

서울시 대기오염물질이 환경성 질환자 증가에 미치는 영향 분석

- 알레르기 비염과 천식을 중심으로 -

조일형* · 주희진** · 권기현***

The Impact Analysis of Air Pollutants on Increasing Environmental Disease

- Focusing on Allergic Rhinitis and Asthma in Seoul Metropolitan City -

Il Hyeong Cho* · Hee Jin Ju** · Gi Heon Kwon***

요약 : 본 연구는 서울시 대기오염에 따른 환경성 질환자 수의 증가를 사회적 문제로 인식하여, 어떠한 대기오염물질이 환경성 질환자 수의 증가에 유의미한 영향을 주었는지에 대하여 분석하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 서울시 맑은환경본부에서 제공하는 대기오염 측정 자료를 토대로 패널데이터를 구축하여 회귀분석을 실시하였다. 분석결과, 알레르기 비염 환자 수의 증가에 통계적으로 유의미하게 영향을 준 대기오염물질은 아황산가스와 오존인 것으로 나타났고, 천식 환자수의 증가에 있어서는 미세먼지가 영향을 준 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 환경성 질환에 보다 직접적인 영향을 주는 대기오염물질을 찾아내어 이들의 배출원을 제거하거나 관리할 수 있는 정책방안을 마련하고, 대기오염상태에 대한 정보를 시민들이 보다 쉽게 알 수 있도록 정보를 제공하는 정책 방안을 검토해야 할 필요성이 있음을 보여준다.

주제어 : 환경성 질환, 대기오염물질, 패널데이터 회귀분석

ABSTRACT : By considering that the increase of environmental disease patients due to air pollution is attracting attention, what kinds of air pollutants affect environmental disease were analyzed in this research. For this purpose, this study used panel data regression based on the measured data on air pollutants. This study showed that SO_2 and O_3 were statistically significant air pollutants that affected the increase of the number of patients on allergic rhinitis, and PM_{10} on asthma. The findings of this research suggest that it is necessary to reduce or manage the sources of air pollutants affecting environmental disease. This study also suggests that it is very critical to provide citizen a wide range of information on air pollutants.

Key Words : environmental disease, air pollutants, panel data regression

* 성균관대학교 국정관리대학원 박사과정(Ph.D. Student, Graduate School of Governance, Sungkyunkwan University)

** 성균관대학교 국정관리대학원 박사과정(Ph.D. Student, Graduate School of Governance, Sungkyunkwan University)

*** 성균관대학교 국정관리대학원 교수(Professor, Graduate School of Governance, Sungkyunkwan University), 교신저자(E-mail: gkwon77@empal.com, Tel: 02-760-0363)

I. 서론

환경이 지니는 월경성(越境性)은 오염이 발생한 해당국가의 문제뿐만 아니라 인접지역까지 나아가 전 지구적인 문제로 확대되고 있다. 이러한 환경문제는 현 시대에 있어 정책학의 창시자인 Lasswell(1951: 7~9; 1970: 11~12)이 지적한 인간이 사회 속에서 봉착하는 근본적인 문제 중의 하나라고 할 수 있을 것이다(주희진 외, 2008: 243). 특히 대기환경의 경우 위의 특징과 더불어 모든 사람이 피할 수 없으며, 대기오염물질이 눈으로 쉽게 확인할 수 없다는 특성에 의해 모든 사람이 대기오염으로 인한 피해자가 될 수 있는 잠재적인 위험성을 내재하고 있다는 점에서 매우 중요하다 할 수 있다. 특히 최근의 기후변화 및 예상치 못한 빈번한 자연재해 등의 문제는 대기환경과 오염문제에 대한 관심을 더욱 불러일으키고 있다.¹⁾

이러한 대기오염에 대한 관심이 증가함에 따라 국제적 기구를 중심으로 환경성 질환(Environment disease, Environmental related disease 등)이라는 용어가 새롭게 등장하며 이에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 환경성 질환이란 국가별로 상이하게 개념을 정의하고 유형을 분류하고 있지만, 우리나라는 전염병을 제외한 환경유해인자에 의한 질병으로 규정하며 수질오염물질, 유해화학물질, 석면, 환경오염사고, 대기오염물질에 의한 질환 등 다섯 가지로 구분하고 있다. 이러한 환경성 질환의 실제적인 추세는 건강보험심사평가원이 공개한 '2011년도 상반기 진료비통계지표'를 통해 알 수 있다. 이

에 따르면 2011년도 상반기에 환경성 질환으로 진료 받은 인원은 지난해 상반기 5,268천명에서 10% 급증한 5,793천여 명으로 확인되었으며, 이들의 총 진료비는 1,932억 원으로 전년 동기 1,838억 원보다 약 94억 원(5.1%) 많아진 것으로 나타나 환경성 질환에 대한 관심과 경각심이 높아지고 있다.

한편 대기오염에 관한 연구는 크게 대기오염의 정도를 측정하는 연구와 그로 인해 발생하는 여러 가지 문제 등에 대한 연구로 구분되는데 대기오염물질의 종류 및 그 영향력은 연구에 따라 상이하게 나타나고 있다. 또한 많은 연구에서 횡단면적 분석을 실시함으로써 시간의 흐름 및 시차를 고려한 연구가 미흡한 모습을 보이고 있다. 환경에 대한 관심이 급증하면서 환경과 관련된 다양한 정책이 제기되고, 이를 위한 다양한 시도가 나타나고 있는 시점에서 횡단면적 연구는 이러한 변화를 명확하게 포착하지 못한다는 한계가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로는 동일한 집단에 대하여 다양한 시기에 걸쳐 수집된 패널데이터를 활용하는 방법이 있다. 패널데이터를 활용한 패널모형은 시계열 분석과 횡단면 분석을 동시에 수행할 수 있는 분석모형으로서 시간의 흐름에 따른 동태적 변화 모습을 확인할 수 있기 때문에 실증연구에 있어서 가장 선호되는 분석방법 중 하나이다.

이에 따라 본 연구는 2005년부터 2009년까지의 패널데이터를 활용하여 서울시 25개 자치구를 대상으로 환경성 질환의 증가에 대기오염물질이 미치는 영향을 분석하고자 한다. 보다 구체적으로 분석과정을 설명하면 첫째, 선행연구를 통하

1) 서울연구원에서 서울 시민 300명을 대상으로 2011년 11월에 실시한 '서울시 대기환경에 대한 시민 의식 조사'에 따르면, 서울시 환경문제 중 최우선으로 개선되어야 할 분야로 '대기오염'(51.8%)을 가장 많이 선택하였으며, 서울시민 10명 중 8명(81.3%)은 서울시 대기환경 문제에 대해 '관심을 갖고 있는 것'(매우 8.7%, 대체로 26.3%, 보통 46.3%)으로 나타났다. 또한 현재 서울시의 대기오염 수준에 대해서는 과반수인 68.3%의 응답자가 '심각하다'(매우 13.0%, 대체로 55.3%)는 견해를 가지고 있는 것으로 조사되어 서울시민들의 대기오염에 대한 관심이 높은 것으로 나타났다.

여 대기오염과 관련된 환경성 질환의 유형을 탐색하고, 이러한 질환에 영향을 미치는 대기오염 물질을 도출한다. 이는 아직 대기환경으로 인한 환경성 질환 및 대기오염물질에 대한 명확한 분류기준이 부재하기 때문에 이를 규명하는 논의가 선행되어야 할 필요가 있기 때문이다. 둘째, 도출된 대기오염물질 및 환경성 질환의 현황을 서울시의 각 자치구별로 분석한다. 마지막으로 대기오염물질과 환경성 질환의 관계를 추정하기 위하여 패널데이터 회귀분석을 실시하고, 이러한 분석결과를 토대로 정책적 시사점을 제시한다.

II. 이론 및 선행연구 검토

1. 대기환경과 환경성 질환의 의의

기후변화에 대한 정부 간 패널기구(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)의 보고서에 따르면, 기후변화는 최근 질병과 조기사망의 전 지구적 부담원인이 되고 있으며, 그 영향력은 전 지구적인 측면에서 점점 더 증가할 것으로 예상하였다(배현주, 2010: 1). 특히 최근 전 세계에서 발생하고 있는 이상 기후 및 예상치 못한 환경재해 등의 빈번한 발생으로 인하여 대기환경에 대한 관심은 그 어느 때 보다 높아지고 있다. 이러한 환경오염으로 인한 문제가 증가함에 따라 환경성 질환이라는 용어가 새롭게 등장하고 이에 대한 대책이 국제기구를 중심으로 이루어지고 있다(정기혜, 2009: 100).

