 통계청에서 제공하고 있는 광업·제조업조사의 연간 출하액 자료를 분석하여 물동량 산정에 반영(제조업)

– 전국의 제조업 사업체 중에 10인 이상 사업체에 대해 사업체수, 생산액, 출하금액, 완제품 연말제고액 등의 결과를 제공하고 있음

– 시군구별, 품목별 출하금액을 합산하여 품목별 총 출하금액을 산출하고, 이전년도 총 출하금액 대비 증감율을 반영하여 발생량 산정

○ 10인 미만 사업체에 대한 조사결과가 제공되지 않아 그에 대한 보정 방안이 필요할 것임

○ 물가변동에 따른 출하금액에 대한 물동량 변화량을 예측할 수 없다는 한계가 있으나, 출하금액의 패턴은 반영할 수 있을 것임

* 통계표ID : DT_1632E
* 통계표명 : 품목분류별 사업체수, 생산액, 출하 및 연말재고액(10명이상, 2011년)
* 수록기간 : (년 : 2011 ~ 2011)
* 조회기간 : [년] 2011 ~ 2011
* 출처 : 통계청 경제통계국 산업통계과 042-481-2141
* 자료다운일자 : 2013/10/30 10:22:43
* 위치 : 광공업 에너지 - 광공업 - 광업 제조업조사 - 품목편 - 9차 개정 - 품목분류별 사업체수, 생산액, 출하 및 연말재고액(10명이상
* 통계표URL : http://kosis.kr/gen_etl/start.jsp?orgId=101&tblId=DT_1632E&conn_path=I3&path=광공업 에너지 - 광공업 - 광업 제조업조사 - 품목편 - 9차 개정 - 품목분류별 사업체수, 생산액, 출하 및
* URL주소는 최초 사용하기 전에 링크를 활성화시키기 바랍니다. ▶ 활성화 방법 : 해당 셀에서 마우스를 더블클릭(또는 F2키 누름) 후 Enter(엔터)키 입력
* 엑셀뷰어만 설치된 PC에서는 URL을 복사하여 인터넷창에 붙여넣기 하세요.
* KOSIS 개편시 통계표 URL은 달라질 수 있습니다.
* 단위 :

행정구역별	품목별	2009	2010	2011
행정구역별	품목별	출하금액 (백만원)	출하금액 (백만원)	출하금액 (백만원)
전 국	제조업	1,083,921,476	1,326,113,913	1,449,925,863
전 국	식료품 제조업	51,559,644	55,967,382	60,057,499
전 국	음료 제조업	8,231,084	7,757,633	9,224,617
전 국	담배 제조업	3,311,584	3,100,366	3,032,240
전 국	섬유제품 제조업 ;	14,161,532	19,573,517	18,422,813
전 국	의복 의복액세서리	15,128,251	18,282,211	16,391,699
전 국	가죽 가방 및 신발	3,869,199	4,626,665	5,004,843
전 국	목재 및 나무제품 ;	4,163,822	4,364,247	4,540,879
전 국	펄프 종이 및 종이	16,834,986	19,820,624	20,729,390
전 국	인쇄 및 기록매체 !	345,796	4,598,405	276,029
전 국	코크스 연탄 및 석	79,366,964	111,700,592	137,925,742
전 국	화학물질 및 화학	109,147,236	116,993,053	163,970,283
전 국	의료용 물질 및 의	12,318,154	13,439,713	13,395,968
전 국	고무제품 및 플라스	42,021,761	51,174,771	54,757,628
전 국	비금속 광물제품 ;	29,840,468	32,194,276	30,850,114
전 국	1차 금속 제조업	110,053,302	139,320,676	161,425,182
전 국	금속가공제품 제조	55,595,441	62,482,249	66,940,715
전 국	전자부품 컴퓨터 영	200,406,827	253,079,631	248,422,463
전 국	의료 정밀 광학기기	11,923,374	14,651,857	16,522,937
전 국	전기장비 제조업	54,111,735	60,982,511	66,886,035
전 국	기타 기계 및 장비	75,479,883	91,127,774	104,766,885
전 국	자동차 및 트레일러	112,696,730	145,659,810	165,431,757
전 국	기타 운송장비 제조	61,552,389	82,074,995	66,382,750
전 국	가구 제조업	8,204,432	9,378,882	10,187,695
전 국	기타 제품 제조업	3,596,882	3,762,073	4,379,700

<그림 2-5> 광업제조업조사 예시(제조업)

③ 도소매업조사의 연간 매출액(도매업)

○ 통계청에서 실시하고 있는 도소매업조사를 통해 제공하고 있는 연간 매출액 추이를 분석하여 물동량 산정에 반영

– 도소매업조사에서는 도소매업에 종사하는 사업체수, 종사자수, 매출액, 연간급여액 등을 조사하여 제공하고 있음

– 도매업에 해당하는 업체의 매출액을 산출하여 이전년도 대비 증감율을 2011년 전수화 결과에 반영하여 보완갱신

○ 출하액과 마찬가지로 물가변동에 따른 물동량 변화량을 예측할 수 없다는 한계가 있지만, 매출액의 패턴은 반영할 수 있을 것임

* 통계표ID :	DT_1KA3001				
* 통계표명 :	시도/산업별 총괄				
* 수록기간 :	(년 : 2006 ~ 2011)				
* 조회기간 :	[년] 2007 ~ 2011				
* 출처 :	경제통계국 산업통계과 042-481-2203				
* 자료다운일자 :	2013/10/30 10:28:33				
* 위치 :	도소매·서비스 - 도소매업조사 - 9차개정 - 도소매업조사(2007~) - 시도/산업별 총괄				
* 통계표URL :	http://kosis.kr/gen_etl/start.jsp?orgId=101&tblId=DT_1KA3001&conn_path=I3&path=도소매·서비스 - 도소매업조사 - 9차개정 - 도소매업조사(2007~) - 시도/산업별 총괄				
	* URL주소는 최초 사용하기 전에 링크를 활성화시키기 바랍니다. ▶ 활성화 방법 : 해당 셀에서 마우스를 더블클릭(또는 F2키 누름) 후 Enter(엔터)키 입력				
	* 엑셀뷰어만 설치된 PC에서는 URL을 복사하여 인터넷창에 붙여넣기 하세요.				
	* KOSIS 개편시 통계표 URL은 달라질 수 있습니다.				
* 단위 :					
시도별	산업별	2007	2008	2009	2011
시도별	산업별	매출액(백만원)	매출액(백만원)	매출액(백만원)	매출액(백만원)
전국	도매 및 소매업(45~47)	586,417,952	653,349,194	666,411,658	906,209,659
전국	자동차 및 부품 판매업	35,971,982	36,454,458	41,851,577	61,738,264
전국	도매 및 상품중개업	352,820,110	399,932,572	396,822,247	551,484,970
전국	소매업; 자동차 제외	197,625,860	216,962,163	227,737,834	292,986,425

<그림 2-6> 도소매업조사 예시

④ 장래증가율

○ 2011년 전국 화물O/D조사에서 도출된 품목별 종사자 1인당 물동량 처리량을 장래 종사자 예측치에 적용하여 발생량을 산정하는 방법

<표 2-9> 품목별 장래 증가율

단위: %

품목	장래증가율	품목	장래증가율
10	1.66	22	2.61
11	−1.04	23	0.06
12	−2.86	24	2.28
13	−0.18	25	0.54
14	−0.94	26	−0.14
15	1.34	27	0.04
16	−0.59	28	0.06
17	2.40	29	2.23
18	1.38	30	0.57
19	1.71	31	0.82
20	0.01	도매업	1.20
21	−0.61		

⑤ 산출 결과

○ 위에서 제시한 각각의 방법으로 산출된 2010년 기준 제조업 및 도매업 발생량을 비교한 결과는 다음과 같음

– 대체적으로 유사한 결과값을 나타내고 있지만, 장래증가율을 적용한 결과는, 나머지 두 결과값보다 큰 것으로 나타났음

<표 2-10> 2010년 기준 제조업 및 도매업 발생량 산출 결과 비교

단위: 톤

품목	종사자수	출하액/매출액	장래증가율
음식료품 제조업	46,701,711	45,038,435	48,167,578
담배제품 제조업	49,554	48,546	47,977
섬유제품 제조업	11,542,505	12,647,080	12,254,636
의복 및 모피제품 제조업	1,603,820	1,858,290	1,669,060
가죽, 가방, 마구류 및 신발제품 제조업	424,438	414,359	452,503
목재 및 나무제품(가구제외) 제조업	33,646,911	32,585,879	33,455,701
펄프, 종이 및 종이제품 제조업	115,613,800	112,306,541	118,153,352
인쇄 및 기록매체 복제품 제조업	1,014,564	17,029,769	998,319
코크스, 석유정제품 및 핵연료제품 제조업	21,792,366	19,449,356	23,689,258
화합물 및 화학제품 제조업	78,634,927	62,232,002	83,199,610
고무 및 플라스틱제품 제조업	16,708,220	16,268,680	17,405,919
비금속광물제품 제조업	211,289,262	216,920,592	209,129,377
제1차 금속산업제품 제조업	82,178,087	75,094,990	84,800,131
금속가공제품(기계 및 장비 제외) 제조업	27,884,497	26,956,470	28,863,230
기타 기계 및 장비제품 제조업	13,116,963	12,207,640	13,721,940
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	7,104,824	7,589,329	7,409,668
전기장비 제품 제조업	7,959,407	7,623,326	8,372,908
의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업	563,618	549,103	618,966
자동차 및 트레일러 제조업	26,645,315	25,099,387	28,488,862
기타 운송장비 제조업	18,707,220	24,911,763	19,708,401
가구제품 제조업	992,587	938,246	1,013,431
기타제품 제조업	311,192	275,859	318,548
도소매업	104,114,923	96,434,263	105,331,119
전체	724,485,789	718,045,642	741,939,373

나. 화물 도착량 추정

1) 개요

① MRIO 적용

○ 2011년 전국 화물O/D 조사는 화물발생을 기준으로 표본설계가 이루어져 화물 도착량을 산정하는데 통계적으로 한계가 있음

○ 이에 따라 산업간 및 지역간 재화와 서비스의 흐름을 나타냄으로써 지역별 경제구조, 산업간 및 지역간 상호연관관계를 파악할 수 있는 분석방법을 제공하는 지역간 산업연관표를 활용하여 도착량을 산정함

○ 전국 지역간 화물물동량 추정을 위하여 2005년 기준으로 한국은행에서 배포한 지역간 산업연관표를 이용함

– 한국은행이 16개 시도별(서울, 인천, 경기, 대전, 충북, 충남, 광주, 전북, 전남, 대구, 경북,

부산, 울산, 경남, 강원, 제주)로 구분된 지역간 산업연관표를 발표함에 따라 이를 활용함

② 실제 도착지 비율 적용

○ 임산물의 경우 산림청에서 제공하는 최종소비지 정보를 반영하여 도착량 산정

○ 광업(석탄, 석화석, 비금속광물)의 경우 철도 수송실적의 도착지 비율을 활용하여 도착량 산정

2) 지역간 산업연관표(MRIO)

○ 산업연관표는 일정기간(보통 1년) 동안 일정지역 내에서 재화와 서비스의 생산 및 처분과 관련된 모든 거래를 일정한 원칙과 형식에 따라 기록한 행렬(matrix)형식의 종합적인 통계표임

○ 산업연관표는 각 지역의 경제구조뿐만 아니라 산업간 상호연관관계를 일정한 기준에 의하여 수량적으로 나타냄으로써 지역의 경제 및 산업구조 분석과 지역경제정책 수립 및 정책효과 측정 등에 유용한 분석도구로 널리 활용됨

○ 산업연관표는 지역내 산업연관표와 지역간 산업연관표로 구분되는데 지역내 산업연관표는 단일 지역 내의 산업간 연관관계만 보여주는 반면 지역간 산업연관표는 지역간 산업연관관계를 보여줄 수 있어 화물도착량 산정에 적용할 수 있음

○ 산업연관표는 대분류 28부문, 중분류 78부문, 소분류 168부문으로 구성되어 있어서 화물 도착량 산정에 이용하기 전에 품목을 서로 매칭시키고 매칭된 품목에 대하여 지역간 산업연관표를 재작성함

- <표 2-11>과 같이 중분류 78개 부문 중 표준산업분류와 매칭되는 47품목을 KTDB의 26개 품목으로 정리하였음(1～4번 품목, 10～31번 품목)

○ 산업연관표는 재화와 서비스의 거래형태에 따라 산업부문 상호간의 중간재 거래를 나타내는 중간수요와 각 산업부문에서 노동, 자본 등 본원적 생산요소의 투입을 나타내는 부가가치, 그리고 각 산업부문의 생산물이 최종소비자에게 판매되는 내역을 나타내는 최종수요로 구분됨

○ 도착량을 산정하기 위하여 지역간 산업연관표에서 중간수요와 최종수요 흐름을 반영하여 각 산업부문에서 발생한 품목이 다른 산업의 중간재로 활용되는 중간도착량과, 최종소비지로 투입되어 소비되거나 재탄생되는 최종도착량을 산정하고, 두 도착량을 합산하여 품목별 도착량으로 산정함

<표 2-11> 지역간산업연관표(MRIO) 구조(2개 지역, 3개 산업 예시)

산출 / 투입			중간수요						최종수요		총 수요	수입	순 이익	총 산출
			지역L			지역M			소비 등	수출				
			산업1	산업2	산업3	산업1	산업2	산업3						
중간투입	지역L	산업1	10	15	20	5	10	15	40	15	130	5	−25	150
		산업2	20	10	40	15	25	20	50	35	215	10	5	200
		산업3	20	25	10	10	35	15	85	45	245	5	−10	250
	지역M	산업1	5	20	10	40	50	30	80	95	330	5	25	300
		산업2	25	10	30	70	30	90	70	30	355	10	−5	350
		산업3	10	35	30	60	80	80	100	25	420	10	10	400
부가 가치			60	85	110	100	120	150						
총 투 입			150	200	250	300	350	400						

다. 품목매칭

○ 화물 도착량을 산정하기 전에 한국표준산업분류상의 품목(KTDB 품목)과 지역간 산업연관표상의 품목을 서로 대응시키고, 대응된 품목에 대해 지역간 산업연관표를 재작성하여 사용함

<표 2-12> 산업연관표와 KTDB 품목 분류

KTDB 분류			산업연관표 분류			
중분류		소분류	중분류		소분류	
1	농산물	작물생산물 및 달리 분류되지 않은 기타작물생산물, 통작업 생산물, 채소, 화훼작물 및 종묘생산물, 채소작업생산물, 종묘생산물, 시설작물 생산물	001	작물	001	벼
					002	맥류및잡곡
					003	채소및과실
					004	기타식용작물
					005	비식용작물
2	임산물	임산물, 벌목 및 관련 서비스물, 영림생산물, 종묘, 육림생산물, 벌목업, 임업관련 서비스품	003	임산물	007	육림
					008	원목
					009	기타임산물
3	수산물	일반어업, 원양어업, 근해어업, 연안어업, 양식업, 수생동식물 종묘생산업과 관련 생산물, 어업관련서비스품	004	수산물	010	수산어획
					011	수산양식
4	축산물	소, 말 및 양사육업, 양잠업, 양돈업, 양봉업, 가금 부화업, 양계업, 육우 사육업, 기타 축산업과 관련생산물	002	축산	006	축산
10	음식료품 제조업	도축업, 육류가공 및 저장처리업, 수산동물 가공 및 저장 처리업, 수산식물 가공 및 저장 처리업, 과실, 채소 가공 및 저장 처리업, 동물성 및 식물성 유지 제조업, 낙농제품 및 식용빙과류 제조업, 곡물가공품 제조업, 전분제품 및 당류 제조업, 떡, 빵 및 과자류 제조업, 설탕 제조업, 면류, 마카로니 및 유사식품 제조업, 조미료 및 식품 첨가물 제조업, 기타 식료품 제조업, 동물용 사료 및 조제식품 제조업, 발효주 제조업, 증류주 및 합성주 제조업, 비알콜음료 및 얼음 제조업,	009	육류 및 낙농품	019	육류및육가공품
					020	낙농품
			010	수산가공품	021	수산가공품
			011	정곡 및 제분	022	정곡
					023	제분
			012	제당 및 전분	024	제당
					025	전분및당류
			013	빵,과자 및 국수류	026	빵,과자및 국수류
			014	조미료 및 유지	027	조미료
					028	유지및식용유
			015	과채가공품 및 기타식료품	029	과실및채소가공품
					030	기타식료품
			016	음료품	031	주류
					032	음료수및얼음
			017	배합사료	033	배합사료
11	담배제조업	담배 제조업	018	담배	034	담배
12	섬유제품 제조업; 의복제외	방적 및 가공사 제조업, 직물 직조업, 직물제품 제조업, 편조원단 제조업, 편조제품 제조업, 섬유제품 염색, 정리 및 마무리 가공업, 카펫, 마루덮개 및 유사제품 제조업, 끈, 로프, 망 및 끈가공품 제조업, 그 외 기타 섬유제품 제조업	019	섬유사	035	천연섬유사
					036	화학섬유사
					037	재봉사및기타섬유사
			020	섬유직물	038	천연섬유직물
					039	화학섬유직물
					040	기타섬유직물
					041	편조원단
					042	섬유표백및염색
			022	기타섬유제품	046	기타섬유제품

<표 2-12> 산업연관표와 KTDB 품목 분류(계속)

KTDB 분류			산업연관표분류			
중분류		소분류	중분류		소분류	
13	의복, 의복 액세서리 및 모피제품 제조업	정장 제조업, 내의 및 잠옷 제조업, 한복 제조업, 기타 봉제의복 제조업, 모피가공 및 모피제품 제조업, 편조의복 제조업, 편제의복 액세서리 제조업, 기타 의복액세서리 제조업	021	의복 및 장신품	043	편직제의복및장신품
					044	직물제의복및장신품
					045	가죽및모피의류
14	가죽, 가방 및 신발제품 제조업	원피가공 및 가죽 제조업, 핸드백, 가방 및 기타 보호용 케이스 제조업, 기타 가죽제품 제조업, 신발 제조업, 신발부분품 제조업	023	가죽제품및 모피	047	가죽및모피
					048	가방및핸드백
					049	신발
					050	기타가죽제품
15	목재 및 나무제품 제조업 (가구제외)	제재 및 목재 가공업, 박판, 합판 및 강화목제품 제조업, 건축용 나무제품 제조업, 목재상자, 드럼 및 적재판 제조업, 기타 나무제품 제조업, 코르크 및 조물제품 제조업	024	목재 및 나무제품	051	목재
					052	나무제품
16	펄프, 종이 및 종이제품 제조업	펄프제조업, 종이 및 판지 제조업, 골판지 및 골판지상자 제조업, 종이포대, 판지상자 및 종이용기 제조업, 기타종이 및 판지제품 제조업	025	펄프 및 종이	053	펄프
					054	종이류
					055	종이제품
17	인쇄 및 기록매체 복제업	인쇄업, 인쇄관련 산업, 기록매체 복제업	026	인쇄,출판및 복제	056	인쇄,출판및복제
18	코크스, 연탄 및 석유정제품제조업	코크스 및 연탄 제조업, 원유 정제처리업, 석유 정제물 재처리업	028	석유제품	058	나프타
					059	연료유
					060	기타석유제품
19	화합물 및 화학제품 제조업	기초유기화학물질 제조업, 기초무기화학물질 제조업, 무기안료, 염료, 유연제 및 기타착색제 제조업, 비료 및 질소화합물 제조업, 합성고무 및 플라스틱 물질 제조업, 살충제 및 기타 농약 제조업, 잉크, 페인트, 코팅제 및 유사제품 제조업, 세제, 화장품 및 광택제 제조업, 그 외 기타 화학제품 제조업, 화학섬유 제조업, 기초 의약물질 및 생물학적 제제 제조업, 완제 의약품 제조업, 한의약품 제조업, 동물용 의약품 제조업, 의료용품 및 기타 의약관련제품 제조업	029	유기화학기초제품	061	석유화학기초제품
					062	기타유기화학기초제품
			030	무기화학기초제품	063	무기화학기초제품
			031	합성수지및합성고무	064	합성수지
					065	합성고무
			032	화학섬유	066	화학섬유
			033	비료및농약	067	비료
					068	농약
			034	의약품및화장품	069	의약품
					070	화장품및비누
			035	기타화학제품	071	염료, 안료 및 도료
					072	기타화학제품

<표 2-12> 산업연관표와 KTDB 품목 분류(계속)

KTDB 분류			산업연관표분류			
중분류		소분류	중분류		소분류	
20	고무제품 및 플라스틱 제품제조업	고무타이어 및 튜브 생산업, 기타 고무제품 제조업, 1차 플라스틱제품 제조업, 건축용 플라스틱제품 제조업, 포장용 플라스틱제품 제조업, 기계장비 조립용 플라스틱제품 제조업, 플라스틱 발포 성형제품 제조업, 기타 플라스틱제품 제조업	036	플라스틱제품	073	플라스틱제품
			037	고무제품	074	타이어및튜브
					075	기타고무제품
21	비금속 광물제품 제조업	판유리제조업, 산업용유리 및 판유리 가공품 제조업, 기타 유리제품 제조업, 일반도자기 제조업, 내화 요업제품 제조업, 구조용 비내화 요업제품 제조업, 시멘트, 석화 및 플라스터 제조업, 콘크리트, 시멘트 및 플라스터 제품 제조업, 석제품 제조업, 그 외 기타 비금속 광물제품 제조업	038	유리제품	076	유리제품
			039	도자기및 점토제품	077	도자기
					078	점토제품
			040	시멘트및 콘크리트	079	시멘트
					080	콘크리트제품
			041	기타 비금속광물	081	기타비금속 광물제품
22	제1차 금속 제조업	제철,제강 및 합금철 제조업, 철강 압연, 압출 및 연신제품 제조업, 철강관 제조업, 기타 1차 철강 제조업, 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업, 비철금속 압연, 압출 및 연신제품 제조업, 기타 1차 비철금속 제조업, 철강 주조업, 비철금속 주조업	042	선철 및 조강	082	선철및합금철
					083	강반성품
			043	철강1차 제품	084	열간압연강재
					085	냉간압연강재
					086	주단강품
					087	기타철강1차 제품
			044	비철금속괴 및 1차제품	088	비철금속괴
					089	비철금속1차 제품
23	금속가공 제품제조업: 기계 및 가구제외	구조용 금속제품 제조업, 금속탱크, 저장조 및 유사 용기 제조업, 핵반응기 및 증기발생기 제조업, 무기 및 총포탄 제조업, 금속 단조, 압형 및 분말야금 제품 제조업, 금속열처리, 도금 및 기타 금속가공업, 날붙이, 수공구 및 일반철물 제조업, 금속파스너, 스프링 및 금속선 가공제품 제조업, 그 외 기타 금속가공제품 제조업	045	금속제품	090	건설용금속 제품
					091	금속제용기
					092	공구및철선 제품
					093	기타금속제품
24	기타기계 및 장비제조업	내연기관 및 터빈 제조업 ; 항공기용 및 차량용 제외, 유압기기 제조업, 펌프 및 압축기 제조업 ; 탭,밸브 및 유사장치 제조 포함, 베어링, 기어 및 동력전달장치 제조업, 산업용 오븐, 노 및 노용 버너제조업, 산업용트럭, 승강기 및 물품취급장비 제조업, 냉각, 공기조화, 여과,증류 및 가스발생기 제조업, 사무용기계 및 장비 제조업, 기타 일반 목적용 기계 제조업, 농업 및 임업용 기계 제조업, 가공공작기계 제조업, 금속주조 및 기타 야금용 기계 제조업, 건설 및 광산용 기계장비 제조업, 음식료품 및 담배 가공기계 제조업, 섬유, 의복 및 가죽 가공기계 제조업, 반도체 및 평판디스플레이 제조용 기계 제조업, 산업용 로봇 제조업, 기타 특수 목적용 기계 제조업	046	일반목적용 기계및장비	094	내연기관및터빈
					095	일반목적용기계 부품
					096	산업용운반기계
					097	공조및냉온장비
					098	기타일반목적용 기계
			047	특수목적용 기계및장비	099	금속가공용기계
					100	농업및건설기계
					101	기타특수목적용 기계

<표 2-12> 산업연관표와 KTDB 품목 분류(계속)

KTDB 분류			산업연관표분류			
중분류		소분류	중분류		소분류	
25	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	전자집적회로 제조업, 다이오드, 트랜지스터 및 유사 반도체 소자 제조업, 평판 디스플레이 제조업, 인쇄회로기판 및 전자부품 실장기판 제조업, 기타 전자부품 제조업, 컴퓨터 제조업, 기억장치 및 주변기기 제조업, 유선 통신장비 제조업, 방송 및 무선 통신장비 제조업, 텔레비전, 비디오 및 기타 영상기기 제조업, 오디오, 스피커 및 기타 음향기기 제조업, 마그네틱 및 광학매체 제조업	049	전자기기부품	104	전자표시장치
					105	반도체
					106	기타전자부분품
			050	영상,음향및통신기기	107	영상및음향기기
					108	통신및방송기기
			051	컴퓨터및 사무기기	109	컴퓨터및 주변기기
					110	사무용기기
26	전기장비 제조업	전동기, 발전기 및 전기변환장치 제조업, 전기공급 및 전기제어 장치 제조업, 일차전지 및 축전지 제조업, 절연선 및 케이블 제조업, 전구 및 램프 제조업, 조명장치 제조업, 가정용 전기기기 제조업, 가정용 비전기식 조리 및 난방기구 제조업, 기타 전기장비 제조업	048	전기기계및 장치	102	발전기,전동기 및 전기변환장치
					103	기타전기장치
			052	가정용 전기기기	111	가정용 전기기기
27	의료,정밀, 광학기기및시계제조업	방사선장치 및 전기식 진단기기 제조업, 기타 의료용 기기 제조업, 측정, 시험, 항해, 제어 및 기타 정밀기기 제조업, 안경 제조업, 광학기기 및 사진장비 제조업, 시계 및 시계부품 제조업	053	정밀기기	112	의료 및 측정기기
					113	광학기기
					114	시계
28	자동차 및 트레일러 제조업	자동차용 엔진 제조업, 자동차 제조업, 자동차 차체 및 트레일러 제조업, 자동차 엔진용 부품 제조업, 자동차 차체용 부품 제조업, 기타 자동차 부품 제조업	054	자동차	115	자동차
					116	자동차엔진 및 부품
					117	트레일러 및 콘테이너
29	기타운송 장비제조업	선박 건조업, 오락 및 스포츠용 보트 건조업, 철도장비 제조업, 항공기, 우주선 및 보조장치 제조업, 항공기용 엔진 및 부품 제조업, 전투용 차량 제조업, 모터사이클 제조업, 그 외 기타 분류안된 운송장비 제조업	055	선박	118	선박
			056	기타수송장비	119	철도차량
					120	항공기
					121	기타수송장비
30	가구 제조업	침대 및 내장가구 제조업, 목재가구 제조업, 기타 가구 제조업	057	가구	122	가구
31	기타제품 제조업	귀금속 및 관련제품 제조업, 모조 귀금속 및 모조 장신용품 제조업, 악기 제조업, 운동 및 경기용구 제조업, 인형, 장난감 및 오락용품 제조업, 간판 및 광고물 제조업, 사무 및 회화용품 제조업, 가발, 장식용품 및 교시용 모형 제조업, 그 외 기타 분류안된 제품 제조업	058	기타 제조업제품	123	장난감 및 운동용품
					124	기타제조업 제품

3) 화물 도착량 산정 과정

① 화물 발생량 배분

○ 화물 발생량과 도착량의 총합은 서로 동일하다는 가정하에 화물발생단계에서 추정된 품목별 발생량을 지역간 산업연관표의 지역별 투입계수로 배분하여 화물도착량 산정

- 투입계수는 총투입액에 대한 권역별, 품목별 투입액 비율으로 산출
- 산업연관표는 중간재와 최종재를 구분하여 제시하고 있기 때문에 투입계수를 적용하기 전에 품목별 화물발생량을 중간수요와 최종수요로 배분함
- 발생량을 중간수요와 최종수요로 배분하기 위하여 산업연관표 상에 제시되어 있는 품목별, 권역별 중간수요합계와 최종수요합계에 대한 비율을 산출하고, 그 비율에 따라 발생량을 배분함

