

연구논문

GIS를 활용한 행정동별 천식환자 분포특성의 시각화: 대구시의 사례 연구

신기동 · 엄정섭

경북대학교 지역정보학과

(2006년 3월 29일 접수, 2006년 5월 19일 승인)

Visualization of Asthmatic Distribution Patterns in accordance with Administrative Dong Using GIS: a Case Study of Daegu

Ki-Dong Shin · Jung-Sup Um

Department of Regional Information Science, Kyungpook National University

(Manuscript received 29 March 2006; accepted 19 May 2006)

Abstract

The authors argue that the current Government Information System for asthmatics appears to be non-user friendly due to lack of the cartographic representation for the text based statistical data. Acknowledging these constraints, an operational, user-friendly map for asthmatic prevalence has been generated by combining existing statistical data with the administrative Dong boundary map under GIS environment. The Geographical User Interface, in particular, were ideally suited to deriving the major distribution patterns that more asthmatic prevalence tends to be occurred on conventional commercial district and industrial complex. A visual map using spatial modelling technology were generated to show the fact that some degree of increasing or decreasing trends of asthmatic prevalence already exists in the experimental sites. It could be used as an evidence to restrict initiation of development activities causing negative influence to asthma such as road construction. The result of this study would play a crucial role in improving the quality of environmental health information service if it is operationally introduced into the Government since the highly user-friendly interface provides a completely new means for disseminating information for asthmatics in a visual and interactive manner to the general public.

Key words : GIS, Asthma, Administrative Dong, Distribution patterns

1. 서론

1. 연구 배경 및 목적

전 세계적으로 천식이 증가하고 있는 가운데 환경적인 요인이 천식에 밀접한 관계를 가지고 있다고 밝혀짐에 따라 지역에 따라 차이를 보이는 천식의 유병률에 대한 대응방안을 제시하는 것이 시급한 문제로 대두되고 있다. 천식에 대해 국가차원에서 예방을 위한 방법론상의 선결과제는 천식환자 관련정보의 효율적인 전달체계를 기반으로 하여 천식예방에 대한 홍보·교육을 지속적으로 실시하여 국민이 천식에 위해한 환경에 노출되지 않도록 하는 의식이 평생 몸에 배도록 하는 것이 필요하다. 이를 위해 모든 정보 수요자들에게 필요한 자료를 공개하고 원하는 자료를 손쉽게 접근·조회할 수 있도록 하여야 하나 현행 천식환자의 분포자료에 대한 체계적인 가공 및 전달 체계의 구축이 미흡한 실정이다. 환경부는 올해를 '환경보건 원년'으로 선언하고 '2006년 주요 업무 계획'을 밝히면서 지역별·계층별 환경성 질환 발생 실태조사를 본격 실시해 체계적인 환경성 질환 예방 대책을 수립한다고 강조했다. 하지만 정부의 정책에 천식 등 환경질환에 대한 홍보의 증진을 위해 환경질환자의 정보를 수요자의 전문성을 감안하여 제공하기 위한 기법개발에 대한 특별한 언급이 없다.

국내의 환경 및 보건 관련기관은 천식 등 환경 질환자의 분포 데이터를 인터넷을 통해 공개하지 않고 있다. 설사 정보공개 요청을 통해 자료를 입수하더라도 사용자의 수준을 감안한 자료의 제공이 아니고 행정동별 환자통계(raw data)를 그대로 국민에게 공개하고 있다. 행정구역상 명칭에 의거 천식환자 분포통계를 공개하는 방법은 전통적으로 사용되는 방법이기는 하나 전적으로 텍스트에 의존하는 상당히 원시적인 정보기법이다. 현행 정보전달 방식은 특정시기의 천식환자의 단편적인 분포치를 보여주는 수준에 머물러 있어 지역별 천식환자의 분포차이, 시기별 천식환자의 증감추세, 천식환자 분포의 이동확산 등 천식환자의 광역적인 변화 추이에 대한 시각적인 정보를 입수하는 데 상당한 한계가 있다. 천식환자에 대

한 문자위주의 자료관리 관행이 광역공간정보에 의거 천식 등 환경질환의 예방 및 치료에 대한 대민 협조를 확보하는 것이 필수적인 환경보건업무에 많은 한계점을 노출하고 있는 것이 사실이다. 특히 환경질환 홍보전달 체계의 경우 다양한 멀티미디어에 대한 연구나 개발이 크게 부족하고 비환경전문가인 일반 국민이 손쉽게 환경질환 조사결과를 이해하여 사용할 수 있도록 하는 연계시스템(interface system)에 대해서도 선행연구를 찾아보기 어렵다(정재근, 1998; 엄정섭·신소은, 2002).

본 연구에서는 천식 등 환경질환 발생통계에 대한 조사결과가 지속적이고 장기적으로 국민에게 공개되어 환경질환 관련 정책결정과정의 설득력 확보에 기여하도록 하기 위해 GIS를 활용하여 천식 환자 통계의 대국민 서비스를 환경과 보건 분야 비전문가인 일반 주민의 전문성 수준에 부응하여 시각화하는 방안을 제시하고자 한다. 그리하여 천식환자 분포지도를 분석함으로써 천식 유병률(인구대비 환자 수)이 행정동별)로 얼마나 차이가 있는지를 검토하는 작업을 수행하고자 한다.

2. 이론적 배경 및 선행연구

질병지도(disease mapping)란 지역별로 질병발생의 차이를 지도상에 표현하는 것을 말하며, 의료지리학(medical geography)이나 역학(epidemiology) 분야에서 긴 역사를 가지고 있다. 콜레라가 발생한 지점을 지도화하여 다수의 주민이 동시에 접근하는 큰 길 주변에 위치한 공중 우물을 사용하는 가정에서 콜레라가 높은 밀도로 발생한다는 근거를 제시한 Snow(1854)의 연구는 질병지도 분야에서 흔히 언급되는 사례이다. WHO(World Health Organization)에서는 세계 각국의 질병 발생률(morbidity)과 사망률(mortality)통계를 수집하여 국가별 보고서(World Health Report)를 발간하고 있으며, 이와 같은 통계를 이용하여 지도를 제작하는 것이 질병지도의 대표적인 응용사례이다.

환경오염이 심각한 특정 장소에서만 질병이 발생하고 다른 곳에서는 발생하지 않을 경우 이를 환경질

병이라고 정의한다. 대기오염으로 인해 주민이 집단 이주한 온산공단의 사태가 우리나라에서의 환경역사상 환경질병의 대표적인 사례로 기록될 수 있을 것이다. 환경질병은 특정 시점의 환경현황과 근본적으로 밀접한 연계성을 가지고 있어 시간성과 공간성을 가지고 있다. 미국이나 영국 등 선진국에서는 국내에 비해서는 환경질병의 유병률을 지도화하고 GIS를 활용하여 질병 분포 특성과 그 원인을 진단하기 위한 통계적 공간분석에 대해 활발한 연구가 진행되어 온 것으로 판단된다.

