

분위회귀분석에 의한 수요응답형교통 이용자 만족도 분석

A Study on the User Satisfaction of Demand Response Transport(DRT) by Quantile Regression Analysis

장 태 연*
(Jang, Tae Youn)
(Chonbuk Natl. Uni)

한 우 진**
(Han, Woo Jin)
(Chonbuk Natl. Uni)

김 정 호***
(Kim, Jeong Ho)
(Chonbuk Natl. Uni)

요 약

농촌지역의 인구감소와 고령화로 인해 이용자가 감소함에 따라 서비스수준이 매우 낮아지고 있는 시내버스의 대체 수단으로서 수요응답형교통(DRT)의 이용 만족도에 영향을 미치는 요소를 분위회귀모형을 통해 분석한다. 분위회귀분석은 DRT 이용자 만족도에 영향을 주는 평가요소를 종속변수의 수준별로 독립변수의 영향력이 다르게 나타날 때 유의한 분석방법이다. 2015년 전라북도는 전국에서 최초로 버스형 DRT를 완주군 동상면과 정읍시 산내면에 차량 1대씩 시범운 영하였다. 기초통계분석 결과 완주군의 DRT 만족도가 정읍시보다 높게 나왔으며, 분위회귀분석결과에서도 완주군 이용자의 하위분위와 상위분위간 만족도 편차가 크지 않으며 통상최소자승법(Ordinary Least Squares : OLS)의 값도 상위 분위 수에 근접한 높은 만족도를 보이고 있어 지속사업으로 진행되는 환경임을 알 수 있었다.

핵심어 : 수요응답형교통, 분위회귀모형, 대중교통

Abstract

As the rural areas have experienced the population reduction and the aging, the service level of public transit decreases. This study analyzes the effecting factor to user satisfaction of demand response transport(DRT) as alternative to rural public transit by the quantile regression that aims at estimating either the conditional median or other quantiles of the response variable. Jeonbuk Province tested DRT operations in Dongsang of Wanju County and Sannae of Jeongup City each in 2015. The user DRT satisfaction of Wanju was higher than one of Jeongup in basic statistics analysis. The difference in satisfaction between higher quantile and lower quantile of Wanju is smaller than one of Jeongup as a result of quantile regression analysis. Also, Wanju DRT continues the second test operation of DRT as satisfaction from Ordinary Least Squares(OLS) close to higher satisfaction quantile.

Key words : Demand Response Transport, Quantile Regression Model, Public Transit

* 주저자 및 교신저자 : 전북대학교 교수

** 공저자 : 전북대학교 건축도시공학과 박사과정

*** 공저자 : 전북대학교 건축도시공학과 박사과정

† Corresponding author : Jang, Tae Youn(Chonbuk National University), E-mail jangty@jbnu.ac.kr

‡ Received 25 April 2016; reviewed 29 May 2016; Accepted 6 June 2016

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

대부분의 농어촌지역 대중교통은 해당지역 주민의 도시이주에 따른 거주인구의 감소와 고령화로 인해 절대적 이용자가 감소하고 있으며, 이에 따른 버스 서비스의 공급감소로 이어지고 있다. 도시지역과 달리 대중교통 이용자의 통행패턴이 불규칙하여 기존의 일정한 노선과 정해진 운행계획표에 의해 운영되는 버스시스템으로는 노선의 수익성을 확보하기에 어려움이 있어 버스운송사업자가 운행을 기피하고 있는 실정이며, 농어촌지역에 제공되는 대중교통은 대부분이 벽지노선으로서 대체 교통수단이 없어 운행이 중단될 경우 주민의 경제활동에 상당한 어려움이 예상된다.

농어촌 주민의 이동권 확보 및 대중교통서비스 공급의 형평성 부여, 효율적인 버스운영과 재정지원을 위하여 2015년 1월 여객자동차 운수사업법에 포함된 수요응답형 여객자동차운송사업의 면허를 통해 운행이 가능한 새로운 교통수단인 수요응답형교통(Demand Response Transport, 이하 DRT)의 도입에 대한 관심이 고조되고 있다. 그러나, DRT 도입에 대한 법적인 조건만 갖추어져 있고 과거 몇몇 이론적 연구와 실험적 차원에서의 운영이 진행되어 왔다.

편리한 DRT라고 하더라도 기존 시내버스에 익숙해져 있는 농어촌 주민들이 DRT에 대한 이해와 만족도가 높아야만 지속적으로 도입·확대 할 수 있으며 지역의 주요교통수단으로 자리 잡을 수 있다. 면소재지를 중심으로 한 시간선 개념의 운행으로 환승이 필요하고 전화로 사전에 예약해야 하는 불편함과 기존 시내버스의 단축운행이나 미운행을 기본으로 하는 DRT는 주민의 반감이 클 것으로 예상된다. 그럼으로, DRT의 만족도에 영향을 미치는 요소를 파악하는 것은 향후 도입을 가름할 수 있는 지표가 될 수 있다. 2015년 전라북도는 전국에서 최초로 DRT를 관내 완주군 동상면과 정읍시 산내면에 1대씩 도입하여 시범 운행하였다.

연구는 시범사업 모니터링의 결과로 도출된 내용을 가지고 DRT 만족도에 영향을 주는 평가요소를 분석한다.