환경성 질환에 대한 개념 및 분류는 나라 별로 상이하게 규정하고 있다. 우리나라의 경우 2009년에 제정된 「환경보건법」을 기틀로 환경성 질환에 대한 개념 및 대책 등을 제시하고 있다. 「환경보건법」 제2조 제2호에서는 환경성 질환을 전염

병을 제외한 환경유해인자에 의한 질환이라고 규정하고 있다. 특히 환경성 질환에 대한 개념을 규정한 것은 질환 자체나 질환자에 대한 관리보다는 질환과 관련된 환경매체와 환경유해인자를 관리하고자 하는 것을 목적으로 한다는 점에서 환경성 질환을 유발하는 원인 및 이를 효과적으로 관리하기 위한 다양한 정책적 방안을 모색하는 것이 중요하다는 점을 시사하고 있다.

우리나라의 환경성 질환은 크게 다섯 가지로 분류되고 있는데 첫째, 수질오염물질에 의한 질환, 둘째, 유해화학물질에 의한 중독증, 신경계 및 생식계 질환, 셋째, 석면에 의한 폐질환, 넷째, 환경오염사고로 인한 건강장해, 다섯째, 「다중이용시설 등의 실내공기질관리법」 제2조에 따른 오염물질 및 「대기환경보전법」 제2조에 따른 대기오염물질과 관련된 호흡기 및 알레르기 질환으로 나누고 있다. 하지만 우리나라의 경우 질환의 유형에 따른 포괄적 범위만을 제시하고 있을 뿐 WHO, 미국의 NIEHS 등과 같이 세부적인 질환을 구분하고 있지는 않다.

이러한 이유로 대기오염으로 인한 환경성 질환은 다양한 질환을 대상으로 연구되어 왔다. 최병철 외(2000)는 대기오염과 호흡기 질환 환자와의 관련성에 대하여 시계열적 연구를 실시하였다. 이때 호흡기 질환은 따로 분류하지 않고 대기오염과 전혀 무관한 호흡기 질환은 제외한다고 제시하였다. 김환철·임중환(2010)은 교통관련 대기오염과 알레르기 질환을 분석하며 알레르기 질환으로 알레르기 비염(기관지 천식과 동일 선상에서 분석)과 아토피 피부염을 선정하였다. 김상현 외(2010)는 천식의 급성 악화로 응급실에서 치료를 받은 성인 천식환자를 대상으로 대기오염물질이 천식에 미치는 영향을 분석하였다. 또한 배현주(2010)는 환경관련 질환 가운데 천식에 대

하여 문제를 제기하며 전 세계적으로 천식의 유병률은 증가 추세에 있고, 우리나라에서도 천식 유병률이 지속적으로 증가하고 있음을 지적하였다. 한편 한국천식알레르기협회와 서울대 보건대학원 김창엽 교수팀(2005)은 ‘천식의 사회적 비용과 환자의 생활에 미치는 영향’에 관한 연구에서 천식으로 인한 사회적 직·간접 비용이 총 4조 1,148억 원에 달한다고 설명하였다.²⁾

이렇듯 환경성 질환은 국제적으로 통일된 기준이 없고 질환의 범위도 광범위하다는 점에서 본 연구는 국민건강보험공단에서 형성된 건강보험 통계분석 자료집의 분류유형 중 대기오염과 직접적으로 관련이 있을 것으로 판단되며 환경성 질환과 관련된 선행연구들에서 주로 다루고 있는 ‘알레르기 비염’과 ‘천식’을 대상으로 하였다.

2. 환경성 질환 유발 대기오염물질에 관한 선행연구 검토

대기오염이 사망이나 호흡기 질환 등 건강에 악영향을 미친다는 연구가 많이 보고되고 있다(Bell and Domonici, 2008; Szyszkowicz, 2008). 이러한 다양한 연구에도 불구하고 환경성 질환을 유발시키는 대기오염물질에 대한 공통된 기준이 부재하며 각각의 오염물질에 대한 영향력 역시 연구마다 상이한 결과가 도출되고 있다. 이에 본 연구는 환경성 질환을 유발시키는 대기오염물질에 대한 연구들을 탐색한 후, 공통적으로 제시되고 있는 오염물질을 도출하여 각 오염물질이 알레르기 비염과 천식에 미치는 영향 정도를 분석하고자 한다.

김윤신·문정숙(1997)은 대기오염과 호흡기계 질환 사망과의 관련성을 파악하고자 주요 5개 도

시를 대상으로 월별 평균 호흡기계 사망자 수에 영향을 미치는 다양한 변수(대기오염물질, 기상요인, 사회경제적인 요인)을 설정하여 분석을 하였다. 그 결과 가장 크게 영향을 미치는 것은 총부유물질(*TSP*)로 나타났고 그 뒤로 *NO₂*, *SO₂*의 순으로 영향을 미치는 것으로 나타났다.

권호장·조수현(1998)은 서울시의 대기 중 오존이 일별 사망에 미치는 영향을 분석하기 위하여 오존의 농도와 일별 사망자 수의 관련성을 시계열적으로 분석하였다. 그 결과 하루 전의 오존 농도가 사망자 수와 가장 관련성이 높게 나타났으며 이러한 관련성은 대상을 65세 이상의 노령 인구로 한정하였을 때와 사인을 호흡기질환과 심혈관계 질환으로 제한하였을 때 크게 증가하는 것으로 나타났다.

임종환 외(1998)는 서울지역 대기오염이 호흡기계질환 수진건수에 미치는 단기영향을 확인하기 위하여 일별 대기오염정도(*SO₂*, *CO*, *NO₂*, *PM₁₀*, *O₃*) 및 일별 기상요인, 의료기관의 특성과 수진자의 인적 특성을 이용하여 분석을 실시하였다. 그 결과 *SO₂*, *PM₁₀*, *O₃*만이 유의미한 상관성을 보였다.

서원호 외(2000)는 대전지역의 천식 내원 수와 대기오염물질과의 관련성을 파악하기 위하여 분석을 실시한 결과, 다섯 가지 오염물질(*SO₂*, *NO₂*, *O₃*, *CO*, *TSP*) 모두 정도의 차이는 있으나 대전시 천식 환자 내원에 영향을 주는 것으로 나타났다.

이정미(2003)는 응급실로 내원한 환자의 유형과 동 기간 동안 측정된 전주시의 대기오염물질 및 그 농도와의 관련성을 분석하였다. 이를 위해 *SO₂*, *NO₂*, *O₃*, *CO*, *PM₁₀*을 대상으로 분석을

2) 연합뉴스(2005.03.04.), “천식, 사회적 비용 연간 2조 넘어”

〈표 1〉 환경성 질환 유발물질에 대한 선행연구 검토

연구자	연구대상	대기오염물질	결과	
			유의미한 변수	무관
김윤신 외 (1997)	5개 도시의 특정 질병(기관지 및 폐암) 사망자	SO_2, NO_2, O_3, CO, TSP	SO_2, NO_2, TSP	O_3, CO
권호장 외 (1998)	서울시 사망자	O_3	O_3	-
임중환 외 (1998)	서울시 호흡기계질환 수진건수	$SO_2, CO, NO_2, PM_{10}, O_3$	SO_2, O_3, PM_{10}	$CO, NO_2,$
서원호 외 (2000)	대전시 천식 내원환자	SO_2, NO_2, O_3, CO, TSP	SO_2, NO_2, O_3, CO, TSP	-
이정미 (2003)	전북대학병원 응급실에 내원한 환자	$SO_2, NO_2, O_3, CO, PM_{10}$	CO	SO_2, NO_2, O_3, PM_{10}
보건복지부 (2006)	서울, 부산, 인천, 대전, 광주, 대구의 호흡기 입원환자	PM_{10}	PM_{10}	-
서주희 (2008)	서울시 N구 초등학교 학생	SO_2, NO_2, CO, PM_{10}	$NO_2, CO, SO_2^{3)}$	PM_{10}
오성근 외 (2010)	인천광역시 초등학교 학생	$SO_2, NO_2, O_3, CO, PM_{10}$	SO_2, NO_2, CO, PM_{10}	O_3
김상현 외 (2010)	천식 급성 악화로 서울에 위치한 3개 대학병원 응급실에 방문한 성인 환자	$SO_2, NO_2, PM_{10}, O_3, CO$	-	$SO_2, NO_2, PM_{10}, O_3, CO$

실시한 결과 CO 가 순환기계질환과 관련이 있는 것으로 나타났다.

