

수도권지역 기초자치단체별 도시철도 공급 수준에 관한 기초연구

A study on the level of urban railway supply for basic local government in metropolitan area

김준택*[†], 박정수** , 황보작**

Jun Taek Kim*[†], Jung Soo Park** , Jak Hwangbo**

Abstract Urban traffic problems have a close relationship with socio-economic activities of citizens. According to the level of the currently supply for urban railways, there is a difference for user's benefits in basic local government. So, it is essential to complement the appropriate level of traffic SOC supply. In that regard, this study is identified currently level of supply for the station in basic local government in metropolitan area, and that suggests the level of urban railway supply by socio-economic indicators based on statistical data. when we decide on the plan of new urban railways, it is able to use as the basis data for including the appropriate supply of the urban railway station considering location . Besides, it is expected to be worth that is used as evidence for the introduction of new transportation supply.

Keywords : Traffic SOC, Urban railways, Basic local Government, Level of supply, Socio-economic indicators

초 록 도시교통문제는 도시민의 사회경제적 활동과 밀접한 관계를 가진다. 따라서 수도권지역 도시철도의 현 공급수준에 따른 기초자치단체별 이용자의 편익에도 편차를 보이게 되며, 이의 보완을 위해 적정 수준의 교통 SOC 공급은 필수적이라 할 수 있다. 그런 측면에서 본 연구에서는 우선 수도권지역 기초자치단체별 역 공급 현황을 파악하고, 사회경제지표 관련 통계자료를 근거로 한 도시철도 공급 수준을 알아보고자 한다. 이는 도시철도 신선 계획에 있어서, 역 위치 선정시 고려해야 할 사항을 포함한 적정 공급의 기초자료로 활용가능하고, 신 교통수단 도입의 근거자료로서도 활용가치가 있을 것으로 기대된다.

주요어 : 교통SOC, 도시철도, 기초자치단체, 공급수준, 사회경제지표

1. 서 론

인구의 도시집중현상은 수도 서울의 팽창 및 여러 가지 사회경제적 도시문제를 초래하였다. 도시교통문제는 이러한 맥락에서 해결해야 할 정책문제 중 하나이며, 도시의 원활한 기능수행을 담보하기 위한 해결이 필수적이라 할 수 있다. 현재 서울을 포함한 수도권지역의 도시철도 공급현황은 각 기초자치단체별로 편차를 보이며, 전혀 공급되지 않은 지역도 다수 나타난다. 따라서, 본 연구에서는 수도권지역 기초자치단체별 역 공급 현황을 파악하고, 사회경제지표 관련 통계자료를 근거로 한 도시철도 공급 수준을 알아보고자 한다.

† 교신저자: 서울메트로 동작승무사업소(smkt419@naver.co.kr)

** 동양대학교 정보대학원

2. 본 론

2.1 기존문헌 고찰

2.1.1 선행연구 고찰

철도의 계획 과정은 기초 자료조사→노선계획→역 위치계획→수송수요 추정→수송력 설정→개략·예비설계→철도운전 서비스계획→시스템계획→실시설계→경제성·재무성 등 각종분석→공사시행방법 결정→건설공사 시행의 순으로 이루어진다. 이러한 과정 중에서 본 연구와 관련이 많은 부분은 자료조사시의 노선망 및 역 등의 기존철도 실태 조사와 노선·역 위치 계획시의 검토사항, 수송수요 관련 고려사항의 검토 등을 들 수 있다. 철도 노선망 선정시 고려사항을 요약해 보면, 노선은 가능한 인구 밀집지역을 통과하도록 계획하고, 도시지역에서는 인접 역세권 상호간의 중복을 피하며, 주요 도로 및 기존선과 교차시켜 환승이 용이하도록 한다. 또한 타 교통기관과의 접속·연계 및 도시철도간의 상호 직통운전이 가능하도록 하고, 주요 기점간 최단거리 노선을 고려하고, 건설비가 적은 방안으로 하며, 범규 및 제도에 적합하고 문화유산을 고려하여 계획한다. 다음으로 역 위치 선정시 고려사항을 살펴보면, 접근성이 양호한 지점을 선정하고, 지역주민이 편리하게 이용할 수 있도록 편리성을 고려하며, 환승 주차장의 설치 및 건널목 통행의 불편을 해소하도록 한다. 그리고 타 노선과의 교차점에는 필히 설치하고, 지형·지질이 양호한 곳을 선정하며, 기울기가 없는 선형에 선정하고, 현장조건에 따라 지상·지하·고가화 한다. 마지막으로 장래 도시 발전 및 주변 환경과의 조화를 고려하여 선정한다. [1]