2. 선행연구 검토

DRT는 국내에 처음 시범사업으로 도입되는 단계에 있어 많은 연구가 진행되지 못했다. 응용적 측면에서 DRT 연구의 시작은 지방정부차원에서 전라북도가 벽지노선 보조금 절약을 위해 기초적인 DRT의 개념과 도입시 필요한 내용을 포함하여 남원시의 일부지역을 대상으로 학술연구가 진행되었다(Jullabukdo, 2011)[1]. Kim and Namgung(2015)은 부여군 외산면을 대상으로 DRT도입에 대한 가상선호의식(Stated Preference)을 조사한 후 조건부 가치측정법을 적용하여 DRT 편익에 대한 이용요금의 지불의사액을 연구하였다[2]. Yun(2015)은 충청남도 수요응답형 여객자동차운송사업의 활성화를 위한 설문조사를 통해 분석적계층화기법(AHP)을 적용하여 방안을 제시하였다[3]. Yang(2014)는 경기도 농어촌버스의 수요감소, 운송원가에 못 미치는 운송수입, 지방자치단체의 재정지원 증가 등 고질적인 문제점을 도출하였으며, 문제해결로 DRT 도입을 제안하였다. 경기도 교통취약지역에 DRT를 곧바로 도입할 수 없으나 버스 미운행 지역과 불가능한 지역에 수요자 중심의 서비스를 제공하여 만족도를 높이고 재정부담도 해결 가능성을 제시하고 있다[4].

외국의 경우 DRT가 교통수단으로 정착되어 오고 있으며 최근 Wang et al.(2013)이 영국의 Great Manchester에서 운영되는 DRT 서비스 지역을 기준으로 하여 다수준 통계분석을 이용하여 DRT 수요에 영향을 주는 요소를 분석하였다[5]. 또한, 노선과 배차시간, 예약방법, 차량형식에 대한 운영적 요소(Li and Quadrifoglio, 2010)[6], 요금수납방법과 승객위치산정의 기술적 요소(Lacometti et al., 2004)[7], 재정지원, DRT 서비스 대상자(고령자, 저소득자 등) 선정의 정책적 요소(Davison et al., 2012)[8]의 연구가 진행되어 왔다.

국내 연구의 경우 DRT 운영을 통한 직접적인 만족도 연구는 전무하며, 외국연구는 도시권 교통약자를 대상으로 DRT가 정착이 된 도시를 기준으로 진행되었다. 본 연구에서는 DRT 시범사업을 통해 DRT의 성공 가능성의 기초가 되는 이용자 만족도를 분석한다. 특히, 처음 시작단계의 DRT의 경우 개인들이 느끼는 서비스에 대한 편차가 상대적으로 크고 이질적인 현상이 크게 나타날 수 있어 만족도의 수준별 특징을 분석할 수 있는 분위취귀모형을 적용하였다.

II. 자료수집 및 특성분석

1. 버스 DRT 시범운영현황

버스형 DRT 시범사업에 대한 모니터링 및 효과 분석의 기간은 완주군 동상면은 2015년 6월 25일부터 11월 30일까지 진행되었고 운행시간은 오전 7시부터 오후 18시까지이다. 정읍시의 경우 2015년 4월 6일부터 2015년 11월 30일까지 DRT 차량이 운영되었다. 운행시간은 오전 7시부터 오후 20시까지이다. 시범사업의 개요를 <Table 1>에서 보면 완주군은 17개 마을, 563개 가구, 대상인원은 1,166명이다. 완주군은 월요일부터 토요일까지 주 6일을 운영하였다. 반면에, 정읍시는 산내면내 21개 마을, 454가구, 878명이다. 정읍시는 월요일부터 일요일까지 주 7일을 운영하였다. 2지역 모두 면사무소와 소재지내 마을의 마을회관을 기종점으로 하였으나 예외적인 경우 마을회관에서 다수의 목적지까지 운행하였다.

일평균 이용자수와 운행거리는 완주군이 29.5명, 222km, 정읍시가 27.4명, 193km를 보이고 있다. 2지역 모두 요금은 편도 500원이며, 완주군의 경우 일평균수입은 10,679원, 월평균 유류비 784,060원이다. 정읍시의 경우 일평균 수입은 14,319원이며, 월평균 유류비용은 806,658원이다. 완주군 동상면은 운전자와 오퍼레이터를 지역 주민으로 고용하였으며, 지역주민이 동상안전협동조합을 설립하여 여객자동차운송면허(한정면허)를 발급받아 운영하였다. 콜 센터 사무실은 지역주민의 자택에 위치

했다. 정읍시 산내면의 DRT 차량은 지역내 시내버

<Table 1> Facts of DRT Test Operation

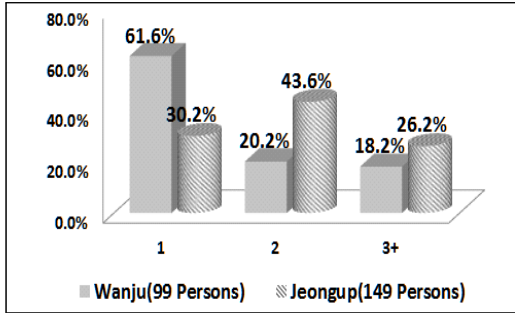
	Wanju County	Jeongup City
Site Town	Dongsang	Sannae
No. of Village	17	21
Households	563	454
Population	1,166	878
Avg. Pass./day	20.5	27.4
Avg. Operating distance/day	222km	193km
Earnings/day	10,679 won	14,319 won
Avg. Gas Expense	784,060 won/mon.	806,658 won/mon.

스 회사인 대한고속에서 운영하였으며, 운전기사는 대한고속 직원이며 전화예약을 위한 오퍼레이터는 임시직으로 고용하였다. 콜 센터는 면사무소에 설치되었다. 2지역 모두 DRT차량은 소형승합차(12인승) 1대씩을 운영하였다.

