

국내의 소음지도 제작과 활용에 대한 연구

Study on the Noise-mapping Procedure in Korea and Application of Noise map

오진우* · 장서일** · 이기정***

Jin Woo Oh , Seo Il Chang and Ki Jung Lee

Key Words : noise map(소음지도), Environmental noise(환경소음)

ABSTRACT

Recently, one of the reason of noise problems is urban planning has little concern about noise. For solving noise problems, strategic action is needed during urban planning. The noise map is one of the solution for concerning about noise in urban planning and EC has been studied the noise map for the strategic purpose since 1970s. The noise map is powerful tool for predicting sound level, calculating exposure population and evaluating the efficiency of the noise reduction plan.

In Korea, The noise map is a unfamiliar field. The experience is few for noise-mapping and the noise mapping procedure has not been standardization yet. For activation of noise map, the study about fundamental problems of collecting data and noise-mapping procedure must be need.

This paper is for studying on the noise-mapping procedure in Korea and application of noise map.

1. 서 론

우리나라의 소음 분쟁은 해가 갈수록 점점 심각해지고 있다. 이는 도시의 계획 및 성장과정에서 소음에 대한 고려가 전무하였기 때문일 것이다. 현재 소음에 대한 대책은 후처리식의 소극적 대처가 대부분이며 방음벽이 거의 유일한 대안으로 사용되고 있는 실정이다. 국내 사정은 이러한 반면에 현재 유럽에서는 정책결정과정에서 소음영향까지 고려하려는 연구가 활발하다. 이를 위해서 사용하는 도구가 소음지도이다. 하지만 국내에서 소음지도라는 것은 아직 생소한 것 일 뿐더러 이에 대한 연구가 몇몇 이루어지기는 하였으나 표준이나 기준조차 확립되어있지 않은 상황이다. 이에 본 논문은 국내 현 상황에서 소음지도를 제작하여 보고 제작과정에서 발생할 수 있는 문제점이나 부족한 부분을 검토하며 소음지도의 활용에 대하여 연구하였다.

2. 이론적 배경

2.1 소음지도

소음지도라 함은 이론적으로 증명된 예측식이나 실험상의

결과로 얻은 경험식 및 지리정보시스템(GIS, Geographic Information System)을 사용하여 소음의 수치와 분포를 계산하여 계절적인 변화나 시간적인 변화에 관한 데이터를 분석하여 제시하여 주는 지도이다. 소음지도는 소음도의 단순 제시는 물론이고 소음노출인구나 소음저감 대책에 따른 경제성까지도 판단할 수 있다. 이러한 소음지도의 효용성에 의하여 최근 소음지도에 관한 관심이 증대되고 있는 상황이며 유럽의 EC(European Community)가입국들은 인구수가 25만을 넘는 도시의 소음지도를 2007년까지 의무적으로 제작하도록 하고 있다.

2.2 소음지도의 제작과정

소음지도의 제작은 다음과 같은 과정을 거치게 된다.

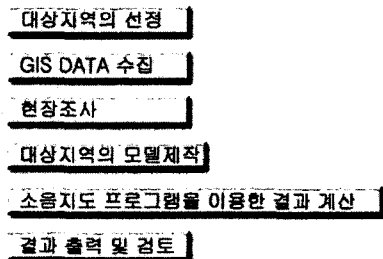


Figure 1. The procedure of noise mapping

* 서울시립대학교 대학원
E-mail : ozinu@hanmail.net
Tel : (02) 2210-2333, Fax : (02) 2244-2245

** 서울시립대학교 환경공학부

*** 서울시립대학교 대학원

대상지역이 선정되었으면 그 지역에 해당되는 GIS DATA(지형자료와 속성자료)를 수집하고 현장조사를 통하여 부족한 자료의 보완이나 수집된 자료의 정확성을 파악한다. 수집된 자료를 바탕으로 대상지역에 대한 모델을 제작한다. 모델의 제작에는 지형과 건물의 위치와 높이가 모두 고려되어야 하며 완성된 모델을 소음지도 프로그램을 이용하여 계산하고 계산 결과를 출력하게 된다.

