농촌계획
Vol. 14, No. 3, 2008 (27-36)

고령화사회의 DRT(Demand Responsive Transit)시스템 도입방안에 관한 연구 - 김해시를 중심으로 -

오윤표 • 김재열
동아대학교 도시계획 • 조경학부

A Study on DRT System Introduction for Aging Society : A Case Study on Kimhae City

Oh, Yun-Pyo • Kim, Jae-Youl
Dept. of Urban Planning & Landscape Architect, Dong-A University

ABSTRACT : Rapid increase of aging population and progressed migration from rural areas to urban areas have caused deficit of bus routes in local cities. This increasing burden of operation deficit affects the movement strategy of the transportation vulnerable who are using buses. Along with dramatically increased aging in Korea, there is an urgent need to implement a new method which can guarantee mobility rights of public transportation especially for the elderly. This study focuses on the case of Demand Responsive Transit(DRT) system that has been operating in America, Europe, Japan, etc. Kimhae(Sangdong-myeon and Saengnim-myeon) is selected as a study area. This study investigated the possibility of adopting DRT system on the perspectives of the consumer and provider by the analysis of traffic condition such as the number of transportation vehicles, present bus service and regulation and conduct of questionnaire survey which includes present bus service and DRT system and so on. In conclusion, DRT system in Kimhae city will reduce transport cost, increase affordability through the betterment of service level and secure mobility rights for the transportation vulnerable.

Key words : Affordability, Aging society, DRT(Demand Responsive Transit) system, Local cities, Movability, Transportation Vulnerable

I. 서 론

현재 우리나라의 고령화 속도는 의료기술의 발달과 생활환경의 개선 등으로 인해 다른 어느 나라보다도 빠르며, 저출산에 의해 더욱 빠른 속도로 진행되고 있어 심각한 사회문제가 될 것으로 전망되고 있다. 이러한 급격한 고령화와 함께 2005년도에 「교통약자의 이동편의 증진법」이 제정됨에 따라 교통약자의 이동권 보장에 대한 관심이 고조되고 있다. 따라서 우리나라는 선진국에 비해 고령사회에 대비하는 기간이 충분하지 않기 때문에 선진국의 경험을 모델 삼아 고령사회에 대한 대책을 시급히 마련할 필요가 있다.

Corresponding author : Oh, Yun-Pyo
Tel. : 051-200-7668
E-mail : ypoh@dau.ac.kr

고령자들에게 있어서 이동은 사회에 대한 소속감을 느끼는 기회이며, 삶의 질을 가늠하는 척도가 되기 때문에 자유로운 이동자체가 고령사회 복지의 출발이라 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 우리나라의 복지정책에서는 고령자의 교통문제를 노인교통수당 지급, 지하철 무임승차권 지급, 철도요금 할인 등의 소극적인 방법으로 대처해 왔다. 특히, 버스가 유일한 교통수단인 지방 중소도시의 농어촌지역에서는 이러한 혜택조차 받을 수 없으며, 버스산업의 수익성마저 저하되고 있어 교통약자의 이동권 확보가 어려운 실정이다.

대도시에 비해 상대적으로 수송수요가 적은 지방 중소도시의 버스업체는 채산성 악화, 서비스수준 저하, 이용객 감소라는 악순환을 거듭하고 있다. 또한 비합리적인 버스노선 조정에 따른 장거리 • 장시간 • 굴곡노선의 증가로 노선의 효율성이 저하되어 이용객 감소는 물론

채산성 악화를 초래하고 있다. 이에 대한 방안으로 정부와 지방자치단체에서는 버스업체에 막대한 재정지원을 하고 있으나, 문제는 해결되지 않고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 선진국에서 시행 중인 DRT시스템을 도입하여 공급자 중심의 서비스에서 이용자 중심의 서비스로 전환이 필요하다.

따라서 본 연구는 노령화율이 높고 긴 배차간격으로 인해 버스이용에 불편을 겪고 있는 김해시의 상동면과 생림면을 대상지역으로 이용자측면과 공급자측면에서 DRT시스템의 도입가능성을 분석하여 효율적이고 합리적인 도입방안을 제시함을 연구목적으로 하였다.

II. DRT시스템

1. 정 의

DRT시스템은 정시 · 정규 노선을 운행하는 버스와 택시의 중간에 위치한 대중교통서비스[1]로서 대중교통수단의 장점(저렴한 통행요금)과 개인교통수단의 장점(Door-to-door의 편리한 승 · 하차, 신속성)을 혼합시킨 준대중교통수단(para-transit)으로 볼 수 있다.

2. 특 성

DRT시스템은 택시와 버스의 중간에 위치한 교통기관으로서 수요의 밀도가 낮은 농어촌지역의 운행에 적합하다고 평가되고 있다. DRT시스템의 특성은 한마디로 말해서 운행지역의 여건에 따라 그 종류가 다양하다는 것이며, 버스운행계획의 요소인 노선, 운행표, 버스정류소의 일부나 전부를 이용자의 수요에 따라 변화시킬 수 있다. 이러한 DRT시스템은 어디에서나 적용할 수 있는 것은 아니다. 수요가 많은 대도시에서는 현재와 같은 노선버스가 효율적이고, 수요가 거의 없는 과소지역에서는 택시와 같은 개별운송이 효율적이다.

DRT시스템의 종류 중 대표적인 것으로는

① 정해진 노선은 있지만 수요에 따라서 우회 또는 노선을 연장하여 운행하는 형태
(일본 이와테현 시즈쿠이시쵸 あねっこ버스 등)

② 노선을 정하지 않고 수요가 있는 지점만을 운행하는 형태
(일본 후쿠시마현 오타카쵸 e-まち택시 등)

등이 있다.[2]

DRT시스템은 대부분 전화예약에 의해서 이루어지기 때문에 이러한 예약과 배차를 담당하는 곳을 필요로 한다. 하지만 단순한 노선을 운행하는 경우는 버스정류장의 버튼을 눌러 예약을 하는 곳도 있다.

