

# 森林機械作業における騒音と振動の問題

教授 加藤 誠平・大学院 大里 正一

Seihei KATO and Shoichi OSATO

## Problem of Noise and Vibration in the Mechanized Forest Operation

—A short note on the Kaminsky's work-physiological studies—

森林作業学（森林労働科学）Forstliche Arbeitwissenschaft, Forest Work Study は欧州では最近機械作業の導入に伴って活潑な進展を見せている。ドイツの Hilf, スウェーデンの Sundberg, オーストリアの Müller を主班とする国際共同研究の立派な業績が、ウィーンで行なわれた第 13 回国際林業試験研究機関連盟の会議で発表され注目をひいた (IUFRO 13th Congress Wien 1961 報告参照)。この分野の研究機関としては、Hilf 教授の主催する森林労働科学研究所 Institut für forstliche Arbeitwissenschaft der Bundesforschungsanstalt für Forst und Holzwirtschaft, Reinbeck bei Hamburg. が欧州では最も充実しているようである。ここでは研究結果が直ちに優れた視聴覚教育資料につくられて、広く林業界に流されている点も特色である。この研究所で、主として労働生理部門を担当している Dr. G. Kaminsky はこの分野での第 1 人で、既に数多くの論文を発表している。例えば

Arbeitsphysiologische Beobachtungen bei der Arbeit mit Motorsägen. Mitt. d. Bundesforschungsanst. f. Forst-und Holzwirtschaft Nr. 39, 1956.

Zur Beurteilung der körperlichen Belastung bei Motorsägearbeit. Allg. Forstztzshr. 11, 1956.

Lärm und Erschütterung zwei beachtenswert Beanspruchungen bei der maschinellen Forstarbeit. Forstarchiv, 31 Jahrgang, Heft 4, 1960.

などがある。

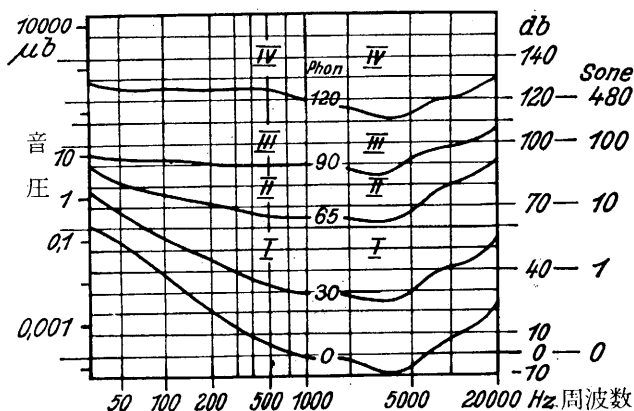
次にこれらの文献から特に騒音と振動の問題についてその主要な点を要約し、今後我国におけるこの分野の研究の参考に資する。

### I 騒音について

騒音が作業工程に及ぼす影響は、音の強さ Lautstärke と周波数範囲 Frequenzbereich の二つの因子に支配される。音の強さとは音波の伝播方向に垂直な単位面積を単位時間に通過するエネルギーで、これはデシベル Dezibel (db) という単位で示される。この物理的な音の強さに対

して、人間が耳で感ずる音の強さを「音の大きさ」といい、これをフォン phon という単位で表わす。デシベルとフォンとの関係は周波数 1000 Hz の A db の音と等しい大きさのレベルを A phon とすると定義する。また U. S. A. では二つの音を比べて一方の音が他の一方の音に対して何倍になるかという表示方法を取り、Sone という単位を用いている。

周波数 1000 Hz の音を基準として任意の基準音と等しい大きさで聞こえるような音の強さのレベルを、各周波数について求めたのが第 1 図の耳の聴感曲線である。この図には騒音が phon



第 1 図 人の可聴範囲内における聴感曲線及び騒音階

と db で四つの階層にわけて示されている。これにより作業工程に悪影響を与えたり健康を害したりする騒音の大きさについて或る目安を得ることが出来る。30 phon 以下の音は一般に騒音と感じないので、騒音階は 30 phon 以上にとつてある。(Lehmann: Lärm von verschiedenen Seiten betrachtet, Physikalische Blätter 12 (12) 1956)

