

“유사 통행행태 집단”의 Trip-chaining을 고려한 통행발생 모형

A Study on Trip Generation Model considering Trip-chaining by Behavioral Homogeneous Person Group

이선하* · 윤진숙**

Lee, Seon-Ha · Yun, Jin-Suk

Abstract

The rapid changes of family structure such as singles, working couples and so on have effects on a travel behaviour. One of the characteristics from this is the increasing portion of trip-chain, in which plural activities were conducted in a “single out-going” travel. Therefore travel must be considered as location change to conduct various activities instead of pursuing single travel purpose. This paper specifies a behavioral homogeneous person group by a job, a possession of cars. Based on this classification of person groups and their activity diary, the sequence, time and travel mode of activities in a day can be verified. As a case study household survey was conducted in city Kongju. The survey result shows that the classification of behavioral homogeneous person group based on criteria like employment status and car ownership bring a good result to forecast trip generation in traffic zone.

Keywords : trip chain, activity diary

요 지

최근 들어 싱글족, 맞벌이 부부 증가 등 가구구성 체계에 많은 변화가 발생하였고, 이로 인한 개인들의 일상적인 업무수행의 변화는 통행행태에도 지대한 영향을 미치게 되었다. 이 중 중요한 특징 중의 하나는 예를 들어 출근 중에 자녀들을 등교시키거나, 퇴근 길에 구매 또는 여가활동을 수행하는 다수의 통행목적은 하나의 out-going 통행으로 처리되는 비중이 늘고 있다는 것이다. 따라서 통행을 하나의 목적을 수행하기 위하여 독립적으로 발생하는 것이 아닌 하루 동안 개인이 다양한 활동을 수행하기 위하여 장소를 이동한 activity-based 개념의 통행고리의 형태로 파악하고 이에 기반 한 통행발생 모형의 필요성이 높다. 본 논문은 통행발생 모형에 있어서 직업, 승용차 보유여부 등을 기준으로 “유사한 통행특성”을 갖는 집단을 분류하고, 집단별 구성원들의 평균적인 1일 중 activity diary를 분석하여 업무수행 순서, 통행고리별 발생시간, 이용 교통수단 등 통행특성에 의하여 총 통행량을 추정하는 모형을 개발하였다. 실증적인 검증으로서 공주시 가구통행실태조사를 수행하여 “유사통행행태” 집단의 분류, 집단별 통행행태의 특성과 이에 기초한 교통지구 별 통행발생량을 추정하였다. “유사통행행태” 집단의 구분은 통행발생에 있어서 유의성이 높은 설명인자인 직업과 승용차의 보유여부, 학생인지의 여부를 기준으로 하였다. 분석결과 이와 같은 구분기준이 기존 국내 교통계획모형에서 일반적으로 적용되고 있는 산업군 분류기준에 비하여 비교적 통행특성을 잘 반영하고 있는 것으로 나타났다. 또한 집단별 통행고리 특성에 기반 한 통행발생 추정 결과 교통지구별 통행발생량들이 교통지구별 인구, 직장인수, 자동차 보유율과 인구유입시설 등의 각종 사회·경제지표의 특성 등도 잘 반영하는 것으로 나타났다.

핵심용어 : 통행고리, 유사통행행태집단, 통행발생, 개별행태모형

1. 서 론

도로, 철도, 공항 등 사회간접자본시설의 계획에 있어서 적정 수준의 규모 산정이 경제성 측면에서 무엇보다도 중요하다. 특히 최근 들어 통행료 수입을 바탕으로 시설투자비와 영업이익을 창출하는 민자사업의 경우 목표연도별 정확한 교통수요 예측의 필요성이 높아지고 있다. 교통수요 예측모형에 기초한 수요추정과정은 물론 매우 가변적인 상황일 수밖에

에 없는 각종 사회·경제적인 지표의 추정을 바탕으로 하고 있으며, 통행발생에서 통행배분, 수단분담과 경로배정에 이르기까지 적용되는 다양한 이론들의 적정성 등 복잡한 요소에 지배를 받게 된다.

교통수요 예측모형은 대상이 되는 교통시설물의 종류와 규모에 따라 다양한 방법이 적용되나 일반적으로 전통적인 4단계추정모형을 적용하고 있다. 이 중 통행발생과정은 교통지구별 통행 유출입 영향인자를 설명변수로 하여 통행량을

*정희원 · 공주대학교 건설환경공학부 조교수 (E-mail : seonha@kongju.ac.kr)
**한국교통연구원 철도동북아교통연구실 연구원 (E-mail : yjs1363@koti.re.kr)

추정하는 것으로 워드 단위나 카테고리 기법 등이 적용되며, 모형의 구성은 주로 회귀분석식으로 이루어지고 있다. 이들 모형은 등교, 출근, 귀가, 업무, 기타 등 통행목적별로 유출 통행의 경우 인구, 학생 수, 지역총생산량, 자동차 보유대수 등을, 유입 통행의 경우 고용지수, 건물연상면적 등을 설명 변수로 하고 있다.

이 개념은 통행발생 과정을 하나의 업무를 수행하기 위한 수단으로 간주하고 이들을 통행목적별로 합산하여 추정하는 것이다.

그러나 최근들어 싱글족과 맞벌이 부부 등 가구구성 체계에 많은 변화가 발생하였고, 이로 인한 개인들의 일상적인 업무수행의 변화는 통행행태에도 지대한 영향을 미치게 되었다. 이 중 중요한 특징 중의 하나는 예를 들어 출근 중에 자녀들을 등교시키거나, 퇴근 길에 구매 또는 여가활동을 수행하는 다수의 통행목적별 하나의 out-going 통행으로 처리되는 비중이 늘고 있다는 것이다.

그러나 trip-based 모형의 경우 모든 통행은 하나의 업무를 수행하기 위한 것으로 통행을 위한 교통 존간의 이동에 있어서 다른 업무 수행의 가능성을 배제한다는 단순화된 가정에 의하여 제한을 받고 있다.

