

のブロック図を示す。データレコーダから来る信号を25Hz～20kHzの中心周波数を持つ1/3オクターブ周波数分析器に通し、サンプリング時間0.5秒で40個サンプリングし、時定数0.12秒で分析した。分析結果を一旦計算機のフロッピーディスクに落とし、その後に統計値の中央値(L_{50})やエネルギー平均である等価騒音レベル(L_{eq})を算出した。分析対象は音圧レベルが85dB～90dBとなる部分であるが、周波数分析器が1チャンネルのためデータレコーダのCH-1とCH-2を同時に分析することは不可能である。しかし録音時に入れた測定開始のタイムマークから一定時間後に分析を開始しているから、CH-1とCH-2は事実上同時分析と言える。

第3章 結果と考察

3-1 植樹帯の物理特性

葉はビニールの袋に採取し、葉が乾燥しないように保存しつつ早め一枚ずつ葉の長径(l)、短径(s)を定規で最小0.5mmまで測り、同様に葉の質量(w)は0.01mgまで測った。葉面積(A)は葉を方眼紙にコピーし方眼紙の面密度から算出した。植樹帯の物理特性として葉一枚当りの平均値で表II-2に示すが、アラカシの場合は既設、新設共にサンプル

表II-2 植樹帯の物理特性

植樹帯 樹種	既設植樹帯		新設植樹帯
	アラカシ	アオキ	アラカシ
長径 l mm	71.9	118.7	67.4
短径 s mm	27.4	52.5	24.7
$l \cdot s$ mm ²	2121.2	6470.4	1713.5
質量 w mg	247.98	1170.58	182.05
葉面積 A mm ²	1340.2	4492.7	1098.6
総葉数 枚	67	24	85
総質量 g	15.43	28.09	15.15
F m ⁻¹	11.22	13.48	11.67

アラカシのサンプル数は50

F : 単位体積当りの葉面積

数50枚から、アオキの場合はサンプル数24枚から求めたものである。なおここで言う平均値はあくまでこのサンプルに限った平均であって、何時でも何処でも通用する平均値ではないことは、樹木の成長度やサンプル時期等を考えれば明らかであろう。しかし表中の単位体積当りの葉面積（F）は表に示した葉面積の平均値から求めている。

3-2 葉面積の別の求め方

葉面積を求める場合に一枚毎に算出するのは甚だ面倒であり、簡単に求める方法があれば便利である。そこで既設植樹帯のアラカシの各物理特性間の相関行列を表Ⅱ-3に示す。これを見ると葉面積と他の物理特性との

表Ⅱ-3 既設アラカシの物理特性の相関

特 性	短 径	質 量	1・s	葉面積
長 径	0.891	0.926	0.947	0.940
短 径		0.968	0.977	0.978
質 量			0.985	0.987
1・s				0.994

相関は非常に高く、どれを採ってみても葉面積の算出に有効のようであるが、長径や短径は葉一枚毎に計量せねばならぬのに対して、質量は何枚かをまとめて計量することが可能である。従って総質量とその枚数が分かっているれば回帰式から葉面積を求められる。回帰式を次に示す。

$$A = 4.7386 \times w + 165.12 \quad \text{相関係数 } r=0.987$$

$$A : \text{葉面積 } \text{mm}^2 / \text{枚} \quad w : \text{質量 } \text{mg} / \text{枚}$$

アオキと新設したアラカシの葉面積と質量の回帰式を以下に示す。

$$\text{アオキ} \quad A = 3.2679 \times w + 667.33 \quad \text{相関係数 } r=0.980$$

$$\text{アラカシ} \quad A = 4.5842 \times w + 264.11 \quad \text{相関係数 } r=0.958$$

新設したアラカシの相関係数が低めであるが、これは相対的に葉面積に比し質量が小さめだったためではないだろうか。またかなりの大きさに定数項が残っているのも問題であるが、今後正確なデータを多数収集すれば回帰式もかなり改善されるものと考え。なお同じアラカシについて式を2つ出す必要もないが、ここではサンプル内の結果として記しておく。

