

造景植物의 道路交通騒音 減衰機能에 關한 基礎研究(I)

鞠 燦*, 金 善瑀**, 沈 愚京***

* 全南大學校 建築工學科 博士課程

** 全南大學校 建築工學科

*** 高麗大學校 園藝學科

A Basic Study on Landscape Plants as Attenuator of Vehicular Noise(I)

Kook, Chan*, Kim, Sun—Woo**, Sim, Woo—Kyung***

* Ph. D. Course, Dept. of Architecture, Chonnam National University.

** Dept. of Architecture, Chonnam, National University.

*** Dept. of Horticulture, Korea University.

ABSTRACT

Landscape plants as attenuator of vehicular noise were basically experimented with 8 kinds of trees and shrubs at the university nursery, and checked the attenuating effects by the planted distances, species and sound frequencies.

The experimental results are shown and summarized as follows ;

1. Most plants showed the considerable noise attenuating function in the sound frequencies of 63Hz and 1,000Hz. Tall trees such as *Juniperus chinensis* var. *kaizuka* and *Magnolia grandiflora* showed better effects than shrubs or small trees such as *Gardenia jasminoides*, *Osmanthus fragrance*, *Osmanthus heterophyllus*, *Rhododendron indicum*, *Chamaecyparis obtusa* 'Tetragona Aurea' and *Pinus parviflora* in 63Hz frequency, but shrubs showed better effects in 1,000Hz.
2. Trees showed 6~8dB attenuation and shrubs 4~5dB regardless an increase of distance between sound source and receiver in 63Hz. 10 meter width of tree belt could reduce 10 more dB, but 5 meter of shrub belt showed the same effect in 1,000Hz.
3. Trees having more leaves and wider crown showed constantly increase of attenuation of sound by the distance in 1,000Hz, and distinct increase of attenuation were observed in 2000 more Hz.

I. 序 論

산업경제의 급속한 발전과 생활수준의 향상에 따라 자동차의 수는 날로 증가일로에 놓여 있으며 이에 따라 예전에는 별로 문제시 되지 않았던 道路交通騒音이 근래에 들어서는 “보이지 않는 公害(invisible pollution)”로 등장하고 있다(Grey, 1978).

현재 우리나라의 道路交通騒音 問題는 大都市일수

록 심각하며 특히 서울의 경우는 都心 半徑 5km 이내에서의 도로변 소음치가 약 75~84dB(A)에 달하고 있고, 高速道路 주변은 대개 75dB(A)를 上廻하고 있어(윤석문 외 1988) 騒音 上限線인 70dB를 훨씬 넘고 있다.

이러한 도로교통 소음 공해가 감쇠되는데는 기본적으로 두가지가 있는데, 첫째는 거리에 의한 정상적인 減衰(normal attenuation)이고, 둘째는 氣候의 調節이나 騒音源과 受音者사이에서 設施물을 설치함으로써 생기

는 減衰(excess attenuation)가 있다(Robinette, 1972).
 이중 소음원과 수용자 사이의 거리를 멀리 떨어지게 하는 방법은 도시에서나 좁은 공간에서는 불가능하고, 적극적으로 소음원과 수용자 사이에 소음을 감쇠시키는 시설물을 설치하는 것이 현실적이다 볼수 있으며, 시설물들은 일반적으로 防音壁 防音窟, 방음터널, 切土 및 盛土, 樹林帶등을 들 수 있겠다.

이러한 방법 가운데 防音壁의 설치와 樹林帶 造成이 가장 많이 이용되고 있는데, 防音壁은 施工上 많은 경비가 소요될 뿐만 아니라 딱딱한 垂直 構造物은 都市의 美觀을 해치고, 農村 景觀에서도 異質의인 要素가 되어 어울리지 않는다. 反面 樹林帶의 造成은 防音壁의 設置보다 面積이 조금 더 所要되겠으나 樹林이 소음의 감쇠기능뿐만 아니고 空間을 調節하는 建築的인 用途, 土壤 浸蝕防止, 空氣淨化, 交通調節, 閃光調節 等 工學的인 用途, 氣候調節의 用途 및 美的인 用途도 얻을 수 있기 때문에 可能限한 樹林帶 造成에 의한 소음감쇠효과를 얻을 수 있도록 하는 것이 바람직 하다 볼 수 있다.

本 研究에서는 交通소음을 감쇠시키는 방법 가운데

樹林帶에 의한 감쇠기능을 파악해 보고자 일반적으로 사용되고 있는 造景樹木을 선정하여 우선 평지에서 樹木의 植栽間隔 및 樹種에 따른 소음 감쇠효과를 주과수 분석을 통하여 분석하여 소음의 종류에 따른 적당한 樹種의 選定과 植栽方法을 찾아 보고자 기초적인 測定實驗을 실시하였다.

