

2018 기획연구과제 요약보고서

# 인천시 지역 간 대중교통 경쟁력 비교

석종수 교통물류연구실 선임연구위원

**| 연구진**

석종수 교통물류연구실 선임연구위원

032-260-2652 | sheok@ii.re.kr

**| 열람방법**

인천광역시 행정자료실

인천연구원 자료실, 홈페이지(www.ii.re.kr)

# 연구요약

## I. 연구의 개요

- 인천시에서도 대중교통 서비스 공급의 사회적 형평성을 논의할 때가 되었으며, 특히 저소득층이 많이 거주하는 지역이나 저밀도로 개발되어 상대적으로 낙후된 지역에서 상대적인 차별을 느끼지 않도록 정책을 펴야 함
- 이 연구는 인천시의 행정동 간을 대중교통수단을 이용해서 이동할 때 필요한 통행시간과 개인교통수단인 승용차를 이용해서 이동할 때 필요한 시간을 비교해서 행정동별 대중교통수단의 경쟁력을 비교하는 것이 목적임
- 이 연구는 가구통행실태조사 자료를 근거로 산출한 지역 간 통행시간 자료를 활용해서 지역 간의 대중교통 경쟁력을 비교했으며, 지역(행정동) 간의 형평성 차원에서 대중교통 통행시간의 상대적인 차이를 분석한 것이 특징임

## I. 평가지표의 선정

- 이 연구에서는 각 통행자가 주어진 여건에서 가장 합리적이고 자신에게 가장 효용이 큰 교통수단과 경로를 선택한다고 가정하고, 통행인의 경로선택에서 가장 큰 영향을 미치는 요인인 통행시간(정성용·김대웅, 1996)을 비교의 대상으로 함
- 특정 지역 간을 대중교통수단으로 통행하는 것이 개인교통수단으로 통행하는 것과 비교해서 얼마나 경쟁력이 있는가를 평가하는 것이 연구의 목적이므로 국내외에서 대중교통수단이 개인교통수단과 비교해서 경쟁력을 가지는지를 평가하는 지표로 많이 사용되는 “승용차 통행시간 대비 대중교통 통행시간”(신성일, 2004)을 대중교통의 경쟁력 지표로 선택함
- 분석에 이용된 자료는 가구통행실태조사에서 만들어진 존간 대중교통 통행시간 자료와 존간 승용차 통행시간 자료임

# I. 평가지표의 계산 방법

- 이 연구에서 대중교통의 경쟁력은 통행자가 지역  $I$ 에 있는  $a$ 지점에서 지역  $J$ 에 있는  $b$ 지점까지 대중교통을 이용해서 통행하는 시간과 같은 출발지와 목적지를 승용차로 통행하는 시간의 비 또는 차이임
- 개인  $x$ 가 출발지  $a$ 에서 도착지  $b$ 까지 대중교통을 이용해서 통행하는 데 소요된 시간인 대중교통 통행시간은 출발지  $a$ 에서 정류장<sup>1)</sup>  $i$ 까지 가는 접근시간( $at_{ai}^x$ )과 정류장  $i$ 에서 대중교통을 기다리는 시간( $wt_i^x$ ), 정류장  $i$ 에서 정류장  $j$ 까지 차량으로 이동하는 데 소요된 시간인 차내 시간( $t_{ij}^x$ )<sup>2)</sup>, 정류장  $j$ 에서 목적지  $b$ 까지 가는데 소요된 시간( $at_{jb}^x$ )으로 구성됨

$$t_{ab}^x = at_{ai}^x + wt_i^x + t_{ij}^x + at_{jb}^x$$

- 지역  $I$ 에서 통행자  $x$ 가 정류장  $i$ 까지 접근하는 시간을 구하기 위한 가정(1~3)과 통행자  $x$ 가 정류장  $i$ 에서 대기하는 시간( $wt_i^x$ )을 구하기 위한 가정을 설정함
  - 가정 1: 지역  $I$ 는 완전한 원이며, 지역  $I$ 에서 출발하는 사람들은 많은 정류장 가운데 가장 가까운 하나의 정류장만 이용함
  - 가정 2: 완전한 원인 지역  $I$ 에서 출발하는 사람들은 반지름( $r_I$ )의 절반( $r_I/2$ )만큼 떨어진 거리에서 출발함
  - 가정 3: 지역  $I$ 에서 출발하는 사람들은 정류장까지 도보로만 접근하며, 이때 도보 속도는 1.2m/sec(72m/min)임
  - 가정 4: 지역  $I$ 의 모든 통행자는 지역  $I$ 를 지나는 대중교통 노선 중 하나만 이용함
- 이 연구에서는 대중교통 대기시간을 인천시 내부를 운행하는 모든 버스의 평균 배차 간격인 14.9분의 절반(7.5분)을 일률적으로 적용함
- 대중교통 차내 시간에는 실제로 출발지 정류장에서 탑승한 후 목적지 정류장에 내릴 때까지 걸린 시간으로, 여기에는 대중교통을 갈아타는 데 걸린 시간(환승 시간)도 포함함

