

□ 論 文 □

개별행태모형을 이용한 통근인구의 교통행동분석에 관한 연구

A Study on the Behavioral Analysis of Workers
using Disaggregate Behavioral Model

裴 永 錫

((주)교통시스템연구소 소장)

目 次

- I. 서론
- II. 관련연구 검토 및 본 연구의 특징
- III. 모형의 기본개념
 - 1. 용의 정의
 - 2. 통근인구의 교통행동 패턴
 - 3. 모형의 형태적 가설
 - 4. 모형의 기본이론
- IV. 모형의 실증적 검토
- V. 모형의 실증적 검토
 - 1. 기반선택모형의 추정결과
 - 2. 좌회전 금지의 효율성 예측모형 검토
 - 3. 목적지선택모형의 추정결과
 - 4. 통행목적선택모형의 추정결과
 - 5. 통행발생선택모형의 추정결과
 - 6. 추정결과의 정리
- VI. 결 론

ABSTRACT

This paper develops a disaggregate model system for travel behavior of workers in a metropolitan area. We attempt to develop a set of models for predicting trip generation type, trip purpose, destination, mode choices in each trip on the way from work to home by using the concept of utility maximization of base-to-base tour. The model incorporates the concept that decisions of a trip in a travel tour depend on decisions of the trips having been made before and decisions of trip planned after of this trip, as well as on current trip conditions. As the structure of the model, the nested logit model is used to avoid a simultaneous model's complexity.

The data to be used for estimating the model system are from the person trip survey which was carried out in 1981 in Nagoya metropolitan. Empirical tests of the model for Nagoya metropolitan area show encouraging results and prove the validity of the assumption of this model.

I. 서론

교통수요예측은 교통계획을 수립하는데 있어서 필요 불가결한 요소로서, 이들에 관한 연구는 종래부터 교통계획 관련 연구의 중심적인 역할을 해 왔다 해도 과언이 아니다. 이들 가운데, 四段階推定法은 교통수요예측의 표준적인 예측 방법으로서, 교통수요를 거시적으로 취급하기 때문에 비교적 안정된 예측치를 얻을 수 있다는 이점이 있으나, 이르면, 실용면에서 몇 가지 문제점이 예전부터 지적되어져 왔다. 한편, 현대 사회는 사람들의 의식이나 사회·경제적 요인 등 교통계획에 관련된 환경조건이 다양하게 변화함에 따라 교통계획의 대상이나 내용 또한 다양화하게 되어, 장기적인 차원에서 교통계획뿐만 아니라, 국부적이고 단기적인 교통정책에도 관심이 높아지게 되었다. 이에 따라, 각 개인의 교통행동 특성을 합리적이며, 보다 상세하게 고려 가능한 개별행태모형(disaggregate behavioral model)을 이용한 교통수요예측의 연구가 최근 많이 수행되어지고 있다.

그러나 이들은 4단계추정법의 일부분 단계만을 취급한 것이 많고, 4단계추정법을 전면적으로 개별행태모형으로 대체한 연구는 거의 없다고 해도 과언이 아니다. 대표적인 것으로 MTC 모형¹⁾이 있으나, 이것은 실용성을 중시한 나머지, 개인의 교통행동을 보다 합리적으로 설명하고자 하는 개별행태모형의 본래의 이점을 충분히 반영하지 못하고 있다. 또한, 개인의 교통행동을 보다 합리적으로 설명하기 위해, 통행사슬(trip chain)개념을 도입하여 실제 개인이 1일에 행하는 복수의 통행 상호간의 관련성을 고려하는 통행사슬모형(trip chain model)^{2),3),4),5)}이나 교통을 활동의 파생수요로 취급하여 이들의 상호관련성을 분석하는 활동기반모형(activity based model)^{6),7),8)} 등의 연구도 많이 수행되었지만, 그들

은 모형의 대상인 선택차원, 설정한 행동가설, 모형에서 고려하는 요인등에 있어서 몇 가지 문제점을 가지고 있어서, 실제의 도시교통계획을 위한 교통수요예측에 적용 가능한 모형체계를 갖추었다고 말할 수는 없다.

따라서, 본 연구의 최종목적은 개별행태모형에 의한 도시권의 교통수요예측모형체계의 구축에 있으며, 이때 각 개인이 1일중에 행하는 복수 통행의 의사결정간의 상호관계를 명시적으로 고려함에 의해 개인의 교통행동을 가능한 합리적으로 표현함과 동시에 모형의 취급이 용이하도록, 합리성과 실용성의 밸런스를 적절히 갖춘 모형체계를 구축하고자 한다. 모형체계는 통근인구와 비통근인구 각각의 1일 교통행동패턴의 선택에 관한 2개의 sub model로 구성되어진다. 이중에서, 본 논문은 통근인구의 1일 교통행동패턴의 선택(통행발생, 통행목적, 목적지와 교통수단선택등)에 관한 것으로, 이하, 관련연구 검토 및 통근인구의 1일의 교통행동패턴의 선택에 관한 모형구축의 기본개념을 나타냄과 동시에, 사람통행실태조사(person trip survey)에 근거를 둔 통근인구의 교통실태의 분석결과 및 모형의 실증적 검토결과에 대하여 언급하기로 한다.

II. 관련연구 검토 및 본 연구의 특징

교통수요예측에 있어서 개별행태모형을 적용한 연구를 살펴보면, 초기에는 교통수단선택에 관한 연구가 대부분이었으나 그후 승용차보유결정⁹⁾, 거주지선택¹⁰⁾, 경로선택의 예측¹¹⁾이나 분포교통량의 예측¹²⁾에도 적용되어져 왔다. 우리나라의 경우, 1980년대에 들어 쇼핑교통^{13),14)}, 출근교통^{15),16)}등을 대상으로 개별행태모형을 이용한 교통수단선택 행태분석에 관한 연구가 다수 행해져 왔으나, 출근교통의 경우, 분석대상자료

가 일부특정지역에 한정되어 있어, 대도시 적용을 위한 교통수단선택모형으로는 다소 미흡하다고 할 수 있다. 또한 이들 연구는 四段階중 일부 단계만을 대상으로 취급하고 있기 때문에, 도시교통수요예측에 적용하기에는 무리가 있다.

도시교통수요예측에 적용을 위해, Ruiter and Ben-Akiva(1978)는 배분단계를 제외한 모든 단계를 개별행태모형에 의해 구축한 연구를 수행하였으며, 이를 MTC 모형이라고 부른다. MTC 모형에서는 먼저, 교통관련 의사결정항목을 시간적 측면으로 부터 장기와 단기로 구분하고, 의사결정단위를 고용주, 세대, 개인의 순서로 나누고 있다. 그리고 개인의 교통행동에 관한 모형체계의 구축에 있어서는, 통행을 가정기반(home-based)과 비가정기반(non-home-based)으로 구분함에 의해 통행사슬(trip chain)의 표시를 단순화하고 있다. 그러나 각 개인이 1일에 행하는 복수 통행간의 상호관련성이 충분히 고려하지 못하고 실용성을 증시한 나머지, 개인의 교통행동을 보다 합리적으로 설명하고자 하는 개별행태모형의 본래의 이점을 충분히 반영하지 못하고 있다.

한편, 최근에 활발히 연구되어지고 있는, 교통의사결정에 있어서 개인에게 관련된 다양한 제약조건, 특히 활동분석을 강조하는 활동기반 모형 및 1일에 행해지는 다양한 활동의 연결성에 중점을 두고 있는 통행사슬모형에 관련된 대표적인 연구는 다음과 같다.