<표 2-13> 지역간 산업연관표 구조

구분		중간수요			최종수요			지역내 산출액
		지역1	지역2	합계	지역1	지역2	합계	
국산투입	지역1	Z_{11}	Z_{12}	Z_1	Y_{11}	Y_{12}	Y_1	X_1
	지역2	Z_{21}	Z_{22}	Z_2	Y_{21}	Y_{22}	Y_2	X_2
수입투입		M_1	M_2		Y_1	Y_2		
부가가치		V_1	V_2					
지역내 산출액		X_1	X_2					

- 여기서, 지역1의 중간수요비율 = $\frac{Z_1}{X_1}$, 지역1의 최종수요비율 = $\frac{Y_1}{X_1}$

지역2의 중간수요비율 = $\frac{Z_2}{X_2}$, 지역2의 최종수요비율 = $\frac{Y_2}{X_2}$

② 중간수요 도착량 산출

○ 중간수요 산출액 총량은 각 지역에 대한 국산투입, 수입투입, 부가가치로 구성되어 있으나 국내 물동량 산정에 적용하기 위하여 지역별 국산투입의 합계를 중간수요의 합계로 사용함

– 본 연구에서는 수입투입 및 부가가치에 대한 산출액은 중간수요 합계에서 제외함

○ 중간수요 투입계수는 중간수요의 산출액 총량에 대한 i지역에서 j지역으로 도착하는 k품목의 산출액이 차지하는 비율이고, 각 품목별로 구분하여 산정함

<표 2-14> 중간수요 구조

구분			중간수요		중간수요 총산출액	전체합계
			지역1	지역2		
국산투입	지역1	품목A	A_{11}^{Z}	A_{12}^{Z}	A_{1}^{Z}	A^{Z}
	지역2		A_{21}^{Z}	A_{22}^{Z}	A_{2}^{Z}	
	지역1	품목B	B_{11}^{Z}	B_{12}^{Z}	B_{1}^{Z}	B^{Z}
	지역2		B_{21}^{Z}	B_{22}^{Z}	B_{2}^{Z}	

– 여기서, $f_{11}^{A}=\frac{A_{11}^{Z}}{A_{1}^{Z}}$, $f_{12}^{A}=\frac{A_{12}^{Z}}{A_{1}^{Z}}$, $f_{21}^{A}=\frac{A_{21}^{Z}}{A_{2}^{Z}}$, $f_{22}^{A}=\frac{A_{22}^{Z}}{A_{2}^{Z}}$

$f_{11}^{B}=\frac{B_{11}^{Z}}{B_{1}^{Z}}$, $f_{12}^{B}=\frac{B_{12}^{Z}}{B_{1}^{Z}}$, $f_{21}^{B}=\frac{B_{21}^{Z}}{B_{2}^{Z}}$, $f_{22}^{B}=\frac{B_{22}^{Z}}{B_{2}^{Z}}$

f_{ij}^{k}: i 권역에서 j 권역에 도착하는 k 품목의 중간수요 투입계수

○ 산출된 투입계수와 화물발생량 추정결과를 이용하여 16개 권역별, 26개 품목별 도착량을 계산함

– j권역의 k품목의 물동량은 다음과 같이 산정함

$$D_{j}^{Zk}=\sum_{i}\sum_{k}O_{i}^{Zk}\times f_{ij}^{k}$$

– 여기서, i, j: 16개 권역을 나타내는 첨자($i, j=1, 2, ..., 16$)

D_{j}^{Zk}: j 권역에 도착하는 k 품목의 중간수요 도착량

O_{i}^{Zk}: i 권역에서 발생하는 k 품목의 중간수요 발생량

f_{ij}^{k}: i 권역에서 j 권역에 도착하는 k 품목의 중간수요 투입계수

③ 최종수요 도착량 산출

○ 최종수요도 중간수요에 적용한 방법과 동일하게 품목별, 지역별 각 최종수요 산출액 합을 구하고 그 합에 대한 비율을 이용하여 투입계수를 산정함

– 최종수요 산출액 총액은 민간소비지출, 정부소비지출, 수출 등으로 구성되어 있으며 이들의 지역별, 품목별 합계를 최종수요의 총산출액으로 사용함

○ 최종수요의 투입계수 산출 및 최종수요 도착량 산정은 중간수요와 동일하게 이루어짐

<표 2-15> 최종수요 구조

구분			최종수요		최종수요 총산출액	전체합계
			지역1	지역2		
국산투입	지역1	품목A	A_{11}^{Y}	A_{12}^{Y}	A_{1}^{Y}	A^{Y}
	지역2		A_{21}^{Y}	A_{22}^{Y}	A_{2}^{Y}	
	지역1	품목B	B_{11}^{Y}	B_{12}^{Y}	B_{1}^{Y}	B^{Y}
	지역2		B_{21}^{Y}	B_{22}^{Y}	B_{2}^{Y}	

– 여기서, $h_{11}^{A}=\frac{A_{11}^{Y}}{A_{1}^{Y}}$, $h_{12}^{A}=\frac{A_{12}^{Y}}{A_{1}^{Y}}$, $h_{21}^{A}=\frac{A_{21}^{Y}}{A_{2}^{Y}}$, $h_{22}^{A}=\frac{A_{22}^{Y}}{A_{2}^{Y}}$

$h_{11}^{B}=\frac{B_{11}^{Y}}{B_{1}^{Y}}$, $h_{12}^{B}=\frac{B_{12}^{Y}}{B_{1}^{Y}}$, $h_{21}^{B}=\frac{B_{21}^{Y}}{B_{2}^{Y}}$, $h_{22}^{B}=\frac{B_{22}^{Y}}{B_{2}^{Y}}$

h_{ij}^{k}: i 권역에서 j 권역에 도착하는 k 품목의 최종수요 투입계수

○ 산출된 투입계수와 화물발생량 추정결과를 이용하여 16개 권역별, 26개 품목별 도착량을 계산함

– j권역의 k품목의 물동량은 다음과 같이 산정함

$$D_{j}^{Yk}=\sum_{i}\sum_{k}O_{i}^{Yk}\times h_{ij}^{k}$$

– 여기서, i, j: 16개 권역을 나타내는 첨자($i, j=1, 2, ..., 16$)

D_{j}^{Yk}: j 권역에 도착하는 k 품목의 최종수요 도착량

O_{i}^{Yk}: i 권역에서 발생하는 k 품목의 최종수요 발생량

h_{ij}^{k}: i 권역에서 j 권역에 도착하는 k 품목의 최종수요 투입계수

④ 화물 총 도착량 산출

○ 위의 과정에서 산출된 중간수요에 의한 도착량과 최종수요에 의한 도착량을 합산하여 화물 도착량으로 산출

4) 권역별 도착량을 251개 존으로 세분화

○ 16개 시도 권역별로 산출된 화물 도착량을 251개 시군구 단위로 세분화하기 위하여 존별 종사자수 통계자료를 이용함

– 통계청에서 배포하는 전국 사업체조사 자료를 활용하여 전체 종사자수로 각 시도별 비율을 산출

○ 전국의 시군구별, 품목별 도착량은 위에서 계산된 권역별 도착량을 시군구별 종사자수로 세분화하여 산정함

$$D_{jz}^{k} = D_{j}^{k} \times \left(\frac{E_{jz}}{\sum_{z} E_{jz}} \right)$$

– 여기서, D_{jz}^{k} : j 권역내 z존에 도착하는 k 품목의 도착량

E_{jz} : j 권역내 z존의 종사자수

5) 특정 품목에 대한 도착지 비율 검토

○ 통행분포모형으로 중력모형이 아닌 별도의 모형을 검토하기로 한 임산물, 석탄광물, 금속광물, 비금속광물에 대한 실제 도착지 및 도착지별 분포 비율을 추정함

– 임산물, 석탄광물, 금속광물의 경우 조사 표본수가 적기 때문에 도착지 분포를 특정 모형으로 추정하기에는 어려움이 있음

– 또한 해당 품목들은 비금속광물과 같이 특정 지역만을 도착지로 국한할 수 있는 품목 특성을 가진다고 할 수 있기 때문에, 본 절에서는 모형이 아닌 실제 통계치를 기반으로 도착지 및 도착지별 분포 비율을 추정함

– 따라서 해당 품목들은 물동량 발생존의 위치에 상관없이 발생된 물동량은 모두 정해진 도착지 존 비율로 분포한다고 가정함

– 한편, 해당 품목들의 장래 통행분포 예측치는 성장인자모형의 한 종류인 Fratar모형을 적용하여 추정함

① 임산물

○ 임산물의 도착지 및 도착지별 분포 비율은 임산물유통정보시스템에서 제공하는 임업 관련 품목별 소비지 정보를 기반으로 추정함

- 임산물유통정보시스템에서 취급하는 임업 관련 품목은 단기소득임산물, 국산 원목, 톱밥, 국산 제재목, 합판, PB, 섬유판, OSB 등이며, 본 절에서는 2011년 기준 품목별 소비지 정보를 기반으로 매월 첫째 주 화요일, 수요일, 목요일에 대한 소비지 정보만을 추출하여 임산물에 대한 도착지를 한정함
- 한편 임산물유통정보시스템에서는 16개 시도에 대한 소비지 정보만을 제공하기 때문에, 통계청에서 제공하는 시군구통계 중 시군구별 임업 사업체수를 적용하여 임산물에 대한 도착지별 비율을 추정함
- 추정 결과 임산물의 도착지별 분포 비율은 강원 홍천군, 경북 문경시 및 울진군이 상대적으로 높음

② 석탄광물, 금속광물, 비금속광물

○ 석탄광물, 금속광물, 비금속광물의 도착지 및 도착지별 분포 비율은 한국철도공사에서 제공하는 역간 품목별 수송실적 정보를 기반으로 추정함

- 이는 광업 관련 품목의 경우 대부분 규모가 크고 운송거리가 길기 때문에 화물자동차보다는 철도로 운송되는 특성이 강하기 때문임
- 해당 품목들의 도착지 및 도착지별 분포 비율을 추정하기 위하여 우선 한국철도공사에서 취급하는 품목을 KTDB 품목체계로, 그리고 철도 도착역을 251개 시군구 존체계로 매칭한 후, 품목별 수송실적에 따라 도착지 및 도착지별 분포 비율을 추정함
- 도착지별 분포 비율 추정 결과 석탄광물은 충북 단양군, 충남 공주시가, 금속광물은 강원 동해시, 경북 예천군이, 비금속광물은 강원 동해시, 충북 단양군이 각각 타 지역보다 높음

라. 통행분포

1) 개요

○ 통행발생 단계에서 추정된 존별, 품목별 발생량과 도착량을 존 간의 교차물동량으로 배분하기 위하여 조사 표본을 기반으로 상세업종별 통행거리에 따른 통행빈도 분포를 검토한 후,

KTDB 30개 품목별로 통행분포모형을 추정함

- 통행분포 모형을 추정하기 위하여 2011년 전국 화물O/D 조사 중 사업체물류현황조사의 3일간 수송현황 자료를 이용함

○ 통행거리에 따른 통행빈도 분포를 바탕으로 품목별 통행저항함수 형태를 추정

- 화물분포는 화물 발생량과 도착량을 배분하는 과정으로 중력모형이나 프라타모형을 이용하여 적정 분포를 도출함

○ 중력모형이 적합하지 않은 품목(임산물, 석탄광물, 금속광물, 비금속광물)은 실제 도착지 및 도착지별 분포 비율을 추정하여 프라타모형 적용

2) 통행저항함수 추정

① 통행저항함수

○ 통행거리에 따른 통행빈도 분포를 바탕으로 품목별 통행저항함수 형태를 추정하며, 본 절에서 검토한 통행저항함수 형태는 <표 2-16>과 같음

<표 2-16> 통행저항함수 형태

모형	방정식	선형화된 방정식
선형모형	$f(c_{ij}) = \alpha + \beta c_{ij}$	-
대수모형	$f(c_{ij}) = \alpha + \beta \ln(c_{ij})$	-
역모형	$f(c_{ij}) = \alpha + \beta\, c_{ij}^{-1}$	-
2차모형	$f(c_{ij}) = \alpha + \beta c_{ij} + \gamma c_{ij}^2$	-
3차모형	$f(c_{ij}) = \alpha + \beta c_{ij} + \gamma c_{ij}^2 + \delta c_{ij}^3$	-
복합모형	$f(c_{ij}) = \alpha + \beta^{c_{ij}}$	$\ln(f(c_{ij})) = \ln(\alpha) + (\ln(\beta))\, c_{ij}$
멱모형	$f(c_{ij}) = \alpha\, c_{ij}^{\beta}$	$\ln(f(c_{ij})) = \ln(\alpha) + \beta \ln(c_{ij})$
S-모형	$f(c_{ij}) = \exp(\alpha + \beta c_{ij}^{-1})$	$\ln(f(c_{ij})) = \alpha + \beta(c_{ij}^{-1})$
성장모형	$f(c_{ij}) = \exp(\alpha + \beta c_{ij})$	$\ln(f(c_{ij})) = \alpha + \beta c_{ij}$
지수모형	$f(c_{ij}) = \alpha \exp(\beta c_{ij})$	$\ln(f(c_{ij})) = \ln(\alpha) + \beta c_{ij}$
로지스틱모형	$f(c_{ij}) = (u^{-1} + \alpha\, \beta^{c_{ij}})^{-1}$	$\ln(f(c_{ij})^{-1} - u^{-1}) = \ln(\alpha) + (\ln(\beta))\, c_{ij}$
역지수모형	$f(c_{ij}) = \alpha \exp(-\beta c_{ij})$	$\ln(f(c_{ij})) = \ln(\alpha) - \beta c_{ij}$
역멱모형	$f(c_{ij}) = \alpha\, c_{ij}^{-\beta}$	$\ln(f(c_{ij})) = \ln(\alpha) - \beta \ln(c_{ij})$
역지수&역멱모형	$f(c_{ij}) = \alpha\, c_{ij}^{-\beta} \exp(-\gamma c_{ij})$	$\ln(f(c_{ij})) = \ln(\alpha) - \beta \ln(c_{ij}) - \gamma c_{ij}$

주 : $f(c_{ij})$는 통행저항함수, c_{ij}는 존간 통행거리를 의미함.
로지스틱모형에서 u는 상한경계값으로 $f(c_{ij})$의 최대치보다 큰 양수임
2011년 전국 화물 O/D 전수화 및 장래예측 보고서에서 인용함

② 통행저항함수 적합 결과

○ KTDB 30개 품목에 대하여 통행저항함수를 적합한 결과, 대부분의 품목(도매업품 포함)은 역멱함수 행태가 적합한 것으로 검토됨

– 반면 임산물, 석탄광물, 금속광물은 통행저항함수 형태가 통계적 유의성을 확보하지 못하기 때문에, 중력모형 외 별도의 모형 검토가 필요함

– 또한 비금속광물의 경우 실제 도착지 분포는 특정 지역에 국한되는 특성을 가지기 때문에, 통행저항함수 형태가 통계적 유의성을 확보함에도 불구하고 중력모형 외 별도의 모형을 통행분포모형으로 검토함

– 이는 중력모형으로 통행분포모형을 추정할 경우 해당 품목이 모든 지역에 분포되어 현실과 다른 품목 특성을 도출하기 때문임

– 통행저항함수 형태 중 3차 모형은 모든 품목에 대하여 통계적 유의성을 확보하지 못하는 것으로 나타남

마. 철도, 항공 및 연안해운 물동량 O/D 산정

○ 철도 물동량 O/D 산출 방법

– 한국철도공사에서 제공하는 철도화물실적 자료를 토대로 본 연구의 31개 품목 및 251개 존 체계로 전환하여 품목별·지역별 철도화물 물동량 O/D를 생성함

· 철도화물품목의 경우 컨테이너와 비컨테이너 품목으로 구분하여 O/D를 생성함

· 지역별 철도화물 물동량 O/D의 경우 철도역으로 구분된 원자료를 그 철도역이 소재한 존으로 전환하여 O/D를 생성함

○ 항공 물동량 O/D 산출 방법

– 한국공항공사에서 제공하는 공항별 화물운송실적자료를 토대로 항공화물 물동량 O/D를 생성함

· 항공화물운송실적자료는 품목구분을 하지 않으며 정기선과 부정기선 모두 합쳐진 물동량임

· 공항이 입지한 지역의 존 번호를 적용하여 항공화물 물동량 O/D를 생성함

○ 연안해운 물동량 O/D 산출 방법

– 한국해양수산개발원에서 제공하는 항만간 화물운송실적자료를 토대로 항만간 연안해운 화

물 물동량 O/D를 생성함

· 연안해운 화물운송실적자료는 품목구분을 하지 않으며 화물선과 여객선으로 운송되는 화물이 모두 합쳐진 물동량임

· 항만이 속한 존 번호를 적용하여 연안해운 물동량 O/D를 생성함

바. 해상화물 물동량 O/D 산정

○ 해상 수출입 화물 물동량을 보완갱신하기 위해서 관세청에서 제공하는 항만별 수출입 물동량 자료와 SP-IDC에서 제공하는 수송실적 자료를 활용함

○ 기존에 KMI에서 산출한 해상화물 물동량과 각 기관에서 제공하고 있는 자료를 비교 검토하여 보완갱신 반영에 적절성을 판단함

1) 관세청 물동량 반영

○ 관세청에서는 매년 항만별 출발/도착지별 수출입 물동량 자료를 제공하고 있음

- 컨테이너 및 일반화물의 수출입 물동량 자료를 제공하고 있으며, 이 자료에는 수출 화물의 국내 생산지 와 수출항만 정보, 수입 화물의 국내 도착지와 수입항만 정보를 제공하고 있음
- 컨테이너와 일반화물을 구분하고, 항만과 국내 지역간의 년도별 발생/도착지 분포를 생성하여 이전년도 물동량 대비 증감율을 2011년 기준 해상화물 물동량에 반영함
- 또는, 관세청 자료의 항만과 출발 도착지 정보를 활용하여 기종점 통행량으로 환산 후, 해상화물 물동량 O/D로 직접 활용(단, 출발/도착지의 경우 물동량의 실제 출발/도착지가 아니라 화주 기업의 본사 위치 일 경우도 포함됨)

항만명	출발지_시군구	존코드(시군구)	도착국	컨테이너 구분	중량(kg)	TEU
부산항	경기도안산시단원구	92	VN	1Container	14,235,154	1,760
인천항	서울특별시 중랑구	7	LY	2BULK	176,147	-
부산항	경상남도창녕군	242	CN	1Container	11,546,766	1,007
부산항	부산광역시 영도구	29	SE	1Container	30,517	4
부산항	서울특별시 송파구	24	JP	1Container	7,801,690	926
부산항	서울특별시 관악구	21	KH	1Container	38,472	10
부산항	경기도 안성시	109	JP	1Container	6,294,883	998
인천항	서울특별시 중구	2	UZ	2BULK	42,898	-
부산항	울산광역시울주군	74	DE	1Container	3,268,168	263
부산항	서울특별시 강동구	25	US	1Container	1,358,239	237
부산항	부산광역시 사하구	35	CN	1Container	73,775,753	8,158
부산항	충청남도당진군	166	BR	1Container	5,766,627	578
평택항	광주광역시 서구	61	OM	2BULK	3,885,829	-
부산항	경기도성남시중원구	80	IT	2BULK	113	-
울산항	울산광역시 북구	73	TH	1Container	7,995,269	3,720
부산항	인천광역시 남동구	54	TW	1Container	1,797,628	244

<그림 2-7> 관세청 제공정보

2) 해운항만물류정보센터(SP-IDC) 물동량 증가 반영

○ 해양수산부의 해운항만물류정보센터(SP-IDC)에서는 Port-mis 정보를 기초로 하여 매년 항만별, 수출입별 일반화물 및 컨테이너 실적등의 해운항만통계를 제공하고 있음

- 일반화물의 경우 R/T 단위로 제공되고 있고, 품목체계가 KTDB 품목과 상이하여 품목을 재분류 하여 산출함
- 컨테이너의 경우 TEU 단위로 제공되고 있어 KTDB의 단위인 톤으로 환산하여 산출함

컨테이너수송실적(연도별)

▪조회년월 연도별 2012 ▪항코드 부산 ▪외내항구분 외항 ▪입출항구분 출항 >조회

2012년도 12월 까지 스크랩 | 다운로드 | 인쇄 | 단위 : 갯수, TEU

구분		기타			소계				TEU		
		적	공	계	적	공	계	화물톤(R/T)	적	공	계
2009	계	3,290	5,547	8,837	1,909,639	346,476	2,256,115	57,841,472	2,734,068	567,950	3,302,018
	국적선	144	407	551	268,557	81,453	350,010	7,555,941	380,496	123,484	503,980
	외국적선	3,146	5,140	8,286	1,641,082	265,023	1,906,105	50,285,531	2,353,572	444,466	2,798,038
2010	계	2,799	4,660	7,459	2,243,474	405,999	2,649,473	68,679,797	3,267,754	654,969	3,922,723
	국적선	193	680	873	279,405	89,428	368,833	7,905,724	399,257	135,254	534,511
	외국적선	2,606	3,980	6,586	1,964,069	316,571	2,280,640	60,774,073	2,868,497	519,715	3,388,212
2011	계	3,656	3,746	7,402	2,452,559	446,428	2,898,987	74,195,260	3,591,109	714,206	4,305,315
	국적선	896	621	1,517	369,046	82,945	451,991	10,672,750	530,517	124,609	655,126
	외국적선	2,760	3,125	5,885	2,083,513	363,483	2,446,996	63,522,510	3,060,592	589,597	3,650,189
2012	계	4,253	6,124	10,377	2,524,208	442,638	2,966,846	76,121,078	3,712,862	713,627	4,426,488
	국적선	405	248	653	305,602	81,001	386,603	8,324,212	432,405	120,310	552,714
	외국적선	3,848	5,876	9,724	2,218,606	361,637	2,580,243	67,796,866	3,280,457	593,317	3,873,774

<그림 2-8> SP-IDC 제공정보(컨테이너 수송실적)

2. 화물자동차

가. 발생량/도착량

○ 한국건설기술연구원에서 매년 제공하고 있는 도로교통통계연보를 분석하여 보완갱신 자료로 활용함

- 도로교통통계연보에는 고속도로, 일반국도, 국지도, 지방도에 대한 교통량 정보를 제공하고 있음
- 전체 평균 일교통량, 차종별 평균 일 교통량, 주행거리 등의 증감율 적용

○ 또한, 도로등급별로 전국 지역간 통행을 가장 잘 보여주는 고속도로 평균 일교통량, 주행거

리를 추가로 적용함

4) 연도별 교통량

① 평균 일교통량

• 평균 일교통량의 연도별 추이를 차종별로 나타낸 지표임

구 분	2002년		2003년		2004년		2005년		2006년		2007년		2008년		2009년		2010년		2011년	
	교통량 (대/일)	구성비 (%)	교통량 (대/일)	구성비 (%)	교통량 (대/일)	구성비 (%)	교통량 (대/일)	구성비 (%)	교통량 (대/일)	구성비 (%)	교통량 (대/일)	구성비 (%)	교통량 (대/일)	구성비 (%)	교통량 (대/일)	구성비 (%)	교통량 (대/일)	구성비 (%)	교통량 (대/일)	구성비 (%)
승용차	7,433	61.2	7,237	60.8	7,108	60.4	7,422	62.2	8,013	66.5	8,238	66.6	8,076	66.6	8,436	68.2	8,640	67.9	8,776	68.1
버 스	968	8.0	916	7.7	908	7.7	966	8.1	428	3.6	433	3.5	444	3.7	423	3.4	433	3.4	439	3.4
화물차	3,736	30.8	3,744	31.5	3,755	31.9	3,537	29.7	3,605	29.9	3,702	29.9	3,605	29.7	3,515	28.4	3,660	28.7	3,675	28.5
계	12,137	100.0	11,897	100.0	11,771	100.0	11,925	100.0	12,046	100.0	12,373	100.0	12,125	100.0	12,374	100.0	12,733	100.0	12,890	100.0

<그림 2-9> 연도별 교통량 현황

② 주행거리

• 주행거리의 연도별 추이를 차종별로 나타낸 지표임

구 분	2002년		2003년		2004년		2005년		2006년		2007년		2008년		2009년		2010년		2011년	
	주행거리 (천대·km)	구성비 (%)	주행거리 (천대·km)	구성비 (%)	주행거리 (천대·km)	구성비 (%)	주행거리 (천대·km)	구성비 (%)	주행거리 (천대·km)	구성비 (%)	주행거리 (천대·km)	구성비 (%)	주행거리 (천대·km)	구성비 (%)	주행거리 (천대·km)	구성비 (%)	주행거리 (천대·km)	구성비 (%)	주행거리 (천대·km)	구성비 (%)
승용차	213,421	61.2	212,397	60.8	209,471	60.4	219,705	62.2	238,634	66.5	248,658	66.6	245,348	66.6	258,614	68.2	266,880	67.9	272,877	68.1
버 스	27,785	8.0	26,895	7.7	26,745	7.7	28,611	8.1	12,759	3.6	13,055	3.5	13,501	3.7	12,963	3.4	13,369	3.4	13,639	3.4
화물차	107,275	30.8	109,888	31.5	110,676	31.9	104,692	29.7	107,360	29.9	111,733	29.9	109,534	29.7	107,757	28.4	113,069	28.7	114,248	28.5
계	348,481	100.0	349,180	100.0	346,892	100.0	353,008	100.0	358,753	100.0	373,446	100.0	368,383	100.0	379,334	100.0	393,318	100.0	400,764	100.0

<그림 2-10> 주행거리 현황

○ 2011년 전수화에서 장래 전망치 예측시 활용한 증가율 적용

– 과거 화물자동차 등록대수 증가추이를 감안한 GRP의 증가추이를 반영하여 산정한 존별 장래 GRP 증가율을 적용함

○ 위에서 제시한 각각의 방법으로 산출된 2010년 기준 화물자동차 발생량을 비교한 결과는 다음과 같음

– 산출된 결과를 바탕으로 실제 교통량과 비교하여 가장 오차율이 낮은 방법론을 채택하여 화물자동차 보완갱신 방법론으로 적용할 것임

<표 2-17> 2010년 기준 화물자동차 발생량 산출 결과

단위: 대/일

2010년 기준	소형	중형	대형	합계
통계연보(전체)	3,118,795	405,506	315,874	3,840,175
통계연보(차종별)	3,126,328	418,145	307,081	3,851,555
주행거리(전체)	3,099,260	402,966	313,896	3,816,121
장래증가율	3,082,921	399,589	310,711	3,793,222
통계연보(고속)	3,060,197	397,887	309,939	3,768,023
통계연보(고속차종별)	3,024,114	418,856	302,217	3,745,187
주행거리(고속)	3,019,320	392,572	305,799	3,717,691

나. 통행분포

1) 개요

○ 통행발생 단계에서 추정된 존별 화물자동차의 발생 통행량과 도착 통행량을 존 간의 교차 통행량으로 배분하는 과정을 수행하며, 이를 위하여 우선 조사 표본을 기반으로 화물자동차 업종별, 톤급별 통행거리에 따른 통행빈도 분포를 검토한 후, 통행분포모형을 정립함

– 모형 정립에 활용되는 조사 표본은 2011년 전국 화물 기종점통행량 조사 중 화물자동차통행실태조사의 일부 항목인 하루 통행일지 조사 결과임

○ 화물자동차 O/D는 2011년 화물O/D조사 자료를 기반으로 가중치를 산정하여 발생량 및 도착량을 전수화하며 물동량과 유사하게 중력모형을 적용하여 통행분포를 수행함

○ 2011년 기준년도의 분포를 토대로 Frata 모형 적용

2) 통행저항함수 추정

○ 상세업종별 통행거리에 따른 통행빈도 분포를 바탕으로 품목별 통행저항함수 형태를 추정하며, 본 절에서 검토한 통행저항함수 형태는 <표 2-18>과 같음

<표 2-18> 통행저항함수 형태

모형	방정식	선형화된 방정식
역지수모형	$f(c_{ij}) = \alpha \exp(-\beta c_{ij})$	$\ln(f(c_{ij})) = \ln(\alpha) - \beta c_{ij}$
역멱모형	$f(c_{ij}) = \alpha c_{ij}^{-\beta}$	$\ln(f(c_{ij})) = \ln(\alpha) - \beta \ln(c_{ij})$
역지수&역멱모형	$f(c_{ij}) = \alpha c_{ij}^{-\beta} \exp(-\gamma c_{ij})$	$\ln(f(c_{ij})) = \ln(\alpha) - \beta \ln(c_{ij}) - \gamma c_{ij}$