3. 최근 동향

미국에서의 DRT시스템에 대한 관심은 1960년대에 들어 UMTA(Urban Mass Transportation Administration)에서 시범운행을 지원하면서였다. 그 이후부터 DRT시스템의 서비스 시장이 넓어지고 있으며, 교외지역을 담당하기에 가장 적합한 시스템으로 평가 되고 있다.

유럽에서는 특히 1996년 SAMPO(Systems for Advanced Management of Public Transport Operations) 프로젝트를 통해 EU가맹국 중 6개 국가를 대상으로 텔레메틱스(Telematics)시스템을 이용한 DRT시스템의 가능성과 효율성을 평가하였다.

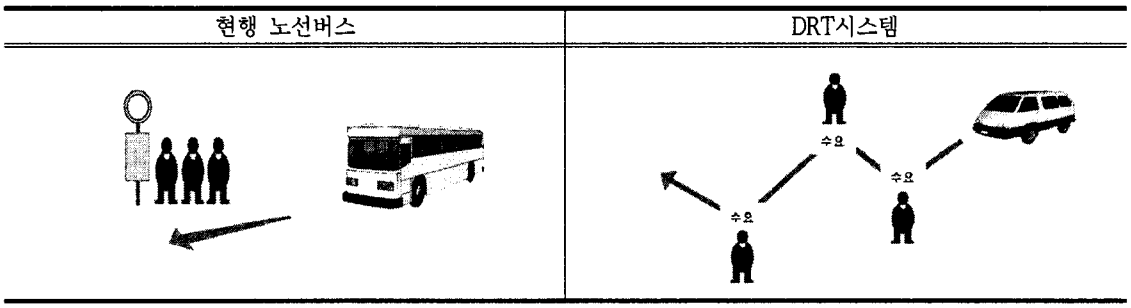

Figure 1 현행 노선버스와 DRT시스템 비교.

또한 일본에서는 2000년부터 「Demand Bus」라는 이름으로 버스가 운행되기 시작하여 전국적으로 확대되고 있다. 일본에서 시행되고 있는 「Demand Bus」는 승객의 호출에 의해 버스가 승객이 있는 장소로 가서 승 · 하차 시키는 합승버스 운행시스템이다. 일반적인 정규노선버스는 일정하게 정해진 정류소, 정해진 스케줄로 승객을 승 · 하차 시키지만, 「Demand Bus」에서는 정해진 정류소와 스케줄이 없다.[3] 또한 ITS(Intelligent Transport Systems)와 같은 정보기술 등을 활용하여 시간

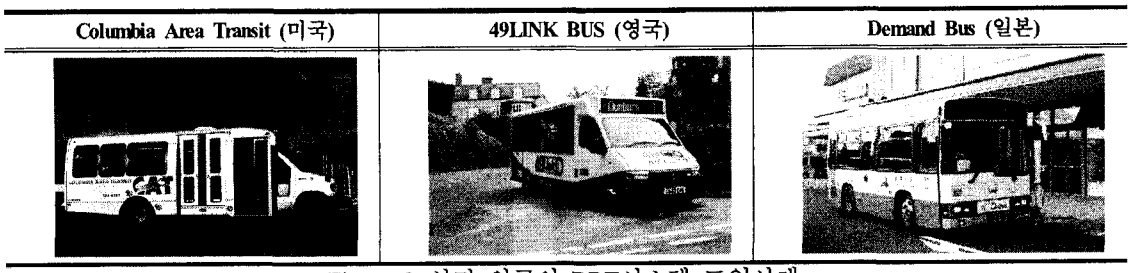

Figure 2 선진 외국의 DRT시스템 도입사례.

적 제약이 있는 이용자도 이용할 수 있도록 개발하여 시험운행 중인 지역도 있다. 그러나 현재까지 우리나라에서는 기존의 버스시스템을 대체할 수 있는 DRT시스템을 적용한 사례는 아직 없으며, 이에 대한 연구 또한 없는 실정이다.

III. DRT시스템 도입 가능성 분석

1. 대상지 선정

대상지는 각 읍·면지역의 2006년 노령화율[4]과 1일 평균 버스 운행횟수를 기초로 하여 선정하였다. 신도시 개발 중인 김해시내의 진영읍과 장유면을 제외한 지역의 2006년 노령화율은 13%를 상회하는 것으로 나타나 고령자의 이동편의 대책이 필요하다. 또한 그 중 생림면, 상동면, 대동면의 1일 평균 운행횟수는 30회 이하로 버스 이용에 큰 어려움을 겪고 있다. 그러나 대동면은 「2020 김해도시기본계획」에서 도시공간구조상 중부 중생활권에 포함되므로 같은 북부 중생활권에 포함되는 상동면과 생림면만을 대상지역으로 설정하였다.

2. 관련지표 현황

김해시의 인구는 2000년 347,070명에서 2005년 448,796명으로 연평균 5.86% 증가하고 있으며, 가구수는 산업화와 핵가족화로 인해 연평균 7.69% 증가하고 있다. 그리고 급격한 고령화 추세에 따라 65세 이상 인구는 연평균 9.06% 증가하고 있다. 학생수와 고용자수는 각각 8.45%와 8.20%의 연평균 증가율을 보이고 있다. 자동차 보유대수는 연평균 12.01% 증가하고 있으며, 그 중 승용차가 연평균 15.70%로 높은 증가율을 보이고 있다. 이는 시민들이 편리성 때문에 승용차를 선호하고 있어 교통혼잡에 따른 경제적 손실을 초래할 뿐만 아니라 상대적으로 시내버스 이용객을 감소시켜 버스의 경쟁력을 상실시키고 있다. 또한 택시수도 연평균 6.03%로 증가하고 있으며, 2010년에는 부산-김해 경전철이 완공 될 예정으로 버스의 경쟁력은 더욱 악화될 것이다.