Ader and Ben-Akiva(1979)는 다항로짓모형을 이용하여 대표적인 통행패턴의 집합 가운데 하나의 통행패턴을 선택하는 모형을 구축하였다. 그러나, 이론적으로 고려할 수 있는 선택대안의 수가 무한하기 때문에 이 논문에서는 사용하는 자료로부터 실제 이용한 선택대안만을 통행패턴 집합으로 하여 모형화하였다.

Horowitz(1980)는 확률효용최대화의 관점에

서 교통행동모형을 제창하고 있다. 그는, 현재의 어느 한 지점 i 로부터 지점 j 에 교통수단 m 으로 갈 경우의 시간의존적효용(time-integrated utility)을 정의하고 이것을 모형에 도입하여 개인이 1일에 행할 기대 통행수를 구하였다. 이 기대 통행수는 개인의 1일의 교통행동에 관한 제약조건으로서 이용되어지고 있으나, 개인이 실제로 교통을 행할 때의 교통행동계획에 관한 능력이나 정보수집능력을 감안해 볼 때, 실제의 개인은 1일 교통행동의 의사결정을 행할 때 완전한 계획성을 가지고 있다고는 말하기 어려워, 이는 개인의 계획능력과 정보수집능력을 너무 과대평가하는 경향이 있다.

Kitamura(1984)는 목적지선택모형구축에 있어서, 목적지의 매력도로서 목적지 자체의 특성만이 아니라 그후에 행해질 통행의 효용, 즉 기대효용(prospective utility)까지를 고려함에 의해 목적지선택모형에 있어서 통행사슬의 영향을 반영하고 있다.

Damm and Lerman, Damm(1981)은 도시에 있어서 취업자가 시간적·공간적으로 고정되어진 활동 이외의 자택외활동에 참가할 것인가 말 것인가의 문제에 주안점을 두어, 1일을 5개의 시간대로 나누어, 자택과 직장으로부터 구성되어지는 1일의 필순(obligatory)활동의 스케줄에 더하여 자유활동에 참가할 것인가를 결정하는 순서를 모형화하였다.

그러나 이들 연구는 모형의 대상인 선택차원, 설정한 행동가설, 모형에서 고려하는 요인등을 감안해 볼때 몇 가지 문제점을 내포하고 있어서, 실제의 도시교통계획을 위한 교통수요예측에 적용에 어려움이 있다.

따라서, 본 연구에서는 종래의 연구에서 명시적으로는 고려하지 않았던 다음의 2가지 문제 즉, ①교통의사결정의 메카니즘 해명, 즉 1일의 교통행동의 의사결정에 있어서 어느 정도 앞까

지의 교통행동을 계획하고 있는가, 또한 어느 정도 앞까지의 교통행동의 선택대안에 관한 정보를 얻고 있는가의 계획성에 관한 문제와 ② 복수의 통행에 있어서 통행간의 과거중속성과 장래중속성에 관한 문제가 고려 가능한 개별형태모형을 구축하였다. 모형구축은 네스티드로짓 모형(nested logit model)을 이용하였으며, 따라서 상기의 2가지 문제는 네스티드로짓모형의 logsum변수에 의해 복수 통행간의 상호관련성이 설명가능하게 된다.

본 논문은 통근인구의 1일 교통행동패턴의 선택의 모형구축에 관한 것으로, 모형구조는 통행 발생, 통행목적, 목적지와 교통수단선택, 기반(집, 직장)선택 등 5단계로 구성되어지며, 각 개인이 1일 중에 행하는 복수 통행의 의사결정간의 상호관계를 명시적으로 고려함과 동시에 모형의 취급이 용이하도록, 합리성과 실용성의 밸런스를 적절히 갖춘 모형체계를 구축하고자 한다. 이때, 교통과 활동과의 상호관련성에 대해서는 실용성을 중시하여, 활동 그 자체 및 거기에 따르는 각종 제약에 대해서는 명시적으로 고려하지 않고, 교통의사결정만을 직접 분석대상으로 하였다. 단, 이것은 활동과 교통의 상호관계를 완전히 무시하는 것을 의미하는 것이 아니라, 각각의 활동은 그 전후에 행해지는 통행과 결합하여 일체적으로 취급되어져, 교통의사결정에 대한 그들의 영향을 간접적으로 고려하고 있다.

Ⅲ. 모형의 기본개념

1. 용어 정의

본 연구에서 통근인구의 1일 교통행동을 분석하는데 있어서 사용되어지는 용어에 관해, 본 절에서 이하와 같이 명확히 정의해 두고자 한다.

1) tour

교통의 주체인 각 개인은, 통상 1일에 복수개의 통행을 행하고 있으며, 이와 같은 연속적인 교통패턴에 있어서 통행의 기종점이 동일 장소인 경우의 교통패턴을 tour로 정의한다. 따라서, 본 연구에서는 집(家)을 출발하여 마지막 통행이 집으로 돌아오는, 복수개의 통행으로 형성되어지는 tour를 가정기반(home-based/HB) tour로, 직장을 출발하여 마지막 통행이 직장으로 돌아오는 tour를 직장기반(work-based/WB) tour로 부르기로 한다. 이때, 통근인구의 1일 교통패턴에 있어서는 복수개의 HB tour와 WB tour를 행할 수가 있으며, <그림 1>에 이러한 교통패턴을 나타내고 있다. 한편, 연구자에 따라서는 tour를 loop 또는 cycle이라는 용어를 사용하는 경우도 있다.

2) trip chain(통행사슬)

통행사슬(trip chain)은 어떤 개인의 1일에 행한 복수개의 통행의 연결상태를 의미하는 것으로, 이것은 tour와 유사한 개념을 가지지만, 본 연구에서는 tour와는 달리 통행의 기종점 즉, 발·착 기반(base)이 서로 다른 연속적인 복수의 교통패턴을 통행사슬로 정의한다. 따라서, 통근인구의 경우, 집으로부터 직장까지 복수의 통행으로 구성되어지는 교통패턴을 home-to-work 통행사슬, 또 직장에서 집까지의 교통행동을 work-to-home 통행사슬이라 부르기로 한다. 이때, 집에서 직장(또는 직장에서 집)으로 가는 통행패턴이 단일통행으로 구성된 경우는 home-to-work (work-to-home)통행으로 정의한다.

3) base(기반)

이것은 사람의 1일의 교통행동패턴 분석에 있어서 중요한 개념이다. 본 연구에서는, tour 또는 통행사슬과 같은 일련의 연속적인 통행패턴에

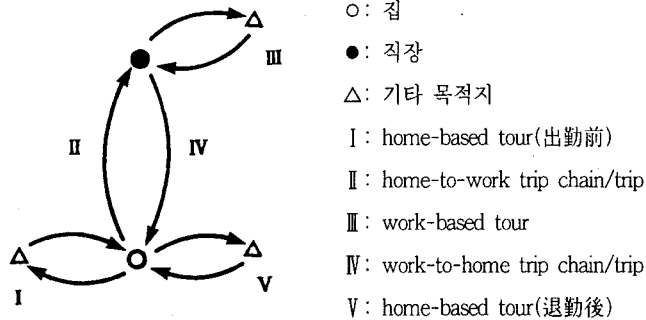
있어서의 교통기점을 기반(base)으로 정의한다. 따라서, 통근인구의 경우, 거주지와 직장의 2개의 기반을 가지게 되며, 또 교통의 기점이 기반(집 또는 직장)이 아닌 경우의 교통행동을 비가정기반통행(non-home-based trip) 또는 비직장기반통행(non-work-based trip)으로 부르기로 한다.