3. 연구 방법

3.1 대상지역의 선정

본 논문의 대상지역은 도로와 철도가 혼재하는 서울시 내의 한 개구를 대상으로 한다. 대상지역은 가로길이가 약 5.5km, 세로길이가 약 4km인 지역으로써 외곽으로 교통량이 많은 동부간선도로와 북부간선도로가 위치하고 있고 중앙으로 중앙선이 관통하고 있어 종합적인 소음에 대한 영향의 파악이 가능하고 대상지역의 중앙과 구 경계지역에 해발 500m이상의 산이 있어 지형에 따른 소음영향의 변화과약도 용이하다.

3.2 자료의 수집

소음지도 제작을 위해서는 기본적으로 지형과 장애물, 건물 등에 대한 자료가 요구된다. 이러한 자료를 수집하는 방법으로 공개된 자료나 기존의 자료들을 사용하는 것을 원칙으로 하며 이에 부족하거나 보강할 부분이 있는 경우에 한하여 현장조사를 실시하도록 한다.

3.3 소음원의 계산

소음원의 계산을 위해 상용프로그램 SoundPlan을 사용한다. SoundPlan의 경우 음원의 예측에 여러 가지 예측식을 적용할 수 있도록 구성되어 있으며 본 논문에서는 임의적으로 독일식을 이용하여 계산한다.

(1) 도로

도로의 경우는 지도를 바탕으로 하여 주요 도로를 선정하고 각 교차로를 중심으로 교통량의 변화가 일어나게 됨으로 교차로들을 분기점으로 하여 일일교통량, 차량의 속도와 소/대형 차량의 비율을 조사·측정한다. 자료의 조사는 서울시청 홈페이지 교통국에 공개된 교통영향평가 자료를 이용한다.

도로소음예측은 독일의 RLS90/DIN18005에 의해서 계산한다. 주요도로 선정기준은 시간당 교통량 800대이상이며 대형 차량의 분류기준은 2.8ton이상으로 한다. (시간당 800대는 대상지역의 주요 도로의 교통량을 고려하여 선택한 임의의 기준이며 2.8ton은 RLS90에 의한 분류기준이다.)

· RLS90/DIN18005

독일의 RLS90은 점음원 예측방법을 사용하며 음의 확산, 지표감쇠, 차음, 반사등을 고려한다. 기준은 다음 두 가지로 구분된 모델을 사용하는데 음원모델과 전달모델이다.

음원모델

$$L_{m,E} = L_m(25, basic) + C_{sp} + C_{Rn} + C_G + C_{Ref}$$

여기서 $L_m(25, basic)$ 는 소형차 100km/h, 대형차 80km/h의속력으로 직선의 아스팔트 도로를 달릴 때의 소음도이며 다음과 같이 구한다.

$$L_m(25, basic) = 37.3 + 10 \log(M \times (1 + 0.082 \times P))$$

여기서 M은 시간평균교통량(veh/h)이나 일일평균교통량(ADT)를 말하고 P는 2.8ton이 넘는 차량의 비율을 말한다.

C_{sp} 는 차량 속도, C_{Rn} 는 노면의 종류, C_G 는 노면의 경사, C_{Ref} 는 다중반사의 효과에 의한 보정치이다.

전달모델

$$L_m = L_{ME} + C_{SI} + C_S + C_{Ga} + C_{Sc}$$

여기서 L_{ME} 는 음원의 방사레벨이 되고 C_{SI} 는 도로구간의 길이, C_S 는 음의 확산, C_{Ga} 는 지표흡음과 기상의 영향, C_{Sc} 는 장애물에 의한 영향에 의한 보정치이다.

(2) 철도

철도소음은 Schall03/DIN18005에 의해 계산하며 철도 열차는 크게 화물과 여객열차로 분류하고 각각의 속도와 일일통행횟수를 조사한다. 자료조사는 철도시설공단 철도 열차 운행표를 이용하였다.

· Schall03/DIN18005

독일의 Schall-3/DIN18005는 열차의 종류, 길이, 속도, 궤도 종류등에 의해 계산되며 RLS90과 마찬가지로 음원모델과 전달모델로 구분하여 계산한다.

