

시내버스 노선별 특성 분석에 기초한 운행 개선 방안 연구: 공공성과 수익성을 고려하여

이상용^{1*} · 정현영²

¹ 부산광역시청 대중교통과, ² 부산대학교 도시공학과

Proposition of Desirable Management According to Characteristics of Various Bus Route Type

LEE, Sang Yong^{1*} · JUNG, Hun Young²

¹ Public Transportation Division, Busan Metropolitan City, Busan 611-735, Korea

² Department of Urban Engineering, Pusan National University, Busan 609-735, Korea

Abstract

The main objective of study was to determine the optimum level of bus service by bus route types for the effective improvement of bus route operating in semi-public transportation management. In pursuing the above, this study proposed to classify by bus route types based on publicity, profitability and potentiality. Using this methods of the classification, 113 bus routes in Busan were classified into bus routes of 8 types. And this study proposed desirable management of bus route operation according to 8 bus route types considering 9 bus operating characteristics such as bus route distance, operating number, state of passing through the CBD and so on. For proposing the desirable management, it was to do a statistical analysis of PCA(Principal Components Analysis) and to abbreviate 9 variables to 3. And it was drawn a conclusion effectively by making comparison between 8 bus route types and 3 bus operating characteristics.

본 연구에서는 시내버스 준공영제 제도 아래에서 효율적인 시내버스 노선 운영 개선 방안을 도모하기 위해 버스 노선의 유형별 적정 서비스 제공 수준을 결정하고자 하였다. 이를 위해 시내버스 준공영제 특성을 반영하는 공공성 개념을 도입하고, 수익성과 잠재성을 동시에 고려하여 시내버스의 노선 유형을 분류하는 방법을 제안하였다. 이 같은 노선 유형 분류 방법을 활용하여 부산에서 실제 운행되고 있는 시내버스 113개 노선을 8개 유형으로 분류하였고, 노선연장, 운행횟수, 도심통과 유무 등 9개의 노선별 운행특성을 고려하여 유형별 시내버스 노선 운영 개선 방안을 제시하였다. 버스 노선의 운영 개선 방안을 도출함에 있어, 9개의 노선별 운행특성자료를 주성분 분석으로 3가지 운행특성 자료로 축약하여 비교·검토함으로써 유형별 시내버스 노선의 운영 개선 방안을 보다 효과적으로 도출할 수 있었다.

Key Words

Profitability, Potentiality, Publicity, PCA(Principal Components Analysis), Semi-Public Transportation Management
수익성, 잠재성, 공공성, 주성분 분석, 시내버스 준공영제

* : Corresponding Author
thisissy@korea.kr, Phone: +82-51-888-4476, Fax: +82-51-888-4479

Received 15 April 2013, Accepted 19 June 2013

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

1992년 기후변화 협약 이후, 2005년 발효된 교토의정서 등에 따라 전 세계적으로 온실가스 감축을 위한 청정개발체계(CDM : Clean Development Mechanism) 사업이 관심을 받고 있으며, 이 중에서도 특히, 교통분야에서는 승용차 중심에서 대중교통 중심으로 교통체계 전환을 통해 차량 배기가스를 감축하고 더욱 효율적인 교통체제로 전환하고자 하는 노력들이 가속화되고 있는 상황이다.

국내에서도 승용차 이용억제 및 대중교통 이용 활성화 정책 추진의 필요성이 높아지고 있는 상황에서, 2004년 서울을 중심으로 시내버스 준공영제를 도입하여 현재는 다수의 도시에서 도입하여 운영되고 있는 상황이다.

이와 같은 시내버스 준공영제는 시내버스 노선 서비스 지역을 확대하고, 버스 배차간격 준수 및 정시성이 확보되는 등 다각적인 측면에서 대중교통 이용 시민에게 서비스 증대를 가져오며 성공적으로 평가되어 왔다. 그러나, 운송원가 상승 등에 의해 운송 적자 상승분을 지방자치단체에서 부담함에 따라 지방자치단체의 재정난은 갈수록 커지고 있는 실정이다.

특히, 시내버스에 대한 일정부분의 공공 개입으로 인해 시내버스 등 대중교통 서비스에 대한 복지적 측면이 강조됨에 따라 공공재로의 요구가 증대되었고, 이로 인해 요금의 현실화는 더욱 어려움을 겪는 등 지방자치단체의 재량이 제약되어 재정난은 더욱 가중되고 있는 현실이다.

그러나, 최근에는 교통복지 범위의 확대 해석으로 지방자치단체의 재정부담이 증가하고 있는 것을 우려한 “보다 합리적 배분을 통한 지속가능한 교통복지 추진” 개념이 제시(Seoul Development Institute, 2011)되는 등 합리적 자원배분을 고려하여 시내버스 서비스 제공 수준을 결정해야 한다는 주장도 나타나고 있다.

이와 같은 상황에서는 “시내버스 노선 공급이 수익성이 없으면 공급을 중단해야 하는가?”, 그렇지 않으면, “수익성이 떨어져도 공공 복지적 측면에서 현재 노선운행을 유지해야 하는 것인가?” 또는 “더 많은 지역까지 확대해야 하는 것인가?”를 재원의 합리적 배분을 고려하여 적정 수준에서 노선 서비스가 공급될 수 있도록 다각적인 측면의 검토가 필요한 시점에 도달했다고 할 것이다.