II. 研究方法

1. 測定對象 및 測定時期

본 연구에서는 樹林帶 자체만의 소음 감쇠효과를 측정했으며, 測定場所는 平地에 造成된 全南大學校內 農大 演習林을 택했고, 樹木이 식재된 지역과 裸地를 비교 측정했다.

본 연구에 사용된 수목을 가이뜨카 향나무, 공작편백, 섬잣나무, 태산목의 喬木과 꽃치자, 목서 구골나무, 왜철쭉 8종이었으며, 이중 가이뜨카 향나무로는 식재 간격이 0.5m인 경우와 0.8m를 측정하여 密植度에 의한

〈표-1〉 實驗對象 樹種의 概要

略 號	樹 種 名	Botanical name	植栽間隔(m)	樹 高(m)	植栽面積
대상 1	가이뜨카 향나무	<i>Juniperus Chinensis</i> var. <i>Kaizuka</i>	0.5	30	8m × 30m
대상 2	가이뜨카 향나무	"	0.8	40	8 × 30
대상 3	태 산 목	<i>Magnolia grandiflora</i>	1.0	40	6 × 30
대상 4	공 작 편 백	<i>Chamaecyparis obtusa</i> ' <i>Tetragona Aurea</i> '	0.6	20	6 × 25
대상 5	왜 철 쭉	<i>Rhododendron indicum</i>	0.5	10	10 × 20
대상 6	섬 잣 나 무	<i>Pinus parviflora</i>	0.5	20	6 × 20
대상 7	구 골 나 무	<i>Osmanthus heterophyllus</i>	0.5	15	8 × 20
대상 8	꽃 치 자 나 무	<i>Gardenia jasminoides</i>	1.0	15	4 × 20
대상 9	목 서	<i>Osmanthus fragrnars</i>	0.6	15	10 × 20



〈그림-1〉 測定 場面

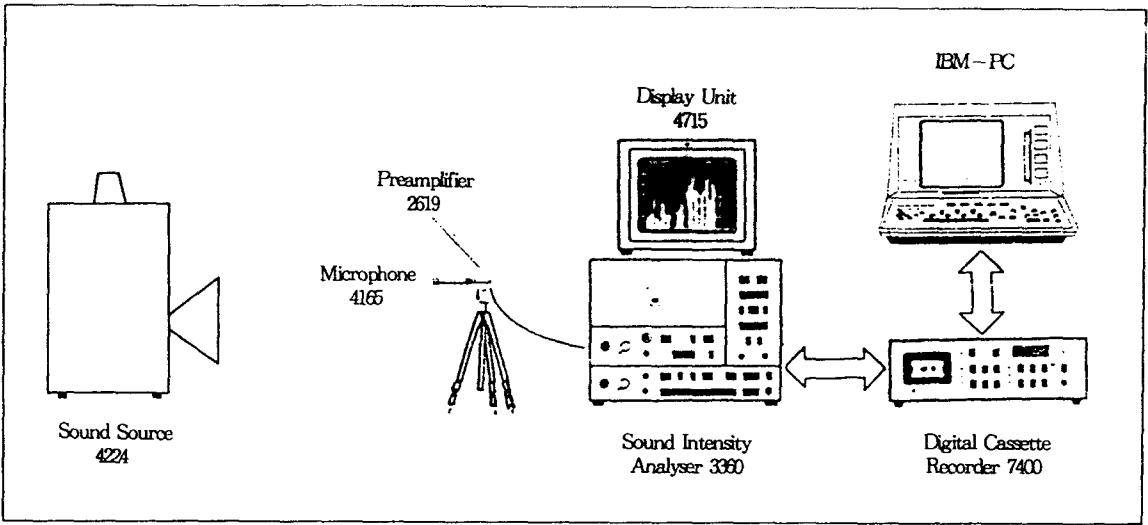
감쇠효과를 비교해 보았다.

측정대상 수종 및 밀식도, 식재면적 등은 〈표-1〉과 같다.

측정실험은 1989년 4월 19일 예비실험을 한 후 1989년 5월 16일 본 실험을 실시했으며, 이때의 기상조건은 맑은 날씨에 23C, 상대습도 68% 실험시의 風速은 0.1~0.15 m/sec로 거의 無風狀態였다.

