

교통카드를 활용한 시내버스의 현황 분석에 관한 연구

- 울산광역시 사례를 중심으로 -

최양원* · 김익기**

Choi, Yang-won*, Kim, Ik-Ki**

Using Transportation Card Data to Analyze City Bus Use in the Ulsan Metropolitan City Area

ABSTRACT

This study collected and analyzed transportation card data in order to better understand the operation and usage of city buses in Ulsan Metropolitan City in Korea. The analysis used quantitative and qualitative indicators according to the characteristics of the data, and also the categories were classified as general status, operational status, and satisfaction. The existing city bus survey method has limitations in terms of survey scale and in the survey process itself, which incurs various types of errors as well as requiring a lot of time and money to conduct. In particular, the bus means indicators calculated using transportation card data were analyzed to compensate for the shortcomings of the existing operational status survey methods that rely entirely on site surveys. The city bus index calculated by using the transportation card data involves quantitative operation status data related to the user, and this results in the advantage of being able to conduct a complete survey without any data loss in the data collection process. We took the transportation card data from the entire city bus network of Ulsan Metropolitan City on Wednesday April 3, 2019. The data included information about passenger numbers/types, bus types, bus stops, branches, bus operators, transfer information, and so on. From the data analysis, it was found that a total of 234,477 people used the city bus on the one day, of whom 88.6% were adults and 11.4% were students. In addition, the stop with the most passengers boarding and alighting was Industrial Tower (10,861 people), A total of 20,909 passengers got on and off during the peak evening period of 5 PM to 7 PM, and 13,903 passengers got on and off the No. 401 bus route. In addition, the top 26 routes in terms of the highest number of passengers occupied 50% of the total passengers, and the top five bus companies carried more than 70% of passengers, while 62.46% of the total routes carried less than 500 passengers per day. Overall, it can be said that this study has great significance in that it confirmed the possibility of replacing the existing survey method by analyzing city bus use by using transportation card data for Ulsan Metropolitan City. However, due to limitations in the collection of available data, analysis was performed only on one matched data, attempts to analyze time series data were not made, and the scope of analysis was limited because of not considering a methodology for efficiently analyzing large amounts of real-time data.

Key words : Quantitative indicators, Qualitative indicators, Transportation card, Time series data, Real-time data

* 종신회원·교신저자·영산대학교 드론교통공학과 교수 (Corresponding Author · Youngsan University · ywchoi@ysu.ac.kr)

** 울산대우여객 대표 (Lead Author CEO. of Ulsan Daewoo Passenger Co., LTD · Kimik1667@naver.com)

Received September 11, 2020/ revised September 23, 2020/ accepted October 26, 2020

초 록

본 연구는 울산광역시의 시내버스 운영현황을 파악하기 위해 기존의 조사방법과 달리 교통카드 자료를 활용하는 방법을 이용하며, 시내버스의 지표는 자료의 성격별 특성에 따라 정량지표와 정성지표로 분류되고, 내용별 분류는 일반현황, 운영현황, 만족도 등으로 분류되었다. 기존의 시내버스의 조사방법은 조사 규모상의 한계점을 가지고 있었으며, 조사과정에서도 다양한 형태의 오류 발생은 물론, 큰 비용과 시간을 요구하는 단점을 가지고 있었다. 특히 현장조사에 전적으로 의존하는 기존의 운영현황 조사방법의 단점을 보완하기 위해 교통카드 자료를 활용하여 산출된 시내버스의 지표를 분석하였다. 이렇게 교통카드 자료를 활용하여 산출된 시내버스 지표는 이용자에 관련된 정량적 운영현황 자료로서, 전수조사가 가능하고 자료수집 과정에서 자료 손실이 전혀 없는 장점이 있다. 본 논문에서는 2019년 4월 3일(수) 1일간의 울산광역시 전역에서 사용된 교통카드 자료를 활용하여 울산광역시의 시내버스 현황을 분석하였다. 분석 내용은 이용객 수, 버스 종류별, 정류장별, 지점별, 시간대별, 버스 운영업체별, 노선별 이용객 수, 환승 관련 정보 등의 자료들이며, 기존의 조사방법을 대체할 수 있는 효과를 얻을 수 있었다. 현황 분석 결과, 울산광역시에서는 2019년 4월 3일(수) 1일 동안 총 234,477명이 시내버스를 이용하며, 이용 승객 중 88.6%는 성인이었으며, 11.4%는 학생인 것으로 나타났다. 또한, 승객이 가장 많이 승하차한 정류소는 공업탑으로 10,861명이었으며, 침두시간대인 17~19시에 20,909명이 승하차하였고, 노선은 401번으로 13,903명이 승하차한 것으로 나타났다. 그리고 수송객 순위 상위 26개 노선이 전체 이용객의 50%를 점유하였고, 상위 5개사가 70% 이상의 승객을 수송하는 것으로 나타났으며, 전체 노선의 62.46%가 1일 500명 미만의 승객을 수송하는 것으로 밝혀졌다. 결론적으로, 본 연구는 울산광역시를 대상으로 교통카드 자료를 활용하여 시내버스 운영현황을 분석함으로써 기존의 조사방법을 대체할 가능성을 확인하였는데 큰 의의가 있다고 할 수 있다. 다만 입수 가능한 자료수집의 한계로 인해 1일 치 자료에 대해서만 분석을 하였으며, 시계열 형태의 자료 분석을 시도하지 못하였고, 대량의 실시간 자료를 효율적으로 분석할 수 있는 방법론을 고려하지 않아 분석범위가 한정되었다는 점은 본 연구의 한계점이라고 할 수 있다.

