

■ 論 文 ■

가산자료모형(Count Data Model)을 이용한 버스이용횟수추정에 관한 연구

(서울시 통근·통학자를 대상으로)

Count Data Model for The Estimation of Bus Ridership
(Focusing on Commuters and Students in Seoul)

문진수

김순관

임강원

(University College London 박사과정) (서울시정개발연구원 부연구위원) (서울대학교 환경대학원 교수)

목 차

- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| I. 서론 | 1. 설명변수의 선정 |
| 1. 연구의 배경 및 목적 | 2. 모형의 설정 |
| 2. 연구의 범위 및 방법 | 3. 모형의 추정 및 검정 |
| II. 이론적 고찰 | 4. 추정결과의 분석 |
| 1. 가산자료모형을 이용한 기존의 연구 | V. 결론 |
| 2. 가산자료모형 | 참고문헌 |
| III. 자료 | 부록 : 버스 이용객 행태분석을 위한 설문조사 |
| IV. 모형의 설정 및 추정 | |

요 약

개인교통수단의 선호로 인한 자가용 승용차의 급증은 서울시의 교통혼잡을 가중시키는 주요한 요인이 되고 있다. 이러한 서울시의 교통혼잡을 완화하기 위해서는 대중교통 중심의 교통체계가 구축되어야 하며 승용차 이용자를 대중교통수단으로 유인할 수 있는 대중교통 활성화정책이 필요하다. 이러한 인식하에 버스를 이용하는 통근 및 통학목적 통행자의 버스이용횟수에 대한 개별행태모형을 통하여 버스 이용에 영향을 미치는 요인을 파악함으로써 승용차 이용자를 대중교통수단으로 유인할 수 있는 정책적인 시사점을 도출하고자 하였다.

본 연구의 목적은 일주일간 버스이용횟수 추정에 적합한 가산자료모형의 적용이다. 국내에서는 가산자료모형을 이용한 연구가 많지 않은 실정이며, 또한 모형의 설정시 과산포(overdispersion)에 대한 검정을 통하여 자료에 적합한 모형을 설정하는 것이 중요함에도 불구하고 적절한 검정없이 일반적으로 사용되고 있는 포와송 회귀모형을 주로 사용하여 왔다. 그러나 본 연구에서는 가산자료모형을 선정하기 전에 과산포에 대한 통계적인 검정을 시행한 결과 음이항 회귀모형이 본 연구의 자료에 적합한 것으로 판정되었으며, 모형설정의 중요성을 살펴 보기 위하여 음이항 회귀모형을 이용하여 추정한 결과와 포와송 회귀모형을 이용하여 추정한 결과를 비교하여 보았다.

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

서울시가 당면하고 있는 극심한 교통혼잡을 완화하기 위해 정부는 지하철 건설 및 버스 전용차로제 실시 등을 통해 대중교통수단 이용률을 높이기 위한 정책을 실시하고 있다. 그러나 버스는 여타 교통수단 중 분담율이 가장 높은 수단임에도 불구하고 급속한 승용차의 증가와 지하철 개통 등 교통여건의 변화에 따라 교통체계 전반에서 차지하는 위상이 갈수록 저하되고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 승용차 이용자를 대중교통수단으로 유인함으로써 서울시 도로의 극심한 교통체증을 완화할 수 있다는 인식 하에 버스이용자의 행태적 측면에 대한 연구를 통하여 버스 이용에 영향을 미치는 요인을 살펴보고자 한다. 즉 일주일간의 버스이용횟수에 대한 모형을 추정함으로써 버스 이용에 영향을 미치는 개별 통행자의 사회·경제적 특성과 교통 특성, 그리고 버스가 제공하고 있는 서비스 특성 등의 요인들을 파악하고, 이를 통하여 승용차 이용자를 대중교통으로 유인하기 위한 정책적인 시사점을 도출하고자 한다.

본 연구의 주목적은 일주일간 버스이용횟수 추정에 적합한 가산자료모형(count data model)의 적용이다. 가산자료모형은 계량 경제학 분야에서 유용하게 적용되고 있는 모형으로서, 교통분야에서는 주로 80년대 후반부터 교통사고 및 활동중심모형(activity-based model) 등의 분야에 응용되고 있는 모형이다. 국내에서는 가산자료모형을 이용한 연구가 많지 않은 실정이며, 또한 모형의 선정시 과산포에 대한 검정을 통하여 자료에 적합한 모형을 적용하는 것이 중요함에도 불구하고 적절한 검정없이 일반적으로 사용되고 있는 포와송 회귀모형(Poisson regression model)을 주로 사용하여 왔다. 이에 본 연구에서는 가산자료모형을 적용함에 있어 통계적인 검정을 통하여 자료에 적합한 모형을 설정한 후 추정된 모형간의 비교를 통하여 모형선정의 중요성을 살펴보고자 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 1995년 서울시정개발연구원에서 시내버스 노선의 합리적 개편방안에 관한 연구를 목적으로

실시한 설문조사 자료를 이용하였다. 설문자료는 고등학생, 대학생, 쇼핑센터 이용객, 업무시설 상근자를 대상으로 실시된 것인데, 본 연구에서는 통근·통학자만을 연구의 대상으로 한정하였으며 총 197명의 통행자 자료를 이용하였다.

버스이용횟수 추정은 종속변수가 비음정수(non-integer)를 가지며 이산분포를 따르기 때문에 가산자료모형을 이용하는 것이 적합하다. 가산자료모형 중 일반적으로 사용하는 것은 포와송 모형이나 기존의 국내 연구들은 모형설정시 적절한 검정없이 포와송 모형을 적용한 사례가 많다. 그러나 한가지 유의하여야 할 점은 가산자료에 일반적으로 포와송 모형을 적용하기는 하나 포와송모형의 경우 평균과 분산이 동일하다는 가정으로 인하여 실제 응용에 있어서 많은 제한과 문제점을 갖는다. 즉, 자료의 특성상 평균보다 분산이 큰 경우가 많기 때문이다. 이를 과산포(overdispersion)라 하는데 과산포가 존재하는 자료에 포와송 모형을 이용하여 추정하면 모수 추정시 분산이 과소추정되는 등 모형의 추정이 정확하지 못하다는 것이 외국의 여러 연구에서 밝혀졌다. 이와 같이 과산포가 발생하는 경우에 있어서 적합한 모형은 음이항 모형(negative binomial model)이다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 인식하고 모형설정시 자료에 과산포가 존재하는가를 회귀검정법(regression based test)을 통하여 검정한 후 자료에 적합한 모형을 설정하였다. 모형설정에 관한 검정결과 자료에 과산포가 존재함이 밝혀졌기 때문에 음이항 회귀모형을 이용하여 버스이용횟수를 추정하였다. 또한 기존의 연구에서 일반적으로 사용되어 온 포와송 회귀모형을 함께 적용하여 두 모형간의 추정된 계수와 유의수준, 모형의 적합도를 비교함으로써 모형설정의 중요성을 검토하였으며, 끝으로 버스이용에 영향을 미치는 요인들에 관하여 살펴봄으로써 정책적인 시사점을 도출하였다.

