

아토피 환자와 도시환경과의 연관성 분석

- 공간계량모형을 활용한 서울시 행정동 실증분석 -

Clarifying the Correlation between Atopic Patients and Urban Environment

○ 권 형 준*
Kwon, Hyeong-jun

김 진 옥**
Kim, Jin-wook

안 용 진***
Ahn, Yong-Jin

Abstract

This study investigates the association between various residential and urban transportation environments in Seoul and the number of atopic dermatitis cases. A significant difference was identified through an independent samples t-test between administration district, "dong" with the highest and lowest numbers of atopic dermatitis cases in Seoul. Additionally, an analysis of atopic dermatitis cases across Seoul on a neighborhood level revealed a positive spatial autocorrelation, indicating that traditional regression analysis was insufficient for understanding the relationships between variables. Consequently, this study conducted analyses using spatial lag models and spatial error models, with the spatial error model showing the highest explanatory power. While the t-test results showed that neighborhoods with a higher number of atopic dermatitis cases had a higher proportion of green spaces, spatial regression analysis revealed a negative correlation between green space ratio and the number of atopic dermatitis cases. This suggests a need for further research utilizing green space data differentiated by species to more precisely analyze the relationship with atopic dermatitis. Moreover, the finding that dong with higher economic status are more vulnerable to atopic dermatitis suggests that future research could elucidate the detailed mechanisms of atopic dermatitis on a dong level by considering additional variables such as residential types based on economic status.

키워드 : 아토피, 도시환경, 공간회귀 분석, 오차모형, 공차모형

Keywords : Atopy, Urban environment, Spatial error model, Spatial lag model

1. 서론

1.1 연구 배경

우리나라는 지난 수십년간 주거와 식생활의 서구화, 기후변화와 환경오염 등 환경적 요인 변화를 겪었으며, 변화하는 환경에 따라 환경성 질환인 아토피 피부염 환자 역시 증가했다. 이에 본 연구에서는 공간회귀분석을 이용해 서울시의 아토피 환자 진료 건수와 행정동별 상이한 녹지·자연환경, 주거환경, 교통환경 등 도시환경과 아토피 피부염 진료 건수의 연관성을 규명하고자 했다.

1.2 연구범위 설정

본 연구가 설정한 연구범위는 서울특별시이며, 분석 단위는 426개 행정동이다. 아토피 피부염 자료는 2018년 국민건강보험(NHIS)에 접수된 진료 횟수를 활용해 파악했다.

* 서울과학기술대학교 일반대학원 석사과정

** 서울과학기술대학교 건축학과 교수

*** 서울과학기술대학교 건축학과 부교수

(Corresponding author : Department of Architect, Seoultech, dadaist21@seoultech.ac.kr)

이 연구는 2024년도 한국연구재단 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호: 2021R1A2C1014274

공공의료보험 시스템에 의해 의사는 진료 이후 보험 요청을 하게 되며, 보험접수 사항에는 환자의 신상정보와 의사의 진료 사항이 상세히 기록된다. 그러나 진료자의 개인정보 보호를 위한 국민건강보험의 자료 공개 제한으로, 본 연구에서는 행정동 별 질병 진료 집계 수를 활용해 연구를 진행했다.

2. 연구방법

2.1 선행연구

Sohn(2007)은 2005년 일산 지역 3개 초등학교를 대상으로 환경변화에 대한 질문을 추가한 ISAAC 설문지를 통해 알레르기 질환의 유병률과 환경변화에 대해 조사했다. 그 결과 2년 이내 이사를 하거나 거주하는 실내 환경에 변화를 겪은 학생 일부에 알레르기 질환 증상변화가 일어났다. 이는 거주환경 변화에 따라 알레르기 증상이 변화할 수 있음을 나타낸다. Kim(2011)은 기후변화에 의한 온도상승은 아토피 피부염에 긍정적인 영향을 미치나, 온도 외 대기오염과 꽃가루 등 알레르기 물질이 아토피 피부염에 악영향을 미칠 수 있다고 밝혔다. Kang(2022)는 환경부에서 주요하게 다루는 PM10, PM2.5, NO2, SO2, O3 등 대기 오염물질에 대한 자료를 통해 인천광역시 대기오염 농도가 환경부 대기환경 기준보다 낮음에도 피부염 외래 방문에 유의미한 영향을 미치는 것을 밝히고,

아토피 피부염 관리를 위한 대기오염물질 농도감소를 강조했다. Bae(2023)는 서울시 행정동을 대상으로 21년부터 21년 3월까지 9개 지표를 활용해 천식과 다른 요인의 상관성을 파악하며 서울시 천식 취약지역을 도출했다. 그 결과 노령인구 및 20년 이상 노후건축물이 천식에 가장 큰 영향력이 있고, 미세먼지와 온도의 영향력이 가장 높은 것으로 나타났다.