2. 통근인구의 교통행동 패턴

통근인구의 전형적인 1일 교통행동 패턴은 <그림 1>에 나타낸 것과 같다. 이들은 집과 직장의 2개의 기반을 가지기 때문에, 이들의 1일 교통패턴은「base-to-base」의 통행사슬 또는 통

행을 기본단위로 구성되어 있다. 또한, 이들 「base-to-base」통행사슬 또는 통행은, 그 기반의 상이함에 의해 통행의 출발기반과 도착기반이 둘다 집인 경우(HB tour), 직장의 경우(WB tour) 및 기반이 서로 다를 경우(home-to-work 또는 work-to-home 통행사슬 또는 통행)의 4가지의 패턴으로 세분화되어진다.

이상에서 볼 때, 통행사슬과 tour는 그 개념이 서로 다르나, 본 연구에서는 광의의 개념에서, 집과 직장을 동일한 기반으로 간주하고 이하에서는, home-to-work와 work-to-home 통행사슬 또는 통행을 포함한 base-to-base 통행사슬 또는 통행을 base-to-base tour로 표현하기로 한다.



<그림 1> 통근인구의 1일 교통행동 패턴

3. 모형의 행태적 가설

교통행동의 주체인 각 개인은 어떤 합리적인 판단에 기초를 두어 1일의 교통행동에 관한 의사결정을 행하고 있다고 생각되어지는데, 본 연구에서는 그 의사결정은 효용최대화에 의해 설명 가능한 것으로 생각하여, 확률효용이론에 기초를 둔 개별행태모형을 적용하고자 한다.

한편, 각 개인이 1일의 교통행동에 관하여 효용최대화를 행할 경우, 개개의 통행에 관한 의

사결정을 상호 독립적으로 행하는 것이 아니라, 어떠한 형태로든 통행간의 상호관계를 고려하여 행할 것으로 판단되어진다. 이때, 1일 교통행동에 있어서 각 개인의 의사결정에 관한 행태적 가설로서는 크게 나누어, ① 1일의 교통행동 전부에 대한 효용최대화, ② base-to-base tour별의 효용최대화, ③ 각 통행별 효용최대화의 3가지를 생각할 수 있다. 여기서, 이들중 어느 가설이 실제 교통행동의 의사결정 원리로서 타당한가는, 각 개인이 실제로 교통행동을 행할

때에, 어느 정도 앞까지의 교통행동을 계획하고 있는가, 또한 어느 정도 앞까지의 교통행동의 선택대안에 관한 정보를 얻고 있는가에 의해 결정되어진다.

따라서, 개인이 실제로 교통을 행할 때의 교통행동의 계획에 관한 능력이나 정보수집능력을 감안해 볼 때, 가설 ①의 경우는, 개인의 계획능력과 정보수집능력을 너무 과대평가하는 경향이 있다. 또한 가설 ③의 경우는, 개인의 계획능력을 너무 과소 평가하는 경향이 있다. 즉, 실제의 개인은 1일 교통행동의 의사결정을 행할 때 완전한 계획성을 가지고 있다고는 말하기 어려우나, 반대로 완전히 무계획적으로 행동하고 있다고도 볼 수 없다.

이에 따라, 본 연구에서는, 가설 ②「base-to-base tour別의 효용최대화」를 채택하고, 이때의 통행의 의사결정은, base-to-base tour別로는 동시 결정이고, base-to-base tour間에는 단계성이 있는 것으로 한다. 또한, 모형의 구조는 동시형 모형의 구조상 문제점을 피하기 위해, 본 연구에서는, 모형의 취급이 보다 간단한 트리(tree)구조의 단계형 모형을 이용하기로 한다. 이에 의해, 어떤 통행에 있어서 선택대안(alternative)의 효용은, 동일 base-to-base tour내에서, 당해 통행의 조건에 관련된 효용뿐만이 아니라, 그 이전에 이미 행해진 통행군에 대한 過去效用과 그 후에 예정되어 있는 통행군으로부터 기대되어지는 將來效用을 포함한 형태로의 표현이 가능하게 된다. 본 연구에서는, 過去效用의 경우, 통행 상호간의 영향을 알아보기 위해서 1일 중에서 당해 통행 以前까지 행해진 총 통행수를 사용하기로 하며, 장래효용을 나타내는 변수는, 당해 통행 이후 예정되어진 통행에 대한 최대효용의 기대치를 logsum변수의 형태로 도입하기로 한다.

그러나, 이와 같은 단계형 모형을 이용하더라도, 그 모형에는 첫째, 이론상 트리구조가 거

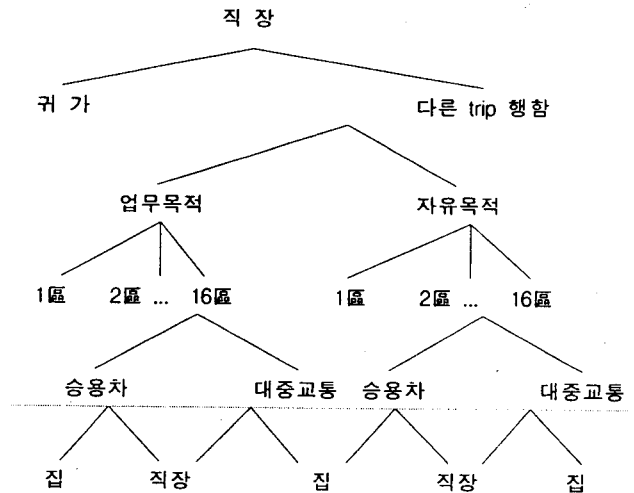
대하게 되어, 계산이 매우 곤란하며, 둘째로, 각 개인은 tour중의 각 통행의 의사결정을 행 할 때에 반드시 최종 통행의 조건까지 고려하고 있다고는 말할 수 없다는 2가지의 문제점을 들 수 있다.

따라서, 이상의 2가지 문제를 감안하여, 본 연구에서 최종적으로 채택하는 행태적 가설은, 「각 개인은, base-to-base tour內의 각 통행 단계별로, 당해 통행 前까지의 행동결과를 조건부로 함과 동시에, 당해 통행 이후 최대 L 통행까지의 기반을 최종 목적지로 하는 통행사슬의 조건을 고려하여 그 효용이 최대가 되도록 逐次同時效用最大化를 행한다」는 수정가설을 채택하기로 한다. 즉, 우선, 기반으로부터의 제1통행의 의사결정에 있어서는, 그 이후 최대 L 통행으로 구성되어진 기반을 최종 목적지로 하는 tour의 조건이 동시에 고려되어진다. 그 다음, 제2통행의 의사결정에 있어서는, 제1통행이 결정되었다는 조건하에서, 제2통행 이하 최대 L 통행의 기반을 최종 목적지로 하는 tour의 조건을 동시에 고려하는 逐次同時效用最大化를 행하는 것으로 한다. 이때, L 값의 결정이 문제가 되는데, 본 연구에서는 제4장에 언급된, 일본의 Nagoya 도시권에서 1981년에 실시된 사람 통행실태 조사 자료의 분석결과를 고려하여, 통근인구의 경우는 L=1로 가정하였다.