음원모델

$$L_{m,e} = 10 \log[\Sigma 10^{(0.1 \times (D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5))} + D_1 + D_2 + D_3 + D_4]$$

여기서 51dB는 열차의 기본소음이며 D_2 , D_4 , D_3 과 D_5 는 특정 열차에 따른 상수로써 D_2 는 열차의 종류, D_4 는 디스크 브레이크 차량의 비, D_3 은 차량의 길이, D_5 는 차량의 속도에 따라 결정된다. D_1 , D_2 , D_3 , D_4 는 궤도에 따른 상수로써 D_1 는 궤도의 종류, D_2 는 다리(bridge), D_3 는 수준교차(Level crossings), D_4 는 궤도 반경에 의해 결정되는 상수이다.

전달모델

$$L_{r,k} = L_{m,e,k} + 19.2 + 10 \log L_k + D_{l,k} + D_{s,k} + D_{BM,k} + D_{orr,k} + Bonus$$

$L_{r,k}$ 는 k번째 레일구역에 의한 수음점에서의 소음레벨이다. $L_{m,e,k}$ 는 레일구역에서의 방사레벨이며 L_k 는 관측각안에 보이는 레일의 한 구역 길이이다. $D_{l,k}$ 는 음원의 방향성, $D_{s,k}$ 는 음의 확산, $D_{BM,k}$ 는 지형과 기상에 의한 감쇠, $D_{orr,k}$ 는 장애물과 반사체의 영향에 의한 보정치이다.

4. 연구 결과

4.1 소음원의 계산

<Figure 2>는 대상지역내의 도로망을 나타낸 그림이고 이 중 선정기준에 부합하는 도로를 선정하여 모델 제작시 음원으로 적용한다. 대상지역내에 기준을 만족하는 도로의 총 길이는 약 5만 km정도이며 이 도로 간에 40여개 정도의

교차로를 이루고 있다.



Figure 2 Road map in the subject area

현장과 자료조사에서 얻어진 대표적인 도로에서의 교통량을 <Table 1>에 나타내었다. 교통량은 평일 일일 교통량이다.

(단위 : 대/일)

| 연번 | 도로 | 길이 | 교통량 | 조사일자 |
|----|--------|-------|--------|--------|
| 1 | 망우로_1 | 175m | 105383 | '02.11 |
| 2 | 망우로_2 | 413m | 76050 | '02.11 |
| 3 | 망우로_3 | 276m | 72500 | '02.11 |
| 4 | 망우로_4 | 485m | 66433 | '02.11 |
| 5 | 망우로_5 | 291m | 79483 | '02.11 |
| 6 | 망우로_6 | 382m | 95383 | '02.05 |
| 7 | 망우로_7 | 400m | 78283 | '02.05 |
| 8 | 망우로_8 | 303m | 73567 | '02.05 |
| 9 | 망우로_9 | 1200m | 75517 | '02.05 |
| 10 | 북부간선도로 | 4200m | 127500 | '04.09 |
| 11 | 동부간선도로 | 5200m | 85862 | '03.06 |

※ 출처 : 서울시 교통국 교통영향 평가자료 및 실측
Table 1. Traffic volume of main roads

4.2 소음지도 제작과정

(1) 지형자료의 불일치

수집된 지형자료는 크게 표고점과 등고선으로 분류할 수 있다. 하지만 수집된 자료에서 등고선과 표고점 사이에 불일치되는 지점이 있었다. 심하게는 오차가 10m이상이었으며 이러한 경우 등고선보다는 표고점이 더욱 정확한 지표가 된다. 그러나 표고점을 이용할 경우 점과 점사이의 변화나 표고점이 없는 지역을 예측하기는 힘들다는 단점이 있다.

소음의 특성상 지형의 고·저차는 중요한 변수로써 적지 않은 오차로 인해서 영향 평가의 결과 또한 신뢰성이 떨어질 수밖에 없다. 따라서 정확한 소음지도의 제작을 위해서는 공인된 명확하고 자세한 지형자료가 필요하다.

<Figure 3>는 표고점에 의한 지형도모델과 등고선과 표고점을 이용한 지형도모델의 비교결과이다.

