

# 林業機械の振動騒音の防止 (作業方法の改善)



# 林業機械の振動騒音の防止（作業方法の改善）

## I 試験担当者

機械化部作業科作業第一研究室

豊川 勝生 石井 邦彦 奥田 吉春

## II 試験目的

現在、林業でよく使用されているトラクタ、集材機について1日の振動、騒音の暴露状態を明らかにし、その問題点の解明と作業改善を目的に、まず人間工学的チェックリストによる聞き取り調査を行い運転作業における問題点を抽出した。ここで、運転手が振動・騒音をどのように考えているかを検討した。そして、実際の現場での振動、騒音を分析検討することにより、その評価とそれを取りまく作業の改善を考えた。

## III 試験の経過と得られた成果

### 1 集材機、トラクタの振動、騒音に対する運転手の関心度調査

#### (1) 調査方法

今回使用した人間工学的チェックリストはNational Board of Occupational Safety and HealthとスウェーデンにおけるRoyal College of Forestry作成の“運搬、操縦用の機械類のための人間工学的チェックリスト”である。このチェックリストは、①乗り降り ②作業者と作業位置の適合 ③運転席 ④運転室 ⑤操縦器具の配置、位置、操作力 ⑥計器 ⑦視野 ⑧室内環境 ⑨排気 ⑩騒音 ⑪振動の各項目について、運転手がどれ位の関心度をもっているかを3段階区分で記入してもらう調査と具体的な52の質問からなるチェックリストによる調査からなっている。（調査様式表-1参照）

なお、調査対象運転手はトラクタ運転手60名、集材機運転手57名である。

#### (2-1) 調査結果 — 52の質問からなるチェックリストの分析

52の質問の中で、50%以上の訴えがあったものは、①振動に暴露されて疲れたり能

① 乗 り 降 り	①-1	スリップの危険はありませんか
	①-2	乗り降りの際に、事故を起こしやすい危険なものがでていませんか
	①-3	ドアはすばやく開けることができますか
	①-4	非常口の数に十分ありますか
	①-5	乗り降りに不自由は感じませんか



② 作業 位置	②-1	ペダルやレバーは使いやすいところにありますか	
	②-2	体をねじったり無理な姿勢をしないで操作ができますか	
	②-3	作業位置はおおむね快適ですか	
③ 座 席	③-1	座席の安全性は大丈夫ですか	
	③-2	座席の位置や背もたれの傾斜は良好ですか	
	③-3	座席、背もたれの張り具合（摩擦、通気具合）は良好ですか	
	③-4	座席のスプリングはショックに対して十分ですか	
	③-5	座席の高さ、長さの調節範囲は十分ですか	
	③-6	座席は簡単に調節できますか	
④ 運 転 室	④-1	運手室の広さは十分ですか	
	④-2	運転室に危険な突出物はありませんか	
	④-3	運転室の掃除は簡単にできますか	
⑤ レ バ ・ ベ ダ ル 等	⑤-1	よく使うレバー、ペダル類は簡単にとどく範囲にありますか	ペダル レバー
	⑤-2	操縦するのに無理な力をいれなくてすみませんか	ペダル レバー
	⑤-3	レバー、ペダル類の動かす範囲は丁度いい具合になっていますか	ペダル レバー
	⑤-4	ハンドル、レバー、ペダル等の使い分けはうまくなっていますか （機能に合っていますか）	ペダル レバー
	⑤-5	操縦かん1本あたりの作業量は適当になっていますか	ペダル レバー
	⑤-6	レバーやペダルは操作まちがいがいがないよう配置されていますか	ペダル レバー
⑥ 計 器	⑥-1	必要だと思われる計器類はみんなそろっていますか	
	⑥-2	不必要だと思われる計器類はありませんか	
	⑥-3	危険信号は目につく位置にありますか	
	⑥-4	計器類はその場に合った形をしていますか	
	⑥-5	計器類の配置はうまくできていますか	
	⑥-6	計器類はみやすくなっていますか	
⑦ 視 野	⑦-1	運転中、地表がよくみえますか	
	⑦-2	運転中、上の方はよくみえますか	

⑦ 視 野	⑦-3	この機械に視野のじゃまになるものがついていませんか	
	⑦-4	窓から外をみる時、反射で困ることがありませんか	
	⑦-5	窓ふき用のワイパーや、洗浄用具がついていますか	
⑧ 明 る さ ・ 気 風 温	⑧-1	運転室内の明るさは十分ですか	
	⑧-2	夏の暑さからうまく保護されていますか	
	⑧-3	冬の寒さからうまく保護されていますか	
	⑧-4	すきま風が入ってくるようなことはありませんか	
⑨ 排 気	⑨-1	運転室は排気ガスの臭いしませんか	
	⑨-2	運転室は油やガソリンの臭いしませんか	
⑩ 騒 音	⑩-1	耳せんなどしなくても難聴になる危険はないですか	
	⑩-2	耳などしなくても騒音作業中いらいらすることはありますか	
⑪ 振 動	⑪-1	この機械は振動から守られるような設計になっていますか	
	⑪-2	作業中、振動からそんなに妨げられずに作業ができますか	
	⑪-3	作業中、振動に暴露されて疲れたり能率が低下するようなことはありませんか	
	⑪-4	作業中の振動は快適性からいって、がまんができるくらいのものでしょうか	

# 調 査 項 目（3段階評価）

評価のポイント	あま り 重 要 で ない	重 要	か な り 重 要	評価のポイント	あま り 重 要 で ない	重 要	か な り 重 要
①乗 り 降 り				⑦視 野			
②作 業 位 置				⑧明 る さ、 気 風、 温			
③座 席				⑨排 気			
④運 転 室				⑩騒 音			
⑤レバー、ペダル等				⑪振 動			
⑥計 器							

率が低下する ②非常口の数が十分でない ③夏の暑さから保護されていない ④窓の外をみる時、反射で困ることがある、であった。また、トラクタについては特に③座席 ⑦視野の項目で訴え率が高い傾向にあった。

## （2-2） 調査結果 — 11項目からなる人間工学的チェックリストによる分析

11項目に対する運転手の反応（関心度）の平均と標準偏差を表-2に示す。なお評価点は、各項目の“あまり重要でない”に1点，“重要”に2点，“かなり重要”に3点を



与えている。これによると、集材機では1⑦視野、2⑪振動、3⑩騒音、4③座席、5⑤レバー、ペダル の項に関心が高く、トラクタでは1⑪振動、2⑦視野、3⑩騒音、4③レバー、ペダル、5③座席 の順に関心が高かった。

さらに、この結果を追求するために、各項目の評価点の母平均が2でないことの確かをし、すなわち評価点が平均2より偏っていることの強さの検定を試みた。表-2の\*が1%有意、\*5%有意を示している。これによると、①乗り降り ⑥計器 ⑨排気 の3項目は、林業機械に対する関心度では低い項目であり、逆に⑪振動、⑦視野、⑩騒音、③座席 の項目は関心度の高い項目であることが分析された。

このように、振動、騒音に関しては運転手が高い関心を示しており、また具体的にチェックリストの振動に関する質問でも訴え率が高いようである。

表-2 運転手の関心度

評価項目	集材機	トラクタ	合計
①乗りおり	1.386** (0.701)	1.617** (0.761)	1.504** (0.738)
②作業位置	1.965 (0.654)	2.067 (0.686)	2.017 (0.669)
③座席	2.123 (0.657)	2.150* (0.577)	2.137* (0.615)
④運転室	1.860 (0.667)	2.000 (0.689)	1.932 (0.679)
⑤レバー・ペダル	2.088 (0.662)	2.167 (0.740)	2.128 (0.701)
⑥計器	1.877 (0.734)	1.750** (0.728)	1.812** (0.730)
⑦視野	2.333* (0.690)	2.367** (0.736)	2.350** (0.711)
⑧明るさ・気温・すきま風	1.965 (0.731)	2.000 (0.713)	1.983 (0.719)
⑨排気	1.947 (0.718)	1.700* (0.696)	1.821** (0.715)
⑩騒音	2.193* (0.611)	2.267** (0.733)	2.231** (0.674)
⑪振動	2.333** (0.636)	2.417** (0.696)	2.376** (0.666)
台数	57	60	117

\*\* : 1%有意

\* : 5%有意

## 2 集材機、トラクタの作業時における座席振動の実態

### (1) 調査方法

振動測定は、トラクタ8台(クローラ型5台、ホイール型3台)、集材機10台につい

て行われた。その概要は表-3のようである。測定は、箱型の3方向の振動同時測定可能のビックアップ(リオン株式会社製PV-82A)を集材機、トラクタの座席上に置き、振動計(リオン株式会社製3チャンネル公害用振動レベル計VM-16)を通してデータレコーダ(共和電業株式会社製RTP-520A)に記録させてきた。このデータを研究室で再生させ、 $\frac{1}{3}$ オクターブ周波数分析器(リオン株式会社製SA-57)で分析し、レベルレコーダ(リオン株式会社製LR-04)で記録検討した。

### (2) 振動の分布

1集材サイクルの例として、そのチャート(図-1(1),(2))と振動のレベル頻度(1サイクル中における1.5秒ごとの振動のレベル頻度)を図-2(1),(2)に示した。チャートやレベル頻度図からわかる通り分布型は両端に2つのピークをもつ分布型となる。これはいわゆる林業機械作業時(集材機では「空搬器走行」、「実搬器走行」時等、トラクタでは「空車走行」、「実車走行」時等)と停止時(「荷掛け待ち」、「荷はずし待ち」等)の振動が現われたものと思われる。

表-3 振動調査の概要

機 種	場 所	索張り方式	平均集材距離	平均1集材サイクル時間	備 考
MS70-3MA	千頭営林署	ダブル・エンドレス	20m	2分29秒	積み込み線
MS70-5MAB	"	"	30m	2分50秒	"
Y33HD6	"	エンドレス・タイラー	450m	12分17秒	
Y33HD6	"	"	250m	6分01秒	
MS70-3MA	"	ダブル・エンドレス	20m	15分11秒	積み込み線
Y33HD6	"	エンドレス・タイラー	750m	8分12秒	
Y32E	水戸営林署	"	200m	8分04秒	
Y33HD6	"	"	450m	6分44秒	
Y43	富岡営林署	"	500m	12分44秒	荷上げ集材
Y43	棚倉営林署	"	900m	21分04秒	



機 種	場 所	平均集材 距 離	路 面 状 態	平均 1 集材 サイクル時間	平均傾斜
D40A	福島 営林署	480 m	①良砂	27分30秒	7°
D40A	棚倉 営林署	360 m	①良砂	24分50秒	15°
CT35 (サルキー)	静岡 営林署	800 m	③ぬかるみ粘土 所々点石	43分50秒	10°
T50	原ノ町営林署	250 m	③かわいた粘土 枝条, 伐根	14分45秒	12°
CT-35	水戸 営林署	400 m	①良砂	32分57秒	9°
NTK-5	沼田 営林署	180 m	③ぬかるみ, 枝条, 伐根, 点石	18分17秒	9°
T50	"	"	③ "	24分30秒	9°
T50	"	260 m	③林道, 粘土	25分50秒	5°

## (3) ISO基準

全身振動に対する人体暴露の評価指針の代表的なものは、ISO (国際標準化機構) による1974年の“全身振動暴露の評価に関する指針 (ISO 2631)”である。この指針は立位及び坐位の人間にその支持部分の表面から伝えられる振動に適用される。対象とする振動の周波数範囲は1~80Hzで、振動の測定位置は振動体と人体に接触する部分の振動を測定する (この調査の場合は、座席上に箱形の振動ピックアップを取り付けた)。加速度は実効値 (rms) を使用する。測定値は1/3オクターブまたはそれ以下の狭帯域のフィルターを使用して分析される。振動の人体への影響を決定する物理的因子としては、振動の強さ、周波数、振動の方向、持続時間 (暴露時間) の4因子が重要である。これら4因子で示される振動を評価する場合、この指針では次の3曲線を示している。(a)作業能率の保持 (疲労・能率減退境界) (b)健康や安全の保持 (暴露限界) (c)快適地の保持 (快感減退境界) 普通の分析では、この3境界の内、疲労・能率減退境界を使用する。なお、暴露限界は疲労・能率減退境界より6dB高く、快感減退境界は10dB低い基準である。

## (4) 調査振動の評価

測定振動をISO基準に沿って評価してみる。ISO基準へのあてはめについては、3つの問題点がある。第1の問題点は、どの部分の振動値を読むかである。これは、ピーク値を読む方法、中央値を読む方法等があるが、この場合、中央値を読んだ。第2の問題点は、前に検討した通り要素作業ごとに振動レベルが異なる点である。ここでは要素作業ご