주 : $f(c_{ij})$는 통행저항함수, c_{ij}는 존간 통행거리를 의미함

○ 화물자동차 유형별 통행저함함수를 적합한 결과, 모든 유형의 통행저항함수 형태는 역멱함수 형태의 설명력이 가장 우수한 것으로 나타남

– 추정된 통행저항함수의 적합 결과는 <표 2-19>와 같으며, 추정된 모형은 모두 통계적 유의성을 확보하며 모형의 설명력은 75% 이상인 것으로 나타남

<표 2-19> 화물자동차 유형별 통행저항함수 적합 결과(adjusted R^2)

구분		역지수함수	역멱함수	역지수&역멱함수
사업용	소소형	0.753	0.818	0.749
	소형	0.681	0.767	0.687
	중형	0.723	0.772	0.752
	대형	0.728	0.788	0.708
비사업용	소소형	0.906	0.952	0.877
	소형	0.788	0.846	0.781
	중형	0.858	0.874	0.819
	대형	0.787	0.850	0.774

제3절 장래년도 화물O/D 예측방법

1. 물동량 O/D 예측방법

가. 물동량 예측의 개요

○ 물동량은 도로화물을 기반으로 품목별로 추정하는 것을 원칙으로 함

– 현행 품목체계로 자료를 구축하는데 한계가 있는 철도, 항공 및 컨테이너 화물은 별도 체계로 구축함

○ 농업, 임업, 수산업, 축산업, 광업 품목의 발생량은 유관기관의 공신력 있는 전망자료 또는 기존 추이자료를 이용하여 예측함

○ 제조업 품목은 2011년 전국 화물O/D조사에서 도출된 품목별 종사자 1인당 물동량 처리량을 장래 종사자 예측치에 적용하여 발생량을 예측함

– 품목별 물동량 발생에 영향을 주는 요인(변수) 분석을 수행한 결과 유의한 변수가 없거나 품목별 자료수집이 어려움

○ 장래 화물통행분포는 기준년도 화물통행분포를 따르는 것으로 가정하고 품목별로 프라타모형을 적용함

○ 장래년도 철도, 항공, 연안해운 물동량은 수단별로 구축하되 관련 기관의 예측전망을 적용함

나. 도로화물 O/D 예측

○ 품목별로 수송수요 예측에 활용할 수 있는 신뢰성 있는 자료가 있는 경우 이를 활용하고, 별도의 자료가 없는 경우 사회경제지표를 활용하여 예측을 실시함

○ 기준년도 품목별 발생량 및 도착량에 사회경제지표 및 유관자료를 이용하여 도출된 품목별 증가율을 반영하여 장래 도로물동량 O/D를 추정

1) 농·임·수·축산물

○ 농산물과 축산물은 한국농촌경제연구원의 『농업경제전망』(2012)의 농업부문 생산액 전망 및 각 품목 별 수급 전망 자료의 연평균 증가율을 적용하여 생산량을 예측함

– 2011년부터 2022년까지 농산물은 0.76%씩 증가하는 것으로 추정되었으며, 축산물은 연평균

0.17% 증가하는 것으로 분석됨

○ 임산물의 경우 산림청에서 배포한 『제5차 산림기본계획』(2008)의 목재수급 및 단기임산물자료를 인용하여 장래 물동량을 예측함

- 2010년부터 2050년까지 연평균 1.64% 증가하는 것으로 나타남

○ 수산물은 국토교통부에서 발행한 『수산환경변화와 우리 수산업의 진로』(2003)의 수산부문 주요 지표 전망 자료를 인용하여 장래 물동량을 예측함

- 2001년부터 2011년까지 연평균 0.32% 감소하는 것으로 나타남

2) 광물

○ 석탄광물

- 에너지경제연구원의 국가승인통계인 에너지통계월보의 자료 중 2001년부터 2011년까지 무연탄 생산량의 연평균 증가율을 반영하여 추정
- 년 5.86%씩 감소하는 것으로 추정되었으며 이러한 감소추세를 적용하여 장래 석탄물동량을 추정

○ 석회석광물

- 석회석의 경우 한국지질자원연구원(『자원총람』, 2010)에서 발표한 통계연보의 자료 중 1999년부터 2009년까지 석회석 생산량의 연평균 증가율을 반영하여 추정
- 년 0.61%씩 증가하는 것으로 추정되었으며 이러한 증가추세를 적용하여 장래 석회석물동량을 추정

○ 비금속광물

- 비금속광물의 경우 한국지질자원연구원에서 제공하고 있는 광종별 생산실적의 자료 중 2001년부터 2010년까지 생산실적의 연평균 증가율을 반영하여 추정
- 년 0.93%씩 증가하는 것으로 추정되었으며 이러한 증가추세를 적용하여 장래 비금속광물 물동량을 추정

3) 제조업품 및 도매업품

○ 제조업품은 품목별로 물동량을 예측함

- 제조업품의 물동량은 제조업 종사자 1인당 물동량 원단위를 제조업 종사자수 추계자료에 적용하여 예측함

○ 도매업품은 품목을 고려하지 않고 도매업품 전체 물동량을 예측함

– 도매업품 물동량은 제조업품과 동일한 방법으로 도매업 종사자 1인당 물동량 원단위를 도매업 종사자 추계자료에 적용하여 예측함

○ 제조업품 및 도매업품의 장래 종사자수 예측치는 과거 종사자수 추이를 연장하여 산정

– 과거년도의 종사자수 추이를 연장할 수 있는 추세선 기법을 활용하였음

– 과거년도의 종사자수가 일정하게 증감하는 품목은 선형함수 추세선을 이용하여 장래 종사자수를 예측하고, 과거년도의 증감폭이 감소하는 품목은 로그함수 추세선을 이용하여 장래 종사자수를 예측하였으며, 그 결과는 <표 2-20>과 같음

<표 2-20> 제조업품 및 도매업품 장래 종사자수 예측

단위: 인

구 분		2015	2020	2025	2030	2035	2040
10	음식료품	161,833	175,697	190,749	207,091	224,833	244,094
11	담배제품	4,702	4,463	4,237	4,022	3,818	3,624
12	섬유제품;의복제외	35,670	30,845	26,673	23,065	19,945	17,248
13	의복, 의복액세서리 및 모피제품	46,798	46,389	45,983	45,581	45,182	44,787
14	가죽, 가방 및 신발제품	8,773	8,366	7,978	7,608	7,256	6,919
15	목재 및 나무제품(가구제외)	4,101	4,384	4,686	5,009	5,354	5,723
16	펄프, 종이 및 종이제품	22,312	21,661	21,029	20,416	19,820	19,242
17	인쇄 및 기록매체	9,528	10,726	12,075	13,593	15,302	17,226
18	코크스, 연탄 및 석유정제품	17,941	19,211	20,572	22,029	23,589	25,260
19	화합물 및 화학제품	170,476	185,587	202,037	219,945	239,441	260,665
20	고무제품 및 플라스틱제품	78,077	78,116	78,156	78,196	78,235	78,275
21	비금속 광물제품	39,045	37,878	36,746	35,647	34,582	33,548
22	제1차 금속제품	113,077	128,595	146,243	166,313	189,137	215,094
23	금속가공제품;기계 및 가구 제외	53,501	53,656	53,812	53,968	54,125	54,282
24	기타 기계 및 장비 제조품	455,541	509,888	570,719	638,807	715,017	800,320
25	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	30,771	31,610	32,473	33,359	34,269	35,204
26	전기장비제품	64,376	63,932	63,491	63,052	62,617	62,185
27	의료, 정밀, 광학기기 및 시계	137,866	138,155	138,444	138,734	139,024	139,315
28	자동차 및 트레일러	277,729	278,584	279,442	280,303	281,167	282,033
29	기타 운송장비	105,960	118,340	132,165	147,606	164,851	184,111
30	가구제품	11,136	11,454	11,782	12,119	12,465	12,821
31	기타제품	9,663	10,064	10,481	10,916	11,369	11,840
도매업품		1,057,540	1,122,533	1,191,521	1,264,749	1,342,477	1,424,983

4) 컨테이너

○ 컨테이너 물동량은 한국해양수산개발원에서 추정한 수출입 컨테이너 화물의 예측치를 이용함

- 한국해양수산개발원에서는 2011년 「해상화물 O/D 전수화 및 장래예측」을 수행하면서 2011년부터 2040까지의 물동량을 예측하였으며 본 과업에서 이를 준용함

다. 철도화물 수송수요 예측

○ 한국철도공사의 『2012년도 철도화물 중장기 수송수요 예측』(2012)의 예측결과를 활용함

○ 『2012년도 철도화물 중장기 수송수요 예측』에서는 2011~2037년까지 26년간 총 화물수송수요를 예측하였으며, 본 연구에서는 화물수송수요의 증가 추이를 고려하여 2033~37년까지의 증가패턴을 40년까지 그대로 유지하는 것으로 가정하고 추가적인 예측을 수행

○ 철도화물수요는 컨테이너와 비컨테이너로 구분하여 예측함

- 비컨테이너의 화물수송수요는 철도로 운송되어지는 품목인 광석, 석탄, 양회, 철강, 유류 및 기타 품목을 합산하여 전체 증가율을 반영하였음

○ 장기 수송수요분석에서는 철도역별로 예측된 결과값이 없으므로 2011년도 한국철도공사의 화물수송실적자료를 토대로 장래의 중장기 수송수요분석의 총량을 활용하여 균일성장법을 이용하여 예측함

라. 항공화물 수송수요 예측

○ 『제4차 공항개발 중장기 종합계획』(국토교통부, 2010)의 예측결과를 반영함

○ 『제4차 공항개발 중장기 종합계획』에서는 2008~2028년까지 20년간 공항별로 예측을 수행하였으며, 본 연구에서는 공항별 예측치 합계의 증가 추이를 고려하여 2030~2040년까지 추가적인 예측을 수행

마. 연안화물 O/D 예측

○ 장래 연안화물의 물동량은 한국해양수산개발원에서 수행한 2009년 『연안화물 O/D상세분석』의 전망치를 활용함

2. 화물자동차 O/D 예측방법

가. 화물자동차 O/D 예측의 개요

○ 국외에서는 주로 물동량 기반의 화물수요추정방법을 적용하여 물동량의 예측치를 화물자동차 통행수로 변환하여 사용함

○ 화물자동차 O/D 예측은 기준년도 화물자동차 O/D 전수화와 동일하게 다음과 같은 이유로 물동량 기반 예측이 아닌 화물자동차 기반 방법을 적용함

- 물동량의 운송수단에 대한 장래 수단분담 예측이 어려워 화물자동차로 운송되는 물동량 수준을 추산하는데 한계가 있음
- 화물자동차의 적재효율의 개선에 대한 장래 전망이 어려움
- 일반운송사업자뿐만 아니라 택배 등 화물자동차 관련 시장 및 정책 변화를 적절히 반영하는데 한계가 있음

나. 화물자동차 O/D 예측방법

○ 장래 화물자동차 O/D는 GRP의 증가추이를 반영하여 산정하되 과거 화물자동차 등록대수 증가추이를 감안하여 장래 GRP 증가율을 보정함

- 장래 GRP 증가율은 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지점 수정·보완 연구(제 5판)(KDI)」에 제시된 지역별 GRP 성장률의 전망치를 활용함
- KDI의 지역별 GRP 성장률의 전망치 중 행정구역의 변화(계룡시, 증평군, 안산시, 용인시, 천안시 등) 또는 일부 시의 존별 미구분(안양시, 부천시, 청주시 등)으로 인하여 누락된 29개 시군구에 대해서는 2005년 인구센서스 자료를 이용하여 보정함
- 지역별 GRP 성장률의 전망치는 2035년까지만 예측이 되어 있으므로 2036~2040년의 GRP 성장률은 2031~2035년의 성장률을 적용함
- 경제성장 속도를 고려해 보았을 때 KDI의 장래 GRP 성장률은 높게 전망된 경향이 있으므로, 과거년도 화물자동차 등록대수 추이를 활용하여 장래 성장률을 낮춤
- 화물자동차 톤급별로 과거년도의 등록대수 증가추이가 상이하므로 소형 화물자동차와 중·대형 화물자동차로 구분하여 보정함

○ 세종시 건설로 인하여 발생하는 화물수요는 장래 인구 및 종사자수 예측에 대한 가정을 기반으로 반영함

제3장 화물O/D 검증 방법론

제1절 화물물동량 검증 방안

제2절 화물자동차 검증 방안

제3장 화물O/D 검증 방법론

제1절 화물물동량 검증 방안

1. 발생/도착량 검증

○ 화물물동량을 검증할 수 있는 실측량을 제공하고 있는 통계가 전무한 실정임

○ 화물물동량을 검증하기 위해서 철도수송실적, 종사자수, 출하액, 매출액, 생산실적 등의 관련 자료를 활용하여 매년 갱신되는 자료들에 대한 보정계수를 산출하고 그 결과를 적용 하고자 함

가. 광업 발생량 검증

○ 광업 발생량을 검증할 수 있는 자료로는 철도수송실적, 광산물 생산실적, 종사자수, 출하액 등이 있음

- 제공되는 자료 중 물동량(톤) 단위인 철도수송실적 및 광산물 생산실적을 기준으로 하여 검증 자료 생성
- 철도수송실적은 전체 물동량 중에 철도를 이용하여 운송되는 물동량만을 제공하고, 광산물 생산실적은 전체 광산물에 대한 실적이 아니라 일부 대표 품목에 대한 실적을 제공하고 있어 물동량 검증에 직접적으로 반영하기는 어려움
- 따라서, 철도수송실적 및 광산물 생산실적과 종사자수 또는 출하액자료를 활용해 보정계수를 산출하고, 2011년 전수화 결과를 기준값으로 하여 물동량 자료를 생성해 검증에 활용함

나. 제조업 및 도매업 발생량 검증

○ 제조업 및 도매업 발생량을 검증할 수 있는 자료로는 종사자수, 출하액(제조업), 매출액(도매업) 등이 있음

- 제조업 및 도매업의 실제 내수 물동량을 제공하는 자료는 현재 전무한 실정이기 때문에 관련자료들을 활용하여 물동량을 검증할 수 있는 방안을 마련해야 함
- 관세청 및 한국해양수산개발원에서는 매년 품목별 지역별 수출입 물동량 자료를 제공하고 있으므로, 이 자료들을 기준으로 물동량 검증자료를 생성함

- 관세청 및 한국해양수산개발원의 자료는 수출입 물동량 자료로서 내수 물동량과는 차이가 있지만 상당한 영향을 미치게 되므로 검증자료로 활용이 가능함
- 품목별 출하금액 및 매출액 추이를 분석하여 물동량 검증에 반영

○ 2011년 전수화 결과를 기준으로 하고 여러 대안들의 전수화 결과에 대한 보정계수를 반영하여 각각의 물동량 산출

- 보완갱신된 물동량과 각각의 검증자료로 산출된 물동량을 비교 검토하여 최종 물동량 산정

2. 통행분포

○ 관세청에서 제공하는 수출입 무역통계 자료를 활용하여 품목별 지역별 발생/도착 분포비율을 산출하여 비교 검토

○ KMI에서 산출하는 수출입 컨테이너 및 일반화물 물동량 자료를 활용하여 품목별 지역별 발생/도착 분포비율을 산출하여 비교 검토

○ 화물물동량의 총 운송거리인 톤-km를 분석하여 검증

○ 통행발생과 통행도착의 통행거리 비교

- 품목별 및 지역별 발생 및 도착 물동량의 통행거리를 비교하여 분포모형의 적절성 검증

○ 지역간 통행거리 검증

- 존그룹 및 통행량이 큰 지역을 중심으로 통행거리 검증

제2절 화물자동차 검증 방안

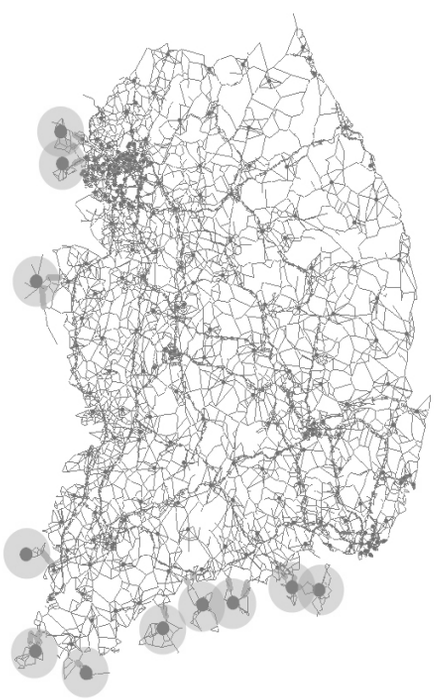
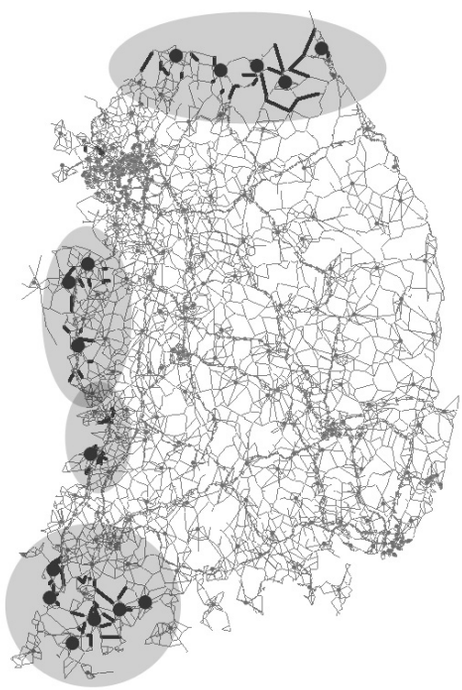
1. 통행발생 검증

○ 도서지역, 산간지역 및 접경지역의 외부 발생량 및 도착량의 점검

– 우리나라의 지형상 남해안과 서해안 일대에는 도서지역 형태로 하나의 존을 형성하고 있는 지역이 다수가 있음

– 도서 지역에서 외부로 발생 및 도착하는 통행량은 하나 또는 두 개의 관측 지점을 통하여 파악이 가능함. 모형에서 구축된 기종점통행량에는 관측교통량을 현실성 있게 반영하는 것이 필요함

<표 3-1> 도서지역 및 대체도로 부재지역 지점

도서지역 (연육교/ 연도교) 지점	대체도로 부재지역 지점
	

주: 2008년 국가교통수요조사 및 DB구축사업, 한국교통연구원

○ 도로교통량 통계연보와 대도시의 도시교통기초조사 자료를 이용하여 존별 코든라인 검증을 수행함

- 시계유출입 지점의 교통량을 산출하여 화물자동차 O/D의 발생 도착량 검증

○ 국토교통부의 자동차등록통계의 시군구별, 적재능력별 등록대수 자료를 이용하여 기종점통행량의 적재능력별 화물자동차 통행수를 검증함

○ 각 존별, 차종별, 발생/도착 비율 검증

2. 통행분포 검증

○ 고속도로요금소조사 자료를 이용한 보정

- 차종을 6종으로 분류하는 한국도로공사의 요금소간 O/D 자료를 본 과업의 소형, 중형, 대형 화물차 분류체계로 수정하고, 고속도로요금소 조사에서 조사된 화물자동차의 최초출발지와 최종목적지 정보, 출발지와 목적지별 이용영업소 자료를 활용하여 화물자동차 O/D량 및 통행거리를 보정함

○ 수출입항공화물자동차O/D 조사와 한국관세무역개발원의 수출입물동량자료를 이용하여 화물자동차O/D를 보정함

○ 한국관세무역개발원의 수출입항공물동량 자료에 수출입항공화물자동차O/D 조사의 적재톤수를 적용하여 인천 및 김해 공항의 화물자동차 O/D를 구축하고, 공항의 1일 교통량 자료를 모집단으로 하여 전수화하여 보정 O/D를 구축함

- 관세청 자료는 실제 차량의 출발지 및 목적지가 아닌 본사나 지사의 주소로 작성된 경우가 있기 때문에 수출입항공화물자동차O/D 조사로 보완하여 사용함

○ 교통안전공단의 지역별, 적재능력별 평균주행거리, 화물자동차통행실태조사 자료의 평균통행거리 결과와 추정된 화물자동차 O/D의 지역별 평균주행거리를 비교검증함

○ 한국해양수산개발원에서 제공하는 컨테이너 물동량을 자동차 단위로 환산하여 대형 화물자동차 검증

○ 항만 또는 공항이 위치하고 있어 지역간 통행량이 큰 지역을 중심으로 통행거리 검증

3. 통행배정 검증

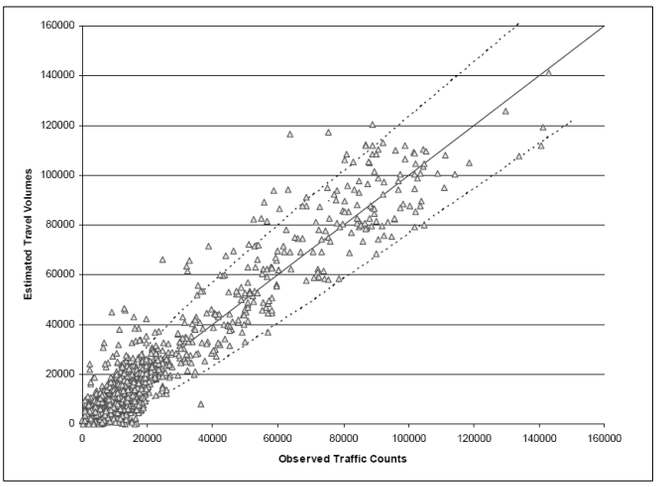
○ 도로교통량통계연보의 관측교통량과 보완갱신한 O/D를 네트워크에 통행배정하여 산출한 배정교통량을 비교하여 주행방향별, 차종별 오차율 검증을 수행

○ 지역간 통행을 가장 잘 설명해 주고 있는 고속도로를 대표 노선으로 설정하고, 보완갱신된 O/D를 통행배정하여 관측교통량과의 차이를 지역별로 GIS 프로그램을 이용하여 상세 비교

하여 검증함

<그림 3-1> GIS 검증 예시

○ 관측교통량과 배정교통량의 전반적인 차이를 검증하기 위해 산점도 검증을 수행



<그림 3-2> 산점도 검증 예시

○ 지역별, 차종별 R^2(결정계수) 및 %RMSE(평균제곱근 오차율) 검증을 수행하여 관측교통량과 배정교통량간의 오차를 분석

제4장 화물수요모형연구

제1절 개요

제2절 지역간산업연관표(MRIO)를 이용한 화물수요추정

제3절 도시화물 수요추정을 위한 활동기반 모형

제4절 국가간 FTA 확대시 화물 물동량 예측 방안

제4장 화물수요모형연구

제1절 개요

○ 국내는 화물수요모형에 대한 연구가 활발하지 않으며 단지 공공의 관점에서 국가범위의 화물수요를 4단계 교통수요방법론을 적용하여 추정하고 있음

- 국가와 수도권 및 광역권의 화물수요추정은 4단계 통행수요추정의 큰 틀에서 동일한 방법론을 적용함

○ 전통적인 4단계 모형은 각 단계별로 여러 가지 모형이 적용될 수 있음

- 예로, 통행발생모형으로는 시계열모형, 원단위모형, I-O관련모형, CGE모형이 적용될 수 있으며 통행분포모형은 중력모형, 프라타모형 등이 적용됨

○ 기존 여객통행 추정을 위하여 개발된 4단계 통행수요추정 방법론은 단계별 오차관리의 어려움, 많은 양의 data 필요, 실제 통행행태 반영에 한계 등 여러 가지 한계점에도 불구하고 현재 국내를 포함한 대부분의 국가에서 적용되고 있음

- 특히 화물의 경우 이러한 한계가 더 두드러짐에도 불구하고 다른 모형의 실제 적용도가 떨어짐

○ 국내 화물수요추정 및 분석에 대한 관심이 지속적으로 커지고 관련 자료가 축적되면서 화물수요추정의 신뢰도 및 활용도를 개선하고 기존 화물수요추정에서 논의된 다양한 문제점들을 보완하기 위한 요구가 생겨남

- 화물의 이동이 경제활동으로 인하여 기인하지만 경제활동에 초점을 맞춘 화물수요추정방법에 대한 검토가 부족함

- 수도권 및 광역권 내에서의 화물 및 화물자동차의 흐름에 대한 도시부 화물수요추정 방법론에 대한 연구가 지역간 화물수요추정에 비하여 상대적으로 부족한 실정임

- 국가 간에 FTA가 활발히 추진되고 있고 조만간 보다 많은 국가와 FTA가 체결되는 상황을 고려할 때 FTA 추진에 따른 화물수요추정 상에 고려할 사항이 존재함

○ Chow (2010)는 <표4-1, 2>와 같이 4단계 화물수요추정방법을 기반으로 단계별로 적용될 수 있는 화물수요모형의 종류를 제시하고 정책적 및 분석적 목적을 위하여 화물수요모형의 필요 정도를 제시한 바 있음

<표 4-1> 단계별 화물수요모형 종류

Model class	Model component					
	Direct factoring	Trip generation	Trip distribution	Mode split	Traffic assignment	Economic/ land use modeling
Direct facility flow factoring method	Of facility flows					
O–D factoring method	Of O–D tables			Included	Included	
Truck model		Based on exogenously supplied zonal activity	Included	Not applicable	Included	
Four-step commodity model		Based on exogenously supplied zonal activity	Included	Included	Included	
Economic activity model		Based on outputs of economic model	Included	Included	Included	Included

자료: J.Chow (2010)

<표 4-2> 화물수요모형별 필요정도

	Policy and analytical needs	Type of tool				
		Economic flow factor	O–D factor models	Truck models	Commodity models	Economic-based models
1	State transportation planning	–	P	P	P	P
2	Project prioritization, STIP development	P	S	P	P	P
3	Modal diversion analysis	–	S	–	P	P
4	Pavement, bridge, and safety management	P	S	P	P	P
5	Policy studies	–	–	–	–	–
6	Needs analysis	P	S	P	P	P
7	Commodity flow analysis	–	P	–	P	P
8	Rail planning	–	S	–	P	P
9	Trade corridor and border planning	–	–	–	–	–
10	Operations, safety, security, truck size and weight issues, etc.	–	–	–	–	–
11	Project development or design needs; e.g. forecasts and loadings	P	S	S	S	S
12	Terminal access planning	–	S	–	S	P
13	Truck flow analysis and forecasting	–	S	P	P	P
14	Performance measurement/program evaluation	–	–	–	–	–
15	Bottleneck analysis	–	–	S	S	S

P Primary, *S* secondary

자료: J.Chow (2010)

○ Pendyala et al. (2000)는 화물통행에 영향을 미치는 요인으로 사회경제적 환경, 복합수단 통행네트워크, 화물교통수요, 화물교통공급, 정책과 규제 환경, 성능지표 등을 제시하였으며

화물통행수요모형으로 다음과 같은 다양한 방법을 제시함

- 시계열 분석(Trend and Time Series Analysis)
- 탄력성 분석(Elasticity Methods)
- 경제 및 물류 네트워크 모형(Network Models of Economics and Logistics)
- 집계수요모형(Aggregate Demand Models): 4단계 모형
- 비집계모형(Disaggregate Models)
- 입출력 경제분석 방법(Economic Input-Output Methods)

○ 미국 교통부의 Quick Response Freight Manual II(2007)에서는 다음과 같은 모형을 제시하였음

- 단순성장요인법(Simple Growth Factor Methods)
- 4단계 물동량모형(4-Step Commodity Models)
- 물동량 및 화물차 결합모형(Hybrid Approaches): 트럭모형에 가까움
- 경제활동모형(Economic Activity Models): Spatial Input-Output Model

○ 유럽의 경우 De Jong(2009)은 국가간 또는 국가규모에서 화물수요분석이 주로 이루어졌으며 경제활동은 간과된 측면이 많았으며 향후 화물모형의 방향을 다음과 같이 제시하였음

- 신속하고 간단한 정책분석모형: 상세한 모형들의 결과를 통합하는 모형 또는 시스템 다이나믹 모형
- 여러 연계모듈로 구성된 네트워크 기반의 화물수요모형: 국가규모에서는 통행발생/도착 및 분포에 대한 IO 모형, SP/RP 자료를 기반으로 한 수단 및 운송규모 선택 비집계모형, 지역/도시 규모에서는 개별여객모형의 입력 및 산출과 결합된 비집계모형, 모든 지역적 범위를 아우르는 배정모듈