세계보건기구(World Health Organization) 보고서에 의하면 전 세계에서 1억 5천만 명 정도(2.5%)가 천식을 앓고 있으며, 매 십년마다 50%씩 증가하고 있다(WHO, 2000). 우리나라에서도 소아 천식의 경우 최근 20년 사이에 3배가 증가하였고(조상현, 2004) 이 시기와 일치하여 국내의 아파트와 자동차 수도 급격히 증가하였다. 국민건강보험공단 자료에 따르면 2003년 기준으로 우리나라 어린이의 14%, 초등학교 입학 전 유아의 23%가 천식을 앓고 있어 천식으로 인한 사회적 비용은 연간 총 4조1,148억원이라는 연구 결과가 제시되기도 하였다(김창엽, 2005). 1996년 애틀랜타 올림픽 기간 동안에 교통통제로 인해 도로의 차량이 22.5% 감소하였을 때, 천식환자수가 평소대비 41.6% 감소하였다고 하며(Jackson and Kochitzky, 2001) 다양한 선행연구가 천식 유병률의 증가와 대기오염이 밀접한 관계가 있음을 시사하고 있다(김택선, 1999; 대한 소아알레르기 및 호흡기학회, 2003; 주영수, 1999; 최기운, 1994; 한국천식알레르기학회, 2006; 한화진·오소영, 1998; Corburn, *et al.*, 2006; Jaffe, *et al.*, 2003; Neidell, 2004; Peden, 2005; Trasande and Thurston, 2005).

그러나 이들 연구의 대부분이 설문조사에 기반을 두고 있거나 지도화를 통해 환경질병의 지역성을 설명하는 방식이 아니어서 광역환경정보로서 한계를 가지고 있다. 이와 같은 설문조사기반의 연구는 응답자의 무성의 및 부정확한 답변, 기억오차의 존재, 무응답 오차 등이 내재되어 있어 근본적인 한계를 가지고 있다(김택선, 1999). 국내에서는 환경질병의 대상

을 자연환경과 인문환경의 관점에서 넓은 의미로 해석하였을 때 환경질병의 지도화로 분류될 수 있는 극소수의 연구가 보고되고 있다(허영주, 1999). 많은 연구가 천식과 같은 개별 환경질병을 대상으로 실제 지도를 제시하는 실증적인 연구가 아니고 환경질병 전체를 대상으로 GIS의 적용가능성을 제시하는 포괄적인 수준의 연구가 이루어지고 있다(박기호, 1997). 환경질병의 지도화라는 개념 자체가 관련 학문에서 심도있는 이론적 검증이 이루어지고 대두된 것이 아니어서 이 분야에 대해 학문적인 연구는 아직도 아이디어를 제시하는 수준에서 논의되고 있는 것으로 판단된다(정재곤, 1998). 해외에서도 천식환자의 실제 데이터를 활용하여 지도를 제작하거나 공간 분석을 시도한 사례는 보고되지 않는다. GIS를 활용하여 천식발생을 예측하는 과정에서 사용되는 변수로서 대기오염이나 소득 분포 등 관련 데이터를 가공하는 방안에 대한 최근의 연구가 보고되고 있는 정도이다(Maantay, 2006). 이는 개인정보 보호문제 때문에 천식환자의 주소 등 위치정보와 더불어 환자 개인의 천식에 대한 이력(*medical history*)을 확보할 수 없기 때문에 직면하는 한계로 판단된다. 환경질병의 대표적인 사례로 판단되는 천식에 대해 행정동별로 다르게 나타나는 유병률의 격차를 지역별로 평가하고 천식환자의 증감 추세를 모델링하여 수질이나 대기와 같은 방식으로 환경영향평가에서 활용하려는 선행연구는 나타나지 않는다.

II. 연구방법

1. 데이터 수집 및 가공

데이터의 수집에서 지도를 제작하고 시각화된 유병률 분포도를 해석하는 데까지 연구 진행 과정에 대한 순서도가 그림 1에 제시되어 있다. 환경질병자 분포에 대한 지도화는 지역주민에 대한 질병 등록 자료가 제대로 갖추어져 있을 경우에 가능하다. 우리나라에서 신뢰성 있는 질병등록체계에 의거 환경질병 통계를 입수하는 데는 한계가 있다. 하지만 의료보험에 가입된 인구가 전 국민을 대표할 정도로 많기 때문에

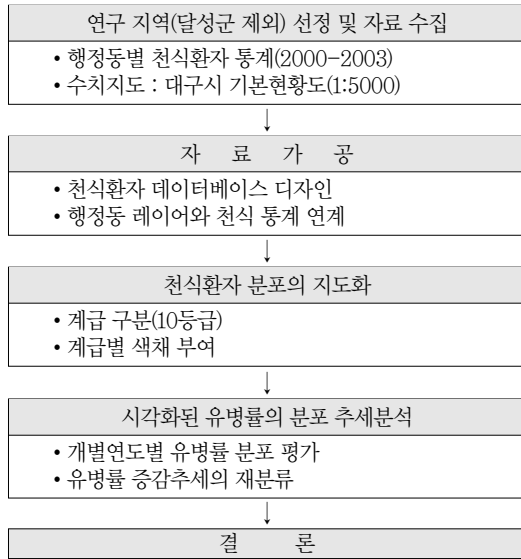


그림 1. 연구 수행과정



그림 2. 연구대상지역

의료보험자료를 이용하여 천식환자 분포도를 작성하더라도 통계적인 대표성에 크게 문제가 되지 않을 것으로 판단되었다. 본 연구를 위한 대구시 천식환자 데이터는 2000년부터 2003년도까지 국민건강보험공단의 병·의원 수진자료에서 천식환자로 진단을 받은 환자 자료를 이용하였으며, 천식환자의 유병률 산출을 위한 행정동별 인구는 통계청의 자료를 활용하였다.

연구대상지역은 대구광역시이다(그림 2). 분지형의 대구의 지형은 대기오염물질의 확산을 방해하여 환경질화에 취약한 특성을 지니고 있다. 더구나 바람 길을 고려하지 않은 도시개발로 인하여 계절풍이 불어 들어오는 길목인 시의 서쪽과 서북쪽에다 공단(염색공단, 3공단, 서대구공단, 성서공단 등)이 위치하게 되어, 공단에서 발생된 대기오염물질이 도심으로 이동하여 대구시내 전체가 거의 매일 매연으로 뒤덮여(엄정섭·최자현, 2002) 천식의 유병률에 영향을 미치고 있는 것으로 사료된다.