살펴본 바와 같이 노선 및 역 위치 선정시에는 여러 가지 요소들을 고려하여야 하며, 현재 공급되어 있는 도시철도망의 경우 도시교통문제를 해결하기 위해 차후에 공급이 이루어지다 보니 노선의 중복 및 특정지역의 집중공급 등 여러 가지 문제점을 나타내고 있다. 다만 현 상황에서도 교통문제는 해소 되지 않고 있으므로 이에 대한 조사와 적정공급이 필요한 실정이다.

도시철도 공급수준에 대한 선행 연구는 주로 신교통 도입에 관한 연구가 주를 이룬다. 엄진기 등(2010)은 [2]에서 도시교통은 인구통계학적 특성, 이용자의 행태, 재정상태 등 여러 조건의 영향을 받기 때문에 바이모달 트램의 도입여부를 결정하기 위해 고려되어야 할 지표들을 현재 LOS 수준, 인구규모, 대중교통 이용률, 차내혼잡도, 환승 연계성으로 정의하고 BSI(Bimodal Score for Introduction)를 산정하였다. 김연웅 등(2010)은 [3]에서 PRT 도입을 위한 수요분석 측면에서 존 세분화 방법을 활용하여 축분석법과 전환률법에 대한 적용방안을 살펴보고, 이를 통한 PRT 이용수요를 도출하였다. 김연규(2011)는 [4]에서 국민참여활동(Public Involvement) 사례를 고양시를 대상으로 정보공유 이전과 이후의 신교통 기본계획에 대한 수용의식의 변화를 구조방정식 모형을 이용하여 분석한 결과, 정보제공의 기회와 철도사업의 절차적 정당성을 향상시킬 수 있는 제도의 필요성을 강조하였다.

신 교통 시스템 도입관련 논문들의 주된 내용은 신교통 수단의 도입 적합성에 초점이 맞추어져 있으며, 기초지방자치단체별 적정 수준의 공급에 대한 부분은 연구가 미진한 것으로 나타났다. 이외에도 수요 추정에 관한 다수의 선행연구가 존재한다. 문영일과 노정현(2011)은 [5]에서 서울시 역세권을 대상으로 다양한 TOD 영향요인(토지이용복합도, 개발밀도수준, 대중교통시설공급수준, 가로설계수준, 연계교통시설, 지하철시설규모, 대중교통운영수준)을 파악하고, 대중교통 이용수요와 연관성을 규명하기 위한 실증분석을 실시하였다. 김주영 등은 [6]에서 2006 년 가구실태조사 자료를 이용하여 각 분석단위(Zone)의 수단별 파라미터를 추정하고, 서울 지하철 9 호선을 대상으로 개통 전과 후를 비교하여, 관측된 수단분담률 변화와 모형상의 예측치의 정확성 및 신뢰성을 검토하였다. 그리고 박범환 등은 [7]에서 교통수요 분석 4 단계 모형의 단계적 접근방법이 갖는, 통행배정에서 가정하는 노선별 운행횟수와 노선

계획을 통해 작성된 운행횟수와의 불일치 문제를 해결하기 위한, 기존의 노선계획 모형에 확률적 통행배정 원리를 도입한 최적화 모형을 제시하였다. 다만, 제시한 모형과 알고리즘이 현실적으로 어느 정도 설명력을 갖는지에 대한 검증은 생략되었다.