2. 測定機器 및 測定方法

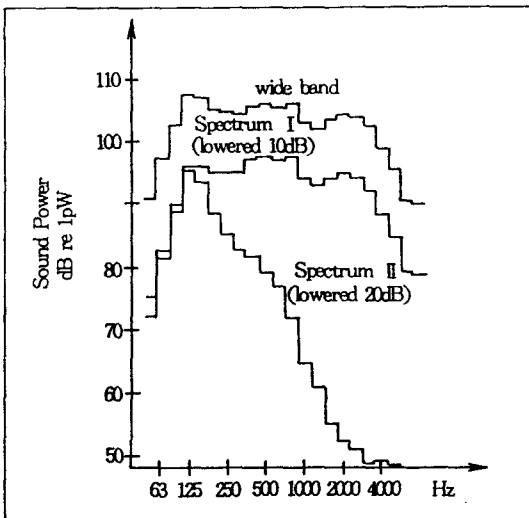
실험에 사용된 측정기기의 구성도는 〈그림-2〉와 같으며, 각 측정기기의 명칭 및 특성은 〈표-2〉와 같다.



<그림-2> 測定에 사용된 機器의 構成圖

<표-2> 測定 機器 및 그 特性

구 분	측 정 및 분석 장치	비 고
음 원	Sound Source(B&K Type 4224)	광대역 소음 발생기
분석 장치	Sound Intensity Analyser (B&K Type 3360 + 4715)	1/1 Octave 및 1/3 Octave Analyser
자료 저장	Digital Cassette Recorder (B&K Type 7400)	
결과 분석	16Bit IBM PC Compatible	
마 이 크	1/2' Microphone(B&K Type 4165)	Free Field Mic.



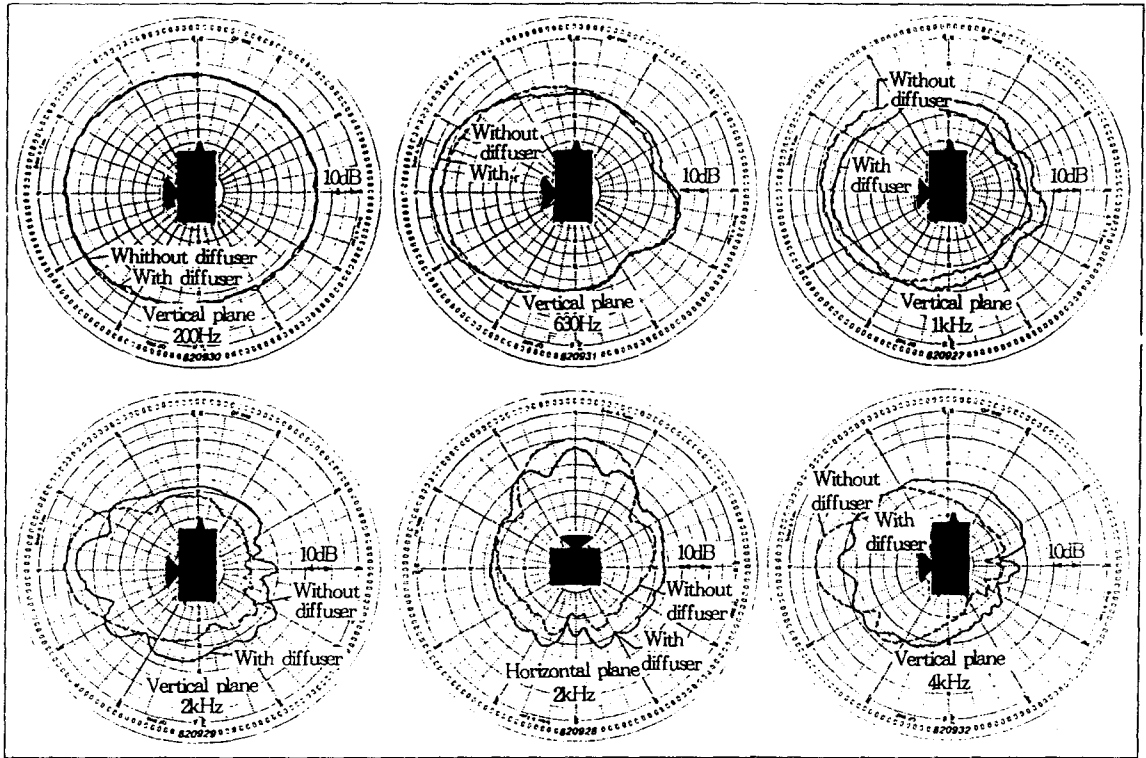
<그림-3> 音源의 周波數 特性
(자료 : Bruel & Kjaer, 1973)

측정에 사용된 音源(Sound Source B&K Type 4224)은 주파수 50Hz에서 10000Hz 사이의 대역에서 white, pink, over-all wide band noise 등을 발생시킬 수 있는 기기로서 주파수 100Hz~4000Hz사이에서 최대 음압레벨 118dB까지 얻을 수 있다.