하나의 out-going 통행에서 복수의 업무를 수행하기 위하여 장소를 변경한 경우를 통행고리¹⁾(Trip chaining)이라고 정의할 수 있다.

통행발생 모형에 있어서 이러한 통행고리 행태에 관한 중요성은 1970년대부터 강조되기 시작하였다. Adler and Ben-Akiva(1979)는 비직장(non-work) 통행의 약 30% 정도가 하나 이상의 비가정(non-home) 통행을 포함하는 것으로 지적하였다. Strathman and Dueker(1995)는 비직장통행의 10-20% 정도가 출퇴근 통행과 연계되어 통행고리의 형태로 발생함을 제시하였다.

이러한 측면에서 Szalai et al.(1973)과 Robinson(1977)는 통행을 개인의 활동행태에 기반 한 종합적인 시간운용 차원에서 접근하는 교통수요모형을 제시하였다.

C. R. BHAT and F. S. KOPPELMAN Reeker et al. (1986a; 1986b)은 통행을 활동수행에 위한 수요에서 유도된 파생수단으로 간주하고 활동의 빈도, 발생지역이나 지속시간 등을 포함하는 활동프로그램이 교통수단의 보유여부와 활동고리 수행기회의 밀집정도와 직접적인 관계가 있는 것으로 파악하였다.

이와 같이 통행을 하나의 목적을 수행하기 위하여 독립적으로 발생하는 것이 아닌 하루 동안 개인이 다양한 활동을 수행하기 위하여 장소를 이동한 activity-based 개념의 통행고리의 형태로 파악하고 이에 기반 한 통행발생 모형의 필요성이 높아지고 있다.

그러나 통행고리가 직업, 나이와 성별 등 객관적인 특성과 습관이나 라이프스타일 등의 주관적인 특성에 따라 상이하게 나타나는 업무의 수행행태의 결과임을 고려할 때 무수한 개체적 행태들은 교통계획 모형에 있어서 집단화되어 집단

내 구성원 간에는 “유사한 통행행태”를 갖으나 집단 상호간에는 “서로 다른 행태”를 나타낼 수 있는 구분이 필요하다.

본 논문은 이러한 측면에서 “유사한 통행특성을 갖는” 집단을 분류하고, 집단별 활동일기²⁾(Activity Diary)에 기초한 통행발생의 순서, 통행간의 연계 특성, 통행목적별 교통수단과 주요 발생 시간 등 통행고리의 특성에 따른 통행발생 추정 모형을 제시하는 것이다.

본 논문의 구성은 2장에서 “유사통행 행태” 집단의 통행고리를 반영한 통행발생 추정모형의 개념을 정립한다. 3장에서 본 모형의 실제 적용 가능성을 공주시의 가구통행실태 조사를 기반으로 분석하고, 마지막으로 본 모형과 관련된 한계 및 추후 연구방향을 제시하였다.

2. 모형정립

본 모형은 개인의 활동행태에 기반한 통행고리의 특성을 고려하여 통행발생량을 추정하기 위한 것으로 그림 1과 같이 구성된다.

2.1 “유사행태 집단”의 분류

분석 대상지역의 인구를 대상으로 집단 내에서는 유사하지만 집단 간에는 서로 다른 통행행태를 나타내는 “유사한 통행행태를 갖는 집단”의 분류가 필요하다. 통행행태의 개체화된 특성을 집단화함에 있어서는 당연히 통행특성을 잘 반영할 수 있는 영향요소에 대한 분석이 필요하며, 이들은 가급적 객관화된 통계자료로부터 추출할 수 있는 것이 바람직하다. 개인들의 통행행태에 대한 객관적 요인으로는 직업, 성별, 나이 등이며 기존 국내의 교통계획 시 통행발생 추정에는 단순히 산업군별 직장인, 학생과 기타로 단순 구분되고 있다. 그러나 산업구조의 급속한 변화에 따라 1, 2, 3차 산업의 구분이 모호하며 특히 도시교통 통행분석에 있어서 1차, 2차 산업 종사자의 비중이 상대적으로 낮아지고 있는 추세에서 이에 기초한 통행발생의 추정은 그 효용성이 낮은 실정이다. 아울러 산업군을 구분하는 기준들로 부터는 통행발생을 설명하는 영향요소의 추출이 어렵다는 점도 통

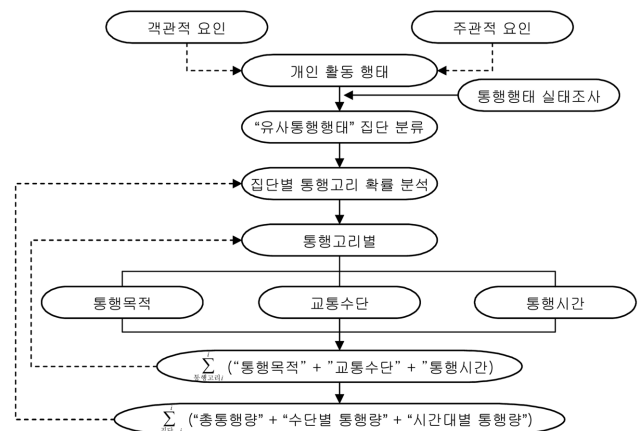


그림 1. “유사 통행행태” 집단의 통행고리를 고려한 통행발생 모형

1) 통행고리의 정의는 개인이 하루 동안 수행한 다양한 업무를 발생한 시간 순으로 배열한 것으로 예를 들어 (집-직장-구매-집) 통행고리는 집→직장, 직장→구매, 구매→집의 3개 통행이 발생한 것임.

2) 활동일기는 통행실태조사에 의하여 개인이 하루 동안 수행한 통행의 목적, 이용 교통수단, 통행거리, 통행시간 등을 기록한 것을 의미함.

행발생 모형에서 고려되어야 할 사항이다. 특히 이 분류는 통행발생에서 중요한 목적지 선택, 통행거리, 선택적 통행인(choice driver)인지를 결정하는 승용차의 보유여부를 파악하기가 어렵다.