따라서, 본 연구에서는 시내버스 준공영제 제도에서 노선 서비스 수준을 결정함에 있어 수익성과 공공성 등을 고려하여 결정하는 방법을 제시함으로써, 보다 합리적인 노선운영이 되도록 하는 것이 목적이다.

2. 연구의 내용 및 방법

본 연구에서는 시내버스 노선 서비스 수준을 결정하기 위해 고려되는 노선특성을 수익성과 공공성으로 구분하여 이용하였고, 특히, 수익성은 노선운영에 따른 현재의 수익성과 장래 시내버스로의 수단전환 가능성을 나타내는 잠재적 수익성으로 구분하였다. 이와 같은 시내버스의 3가지 특성을 조합함으로써, 시내버스 노선유형을 8가지로 분류하여 각 유형별 특성을 분석하였다.

또한, 이렇게 분류된 시내버스 유형을 부산광역시에서 운행하고 있는 시내버스 노선 132개 노선중 부산 시내지역을 운행하는 노선 113개를 대상으로 8가지 유형에 따라 분류하고, 각 노선별 이용승객, 노선운영연건 등 개별 노선특성을 고려하여 노선 유형에 적합한 개선방안을 제시하고자 한다.

II. 기존 문헌 고찰

시내버스 노선별 특성을 분석하고 개선방안을 도출하기 위해 Lee S. Y., Park K. A. (2003), Yang S. K., Chang H. B (2012), Rhee S. M., Hwang Z. H. (2005), Han et al. (2005), Song et al. (2008) 등은 환승, 접근성, 형평성 등의 평가지표를 정량화하여 노선체계 혹은 노선 네트워크를 평가하고자 하였다.

특히, 이들 연구중 Lee S. Y., Park K. A. (2003)의 연구는 버스 이용의 편의성, 운행의 생산성, 그리고 사회적 비용의 최소화라는 3가지 목표를 설정하여 각 목표별 평가지표를 이용하여 노선체계를 평가하였고, Yang S. K., Chang H. B (2012) 등의 연구는 버스 이용자 관점, 버스 운영자(업체) 관점, 그리고, 버스관리자(지자체) 관점에서 노선체계를 평가하고자 하였다.

이들의 연구에서 주목할 점은 이용자 및 운영자의 관점에서 평가되던 기존의 연구와는 달리 형평성(Equity) 지표가 도입됨에 따라 효과에만 초점을 맞추던 노선체계 및 노선 네트워크 평가를 벗어났다는 점이다.

그러나, 이들의 연구는 단순히 지역의 인구 대비 노선 투입 정도를 형평성 지표로 설정함으로써, 버스를 이용

하는 대상자간의 형평성을 반영하기에는 무리가 있다고 할 수 있다.

이상의 연구와는 달리, Sugio et al. (1999)의 연구는 버스 노선의 현재성(Actual Stage)과 잠재성(Potential Stage)을 고려하여 버스 노선을 특성별로 분류하고, 공공성과 기업성 측면에서 개선방안을 제시하였다.

이들은 공공성에 대한 고려를 승용차를 이용할 수 없는 교통약자에 대한 버스 서비스 제공 정도로 판단하였고, 기업성은 버스업체의 경영수입 정도로 판단하고자 하였다.

이들의 연구는 버스 서비스 수준에 대한 교통약자를 고려함으로써 시내버스 서비스를 일부 공공재로 다뤘다고 할 수 있으나, 이들 연구의 목적은 민간에 의해 운영되고 있는 버스의 경영개선에 초점을 맞추고 있어, 시내버스 준공영제 체계를 시행하고 있는 도시들의 버스노선 운영 개선방법으로는 무리가 있을 것으로 판단된다.

III. 시내버스 노선 분류

1. 시내버스 노선 분류 방법

시내버스 노선을 평가함에 있어 이용 승객수나 승객 이용에 따른 수입 등은 중요한 지표로 사용되어왔다.¹⁾ 이는 버스노선이 이용자의 니즈(needs)에 부응하고 있는 것인가를 평가하는 지표이며, 상대적으로 버스노선의 우월성을 평가할 수 있는 중요한 지표가 된다. 따라서, 본 연구에서는 시내버스 노선 수익성(Profitability) 분류 지표로 활용하였다.

또한, 현재는 수익성이 떨어지지만 서비스 개선 등으로 인해 이용승객이 신규로 창출될 수 있는 노선은 잠재성(Potentiality)이 있는 노선으로 평가될 수 있어 수익성과 더불어 노선 분류 지표로 활용하였다.

그러나 수익성만으로 시내버스를 평가하게 되면 시내버스 서비스의 공공성에 대한 특성을 반영할 수는 없다. 버스의 공공성은 노선 필요성 정도에 따라 시민 이동권 확보(Sugio et al., 1999)와 관련된다 할 수 있는데, 이는 시내버스 노선권을 공공으로 환수했다고 볼 수 있는 시내버스 준공영제에서는 중요한 평가 지표가 됨에 따라 공공성(Publicity) 또한 분류지표가 된다.