3-3 植樹帯による挿入損失の実測値と計算値

3-3-1 植樹帯による挿入損失の計算方法

文献2に植樹帯による挿入損失（IL）を求める方法を載せてあるが、ここにその用語、葉面積係数と散乱係数及び記号を再掲しておく。なお挿入損失は次式で求められる。

$$I L = F \cdot L \times f (k \cdot a)$$

葉面積係数 $F \cdot L$: 単位断面積当りの、音が通過して行く経路中に実際に存在する総葉面積 [無次元]

散乱係数 $k \cdot a$: [無次元]

F : 単位体積中の総葉面積 [m^{-1}]

L : 音が通過する植樹帯の幅 [m]

$k = 2 \pi / \lambda$: 波長定数 [m^{-1}]

a : 葉面積を円とした時の直径 [m]

$\lambda = c / f$: 波長 [m]

$c = 340 m / s$: 大気中の音速 [$m \cdot s^{-1}$]

f : 周波数 [Hz] = [s^{-1}]

実際に植樹帯の挿入損失を計算で求めるには、まず散乱係数 $k \cdot a$ の値を用い、図II-4に示した模型実験で得たチャート上で単位葉面積係数当りの挿入損失 $I L / (F \cdot L)$ を求め、その値に葉面積係数を乗じて挿入損失を計算する。なお a は葉面積を円と考えた場合の直径である。

ここで計算例として既設植樹帯の挿入損失を求めてみよう。但し $k \cdot a$ が6以下ではクサツゲ及びストウツゲの実験結果を、また $k \cdot a$ が6以上

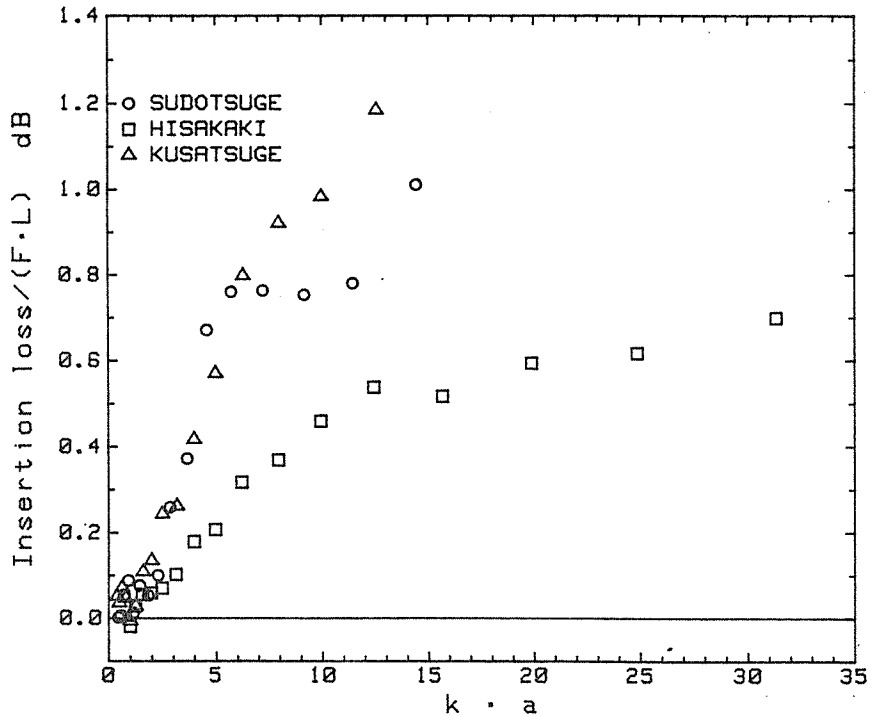


図 II - 4 挿入損失を計算で求める図

ではクサツゲの実験結果を実用的として使用する。

[例]

葉の平均的大きさ a は、葉面積 A を円と考えた場合の直径だから表 II - 2 から各植樹帯の a は次のようになる。

アラカシ : $A = 1340.2 \text{ m m}^2 \rightarrow a = 41.31 \text{ m m}$

アオキ : $A = 4492.7 \text{ m m}^2 \rightarrow a = 75.63 \text{ m m}$

次に音が通過する植樹帯の幅 L であるが、先の図 II - 1 に示した如くアラカシの幅が 0.65 m 、アオキの幅が 0.35 m であった、がしかし、陽の当らぬ植樹帯内部には葉がないため、ここでは現場の測定結果から葉が存在する長さ L を次のようにとった。