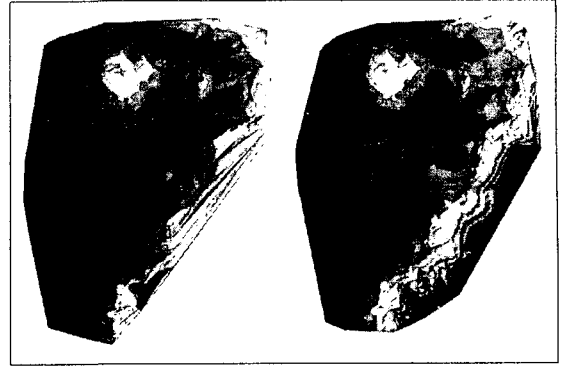


Figure 3 DGM(Digital Ground Map) using spot height (Left) / DGM using spot height and elevation line (Right)

표고점에 의한 지형모델의 경우는 표고점이 없는 부분, 고도가 높은 산악지형의 표현이 부족함을 알 수 있다. 평야지대의 경우는 자세한 형태의 지형표현이 가능하지만 많은 수의 표고점 때문에 모델의 제작시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 따라서 표고점을 간략화 시키고 등고선자료를 이용하여 보강하는 것이 현재로써 가장 효율적인 방법이라고 판단된다.

(2) 속성데이터의 수집

현재까지 속성데이터(지형, 도로, 건물의 정보 등)를 구하기 위해서는 해당 지방자치단체의 도움을 얻거나 직접 조사하는 수밖에 없었으며 자료의 종류도 한계가 있었다. 그러나 우리나라도 1995년부터 NGIS사업을 실시하여 이러한 속성자료에 대한 데이터베이스를 구축해 오고 있다. 최근에 국토지리정보원(<http://ngii.ngic.go.kr>)에서 이러한 자료를 공개하고 판매를 계획하고 있는 것을 확인할 수 있었다.

소음원의 계산에 필요한 도로속성데이터의 경우, 서울시의 경우는 대표적인 도로의 교통량과 속도를 서울시 교통국(<http://www.seoul.go.kr>)에서 공개하고 있고 주요 간선도로나 국도 등의 교통량 자료는 교통량 정보 제공 시스템(<http://www.road.re.kr/index.asp>)에서 확인할 수 있다. 소음원 산정에 필요한 세세한 교차로별 교통량과 방향에 따른 속도의 경우도 서울시 교통국에서 교통영향평가시 수집된 자료를 데이터베이스화 하여 제공하고 있다. 다만 교통영향평가시의 날짜와 연도가 달라서 이를 같이 적용하는데 있어서는 하나의 오차 요인이 될 수도 있다.

(3) 결과의 출력

제작한 모델을 바탕으로 대상지역의 소음지도를 제작한다. 소음지도 제작을 위해서 상용프로그램인 SoundPlan을 사용하였으면 <Figure 4>에 결과를 나타내었다.

· 방음벽은 무시 : 방음벽 자료를 구할 수 없음.

- 800 대/시 이하의 도로는 계산하지 않는다.
- 고가의 상판 반사음은 고려하지 않는다.
- 음원의 계산 : RLS90/DIN18005(도로소음예측식)
Schall03/DIN18005(철도소음예측식)

