

## GIS를 이용한 석면슬레이트 분포지도 작성

A Study on the Distribution Maps for Asbestos  
Cement Slates Using GIS

김영찬\*      손병훈\*\*      김혜미\*\*\*      홍원화\*\*\*\*  
Kim, Young-Chan      Son, Byeung-Hun      Kim, Hye-Mi      Hong, Won-Hwa

## Abstract

Asbestos have been used around the world because of reliable and cost-effective physicochemical characteristics. After incubation period about 15-40 years asbestos can cause various cancers, including malignant mesothelioma when inhaled into the air. These properties turned out, asbestos have been banned from using in developed countries. Also in Korea also, the use of asbestos was banned across the board by revision of Industry Safety and Health Act in February 2009. Therefore, the problem of asbestos is not when using. It is about dismantling, maintenance, and the final processing of asbestos waste. Asbestos Cement slates which is Widely distributed throughout the country as roofing materials has much scattering potential compare with inside materials. Also Ministry of Environment is planning to introduce legislation 'Asbestos Safety Management Act' through Environment Announcement and The same Act. 24 show as follows. Minister of Environment or governor should do survey on the actual condition targeting rural buildings with slates and partly or fully fund to dissolve, remove asbestos slate which was used in each buildings. Therefore, to solve these problems, database-building and necessity of management strategies have been continually arisen. So this study was performed. Its application value is very high in terms of its political, economic.

Asbestos Cement Slates database could build to collect national registered building data and then using GIS, asbestos cement Slates distribution map were constructed in each province's cities and counties of the country. And this map by Application, construction was to visualize by application, construction of year. Through these results, information of Asbestos Cement Slates could visually inform to policy makers, asbestos dismantling and management contractor, and civilian and it would alleviate the gap of knowledge information. This is expected to be utilized by medium and long-term and effective plan for demolition and dismantling of asbestos cement Slates.

키워드 : 석면, 석면슬레이트, ACM, GIS

Keywords : asbestos, asbestos cement slate, ACM, GIS

## 1. 서론

## 1.1 연구배경 및 목적

석면은 안정적이고 경제적인 물리화학적 특성으로 많은 장점을 가지고 있지만 인체에 미치는 치명적인 영향으로 많은 국가에서 금지 또는 제한적 사용의 정책을 채택하고 있는 물질이다. 국내에서도 2009년 2월 산업안전보건법이 개정되면서 석면의 사용이 전면적으로 금지되었다. 따라서 앞으로의 석면문제는 사용의 문제가 아닌 효과적인 유지, 관리와 효율적인 철거, 해체의 문제가 될 것으로 판단된다.<sup>1)</sup>

석면슬레이트는 노후화되면서 기후변화로 표면이 풍화되거나 손상되면 대기 중으로 석면섬유를 방출한다.<sup>2)</sup> 특히 1970년대에는 수입된 석면의 약 96%가 건축자재인 슬레이트에 사용되었고 1990년대에도 슬레이트를 포함한

건축자재에 약 82%가 사용되었다.<sup>3)</sup> 이러한 점을 고려하면 국내에서 석면의 유지관리와 철거, 해체의 문제는 대부분 석면슬레이트의 문제라 해도 과언이 아니다. 하지만 아직까지 국내에서는 석면의 유해성과 석면슬레이트의 석면방출에 관한 연구만 있을 뿐 정작 가장 중요한 석면슬레이트의 전국적인 분포현황과 분포특성에 대한 연구는 전무한 실정으로 효율적인 철거·해체를 위한 데이터베이스 구축, 통합석면관리 시스템의 개발과 모바일 및 웹용 어플리케이션의 개발이 절실히 필요한 시점이다.

따라서 본 연구에서는 그 선행연구로써 전국적인 석면슬레이트의 DB 구축과 요소별 분포특성을 고찰하고 GIS를 이용하여 각 도내의 시군별로 석면슬레이트 발생량을 공간적인 분포로 시각화하였다. 이들 결과를 통해 정책입안자, 석면해체·관리업자, 일반인에게 석면슬레이트에 대한 정보를 가시적으로 전달하고 중장기적인 석면슬레이

\* 경북대학교 건축·토목공학부 석사과정(yyoungchani@gmail.com)

\*\* 교신저자, 경북대학교 건축·토목공학부 BK21 Post-Doc. 공학박사(sonb.hun@gmail.com)

\*\*\* 경북대학교 공간정보학과 박사과정(hyemi220@knu.ac.kr)

\*\*\*\* 경북대학교 건축·토목공학부 교수, 공학박사(hongwh@knu.ac.kr)  
이 연구는 2011년도 BK21사업에 의하여 지원되었음.