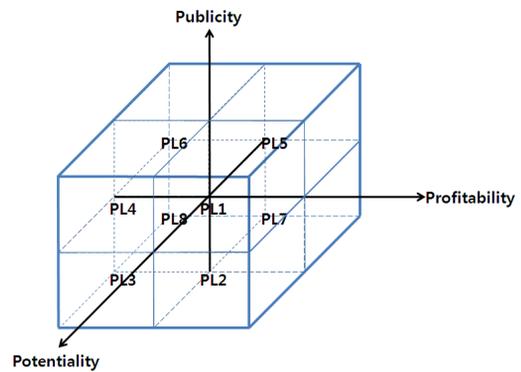


Figure 1. Concept of bus route types' classification

Table 1. Classification according to bus route characteristics

| Classification | Characteristic | | |
|----------------|----------------|--------------|-----------|
| | Profitability | Potentiality | Publicity |
| PL1 | ○ | ○ | ○ |
| PL2 | ○ | ○ | × |
| PL3 | × | ○ | × |
| PL4 | × | ○ | ○ |
| PL5 | ○ | × | ○ |
| PL6 | × | × | ○ |
| PL7 | ○ | × | × |
| PL8 | × | × | × |

Figure 1은 수익성, 잠재성, 공공성으로 구성되는 노선 특성을 좌표로 도식화한 것으로, 이를 통해 시내버스 노선의 특성을 입체적으로 분석가능하다. Figure 1의 관계를 평면으로 나타내면 Table 1과 같다.

2. 시내버스 노선 분류

시내버스 노선을 분류하기 위해 부산광역시에 운행 허가된 노선 132개 중 부산지역 내부를 운행하고 있는 노선이 대상이 되며 이중 오전과 오후 노선이 달라 수익성 분석이 어려운 노선은 제외하여 총 113개 노선을 분석대상으로 선정하였다.

1) 수익성(Profitability)

시내버스 노선의 수익성 여부를 결정하기 위해 부산에서 운행하고 있는 노선의 일일 대당 요금수입과 운송

1) Song et al. (2008)은 시내버스 노선을 검토하는데 가장 우선시 되는 것을 이용수요로 보고 이는 수입과 직접적 연관이 있다고 하였으며, Rhee S. M., Hwang Z. H. (2005)은 버스노선망을 평가하기 위해서는 운영자의 이익 즉, 요금수입이 객관적 지표가 된다고 하였다. 이외에도 많은 연구에서 시내버스 노선을 평가할 경우 승객수나 수입 등이 중요한 지표로 사용된다고 보고되고 있다.

Table 2. Aggregation result of bus profitability index
(unit : won/vehicle/day)

| Classification | Cost(A) | Income(B) | B/A |
|----------------|---------|-----------|-------|
| Max | 695,088 | 680,496 | 1.073 |
| Min | 565,158 | 85,458 | 0.148 |
| Average | 634,560 | 496,527 | 0.782 |

원가를 파악하였다. 운송수익구조 자료는 2012년 11월 17일부터 12월 16일까지 한 달간의 자료이며, 부산광역시 버스운송관리시스템(BIMS)을 통해 도출되었다.

113개 노선 2,154대의 시내버스를 분석한 결과 1일 대당 평균 운송수입은 496,527원으로 평균 운송비용 634,560원의 78.2% 수준의 수익이 발생하고 있음을 알 수 있었다. 세부 내용은 Table 2와 같다.

수익성을 판단하기 위해서는 일반적으로 운송수입이 운송원가를 초과하는 수준이 되어야 수익성이 존재한다고 할 수 있다. 그러나 시내버스 준공영제 시행으로 인해 운송수입과 직결되는 요금수준이 경제논리보다는 다소 낮게 책정되고 있어, 운송수입이 운송원가를 초과하는 노선은 5개에 불과하다. 이는 노선 서비스가 공공으로 환수된 것에 기인한 것으로, 운송수입의 일부가 공공의 측면에서 지방자치단체의 재정으로 보전되기 때문에 요금수준이 낮게 유지될 수 있는 것이다.

따라서 본 연구에서는 수익성 유무를 판단하는 운송수입 대비 운송원가 비중을 100%로 보기에는 다소 무리가 있다고 판단하여 운송수입 대비 운송원가가 80% 수준이 되면 수익성이 있다고 판단하였다.²⁾

2) 잠재성(Potentiality)

잠재성은 시내버스 이용승객이 신규로 창출될 수 있는 가능성을 의미하는 것으로, 본 연구에서는 이를 측정하기 위해 해당 노선이 경유하는 지역의 존(zone)내부 인구수를 선택하였다. 이 같은 이유는 시내버스 서비스 개선 등으로 인해 수단전환 가능 정도가 인구수에 따라 큰 영향을 미치기 때문이며, 또한, 통행존내의 거주인구가 교통수단의 수요를 결정하는 중요한 변수로써 작용하기 때문이다.

Table 3. Aggregation result of bus potentiality index

| Classification | Population | Distance(m) | No. Region |
|----------------|------------|-------------|------------|
| Max | 40,824 | 74,928 | 44 |
| Min | 6,904 | 5,326 | 1 |
| Average | 19,057 | 39,856 | 23 |

본 연구에서는 시내버스 노선마다의 존(zone)내부 인구를 해당 존(zone)을 경유하는 노선의 연장을 고려하여 산정하였다. 시내버스 노선의 존(zone)내부 인구 산출은 식(1)과 같이 할 수 있다.

$$P_i = \frac{\sum P_{ij} l_{ij}}{L_i} \tag{1}$$

- P_i : i 노선의 인구
- P_{ij} : 노선 i 가 경유하는 j 지역 행정동 인구
- l_{ij} : 노선 i 의 j 지역 경유 연장
- L_i : 노선 i 의 총연장

식(1)에 따라 113개 노선을 분석한 결과 시내버스 1개 노선은 평균 39,856m, 23개의 행정동을 경유하여 운행하고 있으며, 19,057명의 인구를 수용하고 있는 것으로 나타났다. 세부내용은 Table 3과 같다.

