

공공 역사 실내외 미세먼지 장기 농도 변화에 관한 조사 분석

An Investigation on the Comparing Measurement of Long Term Indoor and Outdoor Fine Dust Quality in Public Railway Stations

이 원 균* 노 상 태**
 Lee, Wongyun, No, Sangtae

Abstract

The purpose of this study was to analyze the housing mobility behavior according to the income change and to predict the probability of upward and downward movements. A binary logit model was used with the data which were obtained by the Korea Research Institute for Human Settlements in 1989. The sample size was 1620 households in Seoul. The results of this study were as follows; the upward movement probability in rental housing or in single housing was higher than that in owned housing or in apartment housing as household income increased.

키워드 : 실내 역사, 미세먼지, 웹 크롤링
 Keywords : Railway Station, Fine Dust, PM10, Python Web Crawling

1. 서 론

1.1 연구배경

공공 교통시설 건축물인 지하철 및 철도 역사는 다양한 연령대의 사람들이 이용할 뿐만 아니라 임산부나 노약자 또한 사용하는 시설이다. 하지만 최근 미세먼지 저감에 대한 국민의 관심이 높아짐에 따라, 환경부에서는 다중이용 시설 실내공기질 관리법 기준을 PM10의 경우 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 강화하였고, PM2.5의 경우 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 신설하여 2019년 7월부터 시행될 예정이다.¹⁾ 아울러 환경부, 철도공사, 국토부 등 관계 부처에서는 지하철역사의 승강장, 대합실에 대해 공기질 관리기준을 강화하고, 외부 미세먼지 유입 차단, 환기 설비 운영 고효율화, 스마트 공기질 관리 시스템 도입, 미세먼지 특별관리역사 지정·관리 과제를 추진하기로 하였다.²⁾

본 연구는 대기 미세먼지 농도가 역사 내 미세먼지 농도에 미치는 영향을 평가하고자 하였다. 강화된 실내 공기질 관리규정은 Table 1.에 나타냈으며, 철도역사의 대합실 및 지하철역사의 기준은 Table 1.의 A를 참고한다. 이와 더

불어 환경부에서 제공하는 실시간 실외·실내 미세먼지 농도 측정 데이터를 수집 및 분석하고, 이를 기존 연구와 비교하였다.



Figure 1. Site that provides real-time fine dust concentration

1.2 기존문헌 고찰

Kim(2018), Namgung(2016)에서 각각 부산, 서울지역의 지상·하역에 대한 내부 미세먼지 농도 측정을 진행하여

* 한국교통대 대학원 석사과정

** 한국교통대 건축학부 교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architectural Engineering, Korea National University of Transportation, stno@ut.ac.kr)

이 연구는 2019년도 한국연구재단 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호:2019006099

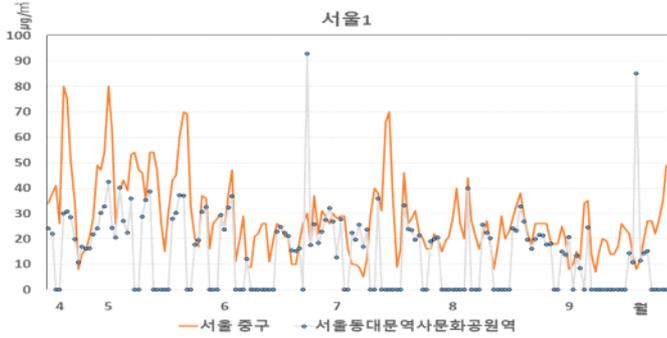


Figure 2. Out-In fine dust difference(Seoul 1)