검색어 : 정량지표, 정성지표, 교통카드, 시계열 형태, 실시간 자료

1. 서론

1.1 연구의 목적

교통정책의 근본적인 목적은 시민들의 편익을 위해 ‘교통난을 해소하고 일상생활에 필요한 통행권을 보장하는 것’이라 할 수 있다. 이러한 목적을 달성하기 위해 국가와 지방정부는 그동안 도로망 확충 등 승용차 중심의 교통정책을 추진하여 일정 부분 긍정적인 성과를 달성하였다. 그러나 도시교통 측면에서 승용차 중심의 교통정책만으로는 한계에 부딪히게 되었으며, 시민들의 다양한 교통수단의 욕구를 충족시키기 위해서는 이에 적절한 교통수단으로 인식되는 대중교통수단의 주요한 역할이 요구되고 있다. 특히 효과적이고 실질적인 대중교통 정책 및 효율적인 운영계획 수립뿐만 아니라, 개별 대중교통 운수업체를 운영하기 위해서도 현황에 대한 정확한 분석과 파악은 중요한 요소로 평가 되고 있다.

기존의 현황 분석방법은 현장조사에 기초하고 그 대상과 범위가 넓은 한계점을 안고 있어 빠르게 변화하는 시민의 요구를 수용하기에는 역부족인 것이 사실이다. 이에 따라 대중교통의 요금 지급수단 용으로 활용되고 있는 교통카드 자료의 현황 분석에 대한 필요성이 대두되고 있으나, 타 시도와 비교하여 교통카드 자료를 활용한 현황 분석이 활성화되어 있지 않고 있음을 파악할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 시내버스의 현황 분석을 위한 기존의 지표들을 조사하고, 그 자료의 획득 및 분석방법의 장 단점을 비교 분석한 후, 이를 개선할 수 있는 대안으로 교통카드 자료를 활용한 현황 분석의 가능성 유무를 파악하는 것을 목표로 한다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 기존의 대중교통 현황 분석과 관련된 지표의 조사 및 분석방법에 대한 검토를 수행하기 위해 대중교통 정책의 변화 추이 및 최근 동향을 파악하였고, 대중교통과 관련된 국내외 지표를 조사 검토하였으며, 자료수집을 위한 조사방법 검토 및 문제점을 분석하였다. 기존 조사방법의 한계를 극복할 목적으로, 교통카드 자료의 활용 가능성을 파악하기 위해 교통카드의 특성을 파악하고 정보 저장방식 및 통신방식에 대한 분류와 그 사례를 조사하였으며, 교통카드에 적용되는 법규에 대한 검토를 통해 운영 측면에서 교통카드를 구분하였다(Kim, 2001).

또 교통카드의 장점을 사용자 및 자료 분석 측면에서 조사하고 교통카드로부터 추출할 수 있는 대중교통 지표를 분류하였다. 이어 본 연구의 주요한 목적인 울산광역시의 대중교통 현황 분석을 위해 현재 운영되고 있는 교통카드의 운영현황, 시스템 구성에 대해서도 조사를 시행하였다. 특히 울산광역시를 대상으로 한 대중교통 현황 분석은 1일(2019년 4월 3일)의 교통카드 자료에 기초하여 실시하였다. 분석방법은 이용자 중심의 현황을 파악하는 데 중점을 두었으며, 이용객 수, 버스 종류별, 정류장별, 시간대별, 환승별 현황 분석을 시행하였다(Choi and Jeong, 1999).

따라서 본 연구는 울산광역시를 중심으로 시내버스 요금체계의 현황과 문제점에 대한 개선방안을 제시하고자 한다.

2. 대중교통 지표

2.1 대중교통 정책 현황

울산광역시에서 현재까지 추진한 교통정책은 대부분 국가의

기본 정책에 따라 ‘시민의 편익을 위해 도시교통난을 해소하고 일상생활에 필요한 통행권을 보장’하기 위해 추진되었으며, 일정 부분 그 목표를 달성한 것으로 평가되고 있다.

그동안 울산광역시에서 추진한 주요 교통정책과 시민의 요구사항은 다음과 같이 변화하였다.

- ① 울산국가산업단지가 지정되고 도시구조와 지역경제가 획기적으로 발전함에 따라, 일상생활에 필요한 기본통행권 확보를 목표로 출퇴근 시간대 승차난 해소를 위해 버스노선과 운행횟수를 증가하는 공급확대 정책이 우선하여 시행되었다.
- ② 이후 변두리 지역으로의 도시개발확산에 따라 버스노선을 연장하였다.
- ③ 국가, 지역경제가 발전하고 지역주민의 소득수준이 높아짐에 따라 자가용 승용차의 획기적 증가로 인해 야기된 상승적인 차량정체의 도시교통난을 해결하기 위한 도로망 확충이 도시교통정책의 중심이 되었다.
- ④ 이후 꾸준하고 지속적인 도로 확대 공급 정책과 도시교통개선 사업을 통해 도시의 교통난은 획기적으로 개선되었으나, 그간 등한시되었던 대중교통 개선 요구가 새롭게 대두됨에 따라 시민들의 요구에 부응하는 대중교통 정책을 중시하게 되었다.
- ⑤ 2019년 6월 현재 울산광역시의 자동차 등록 대수는 총 56만2천대에 이르고, 이 중 자가용은 53만9천 대로 전체 등록 차량의 95.9 %를 차지하고 있음에도 불구하고, 시민들은 여전히 대중교통에 대한 욕구와 관심이 높은 것으로 나타나고 있다.
- ⑥ 현재 시민의 대중교통에 대한 요구는 단순히 노선, 운행횟수 등의 양적인 측면을 넘어 광역교통체계와의 연계, 고급형 대중교통수단 도입, 교통카드 도입·확대와 같은 질적인 요구가 증대하고 있으며, 향후 울산광역시 교통정책의 중요한 한 부분으로 추진될 것으로 예상된다.

일반적으로 대중교통 정책은 대상에 따라 기본적으로 대중교통 공급을 조절하는 공급 관련 정책과 기존시설들의 운영을 효율화하고 서비스 수준을 높이는 운영개선 및 서비스 정책으로 구분할 수 있다. 대중교통수단은 그 유연성에 따라 버스와 철도로 구분할 수 있다. 철도는 유연성이 떨어지는 대중교통수단으로 ‘노선을 계획하고 건설하면 조정이 불가능하다.’라는 특성으로 인해 주로 건설계획이 주를 이루게 되고, 버스는 유연성이 높은 대중교통수단으로 주로 도로를 다른 교통수단과 같이 이용한다는 측면에서 시설보다는 주로 운영개선 및 서비스 관련 정책이 주를 이루고 있다.