서주희 외(2008)는 대기오염이 초등학교 학생들의 호흡기 질환으로 인한 결석에 미치는 영향을 분석하면서 이에 영향을 미치는 요인으로 SO_2, NO_2, CO, PM_{10} 을 설정하였다. 분석 결과 인플루엔자의 통제여부에 따라 SO_2 는 인플루엔자를 통제하였을 경우에, CO 와 NO_2 는 인플루엔자의 통제여부와 무관하게 질병과 관련된 결석과 호흡

기 질환으로 인한 결석 모두에게서 유의미하게 위험도에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

보건복지부(2006)의 연구보고서에서는 서울, 부산, 인천, 대전, 광주, 대구 6개 도시를 통합 분석하여 PM_{10} 증가에 따른 호흡기 입원의 위험성을 살펴보기 위해 분석을 실시하였다. 분석결과, 15세 미만, 15~64세, 65세 이상에서 대기분진 노출이 모든 호흡기계질환으로 인한 응급실의 경우 입원에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.⁴⁾

3) 이 연구에서 SO_2 의 경우는 인플루엔자를 통제하지 않은 경우에만 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

4) 이 연구는 서울대학교의 주관 하에 4개의 세부과제(대기오염과 호흡기질환관련 생체지표를 이용한 분자역학연구, 대기오염이 폐암발생에 미치는 영향에 대한 분자역학연구, 대기오염이 폐기능에 미치는 영향에 대한 패널 연구, 대기분진의 호흡기계 질환 영향에 관한 역학연구, 미세분진에 의한 호흡기 염증 반응의 조지기전, 동물 모델에서 대기오염 물질이 폐손상 유발에 대한 실험적 연구)로 이루어지며, 위의 결과는 제4세부과제인 대기분진의 호흡기계 질환 영향에 관한 역학연구의 결과 중 하나이다.

오성근 외(2010)은 인천시의 초등학교 학생을 대상으로 학교의 대기 오염물질 수준과 학생들의 알레르기 질환 유병률 및 폐기능 사이의 연관성을 규명하고자 하였다. 연구 결과, 오존을 제외한 대기 오염물질(SO_2 , NO_2 , CO , PM_{10}) 농도는 인접학교에서 비인접학교에 비해 유의하게 높은 것으로 나타났다.

김상헌 외(2010)는 대기오염물질이 천식 급성 악화로 인한 응급실 방문에 미치는 영향을 평가하기 위해 서울에 위치한 세 개 대학병원 응급실을 방문한 성인 천식환자를 대상으로 분석한 결과 SO_2 , NO_2 , PM_{10} , O_3 , CO 모두 유의미한 위험증가를 보이지 않아, 성인연령에서 천식으로 인한 급성 악화에 미치는 대기오염의 역할이 크지 않음을 도출하였다.

위의 논의를 종합한 결과, 선행연구는 대체로 환경성 질환에 영향을 미치는 대기오염물질로 공통적으로 미세먼지(PM_{10}), 아황산가스(SO_2), 이산화질소(NO_2), 일산화탄소(CO), 오존(O_3)을 사용하고 있다. 다만 그 영향력의 크기 및 방향 등에 대해서는 상이한 결과가 나타나고 있는바, 이에 대한 보다 명확한 규명이 필요할 것으로 보여진다.

III. 연구설계

1. 변수의 선정 및 분석의 틀

본 연구의 종속변수는 환경성 질환 중 대기오염과 관련이 클 것으로 예상되는 호흡기 질환에 한정하여, 알레르기 비염과 천식을 대상으로 하였다. 이들의 측정은 연도 별 알레르기 비염 환자

수와 천식 환자 수로 하였는데, 이는 국민건강보험공단 건강보험정책연구원이 발표한 ‘환경성 질환 진료환자 분석’ 보고서를 토대로 하여 자료의 신뢰성을 확보하였다. 이 보고서는 환경성 질환으로 진료를 받은 사람들을 대상으로 성별, 연령별, 거주지별 환경성 질환 진료환자 추이를 파악하고 있으며, 우리나라 시군구별로 대표적인 환경성 질환인 “아토피 피부염”, “알레르기 비염”, “천식”으로 진료 받는 환자의 실태와 증가추세를 파악하여, 환경성 질환과 관련한 정책방향 설정에 기초자료로 활용하는 것을 목적으로 하고 있다(국민건강보험공단, 2007: 155). 이러한 보고서를 토대로 본 연구에서는 호흡기 질환인 “알레르기 비염”과 “천식”의 질환자 수를 자료화하였으며, 서울시 각 구별 인구의 차이를 통제하기 위해 전체인구 대비 질환자 수의 비율을 계산한 값을 분석에 사용하였다.

한편 선행연구 검토를 통해 도출된 본 연구의 독립변수는 5가지 대기오염물질이며, 통제변수는 소득 수준과 녹지 면적이다. 우선 독립변수인 대기오염물질은 아황산가스(SO_2), 미세먼지(PM_{10}), 오존(O_3), 이산화질소(NO_2), 일산화탄소(CO)로 설정하여 이러한 변수들이 환경성 질환자 수를 증가시키는데 얼마나 영향을 미치는지를 살펴보고자 하였다. 이러한 대기오염물질은 월별 단위로 제공되고 있는데 이를 취합한 후, 연도 별 평균값을 분석에 사용하였다. 한편 제공되고 있는 대기오염물질들의 측정단위를 보면, 미세먼지는 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 인 반면, 다른 대기오염물질들은 모두 ppm이었다.⁵⁾ 이렇듯 변수 값의 차이로 인해 나타날 수 있는 영향력의 오류를 최소화하기 위해 기존 연구들(서주

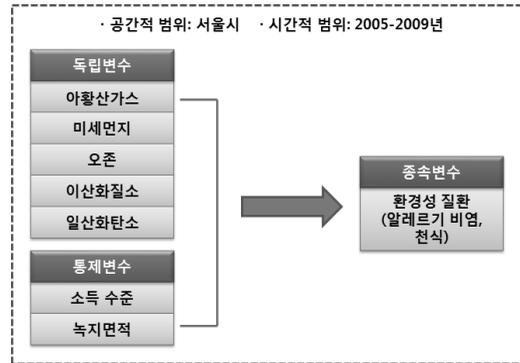
5) <표 3>에서 보듯이 각 대기오염물질들의 측정된 평균값을 살펴보면, 아황산가스는 0.005, 이산화질소는 0.037, 오존은 0.016, 일산화탄소는 0.61로 모두 소수점의 값으로 나타난 반면, 미세먼지의 평균 측정값은 60으로 상당히 큰 값을 보이고 있었다. 따라서 변수들 값의 차이를 줄이기 위해 ppm 값에 1000을 곱한 ppb 단위의 값으로 변환하여 분석을 하였다.

회 외, 2008; 최병철 외, 2000)에서와 같이 ppm을 ppb로 변환한 값을 분석에 사용하였다.

이외에도 종속변수에 영향을 줄 수 있는 통제 변수로는 월평균소득과 녹지면적을 선정하였다. 소득수준의 경우 환경성 질환자 수의 증대와 큰 관련성이 없어 보이지만, 소득수준과 같은 인구 특성변수가 의료이용을 결정한다는 관점에서 (Anderson, 1995; 조현희 외, 2010: 106) 통제변수로 선정하였다.⁸⁾ 또한 녹지를 구성하는 식물의 잎은 다양한 대기오염물질을 흡착하며, 많은 연구에서도 녹지 공간이 도시 대기 정화기능에 큰 영향을 미친다고 지적하고 있기 때문에(Lu bo, 2011; 주옥자, 2004; 김학열, 2003; 김석철, 1999; 김광수, 1998), 녹지 면적을 통제변수로 선정하였다. 이를 위해 소득 수준도 월별 소득수준을 연도 별 평균값을 계산한 후 자연로그를 취하였으며,

녹지면적은 m^2 로 제공되고 있는데 km^2 환산하여 분석에 사용하였다. 이상의 내용을 정리하면 <표 2>와 같다.

이상의 환경성 질환자 수의 증가에 영향을 미치는 요인들을 토대로 정리한 본 연구의 분석틀은 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 분석의 틀

<표 2> 변수의 선정

구분	변수명	조작적 정의
종속 변수	환경성 질환 ⁶⁾	알레르기 비염 환자 수(전체인구 대비 비율)
		천식 환자 수(전체인구 대비 비율)
독립 변수	미세먼지	월별 측정값에 대한 평균
	아황산가스	월별 측정값에 대한 평균×1000
	오존	월별 측정값에 대한 평균×1000
	이산화질소	월별 측정값에 대한 평균×1000
	일산화탄소	월별 측정값에 대한 평균×1000
통제 변수	소득 수준	월별 측정값에 대한 평균(자연 로그)
	녹지 면적 ⁷⁾	녹지 면적(km^2)

6) 질환자 수는 인구수에 비례하여, 즉 인구가 많은 자치구에 질환자 수가 보다 많이 나타날 수 있다. 따라서 인구규모를 통제하고자, 각 자치구 별 전체 인구 수 대비 질환자 수(알레르기 비염, 천식)의 비율을 종속변수로 측정하였다.

7) 녹지면적은 서울시 통계에서 제공하는 각 자치구별 녹지현황에서 시설녹지와 일반녹지 등을 포함한 자치구의 전체 녹지면적을 사용하였다.