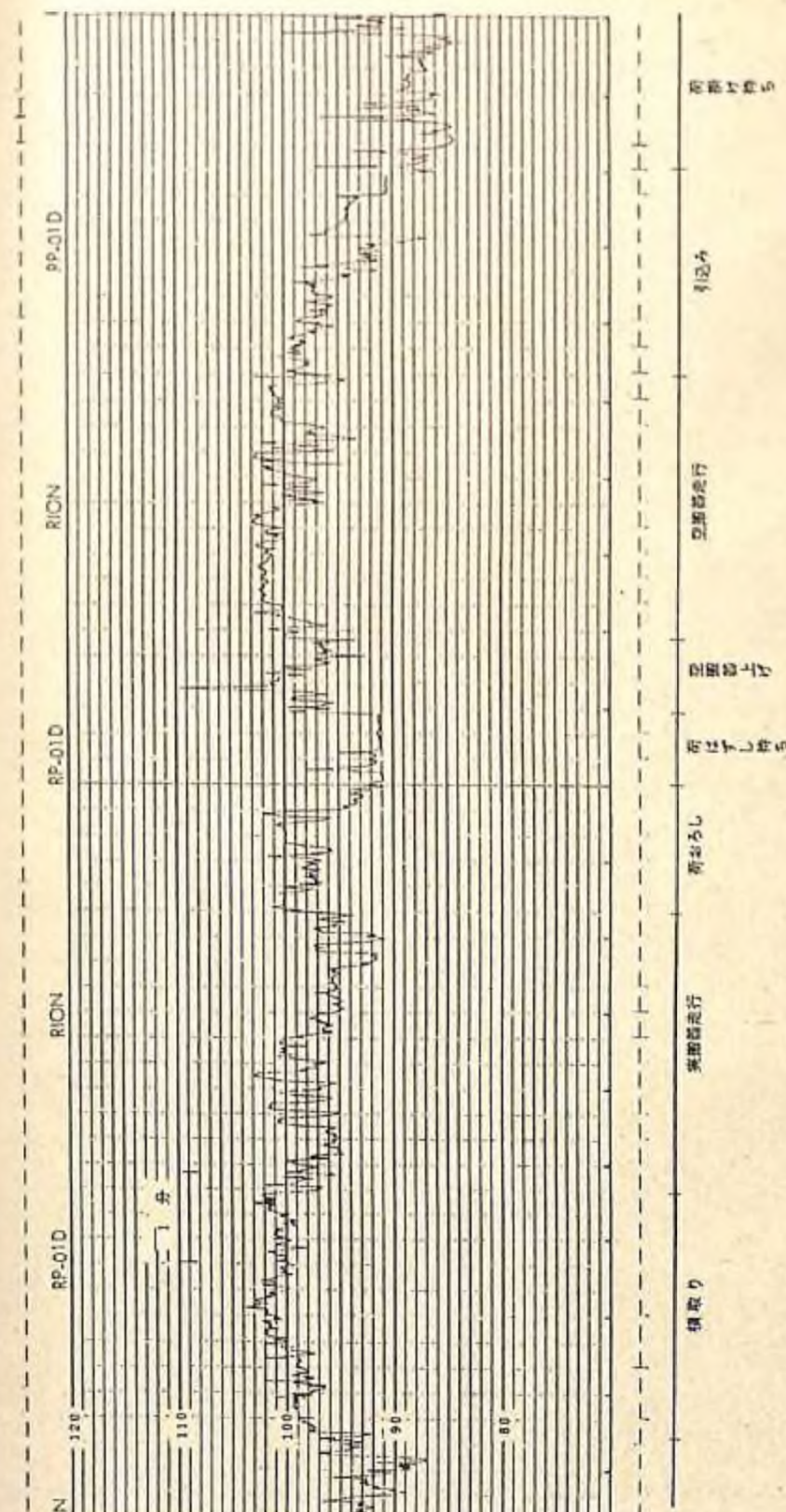
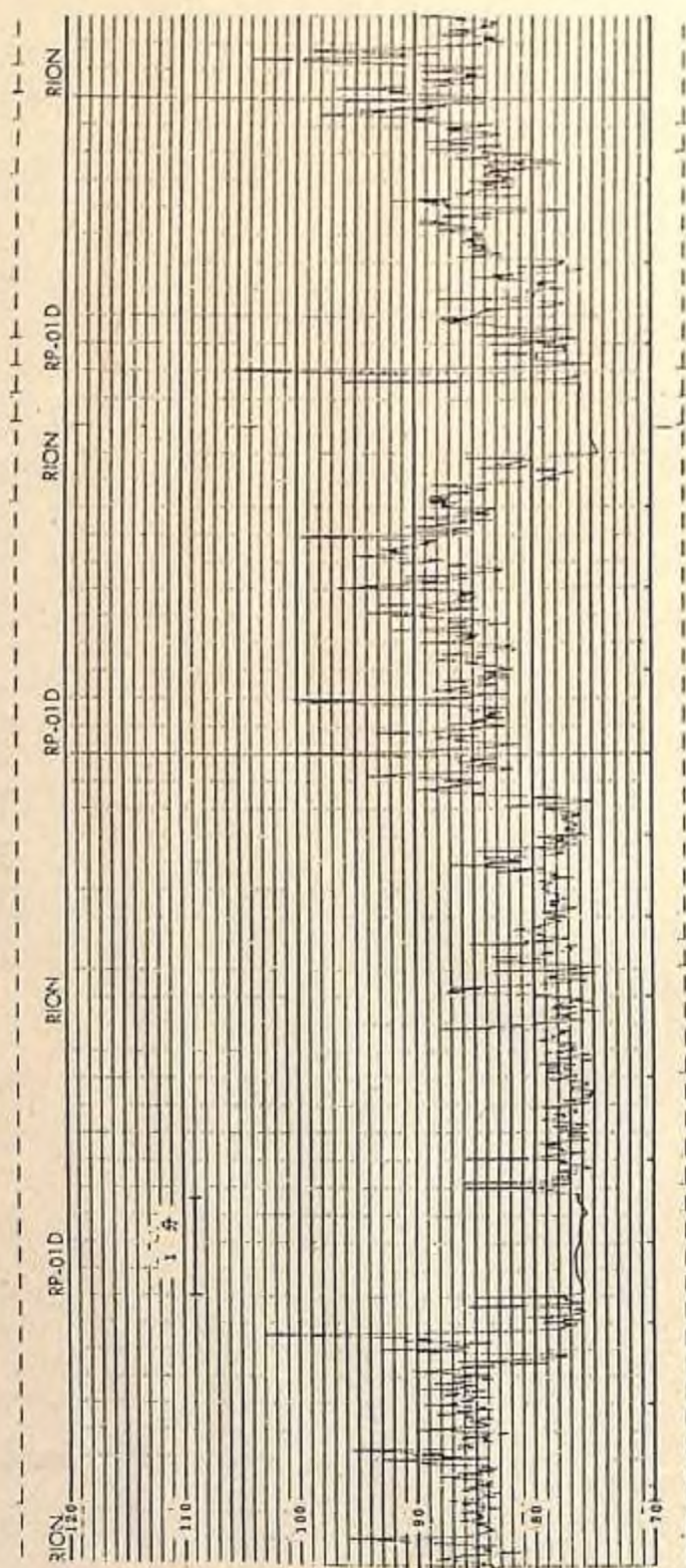


図-1(1) 集材機Y43振動例 Lin(Z方向)





空重走行  
荷掛け待ち  
クレーン移動  
荷掛け待ち  
クレーン移動  
荷掛け待ち  
空重走行

図-1(2) トラクタNTK5振動例Lin(Z方向)

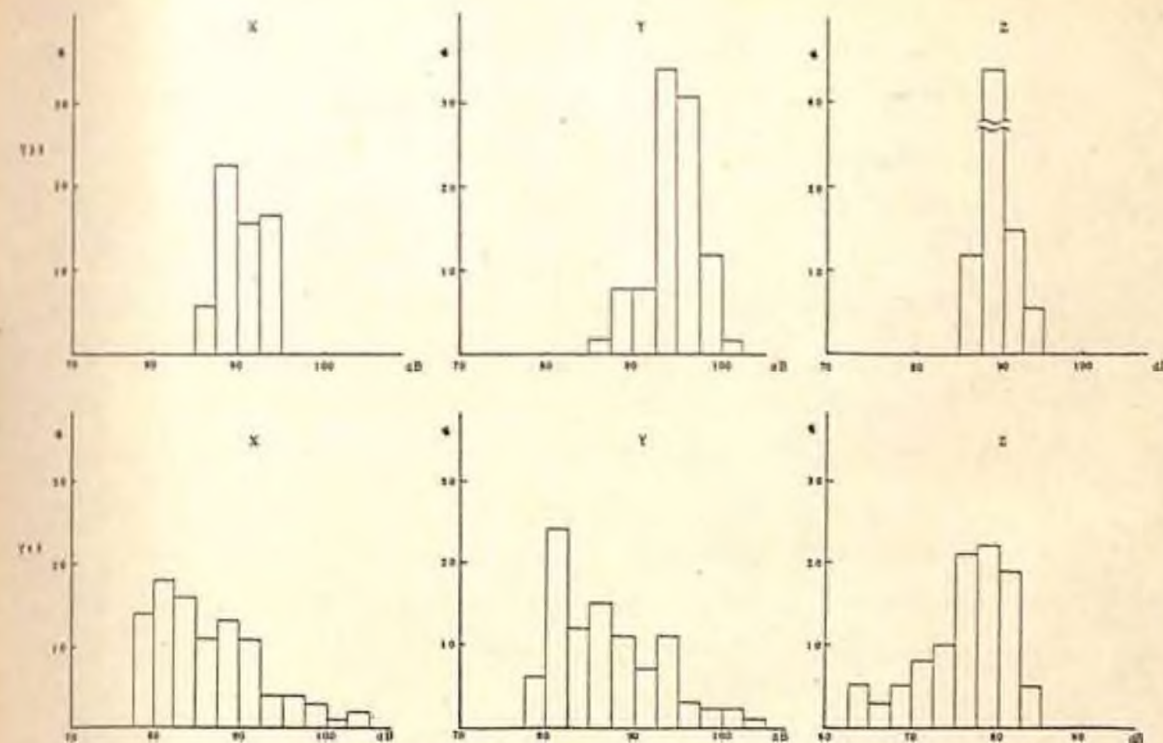


図-2(1) 作業時間(1集材サイクル)に対するレベル別暴露時間分布(Lin)

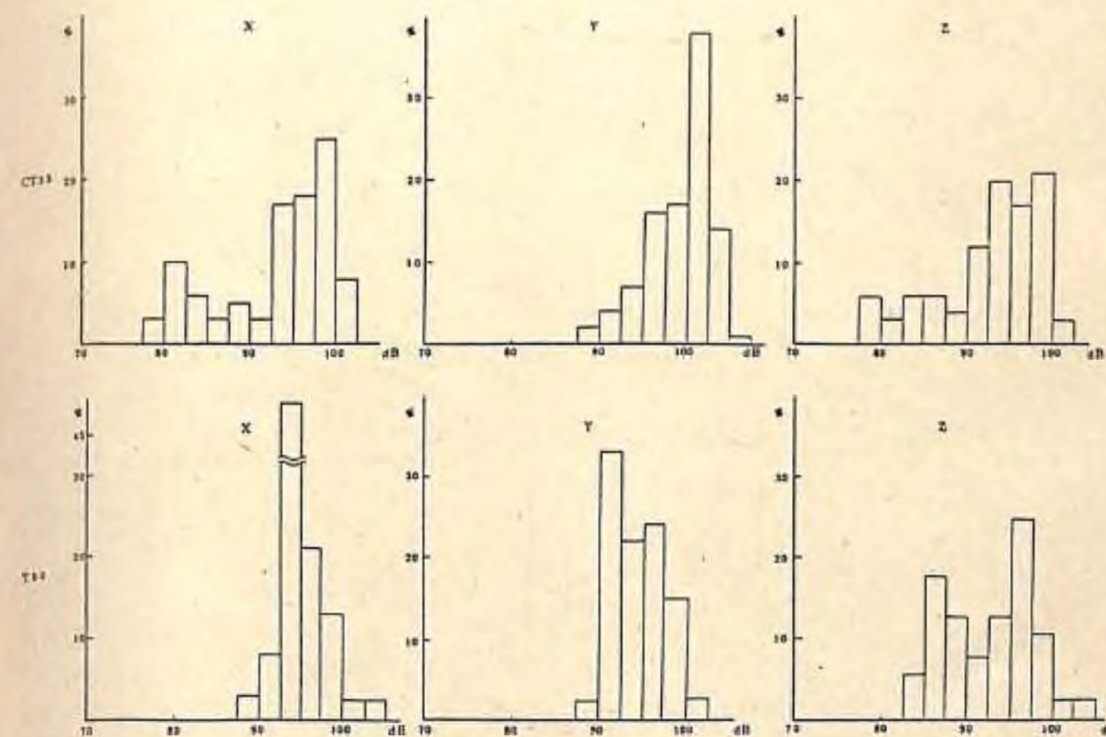


図-2(2) 全作業時間(1集材サイクル)に対するレベル別暴露時間分布(Lin)



とに評価し、それで全体を評価した。第3の問題点は、振動暴露時間の問題である。普通1日の作業時間として8時間値をとるが、実際の作業は、休憩、打合せ、機械の保守点検等でそれより短い。今回、1の関心度調査で並行して行った調査ではトラクタ5.7時間、集材機5.9時間であった。また、以前（昭和50年度、特別研究促進調整費「局所振動障害の発生機序に関する総合研究」<sup>(1)</sup>）では集材機の場合6時間53.9%、5時間32.8%、4時間7.7%とこれも6時間位が多い。振動暴露時間は6時間とみれば十分であろう。