II. 이론적 고찰

1. 가산자료모형을 이용한 기존의 연구

1) 국외 문헌 연구

가산자료(count data)의 분석에 있어서 기준이 되는 모형은 포와송 회귀모형이다. 그러나 평균과 분

산이 동일하다는 포와송 모형의 가정을 만족시키지 못하는 자료에 이 모형을 적용하는 것은 기존의 연구에서 밝혀진 바와 같이 여러 가지 문제를 야기시킨다. 예를 들어 평균보다 분산이 큰 과산포가 발생하는 경우에는 포아송 회귀모형보다 음이항 회귀모형(negative binomial regression model)이 적합하다.

McCullagh와 Nelder(1983)는 선박의 사고 횟수를 분석하는데 있어서 포와송 모형을 이용하여 분석하였다. 자료가 포와송의 가정에 적합한지를 검증하기 위해서 회귀검정법을 실시하여 과산포가 없다는 판정 하에 포와송 모형을 적용하였다.

Grogger와 Carson(1991)은 알라스카의 22주간 고기잡이 시즌 동안 가구당 고기잡이 출어 횟수를 추정함에 있어서 다양한 가산자료모형을 적용하여 이 모형들을 비교함으로써 자료에 존재하는 과산포와 절단(truncation)의 영향을 보여주고 있다. 이 연구에서 사용된 자료는 알라스카지역의 1063가구에 대한 일기식 자료이다. 이때 조사대상이 되는 가구는 최소한 한 번 이상 고기잡이 출어를 한 가구이며, 그 결과 최대출어가 67회였으며, 평균 6.43회, 표준편차는 6.39였다. 이상과 같은 자료의 특성에서 알 수 있는 바와 같이 이 자료는 평균보다 분산이 약 6배정도 큰 과산포를 나타냈고, 조사대상을 최소 1회 이상 출어한 사람을 대상으로 하였기 때문에 0에서 절단된 자료임을 알 수 있다.

이 자료의 특성(과산포, 좌측절단)을 고려해 본다면 절단된 음이항 모형이 이론적으로 타당한 모형이나 자료의 특성을 감안하지 않았을 경우의 추정결과를 살펴보기 위하여 이 연구에서는 대표적인 가산자료 모형인 표준 포아송 모형, 절단된 포아송 모형, 표준 음이항 모형, 그리고 절단된 음이항 모형을 이용하여 추정하였다.

추정결과를 로그 우도함수의 관점에서 살펴보면 절단된 음이항 모형이 가장 적합함을 나타내고 있으며, 다음으로는 표준 음이항 모형, 절단된 포아송 모형, 표준 포와송 모형의 순으로 표준 포아송 모형의 로그 우도함수가 가장 낮게 나타났다. t-통계량을 살펴보면 포와송 모형과 음이항 모형의 t값이 크게 다른 결과를 보였다. 즉, 포와송 모형의 t값이 음이항 모형의 그것에 약 2배 가량 크게 나타났는데 이처럼 자료의 특성(과산포, 0에서 절단)을 고려하지 않고 모형을 설정하는 것은 결과에 있어서 큰 차이를 보임을 알

수 있다.

또한, 이 연구의 결과에서 과산포가 절단보다 적합도에 보다 큰 영향을 미치는 것으로 나타났는데 Creel과 Loomis(1990)의 연구결과에 의하면 절단이 과산포보다 적합도에 큰 영향을 미친다는 결론을 내리고 있다. 이와 같이 두 연구결과와의 차이점이 발생하게 된 원인을 살펴보면 전자의 경우는 평균이 6.43으로써 큰 편이었으나 후자의 경우에 있어서의 평균은 2.47로 작은 편이었다.

Cameron과 Trivedi는 1977~1978사이에 시행된 오스트리아의 Health Survey자료를 이용하여 2주간 의사에게 진료 받은 횟수를 모형화하기 위하여 포아송 모형과 음이항 모형을 적용하였다. 이 연구는 18세 이상 5,190명을 대상으로 하여 보험수준과 병원을 이용하는 빈도와의 관계를 모형화 하였는데 자료의 특징을 살펴보면 78.9%가 2주 동안 한번도 병원에 가지 않은 사람들이었고, 15.1%가 1번 병원을 이용하였으며 최대 9번까지 병원을 이용한 것으로 나타났다. 평균 이용횟수는 0.302번이었으며 분산은 0.637로서 과산포를 나타내는 자료임을 알 수 있다. 이 연구에서는 다양한 방법으로 포와송 모형의 적합성을 검증하였다. Score test로 Poisson모형을 검정한 결과 t값이 29.89로서 포와송 모형은 기각되고 음이항모형이 적합함이 검증되었다. Wald 통계량과 우도비 검정(likelihood ratio test)또한 자료의 분포가 포와송을 따른다는 것을 기각하고 있다.

로그우도함수는 포와송 모형을 적용한 경우보다 음이항 모형이 보다 크게 나왔다. 이 결과로부터 과산포가 발생하는 자료에 있어서는 음이항 모형을 이용하는 것이 모형의 적합도가 높아짐을 알 수 있다. 표준오차는 포와송 모형을 적용한 경우가 작게 나온다. 이는 자료의 평균과 분산이 같다고 가정하는 데에서 기인한다.

2) 국내 문헌 연구

가산자료모형을 이용한 연구가 외국에서는 많이 이루어져 온 반면 국내에서의 연구는 미진함을 보이고 있다.

김태완(1995)은 교통사고건수를 추정하는 연구에 포와송 모형을 적용하였다. 교통사고 발생이 이산확률분포를 따르며, 비음 정수로 나타나는 특징에도 불구하고 교통사고건수에 관한 기존의 연구는 일반 선

회귀모형을 적용하여 왔다. 일반 선형회귀모형은 함수형태가 간단하고 계산이 쉬워 일반적으로 널리 사용되어 왔으나 모형 자체가 내재하고 있는 정규분포 가정으로 인하여 교통사고의 특성을 충분히 반영하지 못한다는 인식 하에 이를 보다 더 잘 설명할 수 있는 포와송 회귀모형을 적용하였다.