Table 1. Classification of Public Transportation Facilities

Policy Classification	Facility Classification	Main Items
Facility and supply	Subway	· Subway, light rail, and tram construction
	Bus	· Bus lane, public garage, bus information system
	Transfer	· Transfer Center
	Other	· Transportation card
Operation and service	Subway	· Improvement of rapid and slow operation
	Bus	· Variable bus lanes, inter - branch system introduction, semi-public
	Transfer	· Provision of transfer information
	Other	· Fee system

From *Establishment of Basic Public Transportation*, Ministry of Construction & Transportation(2006)

그러나 시민들의 다양한 대중교통에 대한 요구를 수용하려면 더욱 유연하고 복합적인 대안을 고려할 수밖에 없는 실정이다. 대표적으로 간선급행버스체계(Bus Rapid Transit : BRT)는 버스 전용도로 및 우선신호체계 등 다양한 시설들이 필요하므로, 이를 위한 시설 및 공급 관련 정책도 필요하게 된다. 또한, 고급 교통수단에 대한 욕구를 충족시키기 위해서는 수단간 환승을 고려할 수도 있게 되는데, 이를 위한 환승시설공급에 대한 정책도 중요한 정책으로 고려해야 하며, 이러한 정책을 지원하기 위한 요금 및 범·제도 정비 또한 필요하게 된다(Ministry of Construction & Transportation, 2006).

따라서 대중교통 정책은 수요에 적합한 대중교통의 종류 및 규모, 노선 및 배차계획 등을 합리적으로 결정할 수 있어야 하며, 이를 위해서는 관련된 지표 및 자료가 정확하고 신속하게 제공되어야 하는 필요성이 증대되고 있다. 아래 표와 같은 대중교통 정책을 시설에 따라 구분하면 Table 1과 같다.

2.2 대중교통 지표

복합적이고 다양한 시민들의 대중교통에 대한 욕구를 반영한 정책들을 수립하고 집행하기 위해서는 대중교통의 현황을 정확하게 반영하고 정책 입안 결정자들의 판단을 보조하기 위한 다양한 객관적인 자료들이 필요하다. 자료(Data)는 현재의 주어진 환경에서 발생한 다양한 결과물들로 그 자체로는 특정한 의미를 지니지 않고 있다. 다만 이런 자료들을 가치와 의미가 있는 것이 되기 위해서는 연구자, 정책입안자, 정책결정자뿐만 아니라 업계종사자, 일반 시민 등 사회 구성원 모두가 필요로 하는 정보(Information)의 형태로 가공되어야 한다.

지표(Indicator)는 특정한 목표를 가지고 대상으로 하는 현상을 효과적이고 객관적으로 파악할 수 있는 가장 기본적이고 중요한 정보들의 목록이라고 정의할 수 있다. 그러나 지표들은 단지 현상을

가장 잘 파악할 수 있는 정보의 목록일 뿐, 이를 사용하는 사람의 의도에 따라 다양하게 해석되고 적용될 수 있음을 유념해야 한다. 수많은 이해관계자가 관여하는 대중교통과 같은 교통체계를 파악하기 위해서는 다양하고 많은 양의 자료들이 필요하며, 이러한 자료 중에서 가장 널리 사용되고 중요한 의미를 가진다고 생각되는 것들을 지표로 선정하여 사용하고 있다(Benn, 1995).

본 연구에서는 대중교통 정책 수립, 운영, 대중교통 운수업체경영 등과 관련하여 일반적으로 사용되는 자료와 중요성이 인정된 지표들을 파악하고 자료의 수집·분석과정을 검토하여, 그 장·단점 및 한계점을 파악하고 이를 극복하기 위하여 교통카드 자료를 이용하여 이들 지표를 도출할 방법들을 검토하고자 한다.

2.3 자료수집 방법

2.3.1 조사방법

대중교통 자료는 내용에 따라 일반현황 자료, 이용실태 자료로 분류할 수 있다. 이러한 자료들은 일반적으로 조사를 통해 습득하게 되는데 조사방법에 따라 문헌 조사와 현장조사, 설문 조사로 나누어진다. 일반현황 자료조사는 통상적으로 문헌 조사를 통해 수행되며, 그 내용은 노선 현황, 운행횟수, 대중교통 시설물, 대중교통 운영주체 등 시설공급 및 운행현황 중심이다. 일반적으로 시청, 구청 등 관공서와 개별 대중교통 운영업체 관련 단체에서 보유하고 있는 대장 및 목록을 통해 구축할 수 있다.

이용실태 자료조사는 대중교통 이용자들의 만족도와 행태를 조사하는 것으로 일반적으로 이용자들을 대상으로 설문 조사를 시행하여 자료를 습득한다. 설문 조사의 특성상 오랜 시간과 큰 비용이 필요하고 조사 표본을 선정에도 섬세한 주의가 요구된다. 특히 조사 시점에 따라 조사결과와 왜곡이 발생할 수도 있어 많은 주의와 사전 준비가 요구된다.

2.3.2 조사 규정

정부에서는 교통조사 기준 및 방법 등에 관한 제반 사항에 점검 및 표준화를 통하여 조사의 객관성과 통일성을 확보하기 위해 「교통체계 효율화법 제15조」에 근거하여 「교통조사 지침, 건설교통부 고시 제2003-234호(2003.10.11)」을 제정하여 각종 교통조사에 적용하였으며, 지속적인 보완을 거쳐 현재는 「국토교통부 고시 제2016-681호, 2016. 10. 19.」가 적용되고 있다. 「교통조사 지침」에서는 제7항에 ‘대중교통 이용 실태조사’를 규정하고 있으며, 일반현황 자료조사와 이용실태 자료조사로 구분하고 있다. 그 내용은 차고지 현황, 종사자현황, 노선운영현황, 운행현황 등으로 구성되고, 이용실태조사는 승하차 인원, 대중교통 환승 등의 항목으로 구성되어 있다. 실무과정에서는 일차적으로는 지방자치단체, 버스조합, 택시조합 및 관련 기관 등에서 생산·관리하고 있는 문헌

자료를 조사하고 이후 해당 업체 등 민간단체를 대상으로 면접 조사를 시행한다.