3. 버스 운행 현황

김해시 버스의 일평균 운행횟수는 간선버스 59회, 광역버스 40.3회, 농어촌버스 11.1회, 공영버스 7.8회를 운행하고 있으며, 농어촌버스와 공영버스의 운행횟수는 현저히 적다. 기·종점 간 평균 왕복운행거리는 간선버스 29.2㎞, 광역버스 59.5㎞, 농어촌버스 46.4㎞, 공영버스 44.9㎞를 운행하고 있으며, 8번 광역버스는 90.8㎞의 가장 긴 왕복운행거리를 운행하고 있다. 평균 왕복운행시간은 간선버스 93.0분, 광역버스 174.3분, 농어촌버스 105.6분, 공영버스 115.0분이다. 일평균 운행횟수는 간선버스 59대, 광역버스 40.3대, 농어촌버스 11.1대, 공영버

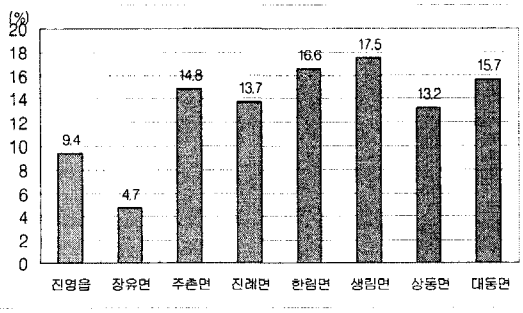

Figure 3 김해시 읍·면지역 노령화율 (2006년).

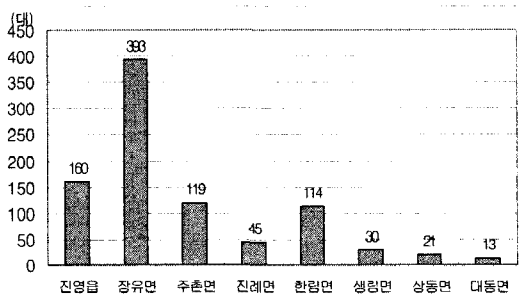

Figure 4 김해시 읍·면지역 1일 평균 버스 운행횟수.

스 7.81대이며, 농어촌버스와 공영버스의 일평균 운행횟수는 상당히 적아서 버스 이용시 불편을 느끼고 있다. 또한 간선버스와 광역버스의 배차간격은 1시간 이상이 29.4%이지만, 농어촌버스와 공영버스의 경우는 2시간 이상이 60.9%로 많은 노선들의 배차간격이 긴 것을 알 수 있다.

4. DRT시스템 도입에 대한 의식조사

대상지역의 DRT시스템 도입에 대한 이용자의 의식조사를 위해 「건설교통부 교통조사지침」 중 개인통행실태조사의 최소 유효 표본율을 적용하였고, 2007년 8월 20일 예비조사로서 상동면과 생림면을 방문하여 30명의 인터뷰와 설문조사를 실시하였다. 그리고 본 조사는 예비조사를 통해 수정 · 보완된 설문지를 이용하여 실시하였다. 2007년 8월 28일~29일 본 조사시 설문지와 DRT시스템에 대한 참고자료를 상동면과 생림면의 지역주민 405명에게 직접 배부 · 회수하고, 설문의 어려움이 있는 고령자의 경우 직접 면접조사를 실시하였다. 상동면 163명, 생림면 180명의 최소 유효 표본수를 상회하도록 상동면 191부, 생림면 214부를 회수하여 분석하였다.

우선, DRT시스템에 대한 도입 희망여부를 묻는 질문에서 상동면은 '매우 희망한다' 19.9%, '희망 한다' 40.3%, 생림면은 '매우 희망한다' 15.4%, '희망한다' 45.3%로 DRT시스템 도입에 대해 2개 지역 모두 60% 이상이 희망하는 것으로 나타났다. 또한 DRT시스템에 대한 이해가 부족함에도 희망한다는 응답이 많은 것은 현재 버스 이용에 많은 불편을 겪고 있는 것이 그 원인이라고 판단된다.

다음으로, DRT시스템 도입시 이용여부를 묻는 질문으로 상동면은 '이용하고 싶다' 34.6%, '조건을 보고 이용하고 싶다' 50.8%, 생림면은 '이용하고 싶다' 33.6%, '조건을 보고 이용하고 싶다' 49.5%가 응답했다. 현재 우리나라 버스에 DRT시스템이 도입된 곳이 없어 인식이 부족하다는 점과 두 대상지역 모두 조건을 보고 이용하고 싶다고 응답이 약 50%로 나타난 점을 고려해 볼 때 DRT시스템 도입시 지역주민의 의견수렴과 홍보가 중요할 것으로 보인다.

5. DRT시스템 도입 가능성 검토

가. 이용자 측면

1) 서비스 만족도 향상

대상지역의 현재 버스이용 만족도를 분석한 결과 배차간격에 대한 만족도가 다른 항목에 비해 상당히 낮은 것으로 나타났으며, 시 교통행정과에는 배차간격에 대한 민원이 계속 접수되고 있다. 이러한 읍 · 면지역을 운행하는 버스의 배차간격문제는 현재의 버스 운행시스템으로 해결되기 어렵다. 현재 김해시를 운행 중인 전체 버스노선이 적자노선이며, 대상지역을 운행하는 버스의 평균 적자율이 50%를 넘고 있기 때문에 일일 운행횟수를 늘리는 것은 버스업체의 경영수지를 더욱 악화 시킬 것이다. 따라서 배차간격에 대한 문제는 DRT시스템을 도입하여 차량을 소형화하고, 승객의 수요에 따라 운행하여 불필요한 운행거리를 줄인다면 현재보다 낮은 운송비용으로도 편리하게 버스를 이용할 수 있다. 이를 통해 버스에 대한 서비스 만족도가 향상된다면 버스 이용자 증가와 함께 버스업체의 경영수지 개선으로 이어질 것이다.

