

(研究資料)

林木の騒音防止効果調査例

防災第1研究室^{a)}

Disasters Prevention I Research Unit: Data for Investigation on the Noise Attenuation due to Forest Trees
(Research materials)

要 旨：林木は騒音をどの程度さへぎるものであるかを知るため、常緑広葉樹林・スギ林・アカマツ林などについて調査を行なった。騒音の発生源には白色雑音を録音したテープレコーダーを用い、これを林外に置いて騒音を発生させ、林内で騒音レベルが減衰してゆく状況を指示騒音計で測定した。対照として無林地で同様の測定を行ない、両測定について音源から同じ距離の所の騒音レベルの差を求めて、林内各距離に対応する林木による騒音減衰量を導いた。

騒音は途中で障害物がない場合にも、音源から離れるにつれて自然に減衰するが、林木があればさらに余分に減衰する様子の概略が、この調査から量的に示された。林木のこの作用には、立木密度・枝下高・下層植生などが関係していると認められる。林木による騒音減衰量はそれほど大きなものではなく、林帯としての幅が狭い樹木群では、特別の保育や手入れをしない限り、実際上の騒音防止効果はあまり望めないようである。

ま え が き

世人一般の急速な環境破壊意識の高揚にともない、過度の騒音も公害の一種として重大な問題になっている。騒音は本来その発生源において防止対策を行なうべき性質のものであるが、交通機関の騒音などは発生源での対策が困難なのが現状である。したがって、現実の生活上では、騒音の伝搬を妨げ受音者側の騒音レベルを低下させる手段も必要であるため、塀その他の障害物によるしゃ音対策が一般に行なわれてきている。近年の急激な交通機関の発達につれて、生活環境における騒音レベルは上昇の一途をたどっているため、騒音防止対策の一つとして、森林あるいは樹木群の機能がにわかに注目されるようになった。

森林の騒音防止作用については、防音林という名称が示すように、古くから観念的に、森林は騒音の防止に有効であると考えられていたようであるが、客観的な判定に役だつ直接の調査資料は、国内では公表されたものがきわめて少ないようである。都市内の公園・緑地など樹林地での騒音分布については、かなり多数の調査例が発表されているが、いずれも、樹林地内各所の騒音レベルと周辺の騒音レベルとを対比したものであるため、林木による騒音減衰量を問題にする場合には、直接の資料として利用することは困難である。このような現状にあるため、実際の騒音対策を推進する研究者や技術者からは、騒音対策としての林木は、視覚による心理的效果はあるにしても、確実な減衰効果は期待できず、騒音対策に多少の安全性を加える程度のものとみられているようである。

1973年6月9日受理

(1) 防 災 部

以上のような現状からみて、林木の騒音防止作用の概要を、早急に定量的に明らかにすることが必要と考え、昭和46年度から調査に着手することにした。この調査は現在進行中であって、林木の騒音減衰機能の解析を行なう段階にはまだ至っていないが、いくつかの調査例がえられたので、とりあえず研究資料として報告することにした。

調査にあたって種々便宜をおはかりいただいた明治神宮社務所・千葉県林業試験場・林業試験場高萩試験地の関係各位、および白色雑音の録音に便宜を供与された林業試験場木材部物理研究室に深く感謝するものである。なお、この調査を行なったのは榎山徳治・松岡広雄・河合英二・佐伯正夫・石川政幸である。

調 査 方 法

この調査では、地上に生立する林木を塀・土堤などのしゃ音構造物に対応する物体と見なし、林木による騒音減衰効果が定量的にどの程度のものであるかを、概括的に解明することを目的とした。

1. 騒 音 源

一般の騒音発生源としては、各種の交通機関・土木建設工事・航空機・工場など多数あるが、それぞれの騒音の周波数範囲や周波数帯域特性は音源ごとに異なっている。したがって、調査目的からみて、特定の音源からの騒音を対象とするのはかならずしも適当でないと考え、音源として白色雑音を採用することにした。白色雑音とは、波形のくり返しのない音で、ある周波数範囲にわたって1サイクルあたりのエネルギーがすべて等しいもので、広い周波数帯域をもつ衝撃波の混合からなり、ある時間の平均としてエネルギー分布が均一になっている。風や流水の音などは白色雑音に近いとされている。

調査用の白色雑音の作成はつぎの方法によった。雑音信号発生器（リオン SF-04 型 20～20,000 Hz）の2秒間断続白色雑音をテープレコーダー（ナショナル RS-255 型 50～10,000 Hz）に録音し、その再生音を現地での調査対象音源とした。この音源からの音の騒音レベルは、現地屋外においてスピーカーから5mの位置で77ホン（A）である。