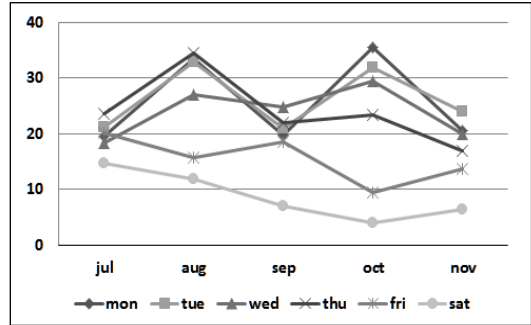
2 기초통계분석

조사대상자는 DRT 이용자로서 완주군 99명(표본율 8.5%), 정읍시 149명(표본율 11.4%)이다. <Fig. 1>에서 주중 DRT 평균이용횟수를 살펴보면 완주군은 1회 61명(61.6%), 2회 20명(20.2%), 3회 18명(18.2%)이며, 정읍시는 1회 45명(30.2%), 2회 65명(43.6%), 3회이상 39명(26.2%)을 보여 완주군에 비해 주당 2회 이상의 비율이 높게 나타났다. DRT 만족도의 경우 만족과 매우 만족의 비율이 완주군 90.0%, 정읍시 35.8%로서 완주군의 만족도가 월등히 높은 것으로 나타났다<Fig. 2>.

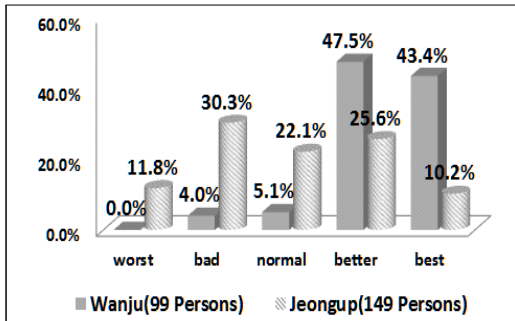
<Fig. 3>부터 <Fig. 6>까지는 요일별 월별 일평균 DRT 이용자수와 일평균 전화 횟수에 대한 현황을 보여준다. 완주군의 경우 금요일과 토요일에 이용자가 다른 요일에 비해 낮게 나타났으며, 목요일이 다른 요일에 비해 낮게 나타났다. 목요일은 8월 이후 하향추세를 보이고 있다. 대체적으로 월요일, 화요일, 수요일의 주초에 이용자가 많으며 3



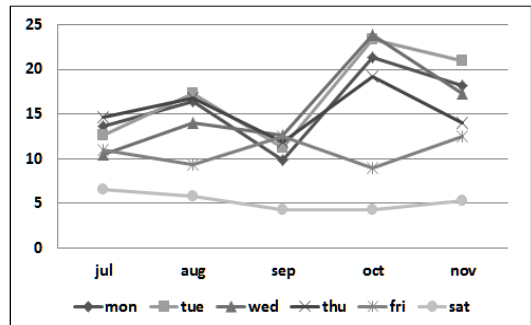
〈Fig. 1〉 Use for DRT per week



〈Fig. 3〉 No. of Users per Day in Wanju



〈Fig. 2〉 Satisfaction of DRT



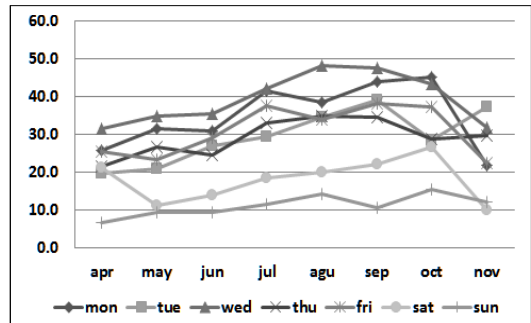
〈Fig. 4〉 No. of Calls per Day in Wanju

월과 10월 중이 상대적으로 많음을 보여준다. 일 평균 전화횟수의 경우 10월을 포함하는 가을에 높은 경향을 보이고 있는데, 시간이 지날수록 DRT에 대한 익숙함이 증가됨을 가정할 수 있다.

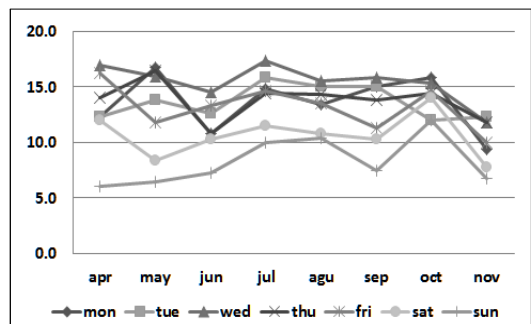
정읍시의 경우 주 7일을 운영하였는데 일요일에 약 10명 내외의 균등히 이용자가 있었다. 주로 수요일에 상대적으로 가장 많은 이용자나 전화가 있었으며, 그다음이 월요일이었다. 전체적으로 11월이 낮은 이용현황을 보인다.

3. 자료

〈Table 2〉는 만족도 분석을 위해 활용될 분위취귀분석의 설문자료이다. 설문은 시범운영의 종료 시점에서 실시되었고 일대일 면접형식으로 조사되었다. 종속변수는 DRT 이용후 주민이 느끼는 만족도 5점 척도의 자연로그값이다. 독립변수는 남성(man), 여성(woman), 연령(age), 가족수(family), 현재 거주기간(length)등 개인속성 변수들이다. DRT는 마을 내부까지 운행됨으로 마을에서 시내버스 정류장까지의 보행시간이 만족도에 영향을 줄 것



〈Fig. 5〉 No. of Users per Day in Jeongup



〈Fig. 6〉 No. of Calls per Day in Jeongup

으로 판단되어 보행시간(time)을 고려하였다. DRT는 면소재지와 마을간을 운행함으로써 시가지까지 가려면 면소재지에서 기존 시내버스로 환승해야 하는데 환승의 불편함을 반영하는 환승(transfer)이 포함되었다. DRT는 사전예약과 요금 500원에 운영되었는데, 예약시간(reserve)과 요금(fare)에 대한 적합성도 검토되었다.

현재 완주는 2차 계속사업으로 진행하고 있으며, 정읍은 1차 시범사업으로 종료하였다. 완주군과 정읍시의 DRT의 로그 만족도를 비교하면 완주의 만족도가 월등히 높게 나왔으며 t-test결과 1%에서 통계적 중요성을 보이고 있어 완주군의 지속사업의 타당성을 보여주고 있다. 연령(age)과 현 주거지에서의 거주기간(length)은 2 지역간 통계적 차이가 없는 것으로 나타났다. 그 외, 나머지 변수들

은 통계적 중요성을 보이고 있다.