今回調査の振動のレベルは図-3(1)~(8)のようになり、中央値は問題がない。各値の範囲は95%信頼限界を示しているが、集材機の実搬器走行で8 Hzの所でこれが高い値を示している。しかし、工程別での振動暴露時間（表-4）で比較してみるとこれも問題はない。

表-4は集材機の場合は集材距離、荷掛け材の分散度等により変化するし、トラクタの場合も集材距離、ウィンチ引き距離等によって変化するものである。しかし、1日の作業時間そのものは6時間の範囲なので、1日の合計時間としては目安として使えるものと考えられる。

表-4 各工程別1日の暴露時間

集材機			トラクタ		
工 程	1 サイクル 平均頻度(%)	1日換算 時間(分)	工 程	1 サイクル 平均頻度(%)	1日換算 時間(分)
空搬器上げ	4(4.0)	14	空車走行	28(10.0)	101
空搬器走行	16(5.2)	58	荷掛け待ち	18(10.9)	65
引 込 み	9(5.5)	32	ウィンチ引き	7(3.0)	25
荷掛け待ち	29(15.9)	104	実車走行	23(8.1)	83
横 取 り	11(4.0)	40	荷はずし待ち	12(10.2)	43
実搬器走行	19(9.4)	68	盤台整理	13(4.1)	47
荷おろし	5(6.8)	18			6時間
荷はずし待ち	6(5.7)	22			
		6時間			

( ): 標準偏差

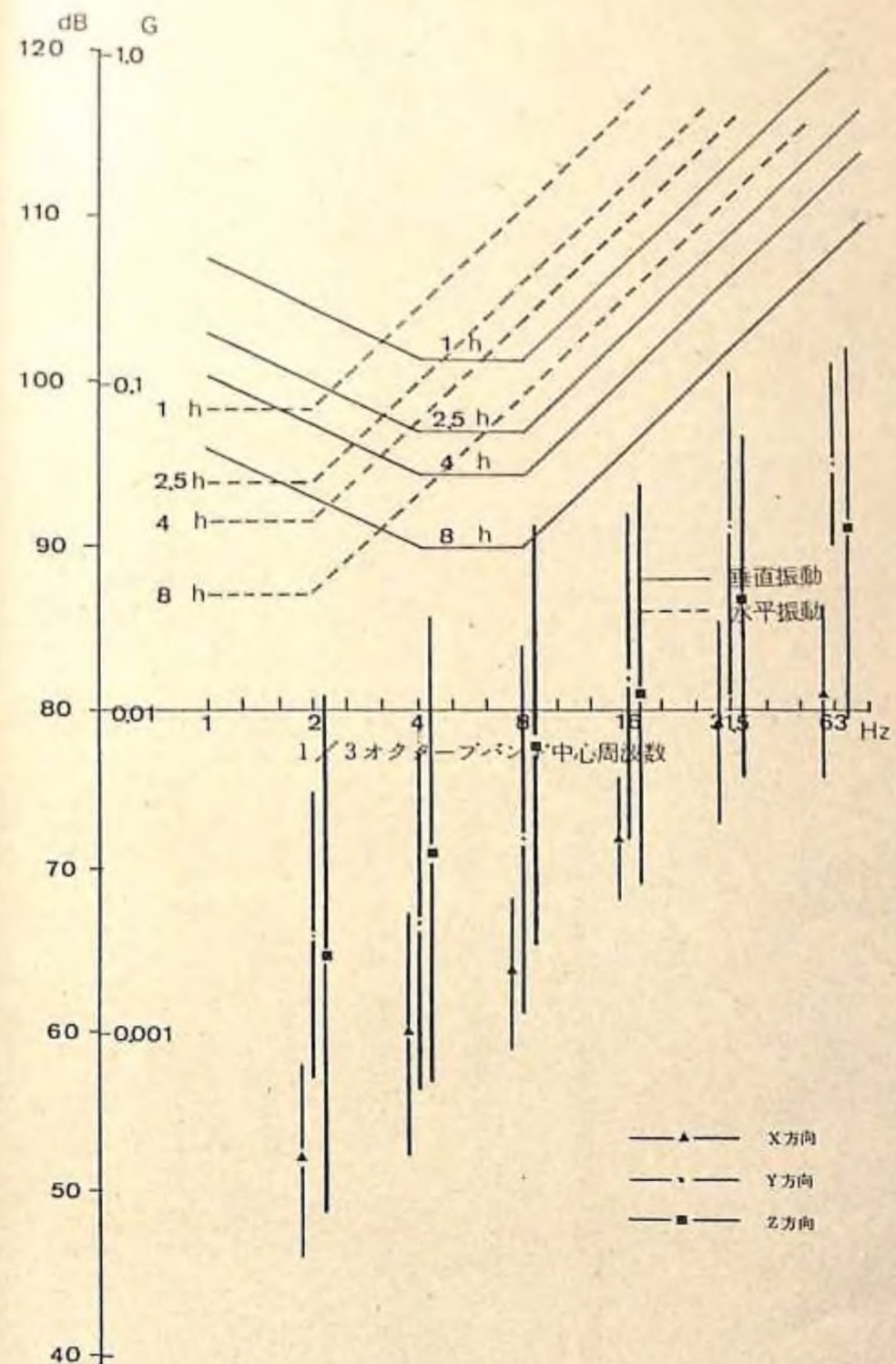


図-3(1) 空搬器走行（集材機）



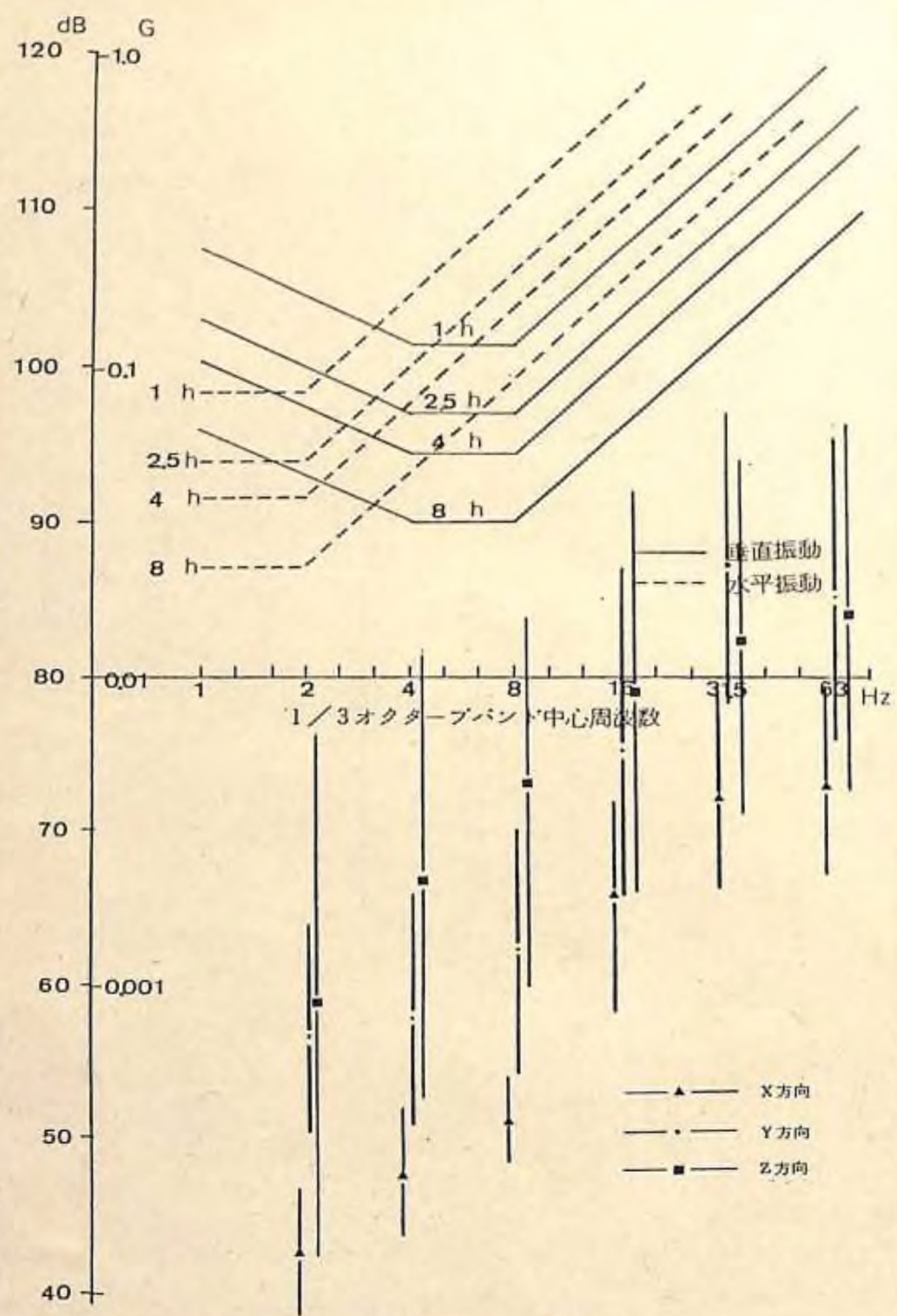


図-3(2) 荷掛け待ち (集材機)

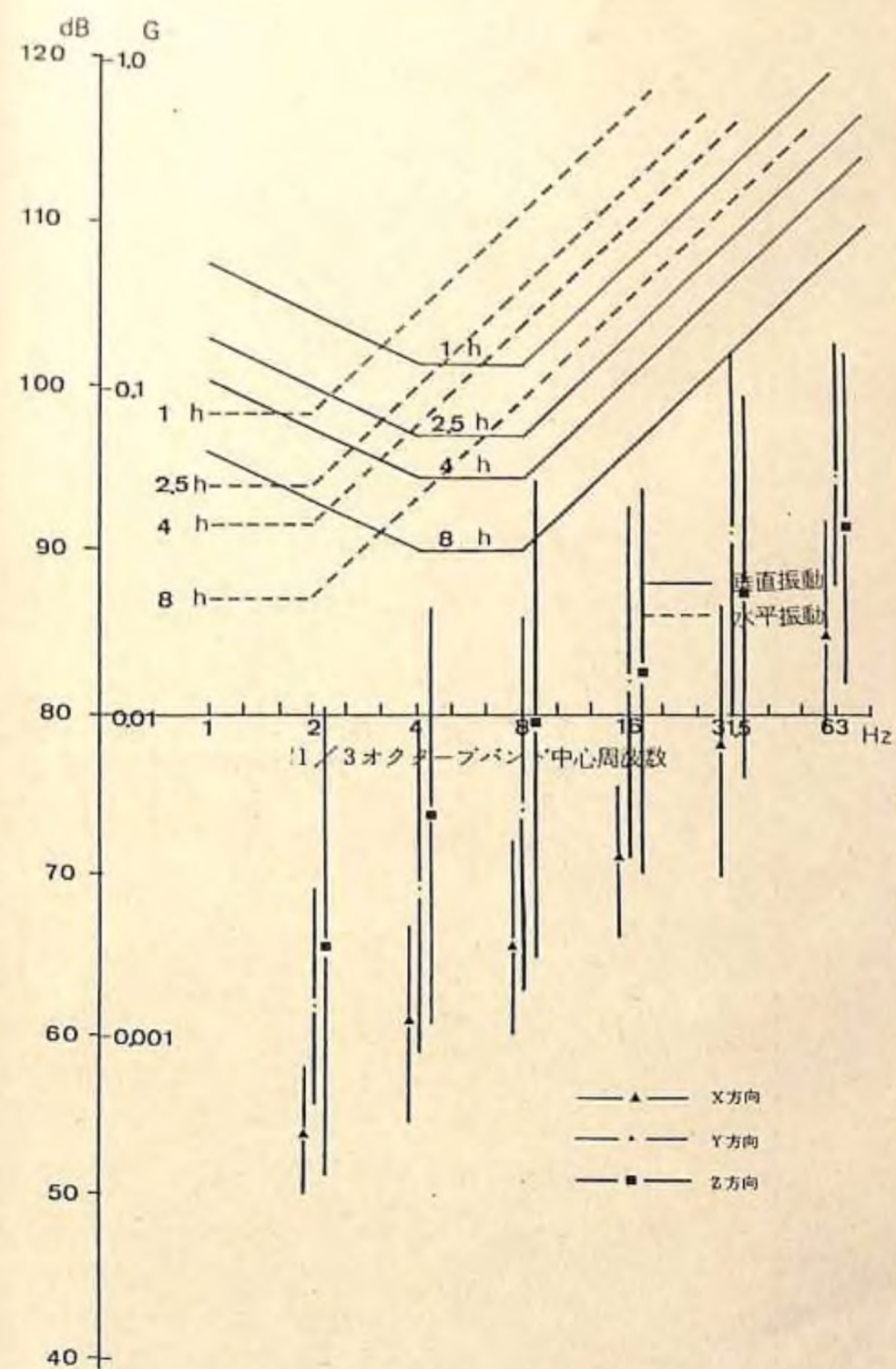


図-3(3) 実搬器走行 (集材機)