2. 騒音測定器

騒音は騒音レベルとして定量的に表現される。騒音レベルとは、音を JIS C 1502 に定める指示騒音計で測定して得られるホン数のことである。騒音計には A・B・C の3特性をもつ聴感補正回路があり、これらの中で A 特性回路が人の聴感にもっとも近似した測定値を与えるので、JIS Z 8731 では騒音レベルを原則として A 特性で測ることに定めている。

この調査では、JIS 適用の指示騒音計（リオン NA-09 型 35～130 ホン 31.5～8,000 Hz）を使用し、A 特性で騒音レベルを測って、測定値をホン（A）単位で表わした。なお、測定した騒音レベルおよびその平均値はすべて小数点以下を四捨五入した。

3. 調査対象林分

騒音の伝搬には地形の影響が大きいので、対象林分は平地林に限定した。調査林分は多様な林木構成のものを包括するよう選定につとめたが、立地条件のほかには周辺の騒音レベルからも制約をうけるので、調査に適した林分を選ぶことは予想以上に困難であった。この報告で取り上げた調査対象林分は表1のとおりである。

4. 測定方法

すべての測定にあたって、音源であるテープレコーダーのスピーカーと、騒音レベル測定用の指示騒音

計のマイクロホンの高さを、ともに地上1.2 mとした。

各調査地での測定はつぎのように行なった。

対象林分の林縁から林外へ5 mの位置に音源を置き、スピーカーを林縁にだいたい直角の向きに林内へ向け、その線を騒音レベルの測線とした。測線上で林縁を第1測点とし、以下林内へ10 mごとに第2・第3と順次測点を設けた。音源からの白色雑音のレベルを各測点で測線の両側おのおの1 mの位置で測定し、2つの測定値の平均をもって林内各距離における騒音レベルとした。

植列が明確な林分については、植列に平行と斜交の2測線を設けて測定した。このときは、測線が林縁に直角の向きから少しずれる場合も生じたが、林内測定距離は長くても100 m程度までであったので、測線が林縁に直角の場合との差異は無視した。

林内測定値と対照させるため、林木がない場合として、調査林分付近の芝生や作物のない畑地などで、音源からの距離による騒音レベルの変化を同じ方法で測定した。この測定は各調査日について少なくとも1回実施した。

上記の各測定ごとに、風向・風速・気温・湿度を調査林分の林縁付近で測定した。

5. 林木による騒音減衰量の求め方

各調査林分についての一連の測定ごとに、音源からの距離に対応する騒音レベルの値を片対数方眼紙に記入し、また、林木のない場合の対照値もあわせて記入する。両者それぞれについて、測定値をつなぐ折線を平滑化して曲線とする。つぎに、音源からの各距離について、両曲線間の騒音レベルの差を図上で読みとり、小数点以下を四捨五入した値を、林木による騒音減衰量と見なした。この操作の一例を図1に示す。

図には別に、点音源からの音の距離による減衰を示す理論曲線を、比較のために記入した。騒音は伝搬経路に障害物がない場合にも、音波のエネルギーの発散のための距離による減衰、大気分子吸収による減衰、風・気温など気象条件による減衰、および地面の吸音などのために自然に減衰する。これらの自然

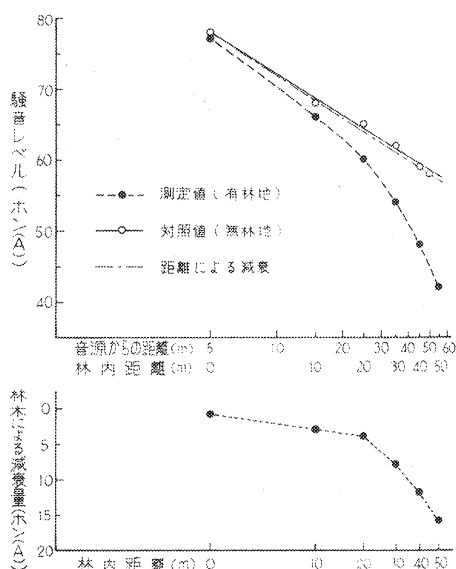


図1. 林木による騒音減衰の一例
(林分 No. 14)

減衰のなかで、距離による減衰がもっとも大きく作用している。音源からの距離 $d_0 \cdot d$ の 2 点の騒音レベルを $L_0 \cdot L_d$ とすれば、距離による減衰量は、理論的に

$$L_0 - L_d = 20 \log_{10} (d/d_0)$$

と表わされる。図 1 の距離による減衰曲線はこの式によって描いたものである。

調 査 結 果

調査の結果えられた林木による騒音減衰量を一括して表 2 に示す。ただし、一連の測定値の中で、測定した騒音レベルと暗騒音のレベルとの差が 10 ホン (A) 未満のものは、すべて棄却することにして表から除外した。ここで暗騒音とは、ある場所で特定の音を対象として考える場合に、対象の音がないときのその場所の騒音をいい、対象の音と暗騒音のレベルの差が 10 ホン未満になると、騒音計の指示値を補正しても、対象の音のレベルは正確には求められないからである。

