

## 사철나무 樹壁에 의한 騒音 減殺效果<sup>1</sup>

洪宗守<sup>2</sup> · 孫英模<sup>2</sup> · 鄭永觀<sup>2</sup>

## The Effect of Noise Diminution by *Euonymus japonica* Wall<sup>1</sup>

Jong Soo Hong<sup>2</sup>, Yeong Mo Son<sup>2</sup> and Young Gwan Chung<sup>2</sup>

### 要 約

발생된 騒音이 사철나무 樹壁의 높이, 두께 및 密度, 發音點의 距離와 높이, 그리고 受音點의 距離와 높이 등에 따라 얼마나 어떻게 減殺되는 지를 비교 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 樹壁設置前에 대한 設置後의 소음 減殺量은 6.8dB, 減殺率은 10.6%로 각각 산출되었으며, 이때 t-value는 1% 수준에서 유의성이 인정되었다.
2. 소음의 減殺效果와 상관이 가장 높은 요인은 수벽의 밀도( $r=-0.768$ )였으며, 다음으로 수음점의 거리, 수벽의 두께, 발음점의 높이 순으로 부의 상관이 높게 나타났다.
3. 소음 감쇄효과에 기여하는 요인을 편상관계수에 의하여 알아보면, 수벽의 밀도( $r=-0.959$ )가 가장 높았고, 다음으로 수음점의 거리( $r=-0.906$ ), 수벽의 두께( $r=-0.753$ ) 순으로 높게 나타났다.
4. 수벽의 形狀, 그리고 발음점 및 수음점의 位置에 따라 소음 감쇄효과를 예측할 수 있는 추정식은  $Y=69.520-1.672X_1-1.656X_2-0.066X_3-0.248X_4-3.134X_5-0.222 X_6-0.343X_7$ 로 도출되었으며, 이때 추정식의 결정계수  $r^2$ 는 0.950으로 높게 나타났다.
5. 소음 감쇄효과를 나타내는 준부분 상관계수는 수벽의 밀도, 수음점의 거리, 수벽의 두께, 수벽의 높이 순으로 크게 나타났다.

따라서 사철나무 수벽에 의하여 소음 감쇄효과를 높이고자 할 때에는 수벽의 밀도, 수음점의 거리, 수벽의 두께 및 발음점의 거리 등을 적의 調節하여야 할 것으로 사료된다.

### Summary

This study was carried out for the analysis and comparison about the noise diminution effects by the height, width and density of *Euonymus japonica* wall, the distance of sound source, the distance of sound receiver, the height of sound source, and the height of sound receiver.

The results obtained were summarized as follows:

1. After the establishment of tree wall, the volume of noise diminution measured 6.8dB and the effects of noise diminution measured higher than before by 10.6% and t-value was significant at the 1% level
2. In simple correlation between the effects of noise diminution and variables, the density of tree wall was found as the most significant factor, and the last were found in the order of the distance of sound receiver, the width of tree wall, and the distance of sound source.
3. In partial correlation coefficients the effects of noise diminution and variables, the density of tree wall ( $r=-0.959$ ) was found as the most significant factor, and the last were found in order of the

<sup>1</sup> 接受 1994年 10月 30日 Received on October 30, 1994

<sup>2</sup> 慶尙大學校 農科大學 林學科 Depart. of Forestry, College of Agriculture, Gyeongsang National University, Chinju, Korea.

distance of sound receiver ( $r=-0.906$ ) and the width of tree wall ( $r=-0.753$ ).

- The estimated equation to measure the effects of noise diminution according to variables (the height of tree wall, the width of tree wall, the density of tree wall, the distance of sound source, the distance of sound receiver, the height of sound source, and the height of sound receiver) was  $Y=69.520-1.672X_1-1.656X_2-0.066X_3-0.248X_4-3.134X_5-0.222X_6-0.343X_7$ , and the coefficient of determination of this estimated equation was highly found as 0.950.
- In semi-partial correlation coefficient the effects of noise diminution were found in the order of the density of tree wall, the distance of sound receiver, the width of tree wall, and the height of tree wall from the highest to the lowest.