アラカシ : $L = 0.40 \text{ m}$ アオキ : $L = 0.25 \text{ m}$

従って、表 II - 2 の F と、上記 L から、葉面積係数 $F \cdot L$ は以下の通りである。

アラカシ : $F \cdot L = 4.49$ アオキ : $F \cdot L = 3.37$

アラカシの場合に周波数4000Hzを適用すると、散乱係数 $k \cdot a$ は

$$k \cdot a = 2 \pi a / \lambda = 2 \pi f a / c$$

$$= 2 \times 3.1416 \times 4000 \times 41.31 \times 10^{-3} / 340 = 3.05$$

この $k \cdot a = 3.05$ の値をクサツゲ、またはストウツゲの線に当てはめると $IL / (F \cdot L) = 0.30$ が求まるから、 IL は

$$IL = 0.30 \times F \cdot L = 0.30 \times 4.49 = 1.35 \text{ dB}$$

となる。

挿入損失は低い周波数帯では殆どゼロとなるので、周波数 630Hz 以上について計算した挿入損失を表 II - 4 に示す。植樹帯全体の挿入損失はアラ

表 II - 4 計算による既設植樹帯の挿入損失

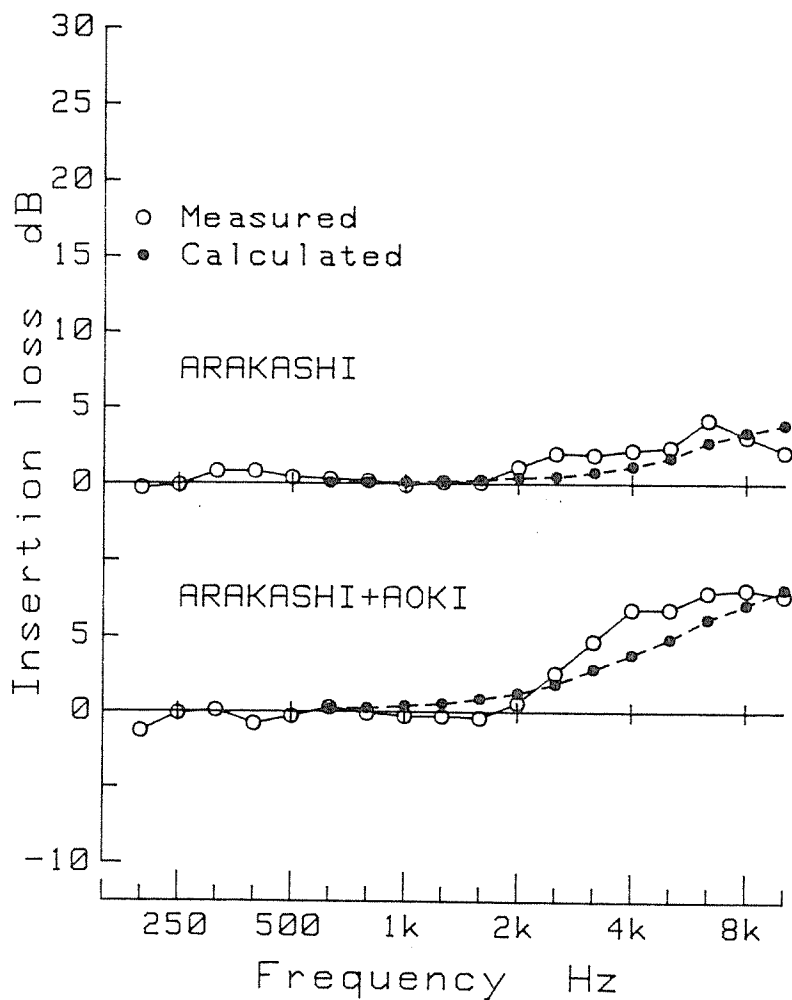
樹種	アラカシ F·L=4.49			アオキ F·L=3.37		
	k·a	IL/(F·L) dB	IL dB	k·a	IL/(F·L) dB	IL dB
f Hz						
630	0.48	0.02	0.09	0.88	0.04	0.13
800	0.61	0.02	0.09	1.12	0.06	0.20
1000	0.76	0.03	0.13	1.40	0.09	0.30
1250	0.95	0.05	0.22	1.75	0.11	0.37
1600	1.22	0.06	0.27	2.24	0.19	0.64
2000	1.53	0.10	0.45	2.80	0.25	0.84
2500	1.91	0.14	0.63	3.49	0.37	1.25
3150	2.40	0.20	0.90	4.40	0.59	1.99
4000	3.05	0.30	1.35	5.59	0.74	2.49
5000	3.81	0.45	2.02	6.99	0.85	2.86
6300	4.81	0.65	2.92	8.81	0.97	3.27
8000	6.11	0.78	3.50	11.18	1.08	3.64
10000	7.63	0.90	4.04	13.98	1.22	4.11