○ 기존 화물통행수요추정 방법론에 대한 대안 마련 및 최근에 제기된 다양한 요구에 대응하기 위하여 다음과 같은 기초연구를 수행함

- 국내 지역간, 사업간 경제흐름을 대변하는 MRIO를 이용하여 현재 및 장래 화물수요를 추정하는 방안을 제시하고 그 적절성을 검토함
- 도시부 화물수요추정을 위한 기초연구로서 관련 모형현황을 검토하고 향후 적용을 위한 시사점을 제시함
- 현재까지 체결된 한국과 타국가간 FTA 현황을 검토하고 향후 화물수요추정에서 반영할 수 있는 방안을 모색함

제2절 지역간산업연관표(MRIO)를 이용한 화물수요추정

1. 개괄

○ 화물O/D는 전통적인 4단계 교통수요모형에 근거하여 추정되고 있으나 화물수요가 경제활동과 연계되어 있다는 점에서 경제활동이론을 이용한 화물모형의 개발이 요구되며 따라서 경제활동 기반 화물수요추정의 가능성을 검토할 필요가 있음

- 1990년대 이후 화물수요 발생 및 분포를 추정하는 거시경제모형을 구축하여 국가화물수요모형을 개발하였으며, 화물의 수요-공급 상호작용과 생산지와 판매시장의 공간적 분리로 인한 교통서비스 여건을 고려한 모형도 개발되고 있음
- 우리나라는 2005년 기준 지역간 산업연관표를 실측으로 추산하였다는 점에서 이를 이용하여 화물수요를 추정하는 대안을 검토할 수 있음

○ 여기서는 지역간 산업연관분석을 이용하여 지역간 화물수요를 추정할 수 있는 방법을 개발하며 분석의 기준연도는 2011년, 지역은 16개 광역자치단체로 구분하였음

- 지역간 산업연관표 내 중간수요 및 중간투입은 2005년 실측 지역간 산업연관표 및 2011년 전국 산업연관표를 토대로 하여 추정함
- 지역간 화물수요는 중간수요 및 중간투입을 기초로 하여 추정된 생산유발계수와 투입계수, 출발지역 산업별 생산액(공급 측면)과 도착지역 산업별 생산액 및 전체 산업 생산물 등을 이용하여 추정함

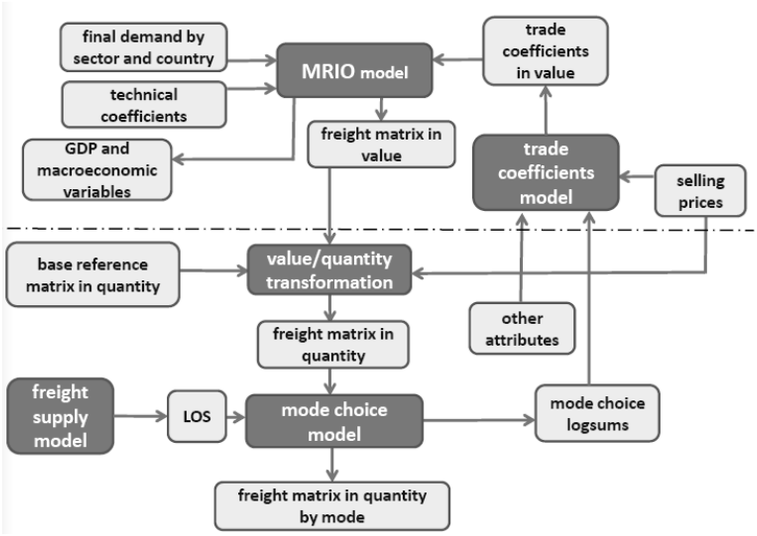
2. 관련 연구 현황

○ 화물수요를 추정할 수 있는 거시경제모형으로는 공간가격균형모형(spatial price equilibrium model), 연산일반균형모형(computable general equilibrium model), 투입산출모형 등이 있음

○ 투입산출모형을 이용하여 화물수요를 추정하는데 있어서 가장 중요한 변수는 기술계수(지역투입계수), 교역계수(재화별 타 지역 이입비율), 재화 가격, 생산지역의 재화별 생산량, 수요지역의 재화별 총수요량 등임

- 일반적으로 기술계수와 교역계수는 고정되어 있다고 가정하여 수요 변화에 따른 지역간 화물 수요를 추정함

– 교역계수 함수 형태는 출발지역의 생산량, 생산비용, 지역 특성 등의 Nested Logit 함수로서 재화별로 특정 지역의 생산물을 선택할 수 있는 확률을 계산함. 확률 산정에 있어서 중요한 것은 “특정 지역 재화를 선택할 때 발생하는 효용수준을 어떻게 계산하느냐?”인데 Cascetta (2009)의 경우 효율 수준은 교통수단별 교통비용, 도착지역의 생산량(수요량) 및 지역 특성(자체 지역 더미 변수) 등에 의해 결정



<그림 4-1> 투입산출모형을 이용한 화물수요 추정

자료: Cascetta et al. (2012)

○ Input-Output(I-O) 방법은 계량경제학 기법을 활용하는 경제학적 I-O 모형을 기반으로 화물수요를 추정하는 방법임

– I-O 방법은 화물통행수요를 유발하는 경제활동 수준을 결정하기 위하여 입출력 경제지표를 사용함

– 즉, 재화 및 서비스의 생산을 위하여 투입된 자본, 노동, 토지, 기타 투입요소는 경제활동을 통하여 가치가 매겨질 수 있으며 이들 투입요소들은 I-O 행렬에 입력되어 다양한 경제산출물로 나옴

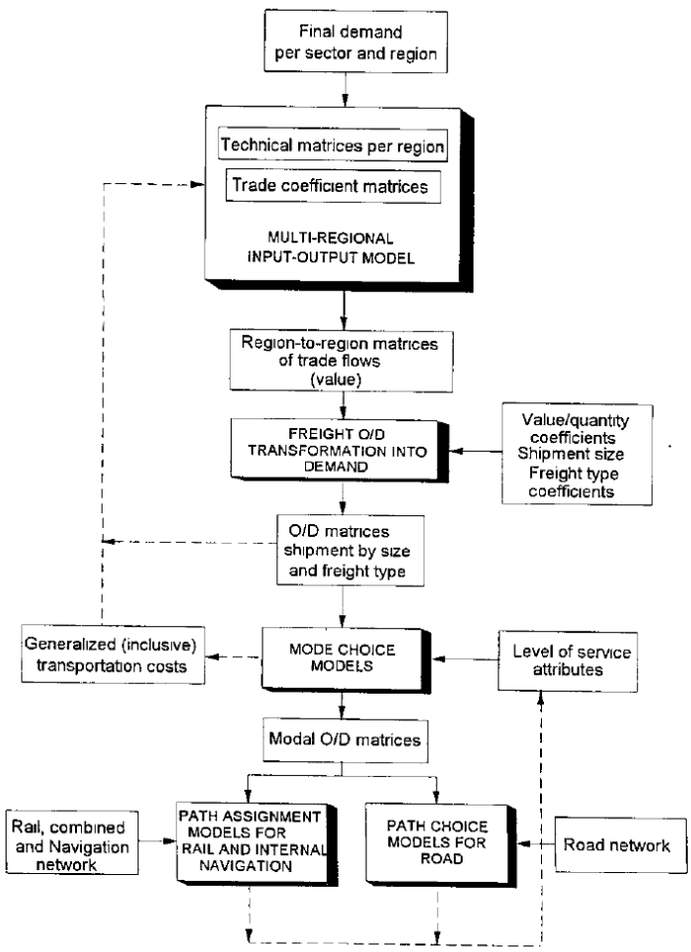
– 산출물은 형태별, 위치별, 시간대별 생산 및 소요되는 재화와 서비스의 양을 포함하며 이후 화물통행수요의 추정값으로 전환됨

○ Cascetta et al. (1996)는 이탈리아를 대상으로 화물수요의 분포와 규모를 분석하기 위한 MRIO 모형을 개발하였음

– MRIO 모형은 일반화비용으로 작성된 최종수요벡터와 지역경제에 대한 기술계수행렬, 지역

간 교역계수 탄력성을 사용하여 지역간 산업별 교역량 행렬을 산출함

- 금전가치로 추정된 교역량 행렬은 물동량으로 변환되며 해당 지역의 세부 지역으로는 중력 모형을 이용하여 분할함
- 추정된 O/D 행렬은 외생계수를 이용하여 품목 및 적재규모별로 세분화하며 비집계모형을 이용하여 수단간 분담율을 추정함



<그림 4-2> 이탈리아 MRIO 화물수요모형 구조(Cascetta et al., 1996)

○ Cascetta et al. (2008)는 국가규모에서 화물수요를 추정하기 위한 Multi-Regional Input-Output 모형을 개발하여 적용하였음

- 일반적으로 국가화물모형은 경제시스템을 반영하여 물동량 발생 및 분포를 추정하는 거시경제모형과 수단 및 경로선택 평가를 위한 교통모형 간의 결합을 기반으로 함
- 재화 및 서비스의 판매가격은 생산비용과 교통비용을 반영하기 때문에 시장 조건은 교통시

스템의 성능에 좌우되며, 이로 인해 교통과 경제는 여러 차에 걸친 피드백 및 상호관계를 가지므로 이러한 관계에 대한 적절한 시뮬레이션을 통하여 국가수준의 화물수요를 모형화 할 수 있음

- 국가화물모형은 경제구조(교통과 경제의 feedback)를 충분히 상세히 구현하고, 그 적용시 합리적인 데이터량을 필요로 해야 하는데 이러한 관점에서 MRIO 모형은 요구사항을 잘 만족함
- 기본적인 MRIO 모형구조는 다음과 같음

$$X = TAX + TY + Y_{EST} \rightarrow X = (I - TA)^{-1}(TY + Y_{EST})$$

여기서, X: 생산액 벡터
T: 교역계수 벡터
A: 기술계수 벡터
Y: 최종수요 벡터
Y_{REG}/Y_{EST}: 지역간/해외 수출
J_{REG}/J_{EST}: 지역간/해외 수입
I: identity 벡터

- 기술계수와 교역계수의 정의에 따라 MRIO 모형의 함수형태가 결정되는데 그 전에 해외 수입 및 수출에 대한 가정에 따라 아래 그림과 같이 MRIO의 수식이 달라질 수 있음

			INTERNATIONAL EXPORTS	
			Satisfied only by internal production	Satisfied by internal production and imports
INTERNATIONAL IMPORTS	ENDOGENOUS		$X = (I - TA)^{-1}(TY + Y_{EST})$ Paniccià and Benvenuti (2002)	$X = (I - TA)^{-1}[T(Y + Y_{EST})]$
	EXOGENOUS	Disaggregate	$X = (I - TA)^{-1}[T(Y - J_{EST}) + Y_{EST}]$	$X = (I - TA)^{-1}[T(Y - J_{EST} + Y_{EST})]$ Leontief (1963) Bon (1984)
		Aggregate	$X = (I - TA)^{-1}(TY - J_{EST} + Y_{EST})$ Chenery (1953) Moses (1955)	$X = (I - TA)^{-1}[T(Y + Y_{EST}) - J_{EST}]$ Costa (1987) Cascetta (2001)

<그림 4-3> MRIO 모형의 분류

- 기본모형의 확장: 기본 MRIO 형태는 한 국가의 경제규모를 보다 현실적으로 표현하고 교통과 경제 간의 feedback을 명확히 표현하기 위하여 확장되어 일반화할 수 있음. 먼저 IO 방법의 기본가정에 대한 비판에서 출발한 모형의 경제학적 개선방안은 다음과 같음

· 대안1: SPE 모형, SCGE 모형, IO와 계량경제 통합방법

· 대안2: IO 구조내에서 제안된 방법으로 위 수식의 각 변수를 행태모형을 통하여 모형화, 이 방법은 수정 및 적용할 입력데이터가 많이 요구되는 단점이 있음

– Random Utility 모형을 통한 교역계수 모형화

· 가변적인 교역계수의 전제는 경제구조와 교역패턴에 대한 교통시스템성능 변화의 영향을 명확히 반영할 수 있다는 것으로서 가변적 교역계수를 가진 MRIO 모형의 개발은 교통-토지이용 상호작용모형에서 출발함

· 그리고 모형은 교역계수 시뮬레이션을 위한 임의효용모형이 처음 도입된 MEPLAN, TRANUS에 적용되었음

$$t_{ij}^{m} = \frac{e^{-(b_i^m + d_{ij}^m)/\theta^m}}{\sum_k e^{-(b_k^m + d_{kj}^m)/\theta^m}}$$

· 여기서, b_i^m는 i지역 m업종의 재화/서비스의 판매가격, d_{ij}^m은 i와 j 지역간 m업종의 일반화교통비용으로 평균비혼잡통행시간 또는 최단거리를 이용하며 교역계수 t_{ji}^m는 i지역에 소요되는 업종 m의 재화/서비스의 비율이며 다른 지역 j와 해외 e에 대하여 동일하게 적용함

○ Cascetta et al. (2013)는 Cascetta et al. (2008)의 연구를 토대로 유럽을 대상으로 elastic 교역계수와 다수단 화물공급모형을 이용한 MRIO 모형을 설계하였음

– 수요와 공급을 분리하여 고려하였는데, 수요측면에서는 MRIO의 탄력적 교역계수와 관련 거시경제학적 feedback을 고려하는 방법론을 논의하고 공급측면에서는 다수단 화물네트워크의 복잡성 및 관련 모형요구사항 제시

– MRIO 모형은 화물수요모형(경제 및 교통 변수의 함수로 OD 통행량 제시)과 거시경제 영향모형(경제 및 교통 변수의 함수로서 생산 및 GDP 제시)으로 유용하며 유럽의 교통지향형 의사결정지원시스템(DSS)과 쉽게 연계되는 것으로 기술함

3. MRIO를 이용한 화물수요추정 방법

○ MRIO를 이용한 국내 화물수요추정 방법을 개발하기 위하여 다음과 같은 과정을 따름

가. 분석범위 설정

○ 분석의 기준년도를 물동량 자료수득이 가능한 2011년으로 하고 MRIO의 지역구분체계인 16개 시도로 공간적 범위를 설정함

나. MRIO 품목체계 조정

○ 기존 화물수요추정시 적용된 산업(품목)구분에 맞춰 MRIO 산업체계를 집계하여 조정함

○ 여기서 농림수축 산업의 경우 지역별 생산액 자료가 부재하여 본 방법론으로 적용하기 어려우며 원유 및 천연가스처럼 파이프라인을 이용하는 산업과 철광처럼 내륙수송이 거의 없는 산업은 제외하고 분석함

○ 서비스측면을 고려하기 위하여 도소매업을 포함함

다. 2011년 기준 지역·산업간 중간수요 및 중간투입 추산

○ 한국은행에서는 2005년을 마지막으로 국내 지역간 산업연관표를 추정한 바가 없으며 최근 2011년에 산업연관표 (IO)를 재추산한 바 있음

○ 2011년 전국 I-O를 조정된 산업분류에 맞게 재구성하고 각 산업별 중간투입액을 16개 지역간 중간투입액으로 배분하여 2011년 기준 MRIO를 추산함

○ 이 때 지역별 산업별 중간투입액 총액은 고정된 상태에서 지역간 중간투입액의 합계와 전국 중간투입액의 차이를 최소화하는 방법을 적용하여 계산함

○ 2011년 전국 산업연관표와 2005년 지역간 산업연관표를 토대로 하여 2011년 30개 산업 기준 지역간 산업연관표를 추산하며, 배분 과정은 다음과 같음

- 1단계: 전국 산업연관표의 중간투입 및 중간수요($\overline{X_{ij}}$)를 2005년 지역간 산업연관표의 배분 비율에 기준으로 16개 지역간 중간투입 및 중간수요($X_{ij}^{rr'}$)로 배분 (480 × 480 행렬)

$$\text{초기 값 } X_{ij}^{rr'} = \text{2005년 기준 } \frac{X_{ij}^{rr'}}{X_{ij}} \times \text{2011년기준} X_{ij}$$

- 2단계: 지역별 산업별 중간투입액 총액은 고정된 상태에서 지역간 중간투입액의 합계와 전국 중간투입액과의 차이를 최소화시는 과정에서 투입계수($a_{ij}^{rr'}$)를 도출

$$Min.E = \left(\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} (\overline{X_{ij}} - \sum_{r=1}^{m} \sum_{r'=1}^{m} X_{ij}^{rr'}) \right)^2$$

$$s.t. \quad \overline{X_j^{r'}} = \sum_{i=1}^{n} \sum_{r=1}^{m} (X_{ij}^{rr'})$$

$X_{ij}^{rr'}$: r지역 i산업 생산물에 대한 r'지역 j산업의 중간수요

X_{ij}: 전국 기준 i산업 생산물에 대한 j산업의 중간수요

$X_j^{r'}$: r'지역 j산업의 생산량(총생산량)

초기값 $X_{ij}^{rr'}$: 2005년 기준 $\frac{X_{ij}^{rr'}}{X_{ij}}$ × 2011년 기준 X_{ij}

<표 4-3> 지역간 산업연관표 구조

구분		지역1			지역r'			지역m		
		산업1	산업j	산업n	산업1	산업j	산업n	산업1	산업j	산업n
지역1	산업1	…	…	…	…	…	…	…	…	…
	산업i	…	…	…	…	…	…	…	…	…
	산업n	…	…	…	…	…	…	…	…	…
지역r	산업1	…	…	…	…	…	…	…	…	…
	산업i	…	…	…	…	$X_{ij}^{rr'}$	…	…	…	…
	산업n	…	…	…	…	…	…	…	…	…
지역m	산업1	…	…	…	…	…	…	…	…	…
	산업i	…	…	…	…	…	…	…	…	…
	산업n	…	…	…	…	…	…	…	…	…
계		…	…	…	…	$\overline{X_j^{r'}}$	…	…	…	…

- 2011년 생산유발계수 도출
  - · 추산된 2011년 기준 지역간 산업연관표의 투입계수를 이용하여 생산유발계수를 도출함
  - · 투입계수 $A = \left[a_{ij}^{rr'}\right]$, $a_{ij}^{rr'} = \frac{X_{ij}^{rr'}}{\overline{X_j^{r'}}}$
  - · 생산유발계수 $B = [I - A]^{-1} = \left[b_{ij}^{rr'}\right]$
- 화물수요추정식 도출
  - · 2011년 품목별 화물수요는 16개 지역간 생산유발계수, 각 지역별 산업별 생산량(중간투입량), 거리 등의 변수의 함수로서 추정
  - · 또한 2010년 KDI 및 산업연구원의 산업별 장기전만을 토대로 하여 2020년 품목별 화물수요를 추산함

라. 산업별 지역간 화물수요 분석

○ 2011년 기준 한국교통연구원의 산업별 지역간 화물수요와 추산된 지역간 산업연관표의 투입계수, 생산유발계수, 중간수요 등의 상관계수를 산정하면 다음 <표 4-4>와 같음

○ 화물수요와 산업연관표의 측정 단위가 서로 다르고 지역별 산업별 생산가격 차이가 자료의 부족으로 보정되지 않았다는 점에서 상관계수는 전반적으로 높지 않으며, 산업에 따라서는 음(-)의 관계를 나타내는 경우도 있었음

- 화물수요를 추정하는데 있어서 생산유발계수의 상관계수가 상대적으로 높다는 점에서 이를 이용하여 추정하는 것이 비교적 적절한 대안으로 판단됨

<표 4-4> 화물수요와 지역간 중간수요, 투입계수 및 생산유발계수 간 상관계수

	산 업	중간수요	생산유발계수	투입계수
1	농산물	0.1393	0.4646	0.2161
2	축산물	0.4009	0.4593	0.5714
3	임산물	0.2010	0.1484	0.1715
4	수산물	−0.0083	0.3096	0.0393
5	석탄 및 원유	0.6594	0.8290	0.9813
6	비금속	0.1552	0.2886	0.1568
7	음식료품제조업	0.0791	0.3710	0.1311
8	담배제조업	0.7681	0.8599	0.2481
9	섬유제품제조업(의복제외)	0.5336	0.2326	0.2994
10	의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업	0.7710	0.3114	0.7354
11	가죽, 가방 및 신발제품제조업	0.0214	0.1364	0.0215
12	목재 및 나무제품제조업(가구제외)	−0.0258	0.1243	0.0005
13	펄프, 종이 및 종이제품제조업	0.0483	0.1700	0.0896
14	인쇄 및 기록매체복제업	0.8213	0.3009	0.7358
15	코크스, 연탄 및 석유정제품제조업	0.1753	0.2567	0.1504
16	화합물 및 화학제품	0.1846	0.2717	0.1749
17	고무제품 및 플라스틱제품제조업	0.1944	0.3576	0.2850
18	비금속광물제품제조업	0.2669	0.5297	0.4027
19	제1차금속제조업	0.1732	0.3241	0.2042
20	금속가공제품제조업 (기계 및 가구제외)	0.1101	0.4174	0.1755
21	기타기계 및 장비제조업	0.0328	0.3679	0.0867
22	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비제조업	0.1339	0.4260	0.2418
23	전기장비제조업	0.0391	0.3506	0.0825
24	의료, 정밀, 광학기기 및 시계제조업	0.0554	0.4658	0.0915
25	자동차 및 트레일러제조업	0.1542	0.4688	0.5637
26	기타운송장비제조업	0.0250	0.2879	0.0187
27	가구제조업	0.0509	0.4254	0.1948
28	기타제품제조업	0.0200	0.5603	0.1918
30	도소매업	0.3789	0.6410	0.4909

○ 또한 2005년-2011년 한국교통연구원의 산업별 화물수요에 대한 산업연관표의 생산량 및 탄력성으로 화물수요가 경기 변화에 얼마나 민감하게 변동하는지를 파악할 수 있음

마. 화물수요 추정 및 전망

○ 2011년 품목별 화물수요는 16개 지역간 생산유발계수, 지역별 산업별 공급량, 지역별 수요량 및 중간투입량 등을 이용하여 추정하며, 사전검토(pretest) 과정을 거쳐 최종적으로 활용 가

능한 기본 수식을 결정함

- 29개 품목 중 석탄, 담배제조업 등 2개 산업의 경우 분석 가능한 자료 수가 불과 4-6개이어서 전망 수식으로 활용하는데 한계가 있음
- 생산유발계수 또는 투입계수 관련 모수의 부호는 전반적으로 (+)이며, 출발지역과 도착지역 간 거리 자료를 설명변수로 포함하였음
- 따라서 지역간 경제 구조 및 교역 유형(생산유발계수), 지역간 교통시설의 개발(시간거리 변동), 지역별 산업별 경쟁력(출발지역 및 도착지역 생산량) 등의 변화에 따라 지역간 화물수요가 어떻게 달라지는지를 분석할 수 있음

<표 4-5> 2011년 기준 산업별 화물수요 추정식

구분	log(생산유발계수* 도착지역 전산업 생산액/출발지와 도착지 간 거리)	log(도착지역 생산량 / 출발지역 생산량)	동일지역 더미	수정된 결정계수	분석 자료 수
농산물	1.1479*	0.4984*	-9.0289*	0.9263	226
축산물	0.8552*	0.3102*	-6.4718*	0.8593	223
임산물	1.2588*	0.6198*	-14.2580*	0.7748	158
수산물	0.9870*	0.3726*	-9.8163*	0.7834	194
석 탄	-0.3725	5.3738	23.7079	0.9972	4
비금속	1.2717*	0.8930*	-12.0818*	0.7537	225
음식료	0.9960*	0.7854*	-5.3358*	0.9590	226
담배	0.8012*	-0.5791*	-8.3815*	0.9841	6
섬유	0.7416*	-0.1040	-3.7534*	0.8555	225
의복	0.5643*	-0.4566*	-1.9404*	0.8652	225
가죽	0.5067*	0.2765*	-2.3802*	0.6675	130
목재	0.7537*	0.6035*	-3.8471*	0.8427	225
펄프	0.8741*	0.2282*	-4.4210	0.9331	226
인쇄	0.5833*	-0.4068*	-3.2596*	0.8335	225
코크스	0.7546*	0.3742*	-1.9334	0.7803	180
화합물	0.8812*	0.3488*	-3.7983*	0.9272	224
고무	0.8783*	0.0045	-4.6956*	0.9595	211
비금속	1.1562*	0.5434*	-7.1779*	0.9162	226
제1차	0.9287*	0.2415*	-3.9920*	0.9449	225
금속	0.8917*	0.0457	-4.1796*	0.9353	226
기타기계	0.8729*	0.2447*	-4.6396*	0.9442	226
전자부품	0.8045*	-0.3949*	-4.4510*	0.9429	210
전기장비	0.7370*	-0.0086	-3.7915*	0.8874	225
의료 정밀	0.7362*	0.2519*	-5.3533*	0.8770	226
자동차	0.9727*	0.0300	-5.3338*	0.9495	225
기타운송	0.6565*	-0.1602**	-3.4880*	0.6692	182
가구	0.6152*	-0.1805*	-3.5998*	0.8573	225
기타제조	0.9245*	0.7964*	-5.6809*	0.8428	226
도소매	0.9442*	-0.0769	-3.2387*	0.9682	224

주: * 5% 유의수준에서 기각; ** 10% 유의수준에서 기각

log(화물수요) = α1 log(생산유발계수*도착지역 전산업 생산액/출발지와 도착지 간 거리) + α2 log(도착지역

생산량 / 출발지역 생산량) + α3 (동일지역 더미)

○ 품목별 화물수요를 추정하기 위해서는 관련 독립변수의 변화량을 파악해야 함

– 우선 지역간 경제 구조 및 교역 유형을 나타내는 생산유발계수를 전망하기 위해서는 적어도 지역간 산업연관표의 시계열 자료 및 국가기준 산업연관표가 요구됨. 그러나 현실적으로 이러한 자료를 확보하는 것은 불가능하기 때문에 본 연구에서는 생산유발계수 값이 고정되어 있다고 가정함

– 지역간 최단시간 거리도 장래 시점의 교통수요 추정 과정이 필요하다는 점에서 고정된다고 가정함

– 장래 시점의 지역별 산업별 생산량은 한국개발연구원 및 산업연구원의 중장기 산업별 생산량 전망치, 우리나라 경제성장률 전망치(연평균 3% 가정) 및 2005년-2011년의 지역 산업 경쟁력 변화지표를 근거로 하여 산정하였음. 여기서 지역 산업 경쟁력 지표는 다음과 같이 도출하였음

· 지역별 산업별 경쟁력 지표 = 2006-2011년 지역별 산업별 생산량 변화율 / (전국 산업별 생산량 변화율 * 전국 전체 산업 생산량 변화율)

<표 4-6> 2020년 산업별 생산량 변동률

단위: %

구분	산 업	2011년 대비 2020년 생산량 변동률		
		기준	최소	최대
1	농산물	106.48	103.66	108.40
2	축산물	106.48	103.66	108.40
3	임산물	106.48	103.66	108.40
4	수산물	106.48	103.66	108.40
5	석탄 및 원유	137.48	128.21	141.10
6	비금속	137.48	128.21	141.10
7	음식료품제조업	111.33	107.43	113.33
8	담배제조업	111.33	107.43	113.33
9	섬유제품제조업(의복제외)	81.86	78.89	83.37
10	의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업	81.86	78.89	83.37
11	가죽, 가방 및 신발제품제조업	78.17	75.32	78.89
12	목재 및 나무제품제조업(가구제외)	109.76	106.96	111.43
13	펄프, 종이 및 종이제품제조업	109.76	106.96	111.43
14	인쇄 및 기록매체복제업	109.76	106.96	111.43
15	코크스, 연탄 및 석유정제품제조업	120.57	117.42	121.63
16	화합물 및 화학제품	106.48	103.66	109.37
17	고무제품 및 플라스틱제품제조업	148.61	144.81	152.49
18	비금속광물제품제조업	151.19	144.81	155.13
19	제1차금속제조업	135.11	130.48	135.11
20	금속가공제품제조업 (기계 및 가구제외)	153.81	149.89	156.47
21	기타기계 및 장비제조업	163.30	160.53	164.69
22	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비제조업	146.07	142.33	147.33
23	전기장비제조업	210.12	194.96	220.8
24	의료, 정밀, 광학기기 및 시계제조업	186.96	177.75	193.33
25	자동차 및 트레일러제조업	142.33	139.89	142.33
26	기타운송장비제조업	131.62	129.34	131.62
27	가구제조업	130.48	128.21	133.94
28	기타제품제조업	130.48	128.21	133.94
29	기타 서비스	141.72	138.8	143.57
30	도소매업	146.07	143.57	148.61

자료: 한국개발연구원(2005), 최용재, 변창욱, 이상호(2008), 송병준 외 9인(2005)

