QGIS를 활용한 서울시 소유 석면건축물 분포지도 제작에 관한 연구

A Study on the Distribution Map Construction of Asbestos Buildings Owned by Seoul Using QGIS

이진호*·** · 배일상* · 하광태* · 유승성* · 한규문* · 어수미* · 정 권* · 이진숙*** · 구자용**·†

Jin Hyo Lee*·** · Il Sang Bae* · Kwang Tae Ha* · Seung Sung You* · Kyu Mun Han*

Soo Mi Eo* · Kweon Jung* · Jin Sook Lee*** · Ja Yong Koo**·†

*서울특별시보건환경연구원 대기환경연구부 · **서울시립대학교 환경공학과

***인천광역시 상수도사업본부 수질연구소

*Atmospheric Research Department, Seoul Metropolitan Government

Research Institute of Public Health and Environment

**Department of Environmental Engineering, University of Seoul

***Water Quality Institute, Waterworks Headquarters, Incheon Metropolitan City

(Received January 4, 2016; Revised August 10, 2016; Accepted September 2, 2016)

Abstract : One of ways for effectively maintaining asbestos buildings is to select asbestos buildings to be removed firstly by manufacturing and analyzing asbestos map of various topics. Thus, in this study we manufactured asbestos map of various topics for the effective management of asbestos buildings owned by Seoul using QGIS (Quantum Geographic Information System). To select asbestos buildings likely to cause asbestos scattering problem and exposure into the air, we comprehensively took into consideration various topics such as asbestos buildings density, asbestos-area ratio, asbestos buildings distribution considering the population, first removal object, risk assessment, elapsed year. As described in this study, using the GIS may be utilized as a method for selecting asbestos buildings to be removed firstly as well as distribution of asbestos buildings. In the future, it is necessary to make assessment criteria considering diversification of property value in GIS such as the characteristics of the living environment around the asbestos buildings. This is expected to be utilized to manage the vulnerable region to asbestos exposure.

Key Words : Asbestos, Asbestos Buildings, Asbestos Map, Quantum Geographic Information System (QGIS)

요약 : 효율적인 석면건축물 유지관리를 위한 방법 중의 하나는 다양한 주제의 석면지도 제작 및 분석을 통해 우선제거대상 건물을 선정하는 것이다. 따라서 본 연구에서는 효율적인 서울시 소유의 석면건축물 관리를 위해 QGIS(Quantum Geographic Information System)를 활용하여 다양한 주제의 석면지도를 제작하였다. 석면환경 노출 및 공기 중 비산문제를 유발시킬 가능성이 높은 석면건축물을 선정하기 위해서 석면건축물 밀집도, 석면면적비율, 인구분포를 고려한 석면건축물 분포도, 우선제거대상 존재유무, 위해성 등급 및 석면건축물 경과년수 등을 종합적으로 고려하여 우선제거대상 석면건축물을 선정하였다. 본 연구와 같이 GIS 등을 활용함으로써 석면건축물 분포현황뿐만 아니라 우선제거대상 건물을 선정하는데 방법의 하나로써 활용될 수 있을 것이다. 향후에는 석면건축물 주변의 생활환경 특성을 고려한 속성값 분류의 다양화 등 보다 정확한 산정기준을 마련할 필요가 있으며, 이를 통해 석면노출에 따른 취약지구 관리에 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