1) 김영찬 외 2인, 「농어촌 주택 석면슬레이트 지붕재료 사용실태 및 거주자 인식도 조사」, 대한건축학회논문집, 2010. 11

2) Bornemann P, Hildebrandt U. 「On the problem of environmental pollution by weathering products of asbestos cement.」 Staub Reinhalt. Luft, 1986

3) 환경부, 「석면관리총람」, 2009

트 유지, 관리 및 철거, 해체 계획에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

1.2 연구범위 및 방법

석면슬레이트 DB를 구축하기 위해서 국토해양부 세움터(e-AIS)의 전국 모든 건축물대장을 수집하였다. 680만 개 이상 수집된 자료를 지역별, 용도별, 건축연도별로 분류하여 DB화하고, ESRI ArcGIS Desktop 9.3을 이용하여 주제별 분포도를 작성하였다. ArcGIS는 ESRI의 GIS 제품군으로 클라이언트 소프트웨어, 서버 소프트웨어 및 데이터 요소를 포함하고 있다. 이번 연구에서 사용된 ArcMap은 ArcGIS의 핵심 디스플레이 애플리케이션이며, 공간데이터와 속성데이터의 생성, 수정, 분석, 그래프, 보고서, 디스플레이, 출력의 기능을 담당하고 있다. 본 연구의 흐름은 그림 1과 같다.

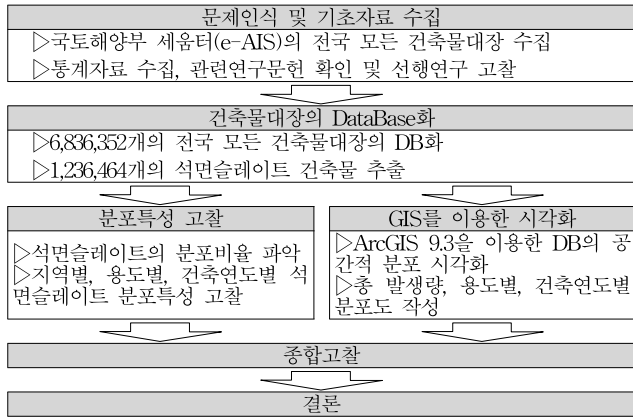


그림 1. 연구의 흐름도

2. 이론적 고찰

2.1 석면과 석면슬레이트의 개요

석면(asbestos)이란 화성암의 일종으로 뛰어난 내화성, 단열성, 내마모성, 고인장력, 절연성 등의 많은 물리화학적 특성을 가지며 각종산업에 다양하게 사용되었다. 하지만 IARC(국제암연구소)에서는 1급 발암물질로 규정하여 특별한 관리를 요구하였으며, 국내에서도 1990년 7월 산업안전보건법 시행령이 개정되면서 처음으로 금지규정을 마련하였고 2009년 2월 산업안전보건법이 개정되면서 전면적으로 사용이 금지되었다. 세계적으로 석면의 사용량은 1970~80년대에 가장 많았다가 1990년대 이후로 점점 감소하는 추세지만, 아시아에서는 2000년대 이후로도 지속적으로 증가추세를 보이는 나라도 있다. 국내의 석면관련법의 변화는 표 1과 같다.<sup>5)</sup>

석면슬레이트는 국내에서 약 70년이 넘는 역사를 가지고 있으며 1960년대 이후 새마을운동의 영향으로 관련산업이 크게 확장되었다.<sup>4)</sup> 주성분이 시멘트(약 90%)와 백석면(약 10%)으로 시간이 경과하면서 석면섬유가 주변으로 방출되어 인체와 환경에 유해한 결과를 초래할 수

4) 백도명 외 8인, 「우리나라 일부 석면사업장의 석면폐 유병률」, 대한산업의학회지 제 7권 제 1호, 1995

있고, 슬레이트 노후화로 인한 석면섬유 방출량을 정량화한 연구<sup>5)</sup>도 있다. 표면이 부식되는 정도는 1년에 약 0.01~0.024mm<sup>6)</sup>으로 슬레이트 가옥 거주자의 악성종괴증 진단 사례(정순희, 2006)가 있어 현재 국가차원의 유지, 관리 및 철거, 해체에 관한 논의가 진행 중에 있다. 하지만 전국적으로 광범위하게 사용되어 아직까지 분포현황조차 전무한 실정이다.

표 1. 국내 석면 관련법의 변화

연도	법규	내용
1990. 7	산업안전보건법 시행령 개정	○ 사용자 대상 유해물질에 석면을 추가하여 처음으로 금지규정을 마련함.
1991. 9	폐기물관리법 시행령 개정	○ 특정폐기물(95년 법 개정 이후 지정폐기물로 명칭변경)에 석면을 추가함.
1997. 5	산업안전보건법 시행령 개정	○ 제조 등 금지 유해물질에 석면(청석면, 갈석면)추가하였음.
1999. 8	폐기물관리법 시행령 개정	○ 지정폐기물에서 슬레이트 제외함.
2003. 6	산업안전보건법 시행령 개정	○ 금지석면종류 확대, 6가지로 확장. (악티노, 안소필, 트레모라이트 추가)
2003. 7	산업안전보건법 시행규칙 개정	○ 석면함유 건축물 철거, 허가 제도를 시행함.
2006. 9	산업안전보건법 시행령 개정	○ 석면함유제품의 제조·수입·양도·제공 또는 사용금지조항 마련. * 2007년 1월부터 시행함 * 단, 압출성형 시멘트판에 대해서는 2008년 1월 1일부터 시행함.
2007. 7	산업안전보건법 시행령 개정	○ 석면의 중량이 제품의 0.1%초과 금지규정을 추가함.
2009. 2	산업안전보건법 개정	○ 모든 석면의 제조·수입·양도·제공 또는 사용금지로 전면금지규정마련.