2) 교통약자에 대한 이동대책 확보

2004년부터 교통약자에 대한 이동대책으로 도입된 김해시의 휠체어택시는 연평균 6,000건 이상의 운행실적에도 불구하고 리프트 장착차량 2대와 리프트 미장착차량

Table 1 도입 희망여부

	매우 희망한다	희망한다	그저 그렇다	희망하지 않는다	전혀 희망하지 않는다	합계(%)
상동면	19.9	40.3	29.3	9.4	1.0	100.0
생림면	15.4	45.3	31.8	6.1	1.4	100.0

Table 2 도입시 이용여부

	이용하고 싶다	조건을 보고 이용하고 싶다	모르겠다	이용하고 싶지 않다	합계(%)
상동면	34.6	50.8	6.3	8.4	100.0
생림면	33.6	49.5	9.3	7.5	100.0

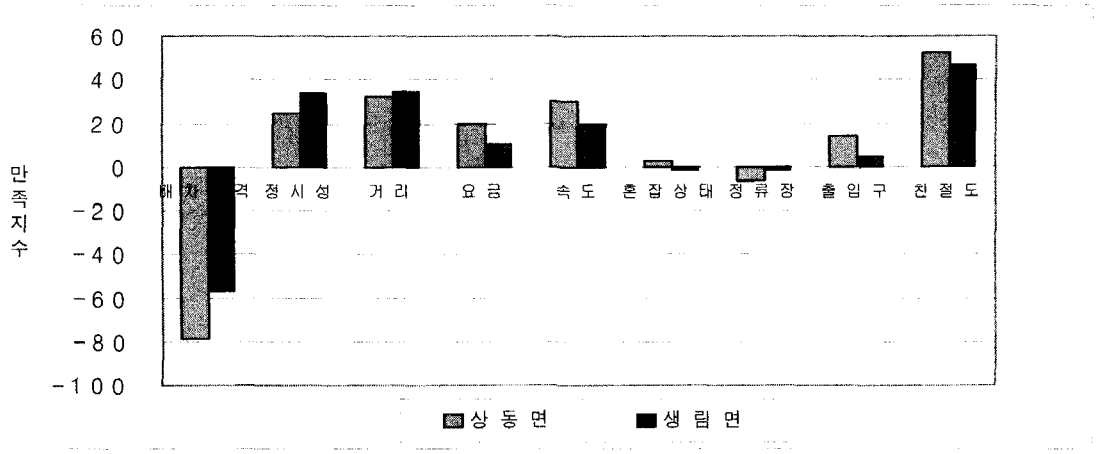

Figure 5 상동면 · 생림면의 버스이용 만족지수

1대로 운영 중에 있다. 하지만 김해시 휠체어택시는 2006년부터 운행을 시작하여 현재 60대가 운행 중인 부산시의 두리발과 비교해 보면 수적으로 열악한 실정이다.

또한 수적 부족뿐만 아니라 이용시간과 이용횟수에 있어서도 대도시인 부산시와 달리 제한을 받고 있으며, 시 외곽지역의 경우 예약자체가 어려워 김해시 읍 · 면지역 교통약자들의 이동권 보장은 어려운 현실이다. 이러한 읍 · 면지역에 DRT시스템을 도입하고, 이용자를 일반 교통약자와 휠체어를 이용하는 교통약자로 분류하여 서비스를 제공한다면 보다 효율적으로 교통약자의 이동권을 보장할 수 있을 것이다.

나. 공급자 측면

1) 버스업체의 경영수지 개선

현재 김해시에 운행 중인 버스는 전노선이 적자를 면치 못하고 있으며, 심각한 곳은 70% 이상의 적자율을 나타내고 있는 현실이다. 김해시 버스업체와 같이 전노선에 적자가 발생하여 경영관리측면에서 불합리한 점이 많을 경우 경영관리의 철저한 분석을 통해서 비효율적인 요소를 제거하도록 노력해야 한다. 일반적으로 표준운송원가를 낮추기 위한 방안으로는 판매 및 일반관리비 절감, 인건비 절감, 연료비 절감 등이 있으나, 김해시의 경우 그 중 표준운송원가에서 차지하는 비율이 가장 높은 운전직의 인건비(30% 이상)와 변동비의 연료비(25% 이

Table 3 부산시와 김해시 휠체어택시 비교

<table>
<tr><th>구 분</th><th>부산시 휠체어택시 (두리발)</th><th>김해시 휠체어택시</th></tr>
<tr><td>운영 주체</td><td>부산시 택시운송사업조합 위탁 · 관리</td><td>김해시 장애인종합복지관 위탁 · 관리 (가야대학교 운영)</td></tr>
<tr><td>운영 차량</td><td>리프트 장착차량 60대
(9인승 스타렉스)</td><td>리프트 장착차량 2대 (9인승 스타렉스, 10인승 이스타나)
리프트 미장착차량 1대 (다마스)</td></tr>
<tr><td>이용 대상</td><td>1 · 2급 중증장애인, 65세 이상 거동 불편자
일시적 휠체어 이용자</td><td>김해시민 중 중증장애인, 65세 이상 거동 불편자,
국민기초 생활수급권자</td></tr>
<tr><td>이용 시간</td><td>24시간 운영</td><td>월~금 09:00~18:00, 토요일 09:00~13:00</td></tr>
<tr><td>이용 요금</td><td>5km까지 1,800원
(422m당 100원, 102초당 100원)
※ 야간에도 동일요금 적용
현재 중형택시요금의 40%</td><td>• 장애인복지법에 의해 이용료 면제 대상자는 이용료 면제
<table>
<tr><th>거 리</th><th>이용 시간</th><th>요 금</th></tr>
<tr><td rowspan="2">왕복40km 이내</td><td>3시간미만</td><td>3,000원</td></tr>
<tr><td>3~5시간</td><td>5,000원</td></tr>
<tr><td rowspan="2">왕복80km 이내</td><td>3시간미만</td><td>5,000원</td></tr>
<tr><td>3~5시간</td><td>7,000원</td></tr>
<tr><td>왕복100km 이내</td><td>5시간이상</td><td>10,000원</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>이용 방법</td><td>• 전화 예약 : 1 · 2급 중증장애인 일주일 전부터 예약 가능
• 인터넷 예약 : 하루 전 예약 가능</td><td>전화 또는 내방상담 → 신규 등록 → 3~4일전 사전 예약
※ 주2회만 이용가능</td></tr>
</table>

