

벽지노선 대체형 수요응답형교통(DRT) 노선 선정 방안에 관한 연구

- 경상남도 대중교통 열악지역을 대상으로 -

A Study on the Route Selection Method for Demand Response Transport (DRT) Replacement for Bus Services in Vulnerable Areas

– Focused on Region Vulnerable to Public Transportation of GyeongSangNam-Do in Korea –

박기준* · 송기욱** · 정현영***

Park, Ki-Jun · Song, Ki-Wook · Jung, Hun-Young

Abstract

Due to the rapid pace of low fertility and aging of Korea, population decline is rapidly progressing in the outskirts of the province and county. Demand for public transport is decreasing due to suburban population declines, while local government funding for maintenance of the bus system is expected to increase gradually. The government and municipalities are promoting the introduction of Demand Responsive Transport (DRT) in order to reduce the burden of financial support for buses while enhancing mobility of the residents in vulnerable areas. However, most DRTs in Korea have been operated mainly in the areas that are not provided with public transportation services. Although DRT is able to reduce the financial burden of local governments, it is not easy to be introduced because of the objection of the existing bus users. In this study, 11 out of 61 towns with poor public transportation services in Gyeongsangnam-Do were selected for the introduction of DRT to replace bus services by using village characteristics. The results of this study are expected to be used as a basis for decision making to use DRT instead of bus service for the burden of bus financing for local governments.

키워드 수요응답형교통, 인구감소, 대중교통 소외지역, 요인분석, 표준점수

Keywords Demand Responsive Transport (DRT), Population Decline, Region Vulnerable to Public Transportation, Factor Analysis, Z-Score

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

현재 우리나라의 저출산·고령화 현상은 매우 급속하게 진행되고 있다. 특히, 상대적으로 인구가 밀집된 수도권 지역보다 지방

지역에 위치한 시·군의 외곽지역에서 인구감소 및 고령화가 빠르게 진행 중이다. 외곽 지역의 인구 감소는 지역 내·외부의 대중교통 서비스 불균형 문제를 심화시킬 뿐만 아니라 대중교통 이용 수요의 감소를 초래하고 있다. 이는 대중교통 서비스의 질적 하락과 더불어 주민의 이동권 보장을 위해 버스 보조금을 지원하는 지자체의 재정상황을 악화시키는 문제를 발생시키고 있다. 이러한

* Doctorate Candidate, Pusan National University (kipark@chari.re.kr)

** Research Fellow, GyeongNam Development Institute (corresponding author: skw@gndi.re.kr)

*** Professor, Pusan National University (huyjung@pusan.ac.kr)

문제를 해결하기 위해 버스와 택시의 장점을 결합한 수요응답형 교통체계(Demand Responsive Transport, 이하 DRT) 도입의 필요성이 대두되었다. 2015년 1월에는 ‘여객자동차운수사업법’이 개정되면서 수요응답형 운송사업의 법적 근거가 마련되었고, 전국의 지자체에서는 대중교통서비스가 열악한 지역주민의 이동권 보장을 위해 각 지역의 특성에 적합한 벽지교통서비스체계 구축을 추진하고 있다.

한편, 경상남도는 2017년부터 대중교통 소외지역의 교통서비스 제고와 비효율노선 개편을 목적으로 경남형 벽지교통체계를 구축하고 있다. 2017년에는 대중교통 공백지역¹⁾의 이동서비스 제고를 위해 수요응답형교통서비스를 신규로 제공하는 사업이 진행되었으며, 2018년부터는 대중교통 열악지역²⁾의 비효율적인 버스 노선을 개편하고 대체수단으로서 수요응답형교통서비스를 제공하여 주민의 이동편의 제고 및 지자체 재정 부담 감소를 도모하는 벽지노선 대체형 DRT³⁾의 도입을 추진하고 있다. 하지만, 지자체의 재정 투입을 통해 주민의 이동권을 제고하는 대중교통 공백지역의 DRT와는 달리, 대중교통 열악지역에 시행하려는 벽지노선 대체형 DRT는 기존 버스서비스의 폐지를 전제하기 때문에 버스이용자의 반대 등 사회적 반발에 부딪힌다. 따라서 벽지노선 대체형 DRT를 시행하기 위해서는 적절한 대상지를 객관적으로 선정하는 방안이 필요할 것으로 판단된다.

벽지노선 대체형 DRT는 국토부에서 제시하는 국내 DRT의 4가지 유형 중 이동서비스 제고 및 지자체 재정절감을 동시에 달성할 수 있을 것으로 기대되는 DRT 운영형태이다. 그러나 국내에서는 그동안 관련 연구가 많이 진행되지 않아 미흡한 실정이다.