〈그림 2〉는 본 연구의 가설에 따른 통근인구의 각 통행에 대한 모형구조를 네스티드로그짓모형(nested logit model)을 이용하여 구축한 것이다. 모형의 트리구조는, 직장기반통행에 있어서, 직장으로부터 바로 귀가할 것인가 아니면 다른 교통을 행할 것인가의 선택, 그 다음으로, 통행 목적선택(자유목적 또는 업무목적), 목적지선택, 교통수단선택의 순으로 구성되어 있다. 그리고, 후속 통행인 비직장기반통행의 경우는 歸家(집)할 것인가, 또는 歸社(직장)할 것인가의

기반선택의사결정으로 구성되어 있다. 이와 같이 통근인구가 직장기반통행을 행할 때는 후속 통행의 최대효용의 기대치를 고려하여 당해 통

행의 교통행동의 의사결정을 행하는 것으로 하며, 이때 후속 통행(L=1)은 반드시 기반(집, 직장)으로 되돌아가는 것으로 한다.



〈그림 2〉 모형의 트리구조

4 모형의 기본이론

본 연구에서는, 앞에서 언급한 트리구조로 표현되어지는 각 통행에 대한 의사결정을 네스티드 로짓모형을 이용하여 구축하고자 한다. 따라서, 이하에서는, 네스티드 로짓모형의 일반적 이론에 대해 간단히 설명하고 있다.

지금, 각각의 선택대안(alternative)이 i, j 로 표현되어지는 2개의 레벨(i 는 상위 레벨, j 는 하위 레벨의 선택대안에 대응)로부터 구성되어지는 트리구조를 생각해 보면, 그 i, j 에 의한 효용 $U(i, j)$ 는 다음의 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$U(i, j) = U_i + U_{ji} \quad (1)$$

$$= V_i + V_{ji} + \epsilon_i + \epsilon_{ji}$$

단, U_i : 선택대안 i 만의 요인에 관한 효용

U_{ji} : 상위 레벨에서 선택대안 i 를 선택한다는 조건하에서의 하위 레벨의 선택대안 j 의 요인에 관한 효용

V_i, V_{ji} : 각각 효용의 確定項

$\epsilon_i, \epsilon_{ji}$: 각각 효용의 確率變動項

여기서, 확률변동항이 선택대안(Alternative) 간에 상호 독립적이고 동일분산의 Weibull 분포에 따른다고 가정한다. 이때, 2개의 레벨의 선택대안 i 와 j 의 동시선택확률 $P(i, j)$ 는 조건부확률과 주변확률과의 곱으로 나타낼수 있으며, 각각의 선택확율은 아래식과 같다.

$$P(i, j) = P(j|i) \cdot P(i) \quad (2)$$

$$P_{ji} = \frac{\exp(\lambda_i V_{ji})}{\sum_j \exp(\lambda_i V_{ji})} \quad (3)$$

$$P_i = \frac{\exp[\lambda_2 (V_i + V_i^*)]}{\sum_j \exp[\lambda_2 (V_j + V_j^*)]} \quad (4)$$

단, $V_i^* = 1/\lambda_1 \ln \sum_j \exp(\lambda_1 V_{ji})$

$$\lambda_1 = \pi / (\sqrt{6} \cdot \sigma_1)$$

$$\lambda_2 = \pi / (\sqrt{6} \cdot (\sigma_2^2 + \pi^2/6\lambda_1^2)^{1/2})$$

이때, 추정되어진 네스티드로짓모형이 효용최대화이론을 만족하기 위한 필요조건으로서, $0 < \lambda_i / \mu_i \leq 1$ 을 만족해야만 한다. 이 λ_i / μ_i 는, 하위 레벨에 관한 최대효용의 기대치(식의 형식으로부터 logsum 변수로 불러 진다)에 관계하는 변수로서 구해진다. 네스티드로짓모형에 대한 설명은 참고문헌(17)에 상세히 언급되어 있다.

본 연구에서는, 이상의 2단계선택문제의 네스티드로짓모형의 일반적인 이론과 구조를 다단계선택문제로 확장함에 의해, 逐次同時效用最大化에 의거한 교통의사결정모형을 구축하였다. 즉, 동일 통행에 있어서 통행목적이나 목적지등의 선택을 네스티드로짓모형으로 표현함과 동시에, 그들의 결정에 있어서 당해 통행이후 예정되어진 통행에 대한 최대효용의 기대치를 logsum변수의 형태로 도입하고 있다.

IV. 통근인구의 1일 교통실태 분석

본 연구에서는, 1981년에 실시된 일본의 Nagoya 도시권 사람통행실태조사 가운데 Nagoya 시내에 거주하는 통근인구의 교통행동을 분석대상으로 하여 모형의 실증적 검토를 행하는데, 여기에서는 우선, 그 교통실태의 분석결과에 대해 언급하고자 한다. 이들 분석결과에 의해, 본 연구의 행태적 가설에 대한 타당성이 부분적으로 입증되었다.

분석결과, Nagoya 시내에 거주하는 총 취업 인구는 16個區(중zone)에 총 36,441인으로, 그중 하루종일 전혀 통행을 하지 않은 사람이 3,521인으로 전체의 9.7%, 출근을 하지 않고 다른 통행을 행한 사람은 6,391인으로 17.5%, 출근을 한 통근인구가 전체의 72.8%인 26,529인으로 나타났다. 또한 취업자 총 통행수는 105,795 통행이며, 그중 출근을 한 통근인구의 통행수는 83,377 통행으로 분석되었다. 이들로부터 통행을 하지

않은 사람을 제외한 1인당 평균 통행수는 3.21 통행/인·일이며, 통근인구만의 1인당 평균 통행수는 3.14 통행/인·인으로 분석되었다.

<표 1>은 통근인구의 1일에 행한 통행수 분포 현황을 나타낸 것으로, 1일 1tour 2통행의 피스톤형태가 전체의 약 61%를 점하고 있으므로, 취업자의 1일의 통행패턴은 그렇게 복잡하지는 않다고 말할 수 있지만, 8통행정도까지도 무시할 수 없는 비율을 점하고 있다.

<표 2>는, 통근인구의 1일 통행에 대한 이용 교통수단별 구성비를 나타내고 있다. 수단별로 보면, 승용차와 공공교통수단(mass transit)이 전체의 약 76%, 그 외 이륜차, 도보, 택시의 순으로 많은 것을 알 수 있다.

<표 1>통근인구의 1일 통행수

trip수	통행인수(%)
2	16,071(60.6)
3	1,880(7.1)
4	4,081(15.4)
5	1,193(4.5)
6	1,380(5.2)
7	765(2.9)
8	876(3.6)
9	167(0.6)
10	116(0.4)
합 계	26,529(100.0)

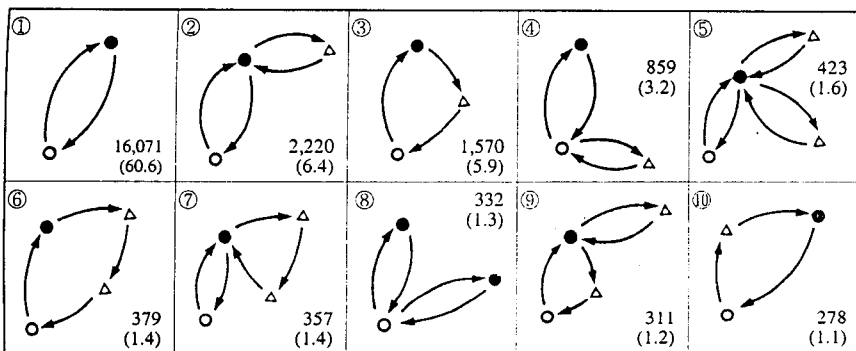
<표 2>이용교통수단별 구성비

교통수단	통행인수(%)
도 보	2,583(9.7)
이 른 차	3,703(14.0)
승 용 차	10,614(40.0)
택 시	157(0.6)
공공교통수단	9,472(35.7)
합 계	26,529(100.0)

〈그림 3〉은 취업자에 대한 1일 교통패턴의 집계결과를 큰 순으로 10위까지 나타낸 것이다. 이 집계결과를 보면, 피스톤형태의 tour 패턴이 전체의 60.6%를 점하고, 다른 패턴도 전반적으로 2, 3통행의 tour의 조합으로 구성되어 있는 것을 알 수 있다.