4. 분위회귀분석

분위회귀분석법은 Koenker and Basset(1978)에 의해 제안되었다[9]. 설명변수가 종속변수에 미치는 영향력을 종속변수의 조건부 분포의 각 위치에서 각각 분석할 수 있다. 평균회귀분석은 독립변수와 종속변수의 평균값에 국한하여 경향성을 평가하기 때문에 다양한 특성을 갖는 고객집단의 만족도 결정요인을 추정하는데 한계가 있다. DRT 만족도에 영향을 주는 요인과 불만족에 영향을 주는 요인의 크기는 서로 다를 수 있기 때문이다. 분위회귀분석은 종속변수의 조건부분포를 다양하게 분석 가능하며, 0.5 분위수에서의 중위회귀분석(median regression analysis)은 평균회귀분석보다

〈Table 2〉 Variables

Variable		Description	Wanju County		Jeongup City		t value	
			Mean	St Dev	Mean	St Dev		
Depend. Variable	log(sat)	Natural Logarithm of DRT Satisfaction by positive increasing five scores	1.37	0.26	0.90	0.48	10.18 ^a	
	Indep. Variable	man	male as gender of those surveyed	0.62	0.48	0.67	0.47	-
		woman	female as gender of those surveyed	0.38	0.49	0.33	0.47	-
		age	age of those surveyed	7.22	1.07	7.07	0.97	1.13
		time	walking time from home to bus stop	6.20	2.16	21.27	29.75	-6.08 ^a
		length	Residence period in current home	48.29	18.87	51.73	15.21	-1.21
		family	Number of persons in household	2.33	0.85	2.12	0.66	2.20 ^b
		freq	Number of DRT use in a week	1.57	0.79	1.72	0.97	-2.56 ^b
		bus	convenience of current public bus comparative to DRT(positive increasing five scores)	4.41	0.70	2.84	1.39	11.15 ^a
		transfer	Transfer satisfaction between current bus and DRT(positive increasing five scores)	4.10	0.71	2.55	1.21	12.20 ^a
		reserve	Booking time propriety of DRT in advance(positive increasing five scores)	4.10	0.56	3.02	0.98	10.56 ^a
		fare	Appropriacy of DRT fare 500 won(positive increasing five scores)	4.55	0.66	4.01	0.82	4.71 ^a
		waitime	Waiting time satisfaction for current bus(positive increasing five scores)	3.96	0.74	2.87	1.21	8.43 ^a

a: Below 1% significance

b: Below 5% Significance

더 강건한 분석결과를 얻을 수 있다.

가장 일반적으로 활용되는 인과관계 분석기법은 통상최소자승법(Ordinary Least Squares : OLS)에 의한 선형회귀분석이다[10]. 통상최소자승법에 의한 회귀분석은 평균적인 수준에서 독립변수와 종속변수의 관계를 살펴보는데 매우 유용하다. 하지만 현실에서는 종속변수의 평균적인 수준이 아닌 다른 지점에서 독립변수와와의 관계를 볼 필요가 있을 경우가 많다. 임의적으로 집단을 구분하여 회귀분석을 할 수 있으나 외생적인 표본선택 기준을 임의로 부과함으로써 표본선택편의 문제가 발생된다. 반면 분위회귀분석은 표본을 임의로 분할하지 않고 분위별로 가중치를 다르게 주면서 모든 관측치를 사용함으로써 표본선택 문제가 발생되지 않는다. 자료손실 없이 종속변수의 조건부 분포의 각기 다른 지점에서 종속변수와 독립변수의 관계를 살펴보기는 데 있어 장점이 있다.

분위회귀모형은 모집단의 특정한 비율에 상응하는 표본값으로 확률변수 y 의 τ 분위수인 y_τ 는 Y 의 값이 y_τ 를 초과하지 않을 확률 τ 를 가리키며 다음과 같이 표현된다(Buchinsky, 1998)[11].

$$\Pr(Y \leq y_\tau) = \tau \tag{1}$$

이때 y_τ 값을 산출하는 함수 $Q_\tau(y) = y_\tau$ 를 Quantile function이라고 한다. 분위 회귀식은 주어진 통제변수 x 하에서의 조건부 분위함수 $Q_\tau(y)$ 를 통제변수 x 의 선형결합으로 특정화하는 모형이며 다음식과 같다.

$$Y_i = \sum_k \beta_{\tau,k} x_{k,i} + u_{\tau,i},$$

$$Q_\tau(y_i|x_i) = \sum_k \beta_{\tau,k} x_{k,i} \tag{2}$$

위의 식에서 $Q_\tau(y_i|x_i)$ 의 y_i 는 통제변수 $x_{k,i}$ 에 관한 조건부 분위수이며 오차항 $u_{\tau,i}$ 는 특정한 분포를 따른다고 가정하지 않고 단지 $Q_\tau(y_i|x_i) = 0$

의 조건만 충족시키는 것으로 가정한다. 위의 식은 다음과 같이 목적함수의 최소화를 통해 추정하며 $\hat{\beta}_\tau$ 는 τ 에서의 추정계수이다.

$$\hat{\beta}_\tau = \arg \min \frac{1}{n} \left[\sum_{i: y_{\tau,i} \geq x'_{i,\beta}} \tau |y_{\tau,i} - x'_{i,\beta}| + \sum_{i: y_{\tau,i} < x'_{i,\beta}} (1 - \tau) |y_{\tau,i} - x'_{i,\beta}| \right] \tag{3}$$

공식에서 중위 회귀식의 경우 $\tau = 0.5$ 로서 정(+)의 잔차들과 부(-)의 잔차들이 0.5의 가중치를 부여받는다. 분위수 설정에는 특별한 규칙은 없으나 연구에서는 분위수 단계별 결과를 분석하기 위해 $\tau = 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 0.9$ 로 설정한다.