본 연구는 경상남도의 대중교통 열악지역을 대상으로 벽지노선 대체형 DRT 도입 대상노선 선정 방안을 마련하는데 목적을 두었다. 연구를 통해 경남지역 대중교통 열악지역 61개 마을 중 7개 노선 11개 마을이 대체형 DRT 도입 대상지역으로 선정되었다. 또한, 사업 확대를 대비하여 추가 후보지 선정을 위한 도입 기준을 <Table 1>과 같이 유형화하였다.

본 연구의 결과가 대중교통 열악지역 주민의 이동편의 제고 및 지자체 재정절감을 실현하기 위한 자료로서 활용되기를 기대하

며 본론에서는 그 과정에 대해 서술해보고자 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구를 진행하기에 앞서 용어에 대한 조작적 정의를 통해 각 용어가 의미하는 범위를 명확히 하고자 한다. 일반적으로 대중교통 서비스 수준이 낮은 지역을 교통벽지 지역이라 통칭하고 있다. 하지만 본 연구에서는 교통벽지지역을 대중교통 서비스가 제공되지 않는 지역과 대중교통 서비스가 제공되지만 횟수가 적은 지역으로 구분하여 전자를 대중교통 공백지역, 후자를 대중교통 열악지역으로 정의하였다. 또한, 본 연구에서 대중교통 열악지역에 도입하고자 하는 DRT의 유형은 국토교통부에서 제시하고 있는 4가지 DRT 유형(Table 2) 중 벽지노선 대체형 DRT 유형으로 한정하고자 한다.

본 연구의 공간적 범위는 대중교통 열악지역으로 선정된 경상남도 8개 시·군의 61개의 마을이며, 연구를 진행하기 위해 먼저 문헌조사를 통해 수요응답형교통을 주제로 한 논문들을 검토하였다. 이후 현황조사를 통해 마을 특성 자료와 가구 특성 자료 등 기초자료를 발굴하였다. 다음으로 수집된 기초자료를 조합하여 마을의 특성을 반영할 수 있는 초기 변수를 선정하였다. 선정된 변수를 요인분석 및 상관관계분석을 통해 경남지역 수요응답형 교통 도입 대상지 선정을 위한 최종 변수를 추출한 후 표준화점수(Z-Score)를 활용하여 마을별 도입 우선순위를 산정하였다. 마지막으로 우선순위가 높은 마을 중 동일한 벽지노선에 포함되는 마을끼리 노선을 묶어준과 동시에 물리적 여건으로 인해 벽지노선 대체형 DRT의 도입이 어려운 마을들을 제외함으로써 DRT 도입 우선순위가 높은 노선을 최종적으로 선정하였다.

3. 선행 연구 고찰

DRT와 관련한 연구들은 국내외 모두 다양하게 진행되고 있다. 우선 국내의 DRT 관련 논문들을 먼저 살펴보면 전상민·정성봉·김시곤(2012)은 농어촌버스 운행 자료들을 활용하여 DRT 도

Table 1. Standards with introduction of DRT in Gyeong-SangNam-Do

Classification	Standard
Population	Less than 110 people per town
Number of Household Members	Less than 14 people per household
Car Retention Ratio	Below 20% (less than 1 retention per 5 household)
Bus Ridership	Less than 1 person per 1km
Bus Financial Support	More than 10,000won Per session per person

Table 2. Type of domestic DRT

Classification	Feature
Type A	DRT which is operated in no bus area
Type B	DRT which is operated in an insufficient bus operation area
Type C	Responding to demand by utilizing existing buses
Type D	DRT which is operated as a substitute of existing bus

Source) Ministry of Land, Infrastructure and Transportation, rearrangement of “Study on system construction and operation plan of DRT (2015)”

입 전·후의 차량대수 및 운행비용의 변화를 분석하였다.

김원철·남궁문(2015)은 국내에서 운행되고 있는 DRT의 요금 책정에 대한 합리적인 가이드라인이 없는 문제를 지적하고, 조건 부가치측정법(CVM)을 활용하여 DRT의 편익에 대한 지불의사액을 산정하였다.

이찬영·김남석(2016)은 기존 교통부문의 사업에 대한 의사결정을 함에 있어서 주어진 대안들에 대해 수렴적 사고만으로 대안을 평가해왔다는 문제를 제시하고, 전략생성표를 활용한 확산적 사고를 통해 경기도 화성시의 수요응답형교통 등 대중교통체계 개선 방향을 제시하였다.