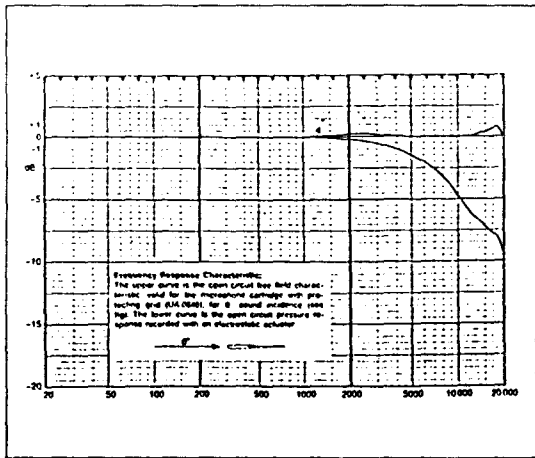
이 音源의 주파수 특성은 <그림-3>과 같으며, 본 실험에 사용된 스펙트럼은 그림 중의 wide band spectrum I을 사용하였다. 또한 音源이 가지고 있는 수평면과 수직면에 대한 指向特性은 <그림-4>에 나타나 있다.

受音裝置에 사용되어진 microphone(B&K Type 4165)은 자유음장 측정용 마이크로폰으로서 그 주파수 특성은 <그림-5>와 같으며, 측정시 마이크의 높이는 삼각대를 이용하여 지면에서 15m높이, 즉 보통키의 귀 위치에서 측정했고 音源의 方向을 향하도록 설치하였다.

原源(Sound Source B&K Type 4224)으로부터 발생되어진 wide band noise를 樹林帶 內에서 거리 2m, 3m, 5m, 10m, 15m에서 측정하였고, 각 측정시 analyser



〈그림-4〉 音源의 水平面, 垂直面 指向特性
(자료 : Bruel & Kjaer, 1983)



〈그림-5〉 測定에 사용된 microphone의 周波數 特性
(자료 : Bruel & Kjaer, 1973)



〈그림-6〉 受音 microphone 설치 장면

(B&K Type3360)의 Linear averaging method 기능을 이용하여 averaging time은 안정된 음압레벨을 얻을 수 있도록 32초를 선택하였다.

또한 매 측정마다 16Hz~20000Hz 사이의 음압을 1/3 octave band로 동시에 Spectrum analyze하여 이 결과를 Data recorder(B&K Type 7400)에 수록한 후 GPIB-Interface를 통하여 IBM PC에 전송하여 50Hz~5000Hz 사이의 Spectrum을 추출한 후 이 값을 1.1 octave band로 변형시켜 분석에 사용하였다.