#### 騒音階 I : 30~65 phon

この程度の騒音は心理的影響があるだけである。すなわち不快の念を生ぜしめ、ノイローゼを起させる可能性がある。

#### 騒音階 II : 65~90 phon

心理的並びに生理的に影響し、なかんずく植物性神経系に作用する。障害は少ないがすべての人間に対して神経的負担となる。

#### 騒音階 III : 90~120 phon

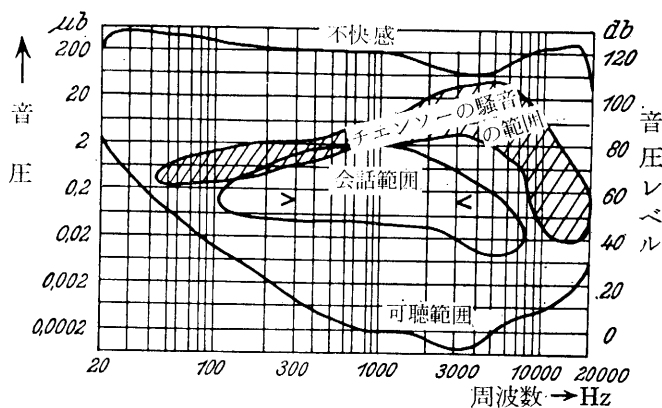
I, II 階の騒音の作用の他に、この階では難聴現象を生ずる。この現象は通常数時間乃至数日後に消滅するが、しばしば繰返して多年この音を聞かせると遂には真の難聴症 (4000 Hz に難聴が初まり、後にこの附近への影響が最大となる。これは老人性難聴と明らかに区別される) となり、この騒音階の作用を常時うけると完全なつんぼになる可能性がある。

#### 騒音階 IV : 120 phon 以上

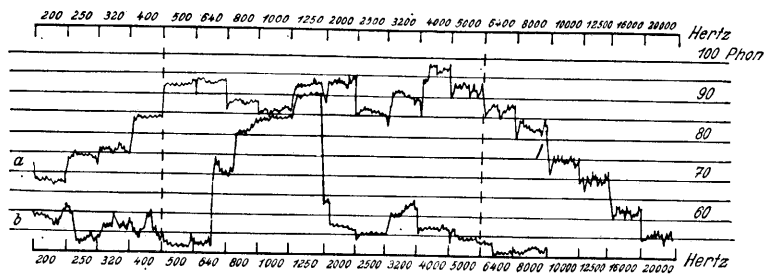
ジェットエンジンの近くの騒音に相当し、この **Infra** 領域、**Ultra** 領域の高騒音では精神障害を起こす。

従来の研究によれば、林業用機械の騒音は騒音階Ⅲに属し、しばしばその上部限界附近にある。従って作業員に耳栓その他の積極的な防止法を講ぜしめるか、或は、機械の技術的改良を必要とする。

騒音の周波数の問題も重要な意味がある。高音は低音よりも不快なことは、一般に認められている。例えば 10,000 Hz, 45 phon の音の不快感は 50 Hz, 100 phon の音の不快感に相当する。このような純粋な不快感の外に周波数には更に実際の意味がある。人間の可聴範囲は 20~20,000 Hz であるが、その中で特に人間の耳が鋭敏に感じるのは 2,000~4,000 Hz である。このことから非常に低い周波数の範囲または非常に高い周波数の範囲の音が聞こえるか聞こえないかは、日常の会話を聞きとる上にはあまり重要ではない。従って、この中間の周波数の有害騒音の発生を出来るだけ小さく保つ必要がある。図2は会話音と動力鋸騒音の周波数を比較したものであるが、この実験に使用した動力鋸の騒音は肉声領域をおおい、かつその音の大きさは会話音よりも大きいから、エンジン作動中は肉声を正常に聞きとることは不可能であることを示してい



第2図 可聴範囲、会話範囲及びチェンソーの騒音の範囲



第3図 チェンソーの騒音の周波数分析  
 (a) 人体に有害なチェンソー  
 (b) 人体に有害でないチェンソー

る。このことから、現在用いられている多くのチェンソーの音の周波数が好ましくないことは疑いない。図3は二つのチェンソーを比較したものであるが、良好なものは許容範囲内にあるけれども他の一つははなはだ好ましくない。