그러나 위의 연구에서는 포와송 모형의 기본 가정인 평균과 분산이 동일하다는 것을 검정하지 않은 문제점을 지적할 수 있다. 즉 과산포가 발생하는지 여부를 검정하지 않고 포와송 모형을 적용한 점은 추정 결과에 문제가 있을 수 있음을 의미한다.

2. 가산자료모형(Count Data Model)

1) 포아송 회귀모형(Poisson Regression Model)

포아송 회귀모형은 가산자료의 회귀분석이나 카테고리 자료의 분석에 폭 넓게 이용되고 있다. 포아송 분포는 특정단위 동안 특정사상이 발생했던 평균을 근거로 하여 특정사상의 발생횟수에 대한 확률을 나타내 주는 분포로서 두 가지의 특징을 꼽을 수 있다. 첫째는, 독립성 가정인데 특정사상이 단위시간이나 단위공간 내에서 발생할 확률은 나머지 단위들에 대하여 독립적임을 가정하는 것이다. 둘째는, 평균과 분산이 같다는 가정이다. 이와 같은 포와송 분포의 확률밀도식은 다음과 같이 구해진다.

$$\Pr(Y_i = y_i) = e^{-\lambda_i} \lambda_i^{y_i} / y_i!$$

$$y_i = 0, 1, 2, \dots, \quad i = 1, 2, \dots, N$$

여기서,

- Pr($Y_i = y_i$) : y_i 의 사건이 일어날 확률
- Y_i : 이산확률변수
- y_i : 관측빈도
- λ_i : 포아송 파라메타 (y_i 의 평균 및 분산)

포아송 파라미터에 대한 회귀식은 다음과 같다.

$$\ln \lambda_i = \beta X_i$$

여기서,

- X_i : 설명변수벡터
- β : 추정계수벡터

포와송회귀모형에서는 로그우도함수를 최대화하여 회귀계수 β 를 구하는데, 우도함수와 로그우도함수(log-likelihood)는 다음과 같다.

$$L(\beta) = \prod_i \frac{\exp[-\exp(\beta X_i)] [\exp(\beta X_i)]^{y_i}}{y_i!}$$

$$\log L(\beta) = \sum_i [-\log y_i! - \exp(\beta X_i) + y_i \beta X_i]$$

여기서 gradient와 Hessian은,

$$\frac{\partial \log L}{\partial \beta'} = \sum_i [y_i X_i - X_i \exp(\beta X_i)]$$

$$\frac{\partial \log L}{\partial \beta' \partial \beta} = \sum_i [-(X_i X_i') \exp(\beta X_i)]$$

여기서 Hessian은 negative definite(즉, globally concave)하기 때문에 다양한 최우추정법 적용이 가능하며, 평균 λ_i 는 추정된 벡터 β 를 적용한 뒤 자연로그를 취함으로써 산출될 수 있다.

2) 음이항 회귀모형(Negative Binomial Regression Model)

포와송 회귀모형이 가산자료의 분석에 일반적으로 사용되어지는 모형이기는 하나, 평균과 분산이 동일하다는 가정으로 인하여 실제적인 응용에 있어서 많은 문제를 야기한다. 즉, 실제 가산자료에서는 과산포가 빈번하게 나타나기 때문에 포와송 회귀모형을 적용시키기에 많은 제한이 따른다. 따라서, 과산포가 발생하는 가산자료를 모형화하기 위해 일반적으로 사용하는 것이 음이항 회귀모형인데 이는 포아송 회귀모형을 일반화하여 분산이 평균과 다른 것을 허용한 것이다. 이러한 음이항 모형은 다음과 같이 모형화 된다.

$$\ln \lambda_i = \beta X_i + \epsilon$$

- 여기서, X_i : 설명변수 벡터
- β : 추정계수 벡터
- ϵ : 오차항

이때 $\exp(\epsilon)$ 는 평균이 1이고 분산이 α 인 감마분포를 따른다. 이로 인한 확률분포는 다음과 같다.

$$\Pr[Y=y_i | \epsilon] = e^{-\lambda, \exp(\epsilon)} \lambda^{y_i} / y_i!$$

$$y = 0, 1, 2, \dots$$

$$\Pr[Y=y_i] = \Gamma(\theta + y_i) / [\Gamma(\theta) y_i!] u_i^\theta (1-u_i)^y$$

여기서,

$$u_i = \theta / (\theta + \lambda_i)$$

$$\theta = 1/\alpha$$

이 모형은 α 라는 또 하나의 파라메타를 다음과 같이 갖게된다.

$$\text{Var}[y_i] = E[y_i](1 + \alpha E[y_i])$$

이 식은 과산포의 일반적 형태가 되며 과산포율은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{Var}[y_i] / E[y_i] = 1 + \alpha E[y_i]$$

과산포가 발생하는 자료에 포와송 모형을 적용하는 경우에 평균($E(y_i)$)은 편의 없이 추정 가능하나 β 의 표준오차(standard error)는 실제보다 작게 편의 되어 개별변수의 통계량이 높게 나타나므로 유의성 판정에 오류를 범할 확률이 높아지게 된다.

III. 자료

본 연구는 1995년 서울시정개발연구원에서 시내버스 노선의 합리적 개편방안에 관한 연구를 목적으로 실시한 설문조사 자료를 이용하였다. 조사한 내용을 살펴보면 응답자 개인의 사회·경제적 특성을 나타내는 사항(소득, 연령, 성별, 자동차 보유대수, 가구원수, 직업 등)과 버스의 서비스 특성을 나타내는 사항(요금수준, 버스 정류장까지의 접근시간, 경쟁수단인 전철역이 도보권 내에 있는지 여부, 시내

버스의 서비스 속성에 관한 이용자의 의견 등)이 포함되어 있다.

본 연구에서는 통근·통학자만을 대상으로 일주일간의 버스 이용횟수에 관한 모형을 추정하였으며, 버스에 대한 의존통행자(captive rider)인, 즉 개인의 사회경제적 특성이 버스이용횟수에 크게 영향을 미치지 않는 고등학생과 설명변수항목에 누락된 자료를 제외한 결과 최종적으로 모형에 적용된 자료는 197명의 직장인과 대학생으로서 이들은 버스 이외의 타 교통수단을 이용해서 통근·통학할 수 있는 사람들이다.