잠재성은 해당 노선의 대당 버스 이용 잠재 인구(PBU)가 버스 1대의 일평균 수송인원³⁾을 초과하면 잠재성이 존재하는 것으로 판단하였다. 여기서 PBU는 식(2)를 통해 계산된다.

$$PBU_i = \frac{P_i \times t \times r_{bus}}{O_i} \tag{2}$$

- t : 일평균 통행횟수⁴⁾
- r_{bus} : 시내버스 수송분담율⁵⁾
- O_i : i 노선의 운행대수

3) 공공성(Publicity)

신체나 연령의 제약으로 인해 승용차 등 타교통수단

2) 시내버스 준공영제 시행으로 각 지자체에서는 시내버스 요금조정을 하는 것은 매우 어려운 사항이지만, 부산시에서는 운송수입 대비 운송비용이 80% 수준에 미달하면 요금조정 시기가 도래한 것으로 보고 있음에 따라 걱정 재정지원 비율을 20%수준으로 보고 시내버스 수익성이 80% 수준이면 수익성이 존재한다고 판단하였다.

3) 부산광역시 승객통행량 조사결과(2011년)에 따라 시내버스 1대의 일평균 수송인원을 682명을 적용하였다.

4) 부산광역시 도시교통정비기본계획(2012-2031)에 따라 2012년 인당 수단통행 2.62회를 적용하였다.

5) 부산광역시 승객통행량 조사결과(2011년)에 따라 시내버스의 수송분담율 22.2%를 적용하였다.

의 이용이 어려운 계층에게는 버스 노선 서비스 제공은 공공성 확보 측면에서 매우 중요한 사항이라 할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 이러한 계층을 포함한 교통약자에게 제공되는 버스 노선 서비스 정도를 공공성을 평가하는 척도로 이용하였다.⁶⁾

Sugio et al. (1999)은 연령으로 고령자와 어린이를 구분하고, 이들에게 제공되는 버스 노선 서비스 수준을 평가하여 공공성 확보 유무를 판단코자 하였으나, 본 연구에서는 신체적 결함으로 인해 이동에 제약을 받는 장애인도 포함한 교통약자의 버스 노선 서비스 확보 수준을 평가하였다.

버스 노선별 교통약자 인구를 산출하기 위해 식(1)의 노선별 인구 산출 방식과 같이, 노선연장을 고려하여 교통약자 인구를 산정하였다. 그 결과는 Table 4와 같다.

시내버스 노선의 공공성 여부 판단은 해당 노선의 총 인구 대비 해당 노선이 포함하는 교통약자의 인구 비중으로 결정된다고 할 수 있다. 본 연구의 조사대상이 되는 113개 노선에 대해 교통약자 비중을 조사한 결과, 교통약자 인구는 평균 30%를 차지하는 것으로 나타났으며,

Table 4. Aggregation result of bus publicity index

| Classification | Disabled Person | Senior | Children | Total |
|----------------|-----------------|--------|----------|--------|
| Max | 2,013 | 4,757 | 6,547 | 13,317 |
| Min | 446 | 1,165 | 679 | 2,290 |
| Average | 913 | 2,123 | 2,599 | 5,635 |

Note) Senior: over 65 years old, Children: less than 14 years old

이는 Table 5와 같이 7대 도시의 교통약자 차지 비중인 31%(2010년 기준)와 유사한 수준으로 나타났다.

따라서, 본 연구에서는 공공성 판단 기준을 분석대상 노선의 교통약자 포함 비중인 30%로 설정하고, 30% 수준보다 많은 교통약자 인구를 포함하는 노선을 공공성 제공 노선으로 분류하였다.

4) 시내버스 노선분류 결과

부산에서 운행하고 있는 113개 시내버스 노선에 대해 공공성과 수익성, 그리고 잠재성으로 속성 분류한 결과를 Table 6에 나타내었다.

PL1, PL2, PL5, PL7에 해당하는 62개 노선의 경우는 수익성이 존재하는 노선으로 운영의 효율성을 도모하고 있는 것으로 나타났다. 특히, 이중 PL1과 PL5에 해당하는 17개 노선은 교통약자에 대한 공공성을 확보

Table 6. Result of bus route characteristic analysis

| Classification | Characteristic | | | No. Bus Line |
|----------------|----------------|--------------|-----------|--------------|
| | Profitability | Potentiality | Publicity | |
| PL1 | ○ | ○ | ○ | 5 |
| PL2 | ○ | ○ | × | 6 |
| PL3 | × | ○ | × | 14 |
| PL4 | × | ○ | ○ | 17 |
| PL5 | ○ | × | ○ | 12 |
| PL6 | × | × | ○ | 6 |
| PL7 | ○ | × | × | 39 |
| PL8 | × | × | × | 14 |

Table 5. Statistic of transportation vulnerable(2010)