III. 분석결과

1. DRT 만족도 분석

<Table 3>은 최소자승법(OLS)에 의한 결과를 보여주고 있다. <Fig. 7>은 전체자료를 대상으로 한 분위회귀모형 결과이며, 각각의 독립변수에 대한 분위수별 계수값을 보여주고 있다. 종속변수는 DRT 만족도에 대한 로그값이다. 그래프에서 가로축은 해당 분위이며 상단부 숫자는 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 0.9의 로그 DRT 만족도의 분위수이고, 하단부 숫자는 분위수의 계수값이다. 중간(진한)선이 계수값이며, 위아래(얇은)선은 95% 신뢰구간이다. <Table 3>의 OLS 결과에서 오차항은 정규성을 따른다는 귀무가설은 Shapiro-Wilk 검증에 의해 기각된다. 회귀분석 가정에 잔차간의 독립성이 있는데, 검증방법 중 하나인 Durbin-Watson(DW) 통계량이 있다. DW값은 0부터 4가지이며 2에 가까운 값이 나온다면 자기상관성이 작다고 할 수 있다. 완주군과 정읍시의 경우 1.393, 0.877로서 정(+)의 자기상관성이 어느정도 존재하는 것으로 판단된다. 이와 같은 결과로서 OLS보다는 분위회귀분석이 합당한 타당성이 존재한다.

분위회귀 추정결과는 OLS와는 다른 세부적인

<Table 3> Results of OLS

	Wanju Dongsang	Jeongup Sannae
man	-0.053 ^a	-0.618
woman	-0.024 ^a	-0.648
age	-0.011 ^b	0.010 ^b
time	0.010 ^b	0.002 ^b
length	-0.001 ^b	0.001 ^b
family	0.007	0.007
freq	0.021 ^b	-0.013 ^b
bus	0.029 ^b	0.132 ^a
transfer	0.054 ^a	0.111 ^a
reserve	0.136 ^a	-0.019 ^a
fare	0.221 ^a	-0.068 ^a
waitime	-0.040 ^a	-0.106 ^a
n	99	149
Adj R-Sq	0.698	0.748
Shapiro-Wilk	W=0.974 (Pr=0.047)	W=0.979 (Pr=0.015)
Durbin-Watson	1.393	0.877

a: Below 1% significance
 b: Below 5% Significance
 c: Below 10% Significance

분석이 보이며, 분석은 <Table 3>과 <Fig. 7>을 상호비교하면서 진행된다. 먼저 완주군의 경우 남성(man)과 여성(woman)은 OLS에서 -0.053과 -0.024을 보이고 있어 성별이 DRT 만족도에 부정적이거나, 분위회귀분석의 0.75, 0.9 분위에서 OLS의 계수값 보다 큰 남자 0.0359, 0.6217, 여자 0.0462, 0.6299의 값을 각각 보이고 있어 긍정적으로 변화한다. 즉, 분위가 높은 곳에서 정(+)의 값을 보여 만족도가 높아질수록 성별이 긍정적으로 작용한다. OLS에서 연령(age)이 증가할수록 만족도에 부(-)로 작용하고, 분위회귀분석에서도 그래프가 하향추세를 보이고 있는데, 낮은 만족도에서 연령이 정(+)으로 작용하고, 높은 만족도에서 부(-)로 작용하고 있어 나이가 들수록 DRT에 대해 만족도가 떨어지고 있다. 집에서 시내버스 정류장까지의 보행시간(time)이 클수록 시내버스 이용에 불편함이 커 DRT의 만족도가 높아질 수 있는데, 분석결과 OLS에서도 DRT 만족도에 정(+)의 값을 보이며, 분위회귀분석에서도

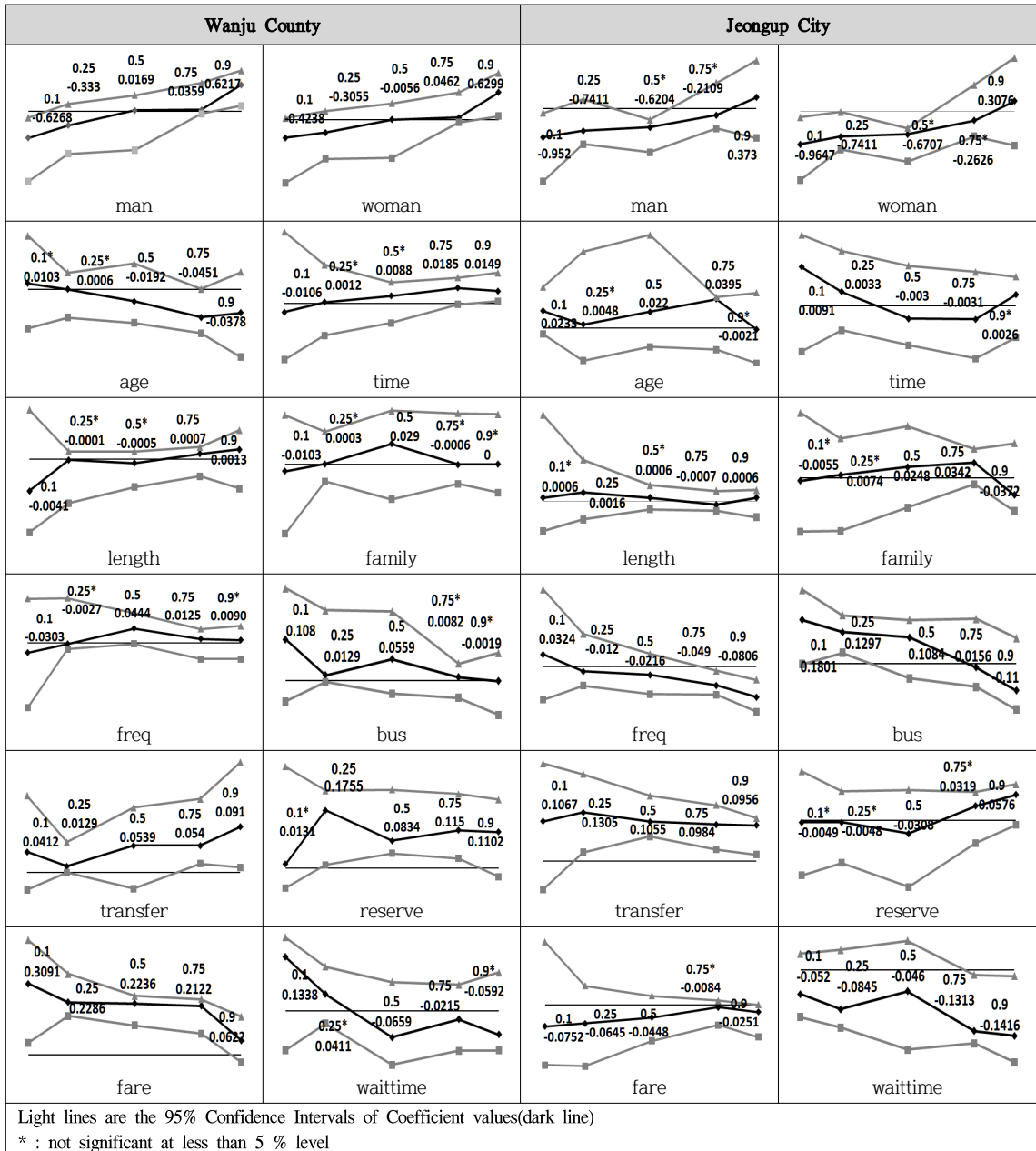
상위분위로 갈수록 계수값이 증가되고 있다.