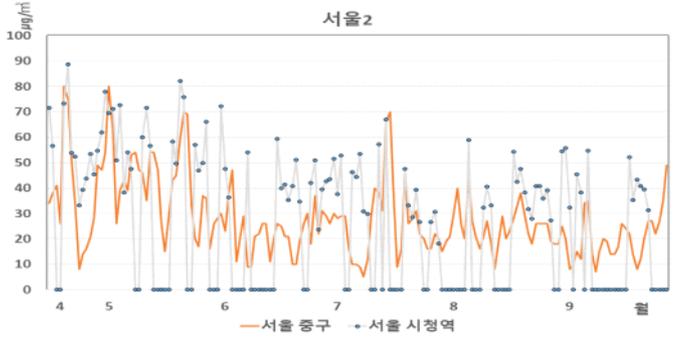


Figure 3. Out-In fine dust difference(Seoul 2)

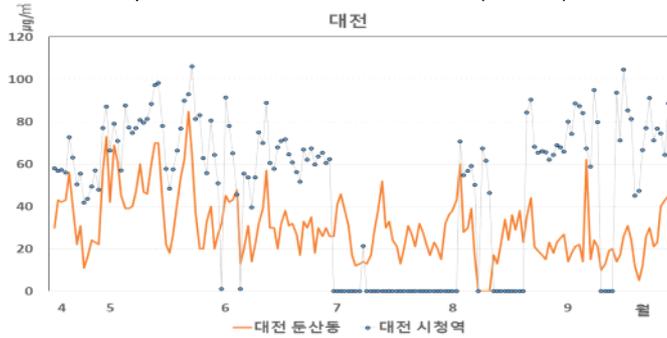


Figure 4. Out-In fine dust difference(Daejeon)

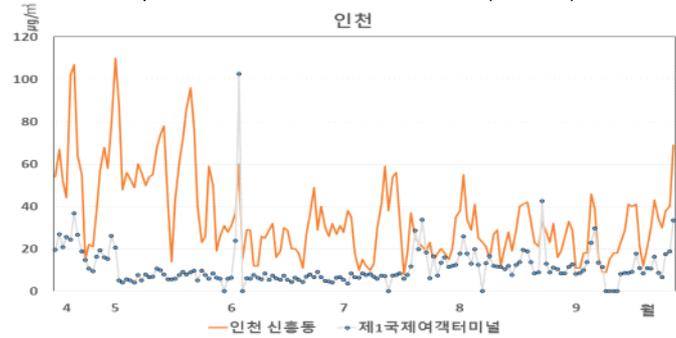


Figure 5 Out-In fine dust difference(Incheon)

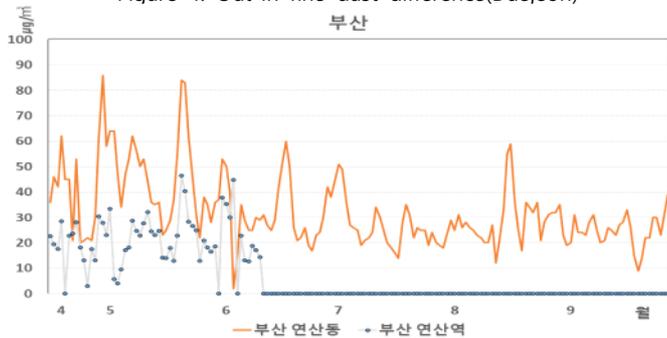


Figure 6. Out-In fine dust difference(Busan)

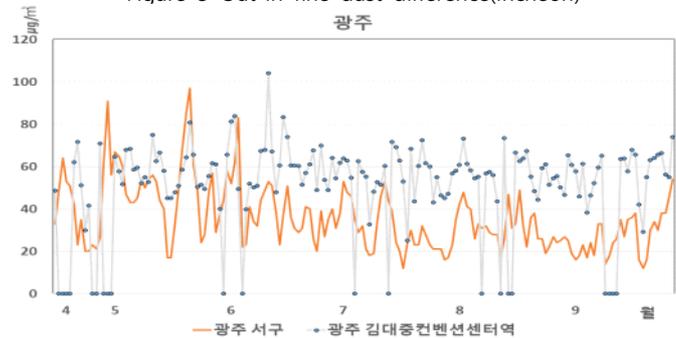


Figure 7. Out-In fine dust difference(Gwangju)