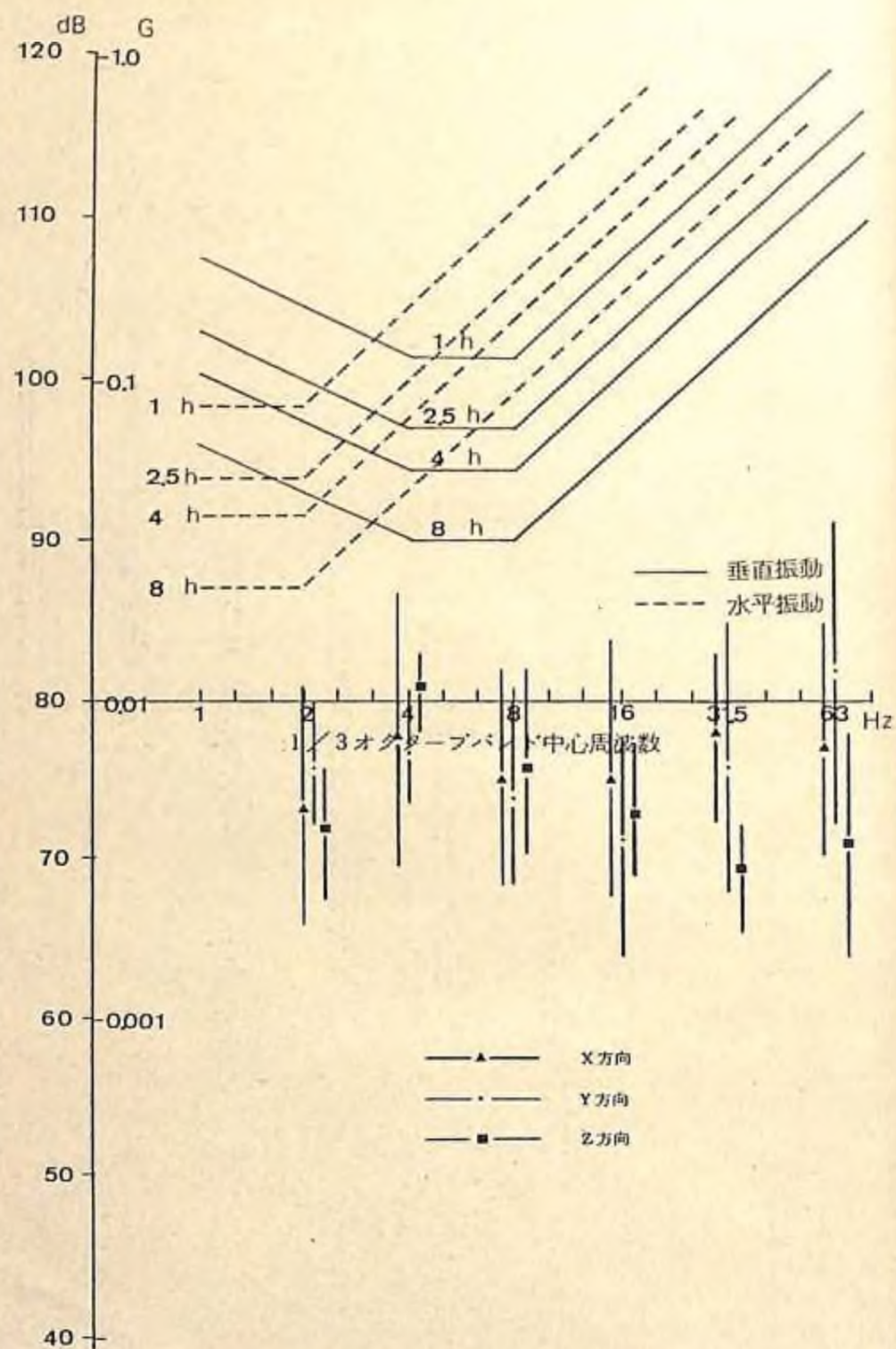


図-3(4) 空車走行 (トラクタ)

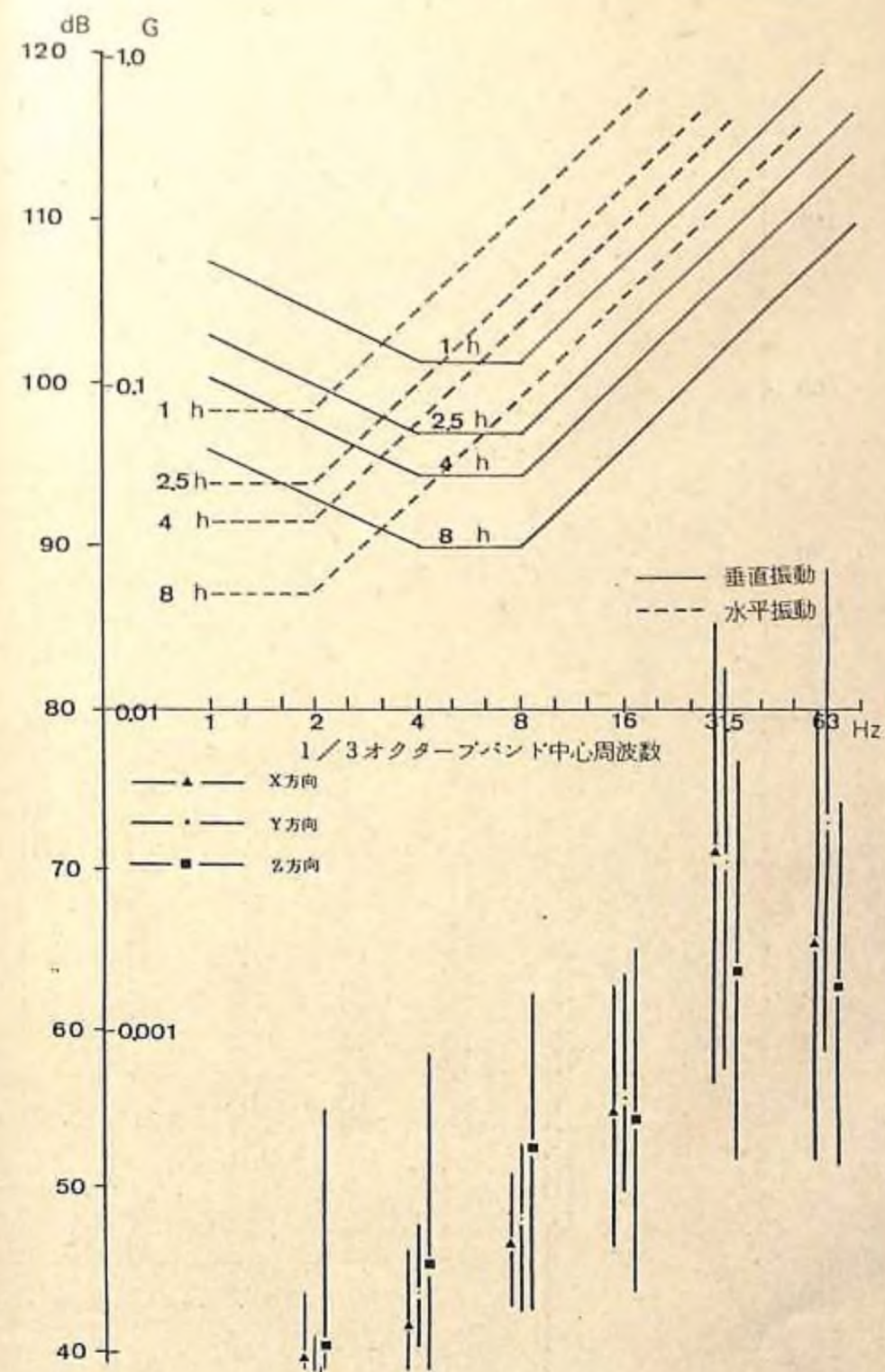


図-3(5) 荷掛け待ち (トラクタ)



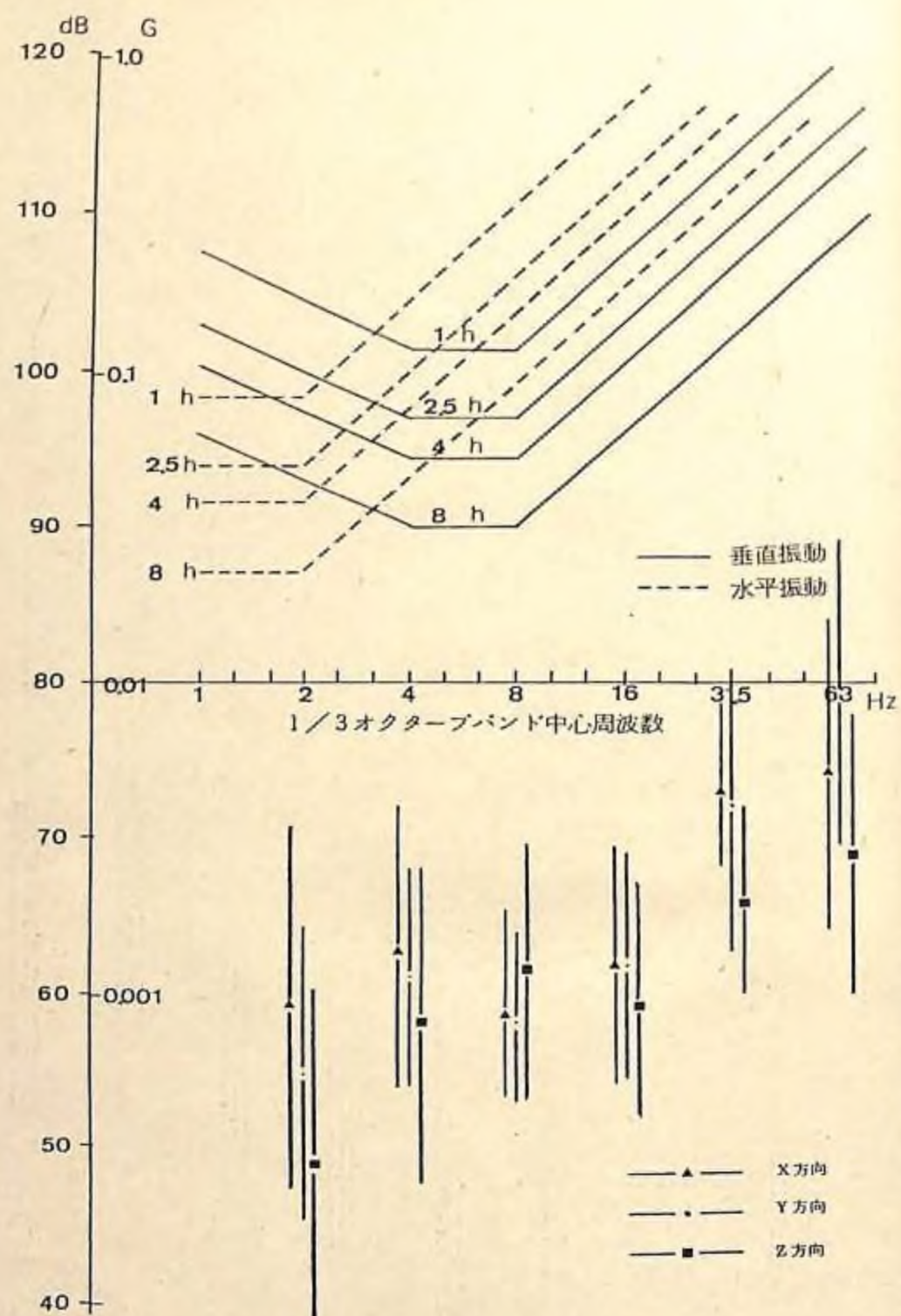


図-3(6) ウィンチ引き (トラクタ)