일반적으로 계수값은 크지 않으나 거주기간(length)은 통계적 중요성을 가지나, 가족수(family)는 중요치 않다. DRT 이용빈도(freq)에 있어서는 OLS의 경우 정(+)의 값을 보이고 있어 DRT를 자주 이용할 경우 만족도가 높아지며, 분위회귀분석의 경우 분위 0.1 수준의 집단에서는만 이용빈도가 부정적인 경향을 보인다. 기존 시내버스의 편리성(bus)에 대해 가장 긍정적 평가를 하는 집단이 DRT 만족도 분위 0.1 수준이다. 즉, 전반적인 그래프 직선이 우하향을 보이고 있어 OLS의 결과와는 반대로 기존 시내버스의 편리성이 높다고 느낄수록 DRT에 대한 만족도는 감소된다

대중교통의 환승(transfer)은 농촌지역의 고령자에게 매우 불편함을 줄 수 있어 DRT 도입에 있어 중요한 영향요인이다. 결과에서도 그래프가 우상향의 경향을 보여 DRT와 기존 시내버스와의 환승에 긍정적일수록 만족도가 높아진다. 예약(reserve) 적합성에서 긍정적일수록 만족도에 긍정적으로 작용함을 OLS는 보여주며, 분위회귀 그래프에서도 만족도가 낮은 집단(0.1)에서 예약 적합성이 가장 낮으며 그외 집단에서는 전반적으로 어느 정도의 정(+)의 값을 보인다.

OLS에서는 요금(fare) 500원에 대해 적합하다고 느낄수록 DRT 만족도에 긍정적으로 작용하고 있으나, 분위회귀결과에서는 그래프가 전반적으로 우하향을 보이고 있어 DRT에 대한 만족도가 높은 집단에 대한 DRT 요금의 적합성이 낮아지는 경향을 보이고 있다. 그러나, 요금 적합성이 낮아지는 경향이 있지만 계수값은 정(+)의 값을 보이고 있다. 기존의 운행중인 시내버스 기다림 시간(waitime)의 값은 OLS에서 부(-)의 값을 보이고 있어 기다림 시간에 대해 긍정적 일수록 DRT 만족도에는 반대로 작용한다. 그러나, 분위회귀분석에서 DRT만족도는 0.1, 0.25 분위집단이 정(+)의 값을 보이나, 이외 상위 집단에서만 OLS와 같은 결과를 보인다. 즉, 현재 대중교통 기다림 시간에 대해 긍정적으로 생각할수록 DRT 만족도는 낮다.

정읍시의 경우 OLS에서 남성, 여성에 관련된 성



(Fig. 7) Model Estimates of Quantile Regression

별의 계수값은 완주군과 같은 부(-)의 경향을 보이고 있으나, 통계학적으로 중요성은 없다. 그러나, 분위회귀분석에서는 그래프가 전체적으로 우상향의 경향을 보이면서 계수값이 부(-)의 값을 보이고 오로지 분위 0.9의 높은 만족도 집단에서 정(+)값을 보이고 있다.

집에서 시내버스 정류장까지 보행시간(time)의 경우 OLS에서는 그리 크지 않은 정(+)의 값을 보이고 있으나, 분위회귀분석에서는 낮은 만족도를 보이는 집단에서 가장 큰 계수값을 보이고 DRT 만족도의 분위가 증가됨에 따라 계수값이 하향추세를 보이다 분위 0.9에서 증가를 보인다. 보행시

간이 일정부분 DRT 만족도에 영향을 주고 있음을 알 수 있다. 이용빈도(freq)를 살펴보면 OLS에서 부(-)를 보여 빈도가 많을수록 DRT 만족도에 부정적으로 생각하고 있으며, 분위회귀의 그래프에서도 우하향의 경향을 보여 OLS와 동일한 결과를 보이고 있다. 완주군의 경우 DRT를 이용할수록 긍정적 생각이 증가하는 반면에 정읍시의 경우 부정적인 생각이 증가되어 DRT의 불편함, 차량, 운전 기사 서비스 등 다양한 측면에서 검토가 필요하다. OLS에서는 기존 시내버스의 편리성(bus)을 높게 평가할수록 DRT 만족도를 높이는 영향성을 보이나, 분위회귀분석에서는 만족도가 낮은 분위의 집단에서는 정(+)의 값을 보이고 높은 분위에서는 부(-)의 값을 보여 기존시내버스의 편리성에 부정적인 집단이 만족도가 높다.