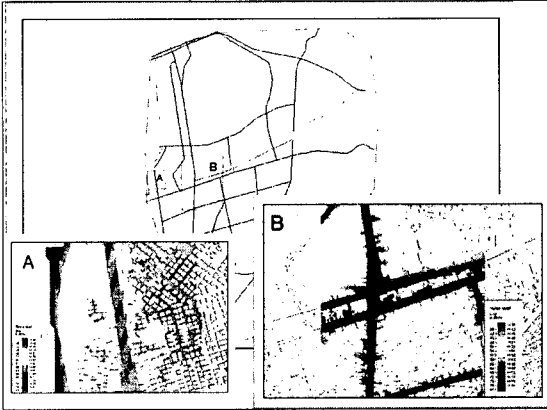


Figure 4 The result of calculation

컴퓨터사양이나 기타 옵션부분의 설정에 따라 계산시간이 차이가 날 수 있으나 A지역(350m×500m)의 경우 1시간, B 지역(0.8km×1km)의 경우 10시간 정도의 계산시간이 요구된다(자세한 결과 정보를 위해 Grid의 간격을 10m×10m로 조밀하게 설정하였다.). 현재까지의 일반적인 소음예측방법에 비해 상당히 긴 시간이다. 전술했듯이 컴퓨터의 능력이나 옵션의 조정으로 어느 정도는 극복될 수 있다고 생각되나 소음지도의 활용을 늘리기 위해서는 넓은 범위의 소음지도에 적용하기 위한 간략화된 모델 제작이 가능한 표준안 또한 고려되어야 할 것이다.

<Table 2>는 토지이용상황에 따른 소음도의 변화를 나타낸 것으로 모델을 단순화 시킬 수 있는 하나의 예이다.

| 토지이용상황 | | 다중반사효과 | 차단효과 |
|--------------------------------|---------------------------------------|-----------|----------|
| 토지이용종류 | 토지이용밀도 | | |
| 주거지역 주상혼합 공업지역 | 200≤dE 300≤dG 100≤dB | 3.2 dB(A) | 50 dB(A) |
| 주거지역 주상혼합 공업지역 | 100≤dE≤200 150≤dG≤300 50≤dB≤100 | 1.6 dB(A) | 25 dB(A) |
| 주거지역 주상혼합 공업지역 | 50≤dE≤100 60≤dG≤150 20≤dB≤50 | 1.0 dB(A) | 10 dB(A) |
| 주거지역 주상혼합 공업지역 오픈스페이스 | dE<50 dG<60 dB<20 - | 0 dB(A) | 0 dB(A) |

Table 2 The change of noise level depend on land use

* dE=거주인구수/ha, dG=총사자수/ha, dB=(거주인구수+총사자수)/ha

5. 결론

소음지도제작에 있어서 가장 필요한 것은 필요한 자료습득의 용이성이라고 하겠다. 대상지역의 크기가 커질수록 요구되는 자료의 수는 기하급수적으로 늘어나게 되고 이러한 자료들은 개인이나 소수의 노력으로 얻어내는 것은 매우 어려운 일이고 개인적으로 수집된 자료간의 오차로 연구결과 또한 상반된 결과를 가져올 수도 있다. 우리나라에서도 1995년부터 디지털화된 수치지도의 필요성을 인식하고 NGIS사업을 통해서 다년간 데이터를 축적하고 있으며 앞으로 좀 더 다양한 자료를 구축하고 이를 다방면으로 활용되어질 것으로 기대되고 있다. 그러나 이것만 가지고는 소음지도가 활성화 될 수 있는 것은 아니다. 표준안 즉, 제작 지침들이 마련되지 못하면 서로 다른 제작 방식과 적용기준에 의하여 제작되는 소음지도 간에 서로 다른 결과를 보일 수밖에 없다. 따라서 합리적인 표준안 마련이 시급하다.

소음지도는 소음 문제에 있어서 더 나은 해결책을 제시해 줄 수 있는 하나의 방법이라고 생각한다. 소음지도를 활용하면 정온을 요구하는 시설주변의 소음관리나 소음분쟁지점의 원인 파악, 도로계획이나 도시계획에 따른 참고자료로써의 활용 등 좀 더 종합적이고 정책적인 소음문제로의 접근이 가능해 질 수 있을 것으로 기대된다.

향후 연구 과제

- 도시계획에서의 소음지도의 활용

참고 문헌

- (1) 박인선, 박상규, 2003, "정온한 도시환경을 위한 소음지도 개발 및 응용연구", 춘계학술대회는문집, 한국소음진동공학회, pp. 1182~1186
- (2) 송재의 외 1명, 2002, "ArcGIS", 한국ESRI교육센터, 1장
- (3) Birmingham Environmental & Consumer Services Department/DETR, 2000, *A Report on the Production of Noise Maps of the City of Birmingham*, Birmingham
- (4) Lee, seungil, 1998, *Umweltveragliche rarmliche Stadtentwicklung fur Kwangju in Sud Korea*, Promotionsschrift, Dortmund