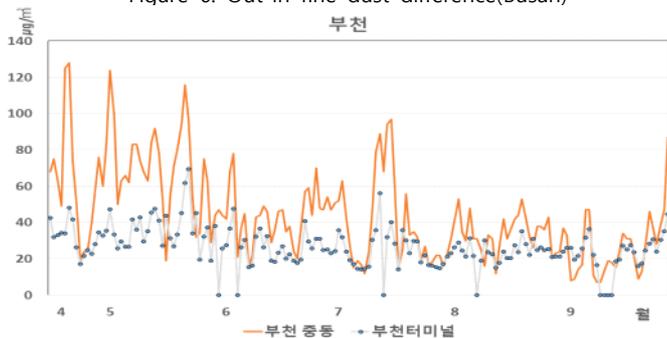


Figure 8. Out-In fine dust difference(Bucheon)

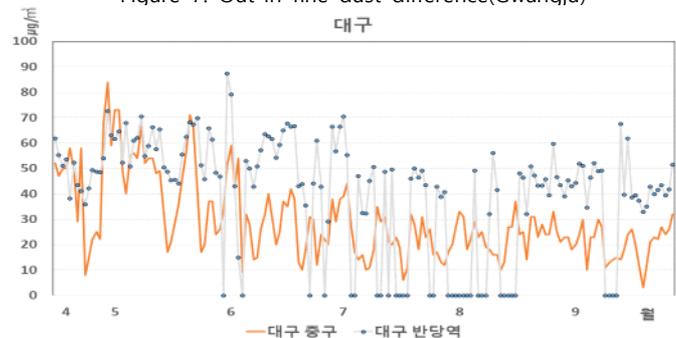


Figure 9. Out-In fine dust difference(Daegu)

외부 미세먼지 농도와 비교·분석을 진행하였으며, 실외 미세먼지 농도는 Airkorea를 활용하였다.^{3),4)}

Sonh(2015)은 지하역사에서 중량법으로 미세먼지 농도를 측정하였으며, 열차 운행으로 인해 발생하는 오염물질이 오염원으로서 높게 기여했다고 설명한다.⁵⁾

연평균 지하역사 미세먼지 오염농도는 69.4 µg/m³로 다중이용시설 중 2번째로 높은값을 보이며, 오염도는 터널, 승강장, 대합실, 외기 순으로 나타났다.⁶⁾

2. 연구방법

2.1 연구방법

실외·실내의 미세먼지 자료는 한국환경공단이 제공하는 Airkorea와 실내공기질 자료공개 서비스를 통해 자료를 수집하였다.^{7),8)} Figure 1.은 실시간으로 전송되는 실내 공기질 자료공개 서비스이다.

실외 미세먼지 데이터는 에어코리아에서 제공하는 실시

Table 1. Indoor air quality management standard

Pollutant list	Particle dust ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Formaldehyde
	(PM10)	(PM2.5)	
Multi-use facility			
A. Underground station, Waiting room at the railway station, Waiting room among port facilities etc	100 under	50 under	100 under
B. Medical Institutions, Postpartum care worker, Postpartum care worker	75 under	35 under	80 under
C. Indoor Parking Lot			100 under
D. Indoor Gymnasium, Business facility, Indoor Theater, Buildings used for more than one purpose	200 under	None	None

간 정보를 1일 평균 데이터로 수집하였다. 에어코리아는 지역별로 실시간 대기정보(PM10, PM2.5, 오존 등)를 제공하며 실시간 데이터가 저장되며 약 4년간의 데이터를 제공받을 수 있다.