주제어 : 석면, 석면건축물, 석면지도, 오픈소스 데스크탑 지리정보시스템

1. 서론

석면은 불에 잘 타지 않고 부식과 마찰에 강하며, 방음·단열 효과가 뛰어난 물성을 가지고 있어서 전기 절연재, 방직재, 건축자재 등 다양한 제품뿐만 아니라, 자연적인 경관을 만들기 위해 사용된 조경석에도 석면이 함유되어 있는 등 석면은 다양한 분야에서 광범위하게 사용되어 왔다.¹⁾ 특히 국내의 경우, 1960년대 경제개발과 함께 산업사회에서 광범위하고 대량으로 사용되기 시작하였으며,²⁾ 건설관련 사업이 활발하게 이루어졌던 70년대부터는 학교, 공공건물, 다중이용시설 등의 건축물에도 석면이 널리 사용되었다.³⁾ 하지만 국제암연구소(IARC)에서 석면을 1급 발암물질로 규정하고 있듯이 석면이 공기 중으로 방출되면, 석면입자는 호흡기를 통해 체내로 들어와 오랜 잠복기를 거쳐 폐암, 석면폐증, 중피종 등의 악성질환을 유발시킬 수 있다.^{4,5)} 이러한 이유 때문에 국내에서도 2006년에 석면을 취급금지물질로 지정하였으며, 2009년부터는 모든 석면 및 석면함유제품의 사용을 금지하였다. 그러나 아직까지 그 이전에 지어진 학교, 공공건물, 다중이용시설 등 석면함유자재를 사용한 건축물이 상당수 남아있어 향후 건축물의 수명 도래와 함께 해체·제거작업, 리모델링 등이 점차 증가할 것으로 예상되는 등 노후화, 주거환경정비 등에 따라 필연적으로 석면이 공기 중으로 방출될 것으로 판단된다.⁶⁾ 그러나 석면과 관련된 사건들이 언론매체를 통해 보도되는 등 일상생활 중 석면노출로 인한 건강피해에 대한 우려가 높아지고 있지만, 여전히 대부분의 사람들은 무방비한 상태로 석면에 노출되어 생활하

흡기를 통해 체내로 들어와 오랜 잠복기를 거쳐 폐암, 석면폐증, 중피종 등의 악성질환을 유발시킬 수 있다.^{4,5)} 이러한 이유 때문에 국내에서도 2006년에 석면을 취급금지물질로 지정하였으며, 2009년부터는 모든 석면 및 석면함유제품의 사용을 금지하였다. 그러나 아직까지 그 이전에 지어진 학교, 공공건물, 다중이용시설 등 석면함유자재를 사용한 건축물이 상당수 남아있어 향후 건축물의 수명 도래와 함께 해체·제거작업, 리모델링 등이 점차 증가할 것으로 예상되는 등 노후화, 주거환경정비 등에 따라 필연적으로 석면이 공기 중으로 방출될 것으로 판단된다.⁶⁾ 그러나 석면과 관련된 사건들이 언론매체를 통해 보도되는 등 일상생활 중 석면노출로 인한 건강피해에 대한 우려가 높아지고 있지만, 여전히 대부분의 사람들은 무방비한 상태로 석면에 노출되어 생활하

† Corresponding author E-mail: jykoo@uos.ac.kr Tel: 02-6490-2866 Fax: 02-2244-2245

고 있다. 그러므로 석면에 대한 위험성을 인식하고 체계적으로 석면건축물을 관리하는 것이 무엇보다 중요하다.

따라서 본 연구에서는 서울시 소유의 석면건축물을 대상으로 QGIS (Quantum Geographic Information System, 오픈소스 데스크탑 지리정보시스템)⁷⁾을 이용하여 다양한 주제의 석면지도를 제작함으로써, 우선제거대상 건물 선정 등 석면건축물 유지관리, 석면노출에 따른 취약지구 관리에 활용될 수 있도록⁸⁾ 향후 서울시 석면관리를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1. 자료수집

본 연구에서는 「석면안전관리법 시행령 제33조(석면건축물 관리기준)」⁹⁾에 따라 서울시 소유 공공건축물 중 석면건축물에 대하여 실시한 “2014년 시 소유 석면건축물 위해성 평가” 결과를 바탕으로 석면건축물 위치, 위해성 등급 등 석면건축물 현황자료를 수집하였다. 또한 통계청에서 매년 구축하는 행정구역경계(2013) 자료를 활용하여 공간경계를 구축하였다.