Chao Wang 외 3인은 영국의 농촌지역인 Lincolnshire의 DRT 사용에 개인적 요소가 어떻게 영향을 미쳤는지 밝힘으로서, 향후 DRT 서비스의 발전 방향을 제시하였다(Wang et al., 2015).

Rui Gomes 외 2인은 포르투갈 도시를 대상으로 시뮬레이션과 최적화를 통합한 분석방법으로 야간버스 서비스와 가상의 DRT 서비스를 비교·분석했다. 분석을 통해 더욱 효율적인 DRT 서비스를 설계함으로써 DRT 서비스의 지속가능성을 제고하려 하였다(Gomes et al., 2015).

Amirgholy와 Gonzales(2016)은 Vickrey(1969)의 혼잡 이론을 활용하여 이용자가 경험하는 총 일반비용을 추정하였다. 추정된 총 일반비용을 최소화하는 방법으로 피크 시간 동안의 대기 중인 수요를 최적화하여 DRT 시스템의 총 비용을 줄이고 효율적인 수요관리 방안을 제시하고자 하였다.

Kurt Palmer 외 2인은 미국 중소도시에서 서비스되고 있는 DRT를 대상으로 기술과 관행, no-show 등이 DRT 서비스의 생산성 및 운영비용에 미치는 요인을 분석함으로써 DRT 서비스 정책의 방향을 제시하였다(Palmer et al., 2008).

An Neven 외 4인은 교통약자에게 제공되는 DRT 시스템의 자원 요구에 대한 여러 정책 시나리오의 효과를 분석하였다. 분석 결과 DRT가 상업적 서비스 공급자에 의해 실행될 경우 가격이 높아져 교통약자의 이용수요가 감소하는 결과를 초래해 사회적 향상의 목표의 맥락에서 바람직하지 않으며, 50% 재정지원 보조를 통한 DRT 운영이 가장 경제적으로 효과가 있다고 주장하였다(Neven et al., 2015).

살펴본 바와 같이 국내에서 진행된 수요응답형교통에 관한 연구는 DRT 도입 전·후에 대한 운영 비용비교, DRT서비스에 대한 지불의사액 산정 등에 관한 내용들이 주제가 되어왔고, 국외에서 진행된 연구에서는 주로 DRT 서비스의 지속성과 서비스영역 확장, DRT 서비스의 효율성 제고에 대해 다루고 있었다. 본 연구는 경상남도의 대중교통 열악지역이 가지는 마을특성 변수를 활용하여, 국토부에서 제시하는 벽지노선 대체형 DRT를 도입하기 위한 대상 노선을 선정하는 것을 목표로 한 실증적인 연구라는 점에서 기존연구들과의 차별성이 있다.

II. DRT 도입 후보지역 선정과 자료의 수집 및 변수 추출

1. DRT 도입 후보지역 선정

경상남도 대중교통 열악지역의 DRT 도입 우선순위를 산정하기에 앞서 DRT를 도입할 후보지역 선정이 필요하였다. DRT 도입 후보지역은 경상남도 내 벽지노선 중 손실보상금이 많고, 버스 이용자 수가 적은 마을들을 대상으로 각 시·군 담당자 의견수렴을 통해 선정하였다. 최종적으로 61개 마을을 후보군으로 하였으며 8개 시·군 읍·면별 마을개수는 <Table 3>과 같다.

2. 필요자료의 수집·선정·조합

DRT 도입 대상지 선정을 위해 필요한 변수를 찾아내기 위해 먼저 도입 후보지역으로 선정된 61개 마을의 기초자료를 수집하였다. 기초자료는 마을 특성 자료와 가구 특성 자료로 구분하여 수집하였다(Table 4).

Table 3. Number of nominee towns adopting DRT by 8 cities and counties in GyeongNam-Do

City/county	Eup/Myeon (smaller county)	Number of village
Miryang-si	Sangdong-myeon	3
	Sangnam-myeon	7
	Bubuk-myeon	3
Haman-gun	Gaya-eup	1
	Daesan-myeon	1
	Gunbuk-myeon	2
Changnyeong-gun	Changnyeong-eup	4
	Yeongsan-myeon	6
	Gyeseong-myeon	1
	Jangma-myeon	2
	Namji-eup	1
Goseong-gun	Hoehwa-myeon	1
Namhae-gun	Seolcheon-myeon	1
Sancheong-gun	Sancheong-eup	3
	Chahwang-myeon	2
	Saengcho-myeon	9
Hamyang-gun	Hamyang-eup	6
	Anui-myeon	3
	Namsang-myeon	2
Geochang-gun	Gajo-myeon	2
	Goje-myeon	1
Total		61