천식환자의 분포는 지역의 대기 오염도의 차이를 반영할 뿐만 아니라, 그 지역의 산업현황, 도로 등 인문환경, 지형, 녹지 분포 등 자연환경이 반영되어 나타나는 수치이다. 대구의 인문·자연환경은 GIS 기반의 천식환자 분포지도의 효용성을 가시적으로 제시하기에 적합한 지역으로 판단되었다. 대구시 달성군은 시전체 면적의 약 1/2을 차지하지만 인구는 6% 정도에 불과하여 연구 대상 지역에 포함할 경우, 지도의 두드러진 시각화에 장애요인으로 작용하여 제외하였다. 연구의 효율성 측면에서도 대구시 전체를 대상으로 자료를 분석하기 보다 대구시 7개 구(이하 대구시)에 대해 집중적인 연구를 수행하는 것이 타당한 접근이라고 사료되었다.

본 연구에 활용된 행정동 주제도는 NGIS (National Geographic Information System)과정에서 제작되어(1997년) 국토지리정보원에서 공급하는 1: 5000 DXF(Drawing Exchange Format)포맷 파일에서 추출하였으며 데이터의 가공을 위해 사용된 소프트웨어는 AutoCAD MAP 2000과 ArcGIS이다. 연구가 행정동별로 수행되기 때문에 우선적으로 개별 천식환자 자료를 구별 행정동별로 분류한 후, 표 1과 같이 데이터베이스를 디자인하였다. 가공된 천식환자 속성자료를 행정동 경계 레이어와 연결하여 천식환자의 분포를 표시하였다. 행정동명은 실제 지명을 표

표 1. 천식환자 분포도의 속성테이블 구조(2000-2003)

구 명	행정동명	동 코드	환자 수	인구 수
			CHAR(20)	2000-2003
CHAR(8)	CHAR(20)	NUM(3)	NUM(6)	NUM(7)

기할 경우 제한된 지면에 육안으로 식별할 수 있을 정도의 크기로 표시하는 데 한계가 있어 같이 숫자를 식별 기호²⁾로 정하여 표시하였다.

2. 코로플레스 지도 제작

독자들에게 단위 지구의 통계치를 쉽게 읽을 수 있게 하는 지도는 코로플레스(choropleth) 지도가 효과적인 방법으로 잘 알려져 있다. Choropleth의 “Choro”는 장소를, 그리고 “Pleth”는 값이라는 뜻이다. 코로플레스 방식은 통계치를 몇 개의 계급으로 구분하여 나타내게 되므로 계급구분도 또는 단계 구분도 라고도 한다. 이 지도는 19세기 후반부터 지리학자나 지도학자에 의하여 많이 사용되었고 현재도 많이 사용되고 있는 지도의 하나이다. 또한 특정 지역의 건강 및 질병을 표현하는데도 코로플레스 지도가 주로 사용되고 있어 이 방식을 이용하여 지도화하였다. 코로플레스 지도를 작성 할 때는 ① 단위 지구에 나타내려는 통계치를 수집하고 ② 통계치를 몇 개의 계급으로 구분하고 ③ 각 계급의 모양이나 색채를 맞추고 ④ 단위지구의 통계치에 따라서 모양이나 색채를 결정해 간다.

행정동별로 집계된 천식환자의 수를 면단위로 변환하여 대구시 129개 동의 천식환자 분포를 지도화하기 위하여 먼저 등급(계급수)을 나누어야 하는데, 등급의 수에 따라 천식환자의 분포특성이 인간의 시각에 전혀 다른 의미로 인식되기 때문에 활용목적에 따라 매우 다양하게 설정할 수 있다. 등급의 수가 너

무 많으면 자료의 전반적인 분포 형태를 파악하기 어렵고, 등급의 수가 너무 적으면 자료의 분포 상태에 대한 정보를 잃게 되어, 분포 특성을 정확하게 나타낼 수가 없다. 일반 독자의 형태식별 능력은 겨우 8-10 가지로 평가되고, 색채식별 능력은 11가지로 알려져 있다. 통상 6계급정도가 적절하다고 하며 적어도 4계급은 되어야 하는 것이 지도학의 일반이론이다(김우관, 1991). 일반인의 형태 식별능력의 한계치라고 하는 10등급으로 나누었을때 대구시 행정동별 전체 유병률 분포가 두드러지게 차별화될 수 있어 10등급 방식에 의거 지도화하였다.

등급의 간격을 구분하기 위한 방법은 등간격(equal interval), 표준편차, 평균치, 등차 · 등비수열 등 다양한 방식이 ArcGIS에서 지원되고 있다. Natural Breaks 방식은 자료들을 순서대로 정렬한 후 그룹 내에서는 통계적으로 최소한의 변화를 가지도록 그룹 간에 breaks를 설정한다. 이 방식이 그룹 내에서 동질성을 최대화하고 그룹 간에는 이질성을 최대화하여 방법이어서 대구시 천식환자의 분포를 가장 차별화하여 보여주는 것으로 사료되어 이 방식을 택하여 지도를 제작하였다. 전체적으로 환자 유병률이 가장 높았던 2003년도를 대상으로 분류를 수행하여 그림 3과 같이 등급 기준을 만들었다. 일반적으로 많은 색을 사용한 계급보다도 2-3가지에 한정하고 선택한 색을 채도에 따라 계급을 구분하는 것이 독자가 구별하기가 쉽다는 지도학의 원칙(Dent, 1993)에 의거 푸른색과 적색을 활용하여 지도를 제작하였다.

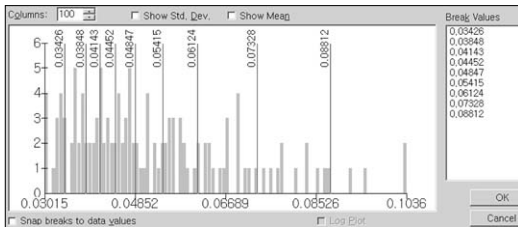


그림 3. 천식환자 유병률의 등급간격 기준

Break Values는 단계 구분의 변곡점을 의미하며, X축은 천식 유병률, Y축은 행정동 수, 해당 등급 범위내에 속한 행정동이 많을 경우 좁은 간격에서 등급이 구분되고 반대로 일 경우 넓은 간격에서 등급이 구분되는 것이 Natural Breaks 방식의 원리이다.