III. 研究結果 및 考察

1. 道路交通騒音의 實態 및 特性

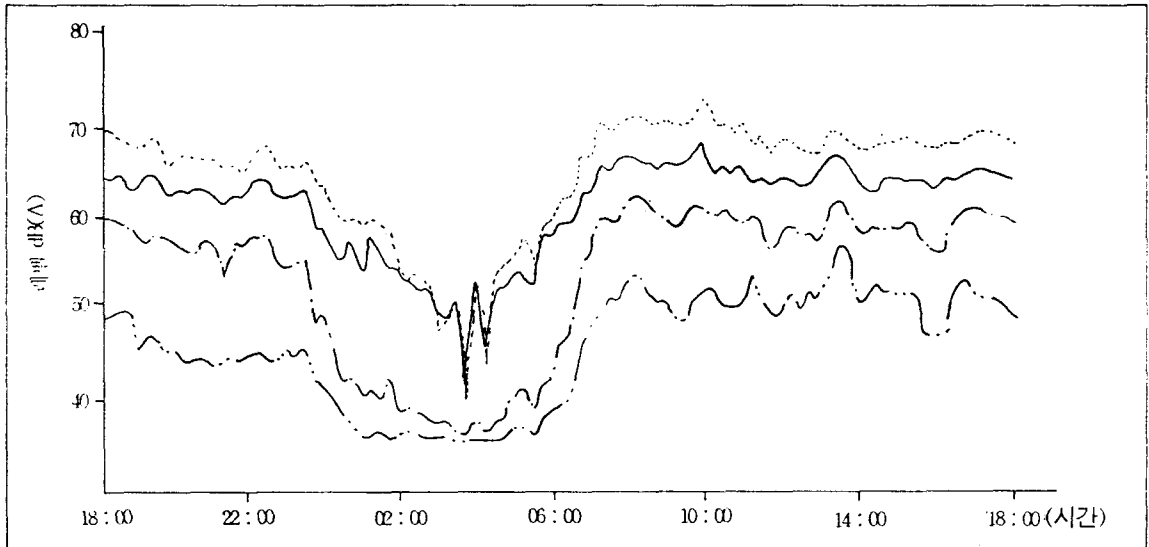
서울, 광주, 대구 및 대전등 전국 대도시의 대규모

주택단지에서 실측되어진 道路交通騒音의 實態에 의하면 대부분 하루중 평균값이 65dB(A)Leg 이상을 기록하는 반면 최고치는 09시부터 10시 사이에 70~75dB(A)Leg를 기록하고 있다(住公, 1986).

이러한 레벨의 차이는 도로의 성격에 따라 결정되는데 대도시로의 진입고속도로변에 위치한 서울 반포 S 단지의 경우는 하루중 차량의 통행량이 주간 2000대/h, 야간 1000대/h에 달하여 주야간의 레벨 차이가 10dB(A)Leg 미만이었었는데 반하여 광주 H단지의 경우는 주간 350대/h 야간 80대/h이지만 주간에 통행하는 차량중 대형차량의 비율이 매우 크기때문에 주야간 레벨차는 거의 20dB(A)Leg를 보인다.

이러한 하루 중 도로교통소음의 변화를 그림으로 나타낸 한 예는 <그림-7>과 같다.

또한 전국 대도시에 위치한 대규모 주택단지에서의 도로교통소음레벨을 측정한 결과는 <표-3>과 같다.



<그림-7> 光州 H團地의 하루중 道路交通騒音레벨의 變化
(자료: 住公, 1986)

<표-3> 大都市 住宅團地에서 道路交通騒音現況

단 지	L _값 (dB)		L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	Leq
	단 지	단 지				
광 주	H	단 지	71.8	63.9	57.2	68.0
광 주	W	단 지	64.1	55.2	50.1	61.4
과 천	J	단 지	64.5	57.9	53.8	60.6
서 울	D	단 지	72.0	66.7	61.5	68.2
서 울	J	단 지	69.0	67.0	65.5	67.2
서 울	B	단 지	72.8	65.3	57.5	69.4

(자료: 住公(1986), 共同住宅 内部 騒音基準設定에 관한 연구)

2. 樹種別 騒音減衰效果

測定에서 얻어진 각 Spectrum을 비교하기 위하여 音源 앞 2m 지점에서 측정한 음압레벨을 기준으로 하여 3m, 5m, 10m, 15m에서 측정된 음압레벨의 스펙트럼

범값과의 차이를 계산하였다. 여기서 얻어진 각 樹種別 거리의 증가에 따른 음압레벨의 주파수별 감쇠값을 裸地에서 얻어진 거리의 증가에 따른 음압레벨의 감쇠값과 비교하여 그 차이값을 분석의 기초자료로 사용하였으며 각 樹種에 대한 그 결과치는 <표-4>와 같다.

<표-4> 樹種 周波數 및 受音 距離別 減衰效果

(單位: dB)

거리(m)	주파수(Hz)	대상 1	대상 2	대상 3	대상 4	대상 5	대상 6	대상 7	대상 8	대상 9
3m	63	25	22	26	26	22	19	31	29	21
	125	06	00	03	00	05	00	19	14	07
	250	00	04	01	00	00	00	00	00	00
	500	00	00	00	05	12	00	07	00	00
	1000	50	22	30	44	50	25	52	67	54
	2000	-34	-08	-42	-37	-31	-11	-16	-25	-41
	4000	07	28	38	00	00	43	00	00	00
5m	63	64	61	58	58	48	48	62	41	64
	125	16	00	10	05	04	00	09	40	16
	250	10	32	21	00	01	00	03	15	10
	500	00	00	02	00	00	00	00	00	00
	1000	83	63	57	99	111	83	111	117	83
	2000	-64	10	-50	-54	-71	-72	-46	-22	-64
	4000	39	54	26	12	00	53	00	39	39
10m	63	74	65	67	45	50	48	58	26	54
	125	01	00	01	00	00	00	00	14	00
	250	17	06	19	00	17	00	02	20	24
	500	05	07	15	04	04	00	00	00	22
	1000	84	51	73	124	141	103	125	173	121
	2000	64	53	61	08	46	09	03	71	49
	4000	26	87	25	00	14	48	00	33	55
15m	63	82	76	77	50	51	48	58	28	52
	125	23	00	18	16	01	01	13	14	10
	250	05	00	08	00	00	00	00	13	00
	500	08	28	29	06	24	00	00	13	19
	1000	117	93	119	154	162	135	152	167	153
	2000	73	124	128	48	37	50	71	90	94
	4000	60	119	99	30	26	79	00	148	126

3. 樹林帶를 통과하는 音의 周波數 特性

樹林帶를 통과하는 音의 지리별 減衰量과 裸地에서의 減衰量과 비교한 周波數別 特性은 <그림-8>과 같다.