마을특성 자료는 마을인구, 버스정류소와의 이격거리, 주생활 지와의 이격거리, 버스횡수(편도 기준), 버스재정지원금, 버스노선 km 당 수송인원 등으로 경상남도 내부자료를 활용하였다. 가구특성 자료는 성별, 연령, 차량 보유현황, 가구원수, 미취학 아동수, 외출횟수, 동행자수, 통행목적 등으로 경상남도에서 61개 후보마을 주민을 대상으로 실시한 약식 가구통행 설문조사 결과 자료를 활용하였다. 설문조사는 전체인구 6,829명의 약 90.4%인 6,174명을 대상으로 조사되었으며, 설문조사의 개략적 결과는 <Table 5>와 같다.

수집된 자료를 활용하여 다양한 데이터 가공 및 조합을 시도하여 마을별 특성을 반영할 수 있는 초기 변수를 도출하였다. 마을의 특성을 반영하기 위해 데이터 값이 마을별로 편차가 큰 변수를 위주로 선정하였고, DRT 도입의 필요성과 연관성이 있는 변수들을 선정하였다. 선정결과 마을별 초기 변수에는 마을인구, 가구원수, 미취학 아동수, 버스정류소와의 이격거리, 주생활지와의 이격거리, 최저연령(성인의 경우만), 차량보유율, 버스노선 km 당 이용인원, 버스 1회 1인당 손실보상금(버스재정지원금) 등 9개

변수가 도출되었다. 마을인구수는 적을수록 이동수요가 적어 DRT 노선의 필요하다고 판단하여 선정하였다. 가구원수는 많을수록 상대적으로 차량보유율이 높아 DRT 도입 필요성이 낮아진다고 판단하였다. 미취학 아동수는 많을수록 향후 등교를 위해 정기적인 이동수요가 발생하기 때문에 DRT보다 노선버스의 필요성이 높아진다고 판단하였다. 버스정류소와의 이격거리 및 주생활지와의 이격거리는 멀수록 이동편의를 위해 DRT의 필요성이 높아진다고 판단해 선정하였다. 마을에 연령이 낮은 사람이 거주할수록 가족, 자녀 등으로 인해 장래에 지속적인 이동수요가 발생할 것으로 전망되어 DRT 수요가 낮아진다고 판단되어 최저연령 변수를 선정하였다. 차량보유율이 높을수록 개인차량 이용으로 인해 DRT 수요가 낮아진다고 판단하였다. 마지막으로 지자체의 재정절감을 위해 버스노선 km 당 이용인원이 적을수록, 버스 1회 1인당 손실보상금(버스재정지원금)이 많을수록 DRT노선이 필요하다고 판단해 변수로 선정하였다.

3. 우선순위 산정을 위한 변수 추출

앞서 도출된 9개의 초기 변수간의 관계 및 관련성을 파악하기 위해 요인분석 및 상관관계 분석을 실시하였다. 분석은 통계분석 패키지 프로그램인 SPSS를 활용하여 분석을 실시하였다.

1) 요인분석을 통한 자료의 분류

먼저 초기에 도출된 9개의 변수들을 어떠한 요인들로 유형화할 수 있는지 파악하기 위해 탐색적 요인분석을 실시하였다. 요인분석은 최대우도법을 사용하였고, 투입된 변수 상호 간 완전한 독립성을 가정할 수 없기 때문에 사각회전의 한 종류인 직접 오블리민 회전을 옵션으로 선택하여 분석했다.

탐색적 요인분석 결과는 <Table 6>과 같이 나타났으며 투입된 9개의 변수는 3가지 요인으로 분류됨을 알 수 있었다. 모형 적합도를 나타내는 KMO 측도는 0.662로서 매우 높지는 않지만 납득할 수 있는 수준의 설명력을 가지는 것으로 나타났고, Bartlett 검정결과 유의수준(p 값)이 0.05 미만으로 나타나 요인분석 결과가 적절하게 도출되었다고 판단할 수 있었다.

분류된 3가지 요인 중 요인1은 마을인구, 미취학 아동수, 버스 1회 1인당 손실보상금으로서 버스수요에 영향을 미칠 수 있는 요인이라 판단하여 수요특성이라 명명하였다. 요인2는 주생활지와의 이격거리, 버스노선 km 당 이용인원으로서 해당마을 주민의 생활환경과 연관이 있다고 판단되어 생활특성이라 명명하였다. 요인3은 차량보유율, 정류소와의 이격거리, 가구원수, 최저연령으로서 각 마을이 가지는 특성이라 판단되어 마을특성이라 명명하였다.