III. 개별연도별 유병률 분포 특성평가

유병률은 인구대비 천식환자 수를 의미하는 것으로 단순히 천식환자 수를 행정동별로 비교하는 것보다 통계적으로 유의한 결과를 가지게 된다. 본 연구에서는 인구 1,000명당 천식환자 수를 이용하여 지도화하였다. 행정동 별로 성별 연령별 인구구성에 따른 차이를 보정하여 비교하는 것이 필요하나, 단순히 4개년도의 천식환자의 유병률에 의거하여 이와 같이 분포추세의 변화에 대해 설명하는 것은 통계적인 유

의성에 한계를 가지고 있다. 한 예로 특정 행정동에 인구가 증가된 경우 유입된 인구는 해당 행정동에 거주기간이 짧아 대표성이 부족하고 천식환자가 이동하였을 경우도 가정할 수 있으나 단순화하여 해석하고자 인구증감요인은 배제하고 지도를 제작하였다. 통계적인 유의성을 갖추기 어렵다는 점을 감안하여 본 연구에서는 4년간의 유병률 변화에 대해 정성적인 비교가 이루어졌다. 도시전체를 대상으로 천식환자 유병률의 시공간적 변화 추세를 지도화하여 환경보건영향평가 등 관련 정책결정의 기초자료로 활용하기 위해서는 선행되어야 작업이 장기간에 걸쳐 천식환자의 변화실태에 대한 모니터링 데이터가 축적되어야 하며 차후에 이들을 효율적으로 이용해서 현상을 모델링하는 등 보다 구체적인 문제에 대한 접근이 이루어질 수 있을 것이다.

1. 2000년 유병률의 분포 특성

대구의 중심지에 위치한 중구 지역은 유병률에서 동인1·2·4동(146명), 삼덕동(91명), 성내2동(170명)이 최고 등급(그림 4에서 가장 진한 적색)에 속하고 있다. 아울러 공단지역에 위치한 비산7동, 노원3동, 상중이동, 월성2동 및 수성2·3동이 최고 등급에 포함되어 있다. 칠곡3동을 비롯한 칠곡2동, 장기동, 상중이동, 고산1동, 고산2동, 안심3·4동, 공산동, 무태·조야동 등 대구의 외곽지역에 위치한 동서는 비교적 낮은 유병률이 관찰된다. 외곽지역에 위치한 행정동의 경우 시가지 쪽으로 위치한 법정동에 사람들이 대부분 거주를 하고 있다. 따라서 이런 지역은 일부 법정동에 거주하는 천식환자의 수가 행정동 전체를 대표하고 있으나 거주 주민의 숫자가 아주 적은 지역인 산지를 포함하는 행정구역에 의거 지도가 표현되기 때문에 외곽지역의 행정동의 유병률이 과장되어 낮게 표현되는 경향을 보여주고 있다(그림 4).

2. 2001년 유병률의 분포 특성

대구의 중심지에 위치한 중구 지역은 유병률에서 대봉1동, 대봉2동, 동인1·2·4동(146명), 삼덕동, 성내1동, 성내2동이 최고 등급에 속하고 있다. 아울러

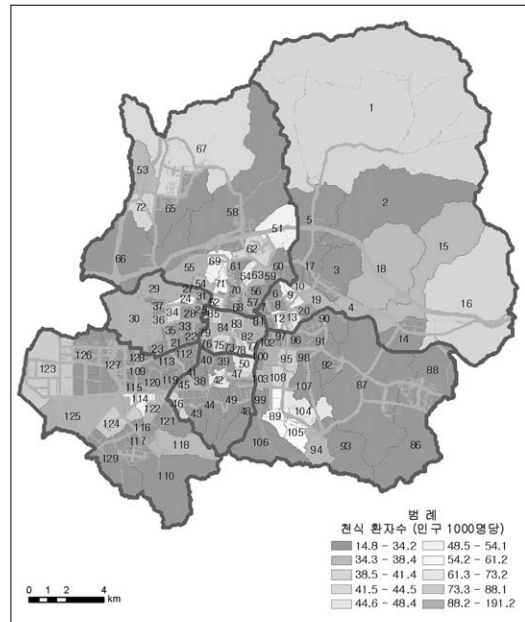


그림 4. 2000년 인구대비 천식환자 분포도

푸른색으로 갈수록 천식환자 수(유병률)가 적은 등급을 나타내고, 붉은색으로 갈수록 천식환자 수(유병률)가 많은 등급을 의미(지도 내에서 숫자는 행정동 코드를 의미). 칼라로 제작된 지도가 본 논문에서 흑백으로 출력되어 있으나 논문에서 칼라 지도에 의거 설명이 이루어지고 있어 칼라 지도를 보고자하는 독자는 저자의 홈페이지를 참고하기 바람.

공단지역에 위치한 비산7동, 노원3동, 상중이동, 월성2동 및 수성2·3동이 최고 높은 등급에 포함되어 있어 중심 시가지와 공단 주변에서 천식환자의 유병률이 두드러지는 현상이 지속적으로 나타나고 있다. 도평동은 인구는 감소하고 있으나 유병률은 전년도 24명에서 88명으로 상당히 늘어났다. 침산3동은 전년도에 비해 인구는 변화가 없으나 환자가 0.6배 늘어나서 유병률이 57명에서 91명으로 늘어났다. 지산1동 또한 인구 변화없이 환자가 2배로 늘어나면서 유병률이 64명에서 133명으로 증가하였다. 칠곡3동, 도원동, 안심2동 등도 전년도에 비해 증가하였다. 장기동을 포함한 공산동, 안심3·4동 등은 반대로 줄어들었다. 불로·봉무동을 비롯한 칠곡2동, 파동 등은 계속 최저 등급을 나타냈다. 최고 등급에 속한 동이 15개로 4년 동안 가장 많았던 해이지만 지도상에 천식환자 유병률이 높은 등급을 의미하는 적색을 보여주는 범위가 비교적 적게 나타나는 것은 해당 행정동의 면적

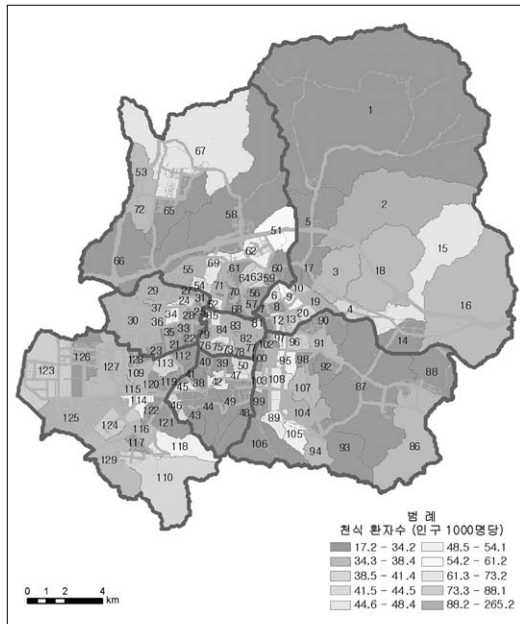


그림 5. 2001년 인구대비 천식환자 분포도
(지도 내에서 숫자는 행정동 코드를 의미)