이외에도 수요예측에 관한 모형 연구가 많이 있으며, 본 연구와의 관련성을 고려하여 모형 도출시 반영된 영향요인들을 추출하여 독립변수 선정에 참고하였다.

2.1.2 법, 제도적 고찰

도시철도법에서 정의하는 바에 따르면 "도시철도란 도시교통의 원활한 소통을 위하여 도시교통권역에서 건설, 운영하는 철도, 모노레일, 노면전차, 선형유도전동기, 자기부상열차 등 궤도에 의한 교통시설 및 교통수단을 말한다." 그러므로 궤도에 의한 운행을 하지 않는 교통수단은 도시철도의 범주에 속하지 아니함을 알 수 있다. 본 연구에서는 전술한 바와 같이 수도권지역을 운행하는 중량전철을 대상으로 연구를 하였으며, 차후 도입될 신교통수단도 상기에 명기된 모노레일, 노면전차 등의 도시철도 범주에 속하는 운송수단을 의미한다.

도시철도 공급을 위한 기본계획을 수립할 때에는 노선명, 노선연장, 기점·종점, 정거장 위치, 차량기지 등 개략적인 노선망에 대한 사항이 포함되어야 한다. 한국개발연구원(2008)의 [8]에서는 기초자료분석 및 조사의 쟁점사항에 대하여 다음과 같이 밝히고 있으며, 이 부분에 관한 검토가 이루어져야 함을 강조하고 있다.

첫째, 노선연장, 역수, 복선화/전철화 여부, 승·하차인원, 역 위치 등 교통현황분석.

둘째, 토지오염, 위생, 소음공해 등 환경오염을 포함한 생활환경문제와 자연적인 조건에 관한 여러 고려사항 등을 분석하는 자연환경 및 생활환경 분석.

셋째, 인구구조, 산업구조, 지역총생산, 토지이용현황, 교통현황 등을 검토하는 사회·경제적 환경 분석을 들고 있으며, 이러한 사항을 분석할 때에는 국토종합계획, 국가 기간망계획, 국가 철도망구축계획, 중기 교통시설투자계획, 도로정비기본계획, 국토 및 국지도 5개년계획 등의 상위 및 관련계획의 검토도 이루어져야 함을 기술하고 있다. 따라서 본 연구에서는 기초자치단체별 도시철도의 공급현황 파악을 위해 기 공급된 도시철도 역 수 및 노선 수를 조사하고, 관련 사회경제지표를 추출하여 공급수준에 대해 알아보하고자 한다.

2.2 자료의 수집 및 분석방법 정립

2.2.1 자료의 수집

수도권지역 기초자치단체별 도시철도 공급수준을 파악하기 위하여 우선 각 기초자치단체별 도시철도노선 및 역 수를 전수 조사하였다. 광역도시철도망이 설치된 기초자치단체중 행정구역이 서울과 인천 및 경기도가 아닌 지역은 수도권으로 보기에는 지리적으로 적당하지 않아 배제하였다(춘천시, 아산시, 천안시). 해당 노선은 1 ~ 9 호선 및 인천지하철 노선, 분당선, 중앙선, 공항철도, 경의선, 신분당선, 경춘선, 수인선을 대상으로 하였다. 역 수 산정시 환승역의 경우 노선별로 역 수를 기산하였으며, 연락운송구간의 경우 환승이 이루어지지 않으면 하나의 노선으로 간주하였다

다음으로 서울통계, 인천통계 및 경기통계에서 제공하는 사회경제지표들을 확보하였다. 제공되는 통계자료 중 교통문제와 밀접한 관계가 있는 인구 관련 변수, 도로교통 밀도를 결정하는 변수, 도시화 정도를 파악할 수 있는 변수, 그리고 재정건전화 정도를 알 수 있는 변수 등 도시철도 공급과 연관성이 있는 자료 20 여 가지를 우선 추출하였으며, 이는 기존 문헌에서 독립변수로 사용되었던 영향요인들을 포함하는 자료이다. 그 중에서 통계수치가 제공되는 인구, 인구밀도, 면적, 사업체수, 종사자수, 유통업개소, 연면적(유통업소), 자동차 등록대수, 주차면수, 주차장확보율, 도로연장, 재정자립도, 재정자주도, 지방세부담액의 14

가지 영향요인을 추출하여 분석에 사용하였다.