(unit : person)

| Classification | Population ¹⁾ (a) | Disabled Person ²⁾ (b) | Children and Senior | | | Disabled Person Ratio(b/a) | Children Ratio(c/a) | Senior Ratio(d/a) |
|----------------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------|----------------------------|---------------------|-------------------|
| | | | Children ¹⁾ (c) | Senior ¹⁾ (d) | Total | | | |
| Total | 23,235,025 | 1,024,938 | 3,470,611 | 2,750,168 | 6,220,779 | 4.41 | 14.94 | 11.84 |
| Seoul | 10,312,545 | 414,522 | 1,434,580 | 1,239,138 | 2,673,718 | 4.02 | 13.91 | 12.02 |
| Busan | 3,567,910 | 172,765 | 472,856 | 487,097 | 959,953 | 4.84 | 13.25 | 13.65 |
| Daegu | 2,511,676 | 117,141 | 392,512 | 306,138 | 698,650 | 4.66 | 15.63 | 12.19 |
| Gwangju | 1,454,636 | 68,518 | 268,670 | 162,930 | 431,600 | 4.66 | 15.63 | 12.19 |
| Dajeon | 1,503,664 | 71,164 | 260,389 | 162,173 | 422,562 | 4.73 | 17.32 | 10.79 |
| Incheon | 2,758,296 | 131,815 | 445,270 | 298,164 | 743,434 | 4.78 | 16.14 | 10.81 |
| Ulsan | 1,126,298 | 49,013 | 196,334 | 94,528 | 290,862 | 4.35 | 17.43 | 8.39 |

Date) 1) <http://kosis.kr/index/index.jsp>

2) Internal Data Busan Metropolitan

Note) Children : less than 14 years old, Senior : over 65 years old

6) 경제적 이유 등으로 인해 시내버스만을 이용할 수밖에 없는 계층 등도 같이 검토되어야 하나, 가구 소득 등의 자료확보가 어려워 본 연구에서는 교통약자에 대한 특성만을 반영하는 것으로 하였다.

하고 있어 시내버스 준공영제의 취지에 가장 적합하게 운영되고 있는 것으로 나타났다. 그러나 PL2와 PL7의 45개 노선의 경우는 시내버스 노선을 이용할 수 밖에 없는 계층에 대한 서비스 수준이 다소 미흡한 것으로 나타나, 공공성 확보에 대한 대책마련이 필요할 것으로 판단된다.

현재는 다소 수익성이 떨어지지만, 장래에 수요창출이 가능한 PL3, PL4에 해당하는 31개 노선은 버스 이용을 위한 서비스 개선책을 마련하여 자가용 등으로부터 수단전환을 유도할 필요가 있는 것으로 나타났다.

PL6, PL8에 해당하는 20개 노선의 경우는 현재 수익성도 낮으며, 장래 수요창출 가능성도 부족한 것으로 나타나 노선변경 등 적극적인 시내버스 이용수요 확보 노력이 필요한 것으로 분석되었다. 특히, PL6에 해당하는 6개 노선은 공공성은 확보하고 있는 것으로 나타나, 시내버스를 이용할 수 밖에 없는 계층에 대한 노선 서비스 제공방안을 신중히 검토해야 할 것으로 판단된다.

IV. 노선특성 분석과 유형별 개선방안 고찰

1. 시내버스 노선특성 분석

제3장에서 분류된 시내버스 유형에 따른 시내버스 운행 개선 방안을 마련하기 위해 시내버스 노선별 운행지표와 관련된 사항들을 검토·분석하였다.

노선별 운행지표는 노선연장(Distance), 버스 1회 운행시간(Oper_time), 버스 1대당 1일 운행횟수(Oper_number), 노선별 정류장수(Num_stop), 도심⁷⁾ 통과 유무(CBD_line), 종합대학 경유 유무(Uni_line), 종합병원 경유 유무(Hos_line), 좌석버스 유무(Seat), 심야버스 운행 여부(Nig_oper)로 총 9가지로 분류하였다.

113개 시내버스 노선에 대해 9개 노선별 특성은 Table 7에 나타내었다.

먼저, 노선연장에 대해 살펴보면, 시내버스 노선은 평균적으로 41.5km를 운행하고 있으나, 최소 노선연장(5.5km)과 최대 노선연장(96km)간에는 큰 격차를 보이는 특성을 나타내고 있었다.

Table 7. Result of descriptive statistic analysis

| Variable | Min | Max | Avg. | Std. dev. |
|--|-----|-----|-------|-----------|
| Distance(km) | 5.5 | 96 | 41.5 | 14.996 |
| Oper_time(minute) | 15 | 225 | 135.0 | 40.401 |
| Oper_number | 4 | 24 | 7.5 | 3.057 |
| Num_stop | 10 | 161 | 91.7 | 26.804 |
| CBD_line (CBD pass=1, not=0) | 0 | 1 | 0.60 | 0.492 |
| Uni_line (University pass=1, not=0) | 0 | 1 | 0.46 | 0.501 |
| Hos_line (Hospital pass=1, nor=0) | 0 | 1 | 0.59 | 0.493 |
| Seat bus(Seat bus=1, not=0) | 0 | 1 | 0.05 | 0.225 |
| Nig_oper (Night operating=1, not=0) | 0 | 1 | 0.05 | 0.225 |

이와 같은 시내버스 노선별 연장이 격차가 큼으로 인해, 운행시간, 운행횟수, 정류장수 역시 최대값과 최소값 간에는 큰 격차를 나타내고 있었다. 이들의 평균값을 살펴보면, 1개 노선의 버스 1대 운행시 1회 평균 버스운행 시간은 135분, 1일 평균 운행횟수는 7.5회로 나타났으며, 버스가 운행할 시 점유하는 평균 정류장수는 91.7개 소로 나타났다.

