

# 특집

## 소음지도

# 소음지도를 활용한 소음 노출 인구 산출

박상규\*, 박인선  
(연세대학교 환경공학부)

### 1. 머리말

소음지도는 1990년대에 유럽에서 각국의 소음저감을 위한 정책수립 목적으로 제시되었다. 2000년대 들어, 유럽의회(EC)는 장기적인 소음정책의 발전을 위해서 EU noise expert network를 신설하고, directive 2002/49/EC를 채택하기에 이르렀다. 이 지침은 주민 건강과 환경을 높은 수준까지 도달시키기 위한 유럽 공동체 정책의 일환으로 제시되었으며, 환경소음의 노출로 인한 불쾌감과 해로운 영향을 피하고 예방 또는 감소시키기 위한 목적에서 채택된 것이다. 이로 인해 그동안 각국에서 독자적인 방법으로 제작되던 지도가 통합될 계획이며, 기존의 소음지도외에 소음노출 인구수 및 소음노출 가구수를 산정, 표시할 수 있는 지도를 제작할 예정이다.

기존의 소음지도는 빨강색, 녹색, 파란색을 기본으로 하여 각각 2°개의 색상을 혼합하여 소음도를 표시하는 RGB(red-green-blue)방식을 채택하여 임의의 단계로 표현하고 있다. 그러나 이 방식은 소음기준에 따른 색상 분류, 행정구역별 소음폭로 현황과 소음노출인구산정에 부적합하다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 RGB방식의 소음지도를 재구성하여 소음지도를 개선하는 것이 필요하다.

재구성 소음지도(over-ride value noise map)는 임의의 단계로 표현된 소음지도의 RGB코드를 분석한 후 객체지향 프로그래밍의 재구성 기능을 이용하여 임의의 소음기준을 만족하는 지역과 만족하지 못하는 지역을 구

별하여 표시할 수 있는 지도로 정의할 수 있다. 이러한 절차를 거쳐 만들어진 재구성 소음지도 데이터와 지형레이어(layer), 인구 및 주거 통계 커버리지(coverage), 그리고 GIS 공간통계분석(spatial statistics analysis)<sup>1)</sup>기법을 통해 소음노출 인구 및 주거수를 산출할 수 있다. 이것은 기존의 설문을 통한 분석이나 거리에 따라 계산된 경험식을 이용한 방법에 비해 보다 향상된 통계적, 공간적 분석을 할 수 있다. 또한 도로교통소음지도, 철도소음지도, 항공소음지도, 공장소음지도와 같은 모든 소음지도에 적용가능하며, 소음피해정보를 보다 더 정확하게 표현할 수 있다.

### 2. 소음지도

#### 2.1 소음지도란 무엇인가?

소음지도는 실외 소음레벨, 소음폭로 정도, 소음의 영향과 관련 있는 정보를 표현하기 위하여 가공되지 않은 데이터(raw data)를 수집하고 계산할 뿐만 아니라, 모델링을 위한 검색과 저장의 모든 과정을 포함해서 그래픽이나 수치적으로 나타낸 지도 형식을 말한다.

유럽의회의 Directive 2002/49/EC에서 소음지도의 정의를 살펴보면, 소음지도는 소음표시관점에서 효력이 있는 타당한 기준값을 초과하는 현재 또는 예측된 소음환경 데이터의 표현을 의미한다. 그리고 어떤 지역에서 소음의 영향을 받는 사람의 수, 또는 임의 지역의 소음표시기준 이상으로 노출된 주거수를 표현하는 것을 의미한다.

\* E-mail : skpark@dragon.yonsei.ac.kr / Tel : (033) 760-2442

소음지도는 일반적으로 지역소음지도(local noise map), 도로교통소음지도(road traffic noise map), 철도소음지도(rail noise map), 항공소음지도(aircraft noise map)가 있으며, 지역소음지도를 제외한 나머지 소음지도는 운송수단에 따라서 제시된 지도이다. 지역소음지도는 어떤 지역의 측정된 소음을 바탕으로 현재 소음환경을 GIS를 이용하여 표현한 지도이다. 도로교통소음지도는 도로상에서 발생하는 소음도를 영향인자(교통량, 도로현황, 주위환경)와 수학적식을 통해 예측된 결과 값을 이용하여 제작한 지도이다. 철도소음지도와 항공소음지도 역시 도로교통소음과 마찬가지로 각각의 영향인자와 예측식을 통해 제작된 지도이다.