2.2 변수설정 및 기초통계량

아토피, 천식, 알레르기 비염 등 알레르기 질환은 서로 연계되어 발생하기 때문에 진행 과정을 초기에 차단하는 것이 중요하다(Jang, 2019). 또한, 환경성 질환으로도 분류되는 아토피 등 알레르기 질환은 물리적, 화학적, 생물학적 요인 등 환경인자가 연관돼 발생하는 건강 장애이다. 따라서 본 연구는 알레르기 질환 발병과의 상관 요인을 다루는 선행연구와 문헌들을 참고해 아토피 피부염에 영향을 미칠 것으로 예상되는 도시·자연 환경 변수들을 구성했다. 중속변수는 인구천명당 아토피 진료 수이며 독립변수는 표 1과 같이 녹지비율을 통해 행정동 면적 대비 녹지의 면적으로 구역의 자연환경을 반영하고자 하였으며, 평균 소득, 저소득층 지원을 받는 비율, 평균 지가, 월세 거주자, 전세 거주비율 등 거주 환경 및 도시적 특성과 아토피의 연관성을 분석하고자 했다. 이산화질소 농도와 미세먼지 농도를 통해 타 알레르기 질환과 같이 아토피 피부염 역시 대기오염 물질에 따른 차이가 존재하는지 확인한다. 도로의 밀도 비율 역시 차량이 배출하는 대기오염 물질이 아토피 진료와 연관성을 확인하기 위해 선정했다.

2.3 독립표본 t 검정

서울시 행정동 중 아토피 진료수가 가장 많았던 10%의 행정동과 하위 10% 행정동의 공간분포는 그림 1과 같다. 아토피 진료수가 가장 많았던 동 집단과 가장 적었던 집단에 따라 도시환경변수에 유의미한 차이가 있는지 확인하기 위해 독립표본 t 검정을 실시했다. t검정 결과는 표 2와 같으며, 녹지 비율,

표1. 변수정의 및 기초통계량

변수명	정의	기초통계량			
		최솟값	최댓값	평균	표준편차
GRN	녹지비율	0.963	100	54.641	48.364
INCOME	평균 소득	2.227	9.192	4.347	1.285
POV	저소득층 지원을 받는 인구 비율	0.095	175.968	19.994	19.127
LPC	평균 지가	675074.047	18039488.35	2993100	1762029.733
WOLSE	월세 거주자 비율	0.006	0.605	0.216	0.105
JEONSE	전세 거주 비율	0.113	0.556	0.329	0.06
NO2	이산화질소 농도	0.031	0.044	0.038	0.002
PM	미세먼지 농도	46.951	56.54	49.216	1.376
ROADEN	도로 밀도	0	2.068	0.878	0.5

표2. 아토피 진료 상·하위 행정동에 따른 독립표본 t검정

구분	N	아토피 환자 진료 수 상위 동 (1), 하위 동 (2)		t(p)
		평균(M)	표준편차(SD)	
GRN	1 = 42	56.836	36.857	1.836(0.069)*
	2 = 44	41.185	41.871	
INCOME	1 = 42	4.957	1.641	4.309(0.000)***
	2 = 44	3.715	0.926	
POV	1 = 42	17.786	27.134	-1.999(0.024)*
	2 = 44	29.249	25.718	
LPC	1 = 42	3183864.027	1796565.379	1.147(0.254)
	2 = 44	2777334.762	1455738.964	
WOLSE	1 = 42	0.193	0.111	-3.193(0.001)***
	2 = 44	0.272	0.117	
JEONSE	1 = 42	0.352	0.076	3.209(0.001)***
	2 = 44	0.302	0.067	
NO2	1 = 42	0.038	0.002	0.019(0.984)
	2 = 44	0.038	0.003	
PM	1 = 42	49.155	1.045	-0.668(0.505)
	2 = 44	49.352	1.606	
ROADEN	1 = 42	0.706	0.442	-3.336(0.001)***
	2 = 44	1.074	0.567	