본 모형에서는 고용상태, 교육과 승용차 보유여부에 따라 다음과 같이 인구집단을 분류하였다³⁾. 본 분류의 근본적인 배경은 고용여부와 학생을 기준으로 상위구분을 하였고, 성인을 대상으로는 직장여부에 관계없이 승용차의 보유여부⁴⁾로 하위구분을 하였고 학생에 대해서는 대학생과 중고등학생으로 구분을 하였다. 물론 산업체계가 복잡해짐에 따라 발생한 직종의 세부적 분류가 필요하나 통행측면에서 살펴볼 때 승용차의 보유여부가 활동일기의 형성에 가장 큰 영향을 미친다고 가정하였다. 성별의 구분 필요성에 있어서도 여성의 사회적 참여가 늘어나며 이 들 집단의 승용차 보유도 일반화되고 있는 추세에서 이들 집단이 많이 차지하는 직종인 전업주부의 경우 비 직장인의 통행행태와 유사할 것으로 일단 가정하였다. 또한 직종의 세부적인 분류에 필요한 각종 객관적인 통계자료의 체계가 미흡한 점을 감안하였다.

2.2 통행고리

통행목적에 따라 통행을 구분하는 것은 출근통행, 등교통행 등과 같이 통행목적별로 특정 집단(직장인, 학생)에 국한되거나 또는 가정 또는 비가정기반 통행인지의 여부를 파악할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 이러한 통행목적별 분류 모형의 단점은 다른 통행과의 연계 정보에 대한 부족으로서 예를 들어 직장→구매와 같은 비가정기반통행의 경우 이전 통행인 집→직장 통행에 대한 기억이 없는 상황이므로 통행에 활용된 교통수단 등에 대한 분석이 어렵다. 이러한 문제점을 고려하여 본 모형에서는 개인의 하루 업무 수행행태를 바탕으로 통행행태를 하나의 장소에서 업무를 수행 한 후

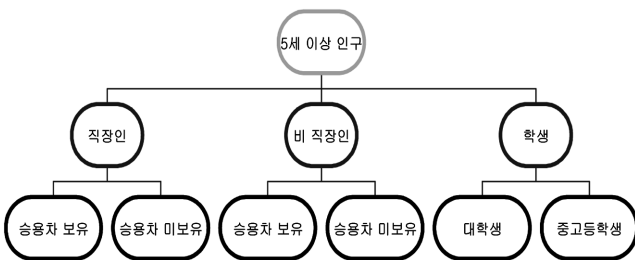


그림 2. “유사통행 행태집단”의 분류

- 3) “유사 통행행태” 집단의 분류는 다양한 기준에 의하여 이루어질 수가 있으며 모형의 적정성은 집단 간의 구분 기준인 승용차의 보유여부와 학생들의 구분기준인 나이가 각 그룹별 통행발생에 미치는 얼마나 중요한 요소인지에 대한 통계적 분석이 필요하나 앞에서의 두 기준은 그 동안 발표된 다수의 국내외 연구에 따르면 매우 유의성이 높은 것으로 분석되고 있음.
- 4) 본 모형에 있어서 문제점은 국내 통계지표에는 분류되지 않는 집단별 승용차 보유수준을 사전에 알고 있어야 한다는 것이며, 해결방안으로 개별 교통지구에 대한 등록차량대수를 기초로 “차를 보유한 직장인”집단과 “차를 보유한 비직장인” 집단의 합산이 등록차량대수와 동일하게 산출되도록 하며, 직장인과 비직장인 내의 승용차 보유비율은 분석교통지역내의 승용차 보유율과 비례하게 적용토록 함.

표 1. 집단별 전형적 통행고리 형태

집 단	주요 통행고리
차를 보유한 직장인	집-직장-집, 집-직장-업무-집
차를 미보유한 직장인	집-직장-집, 집-직장-업무-집, 집-직장-구매-집
차를 보유한 비직장인	집-구매-집, 집-여가-집, 집-업무-집
차를 미보유한 비직장인	집-구매-집, 집-여가-집, 집-구매-여가-집
중고등학생	집-학교-집, 집-학교-업무-집
대학생	집-학교-집, 집-학교-여가-집

다른 장소로 이동하는 통행고리로 표현하였다. 따라서 통행고리는 개인이 하루 동안 수행한 다양한 업무를 발생한 시간 순으로 배열한 것으로 예를 들어 (집-직장-구매-집) 통행고리는 집→직장, 직장→구매, 구매→집의 3개 통행이 발생한 것이다. 통행량은 개인들의 통행고리 중 개별적인 통행이 시간대별로 누적된 것이다. “유사한 통행특성”을 갖는 집단의 활동일기에 기초하여 주요 통행목적은 무엇인지, 어떤 통행들이 주로 연계되며 이때 이용되는 교통수단은 무엇이고, 이들이 주로 발생하는 시간대는 언제인지 등의 개념을 통행 발생 추정과정에 반영할 수 있다.

앞에서 분류한 집단별 발생 가능한 통행고리의 형태는 표 1과 같다.

2.3 통행발생

활동일기에 의하여 평균 일에 수행하는 집단별 통행고리에 대한 종류별 발생확률을 추정할 수 있다. 예를 들어 1번 존의 경우 200명의 “차를 보유한 직장인”이 있으며 통행고리 발생확률에 따라 (집-직장-구매-집) 통행고리가 이 들 집단에서 발생하는 총 통행고리 중에서 7.9%의 확률로 발생한다고 가정하면, 이는 $200 \times 7.9\% = 15.8$ 회의 집→직장, 직장→구매와 구매→집 통행이 각각 발생하는 것을 의미한다. 따라서 1번 존의 200명의 “차를 보유한 직장인”들은 이 통행고리의 형태로 $3 \times 15.8 = 47.4$, 즉 47회의 통행을 발생시킨다.