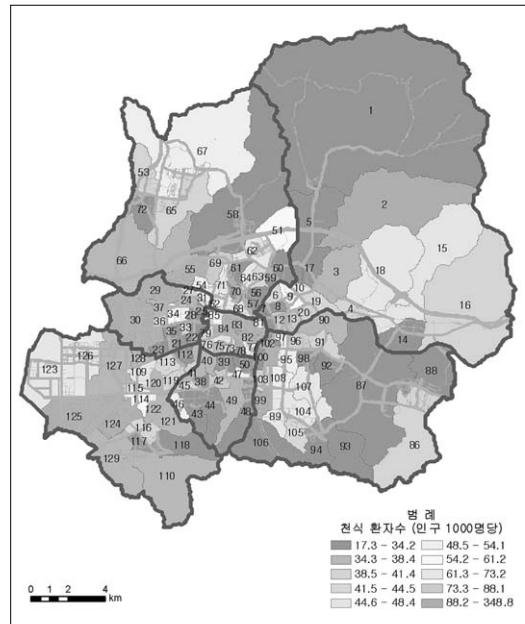


그림 6. 2002년 인구대비 천식환자 분포도
(지도 내에서 숫자는 행정동 코드를 의미)

이 좁아서 나타난 현상이므로 이를 고려하여 분포추이를 해석할 필요가 있다. 일반적인 통계지도는 통계치를 도화하여 기본도 위에 표현하는 것이므로 행정구역과 같은 기본도의 정보가 통계치의 도적표현을 왜곡하는 경향이 있어 지도가 현상을 오도한다고 종종 지적되고 있다(이희연, 1995; Monmonier, 1996; Robinson and Petchenik, 1976).

3. 2002년 유병률의 분포 특성

대구의 최고 변화가인 중구는 동인1·2·4동, 삼덕동, 성내1동, 성내2동이 최고 등급으로 분류되어 유병률이 지속적으로 높은 것이 확인되고 있다. 이는 중심시가지에 전체적으로 녹지가 부족하고 상가건물의 밀집으로 녹지가 들어설 틈을 남겨두지 않아 자동차 배출가스가 녹지의 필터에 의한 정화 단계를 거치지 못하고 주거지역에 침투하기 때문에 나타날 수 있는 현상으로 추측된다. 김단동, 노원3동, 비산7동, 상중이동, 월성2동, 수성2·3동 등 공단 주변에서 유병률이 높은 경향이 지속적으로 관찰되고 있다. 특히 노원3동은 2000-2003년의 기간 중 유병률이 가장

높은 349명을 기록했다.

최고 등급에 속하는 동들이 노원3동, 비산7동, 월성1동, 도평동, 상동 등 12개로 전년도에 비해 줄어들었다(그림 6). 칠곡3동은 유병률이 52명으로 2000년도부터 계속 증가를 보이고 있으며, 해안동의 유병률은 전년도의 38명에서 66명으로 상당히 증가하였다. 황금1동은 2000년부터 인구는 감소하면서 천식 환자는 계속 늘어나서 유병률이 22명(2000), 36명(2001), 63명(2002)으로 증가하였다. 대도시 내에서 각 지역에 따라 천식 유병률의 차이가 나타나고 있다는 기존의 연구와 유사한 특성이 대구시에서도 관찰되었다(Marder *et al*, 1992; Lang and Polansky, 1994). Carr *et al*(1992)의 연구에서는 뉴욕시 내에서도 지역사회에 따라 천식의 입원과 사망이 최고 10배까지 차이가 났다. 2002년의 경우 노원3동은 4년 동안 유병률이 가장 높은 349명을 기록한 반면에 북구 북현동은 17명을 기록하여 학계에 보고된 선행연구보다도 대구시내에서 행정동별 유병률 격차가 훨씬 크다는 사실을 보여주고 있다.

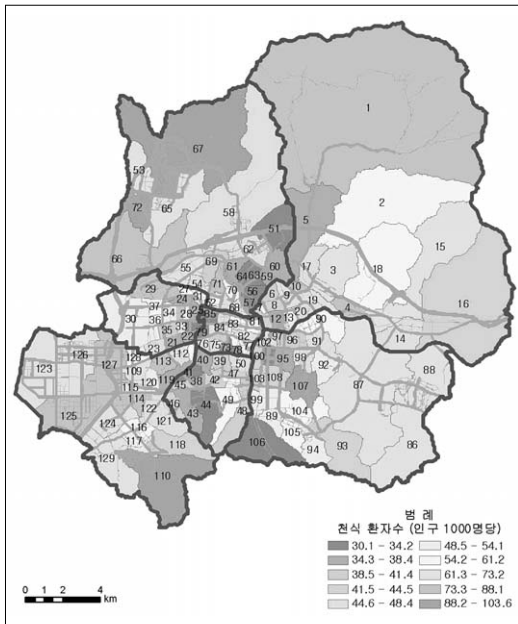


그림 7. 2003년 인구대비 전식환자 분포도
(지도 내에서 숫자는 행정동 코드를 의미)

4. 2003년 유병률의 분포 특성

2003년도에는 전체적으로 환자 수 및 유병률이 급격하게 증가한 해이다(그림 7). 2000년도에 비해 대

구시의 인구는 거의 증가가 없었으나 전식환자는 4만 4천여 명이 늘어난 13만 5천여 명이었다(표 2). 전년도에 최고 등급에 속했던, 공단지역이 포함된 비산7동, 노원3동, 상중이동, 월성1동, 이곡동의 유병률이 낮아져 더 이상 최고등급으로 분류되지 않는다. 또한 중구의 다수의 동들의 유병률이 낮아졌다. 노원3동은 유병률이 63명으로 여전히 비교적 많은 전식환자가 발생하고 있는 지역으로 분류되기는 하지만 전년도의 349명에서 현격하게 숫자가 줄어든 것으로 나타났다. 하지만 칠곡3동의 경우 유병률이 43명(2000), 47명(2001), 53명(2002)으로 계속 증가를 하면서 2003년도에는 103명으로 최고 등급에 속하게 되었다. 공산동은 전년도에 비해서 인구는 0.5% 정도 줄었지만, 환자는 2배 정도 늘었다. 최고 등급에 속하는 동은 칠곡3동, 태전동, 도원동, 황금1동으로 2001년부터 최고 등급의 행정동 수는 계속 줄었지만(표 2) 대구시 전체의 환자 수는 늘어서 높은 등급에 속하는 동이 상당히 많아져서 지도 전체가 붉은 색조를 띠고 있다. 대구시내 다수의 행정동에서 유병률의 증가로 인해 지도 전체의 색조에 영향을 미쳐 2000-2002년 동안에 최고등급을 차지하였던 중구나 공단 주변 행정동의 유병률이 부각되지 않는 특성을 보여준다.