2.2 석면슬레이트의 철거, 해체 Process

석면의 철거, 해체작업은 작업계획수립, 사전작업, 철거 및 해체, 처리 및 작업장 청소, 석면농도측정, 적재 및 반출의 7단계로 구분된다.<sup>7)</sup> 그림 2는 석면의 일반적인 철거, 해체 Process<sup>8)</sup>를 나타내며 석면슬레이트의 경우 산업안전보건법 제 38조 2의 제 1항의 석면함유 여부가 명백한 경우에 포함되어 1, 2번 과정을 생략할 수 있다.

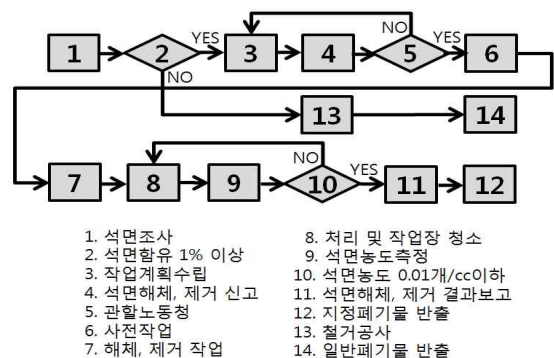


그림 2. 석면의 일반적인 철거, 해체 Process

5) 김현욱 외 5인, 「슬레이트 지붕 노후화에 따른 석면 섬유 방출량」, 한국 산업위생학회지 제 20권 제 2호, 2010  
 6) Spurny KR, 「On the release of asbestos fibers from weathered and corroded asbestos cement products.」 Environmental Research, 1989  
 7) 유용신 외 2인, 「건축물 해체 시 안전한 석면관리를 위한 체크리스트」, 한국건설관리학회 전국 대학생 학술발표대회 논문집, 2010. 11  
 8) 구준모, 「국내의 석면 해체, 제거 작업」, 한국건설순환자원, 2009

**2.3 건축물대장의 개요 및 오차발생요인 고찰**

건축물대장은 건축법 제 38조·제39조 및 동법 시행령 제 25조에 규정하고 있다. 또 ‘건축물대장의 기재 및 관리 등에 관한 규칙’에서 건축물 대장을 상세히 규정하고 있다.<sup>9)</sup> 건축물과 관련된 행정자료는 건축물대장, 과세대상, 불법건축물 관리대장 등이 있는데 건축물대장이 건축물정보의 근간이 된다.<sup>9)</sup> 하지만 건축물대장은 건축 인·허가과정에 구축되는 사건기반의 자료로서 건축행정과정에서 다양한 오차가 발생 가능하다.<sup>10)</sup> 특히 본 연구에서 다루어지는 석면슬레이트 건축물의 경우 미신고에 의한 불법건축물과 불법 용도변경에 의한 오차가 존재할 수 있다. 하지만 전국의 전수조사가 불가능하고 건축물대장보다 더 정확한 자료가 없다는 점을 감안하면 기초자료로 충분한 가치가 있다고 사료된다. 그림 3은 건축행정의 흐름과 본 연구에서 오차발생요인을 도식화 하였다.

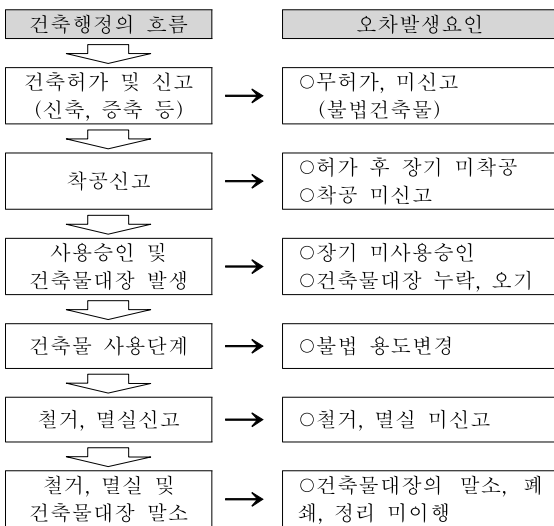


그림 3. 건축행정의 흐름과 오차발생요인

**3. 건축물 대장의 데이터베이스화 및 일반적인 분석**

**3.1 자료의 수집과 시군별 Database의 구축**

석면슬레이트의 분포특성을 파악하기 위해서 국토해양부 세움터(e-AIS)의 건축물대장을 수집하였다. 680만개 이상 수집된 자료를 DataBase화 하였고 속성(attributes)에 따라 정리 작업하여 일반적인 분석을 수행하였다. 또 분포지도를 작성하기 위해서 Geographical Information System(GIS)를 이용하였다. GIS 소프트웨어 프로그램은 ESRI ArcGIS Desktop 9.3으로 속성별 분포도를 작성하는 과정에서 수치지도인 행정구역도를 이용하였다. 행정구역도와 속성자료(Excel자료)를 연결(Join)하는데 기본값(Key value)으로 행정표준코드관리시스템의 법정동 코드