출처 : 부산시 두리발 홈페이지(http://www.duribal.co.kr)
김해시 장애인종합복지관 홈페이지(http://www.ghrehab.or.kr)

상)를 감소시켰을 때 효과가 클 것으로 보인다. 하지만 운전직의 인건비 절감에는 한계가 있으므로 연료비를 절감시킬 수 있는 방안을 찾아야 한다. 현재의 여건에서 연료비를 절감시킬 수 있는 방안은 운행거리를 감소시키거나 연비가 높은 차량으로 소형화하는 방안뿐이다. 이에 대한 방안으로 우선 동지역과 읍·면지역 사이에 환승센터를 설치하고 노선체계를 지선과 간선으로 이원화하여 수요가 있는 지역만을 운행한다면, 읍·면지역을 운행하는 버스의 운행거리가 감소될 것이다. 또한 현재의 45인승 버스를 소형화하여 운행한다면 연비가 향상되어 연료비가 더욱 절감될 수 있을 것이다.

Table 4 김해시 버스별 평균 연비

구 분	김해시 휠체어택시 (9인승 스타렉스)	중형버스 (35인승)		일반버스 (45인승)	
	경 유	경 유	CNG	경 유	CNG
평균 연비 (km/ l)	6.7	3.3	2.8	2.8	2.6

출처 : 김해시, 시내버스 준공영제 도입을 위한 연구, 2008, p114
김해시 장애인종합복지관 내부자료(2007년)

2) 공영버스 운행상 문제점 개선

현재 김해시는 채산성이 매우 낮아 버스업체에서 버스를 운행하기 힘든 상동면 · 진례면 · 대동면 · 진영면 지역주민의 이동권 확보를 위해 총 6대의 공영버스를 운행하고 있다. 운행 중인 공영버스는 시에서 대당 6,500만원의 예산으로 버스를 구입하고, (주)동부교통에 위탁 · 운영되고 있다. 채산성이 매우 낮은 공영버스는 이용자가 없음에도 주민들의 무리한 요구에 의해서 노선을 배정하다보니 굴곡노선이 되게 되고, 채산성은 더욱 떨어지고 있다. 이러한 지역에 DRT시스템을 도입하여 하나의 읍 · 면지역 전체만을 서비스 대상지역으로 설정한다면 버스의 정규 노선이 없어져 주민들의 민원이 감소할 것이다. 또한 평균 적자율이 60%가 넘는 현재 공영버스의 운행을 DRT시스템으로 전환한다면 일부 지역에 운행 중인 공영버스의 예산을 추가로 확보하지 않아도 될 것이다.

3) 준공영제 도입에 따른 문제점 개선

김해시에서는 시의 외연적 확대에 따른 노선운행범위 확대와 경전철 건설에 따른 버스경쟁력을 확보하기 위하여 준공영제 도입을 추진하고 있다. 준공영제 추진 목표는 준공영제를 도입함으로서 이용자에게는 안정적인 서비스 제공하고, 업체에게는 운영의 효율성을 향상시키는 것이다. 서울시의 경우 예비 준비 5년, 본격 준비 2년의 장기간에 걸쳐 준공영제 도입을 치밀하게 검토, 준비함으로써 비교적 성공적이라는 평가를 받고 있다. 하지만 부산, 대전, 대구, 광주 등에서는 과다한 재정보조금 문제를 비롯하여 서비스 개선효과 미비, 업체의 원가절감 노력 부재 등의 문제가 나타나고 있다. 준공영제 시행에 따라 재정보조금의 규모가 엄청나게 증가함에도 불구하고 비용절감을 위한 효율성 추구보다는 서비스 공급의 안정성 확보에만 치중하여 재정 부담을 더욱 가중시키고 있다.

김해시에 준공영제가 시행될 경우 2012년에는 169억원의 재정보조금이 예상되어 재정 부담이 클 것이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 김해시는 준공영제 시행에 앞서 DRT시스템을 도입을 검토해야 한다. 채산성이 낮은 읍 · 면지역에 이용자의 수요에 따라 운행하는 DRT시스템이 도입된다면 버스의 비용절감을 통한 효율성 향상은 물론 서비스 공급의 안정성을 확보할 수 있다. 또한 DRT시스템 도입 후 성과에 대한 평가를 통해 준공영제 시행 여부와 시기에 대해 재검토할 수 있다.

Table 5 타 시도 준공영제 시행 후 재정보조금 증가현황

구 분	재정 보조금		
	2004년 하반기	2005년	2006년
서울시	700억원	2,200억원	2,800억원
대구시	-	200억원	550억원
대전시	-	110억원	270억원

출처 : 김해시, 시내버스 준공영제 도입을 위한 연구, 2008, p220

Table 6 향후 5년간 재정보조금 추정

(단위 : 백만원)

구 분	2007년	2008	2009	2010	2011	2012
현 체제 유지시	7,162	7,893	8,671	9,500	10,382	11,321
준공영제 시행시	9,128	11,075	13,074	14,552	15,687	16,891

출처 : 김해시, 시내버스 준공영제 도입을 위한 연구, 2008, p231

4) 교통약자의 이동편의 증진법 시행에 대한 대책

교통약자의 이동편의 증진법은 장애인·고령자·임산부 등 교통수단의 이용과 이동에 불편을 느끼고 있는 교통약자들이 안전하고 편리하게 이동할 수 있도록 교통수단·여객시설·도로에 이동편의시설을 확충하고 보행환경을 개선해 이들의 사회참여와 교통복지 증진에 이바지하는 것을 목적으로 하고 있다. 이 법에 따라 전국의 특별시·광역시·시·군(광역시 안에 소재하는 군 제외)을 포함하는 161개 지방자치단체에 특별교통수단과 저상버스 도입을

의무화하고, 교통약자 이동편의 증진계획을 수립하도록 하고 있다.