## 2.2 소음지도 제작

소음지도 제작은 원주시의 주요도로를 중심으로 주변의 6개동을 대상지역으로 선정하였으며, 주요도로의 교통량, 노선별 구간속도, 도로정보를 조사하였다. 교통량과 구간속도는 건설교통부의 교통량조사지침에 따라 주간에 15분씩 24회를 측정하였다.

지리정보는 원주시의 축척이 1:25000인 수치지도 4도엽을 결합(merging)하여 제작하였으며, 도로, 주택, 등고선 레이어(layer)를 추출하여 기본 레이어를 형성하였다.

소음계산은 roadnoisemap 2000(WS ATKINS)을 이용하여 계산하였으며, 소음예측에 사용된 계산식은 영국 교통부에서 발표한 CRTN(calculation of road traffic noise)이다.

## 2.3 재구성 소음지도 제작

재구성 소음지도 제작은 RGB map이나 5 dB, 10 dB step map에서 각 소음도를 나타내는 칼라를 RGB code(16진수)로 나타낸 후, 일정기준이 되는 소음도(value)를 중심으로 만족하는 code집단과 만족하지 못하는 code 집단으로 분류하는 RGB code grouping과정을 거친다. 아울러 각각의 집단에 임의로 RGB code를 부여하여 두 집단이 기준값을 중심으로 다른 색상으로 양분되게 작성한다. 이와 같은 방법을 통해, 소음환경기준에 명시된 60 dB(A), 63 dB(A), 68 dB(A) 등의 소음도를 기준값으로 하여 이것을 초과하는 지역과 그렇지 못한 지역으로 나누어 표시할 수 있다.

그림 1은 소음지도 제작, RGB code분류 및 grouping,

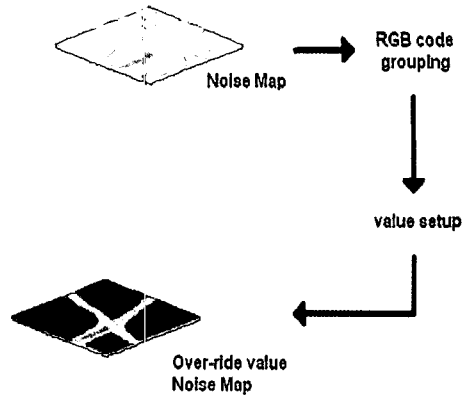


그림 1 Over-ride value 소음지도 제작과정

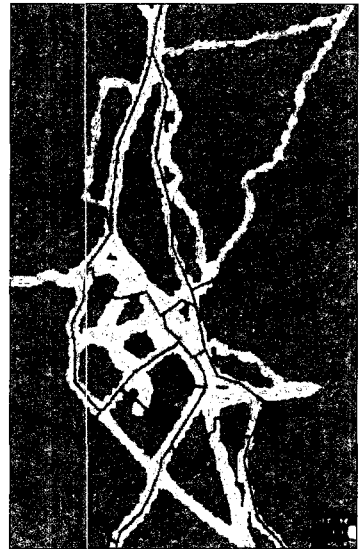


그림 2 Over-ride value 소음지도(60dB(A) 기준)

기준값 설정(value setup)을 통해 재구성 소음지도가 제작된 과정을 나타낸다.

그림 2는 재구성 소음지도를 공간통계분석(spatial statistical analysis)에 필요한 지리정보로 가공하기 위하여 ArcView ver 3.2(ESRI)를 이용하여 6개 동 및 그 주변의 행정구역 정보와 연결하였다. 이렇게 형성된 데이터는 공간통계분석시 지역별 인구 및 세대수와 지역별 소음정보를 연결하는데 사용한다. 그림 2는 행정구역 정보와 연결된 지도로서, 검정실선은 행정경계, 흰 실선은 주요도로, 빨간 부분은 60 dB(A)이상인 지역, 파란 부분은 60 dB(A)이하인 지역을 나타낸다.

### 3. 소음 노출인구 산정

#### 3.1 커버리지 형성

##### (1) 폴리곤 형성

재구성 소음지도와 행정구역별 속성정보(인구수, 세대수)의 일대일 관계형 데이터베이스 형성을 위하여, 행정경계를 중심으로 6개 동에 대한 행정구역별 폴리곤(polygon)을 형성했다(그림 3). 여기서 폴리곤은 shape 형태의 고유한 데이터 필드(field)를 갖는다.