표 2. 전식환자 분포도의 요약

내 용	2000	2001	2002	2003
연도별 전체 환자 수(명)	91,085	109,409	114,917	135,474
인구 1000명당 환자 수(명)	38.4	46.2	48.5	57.1
유병률 최고 등급에 속하는 행정동	노원3동 비산7동 상중이동 월성2동 성내2동 동인1·2·4동 삼덕동 수성2·3동	노원3동 침산3동 비산7동 상중이동 월성2동 성내1동 성내2동 동인1·2·4동 삼덕동 대봉1동 대봉2동 효목1동 도평동 수성2·3동 지산1동	노원3동 비산7동 상중이동 월성1동 월성2동 성내1동 성내2동 동인1·2·4동 삼덕동 도평동 수성2·3동 상동	칠곡3동 태전동 도원동 황금1동

IV. 유병률 증감추세의 평가

1. 증감 추세의 분류기준 설정

GIS의 중요한 기능 중의 하나는 자료를 일정한 특징을 기준으로 유사한 것끼리 그룹으로 나누는 분류(classification)를 통해 새로운 패턴을 인식하는 것이다. 이러한 패턴은 도시에서 범죄율의 증가 추세가 가장 높은 지역을 추출하거나 공원 녹지율 면적 감소 추세가 높은 지역의 설정 등에 응용될 수 있다. 대구의 행정동별 천식 유병률을 환자수의 증감 추세에 의거 시각화하는 과정에서 GIS의 분류 기법이 활용될 수 있다. 다양한 시기의 천식환자 분포도를 별도로 분석할 경우 개별 시기에 대한 천식환자의 분포를 설명할 수 있을 것이다. 그러나 다양한 시점에서 천식환자의 증감추세를 총체적으로 확인하기 위해서는 개별 시기의 천식환자 분포에 대한 정보와 더불어 이들을 결합하여 천식환자의 증감추세에 주안점을 두고 재분류한 정보가 필요하다. 즉 단일 시기의 천식환자 정보를 추세지도의 측면에서 재구성하여 천식환자의 증감 추세가 재정의되어야 한다. 이와 같은 정보 수요를 충족시키기 위하여 다양한 시점의 천식환자의 유병률과 증감추세를 고려한 재분류 과정이 표 4에 제시되어 있다. 이를 위해 129개 행정동에 대해 분석된 유병률의 증감경향(2000-2003)을 9개의 그룹으로 분류하였다. 먼저 천식환자 유병률의 높낮이에 따라 세 가지 그룹으로 나누고, 환자수의 증감 경향에 의거하여 세 가지 종류로 분류하였다. 세 가지 그룹으로 구분하기 위하여 대구시 동별 인구대비 천식환자 수의 평균을 구하고, 백분위수를 이용한 빈도분석을 수행하여 세 그룹으로 나누었는데 이는 보건 통계학에서 유병률 분포를 설명하는 데 일반화되어 있는 방법이다. 인구 1000명당 37.2명 이하가 'Low' 그룹으로 분류되었으며, 48.8명 이상이 'High'로 나타났으며, 그 중간은 'Mid'로 나타났다. 유병률의 증감경향의 세 가지 종류는 환자수가 (2000-2003)이 감소 추세에 있으면 '-', 증가 추세에 있으면 '+'로 하고, 관망 지역이면 '?'로 나타내었다. 공간 모델링과정에서 각 그룹별로 부여한 식별

표 3. 천식환자 증감 추세의 공간 모델링을 위한 매트릭스

환자수 증감추세	- (감소)	? (관망)	+ (증가)
유병률			
Low (37.2명 이하)	1	2	3
Mid (Low와 Mid 사이)	4	5	6
High (48.8명 이상)	7	8	9

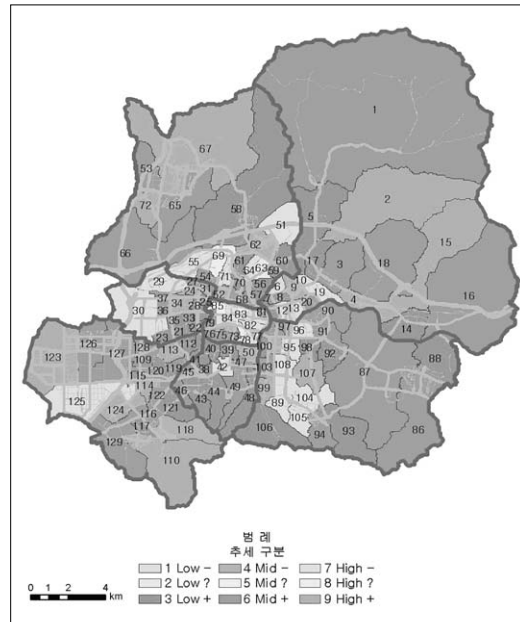


그림 8. 유병률 증감추세의 출력 지도

푸른색 계열은 유병률이 낮은 그룹, 적색 계열은 유병률이 높은 그룹, 동일한 색조의 계열에서 명도의 높낮이가 유병률의 증감 추세를 의미(감소 추세 -, 증가 추세 +, 관망 지역 ?), 지도 내에서 숫자는 행정동 코드들을 의미

표 4. 증감 추세 재분류 결과

구분	Low -	Low ?	Low +	Mid -	Mid ?	Mid +	High -	High ?	High +
행정동 수	1	1	41	5	1	37	23	2	18

번호(1-9)를 활용하여 색을 부여하고 지도를 출력하였다(표 3, 그림 8).

2. 공간 모델링 결과 해석

천식환자의 'Low' 그룹은 푸른색 계열로, 'Mid'는 녹색 계열, 'High'는 붉은색 계열로 표시함으로써 그룹별 증감추세를 나타내었다(그림 8). 칠곡3동을 비롯한 신당동, 월성1동, 도원동, 방촌동 등 18개 동이

'High' 그룹에 속하면서 환자수가 증가되는 추세에 있는 것으로 분석되었다. 중구의 삼덕동 일대, 수성구의 두산동 일대, 공단지역의 많은 동들은 천식의 유병률은 높으나 환자수가 감소되는 추세에 있는 것으로 분석되었다. 칠곡1동을 비롯한 고산1동, 고산2동 등은 유병률이 중간을 나타내면서 환자수가 증가 추세에 있는 것을 알 수 있었다. 신암1동은 유일하게 'Low' 그룹에 속하면서 환자수가 감소추세에 있는 지역이었다. 4년간의 자료 분석에서 환자수 증감추세를 알 수 없는 관망지역은 'Low' 그룹의 산격3동, 'Mid' 그룹의 성내3동, 'High' 그룹의 성내1동과 침산1동이었다. 행정동별 환자수가 증가추세에 있는 동이 96개로서 대구시 전체의 74%를 차지하고 있다(표 4).