Table 2. Days to compare indoor and outdoor fine dust concentration

Region	Measurement days (over 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ days)	Outdoor>indoor concentration days	Outdoor-Indoor Average($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Seoul-dongdaemun station waiting area	95(0)	64	5
Seoul-city hall station waiting area	84(0)	6	-20
Daejeon-city hall station waiting area	115(2)	1	-37
Incheon-Port International Passenger Terminal waiting area	158(1)	148	24
Busan-yeonsan station waiting area	54(0)	52	20
Gwangju-convention station waiting area	149(1)	12	-21
Bucheon-terminal waiting area	158(0)	133	17
Daegu-banwol station waiting area	136(0)	13	-18

Table 3. Percentage that exceeds acceptable fine dust

Region	Average of excess Percentage	Overground (%) (12ea)	Underground (%) (38ea)
Seoul		9(1)	42(10)
Gyeonggi		2(4)	4(14)
Chungcheong		53(1)	23(2)
Gyeongsang		47(5)	52(8)
Cheonra		22(1)	16(4)

실내 미세먼지 데이터는 실내공기질 자료공개 서비스를 통해 실시간 데이터를 수집하였다. 이 서비스는 역사 대합실, 공공시설 등의 실내공기질 데이터(PM10, 이산화탄소, 이산화질소, 일산화탄소, 오존, 포름알데히드)를 제공하지만 DB는 제공하지 않는다. 따라서 실시간 데이터를 수집하기 위해 Python 코드를 작성하여 웹 크롤링 방식으로 1시간 간격으로 데이터를 수집하였다.

데이터는 실내 공기질 데이터를 중심으로 수집하였으며, 측정 위치는 대합실 및 승강장이다. 데이터가 제공된 장소는 총 50개이며, 수집 기간은 2019.04.17.~2019.09.30.로 1시간당 데이터를 수집하였다. 1시간당 데이터 개수는 최대 3597개이며, 최소 2646개이며, 같은 기간 동안 1일 평균 데이터는 최대 158개이며, 최소 54개로 나타났다.

데이터 개수가 차이가 있는데 이는 데이터 값이 0이하 혹은 나타나 있지 않은 경우다. 송신하는 측에서 미세먼지 측정기기를 점검 혹은 보수 때문에 데이터를 송신하지 못하거나, 수신하는 측의 여러 가지 요인으로 인해 데이터 공백이 발생하였다.

일평균 미세먼지 데이터를 비교하기 위해 지역을 중부, 남부로 나누어 서울(2개), 대전, 인천, 부천, 부산, 대구, 광주 총 8개 지역의 실내·외 미세먼지 데이터 비교하였다. 여기서 인천과 부천은 지상 대합실이며, 나머지 6곳은 지하 대합실이다.

2.2 실내·외 미세먼지 데이터 분석

Figure 2.과 Figure 3.는 서울 중구를 중심으로 동대문역과 서울 시청역을 비교하였고, Figure 4.~Figure 9.는 해당하는 실내 역사와 가까운 실외 미세먼지 데이터를 비교하였다. 데이터는 1시간 측정된 데이터로 1일 평균값으로 분석하였다.

Figure 2.~Figure 9.의 그래프에서 실외 미세먼지는 대체로 4~6월의 미세먼지 농도가 높게 나타났다. 지상층의 경우 실외 미세먼지 농도보다 실내 미세먼지 농도가 낮게 나타났으며, 지하층의 경우는 서울(동대문역)과 부산을 제외한 4곳의 농도가 높게 나타났다.

Table 2.는 Figure 2.~Figure 9.을 대상으로 실내 미세먼지보다 실외 미세먼지 농도가 더 높은 날과 실외-실내의 평균값을 나타내었다.

실외-실내 미세먼지 농도 평균값은 서울시청역 -20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 동대문역 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 인천제1국제여객터미널 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,

대전시청역 -37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 부산연산역 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 광주김대중컨벤션센터역 -21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 부천터미널 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 대구반당역 -18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다. 기존 연구에서 부산 지역은 Kim(2018)⁵⁾의 경우 지하역사 실내외 평균 농도차는 3.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 실내가 높았고, Namgung(2016)의 서울지역은 실내가 1.1~2배 높았다. 기존 연구에서는 실내 미세먼지 농도가 실외에 비해 높았는데, 이번 조사에서는 조사 대상 8곳 중 실외가 높은 곳이 4곳, 실내가 높은 곳이 4곳으로 나타났다.