IV. 모형의 설정 및 추정

1. 설명변수의 선정

본 모형의 종속변수로는 일주일간의 버스 이용 횟수이며 설명변수의 선정은 개인의 사회·경제적 특성, 교통특성, 그리고 시내버스의 서비스 특성 중 설문항목에 포함되어 있는 가능한 모든 설명변수 중에서 이론적으로 타당한 변수를 고려해 보았다. 또한, 선정된 설명변수간의 상관분석을 실시한 결과 직업 더미변수인 회사원과 성별이 0.98, 소득과 승용차 보유여부 변수의 상관관계가 0.46으로 매우 높게 나타났다. 이 두 설명변수를 모두 고려하면 다중공선성이 발생하므로 상호간의 상관관계가 높은 두개의 설명변수 중 종속변수와 상관관계가 낮은 변수를 제거하기 위하여 종속변수인 버스이용횟수와와의 상관분석을 수행한 결과, 유의수준이 높게 나타난 직업더미변수와 소득변수를 모형의 설명변수에서 제외하였다. 이와 같은 분석과정을 거쳐 최종적으로 선정된 설명변수는 다음과 같다.

- 1) ACC ~ 출발지에서 버스 정류장까지의 도보시간으로써 단위는 분(minute)이다.
- 2) SERV1~ 버스 서비스의 개선점 항목 중 '버스의 정시성이 유지되거나 기다리는 시간이 적어야 한다'는 항목을 기재한 경우는 1, 그렇지 않은 경우는 0인 '대기시간 감소' 더미변수.
- 3) SERV2~ 버스 서비스의 개선점 항목 중 '냉온방이 잘 되고 청결해야 한다'는 항목을

- 기재한 경우는 1, 그렇지 않은 경우는 0인 '청결유지' 더미변수.
- 4) SERV3 ~ 버스 서비스의 개선점 항목 중 '경유지를 줄이거나 버스전용차선설치 등에 의해 버스 속도가 빨라져야 한다'는 항목을 기재한 경우는 1, 그렇지 않은 경우는 0인 '속도향상' 더미변수.
- 5) FARE ~ 요금에 관한 견해 항목으로써, '요금이 싸다'는 항목을 기재한 경우는 1, 그렇지 않은 경우는 0인 요금 더미변수.
- 6) TRAIN ~ 전철역이 도보권내에 있으면 1, 그렇지 않으면 0인 더미변수.
- 7) SEX ~ 남성은 1, 여성은 0인 더미변수.
- 8) AGE ~ 실제 연령(년) 변수.
- 9) CAR ~ 승용차를 보유한 경우는 1, 그렇지 않으면 0인 더미변수.

2. 모형의 설정

본 연구에서는 과산포가 존재하는 가산자료에 포와송 모형을 적용하면 정확한 모형의 추정이 불가능하다는 점을 인식하고 평균과 분산사이의 관계에 관한 검정을 통하여 자료의 특성에 적합한 가산자료모형을 설정하였다. 과산포의 검정방법에는 스코어검정법(score test), 회귀검정법(regression based test) 등이 있으나 비교적 검정방법이 간단하고 평균과 분산의 관계를 보다 명확히 나타내 주는 회귀검정법을 통하여 자료에 적합한 모형을 설정하였다.

이 검정법에서는 Cameron과 Trivedi(1990)가 포와송 모형의 평균과 분산이 동일하다는 가정에 착안하여 제안한 방법을 따랐는데, 귀무가설(H_0)을 포와송 분포로 놓고, 대립가설(H_1)은 α 에 의하여 평균과 분산의 관계를 나타낼 수 있도록 한다.

$$H_0 : Var[y_i] = \mu_i$$

$$H_1 : Var[y_i] = \mu_i + \alpha g(\mu_i)$$

여기서,

$$\mu_i : \text{평균(포와송모형에서 예측된 값, 즉 } \mu_i = E[y_i])$$

$g(\mu_i) : \mu_i$ 의 함수

$$Z_i = \frac{(n_i - \mu_i)^2 - \mu_i}{\sqrt{2\mu_i}}$$

$$W_i = \frac{g(\mu_i)}{(\sqrt{2\mu_i})}$$

대립가설에서 양측을 μ_i 로 나누면 $Var[y_i]/\mu_i = 1 + \alpha g(\mu_i)/\mu_i$ 가 되며, $Var[y_i]/\mu_i$ 는 과산포율(overdispersion rate)을 의미한다. 만일, 과산포가 존재한다면 과산포율이 1보다 크거나 작게되며 이때 α 값을 가지게 된다. Cameron과 Trivedi는 이점을 착안하여 양변에 상수 $\sqrt{2}$ 를 나눈 Z_i 와 W_i 를 계산한 뒤, Z_i 를 W_i 에 의해 회귀하는 방법을 제안했다. 이때 일반적인 선형회귀 방법에 의하여 검정되며 α 값으로 자료에 적합한 모형을 판단하게 된다. 즉, α 의 값이 0이면 포와송 모형이 적합하며, 양수이면 음이항 모형이 적합하고, 음수이면 이항 모형이 적합하다.

검정에 사용된 프로그램은 LIMDEP이며 $g(\mu_i) = \mu_i$ 와 $g(\mu_i) = \mu_i^2$ 두 가지 가능성에 대하여 검정을 실시하였다. LIMDEP 프로그램에서의 검정절차는 자료를 포와송 모형으로 분석한 후, 그 결과에서 나온 추정치 μ_i 를 이용하여 Z_i 를 종속변수로, W_i 를 설명변수로 놓고 $g(\mu_i) = \mu_i$ 와 $g(\mu_i) = \mu_i^2$ 로 놓았을 때에 대하여 회귀분석을 행하여 $g(\mu_i)$ 가 μ_i 와 μ_i^2 일 때에 대하여 각각의 α 와 t값을 계산한다.

검정결과 $g(\mu_i)$ 를 μ_i 로 놓은 경우의 α 는 2.2730이며, 이때의 t값은 5.526 (유의수준 0.0000)으로써 분산과 평균이 동일하다는 귀무가설을 기각한다. 또한, $g(\mu_i)$ 를 μ_i^2 로 놓은 경우의 α 는 0.2010이며, 이때의 t값은 5.579 (유의수준 0.0000)로 포와송 분포를 따른다는 귀무가설을 기각한다. 따라서, 검정결과 α 값이 양수이므로 본 연구의 자료에는 음이항 모형이 적합함을 알 수 있다.

<표 1> 과산포 검정 결과

$g(\mu_i)$	α	t값	유의수준
μ_i	2.2730	5.526	0.0000
μ_i^2	0.2010	5.579	0.0000

3. 모형의 추정 및 검정

1) 모형의 추정

앞에서 언급한 바와 같이 과산포 검정결과 음이항 모형이 적합함을 보였다. 그러나, 본 연구에서는 과산포가 존재하는 자료에 포아송 모형을 적용했을 경우와 과산포 자료에 적합한 음이항 모형을 적용했을 경우에 어떠한 차이점이 발생하는가를 살펴보기 위하여 두 가지 모형으로 분석을 실시하였다.