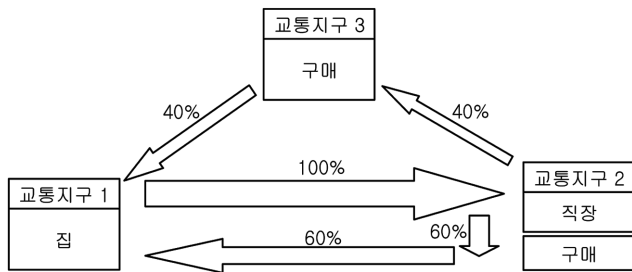
이러한 개념을 바탕으로 집단별 모든 통행고리에 의한 통행발생을 추정하고 이를 모든 집단으로 합산하면 분석지역 내의 총 통행발생량을 추정하게 된다.

2.4 통행의 1일 분포형태

통행발생에 있어서 통행의 집중도 즉 하루 시간대별 통행량의 분포를 파악하는 것이 중요하다. 본 모형에서는 활동일기의 분석에 의하여 통행고리의 각 통행이 발생하는 시간적인 분포확률을 나타내는 일별 패턴에 기초하여 총 통행량의 1일 분포형태를 추정하게 된다.

2.5 통행배분

통행고리를 고려한 목적지 선택의 통행배분을 위하여 통행고리로부터 다수의 통행을 생성한다. 예를 들어 앞에서의 (집-직장-구매-집) 통행고리 사례를 단순화하여 2번 존이 모든 첫 번째 집→직장 통행의 목적지 존이고 직장→구매 통행의 가능한 목적지로서 40%는 3번 존으로, 60%는 내부통행인 2번 존에서 수행된다고 가정한다. 이 경우 본 모형에서는 다음과 같은 통행고리에 기반 한 통행배분 결과를 산출하게 된다.



1-2-2-1 : 15.8 * 100 % * 60 % * 100 % = 9.48 ∴ 9회 통행
 1-2-3-1 : 15.8 * 100 % * 40 % * 100 % = 6.32 ∴ 6회 통행

그림 3. 본 모형의 통행배분 사례

또한 교통수단 선택과정에 있어서 통행거리 중 첫 번째 통행수단이 수단간 전환이 가능한 것(도보, 승용차 동승, 대중교통)과 수단간 전환이 불가능한 것(승용차, 자전거)으로 구분하며, 후자일 경우 해당 통행거리에 대하여 첫 번째 교통수단이 통행거리의 마지막까지 이용되는 것으로 분석함으로써 통행거리의 교통수단 이용특성을 현실적으로 반영할 수 있게 된다.

3. 실증자료 분석

본 모형의 실제 적용 가능성을 살펴보기 위하여 국내 중소도시 규모인 공주시를 대상으로 활동일기의 형태인 가구 통행실태조사를 수행하고 이 자료들을 바탕으로 “유사한 통행행태” 집단의 분류 및 이들의 통행거리 특성들을 고려하여 통행발생을 추정하였다.

3.1 자료수집

자료 수집의 공간적 범위는 2004년 현재 총 46,378가구에 상주인구 130,577명인 공주시를 대상으로 하였으며, 자료의 수집방법은 공주시 전역에 분포된 12개 중학교를 대상으로 학생들을 표본 추출하고 가구통행실태조사표를 배포한 후 회수하였다. 배포된 가구 수는 311가구의 1,885명이며 이는 전체 인구에 대하여 가구 수 기준 1.21%, 거주인구 기준 1.43%이다.⁵⁾

남녀대비 모집단의 비율인 50%:50%가 표본조사에서도 50%:50%를 나타내었고, 연령대별 분포에 있어서는 10-20세 연령층은 모집단이 15%나 표본에서는 42%로서 가구통행실태조사의 구조적인 한계 상 학생들 연령층의 비율이 매우 높게 나타났으며, 이를 보완하기 위하여 직장방문조사가 병행되었음.

또한 연령층의 불균형에 대한 문제점은 본 모형이 “유사 통행행태” 집단별 통행거리의 특성에 따라 통행발생이 추정되며 본 모형에서 집단은 객관적인 통계자료에 기반하여 분류될 수 있으므로 표본에 있어서 집단 간 불균형은 모집단의 비율에 의한 전수화 작업 시 고려되었음.

공주시는 우리나라의 전형적인 도·농 복합지역으로서 도시지역에 속하는 신관동, 옥룡동 등 6개 동의 인구가

5) 이는 도시교통계획에서 제시된 인구 15만 이하인 도시의 적정 표본율인 5%에 비하면 적은 것으로서, 표본자료의 적정성을 살펴보기 위하여 모집단과의 주요 지표와 비교 분석하였음.

64,915명이며 농촌지역인 유구읍과, 계룡면 등 10개 읍면의 인구는 65,662명이다.

표본의 특징을 도시지역과 농촌지역으로 구분하여 분석하면, 직장인이나 면허증 보유인 비율 및 평균 가구원의 수에 있어서는 도시와 농촌지역이 별 차이가 없는 것으로 나타났다. 도시지역의 경우 가구 당 학생들의 평균거주 수가 2.03명으로 농촌지역의 1.8인 보다 높게 나타났다. 가구 당 승용차 보유대수에 있어서 농촌지역이 0.84대로서 도시지역의 0.58대 보다 높게 나타났으며 이는 승용차 보유 여건에 있어서 국내 실정이 공주시와 같은 도·농지역의 경우에도 별 차이가 없음을 나타낸다고 볼 수 있다.

통행특성을 살펴보면 평균 인당 1일 통행빈도에 있어서 도시지역이 2.81통행, 농촌지역이 2.06통행을 하는 것으로 나타났다. 통행거리 또한 통행빈도가 많은 도시지역이 7.68km/인·일로서 6.34km/인·일인 농촌보다 더 많은 통행빈도와 통행거리를 이동함을 알 수 있다. 수단분담에 있어서는 도시지역과 농촌지역 모두 개인교통수단을 대중교통 보다 많이 이용하며 도시지역의 비중이 농촌지역보다 높은 것으로 나타났다.