기존 시내버스와의 환승(transfer)에 대해 긍정적인 생각을 갖을수록 DRT에 긍정적인 만족도를 가지고 있음을 OLS, 분위회귀분석 모두 보여준다. DRT의 예약(reserve)에 대한 적합성에서 완주군과는 다르게 OLS에서 부(-)의 값을 보여 논리적으로 맞지는 않으나, 분위회귀결과를 보면 만족도가 낮은 0.1, 0.25, 0.5 집단에서는 부(-)의 값을 보이나, 만족도가 높은 0.75, 0.9 집단에서는 정(+)의 값을 보여 OLS와는 다른 결과를 보여 준다. 완주군과는 반대로 정읍시는 요금(fare) 500원에 대해 긍정적으로 생각하더라도 DRT 만족도에는 반대로 작용할 수 있음을 OLS에서 보여주고 있으나, 분위회귀분석에서는 보편적으로 DRT 만족도가 높은 집단에 대해 요금이 어느 정도 긍정적으로 영향을 준다. 현재 대중교통의 기다림 시간(waitime)에 대해 OLS와 분위회귀분석 모두 부(-)의 결과 값을 보이고 있으며, 특히 분위회귀분석에서는 DRT 만족도 분위가 증가 할수록 현재 대중교통 기다림 시간의 부(-)의 경향이 강해지고 있다.

<Table 3>에서 연령(age), 거주기간(length), 이용빈도(freq), 예약(reserve), 요금(fare)의 부호가 완주군과 정읍시가 다르게 제시되고 있어 DRT 만족도와 지속사업으로 진행될 수 있는 여건에 영향을 줄 수 있음을 가정할 수 있다.

2. 한계효과분석

<Table 4>에서는 DRT 만족도의 분위별 변수의 한계효과를 분석한다. 분위별 한계효과는 해당 분위의 평균 DRT 만족도값에 <Fig. 7>의 변수별 계수값을 곱한 값이다. 완주군의 경우 분위수 0.1의 DRT 만족도는 0.9의 49.0%수준이며, 정읍시는 31.3% 수준을 보여 완주군 이용자의 하위분위와 상위분위간 만족도 편차가 크지 않으며 OLS의 값도 분위수 0.75, 0.9에 근접한 높은 만족도를 보인다. 반면에 정읍시는 OLS의 만족도 평균이 분위회귀 0.25와 0.5사이에서 있어 완주군과 비교했을 때 만족도가 낮아 지속사업으로 진행하지 못했지만 완주군은 지속적인 시범사업이 이루어지는 환경임을 알 수 있다.

성별 한계효과에서 완주군이 정읍시보다는 남성(man)과 여성(woman) 모두 낮은 분위에서 부터 정(+)의 한계효과를 보여 전반적으로 DRT에 대한 긍정적 측면이 높다. 연령(age)의 한계효과에서 낮은 DRT 만족도 분위만 제외하고 상위 분위에서는 부(-)를 보여 연령(age)이 높아질수록 DRT에 대한 기대가 감소되어 고령층을 배려한 차량개선, 예약방법 등 편리성에 대한 개선이 필요하다.

환승(transfer)과 예약(reserve)의 경우 0.75와 0.9 분위가 다른 분위에 비해 한계효과가 높아 향후, DRT 도입에 있어 환승과 예약 시스템에 대한 연구가 심도있게 이루어져야 할 필요가 있다. 이와 함께 DRT 이용 빈도수(freq)의 경우에도 정읍시는 0.9 분위에서 높은 부(-)의 한계효과를 보이고 있어 DRT 운행에 있어 주민들에게 만족스러운 서비스를 제공하지 못한 것 같다.

기존 시내버스(bus)를 편리하게 생각할수록 한계효과가 부(-)를 보여 요금이나 기타 DRT 서비스 향상 등을 통해 기존 시내버스보다 DRT가 우위에 있도록 정책개발이 필요하다. 완주군의 거주기간(length),

가족수(family), 정읍시의 정류장까지 보행시간(time), 거주기간(length)은 낮은 한계효과를 보여 DRT만족에서 큰 부분을 차지하지 않는다. 요금

<Table 4> Marginal Effect Analysis

Variable	Wanju						Jeongup					
	OLS	0.1	0.25	0.5	0.75	0.9	OLS	0.1	0.25	0.5	0.75	0.9
ln(sat)	1.389	0.693	0.846	1.151	1.355	1.508	0.897	0.464	0.655	1.037	1.291	1.482
man	-0.074	-0.434	-0.282	0.019	0.049	0.937	-0.555	-0.442	-0.485	-0.643	-0.272	0.553
woman	-0.033	-0.294	-0.258	-0.006	0.063	0.950	-0.582	-0.447	-0.485	-0.695	-0.339	0.456
age	-0.015	0.007	0.001	-0.022	-0.061	-0.057	0.009	0.011	0.003	0.023	0.051	-0.003
time	0.014	-0.007	0.001	0.010	0.026	0.022	0.002	0.004	0.002	-0.003	-0.004	0.004
length	-0.001	-0.003	0.000	-0.001	0.001	0.002	0.001	0.000	0.001	0.001	-0.001	0.001
family	0.010	-0.007	0.000	0.033	-0.001	0.000	0.006	-0.003	0.005	0.026	0.044	-0.055
freq	0.029	-0.021	-0.002	0.051	0.017	0.014	-0.012	0.015	-0.008	-0.022	-0.063	-0.119
bus	0.040	0.075	0.011	0.064	0.011	-0.003	0.119	0.084	0.085	0.112	0.020	0.163
transfer	0.075	0.029	0.011	0.062	0.073	0.137	0.100	0.049	0.085	0.109	0.127	0.142
reserve	0.189	0.009	0.148	0.096	0.156	0.166	-0.017	-0.002	-0.003	-0.032	0.041	0.085
fare	0.307	0.214	0.193	0.257	0.287	0.094	-0.061	-0.035	-0.042	-0.046	-0.011	-0.037
waitime	0.052	0.093	0.035	-0.076	-0.029	-0.089	-0.095	-0.024	-0.055	-0.048	-0.170	-0.210