칠곡에 있는 행정동의 경우 대구와 구미 사이에 위치하여 최근 10여 년 동안 아파트 개발사업의 진행으로 팔거천 주변 지역 인구의 폭발적인 증가와 맞물려 심각한 환경훼손이 이루어졌다. 칠곡 주변의 산들이 거의 대부분 대단위 묘지로 개발되는 과정에서 개설된 도로로 인해 산사태나 토사 유실 등의 문제를 가지고 있다. 시가지개발, 신도시건설, 지역 확장이 급격히 일어나 인구의 유입이 늘어나고 천식에 치명적인 미세먼진이 늘어나 안정적인 지역에 비해 단시간에 천식환자가 증가하는 추세가 나타난 것으로 판단된다. 1996년 애틀랜타 올림픽 기간 동안에 교통통제로 인해 도로의 차량이 22.5% 감소하였을 때, 천식환자수가 평소대비 41.6% 감소하였다고 하는 선행연구와(Jackson and Kochtitzky, 2001) 마찬가지로 본 연구지역에서도 미세먼지가 천식발생에 결정적인 변수로 판단된다. 단시간에 천식 유병률의 급격한 증가를 보이는 지역이 최근에 각종 개발사업 과정에서 대기오염이 심각하여진 지역이어서 천식 유병률의 증가와 대기오염이 밀접한 관계가 있음을 시사하고 있다(김택선, 1999; 대한 소아알레르기 및 호흡기학회, 2003; 주영수, 1999; 최기운, 1994; 한국천식알레르기협회, 2006; 한화진·오소영, 1998; Corburn, *et al.*, 2006; Jaffe, *et al.* 2003; Neidell, 2004; Peden, 2005; Trasande and Thurston, 2005).

이러한 천식환자의 증감 추세의 공간모델링 결과는

사용자 친화적인 지도로 생성되어 개발 사업지역에서 천식환자의 변화에 대한 동적인 결과를 표현하는 데 효과적인 수단이 될 수 있음을 가시적으로 보여주고 있다. 개별연도의 천식환자 분포도를 통해 단일 시점에서 대상 지역별 천식 유병률의 정성적인 비교가 가능하였으나 추세지도는 대상기간동안에 환자수의 변화추세의 상대적인 비교가 가능하게 하여 유병률의 변화 추세를 총체적으로 설명하고 있다. 최근 몇 년 간의 천식 유병률의 변화양상은 신규 도로의 개설 등 천식에 영향을 미칠 수 있는 각종 개발사업의 환경보건영향을 판단할 때 중요한 근거자료가 될 수 있을 것이다.

V. 결론

본 연구는 기존의 연구가 문자위주의 정보로 천식환자의 분포를 파악하는 한계를 극복하고자 GIS를 활용하여 행정동별 천식환자의 시·공간분포 실태에 대한 시각화의 필요성을 제안하는 연구이다. GIS와 천식환자 통계를 결합시킨 결과, 기존의 문자위주의 정보 시스템이 지닌 문제점을 대부분 해결할 수 있었다. 통계수치위주의 환자 분포정보가 지도 위에 표시되어 환자분포의 실태를 일반주민이 지도상에서 해석하고 평가할 수 있는 기반을 제공하였다. 또한 시계열적 기법을 활용하여 다년간의 천식환자 자료를 분류하고 지도화함으로써 대구시의 행정동별 천식유병률의 차이를 가시적으로 파악할 수 있었다. 대구의 최고 변화가인 중구와 공단 주변에서 유병률이 높은 경향이 지속적으로 관찰되었다. 2002년의 경우 노원3동은 유병률이 가장 높은 349명을 기록한 반면에 북구 복현동은 17명을 기록하여 지역간 유병률 격차의 심각성을 확실히 보여주고 있다. 행정동별로 가시화되어 나타나는 천식피해사례는 우리나라 대기질 관리에서 지역성을 감안한 정책변화가 시급히 요청된다는 것을 확인할 수 있었다.

일반사용자의 수준을 감안하여 가공된 천식환자의 증감추세에 대한 재분류 기능은 행정별로 차별화되어 나타나는 유병률 변화추세의 실상을 그래픽 효과를 이용하여 보다 쉽게 전달할 수 있다는 객관적

사례를 제시하였다. 천식환자의 동별 분포 특성을 분류한 9개의 추세 구분을 통해서 천식환자의 지역별 증감추세를 파악하였는데 증가추세에 있는 행정동이 96개로서 대구시 전체의 74%를 차지하고 있다. 이를 통하여 지역별로 천식환자의 장기적인 증감 추세를 예측할 수 있는 근거를 확보할 수 있었다. 천식환자의 분포에 대한 시계열적 증감 추세의 지도화는 임상적으로 의미 있는 차이가 발견되는 경우 문제 지역을 대상으로 후속 조사를 수행하기 위한 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

사 사

이 논문에서 사용된 2000년부터 2003년도까지 대구시 병·의원에서 천식환자로 진단을 받은 의료보험 통계 자료를 제공하여준 국민건강보험공단에 감사를 드립니다.

註

1) 주 동에는 법정동(法定洞)과 행정동(行政洞)의 구분이 있다. 법정동이란 말 그대로 법률에 의해 정해진 지역구분으로 토지나 가옥의 등기에는 반드시 법정동을 기준으로 하게 되어 있으며, 지번(地番) 또한 법정동을 기준으로 매겨진다. 우리가 보통 이야기하는 동명(洞名)은 보통 법정동을 가리키는 것이다. 그러나 교통환경의 변화나 신시가지의 개발 등으로 인해 어떤 법정동은 급격히 인구가 늘어나는 경우도 있고 또 반대로 인구가 감소하거나 별다른 변동이 없는 경우도 있는데 이러한 경우에 행정의 편의를 위하여 한 개의 동을 둘 또는 그 이상으로 나누거나 또는 몇 개의 동을 하나로 합칠 필요가 생긴다. 그런데 이때마다 법정동을 나누거나 합친다면 그때마다 토지등기부나 가옥대장 등의 서류를 모두 새로 바꾸어야 하는 불편함이 초래되기 마련이다. 그래서 이러한 불편함을 해소하기 위해 행정상의 편의를 위해 분동(分洞)하거나 합동(合洞)하여 생겨나는 것이 행정동이다.

2) 행정동 코드

코드	행정동명	코드	행정동명
1	동구 공산동	9	동구 신암4동
2	동구 도평동	10	동구 신암5동
3	동구 동촌동	11	동구 신천1·2동
4	동구 방촌동	12	동구 신천3동
5	동구 불로·봉무동	13	동구 신천4동
6	동구 신암1동	14	동구 안심1동
7	동구 신암2동	15	동구 안심2동
8	동구 신암3동	16	동구 안심3·4동