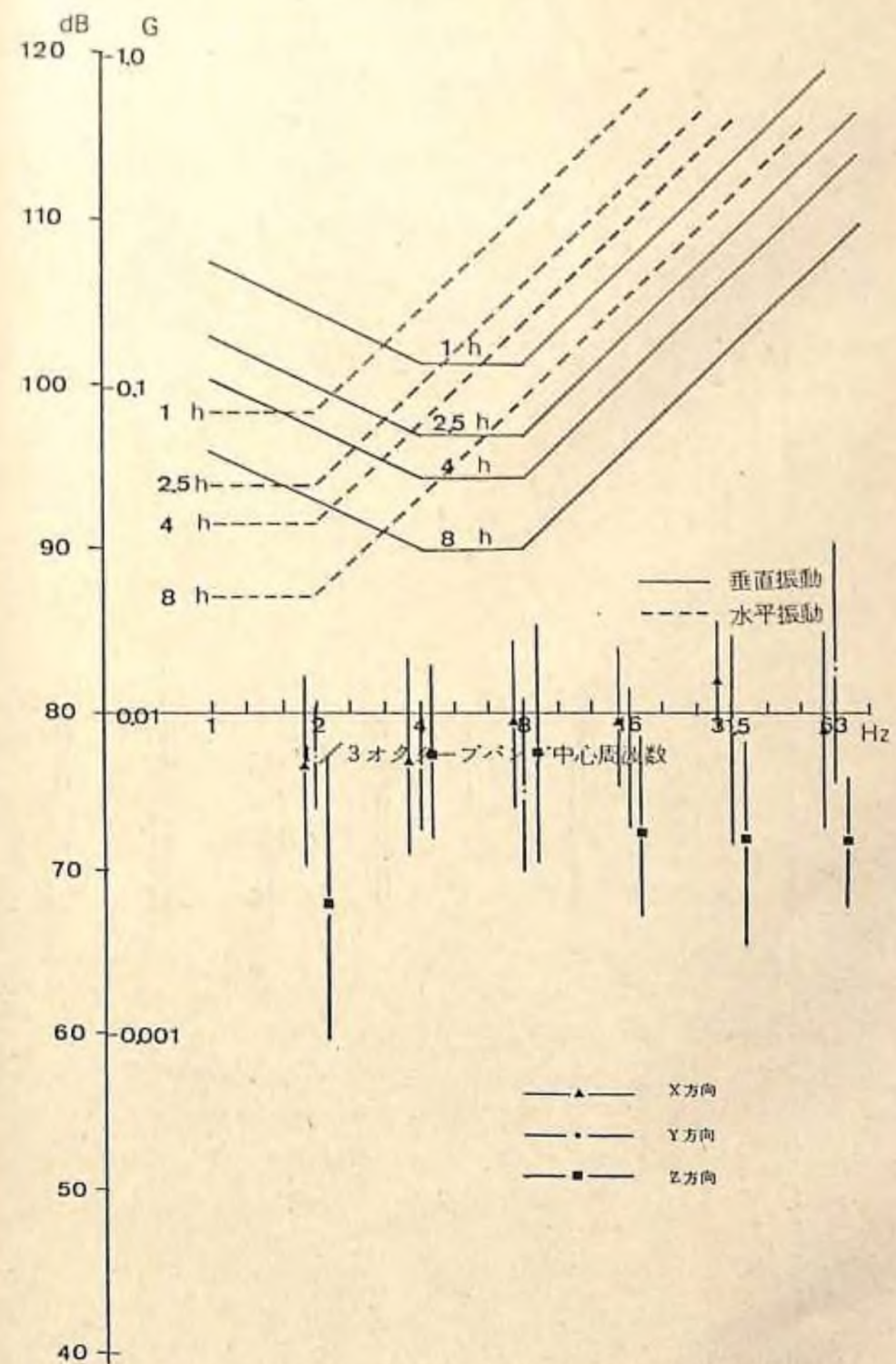


図-3(7) 実車走行 (トラクタ)



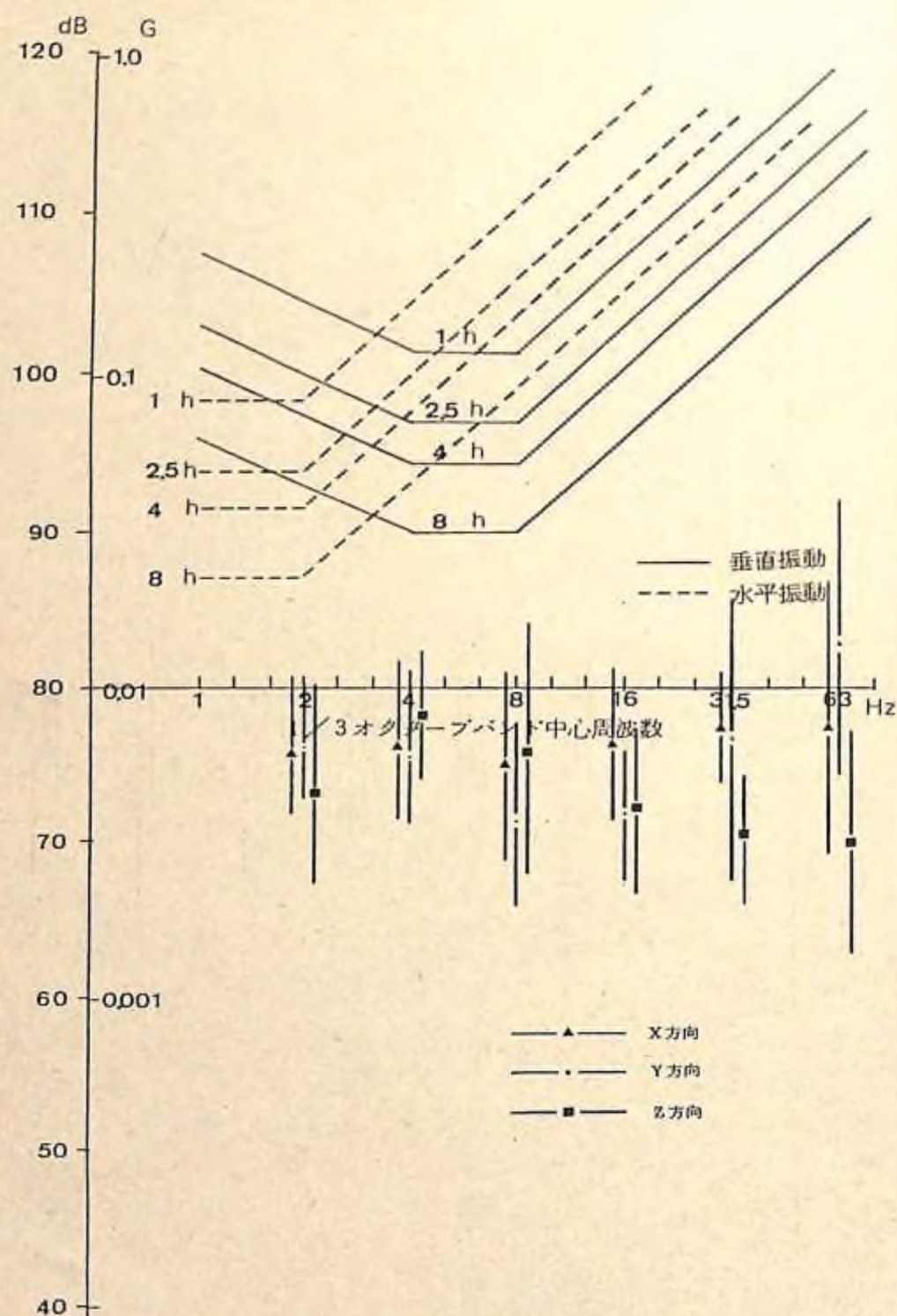


図-3(8) 盤台上での整理

## 2. 集材機・トラクタの作業時における騒音暴露の実態

### (1) 調査方法

騒音測定はトラクタ4台(クローラ型2台, ホイール型2台), 集材機8台で行われた。その概要は表-5のようである。騒音の測定には, 集材機, トラクタのドアを開けた状態で運転手耳元近くに精密騒音計(リオン株式会社製NA-60)を置き, これから出る信号をデーターレコーダ(ソニーマグネスケール株式会社製FR-3215W)に記録させた。これを研究室で再生させ,  $\frac{1}{3}$ オクターブ周波数分析器(リオン株式会社製SA-57)で分析し, レベルレコーダ(リオン株式会社製LR-04)で記録検討した。

### (2) 騒音の分布

1集材サイクルの例として, そのチャート(図-4(1), (2))と騒音のレベル頻度(1サイクル中における1.5秒ごとの騒音レベル頻度)を示した(図-5)

### (3) 騒音の周波数分析結果

図-6(1)~(3)は, 集材機(Y43)とトラクタ(T-50)の $\frac{1}{3}$ オクターブバンドによる周波数分析結果の1例を示す(図上の曲線は日本産業衛生学会の勧告による許容基準線)。これによると集材機騒音の卓越周波数成分は「空搬器上げ」, 「空搬器走行」工程で500 Hz 附近, 「実搬器走行」で700 Hz 附近, 「横取り」で1 kHz 附近にあり, トラクタでは500 1 kHz 附近に卓越周波数成分がある。

表-5 騒音調査の概要

#### 集材機

機種	場所	索張り方式	平均集材距離	平均1集材サイクル時間	備考
Y33HD6	水戸営林署	エンドレス・タイラー	450 m	6分44秒	積み込み線 荷上げ集材
Y33EPA	"	"	300 m	10分07秒	
Y32E	"	"	200 m	7分59秒	
MS70-3MA	千頭営林署	ダブル・エンドレス	20 m	13分03秒	
Y43	富岡営林署	エンドレス・タイラー	500 m	17分20秒	
Y43	棚倉営林署	"	900 m	16分50秒	
Y43	棚倉営林署	"	900 m	21分20秒	
MS70-54MAB	高萩営林署	"	350 m	12分50秒	



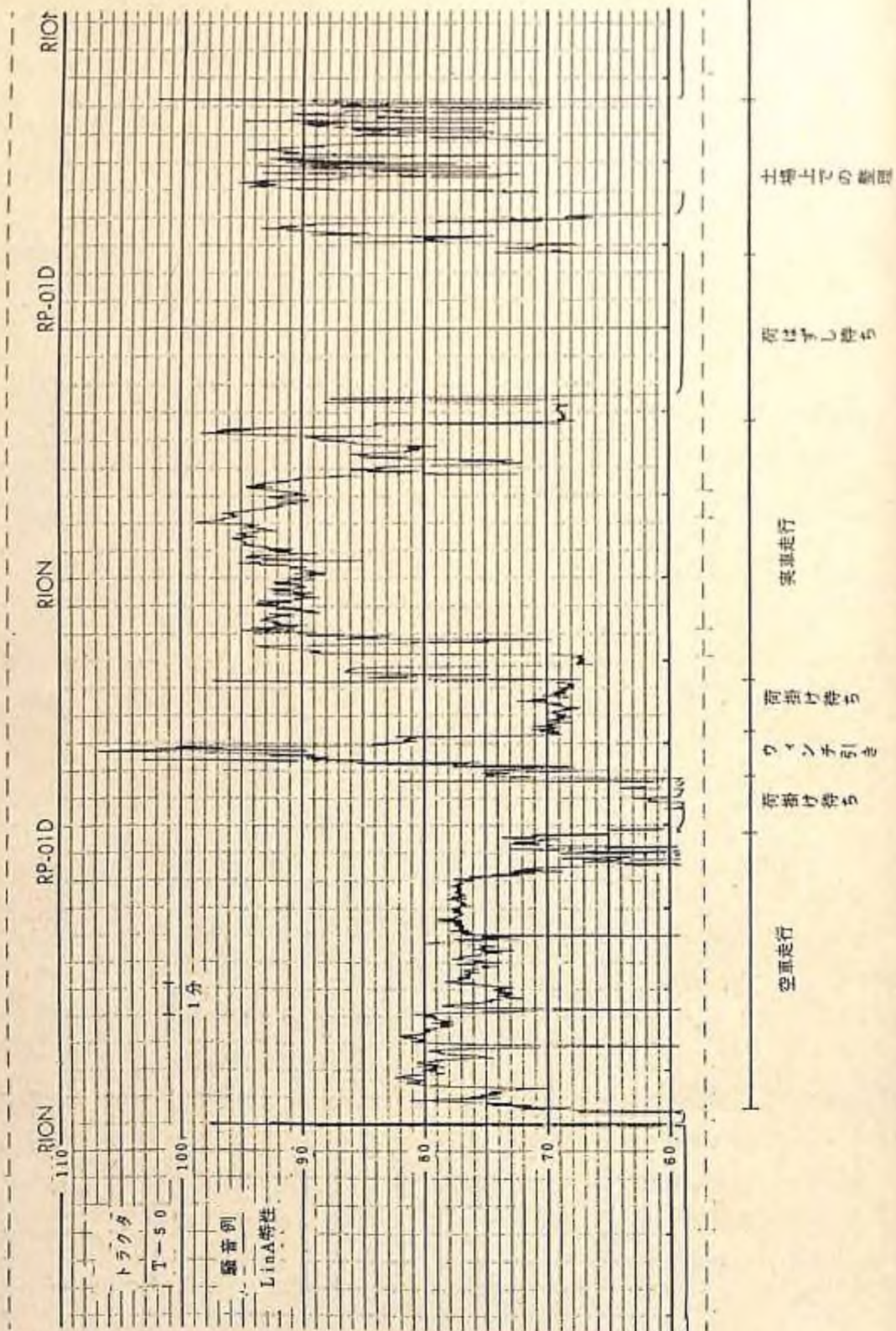


図-4(1)