이 외에 대중교통과 관련된 교통조사로는 ‘가구통행 실태조사’가 있다. 이는 개별 가구를 대상으로 구성원들이 하루 동안 이동한 통행내용을 조사하는 것으로 통행목적, 교통수단, 목적지, 통행시간, 경비 등을 조사하는 것을 목적으로 한다(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2016).

2.3.3 조사의 문제점

분석대상의 정확한 현황을 파악하기 위해서는 이상적으로는 조사대상 모두를 포함하는 전수조사를 시행해야 하지만 시간적, 비용적 측면에서 불가능하고 이를 극복하기 위해서는 통계학적 기법을 적용한 표본조사를 시행하게 된다.

이론적으로는 대상 모집단의 특성을 정확하게 파악할 수 있는 기법들이 개발되어, 표본조사의 문제점을 해결할 수 있는 통계처리를 통해 모집단 조사방법의 한계를 극복할 수 있으나 실제 조사과정에서 이를 만족시키는 조사를 수행하기에는 한계가 있다. 또 통계적 기법을 적용하는 과정에서 오류가 발생할 수 있다.

또한, 다량의 설문 조사를 시행하는 조사의 특성상 조사과정에서 오류가 발생할 수 있다. 대표적으로는 비숙련조사원에 의한 오류로 설문 문항의 이해 부족이 주요인이며 설문응답자의 이해 부족도 한 요인으로 알려져 있다. 그리고 조사결과를 전산입력 과정에서도 오류가 발생할 수 있다. 이용실태 자료조사의 경우 설문 조사가 가장 중요한 부분을 차지한다. 설문 조사는 통상 조사원이 조사대상이 되는 이용객을 대상으로 직접 면접 조사를 시행하게 된다. 설문 조사는 조사계획, 예비조사, 본 조사, 보완 조사, 전산입력의 단계를 거쳐 시행하게 되는데 조사의 특성상 모두 인력이 투입되어야 하는 한계를 가지고 있으며 과대한 비용이 소요된다. 이는 조사표본율이 낮아져 통계적 오류를 범하게 되는 주요 원인이 된다.

특히 대중교통을 포함한 모든 교통특성은 시간대에 영향을 받는 것으로 알려져 있으며, 시간대, 요일, 특수일, 계절 등 조사 시점에 따라 다양한 결과가 발생할 수 있다. 조사 규모가 한정됨에 따라 이러한 조사 시점에 따른 교통특성을 파악할 수 있는 조사는 현실적으로 불가능해지게 되며, 특정 조사 시점의 특수성을 반영한 조사결과가 조사대상 전체의 일반적인 특성인 것처럼 받아들여지는 오류가 발생할 수 있다.

3. 교통카드 자료

3.1 교통카드의 특성

3.1.1 정보저장 방식

교통카드가 정보를 저장하는 방식은 크게 마그네틱 및 칩적회로

두 가지로 분류할 수 있다.

마그네틱 방식은 MS (Magnetic Stripe) 카드로 불리는데 기본적으로는 기존의 카세트테이프 녹음기와 같은 원리로 작동되며, 플라스틱 테이프 위에 자성을 가진 물질을 바르고, 자기장 유도원리를 이용한 헤드를 통해 정보를 읽거나 기록을 할 수 있게 하였다. MS 카드의 장점은 카드와 부수 장비의 가격이 저렴하고 유지·보수가 원활하고 정보의 취득과 수정이 쉽다는 데 있으나, 반면 카드가 가지는 정보량이 제한적이고 자기장 손상으로 인한 정보 소실의 위험성이 높으며 정보의 보안(위·변조)이 취약하다는 단점이 있을 수 있다.

집적회로 방식은 MS 카드의 단점을 보완하기 위해 개발된 것으로 IC (Integrated Circuit) 카드로 알려진 것처럼, 정보를 저장하고 수정할 수 있게 ROM, RAM, EEPROM, I/O Interface 등의 전자회로를 하나에 칩에 탑재하고 운영체제(Chip Operating System), 보안 모듈, 난수 발생기 등의 기능을 가능하게 한 형태이며, 전용 단말기를 통해 정보의 취득, 수정이 가능하다. 다만 MS 카드의 가장 큰 단점인 정보의 손실, 보안 문제를 획기적으로 개선한 것으로 평가받고 있으면, 현재 거의 모든 교통카드가 사용하는 방식이다(Park and Kim, 2006).

3.1.2 IC 카드의 통신방식

IC 카드는 단말기와의 통신방식에 따라 접촉식 카드와 비접촉식 카드로 구분할 수 있다. 접촉식은 물리적 접촉을 통해 자료를 교환하는 방식으로 현재는 사용하지 않는 방식이며, 비접촉식은 RFID (Radio Frequency Identification)로 호칭하는 것으로 단말기에서 발생하는 고주파를 이용하여 카드에 전원을 공급하고 단말기와 카드 간에 정보를 교환하는 방식을 뜻한다. 장점으로는 반영구적 사용, 대용량 정보저장, 비접촉 인식 등이 있으며 단점으로는 MS 카드보다는 비싸며, 정보유출의 가능성 등이 있으며, 이외에도 하이브리드카드, 콤비 카드 등이 있다.