表の騒音減衰量のうちで“－”符号のついているものは、その場所では騒音が減衰しないで、反対に騒音レベルが増加したことを示している。

林木の騒音防止機能を論議するためには、調査例は少なすぎるが、表 2 の測定結果の範囲内では、一応、つぎのことがいえるようである。

植列のはっきりした同じ林分について、音の伝搬方向が植列に平行の場合と植列に斜交する場合を比較すると、林木による騒音減衰量は植列に斜交の場合に明らかに多くなる。

立木密度の高い林分、枝下高の低い林分、および下層植生の多い林分は、騒音減衰量が多くなる傾向が認められる。反対に、立木密度の低い林分で、枝下高が高く下層植生の少ない場合 (林分 No. 7, 15, 16) には、騒音減衰量は全般に少なく、とくに林内距離 30 m 程度までの範囲では林木による騒音の減衰を期待できないと思われる。

騒音減衰量には樹種による差はほとんど認められないようである。

落葉期の林木の場合が林分 No. 20, 21 であるが、騒音減衰量は特に少ない部類にはいつている。このことは、林木の騒音防止機能のなかで葉の占める位置を示唆しているように思われる。

表の騒音減衰量を概観すると、一般的にいて、騒音の防止を普通の林分に期待するのには、少なくとも 20 m 程度以上の林帯幅が必要のようで、特別の保育や手入れを行なわない限りは、この程度以上の林木群でなければ、実際の騒音減衰効果は現われないのではないかと考えられる。

No.	樹 種	立木密度 (本/ha)	平均樹高 (m)	平 均 枝 下 高 (m)	平 均 胸 高 直 径 (cm)	胸 高 断 面 積 合 計 (m ² /ha)	下 層 植 生			所 在 地
							種 類	平均高 (m)	密度	
1	アラカシ, シイ, アカマツ, イチヨウ, ヒノキ	838	8.3	3.2	17.6	33.08	アオキ, ヤブニッケイ, ヤツデ, ネズミモチ, エゴノキ, シユロ	0.5	中	明 治 神 宮
	アオキ, ヒサカキ, ツバキ	3,025	1.6		1.7					
2	シラカシ, エゴノキ	525	13.4	6.8	27.6	28.57	ヒサカキ, アオキ, アカガシ, サカキ	1.8	少	明 治 神 宮
	ヒサカキ, アカガシ	580	4.0		6.4					
3	サクラ, クス, サワラ, イチヨウ, ヒサカキ, エゴノキ, ニワトコ, ネズミモチ	460	16.4	7.1	32.3	42.10	アオキ, ニワトコ, ネズミモチ, ツバキ	1.0	中	明 治 神 宮
		850	4.0		7.2					
4	ス ギ ヒ ノ キ	3,880 140	7.2 2.0	2.0	10.3 2.0	34.73	サ サ	1.0	少	千葉県山武町
5	ス ギ	4,750	6.0	1.7	9.1	31.10	—	—	—	千葉県山武町
6	ス ギ	920	15.9	10.7	20.5	32.33	サ サ	0.4	多	千葉県山武町
	ヒ ノ キ	60	4.0		4.7					
7	ス ギ	1,763	11.9	6.2	14.6	31.60	サ サ	1.5	少	千葉県山武町
	ヒ ノ キ	50	2.3		2.0					
8	ス ギ	4,100	5.9	3.0	10.5	36.19	—	—	—	千葉県山武町
9	ス ギ	3,100	7.8	3.2	12.8	41.76	ササ, シダ	1.0	少	千葉県東金市
10	ス ギ	2,117	8.6	2.9	14.8	38.55	ササ, サカキ, チャ	1.5	中	千葉県東金市
	ヒサカキ, アカガシ	3,400	1.9		1.5					
11	ス ギ	3,400	6.5	2.6	8.9	21.66	サ サ	1.5	多	千葉県東金市
	ヒ ノ キ	1,288	4.0		6.0					
12	ス ギ	3,740	5.9	3.7	11.1	38.28	サ サ	0.3	少	千葉県東金市
13	ス ギ	1,850	11.2	6.1	14.7	32.47	サ サ	0.6	多	千葉県東金市
14	ス ギ	3,500	5.2	1.3	9.5	25.26	—	—	—	千葉県東金市
15	ス ギ	1,409	13.0	6.9	18.3	40.40	—	—	—	千葉市富田町
	スギ, ウツギ	73	1.5		2.3					