Table 4. Investigated data and initial variables

Classification	Contents
Village Characteristics Data	Population of Town, Separation distance from bus stop, Separation distance from mainly living space, Number of Bus (for one-way trip), Bus financial support, Ridership per km of bus route
Household Characteristics Data	Age, Status of car retention, Number of household members, Number of preschool child, Number of outing, Number of companion, Purpose of trip
Extracted Initial Variables	Population of Town, Number of household members, Number of preschool child, Separation distance from bus stop, Separation distance from mainly living space, Minimum age, Status of car retention, Ridership per km of bus route, Loss compensation per person per 1 bus (Bus financial support)

Table 5. Results of household traffic survey

Classification	Average	Purpose of Trip	Percentage
Age	66.20	Market	52.2%
Vehicle Retention Rate	19.05	Hospital	16.8%
Number of Household Members	1.4	Bank	1.8%
Number of Companion	2.99	Baths	1.0%
Number of Preschool Child	5.15	Personal	28.2%
Number of Outing per Month	11.72		

Table 6. Result of factor analysis

Variable Identifier	Component		
	1	2	3
Population of Town	-1.055	0.013	-0.164
Number of Preschool Child	-.701	0.019	0.306
Loss Compensation Per Person per 1 Bus	0.317	0.250	-0.124
Separation Distance from Mainly Living Space	-0.038	1.026	0.064
Ridership per km of Bus Route	0.002	0.534	-0.019
Status of Car Retention	0.100	0.058	0.891
Separation Distance from Bus Stop	-0.045	0.086	0.861
Number of Household Members	0.031	-0.151	0.730
Minimum Age	0.312	0.087	-0.657
KMO (Kaiser-Meyer-Olkin)			0.662
Bartlett' Test of Sphericity	Chi-Square	294.413	
	df(p)	36(0.000)	

note) Maximum Likelihood, oblimin

2) 상관분석을 통한 최종 변수추출

탐색적 요인분석 후 DRT 도입 우선순위 선정을 위한 최종변수 추출시 각 변수간 상호 독립성 확보를 위해 이변량 상관관계 분석을 실시하여 <Table 7>과 같은 결과를 얻었다.

Table 7. Result of Correlation analysis

	Population of Town	Number of Household Members	Number of Preschool Child	Separation Distance from Bus Stop	Separation Distance from Mainly Living Space	Minimum Age	Status of Car Retention	Ridership per km of Bus Route
Number of Household Members	0.190							
Number of Preschool Child	0.759**	0.511**						
Separation Distance from Bus Stop	0.223	0.629**	0.459**					
Separation Distance from Mainly Living Space	-0.266*	-0.283*	-0.246	-0.093				
Minimum Age	-0.492**	-0.639**	-0.578**	-0.725**	0.306*			
Status of Car Retention	0.096	0.590**	0.481**	0.708**	-0.085	-0.621**		
Ridership per km of Bus Route	-0.172	-0.067	-0.170	-0.038	0.536**	0.321*	-0.147	
Loss Compensation per Person per 1 Bus	-0.421**	-0.221	-0.435**	-0.271	0.366**	0.317*	-0.270*	0.127

note) *:p<0.05, **:p<0.01

최종변수 선정 시 요인분석의 결과와 9개 변수간의 관련성을 고려하여, 변수 간 상관관계가 낮으면서 특정요인에 변수가 집중되지 않도록 배분하여 추출하였다. 추출된 변수는 마을인구, 가구원 수, 차량보유율, 버스노선 km당 이용인원, 버스 1회 1인당 손실보상금 등 5개 변수로서 수요특성 요인에서 2개, 생활특성 요인에서 1개, 마을특성 요인에서 2개를 각각 추출하였다.