3.2 자료 분석

앞에서 언급된 “유사 통행행태” 집단과 통행거리 개념을 활용한 통행발생 모형의 적용 가능성을 공주시 가구통행실태조사를 기초 자료로 수행하였다.

3.2.1 “유사 통행행태 집단”별 통행행태

앞에서 분류된 “유사 통행행태 집단”별 공주시의 통행행태를 살펴보면 “차를 보유한 비직장인”의 통행빈도가 2.36회/일로서 가장 높으며, 대학생이 2.11회/일로 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 통행거리 측면에서는 “차를 보유한 직장인”이 11.6km/일로서 가장 길고, 반면에 학생의 경우 4.5km/일로서 가장 짧은 것으로 분석되었다. 일반적으로 직업이 있거나 승용차를 보유한 집단의 경우 통행거리가 길게 나타났다. 이용 교통수단을 살펴보면 승용차를 보유한 집단의 경우 승용차 분담비율이 75% 이상으로서 의존도가 매우 높게 나타났으며, 나머지 집단의 경우는 도보와 버스에 의한 의존도가 높게 나타났다. 특히 도보의 분담율이 높게 나타난 것은 공주시의 도시규모가 작아 주 통행권이 도보권일 확률

표 2. 공주시 도시/ 농촌지역별 통행특성

특성		단위	도시지역	농촌지역
표본 특성	표본수	인	681	1204
	통행인 수	인	624	1051
	직장인 비율	%	41%	44%
	면허증 보유 인수	%	38%	33%
가구 특성	평균 가구원수	인/가구	4.3	4.4
	평균 18세 미만수	인/가구	2.03	1.8
	평균 직장인 수	인/가구	1.8	1.9
	승용차 보유대수	대/가구	0.58	0.84
통행 특성	통행빈도	회/인·일	2.81	2.06
	통행거리	km/인·일	7.68	6.34
	수단분담 (개인교통: 대중교통)	% : %	63:37	60:40

표 3. “유사 통행행태 집단”별 통행행태

집단	인구 대비 비율 (%)	유사행태 집단별 평균 값			
		통행빈도(회/인·일)	통행거리(km)	최다이용교통수단(%)	주 활동(%)
차를 보유한 직장인	37.5	2.32	11.6	승용차(77.1)	직장(31.7)
차를 미보유한 직장인	5.2	2.13	8.0	도보(35.2)	직장(16.9)
차를 보유한 비직장인	9.9	2.36	7.2	승용차(76.3)	업무(27.1)
차를 미보유한 비직장인	2.0	2.34	5.3	도보(31.7)	구매(26.7)
중고등학생	30.8	2.24	4.5	버스(36.2)	학교(45.1)
대학생	15.3	2.11	5.9	도보(63.1)	학교(35.8)

이 높으며, 대학생 집단의 경우에도 학교 기숙사나 자취생들의 비중이 높은 것에 기인한 것으로 판단된다.

통행행태 분석에 있어서 앞에서 제시된 직업유무, 교육여부와 승용차 보유 여부를 기준으로 한 “유사 통행행태 집단” 분류의 효용성을 검증하기 위하여 기존의 통행발생 분석 시 주로 활용되는 산업군 분류에 의한 통행행태 분석자료와 비교하였다.

이 기준에 의한 통행분석 결과 통행행태에 있어서 가장 큰 영향을 미치는 승용차의 분담비율이 산업군별로 그리 명확한 차이를 나타내지 않고 있다. 3차 산업 종사자의 경우 통행빈도가 2.57회/인·일로 가장 높으며 승용차 분담비율도 높게 나타났다. 두 개의 분류기준을 비교하여 보면, “유사통행행태 집단” 기준에 의한 직장인의 경우 승용차의 보유여부에 따라 수단분담율과 통행거리 측면에서 큰 차이를 나타내어 산업군 분류에 있어서 통행발생의 설명변수의 추출이 어려웠던 것에 비하여 유의성이 있는 설명변수로 활용이 가능하다는 장점이 있다. 따라서 장래 승용차 보유율의 증가추세를 고려하여 집단간 구성비를 산출하고 이에 근거한 통행발생을 추정할 경우 보다 신뢰성있는 결과를 도출할 수 있는 방안이 된다.

3.2.2 “유사 통행행태 집단”별 통행고리

공주시민의 활동일기에 의한 통행고리를 분석한 결과 하루에 단지 하나의 업무만을 수행하는 2회 통행 비율이 80.0%, 3회 통행비율이 11.5%, 4회 통행비율이 6.3%, 5회 이상 통행하는 비율이 2.2%로 분석되었다.

각 집단별 통행고리의 특징을 살펴보면 비 직장인의 경우 차가 없는 집단은 (집-구매-집) 통행고리, 차가 있는 집단의 경우는 (집-업무-집) 통행고리의 비중이 가장 높게 나타났다.

표 4. “산업군 집단”별 통행행태 분석

집단	인구 대비 비율 (%)	유사행태 집단별 평균 값			
		통행빈도(회/인·일)	통행거리(km)	최다이용 교통수단(%)	주 활동(in %)
1차	18.06	2.57	7.2	승용차(45.2)	업무(31.4)
2차	9.83	2.24	15.1	승용차(55.8)	직장(38.6)
3차	11.75	2.50	10.3	승용차(68.9)	직장(34.6)
학생	46.2	2.26	5.0	도보(42.5)	학교(41.6)
주부	12.74	2.36	5.4	도보(28.0)	구매(24.1)
무직	0.84	2.20	4.4	승용차(36.4)	구매(22.7)
기타	2.35	2.3	5.8	승용차(33.1)	학교(23.4)

