

## チップ工場および周辺の騒音についてキ

伏見 知道\*

### I はじめに

近年パルプ製造原料のチップを専門工場で生産し供給する例が多い。チップ工場には「騒音規制法による特定施設<sup>キ</sup>」に該当するドラムバーカー、チップパー（定格出力2・25 KW以上）および丸のこ盤が設置されている。チップ工場は、原木集荷の容易な山麓地方や郊外に設けられ、工場騒音規則の対象になるような環境に位置することは少ない。だが、チップ工場が発する騒音はかなり大きく、少しでも人家がある場合、特に、そこが騒音と無縁の環境であった場合には、騒音に対する不慣れが大きな誘因となって、苦情を惹き起こすことがある。その場合、何らかの防音対策を施す必要に迫られる。

たまたま、チップ工場および周辺の騒音を測定し、防音対策実施効果につき検討を加える機会を得た。林業関係者にとって、身近な資料の1つとなれば幸いと考へ、簡単に報告する。

なお、騒音は指示騒音計で騒音レベル〔(dB-A)=ホン〕を測り、3分1オクターブ分析器で分析し、ISOの1961および1967提案に基づき、騒音評価を試みている。

### II チップ工場の騒音源

チップ工場およびその周辺の状況は図-1のとおりである。チップ生産工程例は次のとおりである。原木が土場

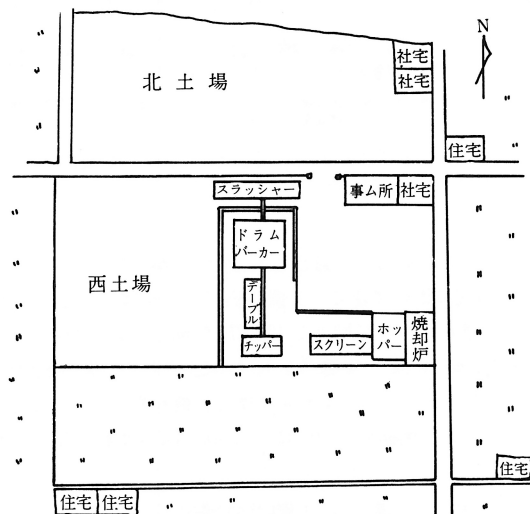


図-1. チップ工場とその周辺

キTomomichi FUSHIMI: On the Noise at a Chipping Mill and it's surroundings

\*森林工学講座 助教授

からログローダで運ばれ、スラッシャーで適當の長さに玉切りされた後、チェンコンベヤでドラムバーカーに搬入・皮はぎされる。皮をはがれた原木はベルトコンベヤに放出され、直径過大の原木はテーブル上に選別、小割りにまわされる。ベルトコンベヤ上の原木は、地下に埋設されたチップーの立て形投入口に上から送り込まれチップ化された後、移送管で運ばれ、スクリーンにかけられ、吹上用送風機によりホッパーに貯えられる。

諸工程に使われるおもな電動機は表一のとおりで、電動機および機械類の稼働に伴ない発生する騒音が、総合されて周囲に伝播される。

表1 おもな使用電動機

使用位置	出力	極数	回転数	その他
ドラムバーカー 1.	30 KW	6	1160 rpm	バーカー回転数 17回/分
2.	37 KW	6	1160	
チップー	75 KW	6	1160	
チップ吹上用	22 KW	6	960	

機械自体の騒音測定例<sup>2)3)</sup>を引用すると図-2のとおりである。ドラムバーカー自体による騒音レベルは空転時 98~103 dB-C、実働時は原木の仕込み量が多い程高く、106~113 dB-Cに達する。周波数分析結果は上限と下限を示しているが、空転時 25~800 Hz 帯域で 80~90 dB 以上を示すのに対し、1000 Hz 帯以上では漸減している。実働時は 63 Hz 帯以下で減衰するのに対し、1600~8000 Hz 帯の高周波域でかなりレベルが高く大型機では、さらに 80~630 Hz 帯の増加が目立つ。