또한, 분석대상인 113개 시내버스 노선중 부산 도심(서면, 남포동)을 경유하는 노선이 68개 노선으로 전체의 60%를 차지하고 있으며, 종합대학을 경유하는 노선은 52개 노선(46%), 종합병원을 경유하는 노선은 67개 노선(59%)인 것으로 나타났다. 그리고, 비록 비중은 작지만 좌석버스 노선 및 심야버스 운행 노선은 모두 6개 노선으로 5%를 차지하고 있음을 알 수 있었다.

이상의 특성을 나타내는 버스 운행지표를 본 연구에서는 주성분 분석(PCA : Principal Components Analysis)을 통하여 지표를 축소하고, 주성분 점수(PCS : Principal Components Score)를 산출해서 PL1-PL8의 시내버스 8개 유형을 비교·검토함으로써 각각의 노선별 특성에 따른 개선방안을 제시하였다.

PCA에 의해 얻어지는 주성분 부하량(Component Loadings)을 Table 8에 표시하였다. 여기서 주성분의 채택여부는 고유값(Eigenvalue)이 1.0이상인 성분, 그리고 누적기여율은 70% 이상이 되는 성분까지를 채택하였다.⁸⁾ 그 결과 3개의 주성분이 채택되었다.

7) 부산에서 운행하고 있는 버스의 도심통과 유무는 서면과 남포동을 통과하는가를 통해 판단하였다.

8) PCA에 앞서 분석의 타당성과 가능성을 파악하기 위해 KMO와 Bartlett 검증한 결과, KMO는 0.711, Bartlett의 구형성 검증치는 카이제곱이 647.409로 유의확률 0.000에서 유의한 것으로 나타나, PCA를 하기에 적합한 것으로 나타났다.

Table 8. Result of principle components analysis

| Variable | Component 1 | Component 2 | Component 3 |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Distance | 0.891 | 0.323 | -0.106 |
| Oper_time | 0.957 | 0.165 | -0.016 |
| Oper_number | -0.909 | -0.107 | -0.184 |
| Num_stop | 0.918 | -0.236 | 0.066 |
| CBD_line | -0.227 | 0.061 | 0.737 |
| Uni_line | 0.134 | 0.067 | 0.324 |
| Hos_line | 0.077 | -0.243 | 0.675 |
| Seat bus | 0.083 | 0.886 | -0.112 |
| Night_oper | 0.091 | 0.789 | 0.076 |
| Eigenvalue | 3.468 | 1.673 | 1.172 |
| Cumulative Contribution Ratio | 38.529 | 57.114 | 70.134 |

Note) Extraction Method : Principal Component Analysis
Rotation Method : Varimax with Kaiser Normalization

PCA 결과에 따른 각 주성분을 살펴보면, 제1주성분은 노선연장, 운행시간, 운행횟수, 정류장수에 강한 영향을 받는 것으로 나타났으며, 이는 시내버스 서비스 제공 수준을 나타내고 있다고 할 수 있다. 특히, 시내버스 서비스 제공 수준 중에서도 노선연장과 버스운행시간이 길고 정류장 수가 많으면 운행횟수가 감소하는 장거리 노선에 대한 특성을 잘 반영하고 있다고 할 수 있다.

제2주성분의 경우는 좌석버스 및 심야버스 운행 여부에 강한 영향을 받는 것으로 나타나, 시내버스 운행 유형을 나타낸다고 할 수 있다.

제3주성분의 경우는 종합대학 및 종합병원 경유유무, 도심통과 유무 등 서비스 권역이 노선의 경로를 나타내는 주성분에 강한 영향을 받는 것으로 나타났다.

2. 시내버스 노선 특성을 고려한 유형별 개선방안

PCA를 통해 노선마다 PCS를 산출해서, 각 노선유형(PL1-PL8)에 대해 구체적인 개선방안을 도출하였다.

Figure 2-4는 PCA를 통해 산출된 시내버스 노선마다의 PCS를 시내버스 노선유형에 따라 도식화하고, 평균값을 표시한 것이다.⁹⁾

공공성, 수익성, 잠재성을 확보하고 있는 PL1 그룹 노선의 각 주성분별 PCS를 보면, 시내버스 서비스 제공 수준과 시내버스 운행 유형의 평균값은 부(-)의 값을 나타낸 반면, 노선 경로와 관련된 성분의 PCS는 정(+)

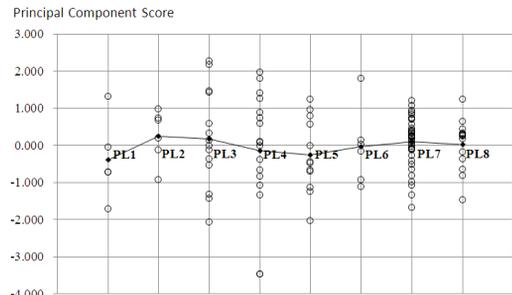


Figure 2. PCS by bus service level(Component 1)

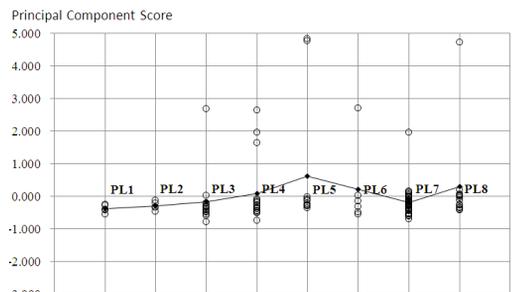


Figure 3. PCS by bus operating type(Component 2)