*p<.1, **p<.05, ***p<.01

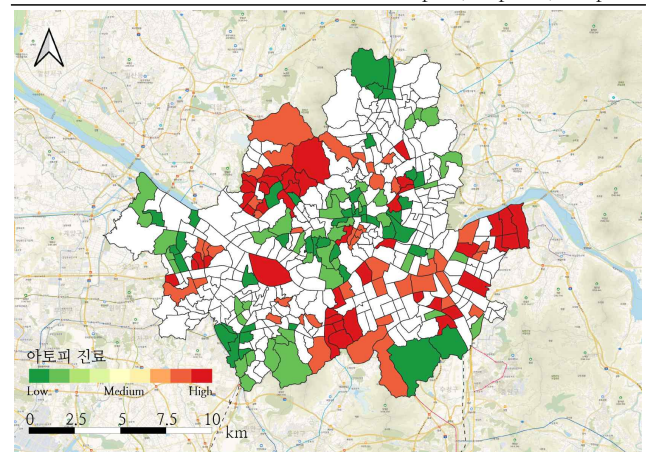


그림 1. 서울시 아토피 진료 상위 행정동(붉은색) 10%, 하위 행정동(녹색) 10%

평균 소득, 저소득층 지원을 받는 인구 비율, 월세 거주자 비율, 전세 거주 비율, 도로 밀도가 통계적으로 유의미하게 나타났다. 따라서 아토피 진료와 각 변수의 통계량에 차이가 없다는 귀무가설이 기각되고 대립가설이 채택된다. 녹지비율은 아토피 진료 상위 행정동에서 상대적으로 더 높은 평균값을 보였다. 서울시 행정동별 녹지 분포는 그림 2와 같다. 이는 녹지에서 발생하는 포자나 꽃가루 등을 원인으로 예상할 수 있다. 소득의 경우 상위 행정동에서 고소득 거주자의 비율이 더 높고, 반대로 적은 저소득자가 거주하고 있는 것으로 나타났다. 또한, 주거환경 특성인 월세와 전세의 경우 진료 상위동에 월세 대비 경제적으로 안정된 전세 거주자들이 많이 거주하고 월세 거주자들이 상대적으로 조금 거주하고 있었다. 반면 NO2, PM의 경우 진료 상·하위 행정동에 따른 차이가 없는 것으로 나타났다. 도로밀도의 경우 상위 행정동이 상대적으로 작은 값을 보였다.