Therefore, it was considered that the density of tree wall, the distance of sound receiver, the width of tree wall and the distance of sound source should be controlled effectively to increase the effects of noise diminution by *Euonymus japonica* wall.

*Key words* : *Euonymus japonica*, *tree wall*, *noise diminution*

## 緒 論

우리 사회의 급속한 産業化, 都市化로 말미암아 삶의 양식이 바뀌어 가고, 생활수준이 향상됨에 따라 폭증하는 자동차로 인하여 현대인은 소음 공해에 시달리고 있다. 특히 도로교통, 비행기, 공장 및 生活環境에서 발생하는 소음은 하루가 다르게 증가되어 심각한 사회문제로 대두되고 있다. 생활의 소음 공해는 인간생활을 흥분시키고, stress를 쌓이게 하여 불치의 疾病까지 유발시킬 지경에 이르고 있다(小橋澄治 등, 1991; Sexton, 1969; Simonson, 1995). 이를 방지하기 위하여 소음이 심한 지역의 콘크리트, 유리 또는 알루미늄 등의 構造物 防音壁은 폭발적인 교통량의 증가와 주변환경에서 발생하는 生活 소음이 급증함에 따라 삭막한 구조물은 하늘 높은 줄 모르고 높아지고, 넓어지는 추세에 있다. 이와 같은 현상은 정서상, 미관상 좋지 않을 뿐만 아니라, 경제적 부담도 가중시키는 결과를 초래하고 있다(김용식 등, 1989; Beranek, 1960; Reethof 등, 1977).

그러므로 도로변이나 생활공간에 수벽을 設置 하므로써 소음을 減殺시키고, 아울러 생활환경의 쾌적함과 안정감을 제공할 수 있다는 점에서 수벽을 이용하여야 한다는 연구와 提案이 활발히 진행되고 있다.

Aylor(1972)는 미국솔송나무와 소나무림에서 發音點의 거리가 멀어질수록 소음이 減少된다고 하였고, Embleton(1976)은 發音點의 거리가 멀어질수록 나지보다 수림대가 형성된 곳이, Moore(1966)는 거리에 따른 음향의 減少는 음원으로

부터 거리가 2배이면 6dB의 減少가, Price(1988)의 混濁林에 대한 소음減少는 겨울보다 여름이 높고, 그리고 枝葉의 密度가 소음減少에 관여한다고 하였다. 그리고 田村 등(1992)의 주거지역과 상업지역의 수림대 높이는 1m이상, 공장지역은 2m이상으로 할 때 景觀調和, 쾌적함, 풍요로움 등의 심리적 效果를 가져올 수 있다고 하였으며, 한국건설연구소와 표준연구소 공동 소음연구팀(1988)의 도로주변 防音林 조성은 上下層을 灌木과 喬木으로 조성하되 조밀하게 식재하며, 防音林의 길이는 受音點과 도로간의 길이(L)보다 최소한 2배(2L) 이상이 되어야 한다고 하였다.

본 실험은 우리 주변에서 생울타리, 정원수용으로 널리 사용되고, 흔히 볼 수 있는 사철나무를 대상으로 하여 소음 감쇄 요인으로 예상되는 수벽의 높이, 두께 및 密度 그리고 發音點의 거리와 높이 또한 受音點의 거리와 높이 등에 따라 소음의 減殺量을 측정하여 사철나무 수벽의 소음 감쇄효과를 추정하므로써, 극심한 소음 공해를 減殺하여 자연을 아름답게, 사회를 풍요롭게 만드는 데 기여하고자 실시되었다.