3. MRIO 화물모형 연구의 한계

○ 본 연구에서는 2011년 지역간 투입계수 및 생산유발계수를 추산하고 이를 토대로 하여 품목별 지역간 화물 수요식을 추정하여 2020년 27개 품목 화물수요를 전망하였음

– 석탄 및 담배의 경우, 지역별 생산량, 화물수요 및 산업연관표 중간수요 자료의 수가 계량분석에 부합되지 않아 해당 산업의 화물수요를 전망하는데 한계가 있음

○ 이와 같이 산업연관분석에 근거하여 화물수요를 예측할 경우, 모형의 특성상 수요량, 즉 생산량이 증가하면 화물 수요도 늘어날 수밖에 없음. 특히 화물수요에 대한 생산량 탄력성이 0보다 작은 산업도 상당하다는 점에서 이를 관리할 변수를 추가하여 분석하는 방안을 검토할 필요가 있음

– 우선 고려되어야 할 변수는 Cascetta (2009) 유형과 같이 지역별 산업별 생산가격과 지역간 교통비용임

· 본 연구에서는 지역간 교통비용 자료로서 지역간 시간거리자료를 대리변수로 활용하였으나 생산가격 변수는 고려되지 않았음. 즉 지역간 산업간 생산가격이 변동하지 않는 것으로 가정하였는데 이는 자료의 부족에 기인함

· 만일 화물수요 예측과정에 생산가격의 변화를 감안할 경우 특정지역 생산물의 가격 상승은 지역 및 산업간 대체과정을 통해서 타 지역 화물수요에 영향을 주고 이는 전국 화물 수요량에 부정적인 영향을 미칠 수 있음. 교통비용의 경우 지역간 최단거리 및 공간 연계성 관련 변수의 함수로 추정하여 공간 및 교통 정책 변화를 반영할 수 있는 구조로 설정

– 현재 광역자치단체에서 기초자치단체로의 지역 세분화 문제는 기초자치단체 자료와 연계된 것임. 현재 기초자치단체 기준 산업 자료는 고용 자료가 거의 유일하다는 점에서 세분화 과정을 통한 화물수요 분석이 가능하지 않음

○ 지역거시경제모형을 이용한 화물수요 분석에 대한 주요 과제를 제시하면 다음과 같음

– 2005년 실측 지역간 산업연관분석을 통한 화물수요 추정 및 모형 평가

– 지역 생산가격 및 교통비용을 고려한 화물수요 전망

· 교통시설 개발에 따른 화물수요량 변화 분석

· 지역 산업 정책에 따른 화물수요량 변화 분석

– 지역경제 거시모형(Regional Econometric Input–Output Model)을 이용한 화물수요 전망과 정책 실험

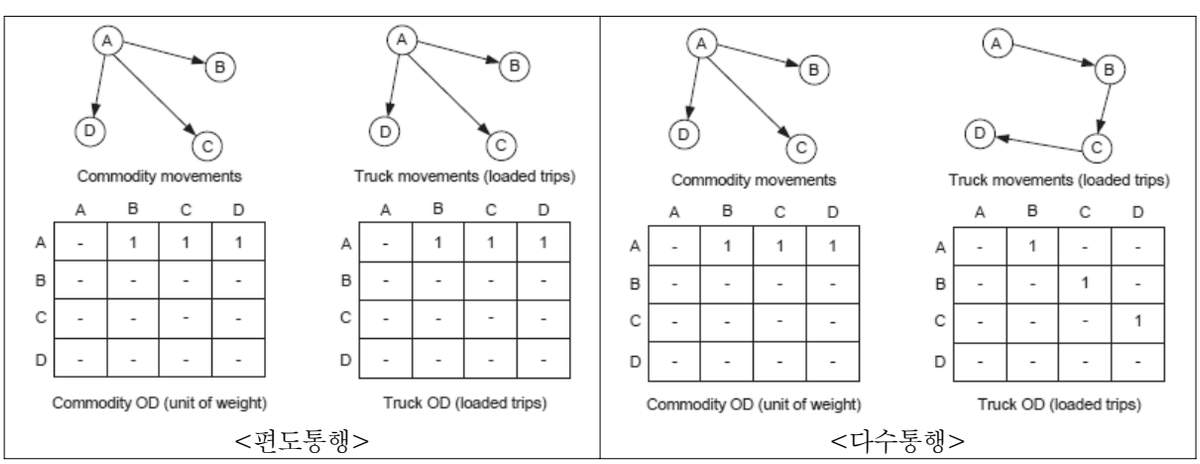
제3절 도시화물 수요추정을 위한 활동기반모형

1. 개괄

○ 전통적 4단계 모형의 화물수요모형은 물동량 기반 화물수요모형과 화물자동차 기반 화물수요모형으로 구분할 수 있으며, 물동량 기반 모형은 화물의 품목별 특성은 반영할 수 있으나 화물자동차의 공차통행은 고려하지 못하는 반면, 화물자동차 기반 모형은 화물자동차의 적재 및 공차통행 특성은 반영할 수 있으나 화물의 특성은 반영하지 못하는 한계가 있음 (Holguin-Veras, 2002)

○ 국가교통DB센터에서 구축하는 화물O/D는 주로 지역간 화물 및 화물자동차 흐름에 초점이 맞추어져 있으며, KTDB 화물O/D는 지역간과 광역권 모두 물동량 기반 화물수요모형을 적용한 관계로, 구축된 O/D의 존간 화물자동차 통행량은 존간 물동량과 비례하는 관계를 가짐

○ 그러나 화물자동차는 하나의 도착지만을 가지는 편도통행 이외에 출발지로 되돌아오는 왕복통행과 하나 이상의 도착지를 경유하는 다수통행이 발생할 수 있기 때문에, 물동량을 기반으로 추정된 화물자동차 O/D는 실제 화물자동차의 O/D와 상이할 수 있음 (Raothanachonkun, 2007)



자료: Raothanachonkun et al.(2007)

<그림 4-4> 화물자동차 통행유형에 따른 물동량O/D와의 차이

○ 이러한 문제점을 개선하기 위하여 2011년 기준 화물자동차 O/D는 화물자동차 기반 화물수요모형을 통하여 직접 구축되었으나, 기본적으로 통행(trip) 기반 4단계 화물수요모형이 다

수의 도착지를 경유하는 통행사슬(trip chain) 또는 투어(tour)형태의 통행특성을 제대로 고려하지 못하는 한계를 완전하게 극복하지는 못함

○ 또한 화물자동차의 통행특성은 공간적 범위에 따라서도 차이가 발생하며, 지역간과 도시부에 따른 화물자동차의 통행특성 차이는 다음과 같음(박민철 외, 2011)

– 평균통행거리

· 화물자동차의 평균통행거리는 지역간 통행이 도시부 통행보다 긴 것으로 나타남

– 출발시각 및 도착시각 기준 시간대별 분포

· 도시부 화물자동차의 통행은 교통량이 많은 출·퇴근 및 낮 시간대보다는 심야 시간대에 출발하는 비중이, 그리고 오전 첨두 및 낮 시간대에 도착하는 비중이 각각 지역간 화물자동차의 통행보다 높음

– 적재율 및 공차율

· 화물자동차의 통행당 적재율과 평균적재량은 모두 지역간 통행이 높음

– 통행거리분포

· 화물자동차의 통행거리분포는 도시부의 경우 톤급과 상관없이 단거리 통행분포가 높은 반면, 지역간의 경우는 톤급과 통행거리가 비례하는 것으로 나타남

○ 이와 같이 화물자동차의 통행특성은 공간적 범위에 따라 상이함에도 불구하고 현재 지역간 및 도시부 화물자동차 O/D는 모두 통행(trip)기반의 거시적(집계) 화물수요모형을 동일하게 적용하기 때문에, 화물자동차의 공간적 범위에 따른 통행특성의 차이를 충분히 고려하지 못함

○ 따라서 현재 화물DB 수준을 향상시키기 위해서는 기존 통행(trip) 기반 화물수요모형이 고려하지 못한 화물자동차의 통행유형별 특성을 반영할 수 있는 방안 마련과 함께 공간적 범위에 따라 분석 수준이 상이한 화물수요모형의 구축(지역간=거시적(집계), 도시부=미시적(비집계) 등)이 요구됨

○ 본 절에서는 이와 같은 한계를 개선하기 위한 방안으로 현재 활발하게 연구가 진행되고 있는 국내·외 활동기반접근법을 다각적으로 검토하여, 기존 화물수요모형의 개선에 적용 가능한 방안을 도출하고자 함

○ 또한 도시부 화물통행 특성을 분석한 국외 사례를 검토하여 향후 구축 가능한 도시부 화물DB를 위한 기초자료를 마련하고자 함

2. 도시부 화물 관련 활동기반모형 적용 사례

가. 활동기반모형

○ 활동기반모형은 전통적인 4단계 수요추정방법론을 대체하기 위하여 최근 연구가 활발히 진행되고 있는 방법론으로 개별 통행자의 통행은 개개인이 일일 활동스케줄에 의해 시간과 장소, 교통수단 등을 결정하며 이러한 활동을 수행하기 위해 파생되는 공간 이동을 통행으로 정의하고, 활동의 초점에서 개별 통행자의 통행 행태를 추정하는 모형임

○ 전통적인 통행기반모형에서는 각 개별 통행에 대한 의사결정이 독립적으로 수행됨을 전제로 하기 때문에 하루 일과를 구성하는 통행들 간의 상호 관련성을 고려할 수 없는 한계를 가지며, 특히 실제 개별 통행자는 하루에 수행되는 모든 통행들에 대하여 종합적으로 고려하며 순차적으로 연계된 통행들은 통행수단이나 출발시간 등의 통행의사결정에 있어 상관성이 존재하기 때문에 통행 단위 의사결정의 독립성을 현실에 적용하기에는 무리가 있음

○ 이러한 문제점을 해결하기 위해서 여객부문에서는 1990년대 중반부터 통행의 분석단위를 투어(tour) 또는 사슬(chain)의 개념으로 고려하는 활동기반모형을 개발해 왔으며, 화물부문에서는 1990년대 후반부터 활동기반모형에 대한 연구가 시작됨

○ 특히 화물부문에서는 투어기반접근법을 중심으로 도시부 화물자동차의 통행사슬행태를 모형화하는 연구가 주를 이루고 있으며, 해당 연구들은 주로 계량경제학 기반의 모형을 중심으로 구현되고 있음

나. 국내 사례

1) 김한수 (2010)

○ 대도시권 화물수요를 추정하는 방법으로 투어기반 도시화물 통행수요모형을 제시하였으며, 특히 교통과 토지이용 간의 상호작용을 설명하기 위해 반영한 접근성 지표가 화물자동차 투어에 미치는 영향 분석에 초점을 맞춤

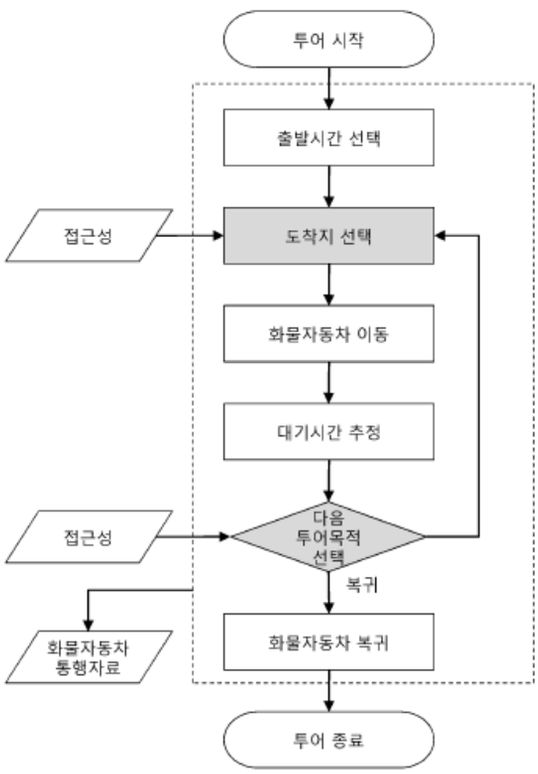
○ 해당 연구에서 도출된 대도시권 화물자동차의 투어특성은 다음과 같음

- 화물자동차 운전자가 화물운송을 위해 도착지를 선택하거나, 다수의 도착지를 연계하는 투어를 생성할 경우, 접근성이 높은 지역에서는 다수의 도착지를 방문하는 체인형 투어를 생성하는 반면, 접근성이 낮은 지역에서는 하나의 도착지만을 방문하는 왕복형 투어를 생성

하는 특성을 가짐

– 또한 이러한 특성은 중·대형 화물자동차 보다는 소형 화물자동차에서 두드러짐

○ 해당 연구에서 제시한 투어기반모형의 구조는 다음과 같으며, 모형내에서는 출발시간, 도착지, 대기시간, 다음 목적지 탐색 등의 단계를 거쳐 화물자동차의 투어를 구현함



자료: 김한수(2010)

<그림 4-5> 투어기반모형 구조-1

○ 해당 연구에서 제시한 투어기반모형과 화물자동차 통행기반모형의 신뢰성을 검토하기 위하여, 존 간 통행량 RMSE를 비교한 결과 접근성 지표를 반영한 투어기반모형의 RMSE가 가장 낮은 것으로 나타나 투어기반모형이 통행기반모형보다 화물자동차의 통행특성을 보다 잘 반영하는 것으로 검토됨

다. 국외 사례

1) Stefan et al. (2005, 2007)

○ 캐나다 캘거리(인구 백만, 쇼핑도시)를 대상으로 도시부 화물자동차의 통행패턴을 반영할 수 있는 투어기반모형을 제시

– 2001년 주중에 조사된 37,000개 투어(185,000개 통행) 표본 활용

○ 투어기반모형은 총 6의 세부모형으로 구성

– 세부모형별 배정시 적용되는 확률은 로짓모형에서 추정된 확률을 기반으로 몬테카를로 기법을 통하여 산정

– tour generation model

· 존별 산업분류별 발생되는 총 투어수 산정

· 투어수 산정시 존별 속성으로 토지이용용도, 접근성 등을 고려

– tour purpose and vehicle choice model

· 존별로 발생되는 투어수를 투어목적별(화물적재, 화물운송, 기타 등) 화물자동차 톤급별(소, 중, 대)로 배정

– tour start time model

· 하루 24시간을 5개 시간대로 구분하여 각각의 시간대에 투어수 배정

– next stop purpose model

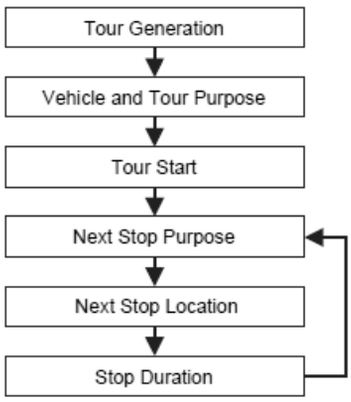
· 첫 투어목적 이후 다음 투어목적 배정

– next stop location model

· 현재 위치를 기준으로 다음 도착지에 배정하며, 배정시 도착지 속성으로 토지이용용도, 평균가구수입, 통행비용, 접근성 등 고려

– stop duration model

· 도착지에서 소요하는 시간 배정



자료: Stefan et al.(2005)

<그림 4-6> 투어기반모형 구조2

2) Gliebe et al. (2007)

○ 지역간과 대비되는 도시내 화물자동차의 통행패턴(단거리 위조, 서비스업, 빠른 운송 선호)을 모형화하기 위하여 활동기반 비집계 마이크로시뮬레이션 모형(Disaggregate Commercial Model: DCM) 개발

– 2003년-2004년 오하이오 교통부 조사자료 활용(총 562개 사업체 조사)

– 표본 중 50마일 이상 편도통행은 투어유형 고려시 제외

– 인구 및 업종별(industrial, wholesale, retail, transport handling, service) 종사자수를 기반으로 교통존을 설정하며, 화물자동차 톤급은 소형, 중형 대형으로 구분

– 활동유형은 총 4가지로 구분하였으며, 상세유형은 다음과 같이 분류

· Good: the pickup or delivery of goods and materials

· Services: the provision of services, such as real estate services, health care, public works, repair services, and recreation services

· Meetings and sales: activities related to professional meetings or sales calls

· Other: work-related stops such as refueling vehicles and non work-related stops made as part of a work tour, such as breaks

○ DCM모형은 크게 5단계로 구분되며, 각 단계별 고려사항은 다음과 같음

– Traveler Generation

· 이항선택모형을 구축하여 존별 업종별 화물자동차 발생량 추정

– Vehicle Assignment

· 사업체 유형과 존별 토지이용 특성을 고려한 다항로짓모형을 구축하여 화물자동차 발생

량을 톤급별로 배분

· 소형 톤급은 service 업종이 주된 존에서, 중·대형 톤급은 industrial과 wholesale 업종이 주된 존에서 주로 배분되는 경향을 보임

– Starting Time Assignment

· 표본에서 추출한 하루 중 첫 번째 통행의 출발시간 분포를 바탕으로 업종별 톤급별 출발시간 배분

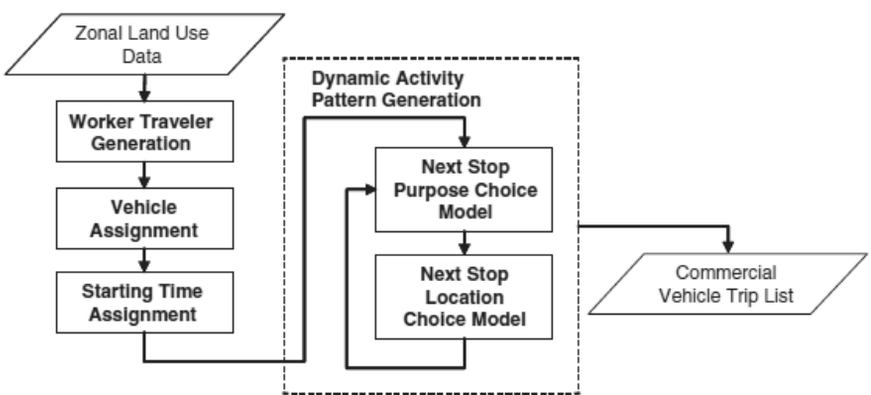
· 중·대형 톤급의 경우 소형 톤급보다 일찍 출발하는 경향이 강함

– Dynamic Activity Pattern Generation

· 화물자동차 톤급별로 하루 중 통행패턴을 추정하는 단계로 활동목적 선택(next stop purpose choice model)과 활동장소 선택(next stop location choice model)로 구분

· 운전자는 첫 출발시간 이후 5분 단위로 현재 활동을 유지(stay)할 것인지, 새로운 활동을 위하여 다음 장소로 이동(leave)할 것인지, 아니면 원래 출발지로 되돌아갈 것인지를 선택함

· 모든 운전자는 출발지를 떠난 후 하나 이상의 활동을 수행하여 원래 출발지로 되돌아오는 투어형태를 가짐



자료: Gliebe et al.(2007)

<그림 4-7> DCM모형 구조

3) Munuzuri et al. (2010)

○ 도시부 화물자동차의 통행행태(supply chain management, delivery practices, tour configuration, time windows 등)를 모형화하기 위해서는 이를 규명할 수 있는 자료가 필요하지만, 관련 자료를 모두 수집하기에는 현실적으로 한계가 있음

– 본 연구에서는 B2B(Business to Business), 택배 등과 같이 특정한 도시부 화물자동차의

통행행태를 최소한의 자료만을 활용하여 모형화하는 방안을 제시

- 전통적인 4단계 모형을 활용하되, 통행발생 및 통행분포모형을 새롭게 제시
- 통행발생 단계에서는 오전첨두시에 발생하는 특정 유형의 화물자동차 발생량(도매상→소매상, 가정배달)만을 고려
- 통행분포 단계에서는 엔트로피최대화접근법(entropy maximization approach)을 기반으로 모형을 제시하였으며, 사례분석을 통하여 기존 중력모형과의 차이를 제시

○ 사례분석은 스페인의 세비아를 대상으로 수행하였으며 오전 첨두시(8시-10시)에 발생하는 화물자동차 통행을 대상으로 통행발생 및 통행분포모형 적용

- 통행분포모형 추정 결과 엔트로피최대화접근법 기반 모형이 기존 중력모형보다 도시부 화물자동차의 통행패턴을 모형화하기에 적합한 것으로 나타남

<표 4-7> 통행분포모형 추정 결과 비교

Location	Street	Direction	Vehicle counts	*M1* results	*M1* deviation (%)	*M2* results	*M2* deviation (%)
1	Torneo	Northbound	162	149	8	380	135
		Southbound	84	88	5	137	63
2	Puerta de Carmona	Southbound	132	113	14	131	1
3	Plaza D. Juan de Austria	Northbound	114	118	4	195	71
		Southbound	186	142	24	139	25
4	Eduardo Dato	Outbound	54	67	24	145	169
		Inbound	60	92	53	58	3
5	Luis de Morales	Northbound	135	125	7	118	13
		Southbound	162	181	12	210	30
6	Ramón y Cajal	Eastbound	102	53	48	54	47
		Westbound	222	215	3	112	50
7	Luis Montoto	Eastbound	54	53	2	146	170
		Westbound	204	246	21	96	53
8	Cruz del Campo	Eastbound	90	60	33	138	53
		Westbound	234	285	22	158	32
9	Kansas City	Inbound	168	180	7	156	7
		Outbound	114	135	18	110	4
10	María Auxiliadora	Clockwise	102	113	11	125	23
		Anti-clockwise	78	112	44	164	110
11	Arco de la Macarena	Clockwise	72	71	1	192	167
		Anti-clockwise	108	112	4	76	30
12	Bueno Monreal	Eastbound	180	234	30	207	15
		Westbound	120	153	28	183	53
13	Avenida de la Paz	Outbound	123	121	2	381	210
		Inbound	246	268	9	100	59
14	Paseo de Colón	Southbound	96	132	38	133	39
		Northbound	186	234	26	229	23
15	Paseo de las Delicias	Outbound	156	78	50	155	1
		Inbound	114	162	42	56	51
Overall weighted deviation					19.23%		50.54

자료: Munuzuri et al.(2010)

4) Ruan et al. (2012)

○ 도시부 화물자동차의 하루 중 활동패턴을 정형화하기 위하여 투어기반 접근법 적용

- 도시부 화물자동차의 통행패턴 이해
- 도시부 화물자동차의 투어 구성에 영향을 미치는 요인 분석(토지이용 유형, 화물수요 및 품목 유형 등)

○ 도시부 화물수요추정이 가능한 모형으로 통행(trip) 단위의 물동량기반모형과 화물자동차기

반모형, 투어(tour) 단위의 화물자동차기반모형을 제시

- 물동량기반모형은 존간 화물의 이동을 직접적으로 고려하기 때문에 경제적 활동 및 화물서비스 수준 등을 반영할 수 있는 관계로 정책적 활용도가 높은 반면, 관련 조사 수행이 어려운 한계가 있음
- 이에 반해, 화물자동차기반모형은 기존 교통량 조사 결과의 활용이 가능하여 새로운 조사 수행에 대한 부담이 적고, 물동량을 화물자동차로 전환하는데 발생할 수 있는 오차를 피할 수 있는 장점이 있음
- 그러나, 통행(trip) 단위의 물동량 기반모형과 화물자동차기반모형은 모두 도시부 화물자동차의 투어전략을 분석하기에는 적합하지 않음

○ 도시부 화물자동차의 투어행태를 검토한 후, 이를 모형화하기 위한 투어단위의 화물자동차기반모형(tour-chaining strategy choice model) 추정하였으며, 도시부 화물자동차의 투어전략에 영향을 미치는 요인은 다음과 같음

- Daily vehicle activities that include goods pickup from an intermediate stop
- Average trip distance between intermediate stops
- Average dwell time at intermediate stops visited
- Shipment of clay, concrete, glass, or stone
- Shipment of manufacturing goods/equipment
- Shipment of miscellaneous goods
- At least one visit to a distribution center in the daily tour chain

3. 도시부 화물자동차 통행특성 분석 사례

가. 국내 사례

1) 성홍모 외 (2008)

○ 국내 화물자동차의 통행행태를 통행사슬 관점에서 분석하였으며, 특히 통행사슬과 화물자동차 운행특성지표간 관계 파악에 중점을 둠

- 해당 연구에서는 2005년 전국물류현황조사 결과 중 약 13,000대의 화물자동차 표본을 이용하여 분석을 수행하였으며, 분석시 공간적 범위는 지역간, 광역권, 기타로, 통행사슬 유형은 단순통행, 왕복통행, 복잡통행으로 구분함

- 또한 화물자동차 운행특성지표는 물리적 지표와 운행효율성 지표로 구분하였으며, 물리적 지표는 존간 통행시간 및 통행거리를, 운행효율성 지표는 화물자동차 평균 적재율과 적재효율을 고려함
- 분석결과 물리적 지표의 경우 지역간이 가장 크고 광역권과 기타(도시내)는 유사한 것으로 나타났으며, 업종별로는 영업용이 자가용보다 큰 것으로 나타남
- 또한 운행효율성 지표의 경우는 모든 공간적 범위에서 영업용이 자가용에 비해 높은 것으로 나타났으나, 통행사슬 유형별로는 영업용과 자가용간 차이가 미비한 것으로 나타남

2) 한진석 외 (2012)

○ 대도시 화물자동차의 화물통행수요 추정을 위한 목적으로 대도시 화물자동차의 통행수요특성을 활동발생과 도착지선택, 통행사슬행태를 중심으로 분석

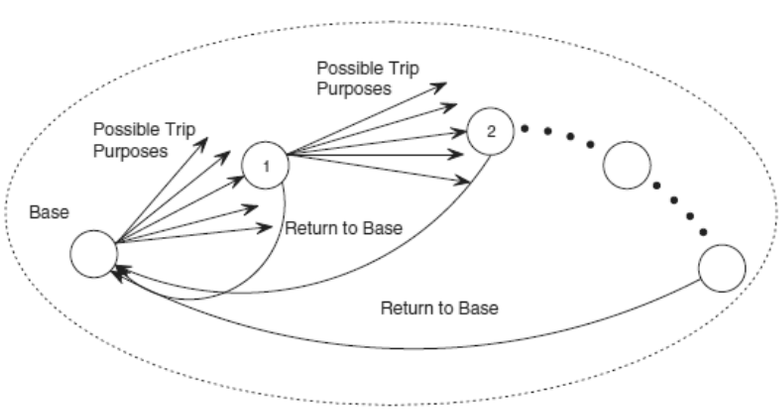
- 2005년 화물자동차통행실태조사 자료를 이용하여 분석을 수행(동남권 화물자동차 대상)
- 화물자동차의 활동발생행태는 이분산서열로짓모형을 이용하여 추정하였으며, 화물자동차의 도착지 선택 및 통행사슬행태는 각각 다항로짓모형과 다중회귀모형을 이용하여 추정함
- 모형추정 결과, 화물자동차의 활동발생에 영향을 미치는 요인으로 화물자동차의 특성 중에서는 차량업종과 적재효율이, 첫 번째 출발존 특성 중에서는 도소매업과 서비스업, 대형마트(할인점)와 백화점(전문점포함)이 선정됨
- 즉, 화물자동차가 영업용이고 적재효율이 클수록, 그리고 첫 번째 출발존의 사업체 중 도소매업과 서비스업이 많고, 유통업체 중 대형마트(할인점)와 백화점(전문점 포함)이 많을수록 화물자동차의 활동수가 증가함
- 또한 화물자동차의 도착지 선택에 영향을 미치는 요인으로는 도착지 존과의 통행거리와 도착지 존의 사업체 중 서비스업, 유통업체 중 대형마트(할인점)와 백화점(전문점 포함), 쇼핑센터와 시장(기타 포함)이 선정됨
- 즉, 화물자동차의 통행이 다수통행일 경우 출발지 존과의 통행거리가 짧고 사업체 중 서비스업이 많을수록, 그리고 유통업체 중 대형마트(할인점)와 백화점(전문점 포함), 쇼핑센터와 시장(기타 포함)이 많은 존이 도착지로 선택될 확률이 높음
- 마지막으로 화물자동차의 통행사슬행태 중 통행사슬내 통행수 증가에 가장 큰 영향을 미치는 도착지 유형은 도소매업체인 것으로 나타났으며, 적재품목 유형 중에서는 음식료품의 비율이 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타남

나. 국외 사례

1) Holguin-Veras and Patil (2005)

○ 1998년과 1999년 Denver Regional Council of Government에서 수집된 자료를 바탕으로 미국 덴버지역의 도시부 화물자동차의 통행사슬 행태를 통행사슬 수, 통행사슬 길이, 통행목적에 대한 조건부 확률 등으로 정형화하여 검토