Table 7 교통약자의 이동편의 증진법 시행 내용

구 분	내 용
특별교통수단의 운행 대수	• 인구 100만 이상의 시 : 80대 • 인구 30만 이상 100만 미만의 시 : 50대 • 인구 10만 이상 30만 미만의 시 : 20대
저상버스 등의 운행 대수	• 특별시와 광역시 : 운행하고자 하는 버스 대수의 2분의 1 • 시와 군 : 운행하고자 하는 버스 대수의 3분의 1

출처 : 국토해양부, 교통약자의 이동편의 증진법 시행령 · 시행규칙

우선 특별교통수단 도입에 있어 김해시는 2006년 현재 인구가 453,728명으로 특별교통수단을 50대 도입을 의무화하고 있지만, 김해시 장애인종합복지관에 휠체어택시 3대를 위탁·운영하고 있어 교통약자들의 수요를 충족하기에는 부족한 실정이다. 운영에 있어서도 운수업체가 아닌 복지시설에서 운영하고 있어 이용시간 제한이 불가피하고 효율성이 낮다. 또한 재정여건이 열악한 김해시에서 법에 따라 50대의 특별교통수단이 도입되기까지는 상당한 시간이 소요 될 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 우선 DRT시스템 도입과 함께 김해시에서는 이동지원센터를 설치·운영하고, 운수업체에 휠체어택시의 운영을 맡겨 운영의 효율성을 향상시켜야 한다. 동지역의 교통약자에 대해서는 이동지원센터에서 차량을 배차하고, DRT시스템을 도입한 각 읍·면지역에서는 교통약자와 일반이용자로 이원화하여 예약을 접수받아 교통약자에게는 특별교통수단을 배차하도록 해야 한다. 이를 통해 특별교통수단 운영의 효율성이 향상됨으로서 보다 편리하고 많은 이용자가 이용할 수 있을 것이다.

다음으로 저상버스 도입에 있어서 현재 김해시 버스업체의 차량 보유현황을 고려할 때 60대 이상 도입해야 할 것으로 예상된다. 그러나 버스구입 비용을 비교해 볼 때, 운행하고자 하는 버스 대수의 1/3을 저상버스로 도입하려면 예산확보에 어려움이 있을 것이다. 또한 현재의 저상버스는 김해시 읍·면지역의 도로여건상 도로굴곡, 노폭, 노면, 경사로, 과속 방지턱 등의 문제로 인해 읍·면지역을 운행하기에는 부적당하다. 따라서 저상버스 운행이 가능한 동지역에는 우선 저상버스를 배치하고 읍·면지역에는 DRT시스템을 도입한다면, 빠른 시일 내에 김해시 전 지역의 교통약자에게 이동편의를 제공할 수 있는 방안이 될 것이다.

Table 8 버스 구입비용 비교

구 분	승합차 (12인승) - 현대 스타렉스	김해시 휠체어택시(9인승) - 현대 스타렉스)	일반버스 (45인승)		저상버스 (현대 NSAC-NF)
구입비용 (원)	18,850,000	33,000,000	76,944,130	94,345,636	190,322,720

출처 : 현대자동차 홈페이지 (http://www.hyundai-motor.com), (주)동부교통 내부자료

IV. DRT시스템 도입방안

1. 버스노선 개편

김해시 시내버스는 대중교통수단으로서의 공공성 확보와 버스업체의 이윤추구라는 상반된 목적을 충분히 고려하면서 버스노선을 개편해야 한다. 김해시의 버스노선은 버스업체의 이해관계와 일부 시민의 무리한 요구에 따라 굴곡노선과 중복노선문제가 심각하다. 이로 인해 버스노선의 효율성이 떨어지고 수익성이 낮은 읍·면지역에는 대중교통서비스 소외지역이 발생하고 있다. 그리고 버스노선망은 가로망 구조에 맞게 체계적으로 형성되어야 하나 김해시의 경우는 전체적인 가로망 구조를 고려하지 않은 채 개별노선의 수정·보완만 이루어져 왔다. 따라서 우선 버스노선체계를 간선과 지선기능의 위계에 따라 이원화하여 노선운영의 효율성을 극대화하면서 대중교통수단 간에 경쟁을 방지하고 상호보완적 수송체계를 구축하여 대중교통 이용을 활성화해야 한다. 또한 동지역과 읍·면지역 사이에 외곽 환승센터를 설치하여 동지역에서의 불필요한 버스 운행을 줄이고 외곽 환승센터에서 마을단위까지는 지선버스를 운행해야 한다.

2. DRT시스템 운행방식

가. 운행차량

대상지역인 상동면, 생림면은 동지역에 비해 지형이 험하여 저상버스가 운행하기 어려운 지역이며, 서비스를 구석구석까지 제공하기 위해서는 현재의 45인승 대형차량 보다는 기동성 있는 소형차량을 사용하는 것이 효율적이다. 예를 들면 서울시의 지선버스 중 마포04번, 성북05번, 성북15번 등의 버스는 도로가 협소하고 경사가 심한 지역의 특성에 맞게 일반 지선버스 보다 작은 승합차를 이용하고 있다. 따라서 김해시의 DRT시스템 도입시 서울시의 소형 지선버스 사례를 벤치마킹하여 차량 내부의 청결성과 쾌적성을 갖추고 차량의 색상도 각 읍·면

을 상징하는 색상으로 디자인하여 시민들에게 친밀감과 시인성을 주어야 한다. 출 · 퇴근, 등 · 하교 시간대의 첨두시간과 같이 수요가 많은 경우는 대형차량을 운행하고 수요가 적은 비첨두시간대에는 소형차량을 운행한다면 차량용량문제와 운송원가 절감문제를 해결할 수 있을 것이다.