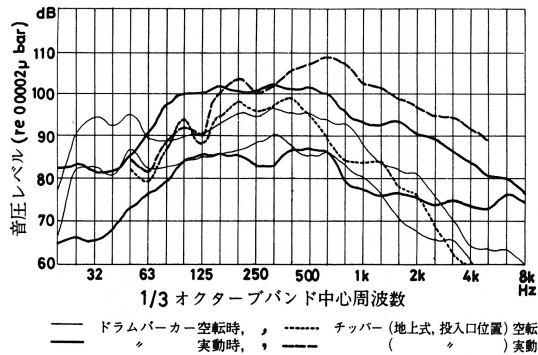


図-2. ドラムバーカーおよびチップーの騒音分析例<sup>2)3)</sup>

またディスク型チップー自体によると考えられる騒音の例(投入口から 1 cm の位置)によると、騒音レベルは空転時 100~104 dB-C、実働時 105~115 dB-C である。実働時騒音レベルは、木材の形質によっても影響されるが、材の重量大きさの増加にしたがって騒音レベルが増大し 125 dB を越えることがある。チップー設置位置に関しては、チップーを地下に埋設すると空転時 10 dB、実働時 5 dB 程減衰される。周波数分析結果では、回転数と刃数の積に一致する周波数を基本波とし、そのオ 3 もしくはオ 4 高調波が最も高いレベルを示すところの、500 Hz 帯域以下からなる渦流騒音を主成分としている。実働時は 200 Hz ~5000 Hz 帯にわたる高周波域で著しく増大する。

### III 工場および周辺の騒音レベル

工場およびその周辺における騒音レベルの測定結果を表-2 に示す。ドラムバーカー稼働中は、木材衝撃音の影響が大きいため、ピーク値を高い限界としたある範囲の値で示した。

昭和 47 年 1 月の測定結果によると、騒音源の周辺では、ドラムバーカー両側が 107~113 ホン、チップー部が 115

表2 工場内外の騒音レベル (L<sub>A</sub>)

測定位置 \ 項	防音対策前 (47年、1月) dB-A	防音対策後 (48年7月) dB-A	等価騒音レベル (L <sub>A</sub> •eq)
スラッシャー付近	96~101	86~ 89	91
ドラムパーカー東側	107~113	88~ 91	93
チップパーボックス付近	105 115~118	95~100 97~106	— —
事務所内	73~ 80	68~ 72	73
工場内住宅付近	80~ 83	—	—
東北住宅角	76~ 82	59~ 63	64
工場南東角路上	62~ 66	57~ 62	62
南東近接住宅付近	62~ 65	58~ 61	63
南西近接住宅付近	67~ 70	63~ 66	68
工場真南約50m畦上	67~ 70	62~ 65	67
西土場中心	73~ 78	61~ 65	66
西土場西境界	63~ 68	63~ 66	68
正門前西寄り路上	81~ 86	77~ 81	82
北土場西北端	58~ 63	54~ 59	59

~118 ホンで、チップパーの木材切削時に騒音が最高に達した。スラッシャー付近は、木材切断時に 96~101 ホンに達するが、空転時は電動機回転音が主体で比較的低い。また、事務所内では 73~80 ホンで、東端社宅および東北道路沿い住宅内の騒音レベルと、ほぼ一致するものと考えられる。

一方、工場南東境界から約 30 m 離れた住宅付近は 62~63 ホン、最高 66 ホン、南西住宅付近は 67~70 ホン、最高 73 ホンを示し、さらに、工場北西道路上では 85 ホン以上あるが、北土場の西北端は 60 ホン前後である。

以上のように、工場周辺では、工場内騒音源からの距離と、その間に介在する構造物その他障害物の有無・状況により伝播騒音の減衰に違いがあるものかなり高い騒音レベルを示している。

#### IV 防音対策<sup>4)5)6)</sup>

チップ工場の騒音とその影響を軽減するために、次の諸点を細かく検討する必要がある。

##### (1) 音源対策

- a) 機械自体が発する騒音の軽減
- b) 稼働時、木材と機械により発する騒音の軽減、あるいは伝播を抑制するため、機械類に処置する。

##### (2) 遮音対策

工場の操業により発生する騒音が、外部へ伝播するのを抑制する。

##### (3) 受信側対策

受信側の吸音・遮音および耳せん使用等。

第1項の a) については、ローラーや駆動装置の材質を変えて、ある程度効果をあげることが、メーカー段階の課題であって、ここでは検討できない。b) 項は、チップパーやスラッシャーによる木材切削音およびドラムパーカー

に木材が衝突して生ずる衝撃音の問題であり、そのためには、ドラムの外周壁に吸音材をはりつけるのも1案である。

当面直ちに実施可能なことは、第2および第3項の内容である。

一般的には、ドラムパーカー<sup>6)</sup>を吸音室(地下式、半地下式あるいは地上式)内に入れ、原料投入口と搬出口だけ開き、そこにはゴム布を下げる。上屋は吸音テックスかグラスウール張りとするが、できれば、コンクリート造りにすれば遮音性は一層高く、騒音は半減するといわれる。またチッパーは地下式とし原木搬入ベルトコンベヤーも地下に入れるかチッパーだけを埋設する半地下式とし、吸音材を壁面および上板の裏に張りつけることが考えられる。