형성된 폴리곤은 기준값에 따라 새로운 레이어에서 기준이상의 지역과 기준이하의 지역으로 폴리곤으로 재형성한다. 동일한 지역 내에 같은 성질을 갖는 다수의 폴리곤이 존재할 경우는 polygon union을 통해 하나의 shape 형태를 형성할 수 있도록 하였다.

위 과정을 통해 형성된 6개동의 폴리곤은 각각의 고유한 ID를 부여하여 데이터베이스를 형성하였다.

##### (2) 데이터베이스 형성

인구수 및 세대수는 교통량 조사시기와 같은 시기에 조사된 원주시 주민등록 인구현황을 참조하였으며, 각 동별로 ID를 부여하여 폴리곤 데이터베이스와 연결하였다. 그림 3은 재구성 소음지도, 행정구역별 폴리곤 데이터, 폭로지역 데이터를, 속성정보(인구수, 세대수)를 연결한 그림이며, 지도상에 ID 5번을 선택시 폴리곤과 연결된 정보가 통합된 테이블 데이터로 나타나는 것을 보여준다.

#### 3.2 공간통계분석(Spatial Statistical Analysis)

공간통계분석은 ArcView ver 3.2(ESRI)에서 폴리곤으로 형성된 shapefile에 존재하는 행정구역의 면적을 구하기 위해 객체지향적 방식의 Avenue언어<sup>®</sup>를 이용하여 스크립트를 작성하여 면적을 계산하거나, map calculator를 이용하여 면적을 계산하였다. 결과는 행정구역별 필드를 생성하여 폴리곤의 속성데이터를 형성하였으며, 같은 방법으로 행정구역내의 기준 이하 지역의 면적을 계산하였다. 이렇게 계산된 두 자료의 분석을 통해 지역별 폭로면적을 구하였으며, 그림 4는 분석된 지역의 면적 구성비를 나타낸 그림이며, HakSung-Dong, MyoungRun-Dong과 IlSan-Dong의 면적이 전체면적의 80%를 차지하는 것을 볼 수 있다.

인구밀도 및 단위면적당 세대수는 계산된 지역별 면적데이터와 공간통계분석을 통해 구한 후, 이것을 행정구역별 데이터베이스에 저장한다.

#### 3.3 노출인구 산정

공간통계분석결과에서 폭로면적과 인구밀도의 상관분석을 통하여 행정구역별 소음노출인구 및 소음노출 세대수를 구하였다. 소음노출인구( $N_{ep}$ )는 공간분석을 통해 얻은 면적( $A_f$ ), 기준이하지역 면적( $A_b$ ), 일정 segment의 인구밀도(PDs)의 관계로 정의되며, 이를 식 (1)에 정리하였다.

$$N_{ep} = (A_f - A_b) \cdot (PD_s) \quad (1)$$

#### 3.4 소음 노출인구 산정 결과

소음노출인구를 계산한 결과 6개동에서 60 dB이상 노출된 인구가 33,472명이고, 세대수는 11,635세대였다. 이중 노출인구가 50%가 넘는 동은 4개동이며, 6개동의 전체인구 중 44.4%가 60 dB이상의 소음에 노출되고 있다. 또한 모든 주요도로와 인접한 JungAng-Dong은 4308