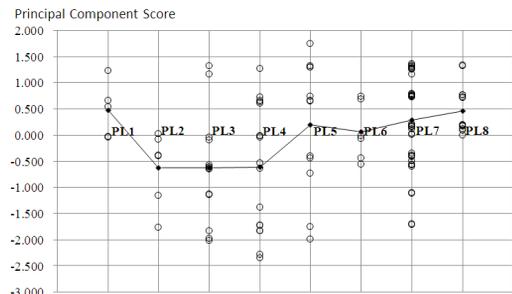


Figure 4. PCS by bus line type(Component 3)

값을 나타내고 있다. 이는 노선운영에 있어 도심통과, 종합대학 및 병원 등을 경유하면서 승객이 많고, 거주자가 밀집한 지역을 운행하고 있으며, 또한 시내버스가 주 이동수단이 되는 교통약자 밀집도가 높은 거주지를 모두 경유하고 있어 PL1 그룹으로 분류되었다고 할 수 있다.

이 그룹의 노선들은 장기적으로 잠재수요를 수용할 수 있도록 일부 노선에 대해 운행대수를 늘려 배차간격 축소, 운행횟수 증대 등 시내버스 노선 서비스 제공수준을 높임에 따라 더 많은 이용승객을 확보해야 할 것으로 판단된다. 또한 좌석버스, 심야버스 등 시내버스 운행 유

9) 동일한 시내버스 노선유형이라 하더라도 분산이 크기 때문에 PCS 평균값이 대표성을 갖기는 어렵다고 할 수 있으나, 본 연구에서는 노선 서비스 수준을 결정하는 방법을 제시하는 것이 목적이므로 평균값만을 이용하여 버스노선의 유형별 개선방안을 제시하였다.

형을 다양화를 통해 잠재수요 확보를 위한 노력을 지속적으로 해야 할 것으로 판단된다.

PL2 그룹의 노선들은 공공성이 없는 즉, 교통약자를 배려하는 수준이 다소 저조한 노선그룹으로 교통약자를 위한 노선 서비스 증대가 필요하고, 노선경로와 관련된 주성분의 PCS가 부(-)로 나타나 노선개편 또한 필요한 것으로 나타났다. 이들 노선의 경우는 교통약자 편의를 위해 교통약자 밀집 거주지와 도심 등을 연계할 수 있도록 노선경로를 일부 조정할 필요가 있을 것이다.

PL3과 PL4 그룹 노선의 경우는 시내버스 이용승객 밀집지역을 통과하지 않아 수익성이 부족한 것으로 분류된 노선이고 노선경로 또한 PCS가 부(-)로 나타나 노선조정이 필요한 것으로 나타났다. 이들 그룹의 노선은 승객수는 적으나, 거주인구가 밀집된 지역을 경유하고 있어 장기적으로 버스전용차로 등 버스우선정책을 시행하고 차량고급화 등을 통해 시내버스 이용환경을 개선하여 승객이 시내버스로 수단전환 할 수 있는 환경 조성도 동시에 추진해야 할 것으로 판단된다.

PL5 노선그룹의 경우는 도시외곽지와 도심을 연결하거나, 도시철도가 경유하지 않아 버스가 유일한 대중교통 수단이 되는 지역(영도 등)을 운행하는 그룹으로, 현재 시내버스 이용승객은 적절한 것으로 나타났다. 그러나, 거주인구 밀집도가 낮은 지역을 운행하고 있는 노선으로 이들 노선의 경우는 해당지역의 여건변화가 크지 않으면 거주인구 감소로 인해 장기적으로는 이용승객 창출이 어려울 것으로 판단된다. 따라서, 노선의 통폐합 조정 등을 통해 시내버스 노선 서비스 수준 유지를 위한 노력이 지속적으로 필요하다.

PL6과 PL8의 경우는 모든 주성분에서 PCS 평균값이 정(+)의 값에 치우쳐 있으나, 수익성과 잠재성을 확보하지 못해 시내버스 이용수요가 매우 저조한 지역을 운행하고 있는 노선으로 분류되었다. 따라서, 이들 그룹의 노선은 서비스가 과잉 공급되고 있어 버스 운행대수를 줄임과 동시에 노선개편 등을 통해 보다 효율적인 버스 운영 방안을 마련할 필요가 있는 것으로 판단된다.

특히, PL6 그룹 노선의 경우는 교통약자가 밀집한 지역을 경유하는 노선이지만, 도시외곽이나 도시철도 미운행 구간을 운행하고 있는 PL5 그룹과 경합하는 노선으로 PL5 그룹과의 통폐합 또는 PL5 그룹과 환승·연계하는 노선조정이 필요할 것으로 판단된다.

PL7 그룹에 해당하는 노선은 노선수가 39개로 부산에서 운행하고 있는 시내버스 노선의 가장 많은 비중을

차지하고 있었다. 이들 노선은 도심 연계 등으로 이용승객 밀집지역을 운행함에 따라 현재의 수익성은 보장되고 할 수 있으나, 장기적으로는 거주인구수의 부족 등 잠재성이 저조하여 지속적인 모니터링을 통해 노선관리가 필요한 것으로 나타났다.

또한, 공공성의 취약점을 보완하기 위해서는 PL4 그룹의 노선조정을 통해 PL7 그룹과의 환승·연계 체계를 구축하여 노선보완책을 마련해야 할 것으로 판단된다.