対象工場において、実際どの程度の吸音構造と吸音材を選ぶかは、工場の作業性や生産性等から考え制約を受けるのであろうが、少なくともコンクリートブロック壁等により、各機械を独立的に隔離することが望ましい。また天井部への吸音・遮音板等の使用、ドラムパーカーの搬入出口に直接防音幕を下げる、また、チッパーボックスは現在の地下式を改造して、投入口も地下に入れ、コンベヤー端の一部あるいはシュートを地下に設けて地上と連絡するか、図-3に示すように、チッパーボックスに沿って地上に隔壁あるいは可動形遮音衝立てを並べる(特に作業側は、ある高さと同幅を持つブロック壁にするのが望ましい)、天井部には遮音反射板を吊下げ、熱の発散にも留意する。チップ輸送シュートはグラスウールその他で被覆する等が必要と考えられた。

昭和48年7月現在、ドラムパーカー周囲のコンクリートブロック壁建設、ドラムパーカー出口に直接防音幕吊下げ、木毛セメント板の天井張りおよび同材料製可動衝立てのチッパーボックス上への設置、その他外壁上部の間隙のグラスウール等による充填が実施された。なお、工場南壁に対する施設が未完である。

防音対策は、防音材料の吸音性能と経済性とによって、取捨選択されるため、実施されたすべてが、最善の材料および最良の防音構造をとっているとはかぎらない。経費節減のために、工場内廃物であるパークチップをサンドイッチ状にした隔壁も試みられかなりの効果を示している。

防音対策実施前、開放的であった建物が、対策の実施によって、閉鎖的となったため、夏期の暑熱に対する対策が必要になっている。

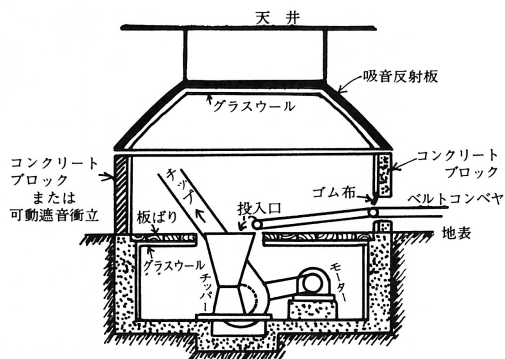


図-3. チッパー騒音の抑制対策

## V 防音対策実施時の騒音レベル

防音対策実施による効果を見るため、昭和48年7月に工場およびその周辺の騒音測定を実施した。騒音レベルを表-2の第2項に示す。

ドラムパーカー側方、隔壁外では79~82ホンで20ホン内外減衰し遮音効果が著しい。最も騒音の高いチッパー部では97~106ホンで遮音壁や遮音衝立の効果がいくらか認められている。スラッシャー付近では、工場主要部から隔離されたため、伝播騒音の影響が著しく減じ86~89ホンと10ホン程度低くなった。また事務所内では68~72ホンで5~7ホンの減衰を示している。現在木造であるが、コンクリートブロック建てにするか、スラッシャー東側にブロック壁等を設けると、一層の減衰が可能である。現在は夏期も窓を密閉し、簡易水冷クーラーの使用でまかせている。

一方、東北道路沿い住宅角では、59~63ホンで15ホン程度の減衰、工場南東約30mの住宅付近で58~61ホン、また南西約45mの住宅付近で、いずれも約5ホン減衰している。工場北西道路上では、77ホン前後、さらに北土場の西北端では54~59ホンに減衰している。

要するに、工場およびその周辺では、それぞれ伝播騒音が、かなり減衰したが事務所内および北土場方面で減衰割合が大きいのに対し、南側特に騒音源に近い南西方向へかけての減衰が少なく、なおかなり高い値を示し、この方向での防音対策の強化がまたれる。

## VI 騒音の周波数分析

### (1) 工場中央付近

ドラムパーカー木材出口の作業員付近で、防音対策実施前後に行なった分析結果を図-4に示す。ドラムパーカーが一時的に休止している時はチップーも当然空転中であり、この場合は騒音の各帯域成分ともレベルがかなり低く、工場中央部の基調となる騒音のみの場合のレベルが70~80 dBの間にあることがわかる。