---

1) 버스를 이용할 때는 정류장이고 도시철도를 이용할 때는 역이지만, 이 연구에서는 이를 통칭해서 정류장으로 표현함  
 2) 차내 시간에는 환승 시간을 포함함

- 지역  $I$ 에서 지역  $J$ 로 대중교통을 이용한 통행자가  $n$ 명이라면  $n$ 명의 대중교통 통행시간을 산술평균해서 지역  $I$ 에서 지역  $J$ 로 통행할 때의 대중교통 통행시간( $P_{IJ}$ )을 구함

$$P_{IJ} = \frac{\sum_{x=1}^n t_{ab}^x}{n} = \frac{\sum_{x=1}^n (at_{ai}^x + wt_i^x + t_{ij}^x + at_{jb}^x)}{n}$$

- 기점인 지역  $I$ 를 기준으로 해당 지역의 대중교통 평균 통행시간을 구함

$$P_I = \frac{\sum_{J=1}^{127} P_{IJ} - P_{II}}{126}$$

- 승용차  $y$ 가 지역  $I$ 에 있는 출발지  $i_m$ 에서 지역  $J$ 에 있는 도착지  $j_m$ 까지 통행하는데 소요된 시간은 차내 시간  $c_{i_m j_m}^y$ 이며, 지역  $I$ 에서 지역  $J$ 로 승용차 통행시간은 각 승용차의 통행시간을 산술평균해서 구함

$$C_{IJ} = \frac{\sum_{y=1}^u c_{i_m j_m}^y}{u}$$

- 기점인 지역  $I$ 를 기준으로 자동차 평균 통행시간을 구함

$$C_I = \frac{\sum_{J=1}^{127} C_{IJ} - C_{II}}{126}$$

- 대중교통 경쟁력을 통행시간의 비율로 비교하는 방법과 통행시간의 차이로 비교하는 방법으로 구함

$$PCR_I = \frac{P_I}{C_I} \qquad PCG_I = P_I - C_I$$

## II. 대중교통과 승용차의 통행시간

### 1) 접근시간

- 행정동별 대중교통수단 접근시간을 구하기 위해 각 행정동 면적에서 시가화 면적만 따로 산출한 후에 이 면적을 근거로 행정동별 출발지에서 정류장까지 접근 거리를 산출함
- 접근시간의 전체 평균은 4.3분이며 표준편차는 2.0으로 행정동별 차이는 크지 않음

### 2) 대기시간

- 연구의 효율성을 위해 인천시 내부를 운행하는 모든 버스의 평균 배차 간격인 14.9분을 모든 정류장을 통과하는 대중교통의 배차 간격으로 간주하고 평균 대기시간을 평균 배차 간격의 절반인 7.5분을 적용함
- 대중교통의 차내 시간은 도시철도 차내 시간과 버스 차내 시간으로 구분해서 자료를 구축했으며, 두 자료 모두 가구통행 실태조사에서 산출한 자료를 근거로 함
- 도시철도 역이 있는 행정동일수록 차내 시간이 짧으며, 평균 차내 시간이 가장 짧은 3개 동에는 두 개 이상의 도시철도 역이 있음
- 도시철도 차내 시간이 짧은 순서대로 나열하면 상위 12개의 동이 평균 20분 이내임
- 검암경서동, 계양1동, 계양2동, 송도1동, 송도2동 등은 도시철도 역이 2개 이상이지만, 지역의 시가화 면적이 넓고 도시 외곽부에 있어 도시철도 차내 시간이 길게 산출됨
- 지리적으로 인천의 중심부에 있는 동들의 남북방향에 있는 외곽 동들보다 버스 차내 시간이 짧음
- 버스의 차내 시간은 도시철도보다 상대적으로 길며, 동 간 차내 시간의 편차도 도시철도보다 버스가 더 큼
- 버스의 차내 시간이 도시철도의 차내 시간보다 지역 간 편차가 적음
- 대중교통의 행정동 간 차내 시간은 행정동 간의 버스 차내 시간과 도시철도 차내 시간의 산술평균한 값으로 함
- 대중교통 차내 시간을 산출한 결과에서도 도시의 중심부에 있는 행정동들의 차내 시간이 상대적으로 짧고, 도시의 남과 북쪽에 치우친 행정동들의 차내 시간이 상대적으로 길