III. DRT 도입 대상 노선 선정

1. 마을별 DRT 도입 우선순위 산정

DRT 도입을 위한 최종 노선을 선정하기에 앞서 마을별 DRT 도입우선 순위를 산정하였다. 최종도출된 5개의 변수는 단위 등이 각각 상이하기 때문에 Z-Score를 산정하여 변수들을 표준화하고 그 합을 도출함으로써 61개 마을의 상대적 우선순위 점수를 산정하였으며 그 수식은 식(1)과 같다.

$$\text{Score of Priority} = -Z_1 - Z_2 - Z_3 - Z_4 + Z_5 \quad (1)$$

$$Z = \left(\frac{X - \mu}{\sigma} \right), \mu = \text{mean}, \sigma = \text{Standard Deviation}$$

Z_1 : Z-Score of Population of town

Z_2 : Z-Score of Number of household members

Z_3 : Z-Score of Status of car retention

Z_4 : Z-Score of Ridership per km of bus route

Z_5 : Z-Score of Bus financial support per person per 1 bus

변수별 Z-Score 합을 산정시 변수별 특성을 고려하여 부호를 선정하였다. 5개의 변수를 독립변수, DRT 도입의 필요성을 종속 변수로 가정시 마을인구·가구원수·차량보유율·버스노선 km 당 이용인원은 독립변수의 값이 낮을수록 종속변수인 DRT 도입의 필요성이 높아지는 부의 상관관계(-)를 가지는 것으로 판단되어 우선순위 점수 산정시 Z-Score에 부의 부호(-)를 적용하였고, 1회 1인당 버스재정지원금은 변수값이 높을수록 종속변수인 DRT 도입의 필요성이 높아지는 정의 상관관계(+)를 가지는 것으로 판단되어 Z-Score에 정(+)의 부호를 적용하여 최종 우선순위 점수를 산정하였다. 마을별 우선순위 점수 산정결과 우선순위가 높게 나타난 24개 마을을 <Table 8>과 같이 정리하였다.

2. DRT 도입 노선 선정

마을별 우선순위 점수 산정결과를 바탕으로 동일한 벽지노선을 지나는 마을들을 조합하여 상대적으로 DRT 도입 우선순위가 높은 10개의 노선을 도출하였다. 노선 도출시 함양군의 향남 마을, 산청군의 내동 마을, 창녕군의 남유·학임 마을 등 4개 마을은 벽지노선 재정지원을 받는 벽지노선버스를 비롯해 벽지노선 재정지원을 받지 않는 일반버스 노선이 함께 경유하는 마을로서, 벽지노선버스만을 대상으로 하는 벽지노선 대체형 DRT 도입의 취지에 맞지 않아 대상노선 선정 후보군에서 제외하였다. 도출된 벽지노선 대체형 DRT 도입 우선순위가 높은 벽지노선은 <Table 9>과 같이 나타났다.

마지막으로 벽지노선 대체형 DRT는 해당 벽지노선이 물리적

Table 8. 24 Villages with high DRT adoption priority scores

City/County	Village Name	Z-Score					Score of Priority	Existence of Normal Bus Route
		Population of Town	Number of Household Members	Status of Car Retention	Ridership per km of Bus Route	Bus Financial Support per Person per 1 Bus		
Miryang-si	Sangdogok	-0.95	-2.76	-1.64	-0.32	1.01	6.68	×
Miryang-si	Hadogok	-0.98	-2.64	-0.92	-0.32	1.01	5.87	×
Miryang-si	Godab	-0.94	-1.25	-2.10	-0.32	1.01	5.61	×
Miryang-si	Dobang	-1.15	-1.94	-2.55	1.85	1.19	4.99	×
Geochang-gun	Sangmae	-0.77	-0.78	0.24	0.79	3.99	4.50	×
Miryang-si	Wiyang	-0.89	-1.36	-2.90	1.85	1.19	4.49	×
Hamyang-gun	Hangnum	-1.07	-2.06	-0.41	-0.74	-0.15	4.12	○
Sancheong-gun	Hachon	-0.82	-0.43	-1.01	-1.60	-0.01	3.85	×
Hamyang-gun	Myeongdong	-0.91	-1.36	0.17	-1.23	0.33	3.67	×
Hamyang-gun	Sanmhue	-0.72	-0.31	-0.31	-0.50	1.57	3.40	×
Geochang-gun	Cheongyeon	-0.96	0.38	0.45	0.79	3.99	3.33	×
Miryang-si	Jangdong	-1.19	-0.31	-2.41	1.85	1.19	3.26	×
Sancheong-gun	Bojeon	-0.81	0.15	-0.67	-1.60	-0.01	2.92	×
Sancheong-gun	Singi	0.28	-0.55	-0.59	-1.60	-0.01	2.44	×
Sancheong-gun	Naedong	-0.91	-1.36	-1.10	0.19	-0.95	2.23	○
Hamyang-gun	Hwangdae	-0.48	0.27	0.73	-1.19	0.80	1.47	×
Haman-gun	Chwimu	0.61	-0.90	-0.66	-1.09	-0.77	1.26	×
Changnyeong-gun	Namyoo	-0.57	-0.20	-0.01	-0.11	0.30	1.19	○
Sancheong-gun	Yanggok	-0.79	0.38	0.62	-1.29	-0.10	0.97	×
Changnyeong-gun	Hag-im	-0.53	0.27	-0.10	-0.11	0.30	0.77	○
Sancheong-gun	Motgol	-0.74	0.62	0.78	-1.29	-0.10	0.53	×
Sancheong-gun	Mukgok	-0.57	-0.20	-0.01	0.50	0.08	0.36	×
Haman-gun	Pyeonggwang	0.02	0.97	0.48	-1.23	0.33	0.09	×
Sancheong-gun	Gugi	-0.32	1.66	0.22	-1.60	-0.01	0.03	×