<표-4>에서 보여지듯이 9가지의 모든 경우 나타나는

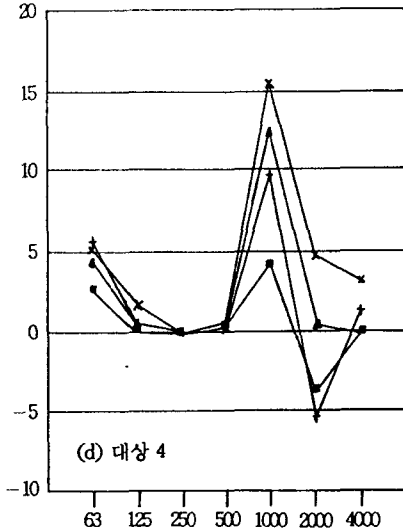
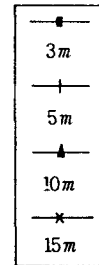
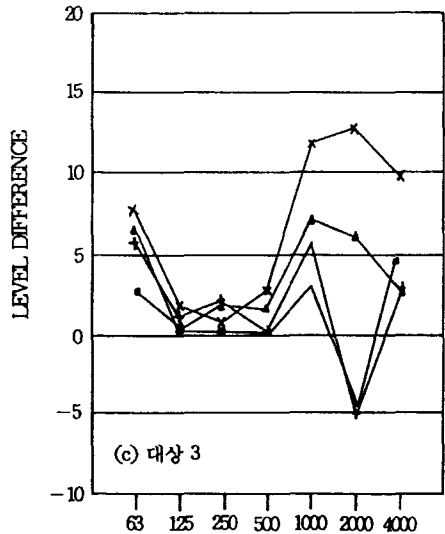
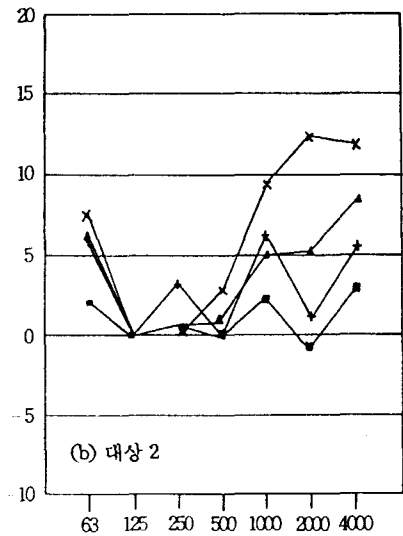
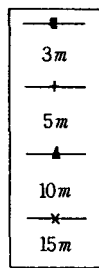
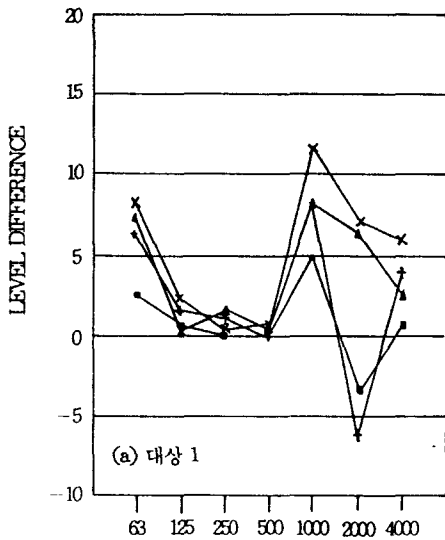
공통적인 특성으로는 63Hz 근방의 낮은 주파수 대역에서 약간의 減衰量을 보이고 있으나 125Hz에서 500Hz 사이의 주파수 대역에서는 減衰되는 폭이 매우 작다는 것을 알 수 있었다. 그리고 1000Hz 근방의 주파수 대역에서는 가장 높은 減衰量을 보이며 또한 그 이상의 높은 주파수 대역에서도 상당한 양의 減衰가 보였다.