9) 김정옥 외 3인, 「건축물대장을 이용한 수치지도 속성정보의 효율적 갱신방안 : 새주소사업의 건물번호 이용을 중심으로」, 한국측량학회지, 제 26권 제 3호, 2008  
 10) 신상영, 「주택재고 산정을 위한 기초자료의 현황 및 개선방안 : 서울시 건축정보시스템을 중심으로」, 한국 GIS학회, 공동출판학회 논문집, 2007. 6

를 사용하였다. 건축물대장의 속성별 자료의 구축형태는 그림 4와 같다.

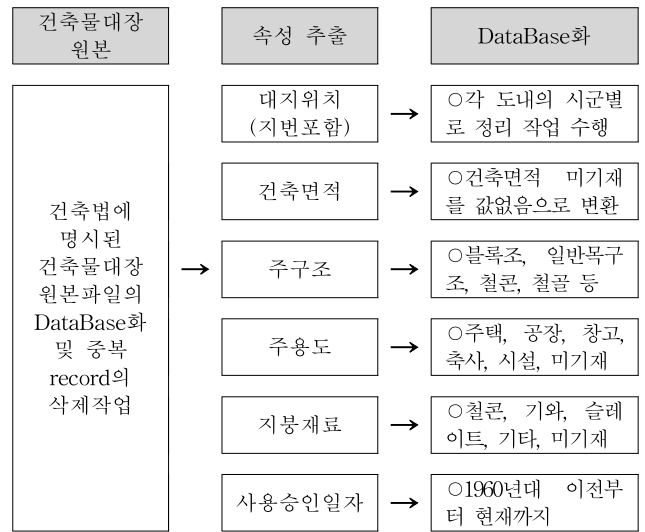


그림 4. 속성별 자료 구축 형태

**3.2 석면슬레이트의 일반적인 분포특성**

전국 6,836,352개의 건축물대장을 분석한 결과 석면슬레이트를 지붕재료로 사용한 건축물은 총 1,236,464개로 18.09%를 차지하였다. 전체 건축물의 면적은 1,295,880,986m<sup>2</sup>고 석면슬레이트 건축물의 면적은 95,806,255m<sup>2</sup>로 건축면적기준으로는 7.39%를 차지하였다.(2010년 4월 기준) 지역별로는 건축물 수 기준으로 경상북도(15.69%)와 전라남도(15.41%)가 높고 건축면적 기준으로는 경기도(17.30%)와 전라남도(16.97%)가 높은 비율을 차지하였다. 지역별 슬레이트 건축물 수와 건축면적은 표 2와 같다.

표 2. 지역별 슬레이트 건축물(건축물 수:동, 건축면적:m<sup>2</sup>)

지역	슬레이트 건축물수	전국대비 비율	슬레이트 건축면적	전국대비 비율
서울특별시	11,382	0.92%	790,901	0.83%
부산광역시	47,304	3.83%	1,755,130	1.83%
대구광역시	19,210	1.55%	2,622,031	2.74%
인천광역시	20,804	1.68%	1,779,733	1.86%
대전광역시	10,880	0.88%	334,195	0.35%
광주광역시	12,682	1.03%	691,775	0.72%
울산광역시	13,959	1.13%	6,483,911	6.77%
경기도	137,671	11.13%	16,578,085	17.30%
강원도	72,626	5.87%	3,307,687	3.45%
충청북도	72,070	5.83%	4,502,193	4.70%
충청남도	97,157	7.86%	6,220,917	6.49%
전라북도	109,818	8.88%	8,416,837	8.79%
전라남도	190,567	15.41%	16,261,878	16.97%
경상북도	194,021	15.69%	12,538,067	13.09%
경상남도	175,850	14.22%	10,860,130	11.34%
제주도	50,463	4.08%	2,662,785	2.78%
합계	1,236,464	100.00%	95,806,255	100.00%

### 3.3 용도별, 건축연도별 분포특성 분석

전국의 석면슬레이트 건축물의 분포특성을 알아보기 위해서 용도별로 나누어 건축연도별로 재분류하여 개수기준(석면슬레이트 건축물수), 면적기준(건축면적)으로 각각 분석하였다. 주택의 경우 1960년대 이전 건축물이 개수기준 44.08%, 면적기준 44.58%로 가장 높고 연대를 거듭하면서 점점 감소하는 추세로 나타났지만 비 주택의 경우 개수기준, 면적기준 모두 1990년대가 가장 높은 비율을 차지하였다. 석면 폐, 악성중피종, 폐암 등 석면관련 질병의 평균 잠복기가 10~40년인 것을 감안하면 현재부터 2030년까지는 석면슬레이트로 인한 직업성노출 및 환경성노출에 의한 석면관련 질병이 계속 증가할 것으로 예측된다. 또 전국적으로 주택과 비 주택의 건축연도별 분포가 다르기 때문에 철거, 해체관련 대책 및 정책입안 과정에서 반드시 고려해야 할 것이다. 1990년대의 석면슬레이트 사용이 가장 높다는 점과 주택과 비 주택의 건축연도별 분포가 다르다는 점을 현재 건축물관련 정보 중에서 가장 정확한 자료라고 판단되는 건축물대장 자료를 바탕으로 증명한 것으로 가치가 있다고 사료된다. 그림 7에서 알 수 있듯이 전체적인 비율에서도 면적기준으로 1990년대의 석면슬레이트 건축물의 비율이 가장 높으며 가장 많은 양의 석면슬레이트가 사용되었음을 알 수 있다. 그림 5와 그림 6은 용도별 석면슬레이트 건축물의 건축연도 현황을 개수기준과 면적기준으로 나타내었고 그림 7은 전국 석면슬레이트 건축물의 건축연도별 비율분포를 나타내었다.