## 材料 및 方法

### 1) 供試材料

供試 樹種은 常綠闊葉灌木으로 척박한 토양조건에서도 잘 자라며, 생울타리용으로 주로 식재되고 있는 3-7년생의 사철나무를 선정하였다. 사철나무 수벽 설치장소의 사정은 外部소음이 극히 적은, 한적한 곳에서 날씨가 쾌청한 오전중에 수벽의 길이를 10m로 하여, 2-3개의 category로



으로 나타났다. 그리고 전체 설명변수와 반응변수간에는 負의 상관관계로 나타나, 수벽의 여러 設置 기준이 증가함에 따라 소음의 감쇄효과가 커짐을 알 수 있다. 한편 소음 減殺에 영향을 미칠 수 있는 여러 요인중 수벽의 높이가 다른 변수와 내부상관이 있음을 알 수 있다. 따라서 수벽의 높이와 소음 減殺간의 상관의 精度를 제시한다는 것은 해석상 error가 발생할 소지가 있으므로, 변수들간에 일어나는 내부상관을 배제한 종속변수와 설명변수간의 편상관을 알아 보아야 할 것이다.

3) 소음 감쇄효과와 要因간의 偏相關關係

소음을 減殺시키는 要因간에 발생하는 내부상관을 배제하고, 개개의 설명변수와 반응변수간의 相關의 정도를 알아보기 위하여 편상관계수를 산출하여 그림으로 나타내면 다음과 같다.

生活音 500Hz 주파수에서, 소음 감쇄효과와 요인간의 편상관계수는 수벽의 密度( $r=0.9589$ )가 가장 컸으며, 다음이 受音點의 거리, 수벽의 두께, 수벽의 높이, 發音點의 높이, 發音點의 거리 순으로 소음 감쇄효과에 기여하고 있음을 알 수 있다.

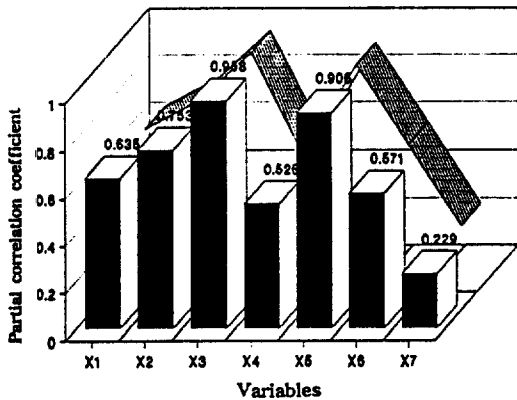


Fig. 1. Partial correlation coefficients between noise diminution effect and seven variables in 500Hz frequency.

이와 같은 결과는 Cook 등(1970, 1977)의 소음源과 보호대상지 사이에 조밀한 울타리를 조성 하므로서 소음을 減殺시킬 수 있고, 井村 등(1992)의 인동덩굴 枝葉分布에 따른 吸音率의 측정에서 枝葉이 증가함에 따라 흡음률이 높아진다고 한 것과, Price 등(1988)의 독일가문비와 기타 잡목의 혼효림에서 잎의 조밀한 정도에 따라 여름이 겨울보다 소음 감쇄효과가 크게 나타나고, 그리고 이종우(1987)의 도로교통 소음地域에서의 대책방안에 관한 연구에서 發音 및 受音點의 거리가 소음 減殺에 관여한다는 결과와 유사한 경향을 보이고 있다.

따라서 이들 關因因子를 소음 公害가 심한 지역의 여러가지 자연환경을 고려하여 조정함으로써 소음을 減殺시킬 수 있을 것이다.

4) 소음 감쇄효과와의 推定式

소음 감쇄효과에 영향을 미치리라 예상되는 要因들에 의하여 소음의 감쇄효과를 추정할 수 있는 모델을 설정하고, 이들 분석모델에 대한 유의성을 검정하였다. 그리고 소음 감쇄효과와의 推定式을 도출하였으며, 또한 변수들의 소음 감쇄효과에 대한 寄與度 및 獨立性を 검정한 결과는 Table 3과 같다.