3.1.3 운영적 기준

교통카드는 요금 지급의 형태에 따라 선불 교통카드와 후불 교통카드로 구분할 수 있다. 선불 교통카드는 사용자가 교통수단을 이용하기 전에 자신의 교통카드에 일정 금액을 충전하여 그 범위 내에서 사용하는 카드로 금액 충전의 불편함이 따른다. 후불 교통카드는 신용카드의 IC칩에 교통카드 기능을 추가한 것으로 요금결제는 신용카드와 같이 후불로 이루어진다. 선불 교통카드는 전자금융거래법(이하 ‘전금법’이라 한다)의 적용대상이며, 후불 교통카드는 여신전문금융업법(이하 ‘여전법’이라 한다)의 적용대상이다. 교통카드는 도입 이후 빠른 속도로 기존의 대중교통 지급방식을 대체했으며, 이는 교통카드가 이전의 지급방식보다 확연한 장점이 있다는 것을 의미한다.

우선 사용자로서는 현금 지불 방식보다 할인된 가격을 적용받을 수 있고 잔돈 계산 등의 불편이 없다는 점이다. 이러한 편리성으로 인해 대중교통 운영자는 수입금 정산과정에서 발생하는 비용을 절감할 수 있고 과정의 투명성을 확보하여 불필요한 논쟁을 줄일 수 있으며, 또한 버스 운전기사의 요금징수 업무를 최소화하여 안전운전에 전념하여 안전사고의 위험성을 줄일 수 있는 이점이 있다. 대중교통 운영상의 이점으로는 객관적이고 축적된 정확한 전산 자료에 근거하여 운행 효율화를 도모할 수 있다. 특히 요금조정, 환승 보조금 등과 같이 다수의 이해관계자가 존재하는 분야에 대해서도 투명한 자료에 기초하여 자료에 대한 이견을 사전에 제거함으로써 논쟁을 줄일 수 있다. 또한, 거리비례제, 구간요금제 같은 요금제도 변화에 대해서도 빠른 속도로 대처할 수 있는 이점이 있다. 기존의 조사방법의 한계를 극복하기 위해 교통카드 자료의 사용을 고려하게 되었으며 다음과 같은 이점이 있을 수 있다(Korea Transportation Industry Research Institute, 2005).

① 비용 절감, 시간 단축

기존 조사 방식의 주된 부분인 설문 조사의 규모를 축소할 수 있어 비용 절감 및 조사시간을 단축할 수 있는 효과가 있을 수 있다.

② 자료의 신뢰성 확보

교통카드 자료는 이해 관련 기관 간 정산을 거친 자료이므로 일정 수준 이상의 신뢰성을 확보할 수 있으며, 현장조사의 가장 큰 단점인 조사과정에서의 오류를 회피할 수 있다.

③ 자료 규모의 확장

실시간 자료인 교통카드의 특성을 활용하면 전(全)일, 전월, 전년의 자료를 확보할 수 있으며, 카드이용자의 비중이 높아 지므로 대중교통에 대해 빈틈이 없는 실시간 자료를 구축, 분석할 수 있게 되어, 이론적으로는 전국단위의 자료를 확보할 수 있다.

또한, 우천, 폭설 등과 같이 현실적으로 조사할 수 없는 특수한 상황에 대한 자료의 구축이 가능하며, 조사과정에서 발생할 수 있는 안전사고를 방지할 수 있다.

3.1.4 교통카드 운영현황

울산광역시에서는 2002년 9월부터 마이비카드에서 발급한 디지털 울산카드가 도입되어 시내버스의 지급수단으로 사용되었으며 부산, 경남지역과 먼저 호환사용이 가능하게 되었으며, 현재는 18종 이상의 선·후불 카드를 사용하여 요금을 결제할 수 있으며, 1일(2016년 9월 2일) 사용 건수는 378,218건이 사용되고, 결제금액은 3억 원에 이르고 있다.

울산광역시의 대중 교통카드 주관은 마이비카드에서 주관하고 있으며, 마이비카드는 2000년 9월 (주)마이크로소프트, 부산은행, 롯데캐피탈, KEBT, 한국 IT 벤처투자 등이 컨소시엄을 구성하여 설립한 합작 법인으로 부산, 울산, 광주, 전북 등 사업영역을 넓혀 왔으며, 2009년 1월부터 수도권 지역에서도 사용할 수 있게 되었으며, 현재는 롯데그룹이 인수하여 운영하고 있다.

4. 대중교통 현황 분석

4.1 교통카드의 자료

울산광역시 대중교통 현황을 분석하기 위해 ‘마이비’에서 제공된 교통카드 데이터를 사용하였다. 최신 자료 1일 분(2019. 4. 3, 수)을 근거로 분석을 수행하였고 보완적으로 「울산광역시 교통카드 시스템 진단 용역, 2016. 12, 효림회계법인」에서 분석용으로 사용된 2016. 2. 26~9. 30까지의 자료와 이 자료를 사용하였다.

교통카드의 자료는 총 29개의 항목으로 구성되며, 이용객이 승차 시에 버스에 설치된 단말기를 통해 카드와 단말기 사이에 정보가 교환, 기록되고, 카드의 정보는 ‘Data Transaction’ 과정을 통해 정산된다. 원칙적으로는 승차 시 모두 단말기에 카드를 인식시켜야 하지만 환승을 하지 않을 때는 하차 시 인식을 시키지 않아 하차 정보가 기록되지 않는 단점이 있다.

4.2 이용객 수 분석

2019년 4월 3일(수) 1일 동안 울산광역시 시내버스를 승차한 인원은 교통카드를 사용한 이용객 수는 278,687명이었으나, 이중 하나의 카드로 여러 명이 승차한 인원인 4,576명을 합치면

이용객 수는 총 283,263명인 것으로 조사되었다. 또한, 실제 통행 수는 234,477명으로서 이중 환승 통행은 44,210명인 것으로 나타나 총 통행 대비 환승 통행비는 1.19로 약 20 % 수준의 탑승객이 환승한 것으로 분석되었다. 그리고 1일 이용된 카드는 139,438개로 이는 실질적으로 대중교통을 이용한 인원수로 판단되며, 즉 1일 139,438명이 울산광역시에서 버스를 이용하여 이동한 것으로 판별할 수 있으며 카드당 일일 통행비는 1.68로 나타났으며, 이용객 수의 분석 결과는 Table 2와 같다.