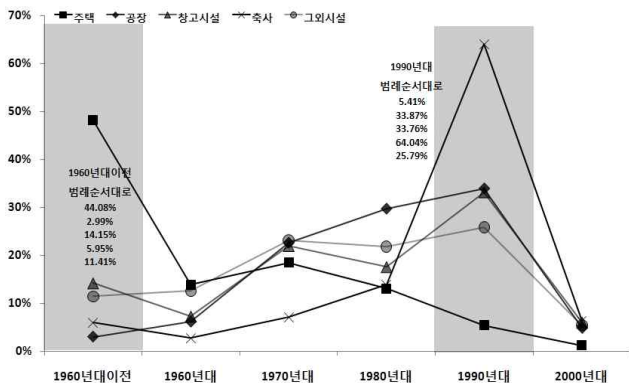


그림 5. 용도별 석면슬레이트 건축물의 건축연도 현황(개수기준)

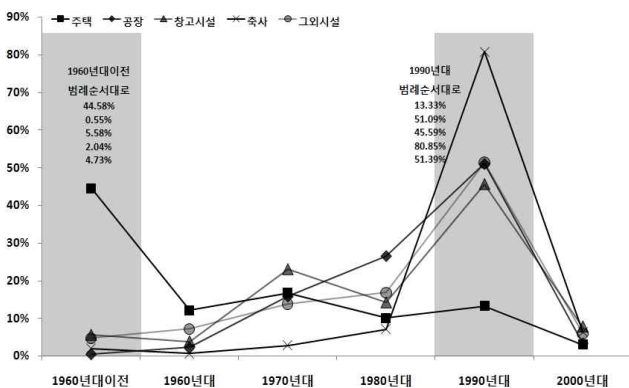


그림 6. 용도별 석면슬레이트 건축물의 건축연도 현황(면적기준)

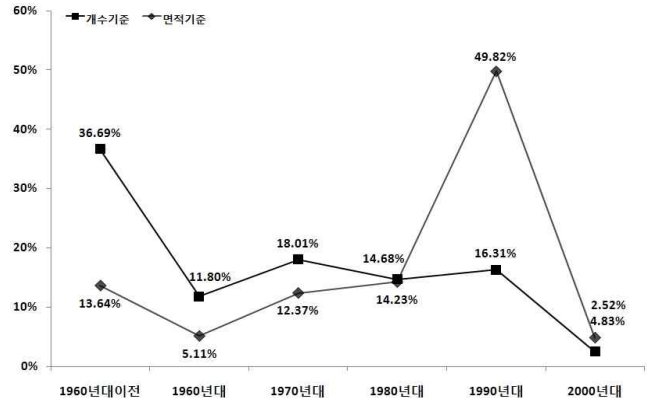


그림 7. 전국 석면슬레이트 건축물의 건축연도별 비율분포

## 4. GIS 이용 석면슬레이트의 분포지도 작성

### 4.1 용도별 석면슬레이트 분포지도 작성

본 연구는 전국적으로 광범위하게 분포하고 있는 석면슬레이트의 시군별, 용도별, 건축연도별 분포특성에 대한 고찰과 ArcGIS를 기반으로 한 DB를 구축 및 이것의 시각화에 목적을 두었다. 진장에서 전국의 석면슬레이트 분포특성을 고찰하였으며 본장에서는 이를 지역별 및 속성별로 시각화한 결과이다. 표 2와 그림 5, 6에서 언급한 내용을 모든 시군별, 용도별, 건축연도별로 DB화하여 분포지도를 작성한 결과는 그림 8과 같다. 한편 지면의 한계로 인해 모든 DB의 분포지도는 생략하였으며 ArcGIS의 선택옵션으로 지역기준, 용도기준, 건축연도기준, 석면슬레이트 건축물의 면적기준, 석면슬레이트 건축물의 개수기준 등 필요에 따라서 다양한 주제로 표현이 가능하다. 일반적으로 사람이 생활하는 주택과 공장의 분포지도는 a, a-1, b, b-1과 같고 석면슬레이트가 가장 많이 사용된 1990년대의 분포지도는 c, c-1과 같다. type a는 natural breaks로 속성별로 분류하여 시각화하였고 type b는 석면슬레이트 건축물의 지역별 총 면적을 기준으로 최대값과 최소값을 equal interval로 시각화한 것이다. 주택의 석면슬레이트 면적은 강원도지역에서 대체적으로 낮게 나타났는데 이것은 전체 건축면적이 낮은 것에 기인한 것으로 판단되며 경상남도과 전라남도지역, 제주특별자치도 내의 제주시가 대체적으로 높게 나타났다. house-type b를 보면 제주시의 주택 석면슬레이트 면적이 다른 지역에 비해 압도적으로 높은 것을 알 수 있다. 공장의 석면슬레이트 면적은 주로 수도권지역과 울산광역시와 부산광역시, 포항 등의 면적이 높은 것을 알 수 있다. 주로 공장이 밀집된 지역에서 석면슬레이트의 면적이 높으며 공장 건축물에 석면슬레이트가 많이 사용되었다고 볼 수 있다. factory-type b를 보면 울산광역시의 공장 석면슬레이트 면적이 다른 지역에 비해 압도적으로 높은 것을 알 수 있다. 주택과 공장 이외에 창고, 축사, 그 외 시설 등에 대해서도 모두 DB를 구축하였으나 지면의 한계로 생략하였다.