음이항 회귀모형과 포아송 회귀모형의 추정은 최우법(maximum likelihood method)을 사용한다. 최우 추정법은 개별자료의 모형을 추정하는 데 효과적이며 추정결과는 일관성(consistency)이 있고 또 표본크기에 따라 가능한 최선의 추정을 할 수 있는 장점이 있다. 최우추정법은 로그우도함수 $L(\beta_1, \dots, \beta_k)$ 을 극대화시키는 $\hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_k$ 을 찾는 방법이다.

일반적으로 비선형 방정식을 극대화하는 데는 반복 계산법(iteration method)을 이용하여 근사치를 구한다. 즉, 미지의 모수들의 임의의 초기치를 시점으로 하여 경사도(gradient)와 헤시안(Hessian)을 이용하여 이동방향을 찾아 진행하면서 근사치를 찾는다. 이때 사용되는 알고리즘은 포와송 모형의 경우는 Newton's method이며, 음이항 모형의 경우는 DFP 알고리즘이다.

본 연구에서는 모형의 추정을 위해 선형과 비선형 모형 분석에 적합한 LIMDEP 프로그램을 사용하였다. 포와송 회귀모형의 경우는 4회의 컴퓨터 반복횟수 이후에 수렴하였으며, 음이항 회귀모형은 15회의 반복횟수 이후에 로그 우도함수를 극대화시켰다. 이상의 과정을 통하여 추정된 모형은 <표 2>와 같다.

두 모형에서 각각의 계수 추정치의 부호는 동일함을 알 수 있으며, 표에 나타난 바와 같이 대부분의 변수들은 두 모형간의 계수 추정치가 큰 차이는 없었다. 이론적으로 두 모형의 계수차이가 크지 않아야 되나, Age(연령)변수는 두 모형간의 계수 추정치의 차이가 매우 크게 나타났다. 이는 자료의 한계상 약간의 무작위성(randomness)이 내포되었기 때문인 것으로 판단된다.

두 모형간의 t값을 비교하여 보면, 포아송 회귀모형으로 분석한 경우에 비하여 음이항 회귀모형으로 분석한 경우의 t값이 거의 1/2 수준으로 떨어짐을 알

수 있다. 이는 전술한 바와 같이 과산포가 있는 자료에 포아송 모형을 적용하면 표준오차가 과소추정된다는 기존의 해외연구와 비슷한 결과를 보이고 있다.

한편, 추정된 모형의 현상 설명력을 나타내 주는 통계치로서 자유도를 고려한 $\bar{\rho}^2$ 를 살펴보면, 포아송 회귀모형을 이용하여 추정한 결과는 0.1399 이며 음이항 회귀모형을 이용하여 추정한 결과는 0.2685 로 포와송 모형보다 음이항 모형을 이용한 경우가 모형의 적합도가 우수함을 알 수 있다.

<표 2> 모형의 추정결과

설명변수	포아송 회귀모형		음이항 회귀모형	
	추정계수	유의수준	추정계수	유의수준
상수	4.1421 (27.15)	0.0000	4.2459 (12.02)	0.0000
Acc	-0.0155 (-3.98)	0.0000	-0.0170 (-1.98)	0.0474
Serv1	-0.2013 (-3.72)	0.0002	-0.1717 (-1.45)	0.1474
Serv2	-0.3448 (-6.14)	0.0000	-0.3248 (-2.64)	0.0082
Serv3	-0.1499 (-2.89)	0.0038	-0.1665 (-1.42)	0.1572
Fare	0.1503 (1.25)	0.2101	0.1871 (0.61)	0.5400
Train	-0.1190 (-2.67)	0.0075	-0.1284 (-1.30)	0.1938
Sex	-0.1634 (-4.37)	0.0000	-0.1738 (-1.42)	0.0440
Age	-0.3788 (-8.62)	0.0000	-0.0411 (-4.10)	0.0000
Car	-0.1379 (-3.32)	0.0008	-0.1583 (-1.58)	0.1141
α	-	-	0.2431 (7.06)	0.0000
분석 자료수	197		197	
Log-likelihood at zero	- 827.109		- 827.110	
Log-likelihood at convergence	- 706.936		- 600.490	
$\bar{\rho}^2$	0.1399		0.2685	

()안의 숫자는 각계수의 t값임.

2) 모형의 검정

추정된 모형의 각각의 설명변수의 계수에 관한 검정은 t검정에 의하여 살펴보았다. 모형전체에 대한 검정

법은 F검정, Lagrange-multiplier검정, 그리고 우도비검정 등이 있으나 본 연구에서는 최우추정법에 의하여 모수가 추정되었기 때문에 이에 적합한 우도비검정을 통하여 모형의 검정을 실시하였다. 또한 추정된 모형에 의하여 계산된 이론적인 값이 실제적인 관측값을 얼마나 잘 설명하고 있는가를 나타내 주는 지표로 Theil의 부등계수(Theil's inequality coefficient)를 사용하였다.

(1) 우도비 검정(Likelihood ratio test)

모형의 통계적 유의성을 전체적으로 검정하기 위해 상수를 포함한 모든 모수가 0이라는 귀무가설(H_0)과 모든 모수가 0은 아니라는 대립가설(H_1)을 검정하기 위해 쓰이는 우도비 통계량은 다음과 같다.

$$LR \text{ 통계량} = -2 [L(0) - L(\hat{\beta})]$$

여기서,

$L(0)$: 귀무가설로 제약된 상태에서의 로그 우도함수의 최대값

$L(\hat{\beta})$: 제약되지 않은 상태에서의 로그우도함수의 최대값

LR 통계량은 χ^2 분포를 따른다. 따라서, LR 통계량과 자유도 10에서의 χ^2 분포에서의 값과 비교하여 귀무가설의 기각여부를 판정하게 된다. 자유도 10, 유의수준 0.005에서의 χ^2 값은 25.19이다. 반면 LR 통계량은 453.4로서 χ^2 값 25.19보다 큰 값을 가지므로 유의수준 0.005에서 상수항을 포함한 모든 모수가 0이라는 귀무가설(H_0)은 기각되고 추정된 모형이 전체적으로 의미가 있다고 볼 수 있다.