〈표 3〉은, base-to-base tour별의 통행수의 분포현황을 나타내고 있다. 구분의 횡축은 〈그림 1〉에서 나타낸 각 tour type을 의미하며, 종축은 이들 각 tour당의 통행수를 나타내고 있다. 표에 의하면, WB tour(Ⅲ)의 경우 2통행으로 구성된 것이 66.4%를 차지하고, work-to-home 통행사슬(Ⅳ)의 경우는 1 통행 즉, 직장에서 곧 바로 귀가하는 패턴이 전체의 86.1%를 차지하고 있다. 또한, 각 기반(집, 직장)으로 부터의 1 tour 당 통행수는 3통행 이상의 것도 어느 정도 보이

지만, base-to-base tour 전체를 보면 1 통행 또는 2 통행이 거의 대부분인 것을 알 수 있다. 그러나, 이것은 「base-to-base tour의 각 통행의 의사결정단계에 있어서, 그 이후 최대 L 통행까지의 기반(base)을 최종 목적으로 하는 tour의 조건을 고려한다」라고 하는 본 연구의 가설에 있어서 L 값의 결정에 대한 정보를 직접적으로 제공하는 것은 아니다. 왜냐하면, 이 집계적 결과는, 실제의 행동결과로서의 통행수를 나타내는 것에 지나지 않아서, 그 행동결정을 할 때 개인이 계획하고 있는 통행수와는 다르기 때문이다. 그러나, 실제의 통행수가 이와 같이 적다고 하는 것은, 행동의 결정에 있어서 계획하고 있는 통행수도 적을 것으로 판단되어진다. 따라서, 본 연구에서 모형을 구축할 때에는, 통근인의 base-to-base tour의 경우 L=1로 한다.



주) ·○ : 집, ● : 직장, △ : 기타 목적지
 · ()는 전체 취업자 26529인에 대한 비율을 나타냄.
 · 상위 10위까지가 전체의 약 86%를 차지하고 있음.

〈그림 3〉통근인구의 1일 교통 패턴

〈그림 4〉는, 통근인구의 1일의 교통행동을 기반(집, 직장)간에서의 움직임에 주안점을 두어 교통패턴을 분류한 것이다. 직장을 포함하는 HB tour를 1회만 행하는 사람이 전체의 70.3%로 가장 많고, 그 다음으로 직장을 포함하는

HB tour 1회와 WB tour 1회로 구성되어진 사람이 전체의 13.4%를 나타내고 있다. 출근전 또는 직장으로부터 귀가 후에 HB tour를 행하는 경우는 합계 6.6%를 나타내고 있다. 더욱이, 이 집계 결과로부터, 1회이상의 WB tour를 행하는

〈표 3〉통근인구의 base-to-base tour type별의 통행수 분포

구분	I	II	III	IV	V	합계
1	4 (1.4)	25577 (96.4)	740 (9.6)	22833 (86.1)	1 (0.0)	49155 (77.6)
2	242 (85.8)	779 (2.9)	5134 (66.4)	2687 (10.1)	2084 (92.7)	10926 (17.3)
3	28 (9.9)	110 (0.4)	936 (12.1)	620 (2.3)	132 (5.9)	1826 (2.9)
4	6 (2.1)	36 (0.1)	476 (6.2)	195 (0.7)	24 (1.1)	737 (1.2)
5	2 (0.7)	15 (0.1)	219 (2.8)	96 (0.4)	4 (0.2)	336 (0.1)
6	-	5 (0.1)	62 (0.8)	32 (0.1)	4 (0.2)	203 (0.3)
7	-	6 (0.0)	45 (0.6)	50 (0.2)	-	101 (0.2)
8	-	-	25 (0.3)	14 (0.1)	-	39 (0.1)
9	-	1 (0.0)	-	2 (0.0)	-	3 (0.0)
합계	282 (0.0)	26529 (41.9)	7737 (12.2)	26529 (41.9)	2249 (3.6)	63326 (100.0)

주) 구분의 횡축 : 〈그림1〉의 각 tour type에 해당하는 번호

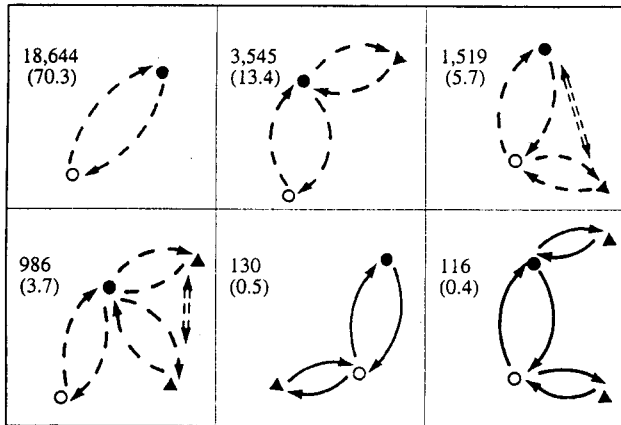
종축 : 해당 tour (trip chain)당 통행수

경우는, 출근전 또는 직장으로부터의 귀가 후에는 HB tour를 거의 하지 않는 경향이 보여진다. 이는 직장인의 경우, 1회이상의 WB tour를 행하는 사람은 비록 업무목적에 포함한 통행이지만 1일에 행할 통행을 WB tour 내에서 가능한 모두 해 버리고, 출근전 또는 귀가 후에는 통행을 행하지 않는다는 것을 의미한다. WB tour를 행하지 않은 사람의 경우는 반대의 해석이 가능하다.

이상의 결과로부터, base-to-base tour 단위에서의 의사결정에 있어서, 다른 base-to-base tour의 결정 여부에 영향을 미치고 있다는 것이 추정 가능하므로, 「base-to-base tour의 결정에는 단계성이 있다」라고 하는 본 연구의 가설은 타당성을 가진다고 말할 수 있다.

V. 모형의 實證的 검토

모형의 적용성 검토는, 제4장의 교통실태 분석결과에 의해, 집에서 직장까지의 통행은 거의 1 통행이며, 직장으로부터 귀가 후에는 거의 통행을 하지 않는 경향이 나타났으므로, 본 연구에서는 직장으로부터 자택까지의 직장기반(work-based) tour 및 work-to-home trip chain에 대한 교통행동을 대상으로 하였으며, 이용수단이 승용차 또는 공공교통수단(mass transit)에 의한 통행에 한정하였다. 비록, 여기에서의 검토가 한정되어진 것이기는 하지만, 본 연구에서의 모형의 행태적 가설에 대한 타당성을 검토하기에는 충분하다고 말할 수 있다.



주) · ○: 집, ●: 직장, ▲: 기타 목적지

· ()는 전체 취업자 26529인에 대한 비율.

- 실선은 base-to-base를 1 통행으로 수행함을 의미함.
- 점선은 base-to-base를 복수의 통행으로 수행함을 의미함.
- 二重점선은 복수의 tour trip을 행함을 의미함.