분석모델에 대한 유의성이 1%수준에서 인정되어 수벽의 높이, 두께 및 密度, 發音點의 높이와 거리 그리고 受音點의 높이와 거리 등 7개의 설명변수로서 소음의 감쇄효과를 추정할 수 있는 분석모델이 타당함을 알 수 있다. 이때 추정식의 결정계수와 회귀계수에 대한 t값 및 Durbin-Watson값은 아래와 같다.

$$Y = 69.520 - 1.672X_1 - 1.656X_2 - 0.066X_3 - 0.248X_4 - 3.134X_5 - 0.222X_6 - 0.343X_7$$

( $t=497.3$ ) ( $-19.9$ ) ( $-27.7$ ) ( $-81.8$ )  
 ( $-15.0$ ) ( $-51.9$ ) ( $-16.8$ ) ( $-5.7$ )  
 ( $R^2=0.950$ ) ( $D-W=1.762$ )

Table 3. The result of significant test for model effect in 500Hz frequency

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob>F
Between	7	1448.16	206.88	1592.01	0.0000
Within	586	76.15	0.13		
Total	593	1524.31			

**Table 4.** The contribution and independent test of independent variables in 500Hz frequency

Variables	DF	Squared semi-partial corre. type II	Tolerance
X 1	1	0.0337	0.5000
X 2	1	0.0655	0.9990
X 3	1	0.5701	0.9981
X 4	1	0.0191	0.8517
X 5	1	0.2296	0.7289
X 6	1	0.0242	0.9339
X 7	1	0.0028	0.7289

生活音 500Hz에서, 소음 감쇄효과를 추정할 수 있는 추정식에 대한 설명력은 95%로 높게, 그리고 편회귀계수에 대한 t값 역시 모두 1% 수준에서 유의성이 인정되었으므로, 이들 변수에 의하여 기존 사철나무수벽에 대한 소음 감쇄효과를 추정할 수 있다고 판단된다. 그리고 誤差項의 相關(serial correlation) 즉, 오차항의 독립성을 검정하는 Durbin-Watson 값도 임계치내에 있으므로, 본 분석의 타당성을 입증해 주고 있다.

독립변수가 가지는 공헌도를 따지는 한쪽여과 상관(semi-partial correlation; 또는 준부분 상관)과 독립변수가 중복되는 가를 알아 볼 수 있는 tolerance 검정 결과는 Table 4와 같다.

준부분 상관에 의하면 수벽의 密度가 다른 인자보다 소음 감쇄효과가 크다고 할 수 있으며, 그 다음이 受音點의 거리, 수벽의 두께, 수벽의 높이 등으로 나타났다. 그리고 tolerance에 의하면 수벽의 높이를 제외하고는 모든 변수가 0.72 이상으로서 1에 근접하고 있어 각 변수들이 독립적임을 알 수 있었다. 그러나 수벽의 높이에 대한 tolerance의 값이 0.50로 다른 변수들보다 상대적으로 낮아 다른 변수들에 비하여 독립성이 떨어졌는데, 이는 발음점의 높이와 수음점의 높이 등과 내부상관이 있기 때문이라고 사료된다.

**結 論**

사철나무에 대한 수벽의 높이, 두께 및 密度, 發音點의 거리와 높이 그리고 受音點의 거리와 높이 등의 증감에 따른 소음 감쇄효과의 정도를 알아보기 위하여, 주파수 500Hz에서 소음을 減殺시키는데 어떠한 要因이 관여하는 지를 분석하여 본 결과는 다음과 같다.

수벽을 設置하기 前보다 設置 後의 소음 減殺量이 6.8dB이었고, 減殺率은 10.6%로 각각 나타났으며, 이를 t-test한 결과 1%수준에서 유의성이 인정되었으므로 상호간에 분명한 차이가 있음을 알 수 있었다.

그리고 주파수 500Hz에서 소음의 減殺에 가장 큰 영향을 미치고 있는 변수는 수벽의 密度였고, 그의 변수들도 모두 부의 상관이 있었으며, 수벽의 높이가 다른 변수들과 내부상관이 일어나고 있었다.