(2) Theil의 부등계수를 통한 검정

추정된 모형이 현실을 잘 반영하고 있는가를 알아보기 위하여 데이터를 통하여 얻은 실측값과 추정된 모형을 통하여 얻은 추정값과의 관계를 점산도로 나타내어 보았다. 음이항 회귀모형을 이용한 버스이용횟수 추정식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \ln \lambda_i = & 4.2459 - 0.017 \cdot Acc - 0.1717 \cdot Serv1 \\ & - 0.3248 \cdot Serv2 - 0.1665 \cdot Serv3 + 0.1871 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \cdot Fare - 0.1284 \cdot Train - 0.1738 \cdot Sex \\ & - 0.0411 \cdot Age - 0.1583 \cdot Car \end{aligned}$$

여기서,

λ_i : 추정된 버스이용횟수

이와 같이 추정값이 실측값에 어느 정도 근접하는지를 나타내는 지표로 Theil의 부등계수(Theil's inequality coefficient)가 있다. 이는 U로써 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (Y_i^s - Y_i^a)^2}}{\sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (Y_i^s)^2 + \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (Y_i^a)^2}}$$

여기서,

Y_i^s : 추정값

Y_i^a : 실측값

T : 관측수

U값은 0과 1사이의 값을 갖는데 U값이 0이면 추정값과 실측값이 완전히 일치하는 것이고, 1이면 모형의 예측력이 가장 나쁜 경우이다. 본 연구에서 산출한 U값은 0.24로써 비교적 양호함을 알 수 있다.

4. 추정결과와 분석

본 연구에서 최종적으로 선정된 모형인 음이항 모형의 결과를 토대로 하여 버스이용빈도에 영향을 미치는 요소와 이들 각각의 요소들이 시사하는 바는 다음과 같다.

출발지로부터 버스 정류장까지의 접근시간이 길어질수록 통행자의 버스이용빈도는 감소하는 것으로 나타났다. 일반적으로 차내시간보다 차외시간이 통행자의 비효용의 유발에 보다 큰 영향을 미치는 것으로 밝혀진 기존의 교통수단 선택모형에 관한 연구결과와 일치하고 있다. 버스노선이 특정지역에 집중되면 전체적인 접근성이 떨어져 통행자의 버스이용을 감소시킬 것이라는 판단이 가능하다. 따라서 버스노선이 특정 황금노선에 집중되는 경향을 지양하고 서비스 제공의 형평성을 도모하여야 한다. 또는, 비 수익노선에 대한 정부의 지원을 통해서 버스정류장에의 접근성을

향상시키는 것은 승용차 이용자의 대중교통수단으로의 유인이라는 정책적 관점에서 볼 때 고려해 볼 만한 사항이다.

서비스 더미변수인 Serv1, Serv2, Serv3의 계수 추정치가 의미하는 바는 현행 시내버스에 있어서 개선되어야 할 점이 '차내 혼잡 완화, 타 교통수단과의 연계, 정류장 수의 증가 혹은 감소'라고 응답한 통행자 보다 '버스의 정시성이 유지되거나 기다리는 시간이 적어져야 한다', '냉·온방이 잘 되고 청결해야 한다', '버스속도가 빨라져야 한다'라고 응답한 통행자의 버스이용빈도가 낮다는 것이다. 즉, 통행자들의 버스 이용을 저해하는 가장 큰 요인중의 하나는 '차내가 혼잡하기 때문에, 타 교통수단과 연계가 잘 되지 않기 때문에, 정류장 수가 많거나 혹은 적기 때문'이기 보다는 '버스의 정시성이 확보되지 못하고 대기시간이 길기 때문', '냉·온방이 잘 되지 않고 청결하지 않기 때문', '버스속도가 느리기 때문'이라고 해석할 수 있다.

한정된 도로에 비해 기하급수적으로 증가하는 자가용 승용차로 인하여 서울의 교통 체증은 심각한 지경에 이르렀다. 자가용 승용차와 노선을 공유하는 버스로서는 자가용 승용차의 증가로 인해 발생하는 체증의 영향을 직접적으로 받는 관계로 인하여 주행 속도 감소와 정시성을 확보하지 못하게 되었다. 개인 교통수단 이용자를 대중교통수단인 버스로 유인하기 위해서는 본 연구의 결과에서 나타난 것처럼 주행 속도 증가에 의한 통행 속도 증가와 정시성의 확보에 의한 대기시간의 감소가 중요한 요인이다. 이와 같은 관점에서 본다면 주행 속도 증가와 정시성 확보를 위한 정책적 방안으로서 버스전용차로제의 확대 실시, 버스전용도로 및 버스우선 신호체계 등의 버스우선 처리기법 도입방안을 생각할 수 있다. 한편, 소득 수준의 증가와 이에 따른 생활 수준의 향상으로 인하여 통행자들은 과거와는 달리 통행 자체보다는 통행시의 환경적 요인을 수단선택에 있어서 중요한 변수로써 고려하게 되었다. 본 연구의 결과에서 나타난 바와 같이 냉·온방과 청결성 유지는 버스 서비스 중에서 승객들이 가장 민감하게 느끼는 부분이다. 버스 이용을 제고시키기 위해서는 버스에 냉·온방 시설을 구비함과 동시에 버스 운송 회사의 승객에 대한 차내 서비스에 관한 인식의 전환이 시급하다.

요금 더미변수인 Fare의 계수 추정치는 현행 버스 요금에 대하여 '싸다'라고 응답한 사람에 비하여 '적정

하다', '비싸다'라고 응답한 사람들의 버스 이용 빈도가 낮다는 것을 의미한다. 이 결과는 일반적인 관념과 일치한다. 그러나 이 변수의 유의수준이 낮기 때문에 의미 있는 변수로 보기 어렵다.

도보거리내에 전철역이 있는가를 나타내는 더미변수 Train의 계수 추정치는 -0.1284로써 도보거리내에 전철역이 있는 사람들의 버스이용빈도가 그렇지 않은 사람들 보다 낮다는 것을 나타낸다. 이 변수가 의미하는 바는 대중교통수단으로서 버스와 경쟁적인 관계에 있는 지하철역에의 접근성이 좋아질수록 버스 이용률은 저하된다는 것을 의미한다. 지하철 2기가 완공되는 시점에는 지하철역에의 접근성이 현재보다 향상될 것이고 이와 함께 승용차 증가에 의한 도로의 혼잡은 더욱 가중되어 버스 이용률은 현재보다 더 낮아지리라는 예상이 가능하다. 따라서 버스가 담당해 온 수송 부담률을 현재의 수준으로 유지하거나 급격한 감소를 막기 위해서는 전술한 내용을 포함한 전반적인 버스 서비스에 대한 개선이 시급하다.