〈그림 4〉통근인구의 기반(base)상호간 교통패턴

〈표 4〉 모형에 사용된 설명변수 내용

변수명	변수의 내용	단위
CONST(A)	선택대안 A의 상수항	-
TIME	통행시간	분
LDP	ln(주간인구)	-
NTRIP	당해 trip 이전까지 행해진 총 trip 수	trip
MODE	출근시 이용교통수단이 공공교통수단이면 , 1 승용차 , 0	-
SEX	성별이 남성이면 , 1 여성 , 0	-
AGE	연령이 15~34세이면 , 1 그 외 , 0	-
JOB	직업이 서비스업이면 , 1 그 외 , 0	-
CROWN	승용차 보유이면 , 1 승용차 미보유 , 0	-
LICEN	면허 보유이면 , 1 면허 미보유 , 0	-

한편, 본 연구에서는 모형추정을 위해, 대안 특성변수(alternative-specific variables)와 개인특성변수(alternative-specific socioeconomic variables)를 설명변수로 채택하였으며, 채택된 설명변수는 연속변수와 Category변수의 두 가지로 구분하였다. 이 중 통행시간변수는 연속변수로 취급하고, 개인특성변수는 Category化 하였다. 〈표 4〉는 사용된 설명변수에 대한 정의를 나타내고 있다.

본 연구에 있어서, 통근인구에 대한 교통행동 의사결정은 5단계의 모형으로 구성되어지며, 이하, 이들 각 단계별모형의 파라메타 추정을 행한 결과에 대하여 설명한다. 파라메타 추정방법은, 하위 레벨의 모형추정으로부터 순차적으로 상위 레벨의 모형을 추정하는 단계적 추정방법을 사용하였다. 또한, 추정된 모형의 검증에 있어서는, 각각 파라메타에 대해서는 t 검정을 행하고, 또 모형 전체의 적합성을 나타내는

지표로서는 尤度比(ρ^2), 적중율(Hit-ratio)을 이용한다. 尤度比는 경험적으로 볼 때 ρ^2 가 0.2~0.4의 값을 가질 경우에도 충분히 높은 적합성을 가진다고 할 수 있다. 적중율은 모형추정에 사용되어지는 자료의 실제의 선택행동결과와 모형에 의해 추정되어진 선택행동결과의 適合度를 나타내는 지표로서, 80%이상이면 매우 높다고 할 수 있다.

1. 기반선택모형의 추정결과(비직장기반통행)

이 단계에서는, 직장기반통행에서 통행목적, 목적지, 교통수단이 정해졌을 때의 비직장기반통행에 대한 기반선택모형(귀가, 귀사)의 파라메타 추정을 행하였으며, <표 5>는 추정결과를 나타내고 있다. 사용된 설명변수는 통행시간, 개인특성변수, 통행수 등이다.

추정결과를 보면, 모든 변수들의 부호는 논리적으로 타당하며, 통행시간변수는 자유목적의 공공교통수단의 경우를 제외하고는 통계적으로 유의수준 1%에서 유의하다. 또한, 통행상호간의 영향을 알아보기 위해서 1일 중에서 당해 통행

<표 5>기반선택모형의 추정결과 (non-work-based trip)

a) 자유목적

Variable	Transit		Car	
	Coefficient	t-value	Coefficient	t-value
TIME	0.0144	0.94	-0.0622	-6.51
CONST(rh)	2.873	4.91	0.634	2.19
SEX(rh)	-0.855	-2.15	-0.724	-3.12
JOB(rh)	-0.999	-1.92	-0.655	-2.47
CROWN(rh)	0.605	1.56	0.962	2.60
NTRIP(rh)	-0.0371	-0.20	0.297	4.16
ρ^2	0.529		0.194	
Hit-ratio	89.1		70.8	
No. of observations	293		576	

b) 업무목적

Variable	Transit		Car	
	Coefficient	t-value	Coefficient	t-value
TIME	-0.0427	-3.64	-0.0186	-2.92
CONST(rh)	-0.124	-0.30	-1.279	-4.79
SEX(rh)	-0.969	-3.18	-0.383	-1.57
JOB(rh)	-0.099	-0.30	-0.473	-2.80
CROWN(rh)	-0.348	-1.17	0.977	2.98
NTRIP(rh)	0.0085	0.07	0.151	3.47
ρ^2	0.219		0.300	
Hit-ratio	76.3		80.0	
No. of observations	257		1207	

주) ()는 모형에 사용된 설명변수가 특성화되어진 대안을 의미한다 : rh(귀가)

以前까지 행해진 총 통행수를 사용하고 있는데, 승용차의 경우 자유목적, 업무목적 둘다 통계적으로 유의수준 1%에서 유의하며, 자유목적의 공공교통수단의 경우를 제외하고는 통행수가 많을수록 귀가하는 경향을 나타내고 있다.

한편, 개인특성변수는 성별, 직업, 자동차보유 등을 사용하고 있으며, 결과를 보면, 각 설명변수의 부호는 타당하며, t값도 전체적으로 유의한 것으로 나타났다. 직업변수의 경우, 비직장기반통행의 기반선택에 있어서 자유목적, 업무목적 둘다 직업이 서비스업인 사람은 곧 바로 귀가하지 않고 직장으로 돌아가는 경향이 있는 것으로 나타났으며, 자유목적의 승용차의 경우는 유의수준 5%, 업무목적의 승용차의 경우 유의수준 1%에서 유의하다.

이 단계에서의 모형은 전체적으로 보아, R^2 값, 적중율 모두 높고, 적합도가 양호한 것을 알 수 있다. 또한, 일부의 파라메타의 t값이 낮으나, 이것은 파라메타 추정계산시의 간편함을 피함과 동시에, 채택되어진 설명변수가 모형간에 미치는 영향의 정도를 비교하기 위해 4개의 모형 모두 동일한 변수를 사용한 것에 기인하는 것으로 판단되어진다.

2. 교통수단선택모형의 추정결과 (직장기반통행)

〈표 6〉은, 직장기반통행에 있어서 통행목적과 목적지가 선택되었을 때의 교통수단선택모형의 파라메타 추정결과를 나타내고 있다.

설명변수로서는, 통행시간, 하위 레벨의 최대 효용의 기대치인 logsum 변수 및 개인특성변수를 이용하고 있다. 추정결과, 통행시간 및 logsum 변수의 경우는, 업무목적의 logsum을 제외하고는, 통계적으로 유의수준 1%에서 유의하며, 또한 logsum 변수의 계수는 0과 1사이의 값으로, 효용최대화이론을 만족하고 있다. 한편, 개인특성변수는 성별, 면허보유를 이용하였으며, 추정결과를 보면, 둘다 통계적으로 유의수준 1%에서 유의하다. 모형의 적합도를 보면, 자유목적, 업무목적 둘다 R^2 값, 적중율이 충분히 크다고 판단되어진다

3. 목적지선택모형의 추정결과 (직장기반통행)

이 단계에서는, 직장기반통행에 있어서 통행

〈표 6〉교통수단선택모형의 추정결과 (work-based trip)

Variable	non-business		business	
	Coefficient	t-value	Coefficient	t-value
LOGSUM	0.971	3.72	0.290	0.78
TIME	-0.228	-7.98	-0.130	-6.93
CONST(c)	-1.362	-1.25	-2.865	-9.14
SEX(c)	0.857	3.22	1.056	4.80
LICEN(c)	4.039	14.06	2.935	16.41
R^2	0.635		0.583	
Hit-ratio	90.4		88.1	
No. of observations	826		1507	

주) ()는 모형에 사용된 설명변수가 특성화되어진 대안을 의미한다 : c(승용차)

목적에 결정되어졌을 때에 그 목적지선택모형의 파라메타 추정을 행하였다. 선택대안은 Nagoya 市内의 行政區 16 zone을 대상으로 하고 있다.