2.2. 분석방법

본 연구에서는 QGIS (Quantum GIS) 2.10.1-Pisa를 이용하여 석면건축물 현황자료에 대해 공간분석을 실시하는 등 다양한 주제의 석면지도를 제작하였다. 즉, 밀집한 점데이터를 시각화하는데 유용하게 쓰이는 핫스팟 분석(Hot Spot Analysis)을 통한 행정구역별 석면건축물 밀집도, 석면건축물 인구분포를 고려한 석면건축물 분포현황, 석면건축물 위해성 등급 등을 종합적으로 고려하여 우선제거대상 건물을 선정하였다. 여기서 활용된 QGIS는 공간데이터 조회, 편집, 분석 기능들을 제공하는 대표적인 오픈소스 데스크탑 GIS 프로그램 중의 하나이다. QGIS의 가장 큰 장점은 초기 및 유지비용이 들지 않은 무료, 자유프로그램이며, QGIS 사용자간의 광범위한 네트워킹을 통해 지속적으로 개발되고 있는 분석 툴(Tool)이다. 그리고 맥OS, 윈도우, 리눅스 등 여러

운영체제에서 공통적으로 사용 가능한 크로스 플랫폼(Cross-Platform)의 특징을 갖고 있다.

3. 결과 및 고찰

서울시 소유의 석면건축물 현황을 분석한 결과, 2014년 현재 총 건축물의 수는 932개, 총 건축면적은 2,704,236.13 m²로 조사되었으며, 본 연구에서는 총 932개 건축물 중, 석면지도 제작의 효율성을 위해 수도권과 비교적 거리가 먼 속초공무원수련원(강원도 속초시)과 청도문서고(경상북도 청도군) 2개의 건축물은 제외하였다. 그 결과, 유효 석면건축물 930개의 총 면적은 2,694,990.28 m²로, 이 중 석면자재의 총 면적은 446,629.66 m²로 나타났다(Table 1). 건축물 층고(Floor Height)는 지하 6층~지상 15층까지의 분포를 보이고 있으며, 건축년도를 살펴보면, 1926~2013년까지 다양한 연대별로 건축물이 지어졌다. 용도별 분포 또한 관공서, 문화시설, 학교, 병원 등등 다양함을 확인할 수 있었다. 일부 석면건축물의 경우에는 조그마한 압력에도 쉽게 부스러지고, 노후화됨에 따라 석면분진이 비산될 우려가 높은 슬레이트, 분무재 등이 사용되었으며, 본 연구에서는 이러한 석

Fig. 2. Distribution map of asbestos buildings.

Fig. 1. Display of QGIS.

Table 1. Status of asbestos buildings of owned by Seoul

No	Borough / City	Asbestos building number (ea)	Number rate (%)	Asbestos building area (m ²)	Area rate (%)	FRO*
1	Gangnam-gu	40	4.3	16,514.65	3.7	PL
2	Gangdong-gu	29	3.1	15,611.71	3.5	SL
3	Gangbuk-gu	14	1.5	2,578.21	0.6	
4	Gangseo-gu	66	7.1	17,454.97	3.9	SL
5	Gwanak-gu	16	1.7	5,193.60	1.2	SL
6	Gwangjin-gu	28	3.0	7,130.54	1.6	SL
7	Guro-gu	12	1.3	1,668.12	0.4	
8	Geumcheon-gu	16	1.7	4,416.03	1.0	SL
9	Nowon-gu	31	3.3	30,773.50	6.9	
10	Dobong-gu	9	1.0	2,062.47	0.5	
11	Dongdaemun-gu	41	4.4	47,613.68	10.7	SF, SL, PL
12	Dongjak-gu	27	2.9	8,133.38	1.8	
13	Mapo-gu	30	3.2	29,108.73	6.5	SL
14	Seodaemun-gu	14	1.5	6,929.45	1.6	SL
15	Seochon-gu	32	3.4	22,073.90	4.9	SL
16	Seongdong-gu	82	8.8	14,313.95	3.2	
17	Seongbuk-gu	19	2.0	4,864.93	1.1	SL
18	Songpa-gu	46	4.9	48,884.49	10.9	SF, SL
19	Yangcheon-gu	25	2.7	21,238.55	4.8	
20	Yeongdeungpo-gu	35	3.8	6,342.29	1.4	SF, SL, PL
21	Yongsan-gu	21	2.3	3,072.60	0.7	SF
22	Eunpyeong-gu	42	4.5	20,342.63	4.6	SF, SL
23	Jongno-gu	26	2.8	20,303.94	4.5	SF, SL
24	Jung-gu	33	3.5	25,023.27	5.6	SF, SL, PL
25	Jungrang-gu	16	1.7	7,247.90	1.6	SF, PL
26	Goyang-si	23	2.5	4,239.17	0.9	SL
27	Gwacheon-si	95	10.2	25,729.58	5.8	SL
28	Gwangmyeong-si	10	1.1	4,799.80	1.1	
29	Guri-si	4	0.4	773.13	0.2	SL
30	Gunpo-si	9	1.0	8,608.97	1.9	
31	Gimpo-si	1	0.1	172.01	0.0	
32	Namyangju-si	19	2.0	4,809.42	1.1	SL
33	Yongin-si	8	0.9	7,264.83	1.6	
34	Uiwang-si	2	0.2	587.06	0.1	SL
35	Paju-si	3	0.3	10.20	0.0	
36	Hanam-si	6	0.6	738.00	0.2	SL
Total		930	100	446,629.66	100	