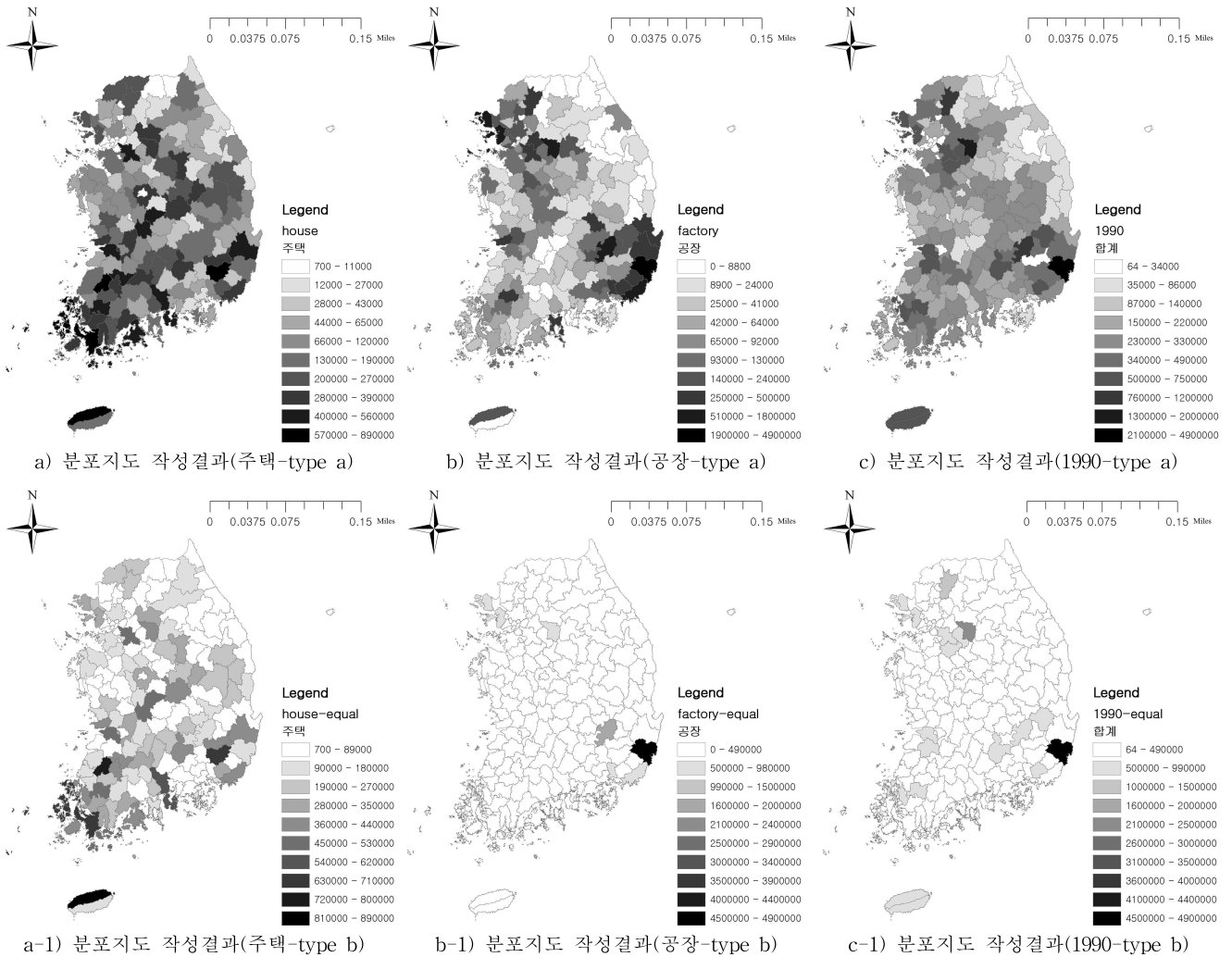


그림 8. 용도별, 건축연도별 석면슬레이트 분포도

#### 4.2 건축연도별 석면슬레이트 분포지도 작성

그림 8의 c, c-1은 전국 석면슬레이트의 건축연도별 분포지도를 작성한 결과이다. 1960년대 이전부터 1960년대, 1970년대, 1980년대, 1990년대, 2000년대 이후로 연대별로 나누어 모두 DB화 하였고 그림 7에서와 같이 면적기준으로 가장 석면슬레이트가 많이 사용된 1990년대의 석면슬레이트 면적을 지역별로 시각화하여 나타내었다. 1990년대의 석면슬레이트 건축물은 울산광역시와 다른 지역에 비해 압도적으로 높고 이것은 그림 b-1과 종합하여 1990년대에 울산광역시의 공장건축물이 대량으로 석면슬레이트를 사용한 결과라 판단할 수 있다. 건축연도별 석면슬레이트 분포지도는 석면슬레이트의 노후화에 따른 석면 섬유 배출증가<sup>6)</sup>와 관련하여 향후 다양한 형태의 보고서나 관련연구 등에 그 활용도가 매우 높을 것으로 짐작된다. 특히 정부의 석면슬레이트 철거, 해체와 관련한 지원 대책 마련에도 효율적으로 활용될 수 있을 것이다.

#### 4.3 전국 총 석면슬레이트 분포지도 작성

주택, 공장, 창고, 축사, 그 외 시설의 용도별 석면슬레이트 DB와 각 건축연도별 석면슬레이트 DB를 종합하여 각 시군별 총 석면슬레이트 분포지도를 작성하였다. 개수 기준, 면적기준 모두 DB를 구축하였으며 그림 9는 면적 기준으로 시군별 총 석면슬레이트 분포지도의 작성 결과이다. 특히 단일 시군으로 울산광역시의 총 석면슬레이트 건축물의 면적이 압도적으로 높은 것을 알 수 있었다. 향후 효율적인 석면슬레이트의 철거, 해체를 위한 관리와 활용을 위해서는 시군별 단위에서 더 나아가 전국 각 지역의 각 건축물별로 GIS기반의 DB를 구축할 필요가 있다. 철거, 해체업체와 폐기물 운반 및 매립업체의 고려와 함께 적정처리를 위한 종합계획을 세운다면 경제성을 크게 향상시키고 인체, 환경적 측면에 대한 고려가 가능해질 것으로 예상된다. 또 각 건축물당 석면슬레이트의 발생량과 철거, 해체 및 운반, 매립비용, 예상철거시기, 사용 및 철거에 따른 위해성평가 등 웹기반의 통합석면관리시스템의 도입이 가능해질 것이고 증강현실을 이용한 어플리케이션의 개발이 가능해질 것이다.