Table 1 currently supply of the station and line in basic local government

Division	Basic local Government	NO(Station)	NO (Line)	Division	Basic local Government	NO(Station)	NO(Line)
1	Suwon	6	2	29	Incheon Gyeyang-gu	8	2
2	Seongnam	18	3	30	Incheon Seo-gu	1	1
3	Bucheon	11	2	31	Jongno-gu	15	6
4	Anyang	7	2	32	Jung-gu	24	7
5	Ansan	8	1	33	Yongsan-gu	17	5
6	Yongin	6	1	34	Seongdong-gu	20	6
7	Pyeongtaek	5	1	35	Gwangjin-gu	11	3
8	Gwangmyeong	3	1	36	Dongdaemun-gu	11	4
9	Siheung	4	2	37	Jungnang-gu	13	4
10	Gunpo	7	2	38	Seongbuk-gu	9	2
11	Hwaseong	1	1	39	Gangbuk-gu	3	1
12	Uiwang	1	1	40	Dobong-gu	8	3
13	Osan	4	1	41	Nowon-gu	16	4
14	Yangpyeong	8	1	42	Eunpyeong-gu	16	4
15	Gwacheon	5	1	43	Seodaemun-gu	7	4
16	Goyang	19	2	44	Mapo-gu	21	5
17	Uijeongbu	6	1	45	Yangcheon-gu	6	3
18	Namyangju	12	2	46	Gangseo-gu	19	3
19	Paju	6	1	47	Guro-gu	14	3
20	Guri	2	2	48	Geumcheon-gu	4	2
21	Yangju	3	1	49	Yeongdeungpo-gu	20	5
22	Dongducheon	5	1	50	Dongjak-gu	17	4
23	Gapyeong	4	1	51	Gwanak-gu	4	1
24	Incheon Jung-gu	6	2	52	Seocho-gu	19	5
25	Incheon Nam-gu	4	2	53	Gangnam-gu	29	6
26	Incheon Yeonsu-gu	15	2	54	Songpa-gu	22	5
27	Incheon Namdong-gu	8	3	55	Gangdong-gu	11	2
28	Incheon Bupyeong-gu	13	3				

2.2.2 분석방법 정립

선행연구 및 통계자료에서 추출된 영향요인들이 기초자치단체별 기 공급 역 수와 상호 관련성이 있는지, 있다면 어느 정도의 관련성이 있는지를 알아보기 위하여 상관분석을 실시한다. 즉, 선형성의 유무 및 방향 그리고 선형관계의 크기를 분석하고, 다음으로 상관분석 결과 추출된 변수들이 갖는 다중공선성 문제의 해결 및 현재의 도시철도 공급수준 파악과 향후 적정공급수준을 알아보기 위하여 회귀분석을 실시한다. 회귀분석 결과 도출된, 설명력과 영향력을 파악할 수 있는 회귀식에 대한 자동상관 검정, F 검정, t 검정 등 각종 검정을 실시하여 적합도 및 타당성을 확보하고자 한다.

2.3. 도시철도 공급수준 분석

2.3.1 상관분석

선행연구 및 수집된 자료에서 추출한 영향요인들이 기 공급된 기초자치단체별 역 수와 어느 정도의 관련성이 있는지 알아보기 위하여 상관분석을 실시하였다. 분석 결과 상관계수는 유의수준 0.05(양측)에서 도로연장($R=-0.02$)과 채무액($R=-0.17$)을 제외하고 양호한 것으로 나타났다. 특히 사업체수($R=.609$), 종사자수($R=.632$), 유통업개소($R=.618$), 연면적($R=.641$), 주차장 확보율($R=.673$)의 다섯 가지 변수들이 역 수와의 상관성이 높게 분석되었다(Table 2 참조).