설명변수로서는, 하위 레벨에 관한 최대효용의 기대치인 logsum 변수와 목적지의 매력도를 나타내는 주간인구를 이용하였다.

〈표 7〉의 추정결과로부터, 각 개인은 가능한, 사람이 많은 장소를 목적지로서 선택하는 경향이 있는 것을 알 수 있다. 이들 설명변수의 t 값은 충분히 크고, 통계적으로 유의수준 1%에서

유의하다. 더욱이, logsum 변수의 계수는 0과 1 사이의 값을 취하여 효용최대화이론을 만족하고 있다. 모형 적합도를 보면, ρ^2 값, 적중율은 그리 높지 않으나, 이것은 2개의 설명변수만을 이용하여 16개의 선택대안을 대상으로 하고 있는 점을 고려하면 어느 정도 타당한 결과라고 생각되어진다. 그러나, 목적지선택 단계에서, 보다 정도가 높은 모형을 얻기 위해서는, 금후 설명변수에 관한 보다 세심한 검토가 필요하다.

〈표 7〉목적지선택모형의 추정결과 (work-based trip)

Variable	non-business		business	
	Coefficient	t-value	Coefficient	t-value
LOGSUM	0.605	29.42	0.730	31.10
LDP	0.881	7.93	1.072	13.78
ρ^2	0.325		0.192	
Hit-ratio	43.6		34.0	
No. of observations	826		1507	

4. 통행목적선택모형의 추정결과 (직장기반통행)

본 모형에서는, 직장기반통행이 바로 귀가하지 않고 다른 교통을 행하는 경우에 있어서의 통행목적선택모형의 파라메타 추정을 행하였다. 이 단계에서의 선택대안은 업무목적(business)과 자유목적(non-business)의 2가지로 크게 구분하였다. 이들 2가지 목적에 대한 세부 항목은, 일반적인 사람통행실태조사에서의 내용과 같다. 이때, 자유목적에는 다양한 목적들이 포함되어 있으며, 이들 세부 목적에 대해 각각 다양한 교통행태 분석이 행해질 수 있다. 그러나, 본 연구는 보다 거시적인 차원에서 통근인구의 1일 교통행동을 분석하고 있기 때문에, 자유목적에 포함되어 있는 세부목적의 다양성에 대한 표현은

보다 미시적인 분석(예, 쇼핑, 오락, 관광통행 등에 대한 교통행태분석)에서 취급하는 것이 바람직할 것으로 판단되어져, 본 연구에서는 선택대안을 업무목적과 자유목적의 2가지에 한정하였다.

〈표 8〉은 파라메타 추정결과를 나타내고 있으며, 사용된 설명변수는 logsum 변수, 개인특성 변수, 통행수 등이다. 하위 레벨의 최대효용의 기대치인 logsum 변수의 경우, 그 계수가 0과 1의 사이에 있으므로 효용최대화이론을 만족하고 있다. 만약, logsum 계수가 1일 경우는 오차항간의 상관성이 없다는 것을 의미하며, 이 경우에는 표준 다항로짓모형을 사용해도 IIA문제가 발생하지 않는다는 것을 의미한다. 한편, logsum 계수가 0일 경우는 하위 레벨의 오차항간의 완전한 상관관계(perfect correlation)를 의미한다. 개

인특성변수로는 성별, 나이, 직업 등을 설명변수로 이용하고 있으며, 추정결과를 보면, 남성보다는 여성이, 15-34세의 젊은 층이, 또 직업이 서비스업이 아닌 사람이 자유목적의 교통을 행하기 쉬운 경향을 나타내고 있다. 이들 계수의 t 값은 통계적으로 유의수준 1%에서 유의하다.

한편, 이 단계에서는, 어떤 통행의 의사결정에 있어서 그 통행 이전에 행한 통행군의 영향을 알아보기 위해, 1일 중에 집을 떠나서 당해 통행前까지 행해진 총 통행수를 이용하고 있는데, 추정결과를 보면, 그 계수의 t 값은 그리 높지는 않으나, 집을 떠나서 당해 통행 이전까지 행한 통행수가 많을수록 자유목적의 교통을 행하는 경향이 있다는 것을 알 수 있다.

〈표 8〉 통행목적선택모형의 추정결과 (work-based trip)

Variable	Coefficient	t-value
LOGSUM	0.139	0.52
CONST(b)	-0.722	-1.44
SEX(b)	1.454	8.00
AGE(b)	-0.501	-5.27
JOB(b)	1.279	8.84
NTRIP(b)	-0.052	-1.40
ρ	0.178	
Hit-ratio	72.4	
No. of observations	2333	

주) ()는 모형에 사용된 설명변수가 특성화되어진 대안을 의미한다 : b(업무목적)

5. 통행발생선택모형의 추정결과 (직장기반통행)

이 단계에서는, 직장기반통행의 통행발생형태의 선택, 즉 직장에서 곧바로 귀가할 것인가 또는 다른 교통을 계속할 것인가에 대한 모형의 파라메타 추정을 행하고 있다.

설명변수로서는, logsum 변수, 개인특성변수인 면허보유, 귀가에 소요되는 통행시간, 출근교통수단 등을 채택하였다. 여기서 이용하고 있는 귀가에 소요되는 통행시간은 출근시 이용한 교통수단에 의한 소요시간을 적용하였다. 출근교통수단(MODE)는 집에서 직장까지의 tour에 있어서의 교통의사결정과 직장으로부터의 base-to-base tour에 있어서의 교통의사결정의 상호관련성을 알아보기 위해 채택하였다.

〈표 9〉의 추정결과를 보면, logsum 변수를 제외한 상기 3변수의 t 값은 각각 통계적으로 유의수준 1%, 5%에서 유의하다. 직장기반통행의 통행발생형태의 선택, 즉 직장에서 곧바로 귀가할 것인가 또는 다른 교통을 계속할 것인가에 대한 선택에 있어서, 출근시 교통수단이 대중교통일 경우, 직장에서 곧바로 귀가하는 경향이 있으며, 반대로 출근시 승용차를 교통수단으로 이용할 경우, 직장에서 곧바로 귀가하지 않고 또 다른 교통을 계속하는 경향이 있는 것으로 나타났다. 이는 근무개시전과 근무개시후사이의 교통행동의 의사결정 있어서 상호관련성의 존재를 의미한다. 또, 귀가에 걸리는 소요시간이 클수록 다른 교통을 행하지 않고 직장에서 곧바로 귀가하는 경향이 보여진다. 한편, 하위 레벨의 최대효용의 기대치인 logsum 변수의 경우, 그 t 값은 1.09로 그리 높지는 않으나, 그 계수는 0과 1사이의 값을 가지므로, 효용최대화이론을 만족하고 있다.