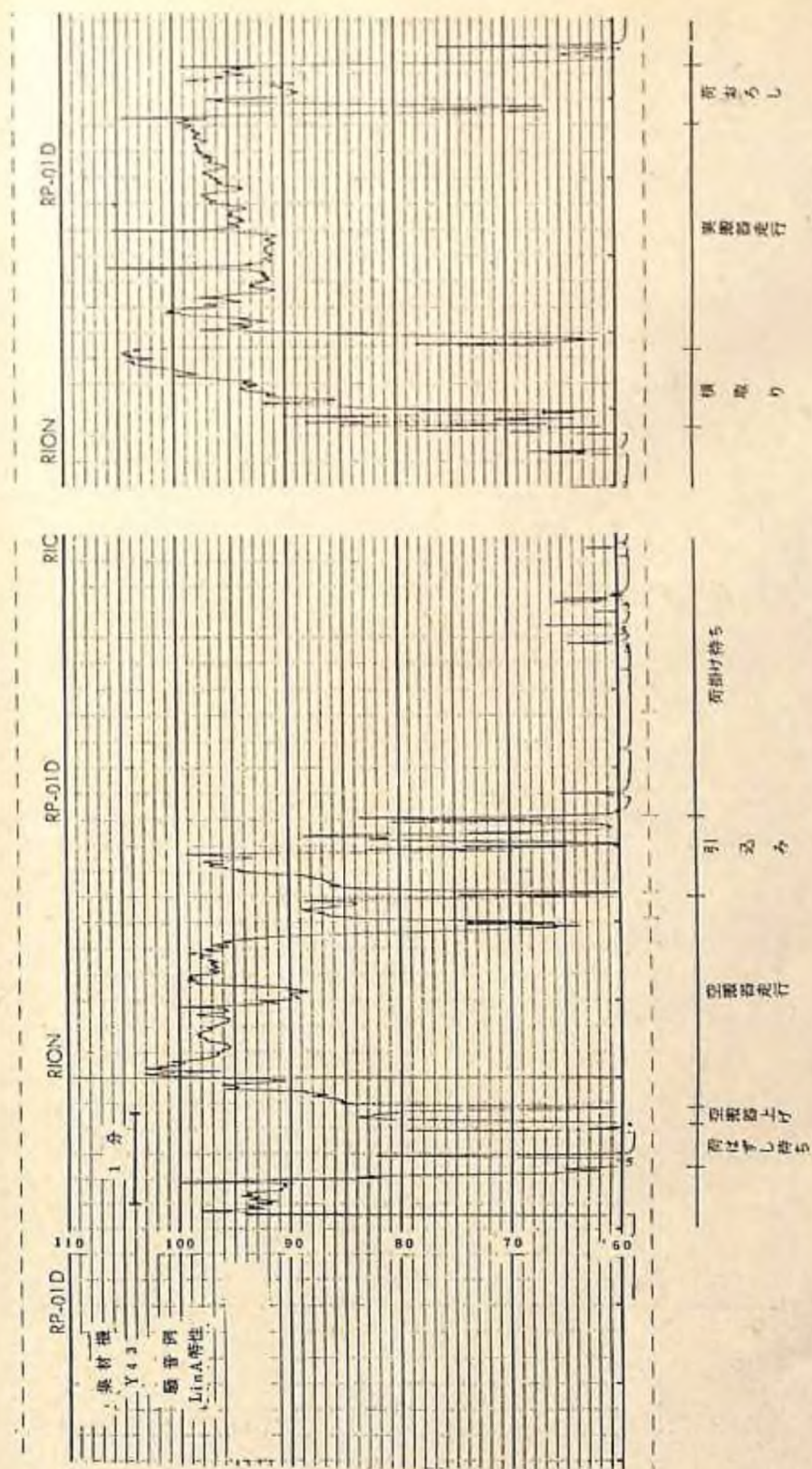


図-4(2)



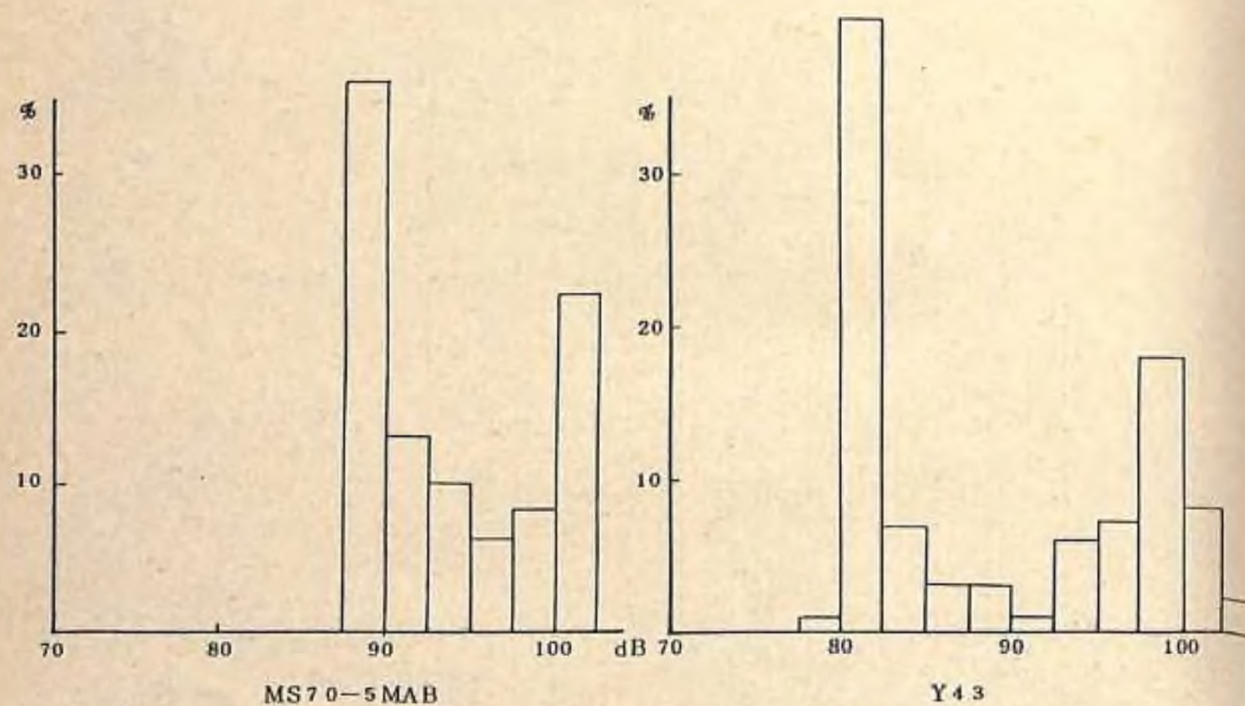
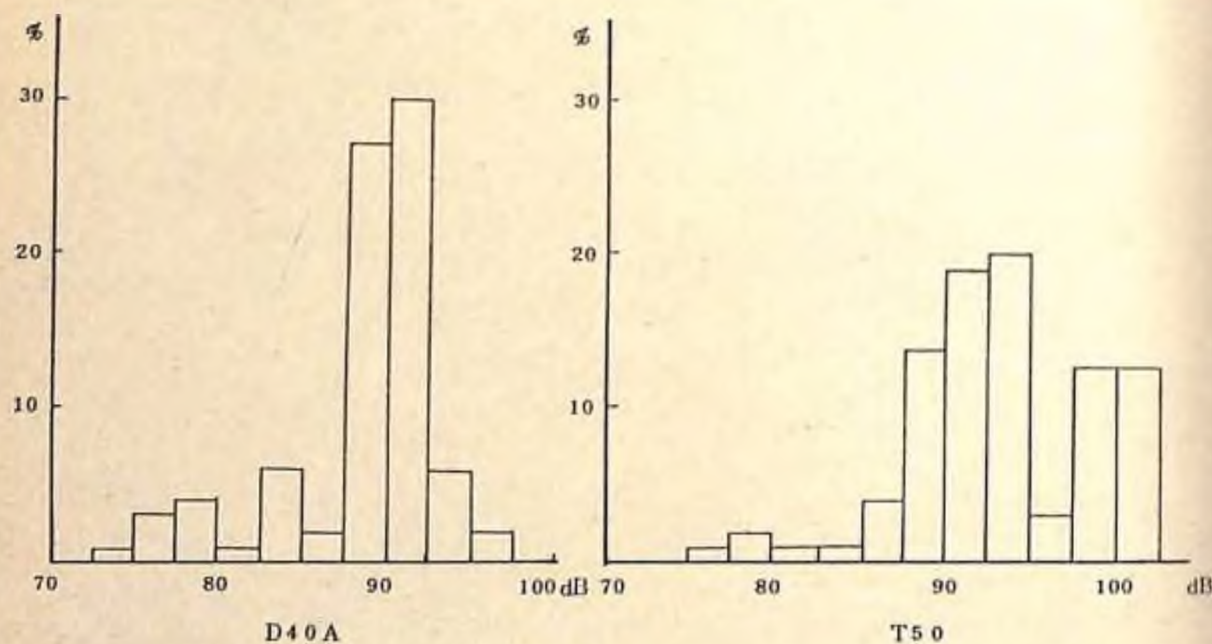


図-5 全作業時間(1集材サイクル)に対するレベル別暴露時分布(LinA特性)

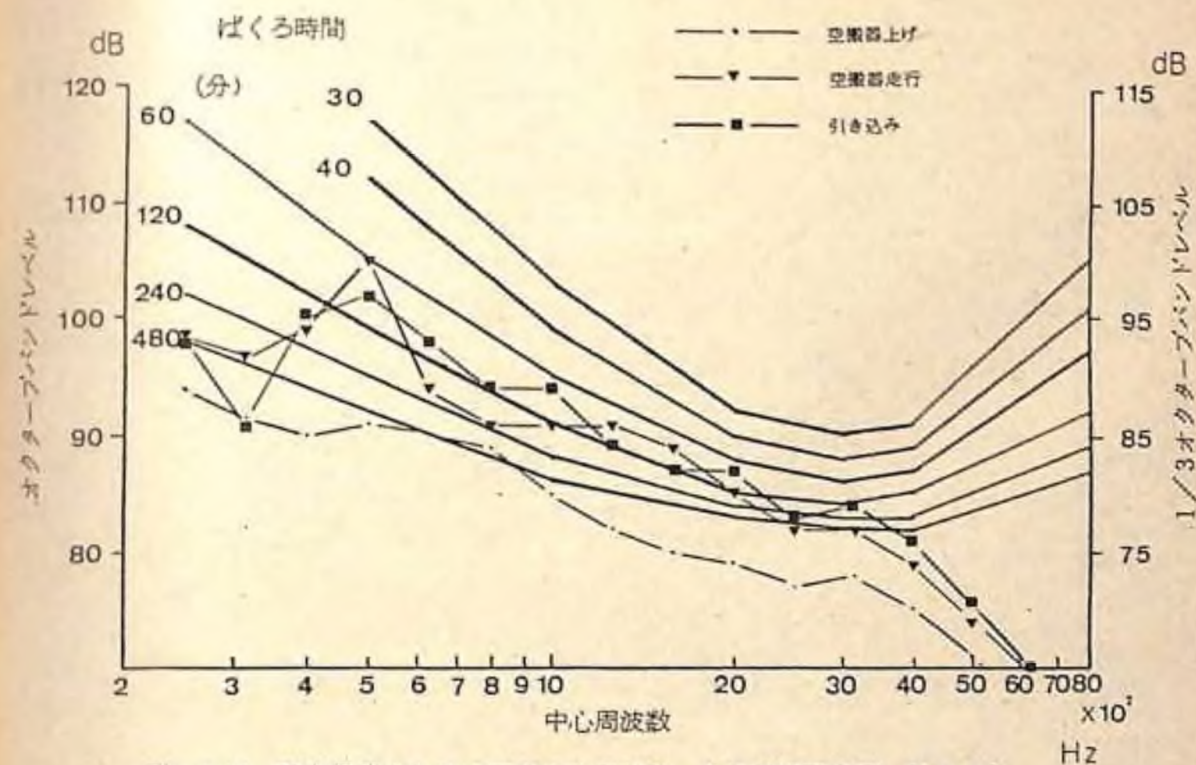


図-6(1) 聴力保護のための騒音の許容基準 (集材機騒音例 Y43)

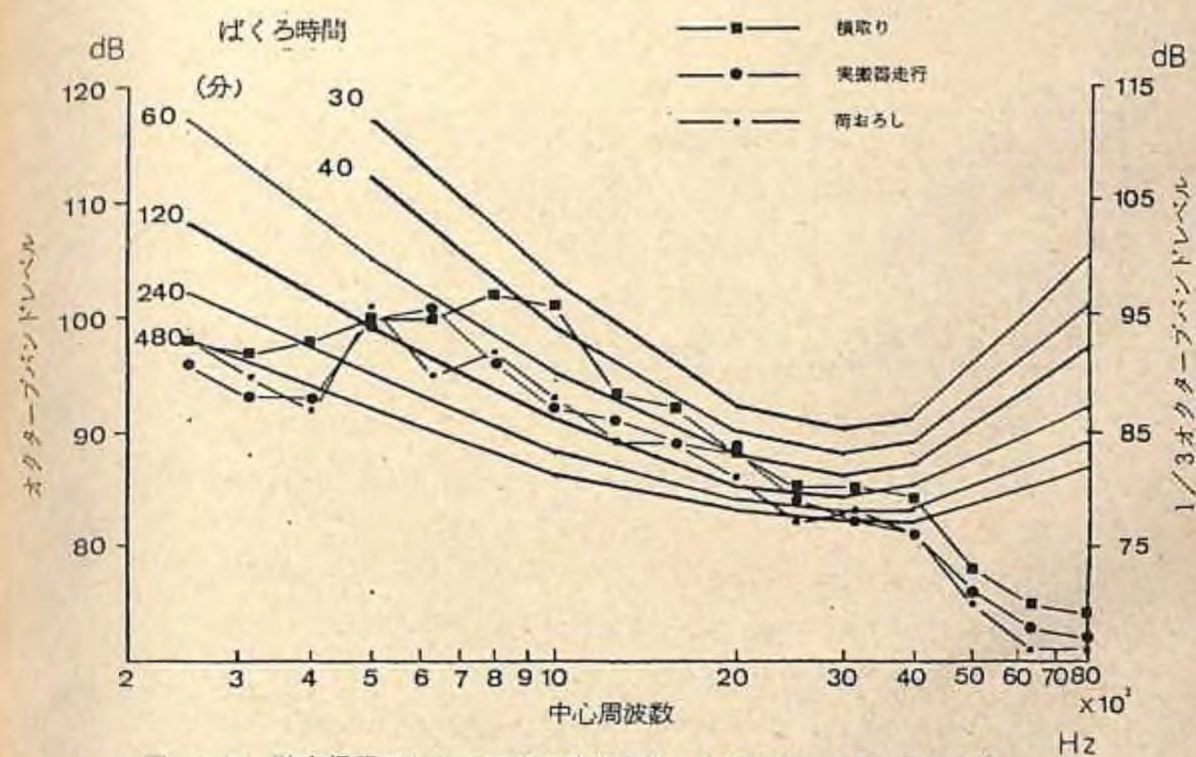


図-6(2) 聴力保護のための騒音の許容基準 (集材機騒音例 Y43)