4.2.1 버스 종류별 이용객 수 분석

시내버스 종류별 이용객 수 분석한 결과, 일반 버스가 228,687 통행/일로 82.1 %를 차지하여 제일 많이 이용하였으며, 그다음으로는 지선버스로서 23,559 통행/일을 하여 8.5 %를 점유하고 있으며, 다음으로는 직행/리무진 버스가 13,987 통행/일 로서 5.0 %를 점유하고 있고, 마지막으로 마을버스가 12,454통행/일 로서, 4.5 %를 점유하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 분석 결과를 보면, 일반 버스가 대부분의 통행을 담당하는 것으로 나타났으며, 일반 버스와 지선버스가 전체통행의 90 % 이상을 차지하고 있음을 보여주고 있으며, 버스 종류별 이용객 수의 통행 행태의 분석 결과는 Table 3과 같다.

또한, 이용하는 승객의 종류에 따라 구분해 볼 때, 성인은 직행/리무진 버스를 가장 많이 이용해 92.2 %를 차지하고 있어 요금이 높은 고급버스는 성인들이 주로 이용하고 있음을 보여주고 있음을 알 수 있다. 학생은 마을버스를 가장 많이 이용해 11.7 %를 점유하고 있어 짧은 구간의 이용객이 많음을 보여주고 있다. 또한, 어린이는 마을버스와 지선버스 가장 많이 이용해 2.2 % 점유율을 나타내고 있어 동네 주변을 이동할 때 주로 이용하고 있는 것으로 나타나고 있음을 알 수 있다. 그리고 버스 종류별 이용객을 살펴보면 일반 버스의 경우 전체통행의 88.6 %를 성인이 이용하고 있고, 학생은 10.4 %, 어린이는 1.0 %인 것으로 나타났다. 직행/리무진 버스의 경우 전체 이용객의 92.2 %가 성인이 이용하는 것으로 나타났으며, 학생은 7.6 %, 어린이는 0.2 %로 매우 낮은 것으로 나타나 요금에 매우 민감하게 반응하고 있다는 것을 알 수 있다. 또한, 지선버스는

Table 2. Number of Passengers per Day Analysis Results

Division		Number of Cases	Remark
Total passage	(A)	278,687	Total number of rides using transportation cards
Total passage (Multi-person ride)	(B)	283,263	Cases of multiple people riding with one card
Accompanying ride passage	(B - A)	4,576	
Actual passage	(C)	234,477	Passage from the point of departure to the destination, not including transfers
Transit	(A - C)	44,210	
Transit versus total passage	(A/C)	1.19	
Cards used in one day	(D)	139,438	
Daily passage per card	(C-D)	1.68	

Table 3. Number of Passengers by Bus Type

Division	Normal Bus	Direct / Limousine	Branch Line Bus	Town Bus	System
Classification code	621	622	624	626	—
Number of passes	228,687	13,987	23,559	12,454	278,687
Composition ratio (%)	82.1	5.0	8.5	4.5	100.0

성인이 87.1 %, 학생은 10.6 %, 어린이는 2.2 %로 나타나 일반 버스 이용 행태와 비슷함을 보여주고 있다. 마을버스는 성인이 86.2 %, 학생은 11.7 %, 어린이는 2.2 %로 나타나 지선버스와 이용 행태가 거의 비슷함을 보여주고 있음을 알 수 있으며, 버스 종류별, 이용자 종류별 통행량의 비율은 Table 4와 같다.

4.2.2 정류장별 이용자 수 분석

정류장별 이용자 수 분석 결과를 살펴보면, 1일 이용객이 4천 명 이상으로 나타나 정류소는 1~3위까지였으며, 4~11위까지는 3천 명 미만, 12~39위까지는 2천 명~1천 명이 이용하는 것으로 나타났으며, 1일 1,000명 이상 이용하는 정류장은 총 39개인 것으로 나타났다. 1일 이용자 1000~500명인 정류장은 107개, 500~100명인 정류장은 376개, 100명 미만인 정류장은 2,063개인 것으로 분석되었으며, 분석 결과 전체 정류장 혼잡도의 편차는 아주 큰 것으로 나타났으며 Table 5와 같다.

특히 이용자가 가장 많은 정류장은 울산대학교 앞 정류장(ID : 3101461)으로 1일 4,658명이 이용하는 것으로 나타났으며, 다음은 공업탑(ID : 3101418) 4,277명이 이용하는 것으로 나타났고,

그다음은 시외고속버스 터미널(ID : 3101421) 4,203명이 이용하는 것으로 나타났다.

다만 인접한 정류장 이용객을 지점으로 묶어 지점별로 집계 분석한 결과, 공업탑이 1일 10,861명으로 가장 많은 것으로 나타났으며, 다음은 시외고속버스터미널 6,613명, 울산대학교 5,501명인 것으로 나타나 단일 정류장의 이용객 수와 인접한 정류소를 한 지점으로 묶어 이용한 승객수는 다소 다르게 나타나고 있음을 보여줘 환승 정류장의 중요성을 보여주고 있음을 알 수 있다.

4.2.3 시간대별 이용자 수 분석

시간대별 이용자 수를 버스 종류별로 구분하는 분석을 시행한 결과 이용객이 가장 많은 시간대는 17~18시로 20,909명/시간의 이용객이 이용하는 것으로 나타났으며, 다음은 18~19시로 20,152명, 오전 침두시인 08~09시는 세 번째로 많은 18,927명이 이용하는 것으로 나타났다. 특히 이용자별 시간대 이용객 수 분석을 시행한 결과 학생의 침두-비침두 이용객 수가 확연히 차이가 나는 것을 확인할 수 있으며, Table 6과 같다.