성별 더미변수인 Sex의 계수 추정치는 남성보다 여성의 버스 이용 빈도가 높음을 의미한다. 이는 기존의 연구와 일치하는 것으로써 이의 원인은 성별간의 수입의 차이와 남성이 가장으로서 가정의 승용차를 주로 이용하기 때문에 여성의 대중교통 이용률이 남성보다 높은 것으로 해석할 수 있다.

연령 더미변수인 Age의 계수 추정치는 연령이 증가할수록 버스이용빈도가 감소함을 나타낸다. 일반적으로 연령이 증가할수록 자가용 승용차를 이용할 확률이 높아진다는 점을 감안한다면 당연한 결과이다.

자가용 승용차 보유 여부를 나타내는 더미변수 Car의 계수 추정치는 자가용 승용차를 보유한 통행자 보다 그렇지 않은 통행자의 버스이용빈도가 높다는 것을 의미한다. 교통 체증의 주요인인 자가용 승용차의 이용 억제를 통하여 교통 체증을 완화하기 위하여 정부는 혼잡 통행료 징수, 승용차 10부제 운행 등의 승용차 이용 억제 정책을 시행하고 있다. 이와 같이 승용차 이용 억제 정책을 통하여 교통 혼잡을 완화하려는 생각보다는 근본적으로 대중교통수단인 버스에 관한 정책적 지원을 통하여 승용차 이용 억제 정책을 실시하지 않더라도 승용차 이용자들이 버스 이용을 선호할 수 있도록 버스 서비스의 개선과 정책적 지원방안의 강구 등 정책적 지원이 요구된다.

V. 결론

본 연구는 버스 이용자의 개별 행태적 측면의 분석을 통하여 통행자의 버스이용빈도에 영향을 미치는 요인들을 분석하였다. 이를 통하여 대중교통수단으로서의 버스 이용률을 제고시키기 위한 교통정책의 시사점을 도출하였다.

이러한 요인을 분석하기 위하여 가산자료모형을 이용하였는데, 가산자료에 일반적으로 사용되는 모형은 포와송 회귀모형이다. 그러나 가산자료를 분석한 기존의 국내 연구에서는 포와송 회귀모형이 가지는 평균과 분산이 동일하다는 제약요소를 고려하지 않은 채 모형을 설정하였다. 모형의 추정에 있어서 모형의 설정은 중요하다. 특히, 과산포가 존재하는 가산자료 모형의 추정에 있어서 포와송 회귀모형을 적용하면 모형의 추정이 정확하지 못하다는 점을 인식하고 모형설정에 관한 검정을 행한 결과 자료에 과산포가 존재하는 것으로 밝혀졌다. 따라서, 과산포가 존재하는 자료의 분석에 적합한 음이항 회귀모형을 이용하여 모형을 추정하였다.

연구결과 모형의 적합도(goodness of fit)를 나타내는 $\bar{\rho}^2$ 는 포와송 회귀모형이 0.1399인 반면 음이항 회귀모형은 0.2685로써 과산포가 존재하는 자료의 모형 추정에서 음이항 회귀모형이 적합함을 나타내었다. 개별 설명변수의 유의성을 나타내 주는 t값을 살펴보면 일반적으로 음이항 회귀모형보다 포와송 회귀모형의 t값이 전반적으로 2배 가량 높게 나왔다. 이는 과산포가 있는 자료에 포와송 모형을 적용하면 표준오차가 과소추정된다는 기존의 해외연구와 비슷한 결과를 보이고 있다.

추정된 계수의 부호는 두 모형의 추정 결과 동일하였다. 그러나, 설명변수의 계수값이 대부분의 변수에 있어서는 큰 차이가 없었으나 연령 변수인 Age 변수의 경우는 큰 차이가 있었다. 이는 자료의 한계상 약간의 무작위성(randomness)이 내포되었기 때문인 것으로 판단된다.

모형의 분석결과와 정책적 시사점을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 출발지로부터 버스 정류장까지의 도보시간이 많이 걸릴수록 버스 이용빈도가 낮다. 즉, 정류장까지의 접근성을 향상시킨다면 보다 높은 버스 이용률을

기대할 수 있다.

둘째, 버스 이용률을 제고시키기 위해서 현행 버스 서비스 중 개선해야 할 사항 중 가장 중요한 점은 '냉·온방 시설의 완비와 차내의 청결성 향상'으로 나타났다. 다음으로 중요한 개선 사항은 '정시성 유지와 대기시간의 감소', '버스속도의 향상' 순으로 나타났다.

셋째, 연령이 증가할 수록 버스 이용률이 낮은 것으로 나타났다. 본 연구의 대상이 통근·통학자임을 감안해서 연령이 높을수록 승용차 이용확률이 높아진다고 볼 때 일반적으로 타당한 결과이다.

넷째, 남성보다 여성의 버스 이용률이 높은 것으로 나타났다.

다섯째, 지하철역이 가까울수록 버스 이용률이 낮은 것으로 나타났다. 지하철 2기가 완공되면 지하철역에의 접근성은 현재 보다 높아질 것이며, 이는 장래 버스 이용률의 저하를 의미한다. 따라서, 장래 버스 이용률 저하를 억제하기 위해서는 버스업체 자체의 서비스개선 노력뿐만 아니라 정부의 적극적 정책 지원이 있어야 한다.

여섯째, 자가용 승용차를 보유한 통행자가 그렇지 않은 통행자보다 버스 이용률이 낮다. 자가용 승용차의 이용을 억제하기 위하여 서울시는 10부제 운행, 혼잡 통행료 징수 등의 수요관리 정책을 시행하고 있다. 이러한 방안은 단기적으로는 효과가 있으나 장기적으로 볼 때, 즉 승용차의 절대량이 일정수준 이상 증가할 때는 그 의미를 잃게 될 수 있다. 이와 같이 승용차의 억제를 통해 교통 문제를 해결하겠다는 발상보다는 대중교통수단에 대한 정책적 지원을 통해 자가용 승용차 이용자를 대중교통수단으로 유인하여 교통문제를 해결하려는 발상의 전환이 요구된다.

본 연구의 가산자료 모형은 행태분석을 통한 정책적 의미해석에 중점을 두었다. 그러나, 자료의 여건이 허락한다면 대중교통수요 예측에 있어서 기존의 전통적 4단계위주의 교통체계적 접근방법의 단점을 극복할 수 있는 개별행태적 대중교통수요 예측에 응용될 수 있을 것이다. 한편, 표본수의 제약으로 통근과 통학 목적을 별도의 모형으로 추정하지 못하고 의존통행 성격이 강한 고등학생 이하를 제외시키는 방법을 적용하였으나, 좀더 정확한 행태분석 및 효과적인 정책반영을 위해 향후 통행목적별 모형추정이 필요하다.