다만, 다중공선성이 의심되는 요인들이 인구-자동차 등록대수($R=.960$), 종사자수-지방세 징

수액(R=.931), 자동차 등록대수-주차면수(R=.938) 등 여러 개 있으므로, 이 부분에 대한 검정이 필요한 것으로 판단된다.

Table 2 Correlations

	인구	면적	인구밀도	사업체수	종사자수	유통업개소	연면적	자동차비율	주차면수	주차장확보율	도로면적	재정자립도	재정자주도	지방세징수액	채무액	역수
역수	.348**	-.435**	.569**	.609**	.632**	.618**	.641**	.300*	.481**	.673**	-0.02	.404**	.344**	.549**	-0.17	1.00

** . Correlation coefficient < 0.01

* . Correlation coefficient < 0.05

2.3.2 회귀분석

도시철도 공급수준을 결정하기 위해 종합적인 판단의 근거 마련을 위한 분석이 필요하므로 독립변수들의 영향력과 예측력을 파악할 수 있는 회귀분석을 실시하였다. 분석 결과 4개의 모형이 도출되었으며, 모형4가 R square값(.648)이 가장 높게 나타났다(Table 3 참조).

Table 3 Model Summary

Model	R	R square	Adjusted R.sqrare	Std.Error of the Estimate	Statistics Variance					Durbin-Watson
					R square Variance	F Variance	df1	df2	Sig. Variance	
1	.673 ^a	.452	.444	5.33630	.452	52.881	1	64	.000	
2	.755 ^b	.571	.557	4.76244	.118	17.353	1	63	.000	
3	.786 ^c	.617	.599	4.53193	.047	7.572	1	62	.008	
4	.818 ^d	.670	.648	4.24603	.052	9.631	1	61	.003	2.102

d. Predictors: (Constant), 주차장확보율, 연면적, 인구밀도, 지방세징수액

e. Dependent Variable: 역 수

Table 4 ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
4	Regression	2228.563	4	557.141	30.903	.000 ^d
	Residual	1099.755	61	18.029		
	Total	3328.318	65			

d. Predictors: (Constant), 주차장확보율, 연면적, 인구밀도, 지방세징수액

e. Dependent Variable: 역 수

모형4의 적합도 및 타당성을 알아보기 위하여 자료의 자동상관 검정인 Durbin-Watson 값을

살펴본 결과 2.102로 일반적인 기준치 1.5~2.5 사이에 포함되어 양호하게 나타났다. 또한 회귀 모형이 전체적으로 의미를 가지는지를 알아보기 위한 F검정 결과 유의수준 0.05에서 유의미한 결과를 얻었다(Table 4 참조). 독립변수의 상관관계에 대한 다중공선성 검정에 있어서 공차한계(TOL) 0.1 초과, 분산팽창계수(VIF) 10 미만으로 다중공선성이 존재하지 않음을 확인하였다. 그리고 독립변수 계수치의 t검정에서도 4개의 독립변수 모두 임계치 이상의 t값을 나타내어 유의한 결과를 얻었다(Table 5 참조).

Table 5 Coefficients^a

Model	Non standardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B		Correlation coefficient			Multicollinearity Statistics		
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero Order	Partial Correlation	Part Correlation	TOL	VIF	
4	(Constant)	-3.649	1.841		-1.982	.052	-7.331	.032					
	주차장확보율	.059	.023	.253	2.539	.014	.013	.105	.673	.309	.187	.547	1.829
	연면적	.000	.000	.236	2.489	.016	.000	.000	.641	.304	.183	.604	1.654
	인구밀도	.000	.000	.334	3.727	.000	.000	.000	.569	.431	.274	.676	1.480
	지방세징수액	.000	.000	.288	3.103	.003	.000	.000	.549	.369	.228	.627	1.595

a. Dependent Variable: 역 수

최종 도출된 모형의 회귀식은 다음과 같다.