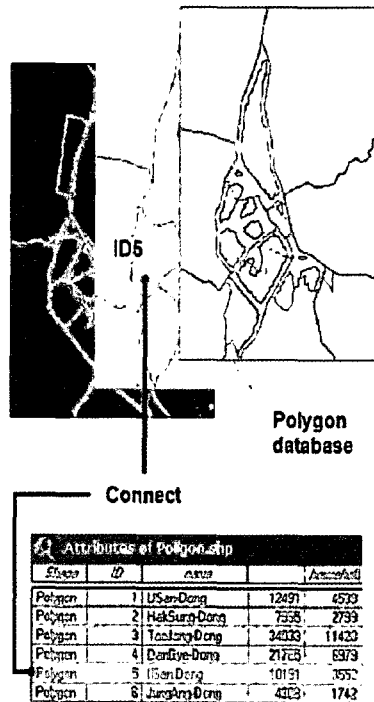


그림 3 폴리곤 데이터베이스

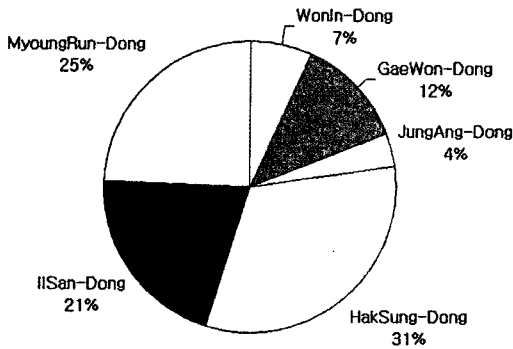


그림 4 면적 구성비

표 1 소음노출인구 분석결과

Name	Exposure Population	Exposure Household	Exposure Population rate(%)
WonIn-Dong	4,546	1,572	52.53
GaeWon-Dong	6,735	2,308	52.35
JungAng-Dong	3,987	1,612	92.55
HakSung-Dong	3,715	1,300	46.47
IISan-Dong	5,911	2,060	58.01
MyoungRun-Dong	8,578	2,783	27.35
Summation	33,472	11,635	-

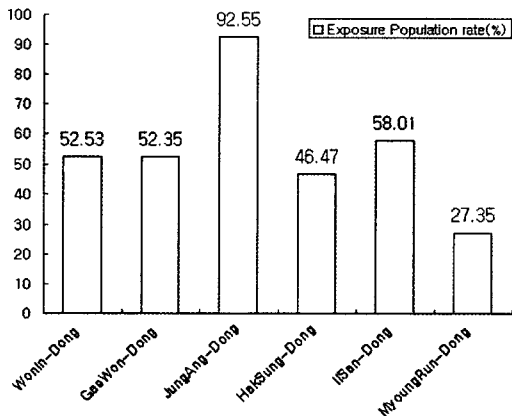


그림 5 소음노출인구율(%)

명중 3987명(92.55%)이 60 dB이상의 소음에 노출되었다.

표 1은 노출인구, 노출세대수, 노출인구비율 계산결과이고, 그림 5는 지역별 소음폭로비율을 나타낸다. 그림 6은 행정구역별 소음노출인구수와 세대수를 나타내며, MyoungRun-Dong의 노출인구와 세대수가 가장 많

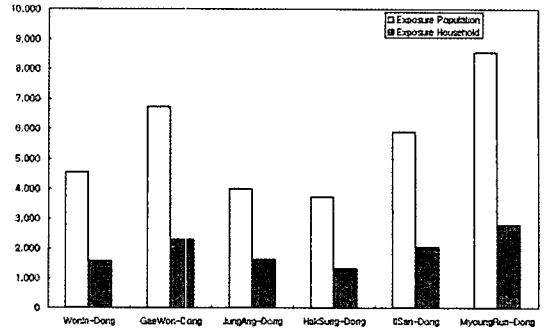


그림 6 소음노출인구 분석결과

음을 알 수 있다.

### 3.5 소음노출인구지도

소음노출인구지도는 노출인구결과와 지리정보체계를 활용하여 제작하였다.

그림 7은 노출인구비율 데이터와 행정구역별 폴리곤 데이터를 연결하여 비율이 높은 지역은 빨간색으로, 낮은 지역은 파란색(blue to red color ramp type)으로 나타내었다.

그림 8은 인구수, 폭로인구수, 세대수, 폭로세대수를 지리정보와 결합하여 나타낸 차트지도(chart map)이다. 이와 같이 공간통계분석 데이터는 다양한 형태의 지도로 표현될 수 있다.

## 4. 맺음말

소음노출인구 산출방법은 재구성 소음지도, 지리적 공간데이터, 인구통계조사 데이터의 폴리곤형태의 데이터베이스를 형성한 후, 공간통계분석을 이용하여 소음폭로지역과 폭로지역내의 인구와 세대수를 산정하는 방법이다. 이 방법은 기존의 설문을 통한 소음노출인구 산정이나 경험적 계산식을 이용한 방법에 비하여 공간적, 시간적 제약이 받지 않으며, 보다 신속하고 정확한 결과를 얻을 수 있었다.