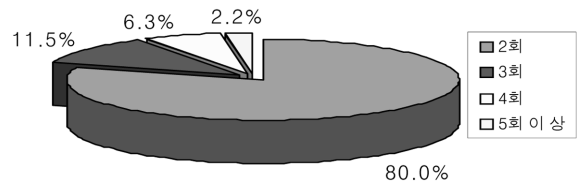


그림 4. 통행회수 비율

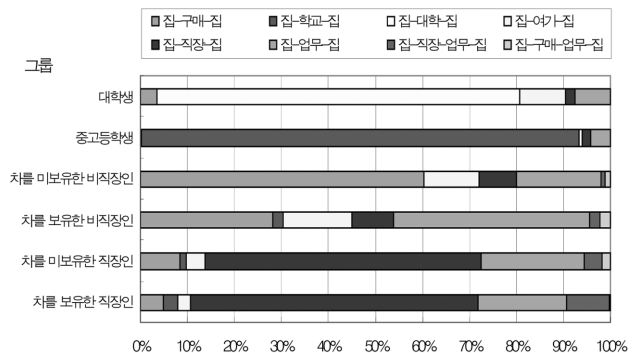


그림 5. “유사 통행행태 집단”별 통행고리

직장인 집단의 경우 (집-직장-집) 통행고리의 비율이 가장 높으며 다음으로는 (집-업무-집) 통행고리의 비율이 높게 나타났다. 중고등학생 집단과 대학생 집단의 경우 등교통행이 가장 높은 비율을 차지하였으며, 중고등학생의 경우 그 비중이 대학생 집단보다 높게 나타났다. 대학생 집단의 경우 여가통행과 업무통행이 포함된 비율이 높게 나타났다.

3.2.3 통행고리들의 특성

각 통행고리별 특성을 살펴보면 직장이 포함된 통행고리인 (집-직장-집), (집-직장-업무-집) 통행고리의 경우가 승용차의 수단분담율이 높고 평균통행거리가 긴 것으로 나타났다. 등교통행을 제외하고는 통행빈도가 높을수록 승용차의 분담율이 높은 것으로 나타났다. (집-대학-집) 통행고리는 공주시 대학생의 경우 학교 근처에서 자취나 하숙을 하여 도보의 비중이 높으며 통행거리가 가장 짧게 나타났다.

통행의 시간대별 분포 활동일기에 의한 통행을 “가정기반 통행”과 “비가정기반 통행”으로 구분하여 시간대별 분포를 살펴보면 “가정기반 통행”은 학생들과 직장인들의 등교와 출근으로 인해 오전 7시-9시와 오후 5시-7시에 통행 집중도가 높게 나타났다. 오전 침두시간은 중고등학생, 직장인이 7-9 시간대에 집중되는 반면 대학생의 경우 9시를 침두로 하여 15시까지 꾸준히 통행이 발생하는 것으로 나타났다. 오후 침두시간의 경우 17시에서부터 시작하여 약 20시까지 지속되

표 5. 통행고리의 특성

통행고리	이용교통수단 비율(%)			평균 통행 거리(km)	평균통행시간(분)
	승용차	버스	도보		
집-직장-집	57.5	9.8	16.9	11.04	28
집-업무-집	47.3	6.3	22.6	8.08	22
집-여가-집	31.7	15.0	45.8	8.40	41
집-대학-집	7.5	16.9	62.6	1.38	15
집-학교-집	18.0	33.3	32.9	4.70	23
집-구매-집	23.9	30.8	23.5	7.54	25
집-업무-구매-집	55.6	7.4	25.9	8.13	25
집-업무-업무-집	52.5	6.3	15.1	1.21	15
집-직장-업무-집	75.8	4.2	5.0	10.36	42
집-학교-업무-집	20.1	27.6	33.9	1.63	17
집-구매-업무-집	43.2	4.5	0.0	6.88	20
집-여가-구매-집	0.0	66.7	33.3	10.67	40

는 것으로 나타났다.

“비가정기반 통행”은 “가정기반 통행”과는 달리 특정한 침두시간이 없는 전체적으로 통행이 분산된 형태를 나타내고 있으나, 업무→여가 통행의 경우 17시-19시, 구매→여가 통행의 경우 13시-16시, 학교→업무 통행은 15시-18시에 높은 분포율을 나타내었다.

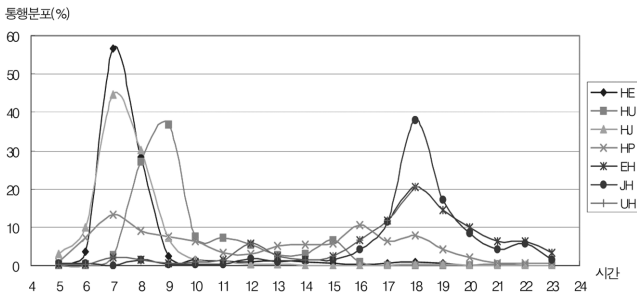


그림 6. “가정기반 통행”의 통행목적별 시간대별 분포

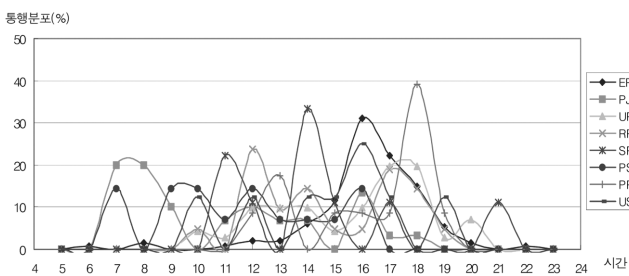


그림 7. “비가정기반 통행”의 통행목적별 시간대별 분포

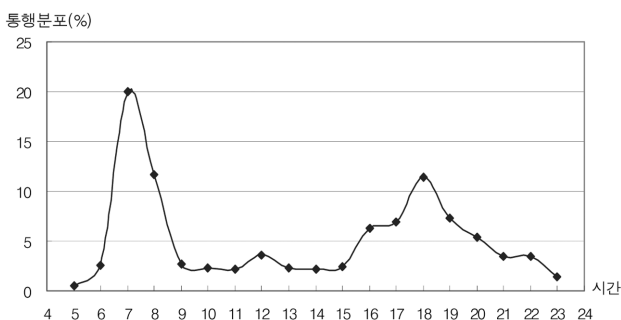


그림 8. 통행량의 시간대별 분포

“가정기반”과 “비가정기반”의 모든 공주시 총 통행량의 시간대별 분포를 살펴보면 오전 침두시간은 7-8시 오후 침두시간은 18-19시인 것으로 나타났으며 이때의 집중율은 각각 20%, 11.5%이었다.