실내·외 미세먼지 편차가 가장 크게 나타난 곳은 대전시청역이며 평균 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 측정되었고, 편차가 가장 작은 곳은 서울동대문역으로 평균 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 측정되었다.

Table 3. 에서는 총 50개 역사에서 실내 미세먼지(PM10) 기준치(100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 초과하는 비율(총 측정시간 대비 미세먼지 기준을 초과하는 시간의 비율)을 나타내었다. 역사는 지역별, 지상·하별로 분류하였다.

지역별 기준치 초과율은 지상층의 경우 충청, 경상 지역의 초과율이 53%, 47%로 나타났으며, 지하층의 경우에는 경상, 서울 지역의 초과율이 52%, 42%로 크게 나타났다.

3. 결론

본 연구에서는 환경부가 제공하는 실시간 미세먼지(PM10) 농도 데이터를 매시간 단위로 취합하여 총 50개의 역사에 대해 분석하였다.

1. 일평균 실내·외 미세먼지 농도를 8개 역사에 비교·분석하였다. 비교 결과 지상 대합실인 인천과 부천의 경우 실외 미세먼지 농도보다 실내 미세먼지 농도가 낮은 것을 확인할 수 있다. 지하 대합실 중 서울(동대문역)과 부산을 제외한 4곳은 실외 미세먼지 농도보다 실내 미세먼지 농도가 높게 나타났다.
2. 8개의 역사 중 4곳의 미세먼지 농도가 실외보다 높았으며, 그중 대전역(지하)의 실내 미세먼지 농도가 실외 미세먼지 농도보다 더 높고, 지속적으로 측정되었다. 또한, 미세먼지 농도 기준치(100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)가 초과된 일수도 2일로 8개의 역사 중 가장 많다.
3. 매시간 당 측정된 50개의 역사에 대해 미세먼지 농도 기준치를 초과하는 역사를 지상·하 별로 분류하여 비교·분석하였다. 지상층의 경우 미세먼지 농도가 가장 높게 나타난 지역은 충청이며 초과율은 53%이다. 하지만 표본이 1개 역사에 측정되어 더 많은 표본이 필요하다. 2번째로 높게 나타난 지역은 경상으로 47%이다. 지하층의 경우 경상이 52%, 서울이 47%로 나타났다. 경상의 경우 지상, 지하층 모두 기준치 초과 비율이 높게 나타났다.

비교 결과 지상역의 경우 1시간당 미세먼지 농도 초과율이 지하역에 비해 높게 나타났으나, 지하역의 경우 지상역에 비해 대체로 농도가 높게 나타나는 경향을 보인다. 향후 역사의 미세먼지 저감 대책을 수립하기 위해서는 장기간, 다지점 측정을 통한 다중이용시설의 데이터 확보가 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1 Ministry of Environment, Enforcement regulations of Indoor air quality management law
2. Joint ministry (2018~2022) The third underground station air quality improvement measures
- 3 Min Soo. Kim (2018) A study on the Measurement and Analysis of Indoor Air Quality in Busan Subway Station
- 4 Hyeong-Kyu. Namgung (2016) Characteristics of indoor air quality in the overground and underground railway stations
- 5 Jong-Ryeul. Sohn (2015) A Study on the Preparation of Fine Dust Management Plan for Multi-use Facilities
- 6 Ministry of Environment, Third underground station air quality improvement measures (2018)
- 7 Air Korea, <https://www.airkorea.or.kr/index>
- 8 Ministry of Environment, Indoor air quality data disclosure service, <http://info.inair.or.kr/inair/realtime.do>