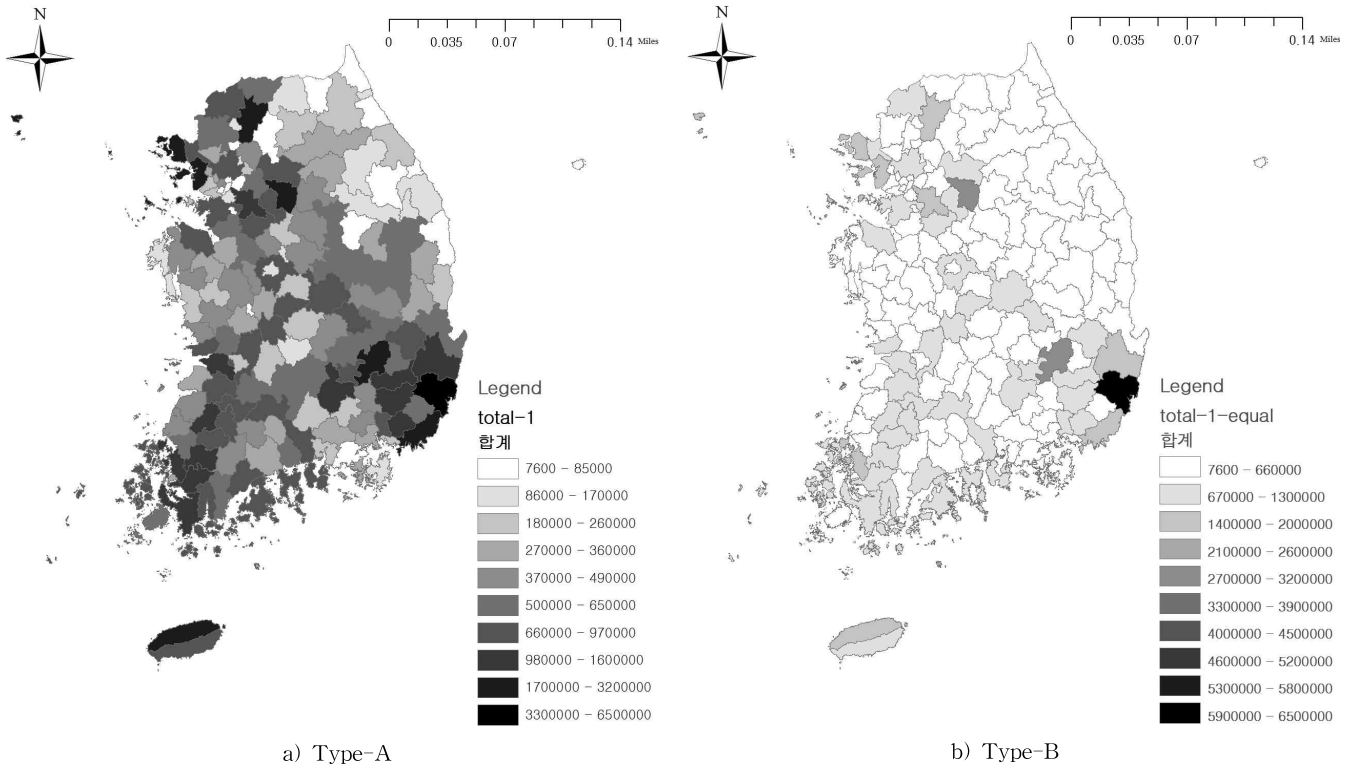


그림 9. 전국 석면슬레이트 분포지도 작성 결과

5. 결론

본 연구는 전국의 모든 행정구역을 대상으로 국토해양부 세움터의 건축물대장 상 석면슬레이트를 지붕재료로 사용한 건축물에 대해서 ArcGIS를 이용하여 DB화하고 이를 시각화하여 주제별 분포지도를 작성하였다. DB구축 과정에서 도출된 결론은 다음과 같다.

첫째, 석면슬레이트 건축물은 지역별로 건축물 수 기준 경상북도(15.69%)와 전라남도(15.41%)가 높은 비율을 차지했고 건축면적 기준으로는 경기도(17.30%)와 전라남도(16.97%)가 높은 비율을 차지하였다.

둘째, 석면슬레이트 건축물의 용도별 건축연도 현황을 보면 주택의 경우 1960년대 이전 건축물이 가장 많고 점점 감소추세로 나타나지만 비주택의 경우 점점 증가추세를 보이다가 1990년대에 가장 많은 비율을 차지하였다.

셋째, 본 연구에서 도출된 석면슬레이트의 Arc GIS 기반 DB는 각 요소별로 전국적인 분포를 시각화하여 빠른 지역별 유형화를 통한 정책적 활용이 가능할 것이고 향후 다양한 형태의 보고서나 연구문헌에 활용 기여도가 매우 높을 것으로 판단된다.

본 연구의 결과는 웹기반의 통합석면관리시스템의 개발과 증강현실을 이용한 어플리케이션개발을 위한 선행 연구로서 시군단위에서 나아가 각 건축물당 DB의 구축과 건축물대장에 누락된 불법건축물에 대한 고려를 포함하여 향후 연구과제로 남겨두기로 한다.

참고문헌

1. 김영찬 외 2인, 「농어촌 주택 석면슬레이트 지붕재료 사용실태 및 거주자 인식도 조사」, 대한건축학회논문집, 2010. 11
2. Bornemann P, Hildebrandt U. 「On the problem of environmental pollution by weathering products of asbestos cement.」 Staub Reinhalt. Luft, 1986