- 대중교통 차내 시간은 최소 23.4분에서 최대 74.9분으로 그 차이가 51.5분이며, 인천시 전체의 평균 차내 시간은 39.5분임
- 대중교통 차내 시간이 상대적으로 짧은 행정동은 주안5동, 간선4동, 십정1동, 주안6동, 간석1동, 주안4동 등 주로 도시의 중앙부에 있으면서 경인선 철도가 지나거나 철도 주변에 있는 행정동임
- 대중교통 차내 시간이 상대적으로 긴 행정동은 송도2동, 검단5동, 검단2동, 송도3동, 검단1동, 송도1동 등 주로 검단지역과 송도지역에 있는 행정동들임

### 3) 통행시간

- 접근시간, 대기시간, 차내 시간을 이용해서 행정동 간 대중교통 통행시간을 산출하면 최소 47.8분에서 최대 96.7분으로 그 차이가 48.9분이며, 인천시 전체 행정동의 평균 대중교통 통행시간은 55.7분임
- 대중교통 통행시간은 도시철도 노선이 지나는 행정동이나 도심부에 있는 행정동이 상대적으로 짧고 도시 외곽에 있는 행정동들이 상대적으로 길
- 대중교통 통행시간이 60분을 초과하는 행정동이 27개 동이나 되며, 이는 인천시 전체 행정동의 21.3%에 해당함
- 대중교통 통행시간이 60분을 초과하는 27개 행정동은 대중교통 경쟁력과 별개로 대중교통 통행시간을 줄이기 위한 대책을 마련할 필요가 있음
- 행정동별 승용차의 통행시간은 평균 32.5분이며, 최댓값은 51.5분이고 최솟값은 28.7분으로 그 차이는 22.8분임
- 서구의 원도심 지역에 있는 행정동들의 승용차 통행시간이 상대적으로 짧으며, 도시의 외곽으로 갈수록 승용차 통행시간이 길어짐

## V. 대중교통 경쟁력

### 1) 비율 경쟁력

- 대중교통 비율 경쟁력이 가장 좋은 행정동은 부개1동으로 157.9%이며, 가장 나쁜 행정동은 검단5동으로 219.2%임
- 인천시 전체 행정동의 대중교통 비율 경쟁력 평균은 170.7%로 인천시는 대중교통으로 통행하는 것이 승용차로 통행하는 것보다 약 1.7배 정도 시간이 더 필요하다는 것을 의미함
- 대중교통 비율 경쟁력이 180.2%를 초과하는 지역은 다른 지역보다 상대적으로 대중교통을 이용하는 것이 더 불리한 지역이라 할 수 있으므로, 대중교통 노선 조정이나 배차 간격 조정 등의 방법으로 승용차에 대한 대중교통의 경쟁력을 높이는 방안을 마련해야 함

### 2) 차이 경쟁력

- 대중교통 차이 경쟁력이 가장 좋은 주안6동으로 18.2분이며, 가장 나쁜 행정동은 검단5동으로 50분임
- 인천시 전체 행정동의 대중교통 차이 경쟁력 평균은 23.1분으로 인천시는 대중교통으로 통행하는 것이 승용차로 통행하는 것보다 약 23분 정도 시간이 더 필요하다는 것을 의미함
- 대중교통 차이 경쟁력이 28.0분 이상인 지역은 대중교통 비율 경쟁력이 아무리 좋더라도 대중교통보다 승용차를 선택할 가능성이 큰 지역임
  - 해당 지역은 대중교통 경쟁력을 높여주지 않으면 점점 더 승용차 수송분담률이 높아질 가능성이 있으므로 대중교통 경쟁력을 높여주는 방법을 마련해야 함

### 3) 경쟁력 종합

- 대중교통 비율 경쟁력이 낮은 지역은 논현고잔동을 비롯해 19개 행정동이며, 대중교통 차이 경쟁력이 낮은 지역은 검단 4동을 비롯해 20개 행정동임
- 논현고잔동, 동춘1동, 송도3동, 청라2동, 송도2동, 학익1동, 청라3동, 신현원창동, 만석동, 연안동, 신흥동, 검암경서동, 검단5동 등 총 13개 행정동은 비율 경쟁력과 차이 경쟁력 모두 약한 지역으로 절대적인 시간 차이도 크게 나면서 상대적으로 시간이 오래 걸리는 지역이므로 최우선으로 대책을 마련할 필요가 있는 지역임