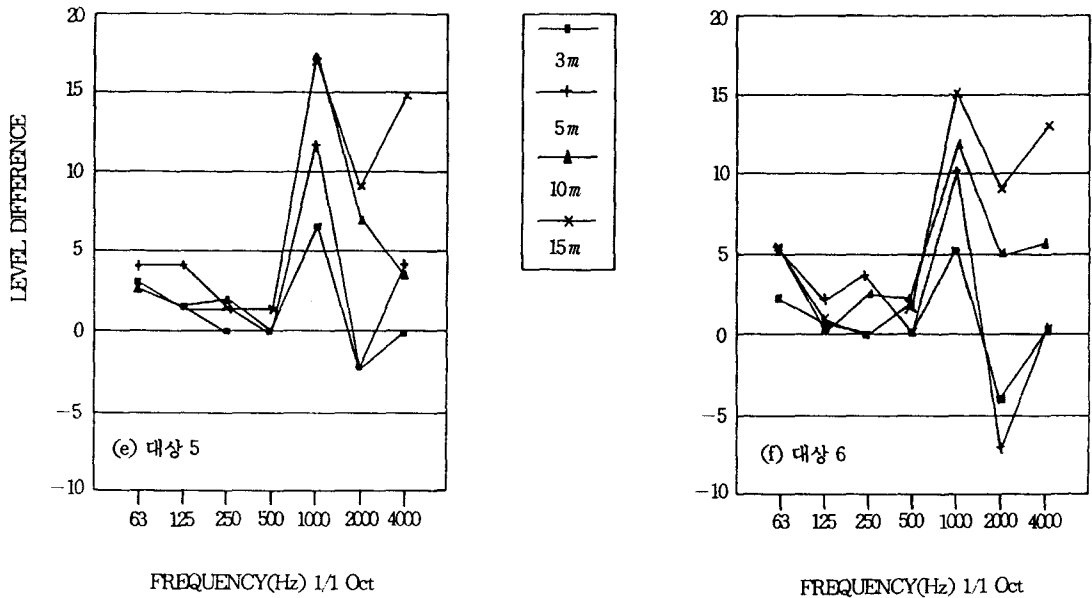
그러나 2000Hz 근방의 주파수 대역에서는 音源에서 부터의 거리 5m 이내의 가까운 곳에서는 오히려 裸地 보다 못하는 결과가 나타났는데 이는 受音點에서 가까운 나무가지 및 앞에서의 반사 또는 共鳴에 의한 것으로 생각되며 이 부분에 대해서는 더 깊은 研究가 필요하다고 思料되었다.

이러한 주파수 특성을 고려해 보면 道路交通騒音에서 문제시 되는 1000Hz 근방의 소음을 감쇠시키는데

에는 樹林帶이 사용이 상당히 효과가 있다고 보아진다.

각 수종별 주파수 특성을 보면 가이즈까 향나무, 태산목등 喬木들은 63Hz 근방의 낮은 주파수 대역에서 상당한 減衰效果가 있다는 것을 알 수 있었고, 공작편백, 섬잣나무, 꽃치자, 구골나무, 목서, 왜철쭉 등 키가 작은 나무는 63Hz 근방의 주파수 대역에서보다 1000Hz 근방의 높은 주파수 대역에서 減衰效果가 큰 것을 알 수 있었다.





〈그림-8〉 樹林帶를 通過한 音의 周波數 特性

4. 거리의 增加에 따른 音의 減衰量 差異

〈표-4〉 및 〈그림-8〉에 의하면 63Hz 주파수 대역에서는 거리가 3m 정도까지는 2dB 정도 減衰되었으나 거리 5m 이상의 경우에는 喬木類는 6~8dB 정도의 減衰가 나타났으며, 거리의 증가에 대한 감쇠량은 灌木類에서도 비슷하게 나타났으나 灌木類는 거리 5m 이상 일 경우에 약 4~5dB 정도의 減衰밖에 效果가 없었다.

또한 주파수 125~500Hz 사이의 대역에서는 거리의 증가에 따라 喬木類는 약간의 減衰가 보였으나 灌木類는 거리가 증가하여도 거의 減衰效果가 없었다.

그러나 주파수 1000Hz 근방의 대역에서는 喬木 및 灌木類 모두 거리 5m 까지의 減衰量이 그 이상의 거리 증가에 따른 감쇠량 보다 더 큰 것을 알 수 있었으며 10dB 이상의 減衰量을 얻기 위해서는 喬木類의 경우 10m 이상 떨어져야 하며 灌木類는 5m 정도의 거리로도 충분함을 알 수 있었다.