No.	樹 種	立木密度 (本/ha)	平均樹高 (m)	平 均 枝 下 高 (m)	平 均 胸 高 直 径 (cm)	胸 高 断 面 積 合 計 (m ² /ha)	下 層 植 生			所 在 地
							種 類	平均高 (m)	密度	
16	ス ギ	1,325	13.0	5.6	14.7	24.28	サ サ	0.5	少	千葉県富田町
	アカガシ, クリ	438	2.6		1.9					
17	ヒ ノ キ	1,100	15.9	6.3	24.4	57.68	サ サ	1.0	中	千葉県山武町
	ヒ サ カ キ	1,067	1.4		1.4					
18	アカマツ	771	14.1	9.5	25.3	41.61	サ サ	0.1	少	茨城県十王町
	クヌギ	57	3.0		5.0					
19	アカマツ	1,214	14.2	10.3	20.7	46.19	ヒサカキ, ハンノキ, ノリウツギ	1.5	多	茨城県十王町
	ハンノキ, リョウブ, ノリウツギ	6,486	1.9		1.4					
20	コナラ, クヌギ	900	14.0	4.8	18.0	26.31	—	—	—	東京都小平市
21	コナラ, クヌギ, エゴノキ	1,657	10.1	5.1	10.7	21.89	エゴノキ, ウツギ	1.0	中	東京都立川市
	エゴノキ, コナラ	629	4.3		3.3					

表 2. 林木による騒音減衰量 (ホン(A))

林分 No.	林 内 距 離 (m)										測 定 年 月 日	天 気	風 速 (m/s)	気 温 (°C)	湿 度 (%)	備 考
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100						
1	2	2	3								47.10.26	曇	0	19.2	70	
2	0	4	5								47.11.29	晴	1.0	12.1	46	
	0	5	5								"	"	1.0	12.1	46	
3	1	3	5								47.12.21	晴	0	9.5	54	
4	1	0	2	5	9						48.2.5	晴	0.7	10.4	72	測線は植列に平行
	0	2	4	7	10	11					"	曇	0	11.7	73	測線は植列に斜交
5	1	—1	2	5	4						48.2.5	曇	0	10.2	86	測線は植列に平行
	1	2	4	6	8	11					"	"	0.4	11.0	75	測線は植列に斜交
6	0	0	2	4	6	7	8				48.2.6	曇	0	12.3	76	植列不明
7	0	0	0	1	2	3	5				48.2.6	曇	0.8	15.8	64	測線は植列に平行
	1	0	2	4	4	5	7	8			"	"	0	14.1	71	測線は植列に斜交
8	1	4	6	9	11						48.2.6	曇	0	11.1	85	測線は植列に斜交
9	1	2	3	5							48.2.7	曇	3.2	6.0	36	測線は植列に平行
10	1	2	3	3	6						48.2.7	曇	1.2	6.6	32	測線は植列に平行
	0	2	4	5							"	晴	0.3	9.6	25	測線は植列に斜交

林分 No.	林 内 距 離 (m)										測 定 年 月 日	天 気	風 速 (m/s)	気 温 (°C)	湿 度 (%)	備 考
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100						
11	1	3	3	5	6						48. 2. 7	晴	0.9	5.4	35	測線は植列に平行
	1	4	6	7	9						"	"	1.1	5.2	33	測線は植列に斜交
12	2	2	2	4	5						48. 2. 8	晴	1.6	4.7	20	測線は植列に平行
	1	2	3	5	8						"	"	2.2	5.0	18	測線は植列に斜交
13	2	3	4	5	7	8	9	11			48. 2. 8	晴	1.1	5.1	19	測線は植列に斜交
14	4	5	8	12							48. 2. 8	晴	2.3	5.2	19	測線は植列に平行
	3	4	8	12	16						"	"	0.5	4.7	18	測線は植列に斜交
15	-1	-1	0	1	2	4	6	7	8	10	48. 2. 9	晴	1.4	5.4	17	測線は植列に平行
	0	-1	1	3	5	7	8	10			"	"	1.3	6.2	18	測線は植列に斜交
16	-1	-1	0	2	4	5	7	9			48. 2. 9	晴	0.4	8.4	22	植列不明
17	1	0	3	4	5	7	8	10	12		48. 3. 7	晴	1.8	7.8	37	植列不明
18	0	2	3	5	6	8					48. 3. 27	晴	1.5	9.8	32	植列不明
19	3	4	4	6	8	10					48. 3. 28	曇	0	17.2	47	植列不明
	4	5	4	6	7	9	10				"	晴	0	17.8	47	
	2	2	4	6	8						"	"	0.2	17.2	40	
	0	2	6	9	9						48. 3. 29	曇	1.0	9.8	70	
	1	3	5	7	9	11	13				"	"	0	9.6	70	
20	0	0	0	1	2						48. 1. 9	晴	0.6	10.6	35	
21	-1	-2	-2	0	2	4					48. 1. 17	曇	1.2	7.8	58	