3. 환경부, 「석면관리총람」, 2009
4. 백도명 외 8인, 「우리나라 일부 석면사업장의 석면폐 유형률」, 대한산업의학회지 제 7권 제 1호, 1995
5. 김영찬 외 3인, 「도시지역 건축물의 석면슬레이트 지붕재료 분포특성 연구」, 대한건축학회논문집, 2011. 1
6. 김현욱 외 5인, 「슬레이트 지붕 노후화에 따른 석면 섬유 방출량」, 한국 산업위생학회지 제 20권 제 2호, 2010
7. Spurny KR, 「On the release of asbestos fibers from weathered and corroded asbestos cement products.」 Environmental Research, 1989
8. 유용신 외 2인, 「건축물 해체 시 안전한 석면관리를 위한 체크리스트」, 한국건설관리학회 전국 대학생 학술발표대회 논문집, 2010. 11
9. 구준모, 「국내의 석면 해체. 제거 작업」, 한국건설순환자원, 2009
10. 김정옥 외 3인, 「건축물대장을 이용한 수치지도 축성정보의 효율적 갱신방안 : 새주소사업의 건물번호 이용을 중심으로」, 한국측량학회지, 제 26권 제 3호, 2008
11. 신상영, 「주택재고 산정을 위한 기초자료의 현황 및 개선방안 : 서울시 건축정보시스템을 중심으로」, 한국 GIS학회, 공동춘계학술대회 논문집, 2007. 6
12. 신용철, 손병훈, 홍원화 「건축물 해체시 폐석면 관리제도에 관한 연구」, 대한건축학회 대구경북지회, 2007
13. 김이현 외 5인, 「GIS이용 폐기물 발생량 분포지도 작성」, 유기성자원학회 제 18권 제 2호, 2010

투고(접수)일자: 2011년 3월 31일

심사일자: 2011년 4월 5일

게재확정일자: 2011년 6월 8일