* SF (Sprayed-on Fireproofing), SL (Slate) and PL (Plaster) are present in some asbestos buildings in the relevant borough or city

면함유자재를 우선제거대상(First Removal Object, FRO)으로 명명하였다(Table 1).

3.1. 석면건축물 밀집도

자치구(시) 및 행정동(읍, 면) 단위별로 서울시 소유 석면건축물 개수와 석면자재면적을 Fig. 3, 4와 같이 시각화하였다. 계급 구간 설정은 내추럴 브레이크(Natural Break) 방법을 사용하였다. 이 방법은 계급 내 분산을 최소화하고,

계급 간 분산을 최대화함으로써 많은 양의 데이터 집합을 서로 다른 구간으로 분류시키는 방법 중의 하나이다. 상대적으로 과천시, 성동구, 강서구 등에 석면건축물이 많이 분포되어 있었으며, 석면자재면적의 경우, 송파구, 동대문구, 노원구 등에 높게 분포되어 있음을 확인할 수 있었다.

또한 직관적으로 이해할 수 있도록 석면건축물 지역을 구분하고, 석면건축물 밀집도를 시각화하기 위해서 핫스팟 분석(Hot Spot Analysis)과 qgis2leaf 플러그인을 이용하였다.

Fig. 3. Asbestos building number and area by borough or city.

Fig. 4. Asbestos building number and area by town.

Fig. 5. Hot spot analysis.

Fig. 6. Leaflet created with qgis2leaf.

여기서 핫스팟 분석은 공간적인 사건이 어느 지역에 집산화되어있는지, 다시 말해 점(point)으로 표현된 공간적 사상이 가장 몰려 있는 지역을 ‘핫스팟’으로 인식함으로써 밀집한 점데이터를 시각화하는 대표적인 방법이다. qgis2leaf 플러그인은 QGIS 지도를 리플릿에 기반한 웹지도로 생성하는데 사용되는 유용한 방법 중의 하나이다. 이처럼 석면건축물 밀집도를 통해서 석면건축물에 대한 잠재적 위험성의 대소를 구별할 수 있을 것으로 판단된다.

3.2. 공간분석을 통한 지도제작

Fig. 2에서 나타난 석면건축물 분포도를 바탕으로 다양한 주제의 지도를 제작하였다. 우선 인구분포를 고려한 석면건축물 분포도는 Fig. 7과 같으며, 인구분포는 2013년도 행정동 단위의 인구수를 적용하였으며, 계급 구간 설정은 내추럴 브레이크(Natural Break) 방법을 사용하였다. 또한 Fig. 8에서는 앞서 언급했듯이, 석면분진이 쉽게 비산될 우려가 높은 슬레이트, 분무제 등이 사용된 석면건축물 분포를 보여주고 있다.

Fig. 7에서 색깔이 진할수록(흰색 → 빨강색) 석면소재의

Fig. 7. Distribution map of asbestos buildings considering asbestos area and population number.