(fare)은 전체 분위에서 완주군은 정(+)의 값을 정읍시는 부(-)의 값을 보여 요금에 대해 정읍시의 이용자가 부정적인 측면이 강하다. 기다림 시간(waitime)은 대부분 분위에서 부(-)의 한계효과를 보여 기존 시내버스의 정시성 등이 낮아진다면 DRT 만족도는 증가될 가능성이 커 보인다.

IV. 결 론

본 연구는 DRT가 여객자동차 운수사업법에 새롭게 포함됨에 따라 시범사업으로 시행한 농촌지역 DRT에 대한 만족도를 분석하여 지속사업으로 추진시 고려해야 할 정책적 내용을 제시하였다. 처음 시도하는 시범사업으로서 DRT의 이용자 만족도는 매우 중요한데 평가요소의 영향력이 다르게 나타날 경우에 다양한 만족도가 도출될 수 있다. 즉, 개인들이 느끼는 서비스에 대한 편차가 상대적으로 크고 이질적인 현상이 더욱 크게 나타날 수 있어 평균적인 수준에서의 최소자승법(OLS)에 의한 회귀분석보다 종속변수의 평균적인 수준이 아닌 다른 지점에서 독립변수와의 관계를 알아보기 위해 분위회귀모형을 적용하였다.

1차 시범사업후 지속적으로 추진하려는 완주군과 사업을 중단한 정읍시와의 영향요인의 차이점을 일부 비교분석하여 제시하였다. 기초통계분석

에서 보듯이 완주군의 DRT 만족도가 정읍시보다 높게 나왔으며, 분위회귀분석결과에서도 완주군 이용자의 하위분위와 상위분위간 만족도 편차가 크지 않으며 OLS의 값도 상위 분위수에 근접한 높은 만족도를 보이고 있어 지속사업으로 진행되는 환경임을 알 수 있었다.

향후 연구과제로서 완주군과는 다르게 정읍시는 기존 버스업체에서 운영하였는데 만족도의 낮은 결과를 보여 버스업체의 DRT 운영에 대한 연구가 필요할 것으로 본다. 본 연구의 한계로서 지역별 1대의 차량운영에 대한 지역적인 만족도 분석이 이루어졌는데, 대중교통으로 DRT가 정착되도록 신뢰성을 높이기 위해 넓은 지역의 많은 수의 차량운행에 대한 연구가 진행되어야 한다.

REFERENCES

- [1] Jullabukdo(2011), Research on Introduction of Jullabukdo Demand Response Transit.
- [2] 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 Systems*, vol. 14, no. 1, pp.103-111.
- [3] Yun D. H.(2015), (A)study on vitalizing demand response transportation : focusing

- on Chungchungnam-do provincem Kongju National University Master's Thesis.
- [4] Yang Y. A.(2014), A Study on the Introduction of Demand Response Transit in the Vulnerable Area of Transportation, Korea University Master's Thesis.
- [5] Wang C., Quddus M., Enoch M., Ryley T. and Davison L.(2013), "Multi-level modelling of Demand Responsive Transport(DRT) trips in Greater Manchester based on area-wide socio-economic data," *Transportation*, Published online Springer.
- [6] Li X. and Quadrifoglio L.(2010), "Feeder transit services: choosing between fixed and demand responsive policy," *Transportation Research C*18, pp.770 - 780.
- [7] Lacometti A., Setti L., Scholliers J., Gorini M. and Eloranta P.(2004), Technologies for DRT systems. Dmand Responsive Transport Services: Towards the Flexible Mobility Agency, pp.89 - 109.
- [8] Davison L., Enoch M., Ryley T., Quddus M. and Wang C.(2012), "Market niches for DRT," *Res. Transp. Business Manag.* no. 3, pp.50 - 61.
- [9] Koenker R. and Basset G.(1978), "Regression Quantiles," *Econometrica*, vol. 44, pp.33-50.
- [10] Yang S.(2014), "A Study on the Single-Family House Price Determinants Analyzed by Quantile Regression: In case of locating single family houses in Seoul," *Association of Korean Geographers*, vol. 49, no. 5. pp.690-704.
- [11] Buchinsky M.(1998). "Recent advances in quantile regression models: A practice guideline for empirical researchn," *The Journal of Human Resources*, vol. 3, no. 1, pp.88-126.

저자소개



장 태 연(Jang, Tae Youn)
1999년 6월~현재 : 전북대학교 도시공학과 교수
1996년 University of Tennessee 박사졸업(교통공학)
1995년 1월~1995년 12월 : 테네시 Knoxville시청 MPO 인턴
1995년 1월~1995년 12월 : 미국 Allan Hoshell Consulting Co. 인턴
e-mail : jangty@jbnu.ac.kr



한 우 진 (Han, Woo Jin)
2016년 6월~현재 : 전북대학교 도시공학과 겸임교수
2015년~현재 전북교통연구원 원장
2015년 전북대학교 건축도시공학과 박사수료(교통공학)
2014년 전북대학교 도시공학과 석사(교통공학)
e-mail : hanwj0405@naver.com



김 정 호 (Kim, Jeong Ho)
2015년~현재 : 전북교통연구원 실장
2016년 전북대학교 건축도시공학과 박사수료(교통공학)
2004년 전북대학교 도시공학과 석사(교통공학)
e-mail : postnet21@naver.com