- 통행목적 유형
  - · transport of people, service calls, fuel, service, return to base or home 등
- 차량 유형
  - · automobile, pickup van, single-unit truck, combination truck, sports utility vehicle
- 분석결과, 대부분의 도시부 화물자동차는 하루에 한 번의 통행사슬 행태를 보이며, 25% 이상은 한 번 이상의 통행사슬 행태를 보임
- 분석대상의 통행사슬은 하루에 약 5.6개의 경유지(stop)로 구성되며, 약 35% 가량은 2개의 경유지(stop)로 구성됨
- 또한 통행사슬당 평균 경유지(stop)수와 통행사슬 수는 역관계(inverse relationship)를 가지는 것으로 분석되었으며, 통행사슬 수 증가에 대한 평균 경유지(stop) 수의 감소율은 트럭이 다른 차종보다 작은 것으로 나타남
- 도시부 화물자동차의 주된 통행목적은 화물운송인 것으로 나타났으며, 통행목적이 화물운송인 통행사슬의 총 통행거리가 가장 긴 것으로 분석됨



자료: Holguín-Veras and Patil.(2005)

<그림 4-8> 도시부 화물자동차의 통행사슬 유형

2) Cherrett et al. (2012)

○ 영국 내 주요 도시를 대상으로 최근 15년 동안 조사된 도시부 교통 자료를 기반으로 도시부 소매업 화물자동차의 활동 특성을 분석

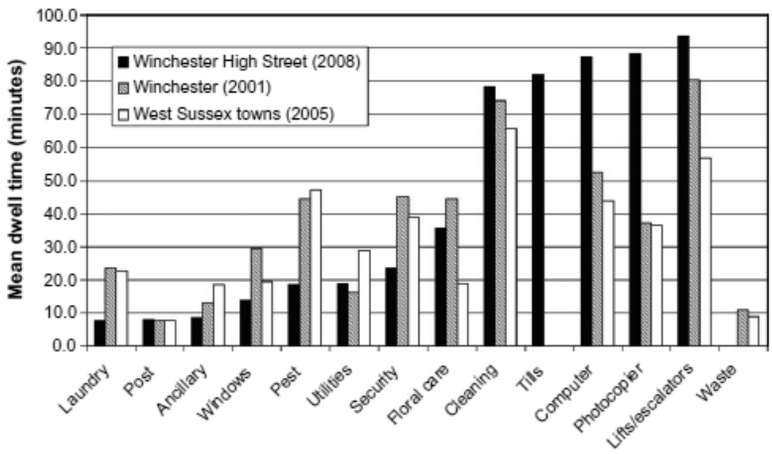
– 도시부 소매업 화물자동차는 주당 평균 7.6회의 화물 운송을 수행하며, 운송시간대는 주로 오전 6시부터 12시 사이에 이루어지는 것으로 나타남

– 또한 일반적으로 금요일이 가장 바쁜 반면, 월요인은 활동량이 적은 편이며, 1년 중에는 10월–12월 사이가 가장 바쁜 것으로 나타남

– 주 운송수단은 van(light goods vehicles)의 비중이 가장 높으며 활동 당 체류시간(dwell time)은 약 10분 가량 소요됨

– 특히 체류시간은 다음과 같은 요인의 영향에 따라 변동이 심한 것으로 나타남

· The distance from the goods vehicle to the premise being served
· The location where the vehicle parks
· The type of product and whether or not the goods are unitised
· The means of getting goods off the vehicle and conveying them to the premises
· Whether the driver has to close and lock the vehicle
· The number of people performing the delivery
· Whether staff at the receiving establishment assist with loading/unloading
· Whether or not the goods have been pre–ordered by the establishment
· Whether or not the goods have been sorted for delivery prior to the vehicle's dispatch from the warehouse
· The extent to which the receiver checks the goods
· Whether or not staff at the receiving establishment need to be present at the time of delivery
· Whether or not the driver requires a signature for delivery
· Whether or not other deliveries/collections are taking place at the receiving establishment at the same time



자료: Cherrett et al.(2012)

<그림 4-9> 소매업종별 평균 체류시간

3) Comendador et al. (2012)

○ 스페인의 특정 도시(소리아, 마드리드)를 대상으로 도시부 화물의 주된 운송수단인 소형 화물차(3.5톤 미만)의 통행특성을 규명하며, 화물차의 운송경로 특성과 업종별 특성과의 연계성 검토

– 차량면접조사 자료, 차량운행일지 자료, GPS 자료에 대한 분석을 각각 수행하며, 분석결과 및 분석자료에 대한 장·단점 검토

– 분석에 앞서, 분석자료를 바탕으로 도시부 화물자동차의 운송경로 유형을 다음과 같은 기준에 따라 분류함

· 투어(출발지로 되돌아오는 통행)의 공간적 분포(Centralized: 투어수 2개 이상, Decentralized: 투어수 1개, Mixed: 도착지 다수)

· 운송경로 결정 주체(운송업체, 운전자)

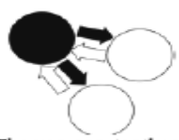
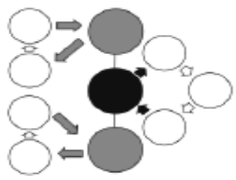
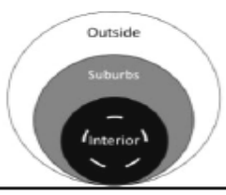
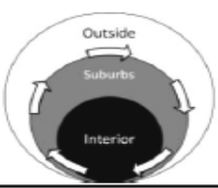
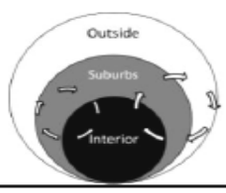
· 운송경로에 대한 정형화(routine)(매일, 매주, 계절별, 없음)

· 운송 효율성(운행시간/정차시간)(높음: 1 미만, 보통: 1, 낮음: 1 초과)

· 출발지 및 도착지 위치(Inside: 소도시 2km 반경 미만, 대도시 5km 반경 미만, Outside: 소도시 2km 반경 초과, 대도시 5km 반경 초과, Mixed: Inside/Outside 혼재)

– 도시부 화물자동차의 통행특성 분석은 소형 화물자동차의 등록대수가 가장 많은 도시인 마드리드와 등록대수가 가장 적은 도시인 소리아를 대상으로 수행

<표 4-8> 운송경로 유형 및 구분 기준-1

I: Spatial distribution of tours	I.a. Centralized  The van constantly returns to a single warehouse. I.b. Decentralized The van starts from the warehouse and then stops at several nodes along the journey; finally, at the end of the journey it returns to the warehouse (i.e. starting point). I.c. Mixed 
II: Who defines the route	• II.a. By company: The van follows routes which are previously determined by the company. • II.b. By driver: The van follows routes which are constantly defined by the driver based on traffic, environmental conditions and demand.
III: Temporal patterns	The van has a routine that repeats: • III.a. daily • III.b. every day of the week • III.c. each season • III.d. no pattern
IV: The productive use of van	Rate between time in movement and time stopped. • IV.a. Low • IV.b. Medium • IV.c. High
V: The relative origin/destination location	V.a. Inside  V.b. Outside  V.c. Mixed 

자료: Comendador et al.(2012)

– 도시부 화물자동차의 운송경로 특성을 업종별로 분석한 결과는 다음과 같으며, 각 특성은 업종별 유형에 따라 일관성을 가지는 것으로 나타남

· 택배업(Courier group)은 타 업종에 비하여 많은 도착지를 경유하는 투어행태를 보이며, 효율적인 운행을 위하여 업체에서 사전에 운송경로를 설정하는 경향이 있음. 또한 대부분 출발지 및 도착지의 범위가 도시 내부에 집중되는 패턴을 보임

· 음식업(Food group): 주로 운송경로를 운전자 스스로 결정하는 특성을 가지며, 운송경로는 매주, 계절별로 정형화되어 있음. 또한 출발지와 도착지의 범위는 도시 내부보다는 외부에 집중되는 특성이 있음

· 서비스업(Service group): 운행 효율성이 타 업종에 비하여 높은 수준을 보이며, 출발지 및 도착지의 분포는 도시 내·외부에 고르게 분포하는 특성을 가짐

· 건설업(Construction group): 주로 도착지가 도시 외부에 위치하며, 운송경로는 운전자가 스스로 결정하는 경향이 강함

· 자영업(Self-Employed group): 건설업과 유사한 특성을 가지며, 자영업의 경우 쇼핑,

등교 등과 같이 운송 외 활동에도 활용되기 때문에, 도시부 교통혼잡에 미치는 영향이 타 업종보다 큰 특징을 가짐

<표 4-9> 운송경로 유형 및 구분 기준2

CATEGORIES / GROUPS	I. Spatial distribution of tours	II. Who defines the routes	III. Temporal patterns	IV. Use of the van	V. The relative O/D location
A. COURIER	b. Decentralized	a. By company	a. Daily	a. Low	a. Inside
B. FOOD	b. Decentralized c. Mixed	b. By driver	b. Each day week c. Each season	b. Medium	b. Outside c. Mixed
C. SERVICE	a. Centralized c. Mixed	a. By company b. By driver	a. Daily d. No pattern	b. Medium c. High	a. Inside b. Outside
D. CONSTRUCTION	c. Mixed	b. By driver	c. Each season d. No pattern	b. Medium	b. Outside
E. SELF-EMPLOYED	c. Mixed	b. By driver	d. No pattern	b. Medium	c. Mixed

자료: Comendador et al.(2012)

4. 도시부 화물수요모형 및 조사방안 검토 사례

1) Jiangping and Shuai (2012)

○ 최근 개발 또는 상용화되고 있는 화물수요모형을 5가지 유형으로 분류하여 모형별 필요 data, 수요추정과정, 실제 적용 가능성 등을 검토

○ 성장률법(Growth-Factor Model; GFM)

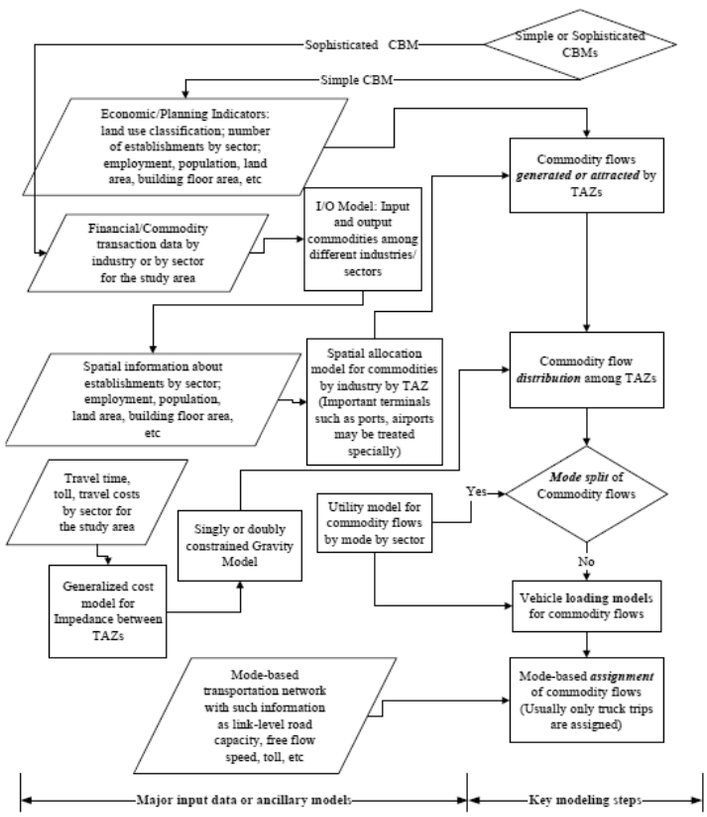
- 장래 물동량 및 화물차 수요를 개략적으로 추정할 수 있는 모형으로 분석기간이 빠른 장점을 가짐
- 장래 물동량 및 화물차 수요의 변화를 반영할 수 있는 특정 변수(경제적 변화, 산업동향, 장래수요 검증 자료)를 설정하는 것이 주요
- 성장률법은 원단위 고려 시점(통행배정 전/후)에 따라 크게 2가지로 구분 가능

○ 물동량기반모형(Commodity-Based Model; CBM)

- CBM은 화물의 이동을 생산 및 소비과정에 따른 파생수요로 간주하며, 특정 경제활동에 따른 산출물이기 때문에 화물 자체에 대한 본질적 가치는 모형에서 고려하지 않음
- CBM의 수요추정과정은 크게 4단계로 구분되며, 1단계에서는 토지이용유형, 사업체수, 종사자수, 인구, 면적, 용적율 등을 고려하여 분석존별 물동량 생산량과 유인량을 추정함
- 2단계에서는 존간 물동량 분포를 추정하며, 3단계에서는 분석존 규모(지역간, 도시부)에 따

라 적합한 운송수단으로 물동량을 배분함

- 마지막 4단계에서는 물동량을 화물차로 전환하여 링크별 통행량을 추정하는 단계이며, 추가로 하루를 특정 시간대(오전첨두, 오후첨두, 야간, 낮 등)로 구분하여 분석을 수행할 수도 있음



자료: Jiangping and Shuai (2012)

<그림 4-10> CBM 분석과정

○ 화물차기반모형(Trip-Based Model; TBM)

- TBM은 주로 도시부에 적합한 화물수요모형으로 CBM과 달리 화물차 수요를 직접 추정하는 특징을 가짐
- 일반적으로 3단계로 구성되며, 1단계에서는 분석존별 특성을 고려하여 화물차의 발생량 및 도착량을 추정하고, 2단계에서는 분석존간 화물차 분포량을 추정하며 마지막 3단계에서는 통행배정을 통하여 링크별 화물차 통행량을 산출함
- CBM과 동일하게 TBM에서도 분석존별 특성을 반영하기 위하여 존별 사업체수, 인구수, 토지이용유형 등을 고려하여 화물차 발생량 및 도착량을 산정함

○ 투어기반모형(Tour-Based Model)

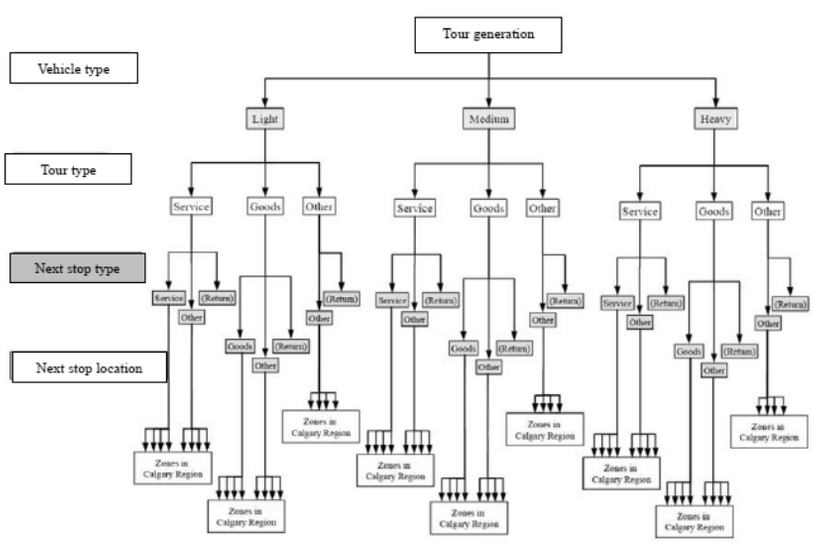
- 도시부 화물차의 투어기반모형은 최근에 개발 및 상용화되고 있으며, 대표적으로는 Calgary's Commercial Movement Model(CCMM)이 있음
- CCMM에서 고려하는 화물통행의 대상은 다름과 같이 3가지로 구분됨

· Own-account commercial vehicles of governments, governmental agencies, and non-profit organizations

· Vehicles owned or operated by "transportation and handing companies"

· Vehicles of "fleet allocators" which are "organizations that dispatch large, coordinated fleet to cover routes or zones rather than dispatching to individual shipments"

- CCMM의 1단계는 분석존별 화물차의 투어수를 추정하는 것이며, 화물차의 투어는 특정 목적을 달성하기 위하여 다수의 경유지를 거쳐 출발지로 돌아오는 통행의 집합을 의미함
- 화물차의 투어수는 분석존별 특성, 화물 종류, 사업체 유형 등에 따라 상이하게 나타나는 것이 일반적임
- 2단계에서는 분석존별로 추정한 투어수를 투어의 목적(picking up goods, dropping off goods or both service purpose, and other), 화물유형 등에 따라 모형에서 고려하는 화물차 유형별로 배분하며, 주로 선택모형을 활용함
- 3단계에서는 확률분포를 통하여 투어를 계속 진행할 것인지, 출발지로 돌아올 것인지 등을 결정하며, 특정 수렴조건에 도달할 때까지 해당 과정을 반복함



자료: Jiangping and Shuai (2012)

<그림 4-11> CCMM 분석과정

○ 물류체인모형(Logistics-Chain Model; LCM)

- 공급망 관리체계(supply-chain management framework)를 기반으로 소규모 분석지역(도시부 등)의 물동량 흐름을 공공의 관점에서 분석하고 이를 정책적으로 활용하기 위한 모형
- LCM을 구축하기 위해서는 산업별 물류활동에 대한 생산지부터 소비지까지의 완전한 자료가 요구되며, 이를 위하여 주요 생산지 및 물류거점, 소비지에서 발생하는 물류활동에 대한 체계적인 분석이 요구됨
- 또한 물류활동에 따라 발생하는 분석존간 수단, 경로, 화물의 규모 및 운송빈도 등과 같이 세부적인 정보도 함께 구축되어야 함
- 이러한 요건 때문에 LCM은 현재 제한된 분석지역, 화물업종 등에서만 모형이 구축되는 실정이며, 다른 유형의 화물수요모형과 결합되어 분석에 활용되기도 함

<표 4-10> 화물수요모형 비교

Model	Re.	Behavioral	Multimodal	Simultaneity	Feedback effect	Dynamic	General Applicability	Comprehensive	Data Driven	Geographically Detailed	Forecasting Tool
GFM	[16, 26]	1	2	2	1	1	3	2	2	2	3
CBM (simple)	[5, 34]	2	2	2	2	1	3	2	2	2	2
CBM (ophisticated)		2	2	2	2	1	2	2	1	2	2
CBM (2nd-source data))	[7, 35–37]	2	2	2	2	1	2	2	3	1	3
TBM	[6, 11, 38– 41]	1	2	2	2	1	3	2	3	2	3
Tour-based	[30–33]	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2
LCM	[2, 15, 16, 24, 42]	3	3	2	2	2	2	1	2	2	2

* Performance scores: 1-Bad; 2-Mediocre; 3-Good. Source: Created by the author.

자료: Jiangping and Shuai (2012)

2) Ambrosini et al. (2010)

○ 화물수요모형 구축을 위한 대표적인 조사 방법론을 검토하고, 도시부 화물수요모형 구축을 위한 자료의 기본요건을 제시

○ 교통 분야에서 수행되는 일반적인 자료수집 기법은 다음과 같으며 화주조사를 제외한 나머지 기법에서는 화물의 출발지를 고려할 수 없기 때문에, 도시화물의 분석을 위한 자료로 한계를 가짐

- 루프검지기(Automatic counting by means of magnetic loops)

· 가장 보편적인 기법으로 교통량 수집이 용이하고 비용이 저렴한 장점이 있음
· 화물차의 톤급 구분이 가능하며, 시간대별 수집이 가능
· 교통량 모니터링과 예측뿐만 아니라, 통행발생모형의 정산에 활용 가능

– 노변조사(Roadside surveys)

· 차량운전자를 대상으로 출발지, 도착지, 통행목적, 중간경유지 위치 등에 대한 정보를 파악하는 면접조사 방식
· 도로변에서 진행되기 때문에 조사 진행이 어려우며, 특히 화물차의 경우 업종별 품목별 차이를 분석하기 위한 상세한 정보를 수집하기 어려움
· 특정 지역의 내·외부 통행 및 다양한 차종에 대한 정보를 수집할 수 있는 장점을 가짐

– 화물차조사(Vehicle-based surveys)

· 차량등록정보를 바탕으로 일정 크기의 표본을 추출하여 조사를 수행하는 방식으로, 화물차의 경우 통상 중차량(3.5톤 이상)과 경차량(3.5톤 미만)으로 구분하여 톤급, 화물유형, 기종점간 차량대수 등을 조사
· 수집 자료는 주로 도시간 화물수요모형의 정산자료로 활용

– 화주조사(Shipper surveys)

· 화물의 생산지부터 소비지까지 연계된 통행 자료를 수집하는 조사기법으로, 수집된 자료는 물류흐름 행태를 분석하기에 적합
· 특정 물류흐름에 관여하는 주체별로(shipper, carrier, customer, forwarder, provider 등) 정보를 수집하여 연계

○ 도시부 화물의 특성을 분석하기에 적합한 자료는 다음과 같은 요건을 충족시켜야 함

– data about light goods vehicle activity
– data about the supply chain considered as a whole
– data about urban freight and logistics infrastructure
– data about loading and unloading operations and infrastructure for goods vehicles
– geographical data about goods vehicle trips in the urban areas
– data about trips carried out by the consumers for shopping purposes, and
– speed and route data of the goods vehicles; data for non-road modes
– 이와 같은 요건을 충족시키는 자료를 수집하기 위해서는 업종별 물류활동이 시작되는 사업체와 물류흐름을 파악할 수 있는 화물차 운행일지를 함께 조사하는 방안이 마련되어야 하며, 필요한 조사항목은 다음과 같음

· 사업체조사: 사업체 물류활동, 보유차량대수, 화물저장능력, 주차시설, 주변관련시설, 특

정기간동안의 화물 입·출하 특성 등

· 화물차 운행일지: 기종점 운송경로, 상·하차품목 및 양, 중간경유지 위치, 차량유형, 운송시간대, 운송빈도, 통행유형(편도, 왕복, 다수) 등

<표 4-11> 조사기법 비교

Types of survey	Roadside	Vehicle-based	Shipper	Establishment and tour-based
Survey cost	inexpensive	medium	expensive	Expensive
Accuracy of estimates	rough	good	Good	very good
Explanatory power of the related models	Traffic management	Regional O/D	Commodity flow	Urban freight movement generation
Forecast	Network planning	Infrastructure planning	Supply chains evolution	Town planning Urban logistics
Simulation and decision-making aid	Traffic models calibration	Routing and scheduling	Distribution channel optimisation	Logistic behaviour <=> traffic flow

자료: Ambrosini et al. (2010)

5. 시사점

○ 본 장에서는 국내 도시부 화물통행수요추정 방안을 도출하기 위하여, 최근 도시부 화물통행 특성 분석 및 수요추정과 관련하여 활발하게 적용되고 있는 활동기반모형의 국내·외 사례를 검토하였으며, 이를 바탕으로 도출한 주요 시사점은 다음과 같음

– 첫째, 국내의 경우 도시부 화물수요추정을 위한 모형을 구축하기에 앞서, 도시별 주요 취급 화물에 대한 검토가 필요함

· 도시부 화물의 특성은 도시별 주요 산업의 발전 정도에 따라 상당한 차이를 보일 것으로 예상되기 때문에 도시별 주요 취급 화물이 무엇인지를 파악하는 것이 선행되어야 하며, 이러한 과정은 지역간 화물수요추정방안과 일관성을 확보해야 함

· 또한 도시부 화물은 공간적 범위(도시내↔도시내, 도시내(외)↔도시외(내))에 따라 운송되는 화물의 특성이 상이할 것으로 예상됨

· 국내에서는 현재 33개 품목체계를 바탕으로 지역간 화물수요추정을 수행하고 있기 때문에 지역간 화물의 품목체계 내에서 도시별 주요 화물의 비중을 우선적으로 검토하는 동시에 기존 품목체계에서 벗어나는 화물품목은(서비스업 등) 별도의 관리가 필요하며, 이러한 과정은 전술한 바와 같이 공간적 범위에 따라 구분되어야 함

<표 4-12> 도시부(도시내→도시외) 주요 취급화물 검토 사례

SCTG Code	Commodity Description	Tons (000)	Cumulative % of Total	Rank by Tons	Value ($ Mil)	Rank by Value
12	Gravel and crushed stone	779,127	20%	1	$8,730	32
31	Nonmetallic mineral products	646,897	37%	2	$108,723	15
17	Gasoline and aviation turbine fuel	294,769	45%	3	$225,504	9
7	Other prepared foodstuffs and fats and oils	227,273	51%	4	$249,878	7
43	Mixed freight	196,949	56%	5	$529,597	1
19	Coal and petroleum products	179,002	60%	6	$81,138	21
32	Base metal in primary or semi-finished forms/shapes	175,495	65%	7	$263,623	6
18	Fuel oils	139,133	69%	8	$86,340	18
11	Natural sands	131,760	72%	9	$1,912	36
26	Wood products	104,701	75%	10	$82,378	20
SCTG Code	**Commodity Description**	**Value ($ Mil)**	**Cumulative % of Total**	**Rank by Value**	**Tons (000)**	**Rank by Tons**
43	Mixed freight	$529,597	11%	1	196,949	5
35	Electronic & other electrical equip & components & office equip	$384,523	19%	2	23,358	27
36	Motorized and other vehicles (including parts)	$365,873	26%	3	61,193	17
21	Pharmaceutical products	$316,624	33%	4	6,790	34
34	Machinery	$274,449	38%	5	26,188	25
32	Base metal in primary or semi-finished forms/shapes	$263,623	43%	6	175,495	7
7	Other prepared foodstuffs and fats and oils	$249,878	49%	7	227,273	4
24	Plastics and rubber	$235,417	53%	8	80,394	11
17	Gasoline and aviation turbine fuel	$225,504	58%	9	294,769	3
33	Articles of base metal	$196,247	62%	10	60,399	18

자료: Rhodes et al. (2012)

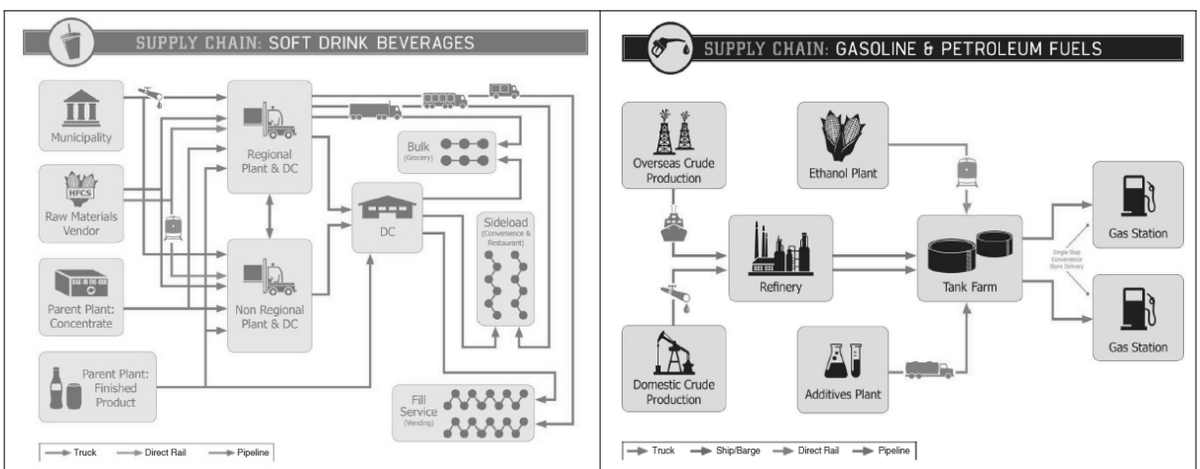
– 둘째, 도시부 화물통행특성에 대한 유형화 및 분석체계 마련이 필요함

· 국내에서도 도시부 화물통행특성과 관련된 연구가 진행되긴 하지만, 국외에 비하면 미비한 수준이며 분석자료 역시 지역간 화물수요추정을 위한 자료를 위주로 활용하기 때문에 도시부 화물특성을 제대로 분석하기에 한계가 있음

· 도시부 화물통행특성을 분석하기 위해서는 우선 분석대상을 화물과 주 운송수단으로 구분할 수 있으며, 화물의 경우 업종별 또는 품목별로 어떻게 이동하는지에 대한 공급망 사슬(supply chain) 검토가 필요함