코드	행정동명	코드	행정동명
17	동구 지저동	74	중구 남산2동
18	동구 해안동	75	중구 남산3동
19	동구 효목1동	76	중구 남산4동
20	동구 효목2동	77	중구 대봉1동
21	서구 내당1동	78	중구 대봉2동
22	서구 내당2·3동	79	중구 대신동
23	서구 내당4동	80	중구 동인1·2·4동
24	서구 비산1동	81	중구 동인3동
25	서구 비산2·3동	82	중구 삼덕동
26	서구 비산4동	83	중구 성내1동
27	서구 비산5동	84	중구 성내2동
28	서구 비산6동	85	중구 성내3동
29	서구 비산7동	86	수성구 고산1동
30	서구 상중이동	87	수성구 고산2동
31	서구 원대동	88	수성구 고산3동
32	서구 평리1동	89	수성구 두산동
33	서구 평리2동	90	수성구 만촌1동
34	서구 평리3동	91	수성구 만촌2동
35	서구 평리4동	92	수성구 만촌3동
36	서구 평리5동	93	수성구 범물1동
37	서구 평리6동	94	수성구 범물2동
38	남구 대명1동	95	수성구 범어1동
39	남구 대명2·8동	96	수성구 범어2동
40	남구 대명3·7동	97	수성구 범어3동
41	남구 대명4동	98	수성구 범어4동
42	남구 대명5동	99	수성구 상동
43	남구 대명6동	100	수성구 수성1동
44	남구 대명9동	101	수성구 수성2·3동
45	남구 대명10동	102	수성구 수성4동
46	남구 대명11동	103	수성구 중동
47	남구 봉덕1동	104	수성구 지산1동
48	남구 봉덕2동	105	수성구 지산2동
49	남구 봉덕3동	106	수성구 파동
50	남구 이천동	107	수성구 황금1동
51	북구 검단동	108	수성구 황금2동
52	북구 고성동	109	달서구 감삼동
53	북구 관음동	110	달서구 도원동
54	북구 노원1·2동	111	달서구 두류1동
55	북구 노원3동	112	달서구 두류2동
56	북구 대현1동	113	달서구 두류3동
57	북구 대현2동	114	달서구 본동
58	북구 무태·조야동	115	달서구 분리동
59	북구 복현1동	116	달서구 상인1동
60	북구 복현2동	117	달서구 상인2동
61	북구 산격1동	118	달서구 상인3동
62	북구 산격2동	119	달서구 성당1동
63	북구 산격3동	120	달서구 성당2동
64	북구 산격4동	121	달서구 송현1동
65	북구 칠곡1동	122	달서구 송현2동
66	북구 칠곡2동	123	달서구 신당동
67	북구 칠곡3동	124	달서구 월성1동
68	북구 칠성동	125	달서구 월성2동
69	북구 침산1동	126	달서구 이곡동
70	북구 침산2동	127	달서구 장기동
71	북구 침산3동	128	달서구 죽전동
72	북구 태전동	129	달서구 진천동
73	중구 남산1동		

참고문헌

- 김우관, 1991, 지도 투영과 주제도(강의 노트), 경북대학교.
- 김창엽, 2005, 천식의 사회적 비용, 한국천식알레르기협회와 서울대학교 보건대학원 공동연구.
- 김택선, 1999, 소아 천식과 관련된 요인분석, 연세대학교 의학 및 질병관리학과 석사학위논문, 39.
- 대한 소아알레르기 및 호흡기학회, 2003, 어린이·청소년 천식 바로 알고 바로 치료하자, 군자출판사, 136.
- 박기호, 1997, 대기환경과 관련된 환경성 질환 감시체계에서의 GIS활용에 관한 연구, 환경성 질환의 감시체계 구축에 관한 세미나, 환경부/고려대학교, 48-78.
- 엄정섭, 신소은, 2002 Web GIS를 이용한 수요자 중심의 하천수질 정보시스템 구현, 한국GIS학회지, 10(1), 45-60.
- 엄정섭, 최자현, 2002, 인터넷 영상지도를 활용한 축척별 도시경관 정보시스템, 환경영향평가, 11(4), 289-309.
- 이희연, 1995, 지도학, 법문사, 686.
- 정재근, 1998, GIS를 이용한 질병발생자료의 지도화와 웹을 통한 공유 방안에 관한 연구, 서울대학교 지리학과 석사학위논문, 61.
- 조상현, 2004, 호흡기 질환 지상연수강좌: 대기오염과 천식, 의학 신문, 대한천식·알레르기학회 공동기획.
- 주영수, 1999, 대기오염과 천식발작의 관련성에 관한 시계열적 연구, 서울대학교 의학과 박사학위논문, 89.
- 최기운, 1994, 서울시에서 천식 입원환자와 대기오염에 관한 연구, 서울대학교 환경보건학과 석사학위논문, 42.
- 한국천식알레르기협회, 2006, www.kaaf.org
- 한화진, 오소영, 1998, 대기오염 건강피해에 관한 연구, 한국환경정책·평가연구원, 94.
- 허영주, 1999, GIS을 이용한 말라리아 역학연구, 1999년 인제대학교 말라리아 연구소 세미나.
- Carr, W., Zeital, L., and Weiss, K., 1992, Variations in asthma hospitalizations and deaths in New York City, American Journal of Public Health, 82, 59-65.
- Corburn, J., Osleeb, J., and Porter, M., 2006, Urban asthma and the neighbourhood environment in New York City, Health & Place, 12(2), 167-179.
- Jaffe, D. H., Singer, M. E., and Rimm, A. A., 2003, Air pollution and emergency department visits for asthma among Ohio Medicaid recipients, 1991-1996, Environmental Research, 91(1), 21-28.
- Dent, B. D., 1993, Cartography: Thematic Map Design(3), Addison Wesley, 56.
- Jackson, R. J. and Kochtitzky, C., 2001, Creating a Healthy Environment: The Impact of the Built Environment on Public Health. Sprawl Watch Clearinghouse, Washington, DC.
- Lang, D. and Polansky. M., 1994, Patterns of asthma mortality in Philadelphia from 1969 to 1991, The New England Journal of Medicine, 331(1), 542-1546.
- Maantay, J., 2006(in press), Asthma and air pollution in the Bronx: methodological and data considerations in using GIS for environmental justice and health research, Health & Place.
- Monmonier, M., 1996, How to Lie with Maps, The University of Cicago Press, 207.
- Marder, D., Targonsky, P., Orris, P., Persky, V., and Addington, W., 1992, Effect of racial and socioeconomic factors. Chest, 101(suppl), 79s-83s.
- Neidell, M. J., 2004, Air pollution, health, and socio-economic status: the effect of

- outdoor air quality on childhood asthma, *Journal of Health Economics*, 23(6), 1209-1236.
- Peden, D. B., 2005, The epidemiology and genetics of asthma risk associated with air pollution, *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 115(2), 213-219.
- Robinson, A. H. and Petchenik, B. B., 1976, *The Nature of Maps*, University of Chicago Press, 138.
- Snow, J. 1854. *On the Mode of Transmission of Cholera*, 2nd Edition ed., Churchill, London.
- Trasande, L. and Thurston, G. D., 2005, The role of air pollution in asthma and other pediatric morbidities, *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 115(4), 689-699.
- WHO, 2000, *Bronchial Asthma*, Office of Health Communications and Public Relations; 206.

최종원고채택 06. 06. 02