공주시 기구통행실태조사에 의하여 유사 통행행태를 갖는 집단으로서 “차를 보유한 직장인” 등 교통지구별로 6개 집단으로 구분하고 이들의 통행고리의 특성을 분석하여 공주시의 교통지구별⁶⁾ 통행발생량을 추정하였다. 개별 집단의 통행고리 종류별 발생비율을 추정하고 이를 바탕으로 개별 통행목적의 빈도와 시간대를 추정하였다. 이를 모든 집단에 대하여 합산하고 교통지구별로 통행목적별 통행량과 시간대별 분포에 따른 공주시의 교통지구별 통행발생량은 그림 9, 그림 10과 같다.

추정된 공주시의 총 통행량은 1일 31만6백통행으로서 이는 2.38/인·일 통행에 해당하며 시간대별 통행분포 분석에 의한 오전 침두시간의 총 통행량은 62,130회, 오후 침두시간의 총 통행량은 35,575회로 분석되었다.

17개의 교통지구 중 신관동의 통행량이 유출량 14,064회 유입량이 22,978회로 총 37,042회로 공주시의 총 통행량 중 29.8%를 차지한다. 이는 신관동이 공주시에서 거주인구가 약 27,000명으로 가장 많으며 또한 관공서, 금융기관, 대학이 밀집해 있어 사람들의 통행이 많기 때문이다. 대부분의 면지역은 유출량이 유입량보다 많은데 이는 면지역간의 이동보다는 다양한 유인시설이 밀집해있는 동지역으로의 통행이 많기 때문이다.

4. 모형의 검증

본 논문에서 제시된 통행발생 모형의 적정성을 검증하기 위해 통행발생에서부터 경로배정에 이르기까지의 4단계 수

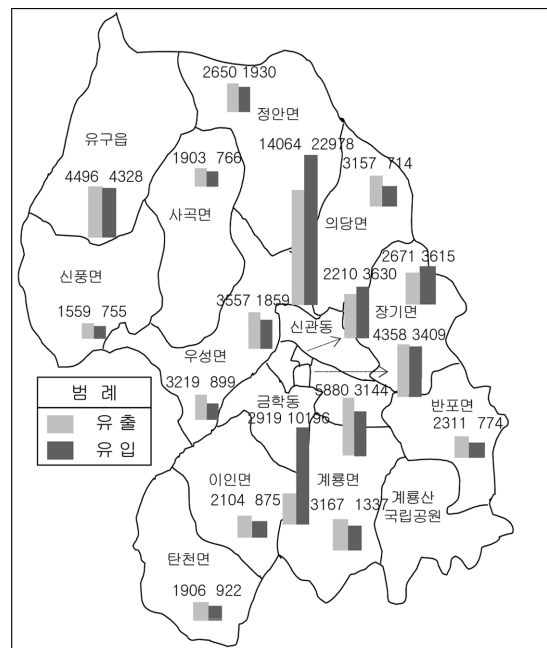


그림 9. 공주시 오전 침두시 통행발생량

6) 본 연구의 교통지구 설정은 토지이용 및 활동성격이 기급적 동질적인 지역으로 나누기 위해 유구읍과 10개의 면 그리고 6개의 동으로 구분하여 총 17개의 지구로 구성됨.

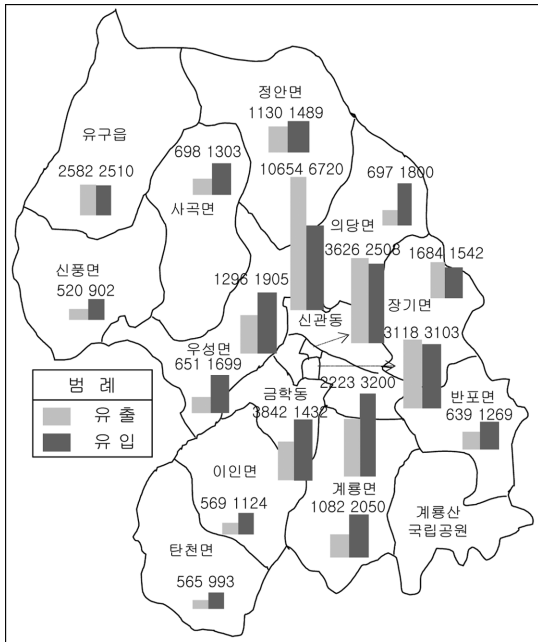


그림 10. 공주시 오후 침두시 통행발생량

요분석을 수행하였다. 모형에 의하여 산출된 공주시 주요 도로에 대한 교통량과 건설교통부에서 정기적으로 수행하는 도로교통 조사 자료인 도로교통 통계연보 자료와 비교하여하였다.