4.2.4 환승 이용자 수 분석

환승 이용객에 대한 분석을 시행한 결과 1일 41,006건의 환승이

Table 4. Percentage of Passengers by Bus Type

Division		Adult	Student	Child	Total
Regular Bus	Number of passes	209,225	24,540	2,357	236,122
	Composition ratio (%)	88.6	10.4	1.0	100.0
Direct Bus / Limousine	Number of passes	13,151	1,077	35	14,263
	Composition ratio (%)	92.2	7.6	0.2	100.0
Branch Line Bus	Number of passes	25,226	3,077	644	28,947
	Composition ratio (%)	87.1	10.6	2.2	100.0
Town Bus	Number of passes	10,993	1,488	277	12,758
	Composition ratio (%)	86.2	11.7	2.2	100.0
Total		258,595	30,182	3,313	292,090

Table 5. Number of Passengers per Stop

Division	> 1,000	1,000~500	500~100	< 100	Total
Composition ratio (%)	1.5	4.1	14.5	79.8	100

Table 6. Number of Passengers by Time

Timetable Period	Regular Bus	Direct Bus	Branch Line Bus	Town Bus	Total	Composition Ratio
midnight to 1 o'clock	15	102	-	-	117	0.04
04 ~ 05 o'clock	8	38	-	-	46	0.02
05 ~ 06 o'clock	2,552	168	8	-	2,728	0.94
06 ~ 07 o'clock	6,961	554	330	132	7,977	2.74

Table 7. Number of Transit Passengers

Division	No transfer	1 time	2 times	3 times	4 times	Total
Users (Transfer passengers)	228,984	38,708	2,188	106	4	269,990 (41,006)
Composition ratio (%) compared to all users	84.8	14.3	0.8	0.0	0.0	100.0
Composition ratio (%) compared to transit passengers	-	94.4	5.3	0.3	0.0	100.0

발생했으며, 최대 환승횟수는 4회 4건인 것으로 나타났고, 전체 환승의 94.4 %인 38,708회가 1회 환승인 것으로 나타났다. 노선별 환승횟수를 분석한 결과 환승이 가장 많이 발생하는 노선은 216번을 1일 총 1,737회의 환승이 발생하였고, 다음은 106번 1,708회가 발생하였으며, 환승횟수 분석 결과는 Table 7과 같다.

환승빈도별 노선 수를 분석한 결과 1일 50~1회의 환승이 발생하는 노선 수가 154개, 50.83 %로 가장 많았으며, 다음은 100~50회의 환승이 발생하는 노선으로 32개의 노선인 것으로 분석되었다. 1일 1,000회 이상의 환승이 발생하는 노선은 6개인 것으로 분석되었으며, Table 8과 같다.

4.2.5 노선별 이용객 수 분석

노선별 이용객 수 분석 결과를 살펴보면, 이용객이 5,000명 이상인 노선은 10개인 것으로 나타났고, 전체 노선의 62.46 %가 1일 500명 미만의 승객이 이용한 것으로 나타났으며, Table 9와 같다. 특히 노선별 이용객 수가 1위는 401번 13,903명이며, 2위는

Table 8. Number of Transit Passengers

Division	≥ 1,000 times	1,000-500 times	500-300 times	300-200 times	200-100 times
Number of routes	6	16	27	16	26
Composition ratio (%)	1.98	5.28	8.91	5.28	8.58
Division	100-50 times	50-1 times	No transfer	Total	
Number of routes	32	154	26	303	
Composition ratio (%)	10.56	50.83	8.58	100.00	

Table 9. Number of Transit Passengers

Number of users (people)	≥ 5,000	5,000-4,000	4,000-3,000	3,000-2,000
Number of routes	10	3	10	22
Composition ratio (%)	3.32	1.00	3.32	7.31
Number of users	2,000-1,000	1,000-500	500-1 or more	
Number of routes	34	34	188	301
Composition ratio (%)	11.30	11.30	62.46	100.00

127번 11,723명이고, 3위는 106번 11,523명인 것으로 나타났으며, 이용객 수 상위 26개 노선이 전체 이용객의 50 %를 수송하는 것으로 나타나 노선별 편중성을 보여주고 있음을 알 수 있다.

4.3 분석 결과

앞에서 실시한 울산광역시 대중교통 교통카드 현황 분석 결과를 종합하면 2019년 4월 3일(수) 1일 동안 총 234,477명이 시내버스를 이용하여 이동하였으며, 이 중 44,210명은 1회 이상 환승을 하였고, 이 중 성인은 88.6 %, 학생은 10.4 %인 것으로 나타났다.

버스 승객이 가장 많은 지점은 공업탑으로 1일 10,861명이 이용한 것으로 나타났으며, 승객이 가장 많은 시간대는 17 18시로 20,909명의 승객이 이용하였다. 승객이 가장 많은 노선은 401번으로 1일 13,903명이 이용하는 것으로 나타났고, 전체 노선의 62.46 %가 1일 500명 미만의 승객을 수송하는 것으로 나타났다. 또한, 이용객이 가장 많은 버스업체는 한성교통으로 1일 43,364명이 이용한 것으로 나타났고, 상위 5개사가 70 % 이상의 승객을 수송하는 것으로 나타났다. 그리고 승객이 가장 많은 노선은 401번으로 1일 13,903명이 이용하였고, 상위 26개의 노선이 전체 이용객의 50 %를 운송한 것으로 나타났으며 Table 10과 같다.

5. 결론

5.1 결론

본 논문은 울산광역시의 시내버스 운영현황을 파악하는 방법으로 교통카드 자료의 활용 가능성을 파악할 목적으로 수행되었다.

연구의 과정은 기존 대중교통 지표 조사방법을 취합·정리하여 대중교통 지표의 종류와 구축 과정을 알아보고 그 장단점을 파악하였다. 기존의 대중교통 지표는 문헌, 현장, 설문 조사를 통해 자료를 수집하고 분석하는 과정을 거쳐 생성되었다.