내부상관이 배제된 편상관계수의 크기는 역시 수벽의 密度가 가장 높게 나타나고 있는 것으로 보아, 이 변수가 소음을 減殺시키는 절대적 기여인자임을 알 수 있었다.

사철나무 수벽의 설치조건에 의한 소음 감쇄효과 的 推定式은  $Y=69.520-1.672X_1-1.656X_2-0.066X_3-0.248X_4-3.134X_5-0.222X_6-0.343X_7$  ( $R^2=0.950$ )로 추정되었으며, t-test에 의한 회귀계수의 유의성은 모두 1%에서 인정되었다. 소음 감쇄효과에 대한 추정식의 회귀계수 기여도를 알아 볼 수 있는 준부분 상관계수에 의하면, 수벽의 密度가 0.5701로 다른 인자보다 크게 나타나고 있음을 알 수 있었다.

따라서 소음원이 있는 주변환경에 사철나무 수벽을 설치함으로써 소음을 감쇄시켜 쾌적하고 안락한 인간생활을 영위할 수 있을 것이다. 그리고今後 소음을 減殺시키기 위하여 사철나무 수벽을 設置하고자 할 때에는 소음의 감쇄효과에 크게 寄與하는 因子인 수벽의 密度, 受音點의 거리, 수벽의 두께, 수벽의 높이 및 發音點의 거리 등을 증감 조절하므로써 效率的인 소음 감쇄효과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

**引用 文 獻**

1. 金用植·張浩京·金禮顯, 1989. 造景樹木の 騒音減衰에 관한 研究. 韓國林學會誌 78(1): 30-34.
2. 田村明弘·鈴木弘之·鹿鳥教昭, 1992. 植樹帶による喧騒音感の緩和. 日本音響學會誌 48 (11):776-785.
3. 井村正之·石井 皓, 1990. スイカズラの吸音特性. 千葉懸公害研究所研究報告 22(1):31-39.
4. 李鍾雨 外 6人, 1987. 道路交通騒音減少를

- 위한 綜合對策에 관한 研究(I). 國立環境研究院. 138pp.
5. 小橋澄治·村井 宏·龜山 章. 1991. 環境綠化工學. 朝倉書店. pp.45-51.
  6. 韓國建設技術研究院·韓國標準研究所. 1988. 道路環境影響評價 및 保全施設에 대한 調査. 建設部. pp.201-213.
  7. Aylor, D. 1972. Noise reduction by vegetation and ground. J. of the Aco. Soc. of Am. 51(1):197-205.
  8. Beranek, L.L. 1960. Noise reduction. New York. 197pp.
  9. Cook, D.I, and D.F, Van Haverbeke. 1970. Trees and shrubs for noise abatement. Trees and forests in an urbanizing environment symposium, University of Massachusetts. pp.4-5.
  10. \_\_\_\_\_, and \_\_\_\_\_ 1977. Suburban noise control with plantings and solid barrier combination. The University of Nebraska and the U.S. forest service. 34pp.
  11. Embleton, T.F.W, J.E, Piercy, and N, Olson. 1976. Outdoor sound propagation over ground of finite impedance. J. of the Aco. Soc. Am. 59(2):267-277.
  12. Moore, J.E. 1966. Design for noise reduction. London. 133pp.
  13. Price, M.A, K. Attenborough, and N.W, Heap. 1988. Sound attenuation through trees; Measurements and model. J. of the Aco. Soc. of Am. 84(5):1836-1844.
  14. Reethof, G, O.H. McDanial, and G.M. Heisler. 1977. Sound absorption characteristics of tree bark and forest floor. Proceedings of the conference on metropolitan physical environment. USDA forest service general technical report NE-25:206-217.
  15. Sexton, B.H. 1969. Traffic noise. Traffic quarterly. 436pp.
  16. Simonson, W.H. 1955. Abatement of highway noise with special reference to roadside planting. Highway research bulletin. No. 110. 50pp.