6. 추정결과와 정리

이상의 결과로부터, 개인이 base-to-base tour 행동의 의사결정을 행할 때, 각 통행의 의사결정은 당해 통행의 효용뿐만 아니라, 그 통행 이전에 행해진 통행군에 대한 효용 및 그 이후에 예정되어진 통행의 장래효용에도 의존하고 있다

〈표 9〉 통행발생선택모형의 추정결과 (work-based trip)

Variable	Coefficient	t-value
LOGSUM(ot)	0.091	1.09
CONST(rh)	1.087	4.27
LICEN(rh)	-0.608	-4.09
TIME(rh)	0.0086	2.09
MODE(rh)	0.359	2.31
ρ^2	0.180	
Hit-ratio	71.5	
No. of observations	2842	

주) ()는 모형에 사용된 설명변수가 특성화되어진 대안을 의미한다: rh(귀가), ot(다른 trip 행함)

는 것을 알 수 있으며, 본 연구에서의 모형의 행태적가설의 타당성이 증명되었다고 말할 수 있다.

한편 모형의 추정결과, 일부 logsum의 t 값이 낮게 나타나고 있으나 이것은 하위 레벨의 파라메타 추정계산시의 간편함을 꾀함과 동시에, 채택되어진 설명변수가 모형간에 미치는 영향의 정도를 비교하기 위해 4개의 모형 모두 동일한 변수를 사용한 것(비직장기반통행의 기반선택단계)등에 기인하는 것으로 판단되어지며, 보다 정도가 높은 추정결과를 얻기 위해서는, 하위 레벨 및 당해 레벨에서의 설명변수 선정에 보다 세심하고 다양한 노력이 필요하다.

VI. 結 論

본 연구에서는 도시권 통근인구의 1일 교통행동이 표현 가능한 개별행태모형을 개발하였다. 모형의 행태적 가설은, base-to-base tour별의 효용최대화 행동가설에 기초를 두면서 개인이 1일에 행하는 base-to-base tour행동의 의사결정에 있어서, 각 통행의 의사결정은 당해 통

행의 효용뿐만 아니라, 그 통행 이전에 행해진 통행群에 대한 효용 및 그 이후에 예정되어진 통행의 장래효용에도 의존하고 있으며, 당해 통행이후에 최대 L 통행까지는 기반(집 또는 직장)에 돌아간다는 교통행동가설에 기초를 두었다. 모형의 구조로서는, 모형의 취급이 보다 간단하도록 네스티드로짓모형(nested logit model)을 이용하여 「base-to-base tour별의 효용최대화」를 통행단위의 단계형 모형으로 표현하였으며, 의사결정구조는 직장에서의 교통발생, 통행목적선택, 목적지선택, 교통수단선택,기반(집, 직장)선택의 5가지의 요소로 구성하였다.

본 연구에서 개발된 개별행태모형을 일본의 Nagoya市에 적용한 결과, 각 단계에서 사용되어진 설명변수의 설명력은 양호하며, 복수개의 통행들간의 상호관련성이 밝혀져, 개인이 1일에 행하는 통행의 의사결정에 있어서, 당해 통행뿐만 아니라 그 前後 통행의 교통행동의 영향도 고려한다는 본 연구의 모형의 행태적가설의 유효성이 확인되었다. 또, 하위 레벨의 최대효용의 기대치인 logsum 변수의 계수가 0 과 1사이의 값을 가지므로, 효용최대화이론의 조건을 만족하기 때문에, 본 연구에서의 모형구조의 타당성이 입증되었다.

더욱이, 본 연구에서는 도시권의 교통수요예측모형의 구축을 최종 목적으로 하고 있기 때문에, 가능한 최소의 설명변수를 이용하여 많은 선택단계에 대한 개인의 1일의 교통행동을 분석하고자 하는 입장에서, 그리 많은 설명요인을 사용하지 않았지만, 모형의 각 단계의 추정결과 전반적으로 좋은 결과를 얻었다.

금후의 연구 과제로서는 이하의 내용을 들 수 있다.

첫째, 본 연구에서는, 一地域・一時點에서의 자료만에 대한 모형의 적용 가능성을 검토하였으나, 추후 연구에서는 모형의 공간적・시간적

이전성에 관한 검토를 행할 필요가 있다.

둘째, 본 연구에서 제안한 의사결정 트리구조는, 고려할 수 있는 몇 가지의 대체적인 트리구조의 하나에 지나지 않는다. 따라서, 그 트리구조에 관해서는 보다 신중한 비교 검토를 행할 필요가 있다. 더욱이, 도시교통수요예측에의 적용에 있어서는, 본 연구에서 구축되어진 개개의 모형을 통합화한 모형의 전체 테스트를 행할 필요가 있다.

參考文獻

- 1) Ruiter, E. and M. Ben-Akiva (1978), "Disaggregate Travel Demand Models for the San Francisco Bay Area" *Transportation Research Record* 673, pp. 121-128.
- 2) Adler, T. and M. Ben-Akiva (1979), "A Theoretical and Empirical Model of Trip Chaining Behavior" *Transportation Research*, 13B, pp. 243-257.
- 3) Horowitz, J. (1980), "A Utility Maximizing Model of the Demand for Multi Destination Non-Work Travel" *Transportation Research*, 14B, pp. 369-386.
- 4) Kitamura, R. (1984), "Incorporating Trip Chaining into Analysis of Destination Choice" *Transportation Research*, 18B, pp. 67-81.
- 5) Lerman, S. (1979), "The Use of Disaggregate Choice Model in Semi-Markov Process Models of Trip Chaining Behavior" *Transportation Science*, 13, pp. 273-291.
- 6) Damm, D. and S. Lerman (1981), "A Theory of Activity Scheduling Behavior" *Environment and Planning A*, Vol. 13, pp. 703-718.
- 7) Clarke, M. I., M. C. Dix, P. M. Jones and I. G. Heggie (1981), "Some Recent Developments in Activity-Travel Analysis and Modelling" *Transportation Research Record* 794, pp. 1-8.
- 8) Recker, W. W., M. G. McNally and G. S. Root (1983), "Application of Pattern Recognition Theory to Activity Pattern Analysis" In *Recent Advances in Travel Demand Analysis* (Carpenter, S. M. and P. M. Jones, eds), Gower, Aldershot, England, pp. 434-449.
- 9) Train, K. (1986), "Qualitative Choice Analysis : Theory, Econometrics and an Application to Automobile Demand" The MIT Press.
- 10) McFadden, D. (1978), "Modelling the Choice of Residential Location" *Transportation Research Record* 673, pp. 72-77.
- 11) Hamerslag, R. (1981), "Investigation into Factors Affecting the Route Choice in Rijnstreet-West with the Aid of a Disaggregate Logit Model" *Transportation*, Vol. 10, pp. 373-392.
- 12) Ben-Akiva, M., H. F. Gunn and L. A. Silman (1984), "Disaggregate Trip Distribution Models" *Proc. of JSCE*, No. 347/IV-1, pp. 1-17.
- 13) 김경철 (1988), *쇼핑통행의 목적지 및 교통수단선택에 관한 연구*, 서울대환경대학원 석사학위논문.
- 14) 이현구, 조중래 (1989), *네스티드 로짓모형을 이용한 쇼핑통행의 형태분석에 관한 연구*, 대한교통학회지 7권 1호, pp. 19-34.
- 15) 원제무 (1984), *종로축 출근통행에 대한 로짓모형의 적용*, 대한교통학회지 2권 1호, pp. 103-119.
- 16) 박상섭 (1986), *승용차보유자의 출근교통수단선택에 대한 행태적분석에 관한 연구*, 서울대환경대학원 석사학위논문.

- 17) Williams, H. C. W. L. (1977), "On the Formation of Travel Demand Models and Economic Evaluation Measures of User Benefit" *Environment and Planning A*, Vol. 9, pp. 285-344.