V. 결론

본 연구에서는 시내버스 준공영제 시행에 따라 버스 서비스에 대한 공공 개입이 불가피해지면서 지방자치단체의 재정 부담 증가로 인한 지속적인 시내버스 노선 서비스 제공의 애로사항을 인지하고, 시내버스 준공영제 제도 아래에서 보다 효율적으로 시내버스 노선 서비스 수준을 결정할 수 있는 방법을 제시하였다.

본 연구에서 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 시내버스 노선 평가는 현재의 수익성(Profitability)과 잠재 시내버스 노선 서비스 제공가능성인 잠재성(Potentiality)을 고려해야 하며, 특히, 시내버스 준공영제 시행에 따른 공공 개입이 불가피해짐에 따라 공공성(Publicity) 측면도 동시에 고려해야 함을 제시하였다.

둘째, 시내버스 노선의 수익성, 잠재성, 공공성 평가 기준을 부산에서 운행되고 있는 113개 시내버스 노선을 대상으로 제시하였고, 이들 노선을 PL1-PL8의 8가지 유형으로 분류할 수 있었다.

셋째, 부산에서 운행되고 있는 113개 노선에 대해 노선연장, 도심통과 유무, 좌석버스 운행 여부 등 9가지 실행지표를 살펴보고, 이들 지표를 PCA를 행함으로써 3가지 지표로 축약하여 설명할 수 있었다.

마지막으로, 이들 3가지 지표에 대한 각 노선별 PCS를 산출하여, PL1-PL8의 시내버스 8개 유형과 비교·검토함으로써 노선별 특성에 따른 개선방안을 보다 상세히 제시할 수 있었다.

본 연구는 시내버스의 수단특성과 시내버스 준공영제의 공공적 특성을 동시에 반영하여 시내버스 운행 개선 방안을 제시한 연구라는 점에서 의의가 있다고 하겠다. 또한, 수익성, 잠재성, 공공성 3가지 특성에 따라 노선의 유형을 분류하고 이를 각 개별 노선특성과 비교분석함으로써 보다 실질적인 시내버스 노선 운행 개선방안을 도

출한 점에서 의의가 있는 연구라 할 수 있다.

그러나, 본 연구의 범위를 부산에서 운행되고 있는 시내버스 노선으로 한정함에 따라, 시경계를 운행하고 있는 노선의 운행형태는 분석하지 않았고, 특히, 시내버스 준공영제를 시행하고 있는 타도시의 운행형태를 분석하지 않아 보다 일반적인 형태의 분석방법을 모델화하기에는 한계가 따른다. 따라서, 시내버스 준공영제를 운영하고 있는 모든 도시에서 적용될 수 있는 모델로 일반성을 높이기 위해서는 향후 시내버스 준공영제 시행 타도시를 대상으로 모델을 적용해 보고 더욱 종합적이고 다각적인 측면에서의 분석이 필요할 것으로 판단된다.

또한, 본 연구에서는 데이터 수집의 한계로 인하여 노선특성 분류를 보다 현실적으로 하지는 못하였다. 특히, 노선 서비스가 포함하는 인구의 범위를 측정함에 있어 인구분포를 보다 세부적으로 분류하지 못해 현실과는 다소 오차가 발생할 수 있다고 판단된다. 따라서, 향후에는 보다 현실적 범위에서 데이터 수집을 행하여 논문의 완성도를 높이는 노력이 필요할 것으로 판단된다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by a 2-year Research Grant of Pusan National University.

REFERENCES

Han J. H., Lee S. J., Kim J. H. (2005), Development of Analysis and Evaluation Model for a Bus Transit Route Network Design, J. Korean Soc. Transp., Vol.23, No.2, Korean Society of Transportation, pp.161-172.

Lee S. Y., Park K. A. (2003), Quantitative Evaluation Indicators for the City Bus Route Network, J. Korean Soc. Transp., Vol.21, No.4, Korean Society of Transportation, pp.29-44.

Rhee S. M., Hwang Z. H. (2005), Comparative Effect Analysis of Rerouting of Bus Networks, Journal of the Korea Planners Association, Vol.40, No.4, pp.135-146.

Seoul Development Institute (2011), Establishment and Expansion of the Role in the Transport Sector for Sustainable Welfare.

Song K. W., Jung H. Y., Lee J. S. (2008), Study on Local Bus Service After Bus Route Reform in Busan, J. Korean Soc. Transp., Vol.26, No.3, Korean Society of Transportation, pp.41-51.

Sugio K., Isobe T., Takeuchi D. (1999), Proposition of Desirable Management Policies by Various Bus-routes Types Considering Characteristics of Both Business and Public Enterprise(Using gaps Between Potential and Actual Stages as Key Concept, Journal of Japan Society of Civil Engineers, No.16, pp.785-792.

Yang S. K., Chang H. B. (2012), Evaluation of Bus Routes Network Considering Accessibility and Equity(The Case of the Metropolitan Daejeon), Journal of the Korea Planners Association, Vol.47, No.2, pp.133-143.

- ☞ 주 작 성 자 : 이상용
- ☞ 교 신 저 자 : 이상용
- ☞ 논문투고일 : 2013. 4. 15
- ☞ 논문심사일 : 2013. 5. 9 (1차)
- 2013. 5. 28 (2차)
- 2013. 6. 11 (3차)
- 2013. 6. 19 (4차)
- ☞ 심사판정일 : 2013. 6. 19
- ☞ 반론접수기한 : 2013. 12. 31
- ☞ 3인 익명 심사필
- ☞ 1인 abstract 교정필