以上のことからチェンソーその他の小型林業機械の騒音については、何等かの対策が必要である。

## II 振動について

振動の影響には振動数、振幅、振動の加速度等多くの因子がある。振動数 10 Hz 以下では肉体的な不快さを感じさせるのに対し 10 Hz 以上ではむしろ神経的な影響を与える。加速度 1 g 以上、例えば駆動しているチェンソーの振動が 1 g 以上になると能率が下がることが明らかにされている。更に大きな影響は振動が継続する場合で、律動的な振動の大きさによって、人間はいろいろな時点で無感覚におちいる。この感覚の消失は振動を有する機械を操作した時、技能度消失の形（姿勢がくづれる）となり能率低下の現象をひき起こす。

D. DIEKMANN は広範囲な実験によって振動による負荷に対する評価の尺度を得た。すなわち負荷の大きさを“K-値”によって示し、これを実際問題に結びつけている。

### D. DIEKMANN による K-値の定義と实际的意義

K	定 義	仕事に対する影響
0.1	振動を感じはじめる閾値。	妨げない。
0.1~0.3	振動は感じられるが、ほとんど不快を感じない。堪え得る。	〃
0.3~1.0	振動はよく感じる。1時間振動をうけるとかなり不快を感じる。堪え得る。	まだ妨げない。
1.0~3.0	振動は強く感じる。1時間振動をうけると非常に不快を感じる。まだ堪え得る。	妨げる。しかし仕事可能。
3.0~10.0	不快。堪え得られない。最高1時間まで。	強く妨げる。まだ仕事可能。
10.0~30.0	大不快。最高10分まで。	殆んど不可能。
30.0~100.0	超不快。最高1分まで。	不可能。
100.0 以上	堪えがたい。	〃

この K-値は、次式で算出される。

#### a) 垂直方向の振動

$$\sim 5 \text{ Hz: } K = af^2$$

$$5 \sim 40 \text{ Hz: } K = 5 af$$

$$40 \sim 100 \text{ Hz: } K = 200 a$$

#### b) 水平方向の振動

$$\sim 2 \text{ Hz: } K = af^2$$

$$2 \sim 25 \text{ Hz: } K = 4 af$$

$$25 \sim 50 \text{ Hz: } K = 100 a$$

ただし  $a$ =振幅 (mm),  $f$ =振動数 (Hz)

c) 水平方向及び垂直方向の振動が同時に作用する場合

$$K = \sqrt{K_1^2 + K_2^2 + \dots}$$

この評価尺度は、全身に振動を受ける人に対して適用されるが、その際、立姿勢でも腰掛姿勢でも差は殆んど見られない。

トラクターその他の機械が出す振動は作業員の全身に対して影響を与えるが、小型林業機械では作業員の手や腕に伝わる振動が問題となる。手—腕—系統の伝達関係には、振動の方向の振動数、静力学的な圧力、手—腕—身体—系統の緊張等に基づくいろいろな因子が作用している。そのため一般的な負荷に対する評価は—正確な測定なしには—不可能である。手—身体—系統の振動の強さの伝達には振動数に無関係な値がある。その振動の強さの伝達は振動力測定器によって測定することが出来る。振動が重大な影響を与える値としては（手—腕—体—系統の緊張による影響及びそれによってひき起こされる共鳴現象）20~40 Hz である。D. DIEKMANN の K-値の中には作業事情が考慮されていないので、測定で得られた K-値を純粋な振動の負荷とみなすのは問題である。

各種センサーについて振動の測定を行なって、それらの振動の強さを K-値で示すと 3.0~10.0 であった。これは K-値の定義の“妨げるが可能である”から“強く妨げるがまだ可能である”に相当する。従ってセンサーは作業を継続的にこなうことのできる限界であることを示している。この外に振動の加速度の測定で、1 g 以上の値 (2,4 g まで) では、身体の局部に明瞭に非常に強く加速度の影響が表われてくる。このことは実際の経験からも証明されている。

これらの結果から機械の回転数を制限することが提案されたが、実際にはダイレクトドライブの機械の急激な発達により回転数増加の方向に進んだ。このため振動の負荷が大になったことは事実であるが、これによって作業能率が上がり一面においては森林作業員に有利に作用したことも否定出来ない。この辺りに今後残された大きな問題がある。