## VI. 결론과 향후 연구과제

### 1) 결론과 정책 건의

- 지금까지 인천시의 대중교통 정책이 효율성을 추구한 결과, 수요가 많은 지역 위주로 노선과 시설을 공급했으며 상대적으로 대중교통의 경쟁력이 약한 지역이 발생함
- 인천시에서 대중교통의 경쟁력이 약한 지역들은 대부분 도시 외곽의 저밀 개발지역이나 도시개발이 진행되고 있는 지역이므로 이러한 지역에 대한 정책적 배려가 필요함
- 대중교통 경쟁력이 현저히 떨어지는 지역에서는 승용차를 이용한 통행의 비율이 높을 수밖에 없으며, 이러한 지역의 대중교통 경쟁력을 높이지 않으면 인천시의 대중교통 수송분담률을 높이는 데 한계가 생길 수밖에 없음
- 인천시 전체 행정동의 대중교통 비율 경쟁력 평균은 170.7%, 대중교통 차이 경쟁력 평균은 23.1분으로 인천시는 대중교통으로 통행하는 것이 승용차로 통행하는 것보다 약 1.7배 정도 시간이 더 필요하며 시간으로는 약 23분 정도 더 필요함
- 대중교통의 수송분담률을 높이기 위해서는 대중교통의 경쟁력을 높이기 위한 노력이 필요하며, 대중교통 통행시간에서 차내 시간을 줄이기는 쉽지 않으므로 접근시간과 대기시간을 줄이는 방안을 마련해야 함
- 대중교통의 접근시간을 줄이기 위해서는 접근 교통수단을 자전거, 개인용 이동장치 등으로 다양화할 필요가 있으며, 대기시간을 줄이기 위해서는 버스와 도시철도의 배차 간격을 축소할 필요가 있음

### 2) 연구의 한계와 향후 과제

- 이 연구에서는 가구통행 실태조사에서 산출한 대중교통의 존간 차내 시간과 승용차의 존간 통행시간을 이용해서 경쟁력을 비교했으나, 좀 더 현실성 있는 결과를 얻기 위해서는 교통카드 자료에서 산출되는 대중교통 차내 시간과 내비게이션 자료에서 산출한 승용차의 실제 존간 운행자료를 이용할 필요가 있음
- 좀 더 구체적인 지역 간 대중교통의 경쟁력을 산출하기 위해서는 행정동을 세분한 집계구별 대중교통 경쟁력을 산출할 필요가 있으며, 개별 정류장의 통과 노선 자료를 이용해서 대기시간을 산출할 필요가 있음

- 행정동 간 대중교통 경쟁력의 차이를 분석하는 것으로 연구의 범위를 한정했으나, 앞으로는 행정동별 대중교통 경쟁력과 행정동 속성(대중교통 노선 수, 이용 가능한 수단의 종류와 수 등)의 관계를 규명하는 연구로 발전시킬 필요가 있음
- 이 연구에서 제시한 방법론을 바탕으로 개별 지역 간 대중교통 경쟁력을 평가할 수 있는 방법론을 개발하고, 지역 간 통행량 등을 고려한 대중교통의 경쟁력 강화 방안을 검토하는 연구가 추가로 필요함

〈표 2〉 폐기물 종류별 반입수수료 차등화 방안(안)

(단위 : 원/톤)

2019				2020				2025	
폐기물 종류	반입 수수료	반입수수료 차등화(안)		폐기물 종류	반입 수수료	반입수수료 차등화(안)		반입수수료 차등화(안)	
생활폐기물, 소각재	62,076	생활 폐기물	83,363	생활폐기물, 소각재	70,056	생활 폐기물	107,506	생활 폐기물	반입금지
		소각재	55,575			소각재	71,671	소각재	71,671
중간처리 잔재물 건설폐기물	99,893			중간처리 잔재물 건설폐기물	99,893	TC 40% 이상	131,229	TC 20% 이상	174,972
						TC 40% 미만	87,486	TC 20% 미만	87,486

- 중간처리잔재물과 건설폐기물의 반입수수료 차등 적용을 위해서는 반입폐기물에 대한 관리강화 및 점검이 반드시 필요함.
- 수도권매립지는 사업장폐기물의 소각대상 가연성폐기물의 혼합반입 억제를 위하여 가연성 폐기물 혼합비율을 부피비 20% 이상일 경우 벌점으로 제재하고 건설폐기물은 가연성 폐기물의 함량이 높으면 차량의 중량이 낮아지므로 반입차량 평균 중량 85% 미만 반입시 폐기물의 반입을 금지하고 있으나 향후에는 평균 중량 85% 이상 94% 이하에 대해서도 반입시 전수 정밀검사를 실시하는 등 반입폐기물의 검사를 강화할 필요가 있음.
- 또한, 가연성폐기물 혼합비율 상습 위반 상위업체에 대한 전수 정밀조사 실시 기준을 강화하고 위반율이 높은 자치단체 및 운반업체를 대한 반입정지 제도 시행 등 자치단체 및 운반업체에 대한 관리 강화 방안 모색도 필요함.

이 보고서는 인천연구원이 수행한 연구보고서를 요약한 것입니다.  
자세한 내용은 인천연구원 홈페이지(www.ii.re.kr)에서 열람할 수 있습니다.