$$Y = 3.6491598297 - 0.0589067489X_1 + 0.0000027275X_2 + 0.0002852301X_3 + 0.0000059576X_4$$

2.3.3 공급수준 분류

회귀식에 의한 계산 결과와 기 공급된 역 수를 비교한 결과 대부분의 기초자치단체들은 공급수준이 우수하였다. 특히 강남구(+15.92), 마포구(+15.30), 종로구(+14.98), 인천 연수구(+14.75)는 공급이 매우 우수한 것으로 나타났다. 다만, 양천구(-3.57), 김포시(-3.29), 수원시(-3.06), 광주시(-2.49), 인천서구(2.35), 인천 남구(-2.19), 연천군(-2.18), 양평군(-2.15), 포천시(-1.74), 용진군(-1.50), 하남시(-1.49), 강화군(-1.37), 광명시(-1.23), 성남시(-0.78), 인천 동구(-0.74), 금천구(-0.47), 구리시(-0.38), 의왕시(-0.24), 관악구(-0.23), 안성시(-0.20), 강북구(0.02)는 공급이 미흡하게 나타났다.

3. 결론

본 연구에서는 수도권지역 도시철도 공급수준을 파악하기 위하여 회귀분석에 의한 회귀식을 도출하고, 기 공급된 역 수와의 비교로 공급수준을 분류해 보았다. 기 발표된 통계자료를 이용하여 독립변수를 선정하고 이를 토대로 수도권지역 66개 기초지방자치단체의 도시철도 공급수준을 개략적으로 분류한 결과 21개 지자체의 공급수준이 미흡한 것으로 나타났다. 다만 회귀모형의 설명력이 67%수준으로 타 독립변수의 확보가 필요하다고 판단된다. 향후 지방에 위치한 광역시의 도시철도 공급 현황을 포함하는 연구가 심층적으로 이루어진다면 좀더 정확한 모형의 개발이 가능하리라 예상된다.

도시철도 공급수준에 관한 본 기초연구 결과는 여러 지방자치단체들이 신교통수단을 포함한 도시철도의 공급에 관심을 보이고 있는 현 상황에서, 도시철도 공급 관련 정책 결정 초기에 필요한 자료의 일부를 제공한다는 점에서 의미를 부여하고자 한다.

참고문헌

- [1] J.M. Won, J.S. Park, E.Y. Seo (2012) Easy railways transportation planning, Korea Research Information Service (co), Gyunggi-do, Paju , pp. 22-31.
- [2] J.K. Eum, M.H. Choi, M.J. Sung, J. Lee, et al. (2010) Analytic Study of Introducing Bimodal TRAM System, Journal of the Korean Society for Railway, 13(6), pp. 595-600.
- [3] S.B. Chung, Y.W. Kim, G.W. Jang, S.K. Shin (2010) Development of Traffic Demand Methodology for PRT, The Korean Society for Railway, PP. 2400-2408.
- [4] Y.K. Kim (2011) Empirical Analyses on Public Involvement Impact for Master Plan of New Transit System, Journal of the Korean Society for Railway, 14(1), pp. 80-86.
- [5] Y.I. Moon, J.H. Rho (2011) An Empirical Analysis on Public Transportation Demand and TOD Design Factors in Seoul subway adjacent area, Korean Society of Road Engineers, 13(4), pp. 211-220.
- [6] J.Y. Kim, S.J. Seong, D.K. Kim, J.W. Jeon (2011) Development and Application of the Models According to Zone Sizes, Korean Society of Transportation, 29(6), pp. 97-106.
- [7] B.H. Park, C.S. Kim, H.L. Rho (2010) An Optimization Model for Railway Line Planning Considering Traffic Assignment, The Korean Society for Railway, PP. 2372-2378.
- [8] KDI PIMAC (2008) Complementary Research of modified standard Guidelines for the Pre-feasibility Study in the Road- Railway sector Projects (5th Edition), KDI, PP. 12-15.