8) 소득과 관련하여 Villeneuve et al.(2003)은 캐나다 밴쿠버를 대상으로 CO , SO_2 , NO_2 가 전체 및 심혈관계 사망에 미치는 영향이 저소득 집단일수록 더 크다는 점을 지적하였고, Lin et al.(2004)은 NO_2 가 천식입원에 미치는 영향에서 사회경제적 지위가 낮은 집단의 남성들에게서, SO_2 는 사회경제적 지위가 낮은 여자들에게서 유의하였다는 점을 도출하였다.

2. 분석대상 및 자료수집

본 연구는 환경성 질환자 증가에 있어서 대기 오염물질의 영향을 확인하기 위하여 서울시 25개 자치단체구를 대상으로 분석을 실시하였다. 이를 위해 본 연구에서는 2005년부터 2009년까지의 패널데이터를 사용하였다. 우선 독립변수인 대기오염물질(PM_{10} , SO_2 , NO_2 , O_3 , CO)은 서울시 맑은환경본부(env.seoul.go.kr)에서 제공하는 자료를 이용하여 수집하였으며, 통제변수인 월평균 소득과 녹지면적은 서울시 통계(stat.seoul.go.kr)를 이용하여 자료를 수집하였다. 한편 종속변수인 환경성 질환자 수는 국민건강보험공단 건강보험정책연구원이 의료급여 진료비 지급자료를 분석해 발표한 '환경성 질환 진료환자 분석' 보고서를 통해 자료를 수집하였다.

3. 연구모형: 패널데이터 회귀분석

패널데이터는 데이터 유형 중에서 시계열 자료 및 횡단면 자료의 정보를 모두 이용할 수 있기 때문에 가장 정보가 많고 유용하여 실증연구(empirical research)에 있어서 가장 선호되는 분석방법 중 하나이다. 특히 일반적으로 회귀방정식을 설정함에 있어서 종속변수에 영향을 미치는 모든 변수를 포함할 수 없으므로 패널데이터 회귀분석은 이러한 누락변수에 대한 한계를 극복하는데 가장 큰 의의

가 있다고 할 수 있다.⁹⁾ 누락변수를 제어하기 위해서는 오차항에 대해서 개인(본 논문에서는 서울시 각 구) 간에는 다르나 시간변동이 없는 변수, 시간변화에 따라 변동하나 개인 간에는 차이가 없는 변수, 개인 간에도 차이가 있고 시간변화에 따라서도 변동하는 확률적 교란항으로 구분하여 다루게 되는데, 이를 일반적인 선형모형으로 표현하면 다음과 같다.

$$Y_{i,t} = a + X_{i,t}\beta + \epsilon_{i,t}$$

$$(\text{단, } \epsilon_{i,t} = \mu_i + \lambda_t + \nu_{i,t},$$

$$i(\text{지역}) = 1, 2, \dots, N, t(\text{연도}) = 1, 2, \dots, T)$$

$$\mu_i = \text{관찰되지 않은 지역특성 효과(unobservable individual effect)}$$

$$\lambda_t = \text{관찰되지 않은 시간 효과(unobservable time effect)}$$

$$\nu_{i,t} = \text{확률적 교란항(remainder stochastic disturbance term)}$$

위 식에서 n 은 패널 개체의 수이고, T_i 는 개체 i 의 데이터 포괄기간이다. 만약 모든 i 에 대해서 $T_i = T$ 가 성립하면 균형패널(balanced panel)이 된다. 한편 일반적으로 패널데이터를 가지고 OLS 추정을 실시하고자 할 때는 다음과 같은 기본적인 OLS 가정이 성립해야 한다.¹⁰⁾

9) 보다 구체적으로 패널데이터의 장점을 살펴보면 첫째, 개별적 특이성을 통제할 수 있다는 것이다. 개별적인 특이성(individual heterogeneity)을 통제하지 못할 경우 시계열 분석이나 횡단면 분석은 왜곡된 결과를 얻을 위험이 커지게 되는데, 패널데이터 분석은 시계열 분석이나 횡단면 분석에서는 불가능한 개별특성효과(individual effect)와 시간특성효과(time effect)를 모두 통제할 수 있다는 장점이 있다. 둘째, 패널데이터는 연구자에게 다양한 정보를 제공해주며 다중공선성의 문제를 줄일 수 있으며, 보다 많은 자유도(degrees of freedom)와 가변성(variability)을 제공해주어 분석을 용이하게 해준다. 셋째, 패널데이터는 횡단면자료나 시계열자료에 비해서 복잡한 행태적 모형을 구축 및 검증하게 해준다. Hsiao(1986)는 시차모형(lag model)에 있어서도 패널데이터가 시계열자료보다 자료에 대한 제약이 덜 가해지기 때문에 효과적이라고 하였다(Baltagi, 2001: 5~9; 최충익, 2008: 120~121).

10) 여기서 가정 1은 모든 패널 개체에 대해 모든 시점에서 오차항의 기대값이 0이 되어야 한다는 것이며, 가정 2는 모든 패널 개체에 대해 모든 시점에서 오차항의 분산이 σ^2 이라는 것으로 등분산성을 의미한다. 즉 패널개체와 시간에 따라 오차항의 분산이 변하지 않아야 함을

(가정 1) $E(\epsilon) = 0$, 모든 i 및 t 에 대해
 (가정 2) $var(\epsilon) = \sigma^2$, 모든 i 및 t 에 대해
 (가정 3) $cov(\epsilon, \epsilon_{js}) = 0$,
 모든 $i \neq j$ 및 $t \neq s$ 에 대해
 (가정 4) $cov(x, \epsilon) = 0$, 모든 i 및 t 에 대해

이상의 기본 가정이 위배되는 경우 OLS 추정량에 문제가 있을 수 있다. 특히 패널데이터는 횡단면데이터와 시계열데이터의 특성을 동시에 가지고 있기 때문에 오차항에 이분산성이나 자기상관이 존재할 가능성이 있다. 이러한 문제는 OLS 추정량의 표준오차에 영향을 주어 비효율적인 추정량이 도출될 수 있다. 또한 패널 개체의 관찰되지 않는 이질성(unobserved heterogeneity)이 오차항 ϵ 에 포함되는 경우 오차항과 설명변수 사이에 상관관계가 존재할 가능성이 있다. 이런 경우에 누락된 변수로 인한 편의(omitted variable bias)가 생기고, 그에 따라 OLS 추정량은 일치추정량(consistent estimator)이 되지 못한다(민인식·최필선, 2010: 89~90).

IV. 분석결과

1. 기술통계분석

1) 대기오염물질

서울시 맑은환경본부는 서울시 25개 구별로 대

기오염물질을 측정하고 있다. 측정대상으로는 SO_2 , PM_{10} , O_3 , CO , NO_2 이며¹¹⁾, 이것을 월별로 측정하여 자료화하고 있다. 아래 <표 3>은 이러한 측정결과를 정리한 것이다.

<표 3>에서 2005~2009년도의 서울시 대기오염물질 전체 평균과 대기환경 기준을 비교하였을 때, 미세먼지와 이산화질소는 기준치보다 수치가 높은 반면, 아황산가스, 오존, 일산화탄소는 기준치보다 낮은 것으로 나타났다. 이는 2000년대 이후 서울시가 적극적으로 도입한 대기오염물질 저감을 위한 각종 대책(천연가스 시내버스 도입, 자동차 배출가스 집중단속, 운행차 배출가스 정밀검사 등)에도 불구하고 이러한 결과는 보다 효과적인 정책의 수행을 위한 방안의 모색이 필요하다는 점을 시사한다.¹²⁾

한편 각 대기오염물질 별로 오염도의 순위가 가장 높은 자치구와 낮은 자치구를 음영처리와 화살표(가장 낮은 곳: ↓, 가장 높은 곳: ↑)를 통해 표시하였다(<표 3>). 우선 아황산가스(SO_2)에 대한 수치를 보면 서울시 25개 자치구 중 가장 높은 곳은 종로구인 것으로 나타났고, 가장 낮은 곳은 광진구인 것으로 확인되었는데, 특히 광진구는 25개 자치구의 평균치보다 크게 낮은 수치를 기록하고 있었다. 다음으로 미세먼지(PM_{10})의 경우에는 가장 높은 곳은 은평구이며, 가장 낮은 곳은 강남구인 것으로 확인되었는데, 특히 미세먼지는 강남구의 수치가 가장 낮았음에도 불구하고 대기환경기준치보다 높은 것으로 나타나, 서울시

말한다. 또한 가정 3은 패널 개체의 오차항은 서로 상관관계가 없어야 하며, 동시에 한 개체의 서로 다른 시점의 오차항 사이에도 상관관계가 존재하지 않아야 한다는 의미이다. 마지막으로 가정 4는 오차항과 설명변수 사이에 상관관계가 존재하지 않아야 한다는 의미로 설명변수의 외생성(exogeneity)을 가정하고 있다.