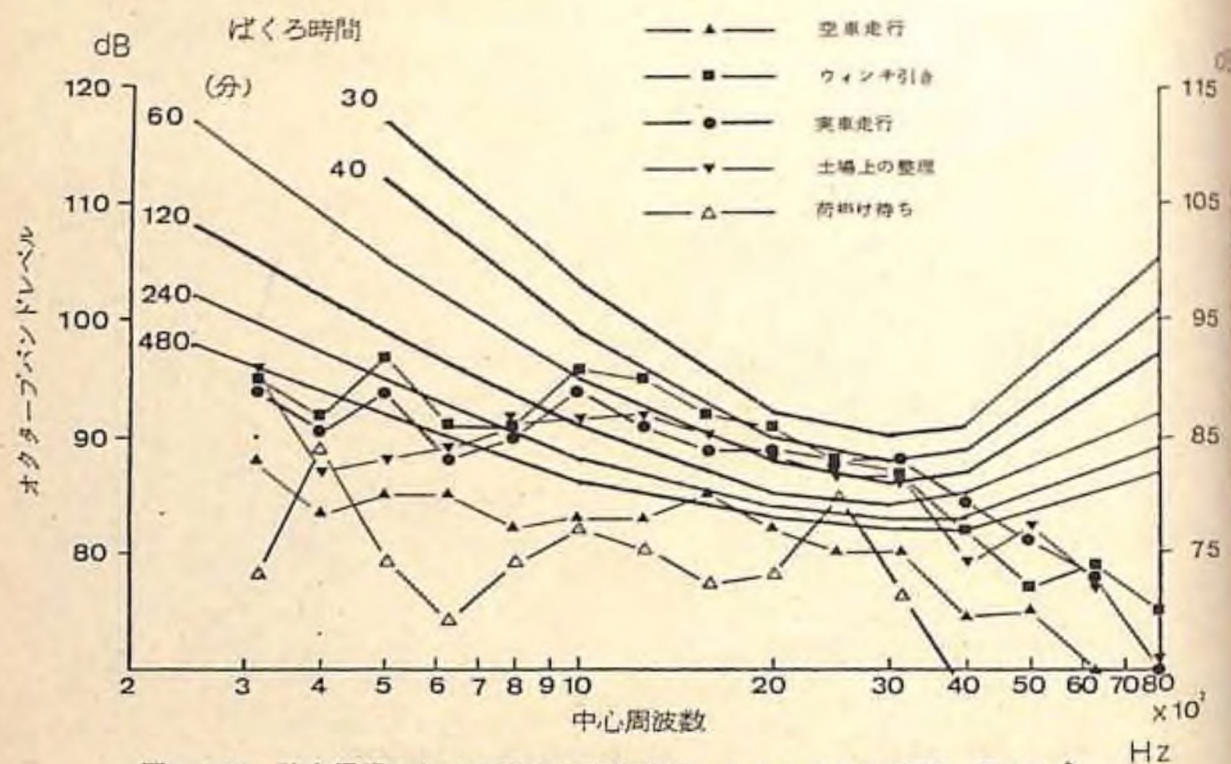


図-6(3) 聴力保護のための騒音の許容基準 (トラクタ騒音例 T50)

機 種	場 所	平均集材距離	路面状態	平均1集材 サイクル時間	平均傾斜
T50	福島営林署	350m	悪 泥沼、石、枝葉	19分15秒	7°
T50	"	480m	良 砂	25分02秒	7°
D40A	"	480m	良 砂	25分35秒	7°
D40A	棚倉営林署	360m	良 砂	27分10秒	15°

#### (4) 騒音の評価法

騒音の評価法には色々な立場からの評価法がある。適用目的を4分類すると、

##### ① 聴力保護のための騒音

- 日本産業衛生学会の勧告
- ISO1999 (聴力保護のための作業間露聴の評価)
- NR数 (騒音評価指数)
- OSHA (米国, 1969, 職業安全保護法による評価)

##### ② 音声了解度の判定のための騒音評価

- AI (明瞭度指数)
- SIL (会話妨害レベル)
- PSIL ( " " )

##### ③ 室内環境保全のための騒音評価

- NC (室内の騒音評価曲線)
- NCA (騒音基準交代曲線)

##### ④ 地域環境騒音の評価

- Lr (ISO R1966 社会的反応の騒音評価)
- WECPNL (航空機騒音の評価)

以上であるが、この基準の中で林業機械に適応できるのは、①日本産業衛生学会の勧告と②ISO 1999と考え、この2基準で調査騒音の評価を試みる。

#### (5) 調査騒音の評価

##### ① 日本産業衛生学会の勧告による評価

激しい騒音下で作業する人にとって、聴力障害の問題は重要である。この場合、永久聴力損失をどこまで許容するかが問題となる。この勧告はその限界を日常会話の聴取にほとんど支障をきたさない程度に置いている。これは、ここに勧告する基準以下であれば、1日8時間以内の騒音暴露が日常的に10年以上続いた場合でも永久聴力損失を1 kHz 以下の周波数領域で10 dB 以下、2 kHz の周波数で15 dB 以下、3 kHz 以上の周波数領域では20 dB 以下に納めることを意味している。

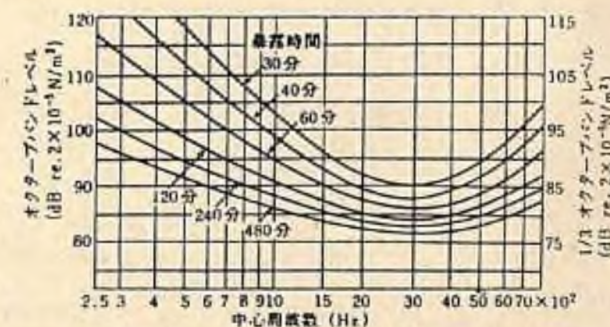


図-7 聴力保護のための騒音の許容基準



表-6 聴力保護のための騒音の許容基準

中心周波数	許容オクターブバンドレベル dB					
Hz	480分	240分	120分	60分	40分	30分
250	98	102	108	117	120	120
500	92	95	99	105	112	117
1000	86	88	91	95	99	103
2000	83	84	85	88	90	92
3000	82	83	84	86	88	90
4000	82	83	85	87	89	91
8000	87	89	92	97	101	105

許容基準は図-7, 表-6に示したところである。騒音のレベルは振動と異なり要素作業ごとには変化した。要素作業内では変動が少なかった。よって、要素作業内では定常的な音圧レベルが続いていると考え、各工程ごとの暴露時間計で検討してみた。

#### 集材機

集材機は主な工程として、「空搬器走行」、「荷掛け待ち」、「横取り」、「実搬器走行」の4工程を検討した(図-8(1))。値は各集材機の騒音の中央値の平均とその95%信頼限界を示している。表-4の1日の騒音暴露時間と比較してみると、1 kHzで「空搬器走行」、「横取り」、2 kHzで「空搬器走行」、「横取り」、「実搬器走行」が許容基準以上にあることになる。耳栓の使用、「空搬器走行」時での無駄なエンジンのふかしを減らし、「横取り」時では長い横取り距離をなるべく減らし、材つり上げ時での支障物を少なくし、集材しやすい立木伐倒方向を考える作業等の改善が望まれる。

#### トラクタ

集材機と同様の検討をした。トラクタの場合はおおむね許容基準をパスしているが、95%信頼限界の上限値で越えているものもみられた。集材機同様、1 kHz, 2 kHzでの改善が望まれる。(図-8(2))