참고문헌

1. 김우철(1995), 현대통계학, 영지문화사.
2. 박임구(1993), 계량경제학 강의 -이론과 응용-, 형설출판사.
3. 윤대식, 윤성순(1995), 도시모형론, 홍문사.
4. 김성호(1980), 대중교통수단의 서비스수준 평가 분석에 관한 연구, 서울대학교 환경대학원.
5. 김태완(1996), 도로의 기하구조가 교통사고에 미치는 영향, 서울대학교 환경대학원.
6. 이선호(1992), 포아송 분포에서의 과산포 검정, 연세대학교 통계학과 석사학위논문.
7. 교통개발연구원(1990), 서울특별시 시내버스 제도 개선에 관한 연구.
8. 김주원(1991), 우리나라 도시교통체증의 원인과 해소방안 -대중교통 중심체제의 강화를 중심으로-, 입법조사월보.
9. 서울시정개발연구원(1995), 대중교통 수단 환승 체계구축 연구.
10. 서울시정개발연구원(1995), 시내버스 노선의 합리적 개편방안.
11. 이재림(1991), 시내버스운영 여건변화와 대응전략, 교통정보.
12. Damodar N. Gujarati(1991), Basic Econometrics, McGraw-Hill, Inc.
13. Richard M. Soberman and Heather A. Hazard (1980), Canadian Transit Handbook.
14. William H. Greene, LIMDEP User's Manual and Reference Guide, Econometric Software, Inc.
15. Soon-Gwan Kim, Econometric modeling of all-day activity involvement and duration with transportation panel data, University of Washington.
16. A. Colin Cameron and Pravin K. Trivedi (1986), Econometric models based on count data: Comparison and applications of some estimators and tests, Journal of Applied Econometrics, Vol. 1, pp.29~53.
17. A. Coline Cameron and Pravin K. Trivedi (1990), Regression-based tests for overdispersion in the poisson model, Journal of Econometrics 46, pp.347~364.
18. A. Cameron and P. Trivedi(1990), Regression based tests for overdispersion in the poisson model, Journal of Econometrics 46, pp.347~364.
19. Chris Caplice and Hani S.Mahmassani(1992), Aspects of commuting behavior : Preferred arrival time, use of information and switching propensity, Transportation Research, Vol. 26A, No. 5, pp.409~418.
20. Fred L. Mannering and David A. Hendher (1987), Discrete/continuous econometric models and their application to transport analysis, Transport Review, Vol. 7, pp.227~244.
21. Fred L. Mannering and Mohammad M.Hamed (1990), Occurrence, frequency, and duration of commuters' work-to-home departure delay, Transportation Research B, Vol. 24B, No. 2, pp.99~109.
22. Fred L. Mannering(1989), Poisson analysis of commuter flexibility in changing routes and departure times, Transportation Research B, Vol. 23, pp.53~60.
23. Jerry Hausman, Bronwyn H. Hall, and ZviGriliches(1984), Econometric models for count data with an application to the patents R&D relationship, Econometrics, Vol. 52, No. 4.
24. J. T. Grogger and R. T. Carson(1991), Models for truncated counts, Journal of Applied Econometrics, Vol. 6, pp.225~238.
25. Sameer A. Abu-Eisheh and Fred L. Mannering, Discrete/Continuous analysis of commuters' route and departure time choices, Transportation Research Record 1138.

10. 현재 마을버스의 개선점 중 중요하다고 생각하시는 것은 무엇입니까?

- ① 버스의 정시성(정시에 출발,도착)이 유지되거나 기다리는 시간이 적어야 한다.
- ② 냉·온방이 잘되고 청결해야 한다.
- ③ 경유지를 줄이거나 버스전용차선 설치 등에 의해 버스속도가 빨라져야 한다.
- ④ 버스대수를 늘려 혼잡이 완화되어야 한다.
- ⑤ 타 교통수단과 연계가 잘 되어야 한다.
- ⑥ 정류장수가 줄어야 한다.
- ⑦ 정류장수가 늘어야 한다.
- ⑧ 기 타 ()

11. 귀하는 출발지 및 도착지의 도보거리내에 지하철 역이 생긴다면 현재의 버스 이용에서 지하철 이용으로 전환하시겠습니까?

- ① 지하철 이용으로 전환하겠다.
- ② 그대로 버스를 이용하겠다. ③ 잘 모르겠다.

12. 지난 일주일간(월요일-일요일) 아래의 버스를 이용한 횟수는?(이용하신 버스는 모두 기입하여 주십시오)

(출근시 1번, 퇴근시 1번 이용하는 경우는 2회로 간주함, 1번 갈아타는 경우 2회, 2번 갈아타는 경우 3회로 간주함)

- ① 좌석버스 ()회 ② 일반 시내버스 ()회
- ③ 마을버스 ()회

13. 지난 일주일간(월요일-일요일) 아래의 버스를 이용한 횟수는?(이용하신 버스는 모두 기입하여 주십시오)

- (1) 좌석버스
 - ① 이용하지 않았다. ② 1일 ③ 2일 ④ 3일
 - ⑤ 4일 ⑥ 5일 ⑦ 6일 ⑧ 7일
- (2) 일반 시내버스
 - ① 이용하지 않았다. ② 1일 ③ 2일 ④ 3일
 - ⑤ 4일 ⑥ 5일 ⑦ 6일 ⑧ 7일
- (3) 마을버스
 - ① 이용하지 않았다. ② 1일 ③ 2일 ④ 3일
 - ⑤ 4일 ⑥ 5일 ⑦ 6일 ⑧ 7일

14. 현재의 버스요금에 대한 귀하의 의견은? (4가지 모두 답해 주십시오)

마을버스 요금 (200원)	입석버스 요금 (350원)	좌석버스 요금 (700원)	직행버스 요금 (1500원)
----------------------	----------------------	----------------------	-----------------------

- ① 싸다 ① 싸다 ① 싸다 ① 싸다
- ② 적정하다 ② 적정하다 ② 적정하다 ② 적정하다
- ③ 비싸다 ③ 비싸다 ③ 비싸다 ③ 비싸다

15. 귀하의 집에서 도보거리 (약 20분) 내에 지하철 역이 있습니까?

- ① 있다. ② 없다.

있다면 도보거리는 얼마입니까?

지하철역까지 걸리는 시간 : 도보 ()분