11) 이외에도 $PM_{2.5}$ 에 대한 측정 자료를 제공하고 있으나, 본 연구에서는 제외하였다.

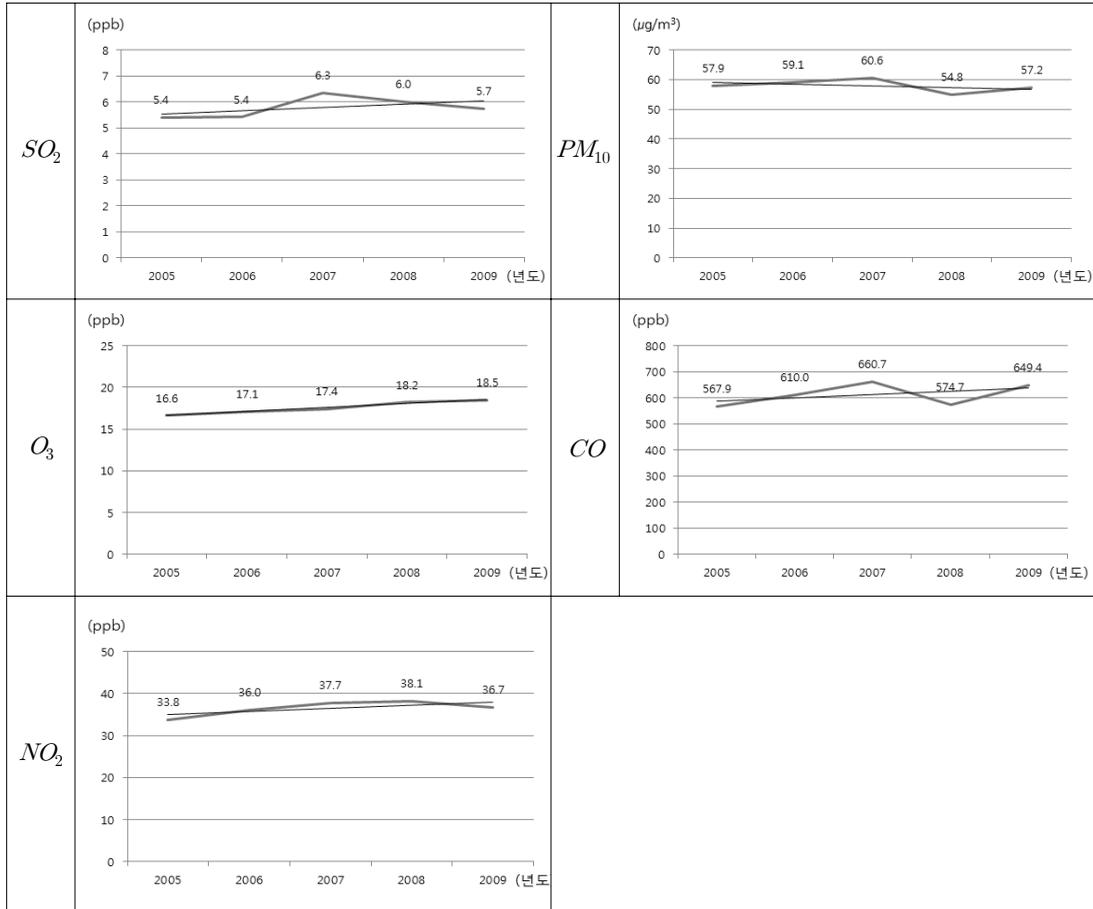
12) 다만 환경정책으로 인한 효과는 단시간에 나타나지 않는다는 점, 대기오염물질 배출총량관리제가 실시된 2004년 이후 보다 적극적으로 서울시 대기환경을 개선하기 위한 종합적인 계획이 실시되었다는 점(CNG 자동차 보급, 그린카 보급, 저공해제작 경유차보급, 운행경유차 저공해화사업 및 친환경 대중교통수단 확충 사업 등)을 보았을 때 본 연구의 대상기간인 2005~2009년만의 결과로 사업의 효과성을 판단할 수는 없다. 따라서 이에 대한 논의는 보다 최근의 자료를 통해 추후의 연구에서 심도 깊이 논의할 필요가 있다.

〈표 3〉 2005~2009년 서울시 자치구별 대기오염물질 평균 농도

지역	SO ₂ (ppb)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ (ppb)	CO(ppb)	NO ₂ (ppb)
강남구	5.3	50.6 ↓	14.0	519.6 ↓	34.8
강동구	6.1	59.1	16.3	532.2	34.7
강북구	6.8	56.3	20.3	612.8	35.5
강서구	5.1	60.6	16.9	557.7	36.5
관악구	6.6	57.8	18.6	643.5	40.1
광진구	4.5 ↓	59.4	18.7	589.9	33.2
구로구	5.0	62.1	17.0	610.5	36.2
금천구	6.8	59.0	19.2	640.6	38.4
노원구	5.7	55.9	20.9 ↑	573.3	32.1
도봉구	5.7	60.2	20.0	603.6	33.1
동대문구	7.0	55.8	18.8	635.8	42.3
동작구	6.3	59.1	18.9	620.9	35.9
마포구	6.3	54.0	16.8	692.0	38.6
서대문구	5.2	58.9	16.6	691.2	36.6
서초구	5.3	59.5	16.9	636.7	36.9
성동구	4.6	58.4	16.2	532.7	34.8
성북구	4.8	52.7	17.0	650.3	35.0
송파구	5.3	58.9	17.5	599.7	36.6
양천구	6.7	55.8	18.2	610.0	37.6
영등포구	6.2	58.9	11.6 ↓	629.0	45.4 ↑
용산구	5.3	58.0	15.8	534.6	36.8
은평구	4.8	62.7 ↑	20.8	579.5	28.0 ↓
종로구	7.1 ↑	55.7	18.3	670.8	35.3
중구	4.9	60.6	17.7	733.8 ↑	38.2
중랑구	7.0	58.2	16.3	612.7	39.3
대기환경기준 ¹³⁾	20(ppb)	50($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	60(ppb)	900(ppb)	30(ppb)
서울시 평균	5.8	57.9	17.6	612.5	36.5

의 미세먼지 수준이 심각한 것을 알 수 있었다. 가장 낮은 곳은 영등포구인 것으로 나타났으며, 또한 오존(O₃)의 수치가 가장 높은 곳은 노원구, 일산화탄소(CO)는 중구가 가장 높았고, 강남구

13) SO₂, PM₁₀, NO₂의 대기환경기준은 연평균기준이지만, O₃와 CO는 8시간 평균기준이다.



〈그림 2〉 연도 별 대기오염물질의 평균 농도

가 가장 낮은 곳으로 확인되었다. 마지막으로 이산화질소(NO_2)의 수치가 가장 높은 곳은 영등포구였으며, 은평구가 가장 낮은 것으로 확인되었는데, 특히 이산화질소의 서울시 평균은 대기환경기준을 초과하는 것으로 나타났다.

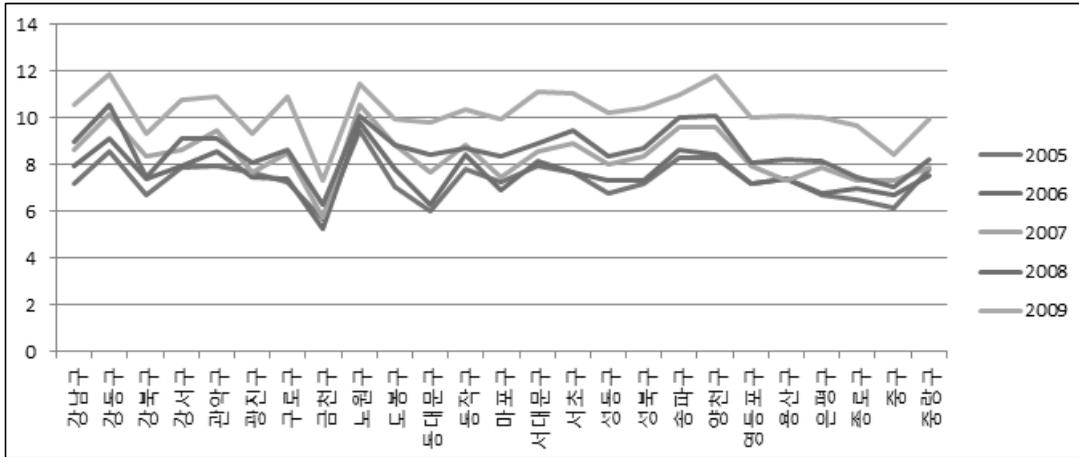
〈그림 2〉는 서울시의 연도 별 대기오염물질의 평균 농도를 나타내고 있으며, 증감의 추세를 보여주고 있다. 연도 별로 꾸준히 증가추세에 있는 대기오염물질은 아산화탄소(CO), 오존(O_3), 일산화탄소(CO), 이산화질소(NO_2)인 것으로 확인되었으며, 반대로 미세먼지(PM_{10})는 감소추세인 것으로 나타났다. 하지만 미세먼지의 감소추

세는 매우 미약하며, 매년 대기환경기준치보다 높은 수치를 기록하고 있음을 볼 수 있다.