· 공급망 사슬에서는 화물의 단계별 유형(생산단계, 유통단계, 소비단계 등), 주요 취급시

설(공장, 도소매업 센터, 터미널 등), 주 운송수단(화물자동차, 철도, 파이프라인 등) 등의 정보가 포함되어야 하며, 이와 같이 구축된 업종별(품목별) 공급망 사슬의 비교를 통하여 화물의 운송 특성뿐만 아니라 업종간(품목간) 차별성도 파악이 가능하여 도시부 화물통행특성을 이해하는데 도움이 될 것으로 판단됨



<음료품목> <가솔린 및 석유 품목>

자료: Rhodes et al. (2012)

<그림 4-12> 업종별(품목별) 공급망 사슬 검토 사례

<표 4-13> 업종간(품목간) 공급망 사슬 비교 사례

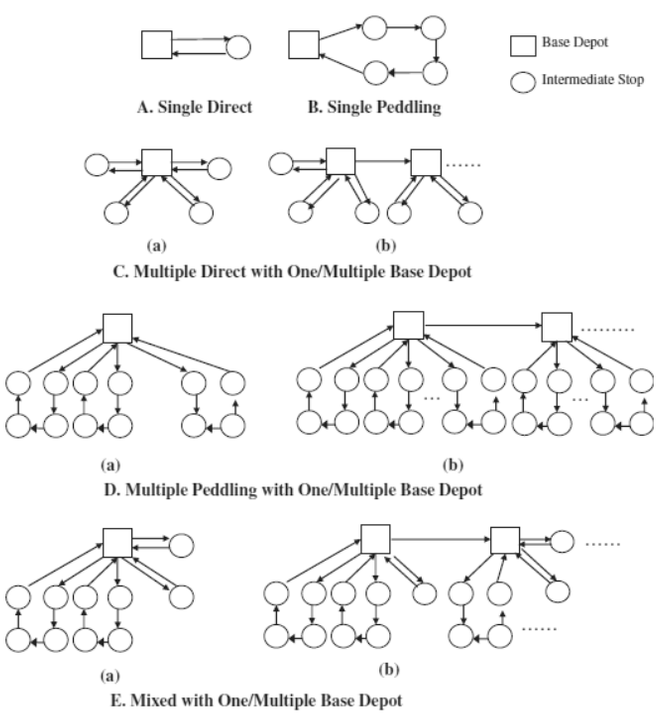
Supply Chain & Channel	Goods	Facilities & Geography	Modes	Staging & Urban Delivery	Performance
Soft Drink Beverages (Industrial Production)	Broad range of beverage products in different packaging types, including soft drinks, juices, and purified and flavored water.	• Production Facilities • Distribution Centers • Retail Destinations (Supermarkets, Convenience Stores, Restaurants, Vending Machines)	• Truck • Rail • Pipeline	✓ Production ✓ Potentially some cross-shipping of product components ✓ Transfer to regional DC ✓ Delivery to retail destinations along a stem route	Performance Expectations • Achieve full utilization from each vehicle while meeting all customer delivery time windows Common Risks to Performance • Lack of available parking in urban locations Performance Enhancement Strategies • Greater time flexibility, allowing for more nighttime operations
Gasoline & Petroleum Fuels (Industrial Production)	Products include gasoline of various grades, plus diesel, jet fuel and kerosene.	• Origins • Refineries (Manufacturing Point) • Tank Farms (Staging Point) • Convenience Stores/ Gas Stations	• Truck • Pipeline • Ocean Carrier • Rail	✓ Inbound transport from refinery to tank farm ✓ Transfer from tank farm to delivery truck ✓ Outbound delivery to final product destination (convenience store/gas station)	Performance Expectations • Replenishment precision to avoid retains and runouts Common Risks to Performance • Inefficient/unsafe siting of gas station loading point access • Nighttime delivery restrictions Performance Enhancement Strategies • Highly automated reordering process • Proper design of physical layout of gas stations that allows for separation of uses and separation of access/egress • Greater time flexibility, allowing for more nighttime operations
Pharmaceuticals & Biotechnology (Industrial Production)	The broad category of pharmaceuticals and biotechnology. The pharmaceutical industry is comprised of brand-name drugs and manufacturers of generic drugs. A few pharmaceutical companies provide both the branded and generic drugs.	• Production Plants • Distribution Centers • Wholesalers • Customer Locations	• Truck • Air	✓ Manufacturing/transport between plants for various manufacturing stages ✓ Purchase by wholesaler ✓ Distribution by wholesaler to customers locations, including pharmacies and hospitals	Performance Expectations • Speed of delivery, security, transparency and minimal exposure to environmental risks such as temperature extremes are all crucial for drug transport Common Risks to Performance • Traffic congestion in urban areas slows the delivery of product to customer facilities • Constrained truck maneuvering space in dense urban environments Performance Enhancement Strategies • Using air transport for most long distance hauls • Moving product from larger delivery vehicles to smaller configurations before entering more dense urban environments
Food Services (Retail Distribution)	Distribution has two main types: broadline, which offers a comprehensive line of restaurant supply products, or specialized distribution, which supplies meat and produce or gives dedicated service to certain chain restaurants.	• Source Material Origins • Warehouse Facilities ○ Satellite Warehouses • Distribution Centers • Restaurant Customers	• Truck • Rail • Ocean Carrier	✓ Inbound transport of vendor supplies to company warehouse facilities. OR ✓ Inbound transport of vendor supplies to regional DC ✓ Outbound transport of goods to restaurant customers • Multi-stop deliveries during early morning hours	Performance Expectations • Efficient routing and completion of multi-stop delivery routes, accounting for customer time delivery windows Common Risks to Performance • Congested traffic conditions cause delays • Lack of adequate, available parking near customer delivery locations Performance Enhancement Strategies • Early morning departures • Nighttime deliveries • Use of satellite yards
Urban Wholesale Food (Retail Distribution)	Wide variety of fresh fruits and vegetables from international and national origins, sold in	• Product Origins • Terminal Markets • Customer Destinations	• Truck • Rail • Ocean	✓ Inbound transport of product from supplier to terminal market ✓ Sorting and storage at terminal market	Performance Expectations • Perishable nature of product necessitates on-time delivery of inbound produce, careful monitoring and storage of product, and prompt

자료: Rhodes et al. (2012)

· 또한 도시부 화물의 주 운송수단인 화물자동차의 통행특성을 톤급별로 구분하여 검토해야 할 필요가 있으며, 도시부 화물자동차는 지역간과 달리 다수통행의 비율이 높기 때문에 통행(trip) 단위가 아닌 특정 기간 동안(하루 등)의 투어(tour) 단위 접근이 필요함

· 화물의 경우 여객과 달리 주요한 통행목적이 운송 또는 상·하차 등으로 단순하긴 하지만 톤급별로 경유하는 경유지 유형, 경유지별 정차시간, 주 운송시간대, 주 적재화물 등이 상이할 것으로 예상되며, 실제 화물의 운송행태와 화물자동차의 이동행태는 일치하지 않기 때문에 수요추정 측면에서는 화물자동차의 투어행태 분석이 주요한 비중을 차지할 것으로 판단됨

· 이와 같은 투어 단위의 화물자동차 통행특성 분석은 주 운송목적 이외 화물자동차의 기타 목적(식사, 개인업무, 주유 등)에 대한 행태나 출발지로 되돌아오는 공차통행에 대한 행태 등도 함께 검토할 수 있기 때문에, 기존 통행 단위의 자료를 이용한 분석 결과보다는 상세한 결과 도출이 가능할 것으로 판단됨



자료: Ruan et al.(2012)

<그림 4-13 > 도시부 화물자동차의 투어유형 구분 사례

– 셋째, 도시부 화물관련 자료에 대한 체계적인 수집 및 관리방안이 마련되어야 함

· 여객과 달리 화물관련 자료는 관리주체가 다양할 뿐만 아니라, 화물운송 및 관련 활동에 있어서 민간업체가 관여하는 비중이 높기 때문에 자료 수집에 한계가 있음

· 이러한 문제를 해결하기 위해서는 정부의 지속적인 노력으로 일정 수준 이상의 민간업체 자료를 확보할 수 있는 방안이 마련되어야 하며, 기본적인 화물 조사 이외에 도시부 화물통행특성 파악이 가능한 자료의 파악이 필요함

· 국내에서는 최근 빅데이터를 이용한 정보처리에 관심이 높아지고 있으며, 화물분야에서는 화물자동차의 디지털운행기록장치 자료, 내비게이션 GPS 자료 등이 이에 속한다고 할 수 있음

· 향후 이와 같은 실측자료에 바탕으로 도시부 화물통행 특성 분석을 수행할 수 있는 기반마련이 필요하며, 특히 GPS 자료를 이용한 도시부 화물자동차의 통행특성 분석은 해외에서도 점차 확대되고 있는 추세이기 때문에 이에 대한 벤치마킹이 필요함

<표 4-14> GPS 자료 활용 사례-1(도시부 화물자동차 통행특성)

Metro Area	Land Use	Number of Trucks	Number of GPS Events	Number of Origins	Percent of Origins by Land Use	Number of Origins per Truck per day
Los Angeles	**Total**	**6,901**	**3,926,611**	**853,049**	**100%**	**9.05**
	Industrial	5,702	640,084	202,187	24%	3.32
	Low density	4,631	230,703	44,876	5%	2.10
	Other high-density employment	5,830	1,420,470	164,858	19%	3.73
	Residential	4,919	773,228	176,728	21%	3.56
	Retail and commercial	6,083	862,126	264,400	31%	3.92
Chicago	**Total**	**3,290**	**1,955,033**	**432,311**	**100%**	**10.59**
	Industrial	2,730	357,130	116,749	27%	4.38
	Low density	2,441	241,271	39,584	9%	2.28
	Other high-density employment	2,650	554,915	77,209	18%	4.14
	Residential	2,298	348,463	76,076	18%	3.29
	Retail and commercial	2,888	453,254	122,693	28%	3.97

자료: Ruan et al.(2012)

<표 4-15> GPS 자료 활용 사례-2(도시부 토지이용 특성에 따른 화물자동차 통행비율)

Los Angeles		Destination				
		Industrial	Other High-Density Employment	Retail and Commercial	Residential	Low Density
Origin	Industrial	**14.80%** *64.00%* 63.30%	**2.20%** *9.50%* 12.40%	**4.00%** *17.20%* 13.00%	**1.70%** *7.20%* 7.10%	**0.50%** *2.20%* 10.10%
	Other High-Density Employment	**2.40%** *13.20%* 10.10%	**10.80%** *60.60%* 61.30%	**2.90%** *16.20%* 5.50%	**1.30%** *7.10%* 5.50%	**0.50%** *2.90%* 10.20%
	Retail and Commercial	**4.10%** *13.10%* 17.60%	**1.00%** *3.00%* 19.00%	**18.40%** *58.40%* 60.20%	**5.10%** *16.20%* 21.80%	**1.00%** *3.00%* 19.00%
	Residential	**1.50%** *6.90%* 6.60%	**1.20%** *5.20%* 6.60%	**4.40%** *19.60%* 14.30%	**14.50%** *65.10%* 62.20%	**0.70%** *3.30%* 14.80%
	Low-Density	***0.60%*** 11.30% 2.50%	***0.50%*** 10.20% 2.90%	***0.90%*** 17.70% 2.90%	***0.80%*** 15.60% 3.40%	***2.30%*** 45.20% 45.90%

자료: Ruan et al.(2012)

– 마지막으로 도시부 화물수요추정을 위한 모형개발이 지속적으로 진행될 수 있는 여건이 마련되어야 함

· 해외에서는 이미 도시별 특성을 반영할 수 있는 다양한 모형들이 개발 또는 실제 사용되고 있으나, 국내에서는 지역간 화물수요추정을 위한 모형 외 도시부 화물수요추정을 위한 모형개발은 미비한 수준임

· 도시부 화물수요추정을 위한 모형으로는 기존 4단계 모형보다는 활동기반모형이 선호되고 있으며, 도시부 화물과 관련하여 개발된 다양한 활동기반모형 중에서도 특히 Stefan et al.(2005)의 투어기반모형(tour-based commercial-vehicle model)이 가장 우수한 것으로 평가받고 있음

– 이상의 시사점을 바탕으로 국내 화물통행수요추정 방안을 개선하기 위해서는 지역간의 경우 지역간 화물에서도 적지 않은 비중을 차지하는 화물자동차의 다수통행을 통행 단위가 아닌 투어 단위로 고려할 수 있는 방안이 마련되어야 하며, 도시부의 경우 단기적으로는 특정 도시를 대상으로 도시부 화물관련 조사 수집 및 통행특성 분석의 가능여부를 가늠해 본 후, 점차 모형 개발과 함께 대상지역을 확대해가는 방향으로 추진되어야 함

제4절 국가간 FTA 확대시 화물 물동량 예측방안

1. 개요

○ FTA는 Free Trade Agreement의 약자로 특정 국가 간의 상호 무역증진을 위해 물자나 서비스 이동을 자유화시키는 협정임

– 국가와 국가 사이의 제반 무역장벽을 완화하거나 철폐하여 무역자유화를 실현하기 위한 양국간 또는 지역 사이에 체결하는 특혜무역협정

○ 우리나라는 거대경제권에 대한 교두보 확보를 위해 미국 등 다수국과 FTA를 체결하였고, 새 정부 들어서는 중국과 경제과유화에 대한 논의를 활발히 하는 등 적극적으로 FTA 무역정책을 확대 추진중임

○ FTA 시행으로 인한 체결 국가 간 경제 환경은 다양하게 변하겠지만, 그 중에서도 가장 큰 변화는 관세인하로 인한 가격하락임

– 관세인하로 인한 가격하락은 각 품목별 수출입 물동량의 변화를 가져옴

○ 관세인하는 품목별로 상이하게 이루어지기 때문에 장래 품목별 물동량 예측 시 관세인하로 인한 수출입 물동량 변화를 적용할 필요가 있음

○ 하지만, 아직까지 화물 물동량 장래 예측 시 FTA로 인한 관세인하 효과를 적용한 사례는 드문 편임

○ 따라서, 본 연구에서는 우리나라가 체결한 각국과의 FTA 특징을 검토하고, 이를 바탕으로 장래 수출입 물동량 변화를 예측할 수 있는 방안을 고안하고자함

2. 우리나라의 FTA

가. FTA 체결 현황

○ 2003년 2월 칠레와 최초로 FTA를 체결하였고, 미국 등 5개 국가 EU 등 3개 경제연합과 FTA를 체결중임

○ 현재는 중국, 일본 등 8개 국가와 FTA 체결을 위해 협상 중이며, 서남아시아 국가들이 결성한 경제협력체인 GCC와의 협상도 진행중임

<표 4-16> 우리나라의 FTA 발효 및 협상국 현황

항목	내용
발효된 국가	- 미국, EU, 칠레, 인도CEPA, 싱가포르, 페루, ASEAN, EFTA
협상중인 국가	- 캐나다, 멕시코, GCC, 호주, 뉴질랜드, 콜롬비아, 터키, 중국, 일본

EFTA : 유럽자유무역연합의 약자이며, 서유럽 국가 중 EU에 참가하지 않은 스위스, 노르웨이, 아이슬란드, 리히텐슈타인 등 4개국으로 구성됨

ASEAN : 동남아시아국가연합의 약자이며, 1967년 8월 태국, 인도네시아, 필리핀, 말레이시아, 싱가포르 5개국이 결성한 지역협력기구. 1984년 브루나이가 가입했고 최근에 베트남, 라오스, 미얀마, 캄보디아가 가입해 모두 10개국으로 구성됨

GCC : 사우디아라비아, 쿠웨이트, 아랍에미리트, 카타르, 오만, 바레인 등 6개국 정상들이 아랍에미리트의 수도 아부다비에 모여서 결성한 단체

나. FTA 체결의 중요성

○ 각 국가에 대한 FTA 체결의 중요성은 <표 4-17>와 같음

<표 4-17> 각 국가에 대한 FTA 체결의 중요성

구 분	내 용
한-미 FTA	- 우리나라의 2대 수출국이며, 우리나라 총 수출의 10.7%를 차지함 - 무역의존도가 87.9%에 달하는 우리나라는 미국과의 FTA가 더욱 필요한 상황
한-EU FTA	- 세계 최대 규모의 단일경제권이자 우리나라의 주요 교역상대 및 투자파트너로서, 국익을 극대화할 수 있는 FTA 대상국 - 제조업의 경우, 자동차, 섬유, 전자 등 우리나라의 주요 수출품에 대한 EU측 시장규모가 미국을 상회하고 관세율(4.2%)도 미국(3.7%)보다 높아 큰 경제적 효과가 있을 것으로 기대
한-칠레 FTA	- 경제적 효과를 도모하면서 동시에 양자간 무역자유화가 우리 산업에 끼치는 영향을 적절히 관리할 수 있는 규모의 중견국가 - 최근 디지털경제로 급속히 전환되고 있어 우리 IT산업(컴퓨터, 전화, 휴대폰, 인터넷 등)의 진출 유망 시장임
한-인도 경제동반자 협정(CEPA)	- 인도는 세계인구의 1/7을 차지하고 있고, GDP(명목)가 세계 10위('10년 IMF기준)인 거대시장 - CEPA(Comprehensive Economic Partnership Agreement : 포괄적 경제동반자 협정)는 상품 및 서비스의 교역, 투자, 경제협력 등 경제관계 전반을 포괄하는 내용을 강조하기 위해 사용하는 용어로서 실질적으로는 FTA와 동일한 성격
한-싱가포르 FTA	- 2010년 기준(IMF) 1인당 GDP가 43,116달러에 이르는 경제 강국 - 세계 2위 무역항, 세계 4대 외환시장, 세계 5대 국제금융센터, 세계 3대 석유화학센터이자 동아시아 최고의 비즈니스 중심지
한-페루 FTA	- GDP는 1,528억달러('10년, IMF기준), 은(매장량 1위), 아연(매장량 3위), 주석(매장량 3위), 금(매장량 5위), 동(매장량 3위) 등의 매장량이 세계적 수준 - 자동차, TV, 의약품 등은 9%의 높은 관세를 유지하고 있어 FTA 체결이 대페루 수출경쟁력에 핵심 요소로 작용할 것으로 예측
한-ASEAN FTA	- 우리나라 FTA정책이 본격적인 궤도에 올랐음을 알리는 신호탄 - ASEAN이 우리나라 5대 교역국임을 감안할 때, 다른 FTA에 비해 큰 실질적 혜택 기대
한-EFTA FTA	- 우리나라에서 수입되는 모든 제품(공산품, 수산물)에 대해 발효 즉시 관세를 100% 철폐하여 우리 제품의 시장진출 확대 - EU와의 FTA 추진을 위한 환경조성

다. 각 FTA의 양허 결과

○ 양허란 WTO체제에서 다른 회원국과의 약속을 의미함

- FTA에서의 양허란 FTA 발효로 인해 인하된 관세율을 준수하도록 하는 것임

○ FTA가 체결되면 관세가 단계적 폐지되는 데, 이는 외교부에서 제시하는 각 FTA의 양허 결과를 통해 확인할 수 있음

- 우리나라 수출입 물동량에 많은 부분을 차지하는 한-미 FTA, 한-EU FTA와 발효 후 데이터가 가장 많이 누적된 한-칠레 FTA의 양허 결과를 제시함

1) 한-미 FTA

○ 주로 공산품 위주의 양허 결과를 요약하여 <표 4-14>와 같이 제시함

- 우리나라 소형(1,500cc 이하)승용차의 경우 FTA발효 즉시 관세율이 8%에서 4%로 낮아지며, 5년차 1월 1일에 관세가 완전히 폐지되기 때문에 수출에 효과가 있을 것으로 예상됨

<표 4-18> 한-미 FTA 공산품의 양허 결과

단계	주요 공산품 (관세율)	
	한국	미국
즉시	자동차부품(3~8),헬륨(5.5),할로겐전구(8), 광섬유(8) 등	TV카메라(2.1), 자동차부품(2.5),엔진(2.5),에폭시수지(6.1), 등
3년	실리콘오일(6.5), 폴리우레탄(6.5),골프채(8), 콘택트렌즈(8), 냉각기(8), 샴푸(8),향수(8), 알칼리망간건전지(13), 제초제(6.5)등	실리콘수지(3), 콘택트렌즈(2), 금속절삭가공기계(4.4), 유기계면활성제(4), 10인이상 승용자동차(2) 등
5년	승용차(8), 고주파증폭기(8), 면도기(8), 헤어린스(8), 치석제거기(8)등	승용차(2.5), 레디알타이어(4), 실리콘마간철(3.9), 폴리에스테르(6.5), 면직물(0~12.5)등
10년	아크릴니트릴(6.5),기초화장품(8), 페놀(5.5), 초음파 영상진단기(8), 폴리에틸렌(6.5), 복합형 확성기(8), 안전밸브(8), 내시경(8)등	가정용 전자레인지(2), 폴리에스테르수지(6.5),베어링(2.4~9), 화물자동차(25) 등
10년 초과	-	특수신발(20~55.3, 12년 비선형)

자료: 외교부(2012)

2) 한-EU FTA

○ 제조업 품목의 양허 결과를 요약하여 <표 4-15>와 같이 제시함

- 우리나라 승용차의 경우, 중·대형(1,500cc 초과)은 FTA 발효 후 3년 후, 소형(1,500cc 이하)은 5년 후에 관세가 철폐되기 때문에 수출 물동량 증가에 영향을 미칠 것임
- 섬유제품의 경우 FTA발효 즉시 관세가 철폐되기 때문에 수출 증대 효과가 있을 것으로 예상됨

<표 4-19> 한-EU FTA 제조업품의 양허 결과

단계	주요 제조업품(관세율)	
	한국	EU
즉시	자동차부품(8), 기타정밀화학원료(1~8),계측기(8), 직물제의류(8~13), 인쇄기계(8), 컬러TV(8), 냉장고(8), 선박(5),타이어(8), 광학기계(8), 화학기계(8), 전구(8), 섬유기계(5~8), 컴퓨터부품(8), 항공기부품(3~8), 계측기부품(8) 등	자동차부품(4.5),무선통신기기부품(2~5), 스웨터(12), 편직물(8), 냉장고(1.9), 에어콘(2.7),라디오(9~12), 스키부츠(8~17), 폴리에스테르직물(8), 남성셔츠(12), 진공청소기(2.2), 역축전지(3.7), 리튬전지(4.7) 등
3년	중대형자동차(1,500cc초과) 승용차(8), 기타정밀화학제품(5~8), 펌프(8), 무선통신기기부품(8), 안경(8), 선박용엔진 및 부품(8), 의약품(6.5), 화장품(8), 선박용부품(8), 식품가공기계(8) 등	중대형(1,500cc 초과) 승용차(10), 베어링(8),타이어(2.5~4.5),합성수지(6.5)고무벨트(6.5), 복사기(6),전자레인지(5), 주방용도자기제품(12), 기타신발(17), 자전거(15) 등
5년	소형(1,500cc이하) 승용차(8), 밸브(8), 하이브리드카(8), 베어링(8), 시멘트(8), 윤활유(7), 기초화장품(8), 접착제(6.5), 합성고무(8),제재목(5),의료용전자기기(8), 기타요업제품(8) 등	소형(1,500cc 이하) 승용차(10), 컬러TV(14), 하이브리드카(10), TV카메라 및 수상기(14), 카스테레오(10), 광학기기부품(6.7), 순모직물(8), 모사(3.8), 화물자동차(22) 등
7년	순모직물(13), 모사(8), 동조가공품(8), 수산화나트륨(8), 건설중장비(8), 인쇄기계(8), 금속절삭가공기계(8), 기타기계류(16), 합판(8~12),섬유판(8), 표면활성제(8), 파티클보드(8), 의료용전자기기(8), X선 및 방사기기(8), 합성고무(8) 등	-

자료: 외교부, 대외경제정책연구원(2010)

3) 한-칠레 FTA

○ 우리나라의 한-칠레 FTA 양허 결과를 <표 4-20>와 같이 정리하였음

- 자동차와 컴퓨터 등의 가전제품은 관세가 발효 즉시 폐지되어 수출증가 효과가 기대 되지만 냉장고, 세탁기는 양허 대상에서 제외되어 예년과 같은 수출 증가율을 보일 것으로 예상됨
- 철강, 섬유 등 우리나라의 전략 수출 품목의 관세율도 단계적으로 인하되다가 8년 후 철폐되기 때문에 수출증가 효과를 기대할 수 있음

<표 4-20> 우리나라의 한-칠레 FTA 상품 양허 결과

단위: 개

단계	전체	공산품	농산물	임산물	수산물	주요 품목
즉시 철폐	2,450	1,478	677	96	199	TV, 자동차, 컴퓨터, 휴대폰
5년 철폐	1,994	1,992	-	-	2	폴리에틸렌, 수송용 차량
7년 철폐	14	14	-	-	-	유류여과기
10년 철폐	1,190	1,180	10	-	-	축전지, 청소기
5년 거치 8년 철폐	152	152	-	-	-	철강, 섬유 및 의류
예외	54	12	42	-	-	냉장고, 세탁기
합계	5,854	4,828	729	96	201	

주: 1) 협정 발효 6년부터 13까지 균등 철폐됨.
2) 품목 분류, HS code 변경 등으로 품목 수가 일부 변경될 수 있음.
자료: 외교부, 대외경제정책연구원(2003)

라. 수출입 동향

○ FTA가 수출입 물동량 및 수출입액에 미치는 영향을 분석하기 위해 수출품목을 중심으로 년도별 물동량 및 금액의 추이를 검토하였음

- 관세청에서 제공하는 수출입 무역통계(2000년~2012년)를 활용함
- 양허 결과를 통해 수출 증대가 예상되는 한-미 FTA, 한-EU FTA, 한-칠레 FTA 주요 품목의 추이를 검토하였음
- FTA가 체결된 지 얼마 경과하지 않은 한-미 FTA, 한-EU FTA는 8년간(2005년~2012년)의 자료를 이용하였고, 한-칠레 FTA는 13년(2000년~2012년)간의 자료를 활용하였음

○ 한-미 FTA, 한-EU FTA 및 한-칠레 FTA 주요 수출품목의 년도별 추이를 <표 4-21>, <표 4-22>와 같이 제시하였고, <그림 4-14>와 같이 도식화하였음

- 한-미 FTA의 소형(1,500cc 이하)승용차는 2009년 이후 수출 물동량 및 수출액이 일정하게 증가 하였으며, FTA가 시행된 2012년의 수출 물동량 및 수출액의 급격한 증가가 없는 것으로 보아 FTA 효과가 아직까지는 미미한 것으로 보임
- 한-EU FTA의 중·대형(1,500cc 초과)승용차는 FTA가 발효된 2011년부터 수출 물동량 및 수출액이 반등하므로 FTA 효과가 있다고 판단됨
- 한-EU FTA의 섬유 제품의 수출 물동량은 세계경제불황이 종료된 시점부터 꾸준히 증가하지만, 해마다 증가율은 감소하고 있음. 2011년~2012년 사이 수출 물동량은 증가하지만 수출액은 감소하는 데, 관세 인하로 인한 가격하락 때문인 것으로 추론해 볼 수 있음
- 한-칠레 FTA의 자동차는 FTA 발효 전후로 수출 물동량과 수출액 꾸준히 증가 하였지만, 세계경제불황 전후(2007년~2009년)에는 감소하는 패턴을 보이기도 함
- 한-칠레 FTA의 섬유는 FTA 발효 이전에는 감소추세였지만, FTA가 발효된 2004년부터 증가추세로 돌아섰기 때문에 FTA효과를 가장 많이 받은 품목이라고 판단됨
- 전반적으로 년도별 수출 물동량과 수출액은 유사한 패턴을 보임