Table 9. Bus routes with high DRT adoption priority

Ranking	Village Name(Route name)	City/County	The End of the Bus Route
1	Sangdogok-Hadogok-Godab(Gojung~Dogok)	Miryang-si	○
2	Dobang-Wiyang-Jangdong(Toelo~Bonggye three-way intersection)	Miryang-si	×
3	Sangmae-Cheongyeon(Sangmae three-way intersection~Naedong)	Geochang-gun	×
4	Sanmhue(Gyosan~Sanmhue)	Hamyang-gun	○
5	Bojeon-Hachon-Singi-Gugi(Hwagye~Saengcho)	Sancheong-gun	×
6	Pyeonggwang-Myeongdong(Joong-am~Myeongdong)	Haman-gun	○
7	Hwangdae(Geumcheon~Hwangdae)	Hamyang-gun	○
8	Chwimu(Daesan-myeonOffice~Chwimu)	Haman-gun	○
9	Motgol-Yanggak(Yanggak~Market place)	Sancheong-gun	○
10	Mukgok(Sancheong~Mukgok)	Sancheong-gun	○

으로 노선의 말단에 위치하는 것을 전제하기 때문에 선정된 10개 노선의 말단노선 여부를 검토하였다. 검토결과 밀양시의 '도방-위양-장동(퇴로~봉계삼거리)'노선, 거창군의 '상매-청연(상매삼거리~내동)'노선, 산청군의 '보전-하촌-신기-구기(화계~생초)'노선은 버스 노선의 말단부가 아닌 노선의 중간 경유지에 입지한 마을로 구성된 곳으로 물리적으로 벽지노선 대체형 DRT 도입이 어려워 도입대상에서 제외되고 최종적으로 7개의 벽지노선이 선정되었다.

IV. 결론

2015년 '여객자동차운수사업법'의 개정으로 인해 수요응답형교통의 법적근거가 마련되면서 지자체에서는 외곽지역 주민의 이동서비스 증진을 위해 수요응답형교통의 도입이 추진되어 왔다. 하지만, 수요응답형교통이 도입된 대부분의 지자체는 대중교통 공백지역에 재정을 투입해 신규 서비스를 제공하는 방식으로 추진되어 왔고, 수요가 적은 버스노선 정리를 전제로 하는 벽지노선 대체형 DRT의 경우, 기존 버스를 선호하는 주민의 반발 등으로 인해 제대로 추진되어오지 못한 것이 사실이다.

본 연구에서는 그동안 원활하게 추진되지 못했던 벽지노선 대체형 DRT의 도입을 위해 경남지역의 대중교통 열악지역 61개 마을을 대상으로 벽지노선 대체형 DRT 도입 노선을 객관적으로 선정하는 방법을 마련하여 적용해 봄으로서 7개의 대상 노선을 도출하는 결과를 얻었다.

본 연구의 결과를 통해 경남지역뿐만 아니라 타 지자체의 벽지노선 대체형 DRT 도입 대상지 선정을 위한 기초자료로서 활용할 수 있을 것으로 기대된다. 단, 본 연구는 객관적인 마을 특성을 활용하여 벽지노선 대체형 DRT 도입 대상지 및 노선을 선정하였지만, 실제 벽지노선 대체형 DRT의 성공적인 도입을 위해서는 기존 버스 폐지에 대한 공감대형성을 위한 민관추진위원회 구

성 등 주민의견을 수렴할 수 있는 제도와 절차가 병행되어야 할 것이라 생각된다. 또한, DRT의 도입실패를 최소화하기 위해서는 대상지에 일괄적으로 DRT를 추진하는 것보다 주민들과의 공감대 형성 후 여건이 조성된 마을부터 단계적으로 도입되어야 할 것이며, 도입이후 지속적인 피드백 또한 이루어져야 할 것이라 생각된다.