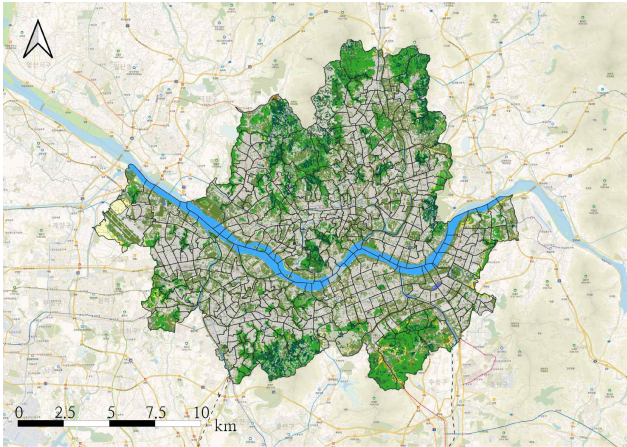


그림 2. 서울시 생태피복도 및 녹지공간

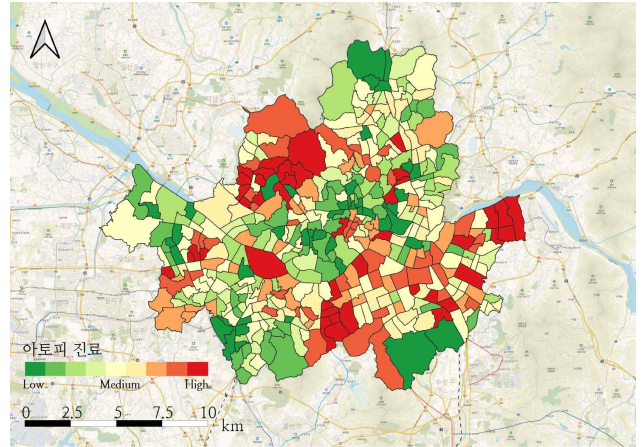


그림 3. 서울시 행정동별 아토피 진료

2.4 공간 의존성 · 공간회귀분석

공간회귀분석을 진행하기 전 서울시 행정동별 아토피 진료건수의 공간적 의존성 검토를 진행했다. 공간적 의존성이 존재하는 경우 변수가 공간 단위, 즉 본 연구에서는 인접한 동간에 서로 관련됨을 의미한다. 이러한 현상은 공간 단위에 대한 자료 종합 중 수집된 자료가 공간 단위와 일치하지 않거나 자료에 측정오차 또는 공간 단위 사이 실질적인 상호작용이 존재할 때 발생한다. 따라서 공간회귀분석을 진행하기 위해 공간적 의존성 구조화 기준이 필요하며, 구조 설정을 위해 선택 가능한 방법은 지리적, 사회·경제적 기준이 있으나, 본 연구에서는 지리적 기준 중 경계공유(contiguity)기준을 선택했다. 서울시 아토피 진료 분포는 그림 3과 같으며, Moran's I를 통해 아토피 진료의 공간의존성을 추정한 결과, Moran's I값은 그림 4와 같이 0.267로 (z 값 9.7771, 유의확률 0.001)로 행정동 간 양의 공간자기상관성을 가지고 있음을 확인했다.

공간적 의존성이 존재하는 자료는 일반 회귀모형을 활용해 공간 내에서 발생한 현상을 분석하는데 한계가 존재한다. 따라서 공간 오차 모형(SE model, Spatial Error model)과 공차모형(SL model, Spatial Lag)을 활용해 회귀분석을 진행했다. 공간회귀분석은 공간 효과를 회귀모형식에 공간상관항으로 추가한 회귀분석으로 오차모형은 식 1과 같이 공간 종속성이 회귀식 내 오차¹⁾로 내재하며, 공차모형은 식 2와 같이 공간 종속성이 회귀식 내 공차²⁾로 내재한다.

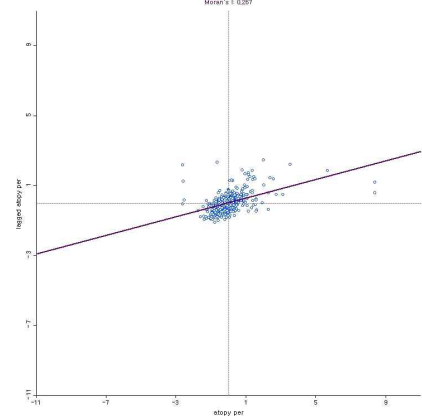


그림 4. Moran's I 산점도

$$y = X\beta + u, u = \lambda Wu + \epsilon \quad \dots (1)$$

$$y = \rho Wu + X\beta + \epsilon \quad \dots (2)$$

3. 공간회귀분석 결과

일반회귀모형 OLS와 SE 모형, SL 모형 결과 통계적으로 유의미한 변수와 방향성을 갖는 변수들은 표 3과 같다. 세 회귀모형 중 OLS의 설명력이 13%로 가장 낮고 SL, SE 모형의 설명력은 24.3%로 거의 유사하나 AIC와 BIC 값을 비교하면 SE 모형이 가장 작아 가장 적합한 모형임을 알 수 있다. 녹지비율의 경우 통계적으로 유의미한 연관성을 보이지는 않았으나, 독립표본 t 검정과는 달리 아토피 진료 수에 음(-)의 상관관계를 보였다. 평균 소득은 세 회귀분석에서 모두 통계적으로 유의미했으며, 아토피 진료에 정(+)의 영향을 보였다. 반면 저소득 지원 비율의 경우 통계적으로 유의미하지는 않았으나, 아토피 진료에 부(-)의 연관성을 보인다. 월세와 전세 변수에서는 경제적으로 안정되어있는 전세 거주자들이 아토피 진료 확률이 높았으며, 월세 거주자 비율의 경우 아토피 진료에 부의 영향을 미치는 것으로 파악된다. 이산화질소와 도로밀도의 경우 아토피 진료와 음의 상관관계를 보였다.