防音対策前、ドラムパーカーの実働中は、駆動電動機の基本波116 Hzの帯域波とその高周波およびパーカーの回転に使われる減速歯車の組み合わせによって発生する高い周波数帯域の成分が複合し、100 Hz帯から徐々に突出し、800 Hz帯から次第に下降する上方凸形曲線が高いレベルで描かれている。これをドラムパーカー運休時の曲線と比べると、実働時には80~2500 Hz帯域のレベルの上昇が著しく、特に100~1000 Hz帯では15 dB以上・最大26 dBの上昇が見られる。さらにチップーが木材切削中は、各周波数成分とも2~5 dBの上昇が加わるが特に1000~2500 Hz帯で著しい点、前例<sup>3)</sup>の大型機のそれと一致する。

次に同じ位置で、防音対策実施後の騒音分析結果を図-4で見る。防音対策の実施により、チップーの木材切削音がない場合に、100~1600 Hz帯域成分で最大8 dBの減衰、さらにチップーの木材切削音に加わる場合には100~2500 Hz帯にわたり最大8 dBの減衰を示すが、630~800 Hz帯の突出と1250~5000 Hz帯成分の減衰が少なく、チップーの高周波音<sup>3)</sup>に対する消音効果が少ないことを裏づけている。

以上明らかなように、工場中央ではやはり、ドラムパーカーとチップーによる騒音が支配的であるが、スラッシャー騒音の影響はない。特に、チップー木材切削音を区別して分析した結果に明らかなように、チップー木材切削時のドラムパーカーとの複合騒音が最も高く、チップー部位での防音対策が今後とも最も大切である。

### (2) スラッシャー付近

防音対策実施前スラッシャー付近で実施した騒音分析例を図-5に示す。スラッシャーはドラムパーカーの木材投入口に接近し、その分析結果は80~3150 Hz帯域にかけて凸形の波形を示し、ドラムパーカー実働時の分析波形とよく類似している。ドラムパーカーの木材衝撃音に加わる場合を区分して分析した結果を見ると、この位置では、スラッシャー自体の切削騒音よりも、ドラムパーカーの実働音が大きな影響を与えていることが明らかである。

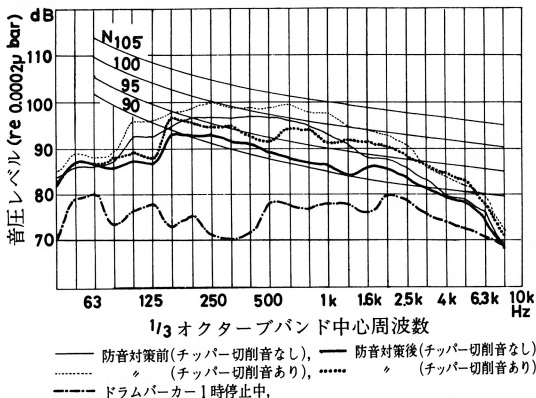


図-4. ドラムパーカー木材出口作業員の付近の騒音分析

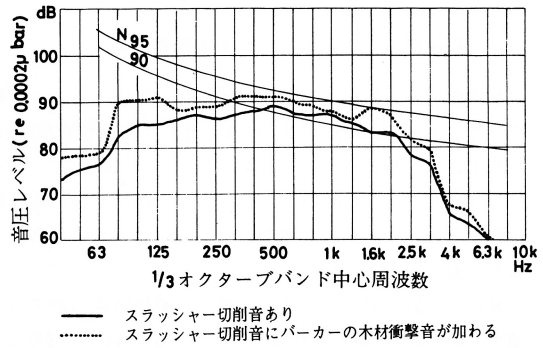


図-5. スラッシャー付近の騒音分析 (防音対策前)

### (3) 事務所内

工場の防音対策実施に対し、事務所では何ら対策を施していない。工場の防音対策実施後の事務所内は、会話も

比較的聞き取りやすくなっているが、なおドラムパーカーの木材衝撃音がかなり伝播しているうえ、位置的にスラッシャー木材切削音の影響を強くうけている。防音対策実施後の事務室内の騒音分析結果を図-6に示す。電動機回転に伴う基本波100Hz帯のほかに50Hz帯および160Hz帯に小ピークが認められるが、250Hz帯以上の高い周波数成分のレベルは、周波数の増加に従いほぼ直線的に減衰する特性を示す。しかし、ドラムパーカーの木材衝撃音が加わる時は、200Hz帯域以上の成分のレベルがやや高くなり、特に2000Hz帯以上でかなり著しいが、全体波形の高周波域に向かっの減衰傾向には変わらない。いずれにしろ、70dBを越える成分がなく、60dBを越える成分も40~315Hz帯域にすぎず、チャッパーやパーカーの実働に伴って発する騒音の高周波成分がきわめて弱く、この方向での工場の防音対策の効果を実証している。