면적이 크고, 원의 직경이 클수록 석면건축물이 위치하고 있는 행정동의 인구분포가 많음을 의미한다. 물론 절대적으로

Fig. 8. Distribution map of asbestos buildings containing first removal object.

Fig. 10. Distribution map of asbestos buildings according to elapsed year by 2014.

원의 크기에 비례해서 석면건축물의 영향을 받는 것은 아니지만, 상대적으로 색깔이 진하고 원의 크기가 클수록, 특히 원의 크기는 작지만 석면건축물이 밀집되어 있는 경우 (Fig. 5, 6), 주변 사람들이 석면건축물의 영향을 좀 더 받을 수 있을 것으로 생각된다. 또한 Fig. 8과 같이 슬레이트, 분무재 등 우선제거대상(FRO)이 함유된 석면건축물은(61개, 약 6.6%) 공기 중의 비산문제를 유발시킬 가능성이 높기 때문에 빠른 시일 내에 제거해야 할 것으로 생각된다.

다음은 석면건축물의 위해성 평가결과에 따른 위해성 등급과 2014년을 기준으로 한 석면건축물의 경과연수를 Fig. 9, 10으로 나타내 보았다. 석면건축자재의 위해성은 “석면건축물의 위해성 평가 방법(환경부고시 제2012-81호, 2012. 4.29 시행)”에 따라 개별 석면건축자재별로 물리적 평가, 진동·기류·누수에 의한 잠재적 손상 가능성 평가, 건축물 유지 보수 활동에 기인한 손상 가능성 평가, 인체 노출 가

Fig. 9. Distribution map of asbestos buildings according to risk assessment.

능성 평가 등 4개 항목으로 구분하여 평가하며, 항목별 점수의 합계가 해당 석면건축자재의 평가점수가 되어 11점 이하의 ‘낮음’, 12~19점 ‘중간’, 20점 이상은 ‘높음’으로 위해성 등급이 결정된다.

총 930개 석면건축물 중, 927개 석면건축물은 모두 위해성 등급이 ‘낮음’으로, 3개의 석면건축물은 ‘중간’으로 나타나는 등 전반적으로 석면건축물 관리가 적절하게 이루어지고 있음을 볼 수 있었다. 하지만 위해성 등급이 ‘낮음’이지만 ‘중간’에 근사한 평가점수 11에 해당되는 석면건축물이 86개나 있었으며, 무엇보다 위해성 등급이 낮더라도 석면방출 가능성이 전혀 없는 것은 아니기 때문에 더 이상 석면이 방출되지 않도록 석면제거 및 손상된 부분을 보수할 필요가 있다. 또한 석면건축물의 경과연수는 1~88년까지 광

Fig. 11. Distribution map of asbestos buildings according to total risk.

범위하게 분포하고 있었으며, 특히 30년 이상된 석면건축물은 217개로(약 23.3%) 나타나는 등 노후화된 석면건축물 관리가 필요하다. 이는 석면건축물이 노후화될수록, 석면 함유자재 및 설비 등의 손상과 공기 중으로의 석면 비산성이 높아질 우려가 있기 때문이다.

최종적으로 위해성 등급, 경과년수, 석면면적비율, 우선제거대상 존재 등을 종합적으로 고려하여 우선제거대상 석면건축물을 선정하였으며, 그 결과는 Fig. 11과 같다. 본 연구에서 적용된 산정기준은 속성값에 따라 0점에서부터 2점까지 가중치를 부여하였고, 이를 합산함으로써 높은 점수 순으로 우선제거대상 석면건축물을 선정하였다. 향후에는 석면건축물 주변의 생활환경 특성을 고려한 속성값 분류의 다양화 등 보다 신뢰성 있는 최적의 산정기준을 마련하기 위해 산정기준 도출에 관한 심층적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

Fig. 11에서 보듯이, 초록색 원과 빨강색 별 표시의 석면건축물은 총점이 3점 이상으로, 건축물의 노후화, 우선제거대상 물질이 함유되어 있는 등 위해성 등급이 상대적으로 높고, 동시에 석면환경 노출 및 공기 중 비산문제를 유발시킬 가능성이 높은 석면건축물로 나타났다. 따라서 향후에는 이러한 석면건축물을 중심으로 석면을 해체·제거하는 등 체계적이고 효과적인 석면건축물 관리가 필요하다.