대중교통 지표는 크게 자료 성격, 내용으로 분류할 수 있으며, 자료의 성격별 분류는 정량지표와 정성지표로 분류되고 내용별

Table 10. Key Statistics from Transportation Card Use Analysis

Users in 1 Day		234,477 people (adults 88.6%; students 10.4%) ·Transit passengers: 44,210
Order with the most passengers	Bus Type	1st place regular bus; 2nd branch line bus; 3rd direct bus / limousine; 4th downtown bus
	Point	1st Industrial Tower, 2nd Intercity Express Terminal, 3rd University of Ulsan
	Route	·1st 401 times; 2nd No. 127; 3rd No. 106
	Slot	17:00-19:00 hours, 20,909 people
	Transport Company	1st place Hansung Transportation Company; 2nd Ulsan Passengers Company; 3rd Namsung Passengers Company

분류는 일반현황, 운영현황, 만족도 등으로 분류된다. 통상 일반현황, 운영현황은 정량지표의 형태를 가지고 만족도는 정성지표의 성격을 가진다. 일반현황 중 일부는 행정기관, 관련 단체에서 보유하고 있는 자료를 대상으로 문헌 조사가 가능하고 운영현황은 현장조사를 통해서만 자료의 획득이 가능하다. 또 정성지표인 만족도 관련 지표는 면접, 설문 조사를 시행하여 자료를 획득한다.

기존의 대중교통 지표 조사방법은 조사의 규모가 한정되고 조사 과정에서 다양한 형태의 오류가 발생할 수 있는 단점을 가지고 있으며, 큰 비용과 시간을 요구하는 단점을 가지고 있다.

현장조사에 전적으로 의존하는 기존의 운영현황 조사방법의 단점을 보완 대체하기 위하여 교통카드 자료를 활용하여 대중교통 지표를 산출하는 방법을 조사, 분석하였다. 교통카드는 대중교통 이용자의 결제수단으로 사용되는 것으로 결제과정에 이용되는 부수적인 정보를 활용하여 대중교통 지표를 산출할 수 있다. 교통카드 자료를 활용하여 산출할 수 있는 대중교통 지표는 이용자에 관련된 정량적, 운영현황 자료로서 전수조사가 가능하고 자료수집과정에서 자료의 손실이 없는 이점을 가지고 있다.

울산광역시에서는 2002년 9월 교통카드가 최초로 도입된 이후, 그 사용량은 지속해서 증가하여 현재는 시내버스의 지불수단으로 완전히 정착된 상태이나 교통카드 자료를 활용한 대중교통 지표 산출, 활용은 저조한 것으로 알려져 있다.

본 논문에서는 2019년 4월 3일(수) 1일간의 울산광역시 전역에서 사용된 교통카드 자료를 활용하여 울산광역시의 대중교통 현황 분석을 시도하였다. 분석 내용은 이용객 수, 버스 종류별, 정류장별, 지점별, 시간대별, 버스 운영업체별, 노선별 이용객 수, 환승 관련 정보 등의 분석을 수행하였다. 이 지표들은 모두 기존 현장조사를 통해서만 획득할 수 있는 자료로서 기존 조사방법을 완전히 대체할 수 있는 것으로 나타났다. 특히 교통카드 사용률이 낮은 과거 시점에서 교통카드 자료를 활용한 대중교통 현황 분석은 여러 차례 있었지만, 근래 울산광역시의 교통카드 사용률이 90% 이상 되는 시점에서 교통카드 자료를 활용한 현황 분석의 사례가 없었기 때문에 본 논문의 연구는 매우 유익한 자료로써 활용될 수 있을 것으로 판단되며, 시기적절한 연구 과제로서 의의가 있다고 판단된다.

또한, 본 논문의 결과를 울산광역시에서 활용할 경우, 대중교통 정책을 보다 정확하고 선도적으로 관리할 수 있을 것으로 판단되며, 대중교통 시스템의 개선과 대중교통 수송분담률을 향상할 수 있는 계기를 마련할 수 있을 것으로 예측할 수 있다.

5.2 향후 연구 과제

본 연구는 울산광역시를 대상으로 교통카드 자료를 활용하여 대중교통 운영현황을 산출함으로써 기존의 조사방법을 대체할 가

능성을 확인하였다는 의의가 있으나 다음과 같은 한계가 있다.

- 입수 가능한 자료의 한계로 인해 1일분 자료에 대해서만 분석을 시행하여 시계열 형태의 자료 분석을 시도하지 못하였다.
- 대량의 실시간 자료를 효율적으로 분석할 수 있는 방법론을 고려하지 않아 분석범위가 한정되어 단순 집계형태의 분석만 시행하였다.

위와 같은 한계를 극복하기 위해서는 다음과 같은 향후 연구가 필요한 것으로 판단된다.

- 실시간 교통카드 자료의 획득 보존에 관한 연구
- 대량의 자료를 효율적으로 분석할 수 있는 분석 방법론 연구
- 분석 가능한 대중교통 지표 확대
- 지역 특성을 반영한 대중교통 지표 개발
- 분석대상 자료 확장 및 가공방법 향상으로 기종점 통행량(O/D), 환승 구역 설정, 배차 간격 조정 등 활용방안 확대
- 전통적인 조사 방식에 의한 대중교통 현황과 본 논문의 교통카드 자료를 활용한 대중교통 현황 비교 분석

감사의 글

이 논문은 2020학년도 와이즈유(영산대학교) 교내연구비 지원 사업에 의하여 연구되었음.

References

- Benn, H. P. (1995). *Bus route evaluation standards*, TCRP Synthesis of Transit Practice 10 Transportation Research Board, Washington DC, USA.
- Choi, C. K. and Jeong, H. Y. (1999). *Analyzing the effect of the operation of hanaro transportation card*, Municipal Administration Research No. 11, Busan Metropolitan City Policy Development Office (in Korean).
- Kim, G. S. (2001). *A study on the activation plan for the use of transportation cards*, Municipal Administration Research, No. 21, Daegu Metropolitan City Policy Development Office (in Korean).
- Korea Transportation Industry Research Institute (2005). *A study on the introduction of a nationwide transportation card compatibility system* (in Korean).
- Ministry of Construction & Transportation (2006). *Establishment of basic public transportation* (in Korean).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2016). *Traffic survey guidelines* (in Korean).
- Park, J. Y. and Kim, D. J. (2006). *A study on the use of transportation cards in public transportation policy*, The Korea Transport Institute (in Korean).