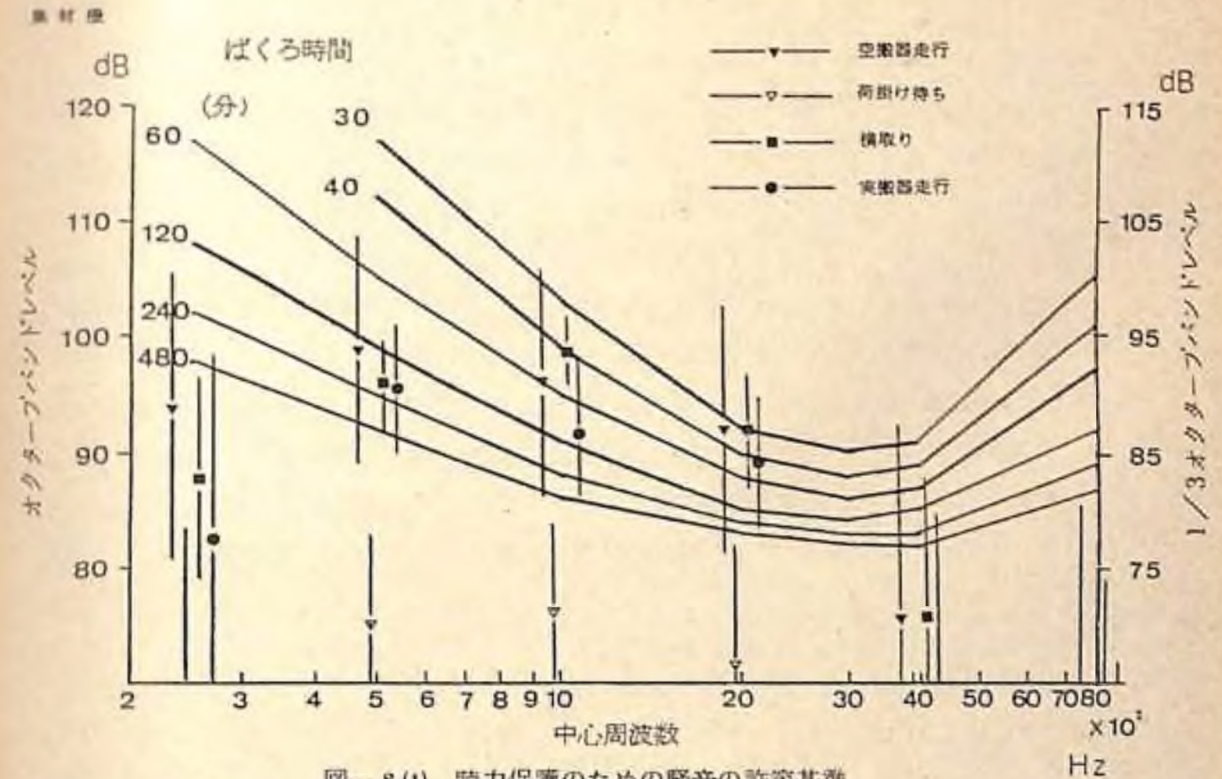


図-8(1) 聴力保護のための騒音の許容基準

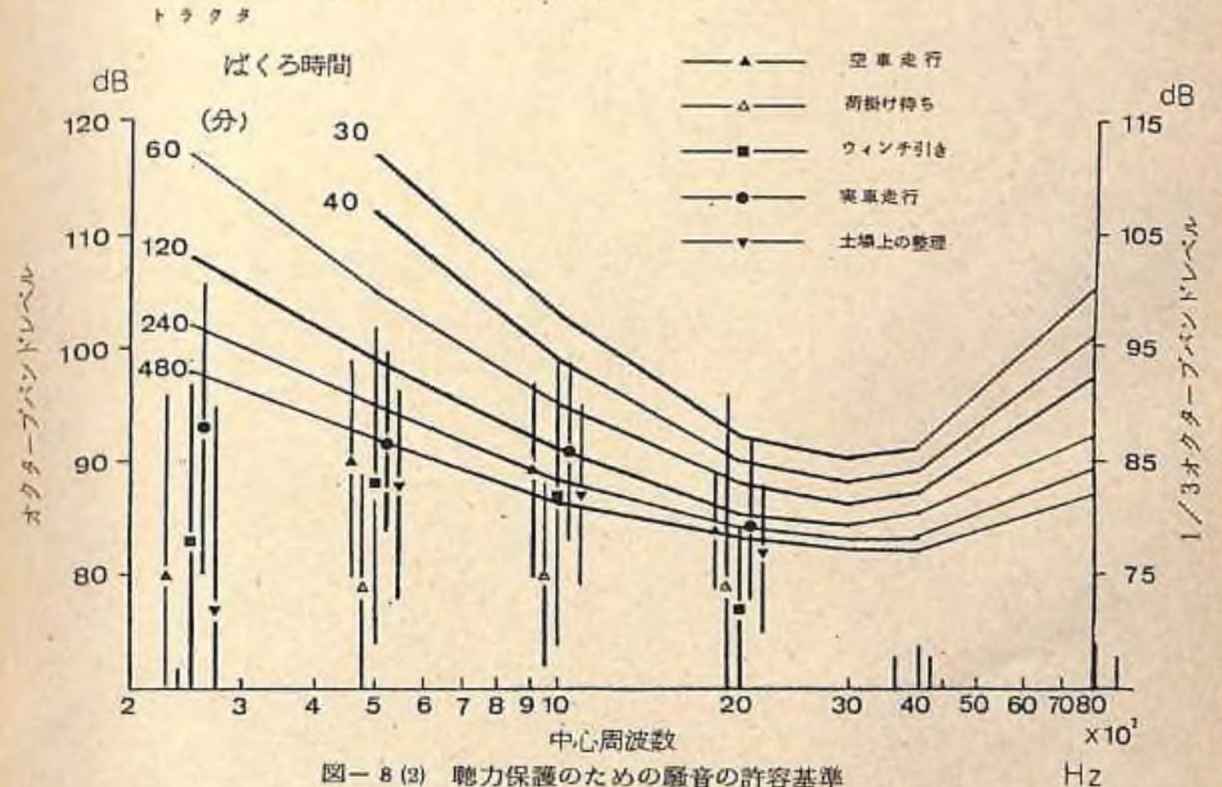


図-8(2) 聴力保護のための騒音の許容基準



② ISO 1999 (1971年)による評価

この勧告では、1週間40時間連続的に騒音暴露される場合を基本とし、500 1000 2000Hz の聴力損失の平均が25 dB 以上の場合を“聴力障害”と定義し、騒音暴露群における“聴力障害者”の出現百分率と、非騒音暴露におけるそれとの差を危険率と名づけ、この値が10～20% (40年で)程度にとどまるレベルとして、85～90dB(A)という値を提案している。結論は産業衛生学会のそれと大差はないが、ISOでは断続暴露の影響を等音響エネルギー法則に基づいて考えている。

この規格の適用方法を示すと以下のようになる。①騒音測定 (騒音レベル、騒音のレベル別持続時間) → ②レベル別騒音暴露指数の算出 (表-7 参照) → ③合成騒音暴露指数の計算 (レベル別騒音暴露指数の合算) → ④等価騒音レベルの算出 (表-8 参照) → ⑤暴露年数の設定 → ⑥聴力障害発生の危険率推定 (表-9 参照)

表-7 部分騒音露聴指数表

1週間の 持続時間		部 分 騒 音 露 聴 指 数								
		騒音レベルdB(A) (組分けの中点)								
時間	min	80	65	90	95	100	105	110	115	120
	10					5	15	40	130	415
	12					5	15	50	160	500
	14					5	20	60	185	585
	1					5	20	65	210	665
	18					10	25	75	235	750
	20					10	25	85	255	835
	25				5	10	35	105	330	1040
	30				5	15	40	125	395	1250
	40				5	15	55	165	525	1670
	50				5	20	70	210	660	1080
	60			5	10	25	80	250	790	1500
	70			5	10	30	90	290	920	1920
	80			5	10	35	105	330	1050	2380
	90			5	10	40	120	375	1190	2750
	100			5	15	40	130	415	1320	3170
	2			5	15	50	160	500	1580	4000
	25			5	20	65	200	625	1980	5250
	3			10	25	75	235	750	2370	6500
	35		5	10	30	90	275	875	2770	7750
	4		5	10	30	100	315	1000	3160	10000
	5		5	15	40	125	395	1250	3950	12500
	6		5	15	45	150	475	1500	4740	15000
	7		5	20	55	175	555	1750	5530	17500
	8		5	20	65	200	630	2000	2320	20000
	9		5	25	70	225	710	2250	2710	22500
	10	5	10	25	80	250	790	2500	7910	25000
	12	5	10	30	95	300	950	3000	3490	30000
	14	5	10	35	110	350	1110	3500	4100	
	16	5	15	40	125	400	1260	4000	4600	
	18	5	15	45	140	450	1420	4500	5120	
	20	5	15	50	160	500	1580	5000	5800	
	25	5	20	65	200	625	1980	6250	7380	
	30	10	25	75	235	750	2370	7500	8700	
	35	10	30	90	275	875	2770	8750	10000	
	44	10	30	100	315	1000	3160	10000	11600	



表-8 合成騒音露聴指数と等価連続騒音

等価連続騒音レベル $L_{eq}$ (dB(A))	10	15	20	25	30	40	50	60
合成騒音露聴指数	80	82	83	84	85	86	87	88
等価連続騒音レベル $L_{eq}$ (dB(A))	800	1,000	1,250	1,600	2,000	2,500	3,100	
合成騒音露聴指数	99	100	101	102	103	104	105	

表-9 危険率表

等価連続 騒音レベル dB(A)	危険率 [%] 聴力障害の総計 [%]	パーセンテージ									
		露聴年 (露聴年数=年令-18年)									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
≤80	(a) 危険率 [%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(b) 聴力障害の総計 [%]	1	2	3	5	7	10	14	21	33	50
85	(a) 危険率 [%]	0	1	3	5	6	7	8	9	10	7
	(b) 聴力障害の総計 [%]	1	3	6	10	13	17	22	30	43	57
90	(a) 危険率 [%]	0	4	10	13	16	16	18	20	21	15
	(b) 聴力障害の総計 [%]	1	6	13	19	23	26	32	41	54	65
95	(a) 危険率 [%]	0	7	17	24	28	29	31	32	29	23
	(b) 聴力障害の総計 [%]	1	9	20	29	35	39	45	53	62	73
100	(a) 危険率 [%]	0	12	29	37	42	43	44	44	41	33
	(b) 聴力障害の総計 [%]	1	14	32	42	49	53	58	65	74	83
105	(a) 危険率 [%]	0	18	42	53	58	60	62	61	54	41
	(b) 聴力障害の総計 [%]	1	20	45	58	65	70	76	82	87	91
110	(a) 危険率 [%]	0	26	55	71	78	78	77	72	62	46
	(b) 聴力障害の総計 [%]	1	28	58	76	85	88	91	93	95	95
115	(a) 危険率 [%]	0	36	71	83	87	84	81	75	64	47
	(b) 聴力障害の総計 [%]	1	38	74	88	94	94	95	96	97	97

表中の暴露年数は1週間の作業時間を40時間、1年を50週として考えている。

調査騒音は集材機とトラクタとのグループに分け、それぞれのデータの工程別中央値、各グループ内で平均して、この平均値と95%信頼限界上限値とで分析を進めていくことにする。

なお、表-9の内、露聴年数の参考のために1のチェックリスト調査で出された運転手の運転年数、年令の分布表を表-10に掲げた。

表-10 林業機械運転手の年令、運転経験年数の分布

類別	機 種 階級	集 材 機 %	ト ラ ク タ %	合 計 %
年 令 (才)	25-		1.9	0.9
	30-		3.8	1.9
	35-	5.5	11.5	8.4
	40-	18.1	26.8	22.4
	45-	32.6	32.7	32.7
	50-	30.8	15.4	23.4
	55-	12.7	7.7	10.3
	平均 (標準偏差)	48.7 (5.1)	45.4 (6.4)	47.3 (6.2)
運 転 経 験 年 数 (年)	0-	2.0	7.0	4.3
	5-	10.0	14.0	11.8
	10-	18.0	14.0	16.1
	15-	32.0	44.2	37.6
	20-	26.0	9.3	18.3
	25-	12.0	9.3	10.8
	30-		2.3	1.1
	平均 (標準偏差)	17.8 (6.2)	16.1 (7.0)	17.0 (6.6)

表-10より騒音暴露年数は最大30年位になると考えてよい。また、表-9は1週間の作業時間を40時間とみているが、騒音暴露から考えた時間は33時間とみてよいと思われるので(6時間×5.5日=33時間)、30年は、 $30 \times \frac{33}{40} \div 25$ 年とみなしてよいと思われる。よって、表-9と表-11より普通の運転(騒音平均値)の場合は、危険率29%、騒音が激しい場合の運転で危険率43%となる。

集材機と同様に、暴露年数25年で、表-9と表-12より普通の運転の場合は危険率16%、騒音が激しい場合の運転では危険率43%となる。



## ① 集材機

表-11 騒音暴露計算手順表

工 程	1週間の平均 継続時間	(A) 平均値	95%(B) 上限値	レベル別騒音暴露指数 (A)	(B)
空気器上げ	77分	95dB	101dB	10	35
空搬器走行	5時間19分	96	104	45	475
引込み	2時間56分	96	101	25	75
荷掛け待ち	9時間32分	80	85	5	10
横取り	3時間40分	98	102	100	100
実搬器走行	6時間14分	95	99	55	175
荷おろし	99分	11	96	5	15
荷はずし待ち	2時間 1分	80	86	—	—
合成騒音暴露指数				245	885
等価騒音レベル				94	99

## ② ト ラ ク タ

表-12 騒音暴露計算手順表

工 程	1週間の平均 継続時間	平均値 (A)	95% 上限値(B)	レベル別騒音暴露指数 (A)	(B)
空車走行	9時間16分	94	101	80	250
荷掛け待ち	5時間58分	84	90	5	45
ウィンチ引き	2時間18分	91	106	5	200
実車走行	7時間37分	96	102	65	200
荷はづし待ち	3時間57分	79	87	—	5
盤台整理	4時間19分	8	100	15	125
合成騒音暴露指数				170	825
等価騒音レベル				92	99

## (6) 耳栓の使用状況

ここで耳栓の使用状況を調べてみる。資料は人間工学的チェックリスト調査の時調べたものである。

表-13 耳栓の使用状況

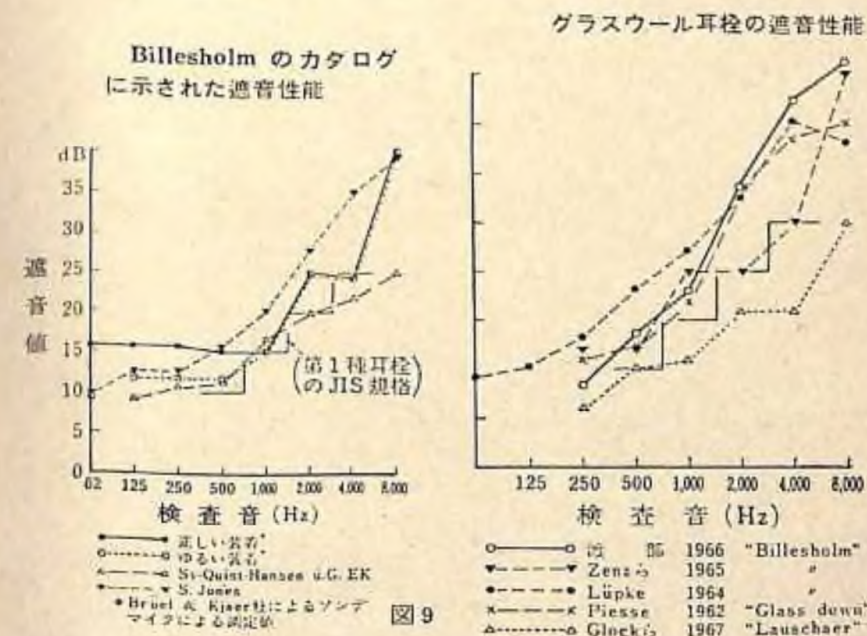
	いつも耳栓 をつける	時々耳栓 をつける	耳栓を つけない	調 査 者 対 象 者
集材機運転手	2名	4名	94名	54名
トラクタ運転手	12名	12名	76名	43名

耳栓使用者が非常に少ない。耳栓を使用すると信号音が聞こえないとかの意見もあるが、労働科学研究所の調査ではそれ程でもないとの結論がでている。参考までに、耳栓のJIS規格(表-14)と実際の遮音効果性能の一例(図-9)を示す。

表-14 防音用耳せん性能(JIS B9904-1958)

周 波 数 (Hz)	しゃ音値(dB)	
	1 種	2 種
500	10以上	10未満
1000	15 "	—
2000	20 "	20以上
4000	25 "	25 "

備考：2種1000Hzのしゃ音値15dB以下にするのが望ましい。





これらの資料から検討すると、集材機、トラクタで問題となっている1 kHz, 2 kHzの周波数帯で耳栓はそれぞれ15, 25 dB以上の遮音効果があるので、耳栓の使用でこれらの周波数帯でも問題がなくなり、耳栓の使用は騒音対策の一手段となることがわかる。

#### 4. あとがき

振動、騒音について残された問題点をあげると、

- ① 現場での振動、騒音がいわゆる間欠振動、騒音であるため、その暴露時間の正確な推定を含め、その評価方法を確立すること。
- ② 林業機械運転中の騒音、振動が作業者に与える生理的負担の解明をはかること。
- ③ トラクタ振動と地表状態との関連を把握すること。
- ④ 低周波域の振動（揺れという超低周波域も含めて）の解明をはかること。
- ⑤ 騒音対策として、機械内に防音材をはること、耳栓の使用等があげられるが、その効果とより使いやすいものを追求していくことがあげられる。