1) 식 1에서 y 는 특정 지역의 종속변수, X 는 독립변수, u 는 공간적 종속성을 반영하는 오차항, λ 는 공간자기 회귀오차계수, ϵ 는 동일하고 독립적인 분포를 보이는 오차로 전체 수식의 오차를 의미한다 (Eom, 2022).

2) 식 2에서 ρ 는 공간자기 회귀계수로 특정 지역의 관측값 (y)가 인접 지역의 관측값들의 공간 가중된 평균값 Wu 에 의해 설명되는 정도를 나타낸다. ρ 가 양의 값을 가지면 특정 지역의 종속변수가 인접 지역의 종속변수에 정적 영향을 받음을 의미한다 (Eom, 2022).

표3. 공간회귀분석 결과

변수명	OLS	SL 모형		SE 모형	
	Coefficient	Coefficient	z-value	Coefficient	t-value
Constant	78.8727	44.9155	9.02669	78.8054	34.3219
GRN	-0.64589	-0.01611	-0.01016	0.417653	0.233827
INCOME	5.40087***	3.37208***	1.82179	4.47785***	1.98162
POV	-0.36695	-0.67492	-0.42205	-0.62705	-0.35733
WOLSE	-2.16714	-1.81727	-1.16381	-1.74793	-0.96457
JEONSE	7.37113***	6.07667***	4.24713	7.00651***	4.50672
NO2	-1.62644	-1.74854	-1.03719	-1.96672	-0.76829
ROADEN	-1.9774	-0.66179	-0.34745	-1.43008	-0.63608
R-squared	0.13	0.2438		0.2436	
Log likelihood	-1962.88	-1942.65		-1943.32	
AIC	3941.76	3903.29		3902.64	
BIC	3973.97	3939.53		3934.85	

*p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01

4. 소결

본 연구는 독립표본 t 검정과 공간회귀분석을 활용하여 도시환경과 서울시 행정동별 아토피 진료 수의 연관성을 파악하고자 했다. 그 결과 녹지공간의 경우 독립표본 검정에서는 아토피 진료 상위 행정동이 상대적으로 높은 녹지비율을 보여 아토피 진료와 녹지비율이 양의 상관관계를 보일 것으로 예상되었으나, 공간회귀분석에서 녹지비율은 부(-)의 상관관계를 보였다. 이는 연구에서 녹지공간을 산정하기 위해 토지피복지도를 사용하는 과정에서 아토피 피부염을 악화시키는 꽃가루를 방출하는 수종을 세분화하지 않아 발생한 문제일 수 있다. 따라서 후속 연구에서는 자연 녹지, 도로변의 인공 녹지 등에 식재된 수종정보를 분류 집계해 녹지공간과 아토피 피부염의 연관성을 명확히 파악할 수 있을 것이다.

또한, 독립검정과 공간회귀분석의 공통된 결과로 안정되고 높은 경제력을 가진 지역일수록 아토피 환자 수가 많은 것으로 나타났다. 이는 추후 경제력이 높은 행정동의 주거 유형, 토지 이용 현황, 경제력이 낮은 사람들의 병원 접근성 등에 대한 조사를 통해 추가적으로 규명할 필요가 있다.

참고문헌

1. 손기영 외, 2005년 경기도 일산 지역 초등학생의 알레르기 질환 유병률 및 환경변화에 따른 증상변화, 2007
2. 김규한, 기후변화와 아토피 피부염, 2011
3. 강선우, 이혜원, 대기오염물질이 아토피 피부염으로 인한 외래 방문에 미치는 영향: 인천광역시를 중심으로, 2022년
4. 장정미, 일개 도시의 초등학교 천식, 알레르기 비염 및 아토피 피부염 유병률 추이, 2019년
5. 배응규, 전람비, 천식진료지침에 따른 숙주인자와 환경인자를 고려한 천식취약지역 도출 연구, 2023년
6. 염윤호, 최재훈, 사회과학을 위한 QGIS 활용과 지리공간 분석, 2022년

7. Ahn, Y. J. & Kim, D. Y. (2019). The prevalence of asthma and severe asthma in children influenced by transportation factors: Evidence from spatial analysis in Seoul, Korea, *Cities*, 85, 30–37.

8. Ahn, Y. J. & Kim, D. Y. (2018). Built environment factors contribute to asthma morbidity in older people: a case study of Seoul, Korea, *Journal of Transport & Health* 8, 91–99.