<표 4-21> 한-미 FTA, 한-EU FTA 주요 품목의 수출 물동량 및 수출액 추이

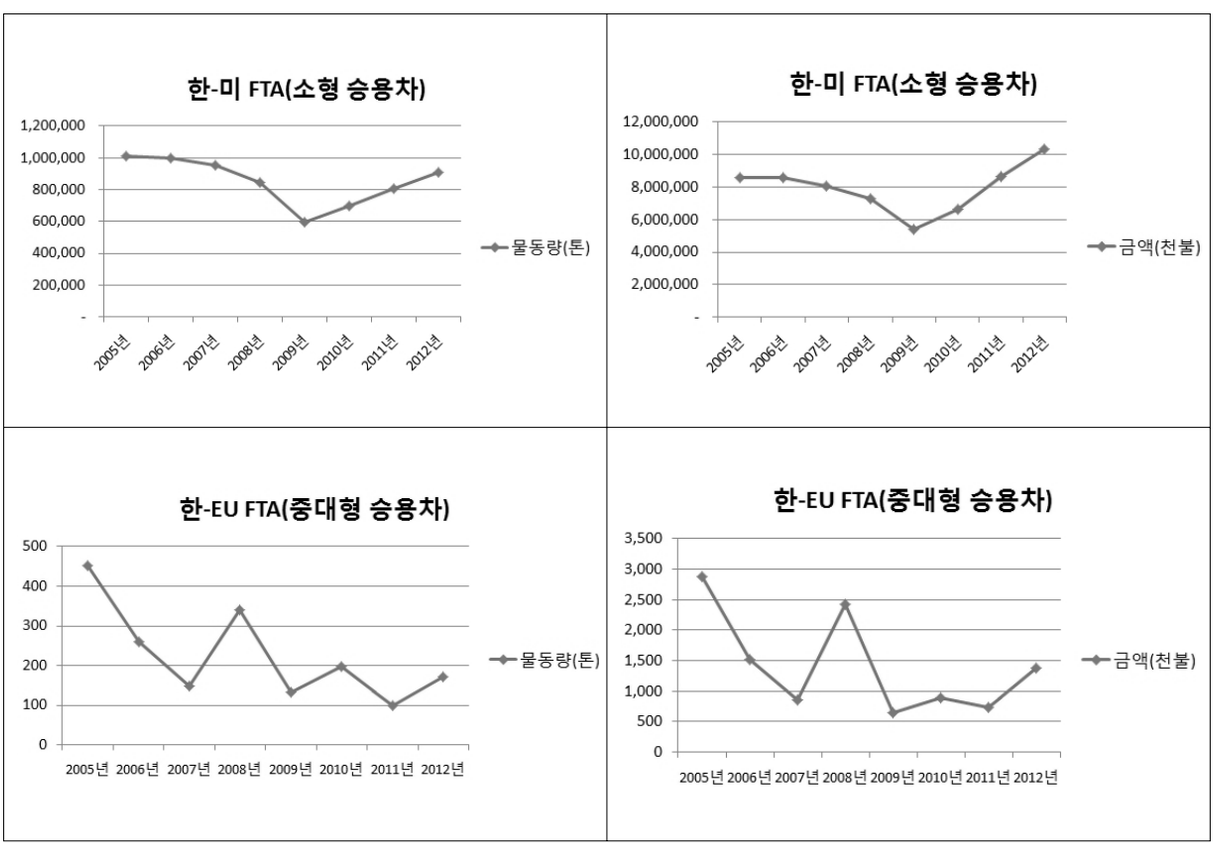
단위: 톤, 천불

구분	한-미 FTA (2012년 3월 15일 발효)		한-EU FTA (2011년 7월 1일 발효)			
	소형(1,500cc 이하) 승용차		중 · 대형(1,500cc 초과) 승용차		섬유제품	
	물동량	금액	물동량	금액	물동량	금액
2005년	1,011,035	8,590,716	452	2,884	272,429	1,180,248
2006년	998,556	8,609,615	259	1,528	271,307	1,097,051
2007년	951,456	8,091,124	147	854	313,958	1,316,558
2008년	843,903	7,259,794	339	2,435	250,608	1,155,347
2009년	592,585	5,387,385	134	655	232,273	907,562
2010년	697,095	6,614,981	197	899	292,222	1,133,419
2011년	805,049	8,631,554	100	743	321,544	1,392,710
2012년	908,802	10,312,774	172	1,373	323,735	1,361,139

<표 4-22> 한-칠레 FTA 주요 수출품목의 년도별 추이

단위: 톤, 천불

구분	한-칠레 FTA (2004년 4월 1일 발효)			
	자동차		섬유제품	
	물동량	금액	물동량	금액
2000년	51,359	248,583	359,782	1,874,551
2001년	33,809	166,233	345,110	1,564,872
2002년	31,267	144,513	353,431	1,506,928
2003년	37,917	181,313	344,562	1,544,905
2004년	53,627	273,918	338,350	1,526,776
2005년	72,797	396,907	272,429	1,180,248
2006년	83,273	511,800	271,307	1,097,051
2007년	110,709	707,201	313,958	1,316,558
2008년	105,937	688,006	250,608	1,155,347
2009년	102,636	617,498	232,273	907,562
2010년	167,221	1,107,881	292,222	1,133,419
2011년	177,135	1,233,568	321,544	1,392,710
2012년	179,464	1,324,710	323,735	1,361,139



<그림 4-14> 각 FTA 주요품목의 년도별 수출 물동량 및 수출액 추이

<그림 4-14> 각 FTA 주요품목의 년도별 수출 물동량 및 수출액 추이(계속)

3. 관련사례 검토

가. 국내사례

1) 대외경제정책연구원(2010)

○ 한-EU FTA 체결이 우리나라에 거시경제지표에 미치는 효과를 추정하기 위하여 연산가능일

반균형(CGE)모형을 사용

- CGE모형은 생산, 소비, 투자, 정부지출 등 경제 내부주체의 상호의존적 개별 부문과 수출입 등 대외부문을 통합한 모형으로, FTA 경제적 효과 분석을 위해 범세계적으로 사용되고 있음

○ 농업, 제조업, 서비스업 분야의 관세철폐 스케줄을 모형에 반영하기 위해 정태모형, 자본축적모형(생산성 증대 미고려), 자본축적모형(생산성 증대효과 고려)을 활용

- 정태모형 : 관세감축에 따른 국내생산 변화만을 보여주기 때문에 단기 효과를 분석하는 모형으로 해석될 수 있음
- 자본축적모형(생산성 증대 미고려) : 관세감축에 의해 단기적으로 증가된 국내생산 중 일부가 투자되어 생산에 재투입됨에 따라 다시 국내생산이 증가하는 경우를 가정한 것
- 자본축적모형(생산성 증대효과 고려) : EU와 같은 선진 서구경제권과의 FTA 타결로 인해 무역장벽 완화 이외에 기업간 경쟁의 격화, 선진 기술의 이전, 국내 제도 및 규범의 투명화 등 우리 경제사회 시스템의 업그레이드를 통해 생산성 향상 효과를 기대할 수 있기 때문에 이를 감안하여 분석모형에 생산성 증대효과를 반영

○ 이를 통하여, 제조업(7개 품목) 및 농업(4개 품목)의 FTA 발효 후 15년 연평균 수출입 증감액을 추정함

2) 김미아(2010)

○ 우리나라 제조업 7개 부분에 대한 횡단면 자료와 2003~2008년 동안의 6개년도의 시계열자료로 구성된 패널자료를 활용하여 회귀분석 하였음

○ 한국의 대 EFTA 수출에 미치는 효과를 분석하기 위해 FTA이외의 환율변동, GDP, 상대가격 등 다양한 요인을 고려하면서 순수한 FTA 효과를 추정

○ FTA체결에 따른 관세철폐는 한국의 대 EFTA 공산품 수출에 긍정적인 기여를 하는 것으로 평가

3) 정인교 외(2007)

○ CGE모형을 이용하여 한-EU FTA가 제조업 8개 산업의 수출입 증감액에 미치는 영향을 분석하였음

- <표 4-23>와 같이 3가지 관세인하 시나리오를 구성하여 수출입 증감액을 추정

<표 4-23> 관세인하 시나리오

구분	내 용
시나리오 1	농업 20% 예외, 제조업 10% 예외
시나리오 2	농업 10% 예외, 전 제조업 완전철폐
시나리오 3	농업과 제조업 완전철폐

○ 제조업에 대한 FTA의 영향은 전체적으로 긍정적일 것이라는 추정결과 제시함

○ 시나리오별 추정결과를 비교 분석하여 제시함

나. 해외사례

1) Mihai Nica 외(2006)

○ 1984년~2004년 미국과 멕시코의 수출 자료를 회귀분석하여 NAFTA가 미국과 멕시코 간 무역에 미친 영향이 무엇인지 분석

- NAFTA는 멕시코에 대한 미국의 수입을 증가 시키는 효과가 있는 반면 수출에는 미미한 효과를 보인다는 분석 결과를 제시
- NAFTA가 멕시코에 대한 미국의 무역수지를 악화시켰다는 결론 도출

2) Coughlin 외(2003)

○ 중력모형을 이용하여 NAFTA로 인한 미국의 수출증대 효과를 분석 하였음

- 미국에서 멕시코와 캐나다로 나가는 수출량은 NAFTA 발효 이후 15% 증가하고, 미국의 총 수출량은 8% 증가함을 예측
- NAFTA는 비 NAFTA 지역의 수출품에도 영향을 미치는 데, 유럽과 남미로 나가는 수출량은 줄고 아시아로의 수출량은 증가한다는 결론 도출
- 미국 북동부 지역은 NAFTA 발효 후 가장 소폭의 수출증가율을 보인다는 결과 제시

3) Sarker 외(2001)

○ NAFTA의 효과를 알아보기 위해 1989년~1995년의 산업별 수출입데이터를 분석하였음

- NAFTA 발효 후, 미국과 멕시코간의 무역이 크게 증가했다는 결과 제시

○ NAFTA 발효 전후를 구분하여 멕시코에 대한 미국의 수출 및 수입증가율을 t검정을 통해 비교 분석하였음

다. 사례검토 결과 정리

○ FTA 체결로 인한 장래 물동량을 예측한 연구 또는 FTA 발효 후 관세인하가 물동량 변화에 미친 영향을 제시한 연구는 전무한 실정임

– 따라서, FTA로 인한 장래 물동량을 직접적으로 예측하는 방법론을 구축하기는 어려움

○ 이에 대한 대안으로 FTA체결로 인한 장래 수출입액을 추정한 연구사례를 검토하였음

– 누적된 년도별 데이터에 CGE모형 또는 회귀분석을 이용하여 FTA가 장래 수출입액에 미치는 영향을 분석함

– 효과 분석을 위해 관세인하, 환율변동, GDP, 상대가격 등 다양한 요인을 고려함

○ 장래 연평균 증감액을 분석 결과로 제시함으로써, FTA로 인한 장래 물동량을 예측할 수 있는 참고자료가 될 수 있음

4. 시사점

가. 예측방안 제시

○ 관련 사례검토를 통해 알 수 있듯이 FTA로 인한 물동량 변화를 직접적으로 예측할 수 있는 연구는 전무할 뿐만 아니라, FTA 이외에도 환율변동, GDP, 상대가격 등 다양한 요인을 고려하여야 하기 때문에 새로운 방법론 구축이 쉽지 않을 것이라 판단됨

○ 하지만, 대외경제정책연구원(2010) 등 FTA로 인한 장래 수출입액 예측치를 제시하는 연구는 경제 분야에서 꾸준히 진행되고 있음

○ 주요 수출 품목의 년도별 동향분석을 통하여 물동량과 금액의 추이가 유사하다는 결론을 내렸기 때문에, 기준년도 수출입 물동량에 장래 수출입액 연평균 증가율을 적용하여 장래 수출입 물동량을 예측하는 방법을 고안함

– 장래 수출입액 연평균 증가율은 대외경제정책연구원(2010)등에서 제시하는 FTA로 인한 장래 수출입액 예측치와 기준년도 수출입액을 활용하여 산출함

○ 하지만, 수출입 물동량과 수출입액의 년도별 추이는 완벽하게 일치하는 것은 아니기 때문에 과거년도의 수출입 물동량과 수출입액의 상관관계 통해 도출되는 계수를 활용하여 장래 수

출입액 연평균 증가율을 조정해 줄 필요가 있음

- 관세청에서 제공하는 수출입 무역통계 자료는 FTA 수출입에 관련된 모든 품목의 년도별 물동량과 금액을 제공하므로, 과거년도의 수출입 물동량과 수출입액의 상관관계 통해 조정 계수를 산출하는 데 가장 적합한 자료라고 판단됨

○ 이에 대한 예시로 앞서 제시한 5개 품목에 대한 조정 계수를 산출하여 제시함

- 조정 지표는 장래 수출입액 연평균 증가율을 100%이라고 가정하였을 때, 그에 대한 정도를 나타냄. 예를 들어, 연평균 증가율이 50%이고 조정 계수가 0.5이면, 조정된 연평균 증가율은 25%가 됨
- 한-미 FTA의 소형(1,500cc 이하)승용차는 조정 계수가 0.64이며, 한-EU FTA의 중·대형(1,500cc 초과)와 섬유 제품은 각각 0.32, 0.81임
- 한-칠레 FTA의 자동차와 섬유 제품은 조정 계수가 각각 0.71, 0.60임

○ 따라서, 기준년도 수출입 물동량에 조정된 장래 연평균 증가율을 적용하여 장래 수출입 물동량을 예측하는 방법을 본 연구의 예측방안으로 제시함

나. 향후 연구방안

○ 본 연구에서 제시하는 예측방안을 활용하여 향후 화물 물동량 장래예측 시 FTA의 효과가 적용된 장래 화물 물동량을 산출하여햐 함

- 기준년도 화물 물동량은 FTA관련 수출입 업체들이 조사 표본에 포함되기 때문에, FTA의 영향을 고려했다고 할 수 있음
- 하지만, 장래년도 화물 물동량은 기준년도 화물 물동량 원단위법을 통한 추세선을 이용하여 예측 되므로, FTA의 영향이 완전히 고려되지는 않았음
- 수출입 물동량과 수출입액의 관계를 활용하여 도출된 조정계수를 기존 방법으로 예측한 장래 물동량의 연평균 증가율에 적용하여 FTA의 효과가 적용된 장래 화물 물동량을 산출

제5장 결론 및 향후 연구

제1절 결론

제2절 향후 연구

제5장 결론 및 향후 연구

제1절 결론

○ 본 과업에서는 국가교통물류사업계획에 필요한 화물O/D의 공신력을 제고하기 위하여 개선된 화물O/D 보완갱신 및 검증 방법론을 제시하였으며, 기존에 수행된 화물수요모형연구를 고찰하여 구축된 화물O/D의 개선방안을 모색하였음

○ 화물O/D 보완갱신 방법론은 기준년도, 장래년도를 구분하여 제시하였음

○ 기준년도 화물O/D 보완갱신 방법론은 화물 발생/도착량 및 통행분포, 화물자동차 발생/도착량 및 통행분포에 대하여 제시하였음

- 화물 발생량의 경우 유관기관 실적자료 이용방법 원단위법 등을 활용하고, 도착량의 경우 MRIO를 적용하여 산정하고 일부품목(임산물, 광업)의 경우 실제 도착지 비율을 적용함
- 화물자동차의 발생 및 도착량은 도로교통통계연보에 제시되어 있는 도로별, 차종별 교통량 자료를 분석하여 보완갱신 자료로 활용
- 통행분포의 경우 화물, 화물자동차 모두 주로 중력모형을 활용함

○ 보완갱신 방법론에 대한 특징 및 개선 결과는 아래 표와 같음

구분		기존	개선
발생	농림수축	농림수산식품통계연보, 농업총조사, 임산물생산조사 등 유관기관에서 매년 갱신, 제공하고 있는 실측치 적용	
	광업	철도수송실적에서 제공하는 자료 적용	철도수송실적, 연간출하액, 종사자수, 광종별 생산실적 자료 적용
	제조업, 도매업	2005년 종사자 1인당 월간 출하량 적용	2011년 종사자 1인당 월간 출하량, 연간출하액, 연간매출액, 장래증가율 자료 적용
도착		산업연관표의 중간수요 적용	산업연관표의 중간수요 및 최종수요 적용
통행분포		2011년 통행거리에 따른 통행빈도 분포를 바탕으로 통행저항함수 추정	
장래		한국의 산업의 발전비전(산업연구원, 2007)의 주요 산업별 구조변화 전망의 산업별 연평균 성장률을 이용하여 품목별 수요를 예측함	2011년 전국 화물O/D조사에서 도출된 품목별 종사자 1인당 물동량 처리량을 장래 종사자 예측치에 적용하여 발생량을 예측함

○ 장래년도의 화물O/D 보완갱신 방법론은 다음과 같음

- 장래 화물물동량 O/D는 유관기관의 전망치, 원단위법 등을 활용하여 예측
- 장래 화물자동차 O/D는 GRP의 증가추이를 반영하여 산정하되, 과거 화물자동차 등록대수 증가추이를 감안하여 장래 GRP 증가율을 보정함

○ 화물O/D 검증은 유관기관의 화물 관련 DB 및 수출입항공화물자동차O/D 조사 등 기조사된 화물 및 화물자동차 O/D를 활용하여 이루어짐

○ 화물수요모형연구에서는 지역간산업연관표(MRIO)를 이용한 화물수요추정, 도시화물 수요추정을 위한 활동기반모형, 국가간 FTA 확대시 화물 물동량 예측방안의 관련 연구를 고찰하여 개선방안을 제시하였음

제2절 향후 연구

○ 화물O/D 보완갱신 및 검증 방안에 관한 한계점 및 개선방안은 다음과 같음

- 일부 물동량 자료 및 출하액 등의 화물과 관계된 자료들을 활용하여 보완갱신 및 검증을 함으로써 화물 O/D에 대한 신뢰도를 향상시킬 수 있음
- 향후, 보다 신뢰성 높은 화물 O/D를 산출하기 위해서, 5년마다 시행되는 전국 화물 조사및 보완조사, 또는 유관기관에서 제공하는 자료들을 발굴하여, 보다 적극적인 반영이 필요할 것임
- 도시화물 수요추정을 위한 활동기반모형 부분에서는 국내 도시부 화물통행수요추정 방안을 도출하기 위하여, 최근 도시부의 화물통행특성 분석 및 수요추정과 관련하여 활발하게 적용되고 있는 활동기반모형의 국내·외 사례를 검토하여 다음가 같은 결론을 제시함

○ 화물수요모형연구는 지역간산업연관표(MRIO)를 이용한 화물수요추정, 도시화물 수요추정을 위한 활동기반모형, 국가간 FTA 확대시 화물 물동량 예측방안으로 구분하여 시사점을 제시하였음

○ 도시화물 수요추정을 위한 활동기반모형의 향후 연구방안은 다음과 같음

- 국내의 경우 도시부 화물수요추정을 위한 모형을 구축하기에 앞서, 도시별 주요 취급화물에 대한 검토가 필요함
- 도시부 화물통행특성에 대한 유형화 및 분석체계 마련이 필요함
- 도시부 화물관련 자료에 대한 체계적인 수집 및 관리방안이 마련되어야 함
- 도시부 화물수요추정을 위한 모형개발이 지속적으로 진행될 수 있는 여건이 마련되어야 함
- 향후에는 화물자동차의 다수통행을 통행 단위가 아닌 투어 단위로 고려할 수 있는 방법론이 구축 되어야하며, 도시부의 경우 단기적으로는 특정 도시를 대상으로 도시부 화물관련 조사 수집 및 통행특성 분석의 가능여부를 가늠해 본 후, 점차 모형 개발과 함께 대상지역을 확대해가는 방향으로 추진되어야 함

○ 국가간 FTA 확대시 화물 물동량 예측방안의 향후 연구방안은 다음과 같음

- 본 연구에서 제시하는 예측방안을 활용하여 향후 화물 물동량 장래예측 시 FTA의 효과가 적용된 장래 화물 물동량을 산출하여햐 함
- 기준년도 화물 물동량은 FTA관련 수출입 업체들이 조사 표본에 포함되기 때문에, FTA의 영향을 고려했다고 할 수 있음

- 하지만, 장래년도 화물 물동량은 기준년도 화물 물동량 원단위법을 통한 추세선을 이용하여 예측 되므로, FTA의 영향이 완전히 고려되지는 않았음
- 수출입 물동량과 수출입액의 관계를 활용하여 도출된 조정계수를 기존 방법으로 예측한 장래 물동량의 연평균 증가율에 적용하여 FTA의 효과가 적용된 장래 화물 물동량을 산출

참고문헌

[국내문헌]

1) 국토교통부, 국가교통조사지침, 2009

2) 통계청, 한국표준산업분류, 2009

3) 한국교통연구원, 전국 화물 O/D 전수화 및 장래예측, 2012년 국가교통DB구축사업, 2013

4) 농림수산식품부, 농림식품수산통계연보, 2012

5) 산림청, 임산물 생산조사, 2012

6) 한국철도공사, 철도통계연보, 2012

7) 통계청, 전국사업체조사, 2012

8) 통계청, 어업총조사, 2010

9) 통계청, 농림어업법인조사, 2012

10) 통계청, 농업총조사, 2010

11) 국토교통부, e-나라지표, 2012

12) 통계청, 도소매업조사, 2012

13) 산림청, 임산물유통정보시스템, 2012

14) 한국농촌경제연구원, 농업경제전망, 2012

15) 산림청, 제5차 산림기본계획, 2008

16) 국토교통부, 수산환경변화와 우리 수산업의 진로, 2003

17) 에너지경제연구원, 에너지통계월보, 2012

18) 한국지질자원연구원, 자원총람, 2010

19) 한국지질자원연구원, 광종별 생산실적, 2011

20) 국토교통부, 제4차 공항개발 중장기 종합계획, 2010

21) 한국개발연구원, 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판), 2008

22) 한국도로공사, 요금소간 O/D, 2012

23) 한국은행, 산업연관표, 2009

24) 한국공항공사, 항공통계, 2013

25) 한국교통연구원, 해상화물 O/D 전수화 및 장래예측, 2012년 국가교통DB구축사업, 2013

26) 국토교통부, 도로교통통계연보, 2013

27) 한국철도공사, 2012년도 철도화물 중장기 수송수요 예측, 2012

28) 국토교통부, 제4차 공항개발 중장기 종합계획, 2010

29) 한국교통연구원, 연안화물 O/D상세분석, 2009년 국가교통DB구축사업, 2010

30) 한국교통연구원, O/D 및 네트워크 정확도 및 활용도 제고방안 연구, 2008년 국가교통DB구축사업, 2019

31) 국토교통부, 자동차등록통계, 2012

32) 교통안전공단, 주행거리 실태조사, 2012

33) 김한수 (2010), “투어기반 도시화물 통행수요모형의 개발”, 서울시립대학교 박사학위논문.

34) 박민철, 한진석, 성홍모 (2011), “대도시 화물통행수요 추정을 위한 방안 연구”, 한국교통연구원.

35) 성홍모, 김찬성, 신승진 (2008), “화물자동차의 통행행태 분석(통행사슬 분석을 중심으로)”, 대한교통학회지 제26권 제5호, pp. 7-16.

36) 조창현, 김찬성, 성홍모 (2008), “우리나라 대형 화물차의 통행사슬 분석:활동기반모형 적용”, 한국경제지리학회지 제11권 제2호, pp. 192-202.

37) 한진석, 박민철, 성홍모, 김형범 (2012), “화물자동차기반 대도시 화물수요모형 구축을 위한 화물자동차 통행특성 분석”, 대한교통학회지 제30권 제3호, pp. 107-118.

38) 한국관세무역개발원, 수출입 무역통계, 2012

39) SP-IDC, 해운항만통계, 2012

40) 통계청, 광업·제조업 조사, 2012

41) 한국광물자원공사, 광물자원매장량현황, 2012

42) 대외경제정책연구원 (2010), “한·EU FTA의 경제적 효과 분석”

43) 김미아 (2010), “한-EFTA간 FTA의 무역확대 효과”, EU 연구 제26호, pp. 49-71.

44) 정인교, 조정란 (2007), “한-EU FTA의 한국 경제에 대한 파급영향”, 무역학회지 제32권 제5호, pp. 223-245.

[국외문헌]

1) Gliebe, J., Cohen, O., and Hunt, J. D. (2007), "Dynamic Choice Model of Urban Commercial Activity Patterns of Vehicles and People", Journal of the Transportation Research Board, No.2003, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., pp. 17-26.

3) Holguin-Veras, J. (2002), "Revealed Preference Analysis of the Commercial Vehicle Choice Process", Journal of Transportation Engineering, Vol.28, No.4, American Society of Civil Engineers, pp. 336-346.

4) Hunt, J. D. and Stefan, K. T. (2007), "Tour-based microsimulation of urban commercial movements", Transportation Research Part B 41, pp. 981-1013.

5) Raothanachonkun, P., Sano, K., Wisetjindawat, W., and Matsumoto, S. (2007), "Estimating Truck Trip Origin-Destination with Commodity-Based and Empty Trip Models", Journal of the Transportation Research Board, No.2008, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., pp. 43-50.

6) Pendyala R. M., Shankar, V. N., and McCullough, R. G.(2000) Freight Travel Demand Modeling_Synthesis of Approaches and Development of a Framework, Transportation Research Record

7) Cambridge Systematics, Inc. (2007) Quick Response Freight Manual Ⅱ. US Federal Highway Administration.

8) Chow, J. Y. J., Yang, C., and Regan, A. C. (2012) State-of-the art of freight forecast modeling: lessons learned and the road ahead, Transportation 37, pp.1011-1030.

9) Cascetta, E., Marzano, V., Papola, A., and R. Vitillo (2013) A Multimodal Elastic Trade Coefficients MRIO Model for Freight Demand in Europe, Freight Transport Modelling, Emerald, 2013, pp.45-68.

10) Cascetta, E., Marzano, V., and Papola, A. (2008) Multi-Regional Input-Output Models for Freight Demand Simulation at a National Level, Recent Developments in Transport Modelling: Lessons for the Freight Sector, Emerald, 2008, pp.93-116.

11) Cascetta, E., Di Gangi, M., and Conigliaro, G. (1996) A Multi-Regional

Input-Output Model With Elastic Trade Coefficients for the Simulation of Freight Transport Demand in Italy, Proceedings of the 24th PTRC, London.

12) Ambrosini, C., Patier, D., and Routhier, J. L. (2010), "Urban freight establishment and tour based surveys for policy oriented modelling", Procedia Social and Behavioral Sciences 2, pp. 6013-6026.

13) Cambridge Systematics, Inc. (2010), "NCFRP Report 8: Freight-Demand Modeling to Support Public-Sector Decision Making". TRB, National Research Council. Washington, D.C.

14) Cherrett.T, Allen, J., McLeod, F., Maynard, S., Hickford, A., and Browne, M. (2012), "Understanding urban freight activity - key issues for freight planning", Journal of Transport Geography 24, pp. 22-32.

15) Comendador, J., López-Lambas, M. E., and Monzón, A. (2012), "A GPS analysis for urban freight distribution", Procedia-Social and Behavior Sciences 39, pp. 521-533.

16) Holguin-Veras, J. and Patil, G. R. (2005), "Observed Trip Behavior of Commercial Vehicles", ournal of the Transportation Research Board, No.2005, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., pp. 74-80.

17) Jiangping, Z. and Shuai, D. (2012), "Urban and Metropolitan Freight Transportation: A Quick Review of Existing Models", Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, Vol. 12(4), pp. 106-114.

18) Munuzuri, J., Cortes, P., Onieva, L., and Guadix, J. (2010), "Modelling peak-hour urban freight movements with limited data availability", Computers & Industrial Engineering 59, pp. 34-44.

19) Rhodes, S. S., Berndt, M., Bingham, P., Bryan, J., Cherrett, T. J., Plumeau, P., and Weisbrod, R. (2012), "NCFRP report14: Guidebook for Understanding Urban Goods Movement", Transportation Research Board, Washington, D.C.

20) Ruan, M., Lin, J., and Kawamura, K. (2012), "Modeling urban commercial vehicle daily tour chaining", Transportation Research Part E, Vol.48, pp. 1169-1184.

21) Stefan, K. T., McMilan, J. D. P., and Hunt, J. D. (2005), "Urban Commercial

Vehicle Movement Model for Calgary, Alberta, Canada", Journal of the Transportation Research Board, No.1921, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., pp. 1-10.

22) Nica, Mihai. Swaidan, Ziad and Grayson, Michael M. (2006), "The Impact of NAFTA on the Mexican-American Trade", International Journal of Commerce & Management. Vol.16, No. 3&4, pp. 222-234.

23) Coughlin, Cletus C. and Wall, Howard j. (2003) "NAFTA and the Changing Pattern of State Exports", Papers in Regional Science. Vol.82, No. 4, pp. 427-450.

24) Nica, Mihai. Swaidan, Ziad and Grayson, Michael M. (2006), "The Impact of NAFTA on the Mexican-American Trade", International Journal of Commerce & Management. Vol.16, No. 3&4, pp. 222-234.

25) Sarker, Shyamalendu and Park Hong Y. (2001), "Impact of the North American Free Trade Agreement on U.S. Trade Mexico", The International Trade Journal. Vol.15, No. 3, pp. 269-292.

25) De Jong, Gerard, Gunn, Hugh and Walker, Warren (2004) "National and International Freight Transport Models: An Overview and Ideas for Future Development", Transport Reviews, Vol 24, No. 1, pp.103-124.