또 주파수 2000Hz 이상의 높은 대역에서는 거리 5m 까지는 喬木, 灌木 모두 별다른 減衰效果가 없었으나 거리 15m를 넘는 경우에서는 灌木類보다 喬木에서의 減衰效果가 더 커서 약 12dB의 減衰를 보였다.

5. 樹高에 따른 音의 減衰效果

〈표-4〉 및 〈그림-8〉은 가이즈가 향나무 한 樹種에 대해서 식재간격 0.5m와 0.8m의 두 경우에 대한 減衰量을 비교한 것이다. 여기서 「대상 2」는 식재간격이 큰 만큼 樹高도 더 크고 樹冠幅도 더 컸다. 이 두 경우를 비교한 결과 500Hz까지의 주파수 대역에서는 별다른 차이가 없었으나 1000Hz 주파수 대역에서는 「대상 2」가 지속적인 증가양상을 보이고 있었으며, 특히 2000Hz 이상의 주파수 대역에서는 「대상 1」에 비해 훨씬 큰 減衰量을 보였다.

또한 灌木類 및 「대상 1」에서 두드러지게 나타났던 2000Hz 근방의 대역에서 거리가 가까울때 나타났던 減衰量의 급격한 하락현상이 「대상 2」에서는 상당히 완화되었음을 볼 수 있었다.

IV. 要 約

날로 증가하고 있는 道路交通騒音을 減衰시킬 수 있는 방법 가운데 하나로 樹林帶에 의한 減衰效果를 살펴

보기 위해 基礎的인 測定實驗을 한 결과 다음과 같이 要約할 수 있었다.

1. 대부분의 樹種들이 63Hz와 1,000Hz 근방의 주파수 대역에서 상당한 音의 減衰效果를 보였는데 이 중 가이뜨카 향나무와 태산목 등 喬木類는 특히 63Hz 근방에서의 灌木類 보다 높은 減衰效果를 나타냈고 꽃치자 나무, 목서, 구골나무, 왜철쭉 등 灌木類와 樹高가 낮은 공작편백, 섬잣나무 등은 특히 1,000Hz 근방의 주파수 대역에서 減衰效果가 큼을 알 수 있다.
2. 63Hz 근방의 주파수 대역에서는 音源과 受音點 사이의 거리가 증가하여도 喬木類의 경우 6~8dB, 灌木類의 경우 4~5dB 정도 減衰量만 보였고, 반면, 1,000Hz 근방의 주파수 대역에서는 10dB 이상의 減衰量을 얻기 위해서는 喬木類의 경우 10m 이상의 거리가 필요하고 灌木의 경우에는 5m 정도등을 減衰시킬 수 있음을 볼 수 있었다.
3. 樹高 차이에 의한 減衰效果를 測定한 결과 잎이 많고 樹冠幅이 더 큰 喬木의 경우 1,000Hz 근방의 주파수 대역에서는 거리에 따른 減衰量이 지속적으로 증가하였으며 2,000Hz 이상의 주파수 대역에서는 현저히 큰 減衰量을 보였다.

本 研究는 樹木에 의한 騒音의 減衰效果를 測定實驗한 것으로서, 基礎的으로 平地에서만 實施해 봤으나 보다 效果的인 減衰量을 얻기 위해서는 喬木과 灌木의

混植, 針葉樹와 闊葉樹의 混植, 혹은 獨위의 植栽 防音壁과 樹木의 組合 등 多樣한 方法에 의한 測定實驗이 활발히 研究되어야 되리라 思料된다.

參 考 文 獻

1. 張延深 (1986) “騒音緩和을 위한 道路邊 緩衝綠地造成 技法에 關한 研究”, 서울大 環境大學院 碩士學位 請文
2. 大韓住宅公社 (1986) “共同住宅 內部騒音 基準設定에 關한 研究”, 建研 86-050 : 98,100
3. 李健(1984) 建築設計 資料集成(環境編), 建友社 : 99, 27-34
4. 沈愚京(1988) “造景配植設計에 關한 研究(1)”, 韓國 造景誌 15(3) : 1-10
5. 윤장섭(1989) “군포, 산본지구 아파트 계획안의 噪音 예측 및 그 대책에 關한 연구”, 서울대 생산기술 연구소
6. 윤석운 외 (1988) “道路交通騒音 低減施設의 效果 調査研究”, 大韓建築誌8(2) : 444-447
7. Bruel & Kjael (1983) Master Catalogne of Electronic Instruments
8. Grey, G. W and F. J. Deneke(1978), *urban forestry*, John Wilay and Sons : 67-76
9. Robinette, G. O.(1972) *plants/people/and environmental quality*, U. S. Department of Interior : 36-49