또한 획득된 정보는 지리정보시스템을 통해 지역별 노출지도를 작성할 수 있었으며, 이것은 지역개발 및 계획에 따른 영향 예측 및 환경정책 수립시 정보를 제공할 수 있다.

재구성 소음지도는 현재 개발되는 모든 종류의 소음

Noise Exposure Population Rate(%)

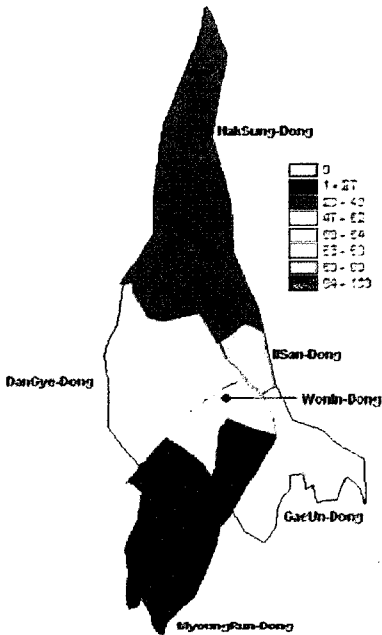


그림 7 소음노출인구율 지도

Exposure Chart Map

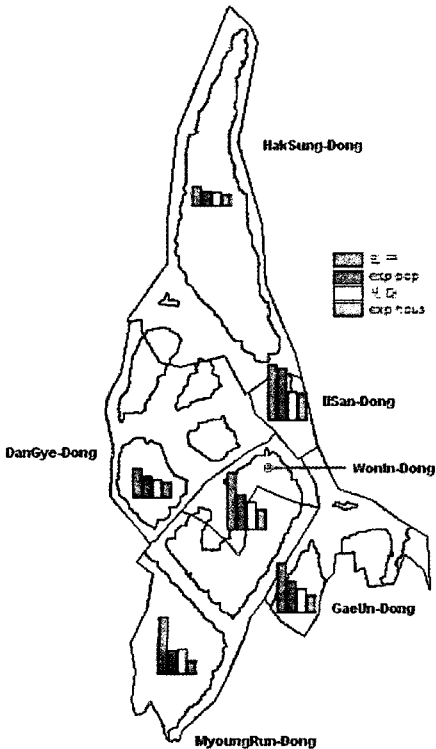


그림 8 소음노출인구 차트지도

지도(도로교통소음지도, 철도소음지도, 항공소음지도와 공장소음지도)와 연계가 가능하며, 운송수단의 증가 및 소음에 영향을 주는 인자의 변화에 따라 예측된 소음지도를 이용하여 소음폭로인구의 변화도 예측할 수 있으며, 대기, 악취와 같은 다른 분야의 환경피해에 따른 폭로인구산출도 가능하다. [1]

### 참고문헌

- (1) Jay Lee, David W.S.Wong, 2001, "Statistical Analysis with ArcView GIS, John Wiley & Son.
- (2) Department of Transport Welsh Office HMSO, 1988 Calculation of Road Traffic Noise, HMSO BOOKS.
- (3) Amir H. Razavi, 2002, "ArcView GIS Developer's Guide Programming with Avenue", OnWord Press.
- (4) 박인선, 박상규, 2005, "Over-ride Value 소음지도를 이용한 소음노출인구 산정방법 연구", 한국소음진동공학회논문집, Vol. 15 No. 7, pp. 859-864.
- (5) 박인선, 박상규, 2005, "국내소음지도 표준화를 위한 현황 평가", 한국소음진동공학회 춘계학술대회논문집, pp. 517-520.
- (6) 박상규, 박인선, 2003, "교통소음관리를 위한 소음지도 구축", 한국소음진동공학회 교통소음저감대책세미나, pp. 35-53.
- (7) 박인선, 박상규, 2003, "정온한 도시환경을 위한 소음지도 개발 및 응용연구", 한국소음진동공학회 춘계학술대회논문집, pp. 1182-1186.
- (8) 장성기, 강대준 외 4인, 2002, "교통소음 노출인구 산정에 관한 연구(II)", 국립환경연구원보, 제24권, pp. 259-276.
- (9) The European Parliament and of the Council, 2002, "Relating to the Assessment and Management of Environmental Noise, Directive 2002/49/EC", Official Journal of European Communities, pp. L189/12 ~L189/25.
- (10) European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise; 2003, "Good Practice Guide for strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure", WG-AEN.