나. 운행노선

기존의 읍 · 면지역 버스 운행방식은 정시 · 정규 노선을 운행하는 고정식으로 대중교통서비스 소외지역이 발생하게 되어 형평성의 원칙에 어긋나는 문제가 있었다. 이로 인해 시민들의 무리한 요구가 생기게 되고 이러한 요구에 의해서 운행노선이 결정되게 되면서 굴곡노선이 발생하게 되었다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 하나의 읍 · 면 전체를 서비스 대상지역으로 설정하고 수요에 따라 운행한다면 버스노선에 대한 민원문제가 해결될 것이다.

대상지역에는 지역주민의 통행행태와 효율성을 고려하여 many-to-many형의 수요응답형 서비스를 적용하였다. 또한 DRT시스템 도입시 희망하는 운행방식과 정류장 방식에 대한 설문조사에서 약 85~90% 정도가 고정 또는 반고정식을 희망하는 것으로 나타나 이에 대한 주민의 의견을 반영해야 할 것이다. Door-to-door과 같은 자유식(Full Demand bus 방식)은 배차 및 노선선택이 복잡하게 되어 시스템 도입시 초기 비용과 통신 등의 운영비용이 많이 드는 문제점이 있기 때문에 고정식이나 반고정식을 적용하는 것이 타당할 것으로 보인다.

다. 운행편수

현재 대상지역을 운행하는 버스노선별 1일 운행횟수는 6~14회로 배차간격이 상당히 길고, 읍 · 면별 1일 운행횟수는 상동면 21회, 생림면 30회로 상당히 적어서 지역주민들은 불편을 겪고 있다. DRT시스템 도입시 희망하는 운행편수에 대한 설문조사에서 '1시간당 2대'라는 응답이 상동면 37.2%, 생림면 34.6%로 가장 높게 나타났다. 따라서 1일 평균 30분 의 배차간격으로 오전 6시부터 오후 10시까지 운행하다면 배차간격에 대한 지역주민의 불만이 해결 될 것이다.

라. 예약방식

DRT시스템은 대부분의 경우 전화에 의해 예약이 이루어지며, 예약 시기는 일반적으로 이용객의 특성에 따라 운행 30분 전부터 2시간 전까지 예약을 받아 운행하고 있다. 대상지역의 DRT시스템 도입시 희망하는 예약시기에 대한 설문조사에서 상동면은 '1시간 전' 45.0%, '30분 전' 36.6%, 생림면은 '30분 전 47.2%', '1시간 전' 37.9%로 80% 이상이 30분 전 또는 1시간 전까지의 예약을 희망하는 것으로 나타났다.

DRT시스템의 경우 기존 버스시스템과 달리 예약에 대한 부담감을 가지고 있다. 따라서 기존의 전화, 인터넷, 휴대전화를 통한 예약방법을 보다 편리하게 하여 예약에 대한 부담감을 줄여주어야 한다. 예를 들면, 대상지역의 병원, 대형할인점, 은행, 복지시설, 면사무소 등 유동인구가 많은 곳에 버스운행 및 예약정보를 제공하여 바로 간단히 예약을 할 수 있는 시설을 설치 할 수 있다. 그리고 DRT시스템을 자주 이용하는 지역주민들은 등록제를 통하여 승객의 예약정보를 축적하고 편리하게 예약 할 수 있도록 할 수 있다. 현재 일본에서 판매되고 있는 예약 및 배차 소프트웨어의 비싼 가격과 대상지역의 현재 수요를 고려할 때, 도입 초기의 예약과 배차는 오퍼레이터의 수작업을 통해 받는 것이 적절할 것으로 보인다.

마. 요금체계

현재 대상지역을 운행하는 버스의 요금은 성인기준으로 현금 이용시 1,000원, 카드 이용 시 940원을 적용하고 있다. DRT시스템 도입시 적정요금에 대한 설문조사에서 현행 요금수준인 '1,000~1,500원'이 적정요금이라는 응답이 상동면 54.5%, 생림면 50.5%로 가장 높게 나타났다. 하지만 '500~1,000원'이 적정요금이라는 응답도 상동면 35.1%, 생림면 43.0%로 높게 나왔으나, 현재 김해시 버스 전노선이 적자라는 점을 고려할 때 '1,000~1,500원'의 요금을 적용하는 것이 타당할 것으로 보인다. 오후 10시 이후의 심야운행시 추가요금을 적용하는 방안도 고려해 볼 수 있다.

3. 서비스 수준 향상

오늘날에 있어 경영이 이루어지고 있는 모든 조직체는 서비스 수준을 향상시켜 고객만족을 주기 위하여 노력하고 있고 고객에게 만족을 주지 못하는 조직체는 존속하기 어렵다. 버스업체 역시 예외일 수 없으므로 승객의 이탈을 방지하기 위해서는 버스의 서비스수준을 향상에 노력해야한다.

우선, 버스로 승객을 끌어들이기 위해서는 승객들에게 안락하고 편안한 서비스를 제공하여 버스 서비스수준을 향상시켜야 한다. 따라서 시민들이 승용차 대신 버스를 선택할 수 있도록 버스안내체계를 개선하여 효율적인 버스정보시스템(BIS : Bus Information System) 개발 및 제공이 필요하다. 뿐만 아니라 버스정보시스템을 통하여

버스 이용자에게 교통상황정보, 지역 지도, 노선 안내, 환승 정보, 실시간 뉴스, 주변지역 정보, 긴급 상황 전달, 각종 광고 등의 정보를 제공할 수 있다. 특히, 상대적으로 BIS 설치율이 낮고 배차간격이 긴 읍·면지역에 BIS 설치율을 높여 다양한 정보와 정확한 교통정보를 제공하도록 노력해야 한다.