본 연구는 대중교통 열악지역의 이동서비스 제고를 위해 벽지노선의 말단노선에 해당하는 마을들만을 대상으로 대체형 DRT 도입을 고려하였고, 경유노선에 위치한 마을들에 대한 이동서비스 증진 방안을 고려하지 못한 한계점이 존재한다. 대중교통 열악지역 중 말단노선 지역에 위치하지 못한 마을들의 이동서비스를 높여주기 위해서는 향후 우회형 DRT, 버스보완형 DRT 등 다른 유형의 DRT 서비스를 공급할 수 있도록 체계적이고 지속적인 연구가 진행되어야 할 것이다. 또한 연구를 통해 선정된 마을에 DRT 도입시 지자체에서 부담중인 버스손실보상금 감소 효과가 실제 나타날 것인지에 대한 분석 및 연구가 수행되어야 할 것이다.

주1. 대중교통 서비스를 제공받지 못하는 지역

주2. 대중교통 서비스는 제공되지만 횡수가 적어 서비스가 열악한 지역

주3. 국토교통부의 수요응답형교통 시스템 구축 및 운영방안 연구에서 제시된 4가지 DRT 유형 중 '벽지노선 대체 DRT'로서 벽지명령 노선의 폐지 후 DRT 서비스를 제공하는 방식

인용문헌 References

1. 국토교통부, 2015. 「수요응답형교통(DRT) 시스템 구축 및 운영 방안 마련 연구」, 세종.

- Ministry of Land, Infrastructure and Transportation, 2015. *Study on System Construction and Operation Plan of DRT*, Sejong.
2. 김원철·남궁문, 2015. “수요응답형교통체계 이용요금 가치추정 연구”, 『한국ITS학회 논문지』, 14(1): 103-111.
Kim, W.C. and Namgung, M., 2015. “A Study on Fare Estimation for Demand Responsive Transport”, *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport System*, 14(1): 103-111.
 3. 이찬영·김남석, 2016. “전략생성표를 활용한 교통부문 혼합 대안 생성 전략”, 『국토계획』, 51(1): 189-200.
Lee, C.Y. and Kim, N.S., 2016. “A Generation Strategy of Mixed Alternative of Bus with Demand Responsive Transport Using Strategy Generation Table”, *Journal of Korea Planning Association*, 51(1): 189-200.
 4. 전상민·정성봉·김시곤, 2012. “농어촌지역 수요응답형교통(DRT)의 운행비용 특성분석”. 『대한토목학회논문집D』, 32(6D): 571-577.
Jeon, S.M., Chung, S.B., and Kim, S.G., 2012. “A Study on Analysis of Operating Cost Properties to Demand Responsive Transport System in Rural Areas”, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers D*, 32(6D): 571-577.
 5. Amirgholy, M. and Gonzales, E.J., 2016. “Demand Responsive Transit Systems with Time-dependent Demand: User Equilibrium, System Optimum, and Management Strategy”, *Transportation Research Part B: Methodological*, 92: 234-252.
 6. Gomes, R., de Sousa, J.P., and Dias, T.G., 2015. “Sustainable Demand Responsive Transportation Systems in a Context of Austerity: The Case of a Portuguese City”, *Research in Transportation Economics*, 51: 94-103.
 7. Neven, A., Braekers, K., Declercq, K., Wets, G., Janssens, D., and Bellemans, T., 2015. “Assessing the Impact of Different Policy Decisions on the Resource Requirements of a Demand Responsive Transport System for Persons with Disabilities”, *Transport Policy*, 44: 48-57.
 8. Palmer, K., Dessouky, M., and Zhou, Z., 2008. “Factors Influencing Productivity and Operating Cost of Demand Responsive Transit”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 42(3): 503-523.
 9. Vickrey, W.S., 1969. “Congestion Theory and Transport Investment”, *The American Economic Review*, 59(2): 251-260.
 10. Wang, C., Quddus, M., Enoch, M., Ryley, T., and Davison, L., 2015. “Exploring the Propensity to Travel by Demand Responsive Transport in the Rural Area of Lincolnshire in England”, *Case Studies on Transport Policy*, 3(2): 129-136.

Date Received	2019-04-29
Reviewed(1 st)	2019-06-03
Date Revised	2019-07-03
Reviewed(2 nd)	2019-07-18
Date Accepted	2019-07-29
Final Received	2019-07-29