가로망 배분 후 국도 4개 구간과 지방도 3개 구간 총 7개 구간을 도로교통 통계연보에서 제시된 2004년도 교통량

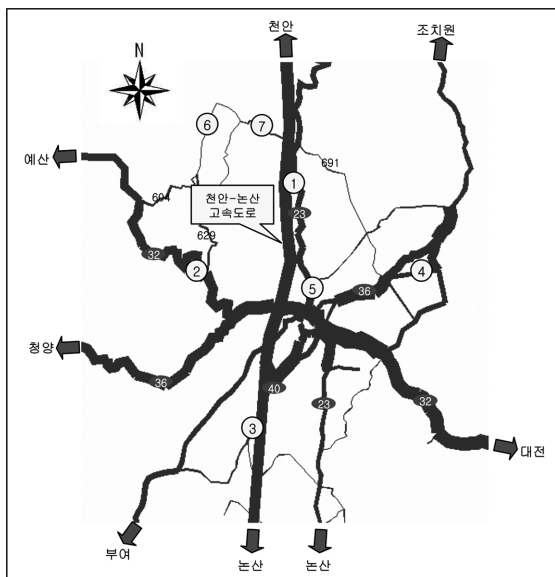


그림 11. 가로망 배분 결과

표 6. 교통량 검증

구분	통계연보	본연구	오차
① 국도 23호선	16,850	17,516	3.8%
② 국도 32호선	24,714	24,720	0.0%
③ 국도 40호선	4,696	4,231	-11.0%
④ 국도 36호선	10,286	11,146	7.7%
⑤ 지방도 691호선	5,241	5,300	1.1%
⑥ 지방도 629호선	4,445	3,939	-12.8%
⑦ 지방도 604호선	2,152	2,466	12.7%

과 비교한 결과, 간선기능을 담당하는 국도 23호선, 국도 32호선, 국도 36호선과 지방도 691호선의 교통량이 본 과업 교통량과 오차 범위 10% 내외 수준인 것으로 분석되었다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문은 통행행태 측면에서 유사한 특성을 갖는 집단을 구분하고 이 들이 수행하는 활동일기에 기초한 통행거리의 특성을 고려하여 통행발생량을 추정하는 모형을 제시하였다. “유사통행행태” 집단의 구분은 통행발생에 있어서 유의성이 높은 설명인자인 직업과 승용차의 보유여부, 학생인지의 여부를 기준으로 하였다. 분석결과 이와 같은 구분기준이 기존 국내 교통계획모형에서 일반적으로 적용되고 있는 산업군 분류기준에 비하여 비교적 통행특성을 잘 반영하고 있는 것으로 나타났다. 또한 집단별 통행거리 특성에 기반한 통행발생 추정 결과 교통지구별 통행발생량들이 교통지구별 인구, 직장인수, 자동차 보유율과 인구유입시설 등의 각종 사회·경제지표의 특성 등도 비교적 잘 반영하는 것으로 나타났다.

본 연구의 한계로는 통행발생 추정 이후에 교통지구간 통행배분, 수단분담과 경로배정에 따른 모형에 의한 구간별 교통량을 추정하고 Screen line 조사자료와의 비교를 통하여 모형의 적정성에 대한 검증이 이루어지지 않았다는 것이다. 그러나 이 경우에도 수요추정의 각 단계별로 적용되는 모형의 다양성으로 인하여 통행발생 단계에서 발생한 모형의 적정성 여부를 판단하기 어렵다는 점도 고려될 수 있을 것이다.

또한 본 연구에서 제시된 집단 간 분류의 기준인 직장과 승용차의 보유여부 및 학생인지의 여부가 집단 간 구분의 기준이 될 수 있는 다양한 요인들 중에서 얼마나 높은 통계적 유의성을 갖는지에 대한 분석도 향후 이루어져야 할 것이다.

본 연구의 향후 연구과제로서는 “유사한 통행특성”을 나타내는 집단이 갖는 고유한 특성들이 통행배분이나 수단분담에 있어서 반영될 수 있도록 모형화하는 것이다.

예를 들어 통행배분의 중력모형인 $P_{ij} = \{D_i \times f(W_{ij})\} / \{ \sum_{k=1}^n (D_k \times f(W_{ik})) \}$ 에 있어서 Deterrence함수인 $f(w_{ij}) = e^{-\alpha \cdot w_{ij}} \cdot w_{ij}^{\beta}$ 의 $i-j$ 간 분리의 민감도를 결정하는값의 경우 앞에서 구분된 집단 간의 승용차 보유여부와 이에 따른 통행거리에 대한 집단 간 분리 민감도의 차이를 반영할 수 있다.

또한 수단분담 모형인 $P_{gij}(m) = (e^{U_{gij}(m)}) / (\sum_{k=1}^M e^{U_{gkj}(m)})$ 에 있어서도 기존의 $i-j$ 간 교통수단 m 의 선택을 위한 효용함수에 있어서 승용차의 보유여부 등 집단별 통행특성을 고려할 수 있게 되므로 이에 관한 연구가 추후 이루어질 수 있을 것이다.

참고문헌

Adler, T., and Ben-Akiva, M. (1979) A theoretical and empirical model of trip chaining behavior, *Transportation Research B*, Vol. 13B, pp. 243-257.
 Axhausen, K. W. and Herz, R. (1989) Simulating Activity Chains: German Approach. In: *Journal of Transportation Engineering*,

- Bd. 115, Nr. 3, S. pp. 316-325.
- Ben-Akiva, M. A and Richards, M. G. (1975) *A Disaggregate Travel Demand Model*. Saxon House/Westmead/Farnborough.
- Bhat, C.R. and Koppelman, F.S. (1994) *A Structural and Empirical Model of Subsistence Activity Behavior and Income*. Transportation 21, pp. 71.89.
- Sparmann, U. (1980) *Ein verhaltensorientiertes Simulationsmodell zur Verkehrsprognose*. In: Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen, Nr. 20, University of Karlsruhe.
- Strathman, J.G. and Dueker, K.J. (1995) Understanding of trip chaining. *1990 NPTS Special Reports on Trips and Vehicle Attributes*. Report FHWA-PL-95-033. FHWA, US Department of Transportation.
- Szalai, A. et al. (1973) *The Use of Time: Daily Activities of Urban and Suburban Populations in Twelve Countries*. Mouton, The Hague.
- Zahavi, Y. (1979) The UMOT project. report for US department of transportation. *Research and Special Programs Administration, and the Federal Republic of Germany Ministry of Transport*. DOT-RSA DPW-20-79-3, August.

(접수일: 2005.8.2/심사일: 2005.9.7/심사완료일: 2005.11.1)