다음으로 버스운송사업의 다각화 방안을 마련하여 새로운 수익사업을 창출해야 한다. 그 방안으로 다양한 버스업체의 내·외부광고 사업과 자유로운 방식의 서비스 제공을 허용하는 것이다. 기존의 버스가 제공하는 기본적인 서비스의 범위만을 제공해서는 승용차 이용자까지 흡수할 수 없다. 따라서 버스업체가 다양한 서비스를 제공하는 버스를 적극적으로 발굴하여 운행한다면 버스업체의 수익성 제고에 기여할 수 있을 것으로 보인다. 예를 들면 심야 할증버스, 관광지 투어버스, 장애인 전용버스, 노약자 전용버스, 공단업체·학교와 계약을 체결하여 출·퇴근 전용버스나 등·하교 전용버스 등의 다양한 형태의 버스를 고려해 볼 수 있다.

V. 결 론

본 연구는 고령화율이 높고 긴 배차간격으로 불편을 겪고 있는 김해시의 상동면과 생림면을 대상으로 DRT시스템의 도입가능성을 이용자 측면과 공급자 측면에서 분석·고찰 하였다.

그 결과 우선 DRT시스템은 버스 이용자에 있어서 승객의 수요에 따라 운행하기 때문에 현재 버스이용 만족도에 가장 큰 문제가 되고 있는 배차간격 문제를 해결하여 서비스 만족도를 향상시킬 수 있다. 그리고 대도시에 비해 상대적으로 교통약자에 대한 이동대책이 열악한 김해시 읍·면지역에 DRT시스템을 도입하여 고령자를 포함한 교통약자를 위한 서비스를 제공한다면 보다 효율적으로 교통약자의 이동권을 보장할 수 있을 것이다.

또한 공급자 측면에서 버스업체는 DRT시스템을 통하여 버스의 운행거리를 감소시키고 연비가 높은 소형차량을 이용함으로서 연료비를 절감시켜 버스업체의 경영수지를 개선할 수 있다. 또 다른 공급자인 행정주체에 있어서는 공영버스 운행상 문제점과 준공영제 도입에 따른 문제점을 개선하고, 교통약자의 이동편의 증진법 시행에 대한 대책이 될 수 있다. 현재 김해시의 공영버스는 주민들의 무리한 요구에 의해서 굴곡노선으로 운행 중이지만, DRT시스템을 도입하여 하나의 읍·면지역 전체만을 서비스 대상지역으로 설정한다면 버스 노선에 대한 주민들의 민원이 감소할 것이며, 공영버스에 대한 예산을 추가로 확보하지 않아도 될 것이다. 또한 김해시는 준공영제 도입과 교통약자의 이동편의 증진법 시행에 따라 재정 부담이 가중될 것이기 때문에 비용절감을 위한 효율성에 주목한 DRT시스템이 필요하다.

우선 대상지역에 DRT시스템을 도입하기 위해서는 김해시의 2010년 경전철 완공과 함께 버스노선체계를 간선과 지선으로 이원화하고, 동지역과 읍·면지역 사이에 외곽 환승센터를 설치해야 한다. 그리고 DRT시스템 도입에 대한 주민들의 의사를 확인하고, 주민들의 합의를 거쳐 운행방식을 결정함으로서 지역밀착형 교통수단으로 계획하여야 할 것이다. 특히, 급격한 고령화에 따른 고령자수가 증가함에 따라 고령자가 예약할 경우를 충분히 고려하여 예약의 불편을 최소화하여야 한다.

현재 우리나라에는 DRT시스템을 대중교통수단에 적용한 사례가 없어 이에 대한 연구가 전무하며, 도입시 중요하게 고려 될 경제성 분석도 어려운 실정이다. 그러나 경제성 분석결과 현재와 같은 수준의 재정보조금이 필요하더라도 배차간격에 대한 불만을 해결하여 버스이용을 유도할 수 있다면 도입을 고려해 보아야 한다. 따라서 이러한 DRT시스템을 김해시 읍·면지역을 운행하는 기존 버스에 도입한다면 운송원가 절감과 서비스 수준 향상을 통해 버스업체의 채산성 향상과 고령자를 포함한 교통약자의 이동권 확보가 가능할 것이다.

이 논문은 2007학년도 동아대학교 학술연구비(공모과제)에 의하여 연구되었음

주1) 土肥徹, 高齢社会に対応した地域公共サービスに関する研究, 東京大学

주2) 元田 良孝·高嶋 裕一·宇佐美 誠史·金田 一真矢, DRT (デマンドバス) に関する幾つかの考察

주3) 坪内孝太, 新しいアルゴリズムによる実用的オンデマンドバスシステムの研究, 東京大学 卒業論文, 2005

주4) 노령화율 : 전체인구 중 65세 이상 고령인구 비율

참고문헌

1. 김해시, 2007, 2020년 김해도시기본계획, 92.
2. 김해시, 2007, 김해시 지방대중교통계획수립.
3. 김해시, 1994~2006, 김해시 통계연보.
4. 부산시, 2004~2006, 부산시 통계연보.
5. 김해시, 2008, 시내버스 준공영제 도입을 위한 연

구, 114, 220, 231.
6. Yun-Pyo OH, Se-Kyung OH, Jae-Youl KIM, A Study on DRT System Introduction for Aging Society:case study on Kimhea City, International Symposium on City Planning 2008, 937~948.
7. 건설교통부, 2006, 교통조사지침, 28.
8. 국토해양부, 교통약자의 이동편의 증진법 시행령 · 시행규칙.
9. 현대자동차 홈페이지 (http://www.hyundai-motor.com).
10. 김해시 장애인 종합복지관 내부자료(2007).
11. (주)동부교통 내부자료.
12. 부산시 두리발 홈페이지(http://www.duribal.co.kr).
13. 김해시 장애인종합복지관 홈페이지 (http://www.ghrehab.or.kr).
14. 土肥徹, 高齢社会に対応した地域公共サービスに関する研究, 東京大学, 18.
15. 坪内孝太(2005), 新しいアルゴリズムによる実用的オンデマンドバスシステムの研究, 東京大学 卒業論文, 2.
16. 元田 良孝, 高嶋 裕一, 宇佐美 誠史, 金田一 真矢, DRT (デマIンドバス) に関する幾つかの考察.

* 접수일 : 2008년 7월 21일
■ 3인 익명 심사필