2) 환경성 질환자: 알레르기 비염 및 천식

〈그림 3〉은 서울시 25개 자치구의 2005년부터 2009년까지의 연도 별 알레르기 비염 환자 비율의 추세를 보여주고 있다.

그래프에서 볼 수 있듯이 연도 별 알레르기 비염 환자의 비율은 대체로 2005년부터 꾸준히 증가하고 있는 것으로 나타났다. 자치구별로 살펴봤을 때, 강동구, 노원구, 양천구가 상대적으로 많은 알레르기 비염 환자를 보유하고 있는 것으로



〈그림 3〉 자치구별 알레르기 비염 환자의 비율(%)

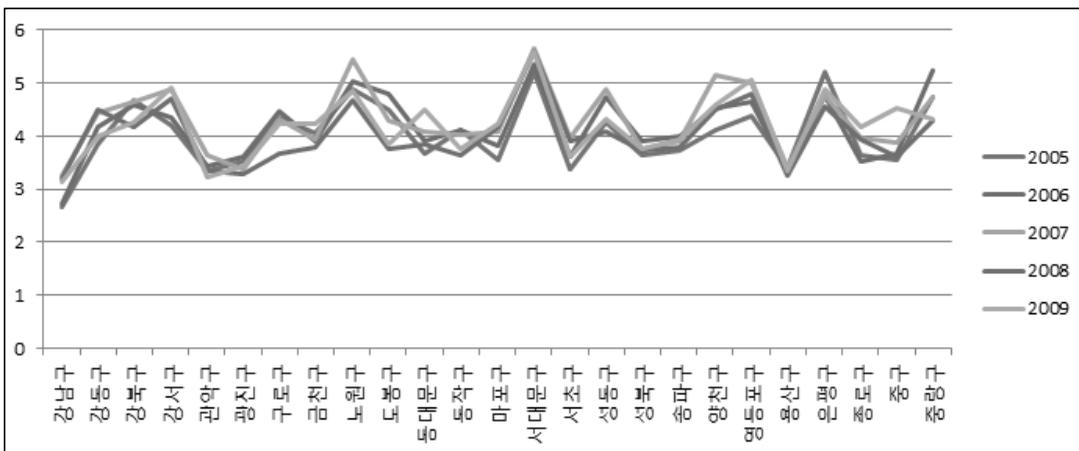
확인되었으며, 반면 강북구, 금천구, 중구에서의 알레르기 비염 환자는 비교적 낮은 것으로 나타났다.

다음으로 〈그림 4〉는 서울시 25개 자치구의 2005년부터 2009년까지의 연도 별 천식 환자 비율의 추세를 나타내고 있다.

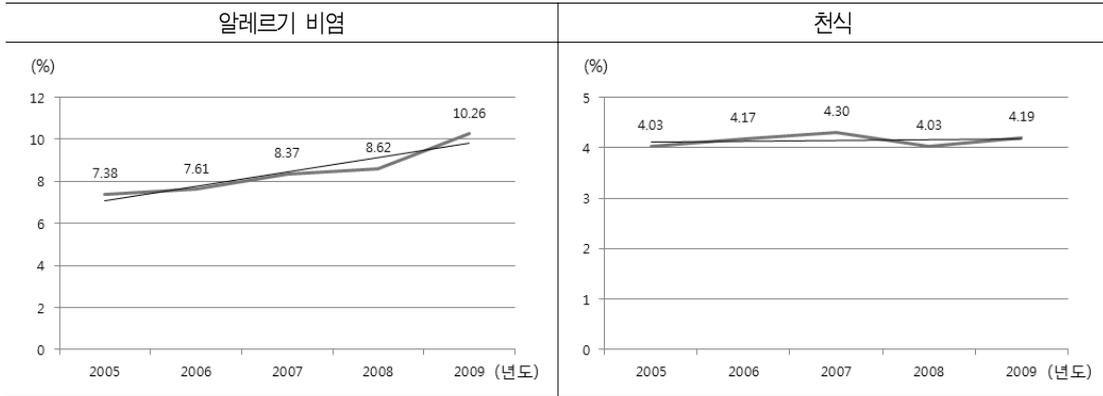
천식 환자의 비율은 알레르기 비염과는 달리 각 자치구별로 환자의 수가 일정하게 증가 혹은 감소 추세에 있지 않고 연도 별로 상이하게 나타나고 있음을 볼 수 있다. 즉 천식환자의 비율은

연도 별로 큰 차이 없이 비슷한 추세인 것으로 나타났다는데, 특히 서대문구와 용산구는 연도 별로 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 한편 천식 환자의 비율이 상대적으로 높은 곳은 노원구, 서대문구, 은평구이고, 낮은 곳은 강남구, 관악구, 광진구, 용산구인 것으로 확인되었다.

〈그림 5〉는 서울시 알레르기 비염 및 천식 환자 비율의 평균 추세를 보여주고 있다. 우선 알레르기 비염 환자 수의 비율은 2005년부터 해마다 지속적으로 증가하는 추세로 나타나, 2009년에



〈그림 4〉 자치구별 천식 환자의 비율(%)



〈그림 5〉 서울시 알레르기 비염 및 천식 환자 비율의 평균(%)

가장 높은 비율을 보여주고 있었다. 특히 2005년에서 2008년까지의 증가폭보다 2009년에서의 증가폭이 크게 나타났는데, 이는 최근에 알레르기 비염 환자의 수가 크게 증가하고 있음을 보여준다. 다음으로 천식은 2007년까지는 증가하였다가 2008년에는 감소하고, 다시 2009년에는 증가하고 있는 것으로 나타났다. 천식 환자의 비율은 연도 별로 큰 차이는 없이 4% 초반에 머무르고 있으며, 완만한 증가추세인 것으로 확인되었다.

2. 패널데이터 회귀분석

우선 서울시에서 측정된 대기오염물질이 알레르기 비염에 어떠한 영향을 주었는지에 대한 분석 결과는 〈표 4〉와 같이 나타났다.

분석결과를 살펴보면, 알레르기 비염의 경우 우선 독립변수인 대기오염물질 중에서는 아황산가스와 오존이 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다. 이들 모두 알레르기 비염 환자 수를 증가시키는데 양(+)의 영향을 주는 것으로 확인되었다. 즉 대기 중의 아황산가스와 오존이 증가할 때,

〈표 4〉 패널데이터 회귀분석 결과(알레르기 비염)

변수		Coef.	Std. Err.	z
독립 변수	아황산가스(SO_2)	0.17667*	0.10122	1.75
	미세먼지(PM_{10})	-0.00030	0.01812	-0.02
	오존(O_3)	0.08011**	0.04086	1.96
	이산화질소(NO_2)	-0.03355	0.02767	-1.21
	일산화탄소(CO)	-0.00015	0.00109	-0.14
통제 변수	월평균 소득	7.58174***	0.92619	8.19
	녹지면적	-0.87224*	0.46121	-1.89

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

알레르기 비염 환자의 수가 높아지고 있음을 보여준다. 특히 아황산가스는 오존보다 영향력의 정도가 큰 것으로 나타나, 알레르기 비염 환자를 증가시키는데 가장 큰 영향력을 주는 대기오염물질인 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 아황산가스가 질환자의 수를 증가시키는데 영향을 주었다는 기존의 연구들(김윤신·문정숙, 1997; 임중환 외, 1998; 서원호 외, 2000; 서주희 외, 2008, 오성근 외, 2010)의 결과를 지지하는 것이다.¹⁴⁾ 또한 한국환경정책평가연구원(KEI)에 따르면 오존의 농도가 10ppb 증가 시 일별 사망위험이 0.79~1.12% 증가한다고 하는데, 본 연구에서는 사망위험을 대상으로 하지는 않았지만 오존의 증가가 알레르기 비염 환자를 증가시키는데 영향을 준 것으로 나타나 오존이 건강에 악영향을 준다는 것을 재확인할 수 있었다.