4. 결론

최근 석면의 심각성을 인식하고, 석면과 관련된 사건들이 언론매체를 통해 보도되면서 일상생활 중 석면노출로 인한 건강피해에 대한 우려가 높아지고 있으며, 특히 아직까지 석면이 함유된 건축물이 생활환경 주변에 광범위하게 분포되어있기 때문에 장기적으로 공기 중 석면노출 가능성을 배제할 수는 없다. 따라서 석면건축물 철거, 석면함유자재 해체·제거, 석면피해 예방 등을 위해 효율적인 석면건축물 유지관리가 필요하며, 그러한 방법 중의 하나가 다양한 주제의 석면지도 제작 및 분석을 통해 우선제거대상 건물을 선정하는 것이다.

본 연구에서는 효율적인 서울시 소유의 석면건축물 관리를 위해 QGIS를 활용하여 다양한 주제의 석면지도를 제작하였다. 즉, 인구분포를 고려한 석면건축물 분포도, 석면건축물 경과년수, 우선제거대상, 석면건축물 위해성 등급 등을 종합적으로 고려하여 우선제거대상 건물을 선정하였다.

본 연구와 같이 GIS 등을 활용함으로써 석면건축물 분포현황뿐만 아니라 우선제거대상 건물을 선정하는데 방법의 하나로 활용될 수 있을 것으로 기대되며, 향후에는 우선제거대상 건물 선정의 정확성을 높이기 위해 건축물대장 분석을 통한 기초자료 수집, 실제 건축물 사용인구, 석면건축물 주변의 생활환경 특성을 고려한 속성값 분류의 다양화 등 보다 신뢰성 있는 최적의 산정기준을 설정하는 것이 필요하다고 판단된다.

KSEE

References

1. Kim, H. W., "Asbestos Content in Friable Sprayed-on Surface Material and Airborne Fiber Concentrations in Commercial Buildings," *Korean Ind. Hyg. Assoc. J.*, **5**(2), 137~146 (1995).
2. Oh, S. M., Shin, Y. C., Park, D. Y., Park, D. U. and Chung, K. C., "A Study on Worker Exposure Level and Variation to Asbestos in Some Asbestos Industries," *Korean Ind. Hyg. Assoc. J.*, **3**(1), 100~109(1993).
3. Kim, G. Y., Kim, S. Y., Hwang, J. H. and Lee, E. Y., "Airborne Fiber Concentrations in Asbestos Removal Work by Building Materials Types," in Proceeding of the 46th Meeting of KOSAE, KOSAE, Seoul, p. 542(2008).
4. Artvinii, M. and Bais, Y. I., "Malignant mesotheliomas in a small village in the Anatolian region of Turkey," *An Epidemiol. Study JNCI*, **63**, 17~22(1979).
5. Christopher, B. M., Val, V. and Brooke, T. M., "Diseases caused by asbestos: mechanisms of injury and disease development," *Int. Immunopharmacol.*, **2**, 191~200(2002).
6. Lee, J. H., Lee, S. H., Kim, J. Y., Kim, J. H., Chung, S. N., Kim, J. A., Oh, S. R., Kim, I. S., Shin, J. H., Eo, S. M., Jung, K. and Lee, J. S., "A Study on the Efficient Measurement of Airborne Asbestos Concentrations at Demolition Sites of Asbestos Containing Buildings, etc. in Seoul," *J. Korean Soc. Occup. Environ. Hyg.*, **24**(2), 113~121(2014).
7. QGIS Home Page, <http://www.qgis.org/ko/site/>, september (2016).
8. Lee, J. M., Park, J. K., Han, J. Y., Choi, S. Y. and Kim, D. M., "A Study on the Construction of Asbestos Map Using GIS," in Proceeding of the Autumn Meeting of KOGSIS, KOGSIS, Goyang, pp. 131~134(2010).
9. Ministry of Environment, "Asbestos Safety Control Act,"(2012).