カシの挿入損失とアオキの挿入損失の和となる。

新設したアラカシ 1 列の植樹帯では中が空洞になるほどではないので、 $L = 0.40 \text{ m}$, $a = 37.40 \text{ mm}$ を用いて挿入損失を計算した。

3-3-2 実測値と計算値の比較

図Ⅱ-5に実際の植樹帯による挿入損失を白丸で、計算で求めた挿入損失を黒丸で示す。



図Ⅱ-5 挿入損失の実測値と計算値

周波数が高くなるに従い挿入損失が大きくなるのは、これまでの屋外実験及び模型実験と全く同じである。

次に計算値が実際の挿入損失より小さめになるのは、文献4と同一結果である。この理由は、模型実験では狭い空間に大きな葉面積を持つことになってしまったが、実際の植樹帯がそのような葉面積を持って繁茂することは不可能で、葉一枚々々が十二分に音を散乱するためと考えられる。この辺りに植樹帯の挿入損失を計算で求める時の問題点があり、研究を一層進展させる必要がある。それにしても単純で規模の小さい植樹帯ではあるものの、挿入損失が認められたことは予想以上であり、これは今後道路環境を改善する方法を発展させることにつながると思われる。

次に、騒音全体では植樹帯によって、どの程度レベルが低下したのかを表Ⅱ-5に示す。数値自体は非常に小さいものであり、測定器や分析器の誤差を考えれば全て誤差範囲とも言えよう。しかし音圧レベルの等価騒音レベル (L_{eq}) を除きレベルが低下する傾向にあることもまた事実と言えるであろう。騒音レベルの低下量をどれほど大きくするかは、植樹ますも含め植樹帯の設計方法に関係する問題と思われる。

表Ⅱ-5 騒音の低下量

植樹帯	音圧レベル dB		騒音レベル dBA	
	L_{50}	L_{eq}	L_{50}	L_{Aeq}
既設	0.2	-0.2	0.4	0.4
新設	0.5	0.3	0.8	0.6

3-4 挿入損失がマイナスとなる増幅現象

屋内の模型実験やスピーカを使用した屋外実験では 500Hz~2kHz に挿入損失がマイナスとなる増幅現象が認められた。この現象を筆者らは、植樹帯が無い場合には、音源から直接来る音波と地表面で反射して来る音波とが干渉して、地表面による過剰減衰が生じ、距離減衰以上に音は減衰するが、植樹帯が在ると音波の位相が乱され過剰減衰が生じにくくなり、植樹帯が無い場合の音圧レベルから植樹帯が在る場合の音圧レベルを引くと、見かけ上増幅することになると説明してきている。しかしこの図Ⅱ-5では明白な増幅は認められない。尤も植樹帯の挿入損失が小さい、即ち植樹

帯の音の散乱効果が強くないならば増幅も小さくなる傾向はある、が、他の原因として音源が自動車で常にマイクロホンの前を通過し、かつ音源とマイクロホンとの距離が刻々変化して音波の位相が乱れ、従って地表面による過剰減衰が生じにくいことも考えられる。渡辺ら⁵⁾は葉を長方形模型として室内実験を行った結果、挿入損失がマイナスになる原因は種々考えられるが、今のところ特定できないとしている。これらも含めこの増幅現象の解明が今後の課題と言えよう。