한편 통제변수에서는 월평균 소득과 녹지면적이 모두 통계적으로 유의미하였다. 즉 녹지면적이 증가할수록 알레르기 비염 환자의 비율은 감소하는 것으로 나타나, 알레르기 비염을 감소시키기 위해서는 대기오염물질의 저감장치 확보뿐만 아니라 대기오염물질을 정화할 수 있는 녹지의 면적을 증가시키는 노력 역시 필요한 것으로 사료된다. 하지만 월평균 소득은 알레르기 비염의 환자 와 양(+)의 영향관계를 나타내는데, 이는 월평균 소득이 낮을수록 심혈관계 사망에 미치는 영향이 더 크다는 Villeneuve et al.(2003), Lin et al.(2004)의 연구와는 상반된 결과를 나타낸다. 하지만 Villeneuve et al.(2003)의 연구에서는 사망자 수

를 종속변수로 사용하였고, Lin et al.(2004)의 경우 실제 천식으로 인하여 입원한 환자를 대상으로 한 반면, 본 연구는 진료를 받은 사람을 대상으로 하였다는 점에서 차이점이 있다. 즉 저소득층의 경우 심각한 경우가 아닌 이상 소득이 높은 사람들에 비하여 병원진료를 받지 않을 가능성을 배제할 수 없기 때문에 선행연구와는 상반된 결과가 나온 것으로 판단된다. 따라서 추후에는 이에 대하여 보다 명확하게 규명하기 위하여 소득계층별 진료횟수를 구별하여 분석을 실시하는 등의 추가적인 연구가 필요할 것이다.

다음으로 대기오염물질이 천식에 어떠한 영향을 주는지에 대한 분석결과는 <표 5>와 같이 나타났다.

천식에 대한 분석결과에서는 유일하게 미세먼지만 통계적으로 유의미하였으며, 천식 환자 수를 증가시키는데 있어서 양(+)의 영향력을 준 것으로 나타났다. 실제로 서울시의 2005년에서 2009년까지 미세먼지의 평균 농도는 57.9($\mu\text{g}/\text{m}^3$)이었는데, 이는 대기환경기준치인 50보다 높은 수치인 것으로 확인되었다. 즉 <그림 2>에서 보듯이 미세먼지가 연도 별로 감소하고 있는 추세이지만, 여전히 대기환경기준치를 초과하는 수치이기 때문에 천식 환자 수를 증가시키는데 영향을 준 것으로 보여진다. 이러한 분석결과는 미세먼지가 환경성 질환자의 수를 증가시키는데 영향을 미쳤다는 기존의 연구들(김윤신·문정숙, 1997; 임중환 외, 1998; 서원호 외, 2000; 보건복지부, 2006; 오성근 외, 2010)을 지지한다. 특히 환경

14) 다만 이에 대한 해석 시에는 주의가 필요한데, 2000년대 이후 지속가능한 성장에 대한 관심이 높아지면서 정부차원에서 적극적으로 청정연료나 저황유의 사용을 추진하면서 아황산가스의 감소를 위해 노력하였다. 이에 따라 실제로 2000년대 이전의 연구에서는 일관되게 아황산가스가 질병에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났으나 2000년대 중반 이후부터 아황산가스의 영향여부는 비일관적으로 나타났다. 그럼에도 불구하고 최근의 몇몇 연구에서 역시 아황산가스는 여전히 질병에 유의미한 영향력을 미치고 있으며(서주희 외, 2008; 오성근 외, 2010), 인체에 매우 유해한 물질로서 연구의 대상이 되고 있다는 점 등을 고려할 때, 단순한 수치상의 성과뿐만 아니라 상대적 위험도를 종합적으로 고려한 추후 연구가 필요할 것이다.

<표 5> 패널데이터 회귀분석 결과(천식)

변수		Coef.	Std. Err.	z
독립 변수	아황산가스(SO_2)	0.05555	0.05874	0.95
	미세먼지(PM_{10})	0.02479**	0.01052	2.36
	오존(O_3)	-0.00362	0.02371	-0.15
	이산화질소(NO_2)	-0.01799	0.01606	-1.12
	일산화탄소(CO)	0.00051	0.00063	0.80
통제 변수	월평균 소득	-0.27733	0.53748	-0.52
	녹지면적	-0.03829	0.26765	-0.14

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

부(2012)에 따르면, 미세먼지의 경우 현재 평균농도가 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 지속적으로 감소하는 경향을 보이고는 있으나, 여전히 워싱턴 $12\mu\text{g}/\text{m}^3$, 런던 $16\mu\text{g}/\text{m}^3$, 동경 $21\mu\text{g}/\text{m}^3$, 파리 $26\mu\text{g}/\text{m}^3$ 등 선진국에 비해 다소 높은 수준으로 설정되어 이에 대한 신속한 대처가 필요한 것으로 여겨진다.¹⁵⁾

V. 결론 및 정책적 함의

본 연구는 환경성 질환자의 증가를 사회적 문제로 인식하여, 대기오염물질의 증가가 환경성 질환인 알레르기 비염과 천식에 얼마나 영향을 주는지에 대하여 분석하였다. 이를 위해 서울시 맑은환경본부에서 제공하는 대기오염 측정 자료를 토대로 패널데이터를 구축하여 회귀분석을 실시하였다. 분석결과를 요약하면, 알레르기 비염에 통계적으로 유의미한 영향을 준 대기오염물질은 아황산가스와 오존인 것으로 나타났으며, 천식에 있어서는 미세먼지가 영향을 주는 것으로 확인되었다.

이러한 분석결과는 최근 환경성 질환자의 증가

에 대한 경각심이 점차 커져가고 있는 상황에서 중요한 정책적 시사점을 제공할 수 있다. 즉 본 연구의 분석결과에서 아황산가스와 오존, 그리고 미세먼지는 호흡기 환경성 질환인 알레르기 비염과 천식 환자의 수를 증가시키는데 영향을 미치는 주요 대기오염물질로 나타났는데, 이는 정부 차원에서 이러한 대기오염물질을 감소 및 관리하기 위한 전략적 방안이 필요할 것으로 여겨진다. 우선 대기오염물질에 대한 측정을 보다 정교화하고 대기상태에 대한 정확한 정보를 확보하여 이를 감소 및 관리하는 방안을 마련해야 할 것이다. 이를 위해 환경성 질환에 보다 직접적인 영향을 주는 대기오염물질을 찾아내고, 이들의 배출원에 대한 규제 및 감시 강화를 할 수 있는 정책방안이 마련되어야 할 것이다. 주요 대기오염물질을 찾아내려는 노력이 필요한 것은 대기오염물질 별로 발생하는 사회적 비용이 상이하기 때문이다.¹⁶⁾ 따라서 한정된 예산 및 자원 하에서 환경성 질환을 비롯하여 사회적으로 보다 심각한 피해를 주는 대기오염물질을 찾아 우선적으로 관리해 나가는 전략적 접근이 필요할 것으로 사료된다.

15) 환경부 보도자료(2012. 11. 30), “국내 대기오염 농도 여전히 ‘속제’, 지역별 맞춤형 대기정책 필요”

16) 한국환경정책평가연구원(2003)에 따르면 수도권 지역의 대기오염물질별 사회적 비용은 미세먼지의 경우 약 4조 4천억원, SOx는 약 4억원, NOx는 약 1조 5천억원, VOC는 약 6천 4백억원으로 추정하고 있어 대기오염물질의 총 사회적 비용은 10조원이 넘는 것으로 나타났다.

다음으로 대기오염상태에 대한 정보를 시민들이 보다 쉽게 알 수 있도록 정보를 제공하는 정책 방안을 검토해야 할 것이다. 예컨대, 현재 보편화되어 있는 모바일 기기를 통하여 실시간으로 자신의 주위에 있는 대기오염상태에 대한 정보를 제공받을 수 있다면, 일반시민들뿐만 아니라 특히 대기오염 노출에 취약한 계층, 즉 환경성 질환자나 노약자 및 아동들에게는 유용한 정보로 활용될 수 있을 것이다. 이러한 정보제공서비스는 시민들의 건강과 직접적으로 연관될 수 있기 때문에 삶의 질 증진을 위한 방안 중 하나라고 여겨진다.

한편 이러한 정책적 함의에도 불구하고 몇 가지 연구의 한계가 존재한다. 환경성 질환은 다양한 의미로 사용되고 있는데, 이 중 본 연구에서는 호흡기 질환, 특히 알레르기 비염과 천식만을 대상으로 하였으며 이에 대한 영향요인으로서 다섯 가지 대기오염물질에 한정하여 분석을 실시하였다. 따라서 추후의 연구에서는 이 외의 다양한 영향요인, 즉 선천적 요인이나 기타 다른 원인물질(기타 미세먼지성분, 휘발성유기화합물 등), 그리고 통계적으로 접근 가능한 통제변수 설정에 관하여 종합적으로 고려할 필요가 있다. 또한 본 연구에서는 각 자치구의 측정소에서 측정된 대기오염물질 자료를 이용하여 분석을 하였는데, 이는 측정소에서 측정된 자료가 전체 자치구의 대기환경을 대표하기에는 다소 부족하다는 한계가 있다. 따라서 각 자치구별 측정소의 개수를 늘려 여러 곳에서 측정된 보다 정교한 대기오염 자료가 구축된다면, 향후 연구에서 보다 실제적이고 의미 있는 결과를 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

인간사회의 생산·유통·소비의 각 과정에서 배출되는 대기오염물질에 따른 환경성 질환자 수의 증가는 국내뿐 아니라, 이미 국제적으로도 부

각되고 있는 사회적 문제이며, 이는 삶의 질을 위협하는 매우 중요한 정책문제라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서 제시된 연구결과 및 연구의 한계를 보완한 후속연구들이 향후 더욱 활발하게 이루어지기를 기대한다.

참고문헌

- 국민건강보험공단, 2007, 『2002~2007 환경성 질환 진료 환자 분석』, 건강보험정책연구원.
- 권호장·조수현, 1998, “서울시의 대기 중 오존이 일별 사망에 미치는 영향”, 한국대기환경학회 학술대회 논문.
- 김광수, 1998, “산업단지 계획시 고려해야할 녹지 환경지표”, 한국건설기술연구원.
- 김병주, 2010, “대기오염이 초등학생에서 호흡기 알레르기 질환에 미치는 영향”, 울산대학교 박사학위 논문.
- 김상헌·김상헌·손지영·이종태·김태범·박홍우·이재형·김태형·손장원·신동호·박성수·윤호주, 2010, “서울지역 대기오염이 성인 천식 급성 악화에 미치는 영향: 환자교차연구”, 『대한내과학회지』, 78(4): 450~456, 대한내과학회.
- 김석철, 1999, “그린벨트녹지의 대기정화기능 모델링”, 『1999년도 추계학술대회 논문집』, 한국대기환경학회.
- 김윤신·문정숙, 1997, “대기오염과 호흡기계사망과의 관련성에 관한 연구”, 『대기보건협회지』, 23(1): 137~145.
- 김재원, 2010, “환경성 질환이란 무엇인가”, 『환경독성보건학회지』, 25(4): 259~262, 환경독성보건학회.
- 김학열, 2003, “도시환경인자에 따른 대기온도 변화 연구: 서울시를 대상으로”, 『대한국토계획학회지』, 38(5): 259-269, 한국국토·도시계획학회.
- 김환철·임중환, 2010, “교통관련 대기오염과 알레르기질환”, 『천식 및 알레르기』, 30(1): 5~11, 대한천식알레르기학회.
- 민인식·최필선, 2010, 『STATA 패널데이터 분석』, 한국

- STATA 학회.
- 박찬진, 2003, “대기환경규제지역의 효과적인 대기오염 저감 방안에 관한 연구”, 『환경관리학회지』, 9(1): 103~113, 한국환경관리학회.
- 보건복지부, 2006, “대기오염이 호흡기질환에 미치는 영향에 대한 연구”.
- 배현주 · 하종식 · 최민지 · 김호, 2010, “기후변화와 대기 오염이 환경관련질환에 미치는 영향: 기온 상승과 오존 농도 증가의 상호작용을 중심으로”, 한국환경정책 · 평가연구원 연구보고서.
- 서원호 · 장성실 · 권호장, 2000, “대전지역 대기오염물질농도와 천식 환자수의 관련성”, 『한국환경위생학회지』, 26(2): 80~90.
- 서주희 · 하은희 · 박혜숙 · 이보은 · 김병미 · 장문희, 2008, “대기오염이 초등학교 학생들의 호흡기 질환으로 인한 결석에 미치는 영향”, 『한국실내환경학회지』, 5(2): 139~150, 한국실내환경학회.
- 오성근 · 성현우 · 임대현 · 김정희 · 손병관 · 김환철 · 이지영 · 임중환, 2010, “인천 지역 초등학교 학생에서 대기 오염물질의 농도와 알레르기 질환 유병률 및 폐기능과의 연관성”, 『소아알레르기 호흡기』, 20(4): 264~276.
- 유복희, 2010, “울산지역의 대기오염 환경의 차이가 거주자의 실내환경 평가 및 인식에 미치는 영향”, 『한국주거학회지』, 21(3): 87~94, 한국주거학회.
- 유혜영, 2009, “환경성질환 실태 조사 및 프로그램에 대한 연구: 아토피 프로그램을 중심으로”, 연세대학교 석사학위논문.
- 이정미, 2003, “대기오염수준과 응급실 내원환자의 관련성에 관한 시계열적 연구”, 전북대학교 박사학위논문.
- 임중환 · 이종태 · 김동기 · 신동천 · 노재훈, 1998, “서울 지역 대기오염의 호흡기계질환 수진건수에 미치는 단기영향에 관한 연구”, 『대한산업의학회지』, 10(3): 333~342, 대한직업환경의학회.
- 정기혜, 2009, “환경성 질환 및 어린이 환경위해인자의 관련동향”, 『보건복지포럼』, 152: 100~111.
- 정중현 · 최봉욱 · 문기내 · 석성자 · 김현규 · 손병현, 2010, “경주, 포항, 울산지역 보건 · 환경성 질환 위해 인자”, 『한국환경보건학회지』, 36(2): 82~94, 한국환경보건학회.
- 조현희 · 권기현 · 문상호, 2010, “민간의료보험이 의료서비스 이용에 미치는 영향: 집계자료(Count Data) 분석을 중심으로”, 『정책분석평가학회보』, 20(2): 103~128, 한국정책분석평가학회.
- 주옥자, 2004, “수목의 산소 생산량과 대기 정화량과 산출”, 상명대학교 박사학위논문.
- 주희진 · 권기현 · 문상호, 2008, “국립공원의 동태적 효율성에 관한 연구: 자료포락-윈도우(DEA-Window) 분석을 중심으로”, 『정책분석평가학회보』, 21(1): 243~273, 정책분석평가학회.
- 최병철 · 구정완 · 박성균 · 임현우 · 이강숙 · 이원철 · 박정일, 2000, “서울시 대기오염과 호흡기 질환 환자와의 관련성에 대한 시계열적 연구”, 『대한산업의학회지』, 12(1): 70~80, 대한직업환경의학회.
- 최충익, 2008, “패널모형: 시계열 분석과 횡단면 분석을 한번에”, 『국토연구』, 320: 120~127.
- 하종식 · 김종호 · 조일현, 2009, “기업 환경보호지출과 오염배출량의 상관관계 분석: 대기분야를 중심으로”, 한국환경정책평가연구원 기초연구 20: 1~43, 한국환경정책평가연구원.
- 한국환경정책평가연구원, 2003, “수도권 대기질 개선 특별대책에 대한 경제성 평가”.
- Lu bo, 2011, “경관생태적 접근을 통한 도시녹지 네트워크 계획: 중국 하얼빈시를 대상으로”, 강원대학교 석사학위논문.
- Andersen, R, 1995, “Revisiting the Behavioral Model and Access to Medical Care: Does it Matter?”, *Journal of Health and Social Behavior*, 36(1): 1~10.
- Baltagi, B, 2001, *Econometric Analysis of Panel Data*, John Wiley & Sons, Inc.
- Bell, M, L, and Domonici, F., 2008, “Effect Modifacation by Community Characteristics on the Short-term Effects of Ozone Exposure and Mortality in 98 US Communities”, *Aam J Epidemiol*, 167(8): 986~997.
- Hsiao, C, 1986, *Analysis of Panel Data*, Cambridge University Press.
- Lasswell, Harold D., 1951, “The Policy Orientation”, *The Policy Sciences: Recent Developments in Scope*

- and Method*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- _____, 1970, "The Emerging Conception of the Poliy Science", *Policy Science*, 1: 3~14.
- Lin, Chuan-Yao, Shaw chen Liu, Charles C. K. Chou, Tsun Hsien Liu, Chung-Te Lee, Chung-Shin Yuan, Chein-Jung Shiu, and Chea-Yaul Young, 2004, "Long-Range Transport of Asian Dust and Air Pollutants to Taiwan", *TAQ*, 15(5): 759~784.
- Szyszkowicz, M., 2008, "Air Pollution and Daily Emergency Department Visits for Headache in Montreal", *Canada, Headache*, 48(3): 417~423.
- Villeneuve, Paul. J., Ricahrd. T. Burnett, Yuanli Shi, Daniel Krewski, Mark. S. Goldberg, Clyde Hertzman, Yue Chen, and Jeff Brook, 2003, "A Time-series study of Air Pollution, Socioeconomic Status, and Mortality in Vacouver", Canada. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 13: 427~435.

원 고 접 수 일 : 2012년 11월 12일

1 차 심 사 완 료 일 : 2012년 12월 10일

2 차 심 사 완 료 일 : 2013년 1월 3일

최 종 원 고 채 택 일 : 2013년 5월 6일