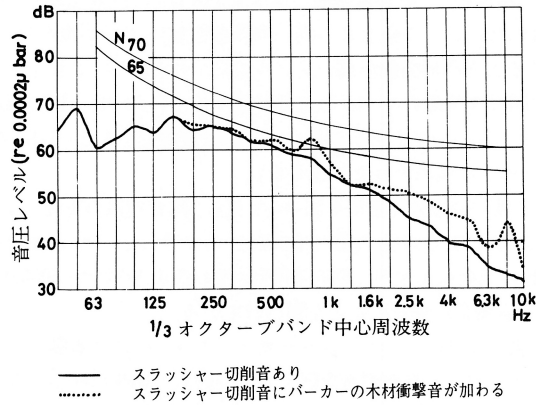


図-6. 事務所内の騒音分析 (防音対策後)

## Ⅶ 騒音の評価

主として工場の防音対策実施後の測定に基づき、ISOの提案に従って騒音の評価を試みる。3分1オクターブバンド分析結果をオクターブバンド値に合成し、NR数<sup>7)</sup>を求めた。また3分1オクターブバンド値に直したNR曲線を前記分析図上にそれぞれ記入している。

### (1) 不快感 (うるささ) に対する騒音評価

不快感については、A特性の値がよく対応することが確かめられ、わが国ではA特性の値 (dB-A) をホンとしているので、ISO 1967 提案<sup>8)</sup>のA特性による評価を試みた。

測定された騒音レベル (LA) に、ピーク因子、スペクトル特性、振幅の持続時間と変動等を考慮した補正值 (表-3) を加えて、等価騒音レベル (LA-eq) を求める。測定騒音にはドラムパーカーの木材衝撃音が短かく不規則な繰り返えして加わり大きなピークを示しているから、ピーク因子に対する補正值 5dB (A) を加えて、LA・eq を求め、表-2 に付記している。

騒音の評価に必要な一般的基準は「屋外騒音に対する基礎的基準 35~45dB (A)」に、1日の時刻・地域に対する補正 (表-3) を加えて算出される。対象地域が「郊外における住居地・僅少な道路交通」の種類に該当するものとする、+5 dB (A) の補正を行ない、基礎的基準は 40~50dB (A) になるが、一般の例にならない中間値 45dB (A) とする。「騒音規制基準」では特定施設を設置する工場の敷地の境界線のうち、住居に最も近い場所への外で、その工場から発生する騒音の最も大きい場所において、騒音の大きさの許容限度を示している。対象工場周辺では、車両の交通はある程度みられるものの住居がごくまばらであるから、測定位置を工場境界線に限定する必要はなく、生活環境保全のためまえから、最も近接する住居の周辺に測点を選んでいる。工場周辺の等価騒音レベルは 62~68dB (A) の範囲が多く、基礎的基準値との差は 17~22dB (A) である。したがって、これらの値は、表-4 に照

表3 騒音レベル (L<sub>A</sub>) の補正值 (ISO Proposal 1966)

諸 因 子	条 件	補正值 dB(A)	
測定された騒音レベルに対する補正	衝撃性 (ピーク因子)	衝撃的 (例えばハンマ音)	+ 5
	スペクトル特性	純音成分 (例えば泣声)	+ 5
	持続時間の割合 (%) (昼間8時間に対して) または (夜間、深夜 の分に対して)	50 ~100	0
		12 ~ 50	- 6
		3 ~ 12	-12
0.8~ 3		-18	
	0.2~ 0.8	-24	
	0.2 以下	-30	
基礎的基準に対する補正	時 刻	昼 間	0
		夕 方、週 末	- 5
		夜 間	-10
	地 域 別 (住居地)	農村の住宅地域 (病院地区)	0
		郊外、僅少な道路交通	+ 5
		都市 (住宅地区)	+10
		都市 (商店事務所地区)	+15
都市 (商業地区、行政官庁)		+20	
	重 工 業 地 域	+25	
窓 の 状 態	開 窓	- 5	
	一 重 窓	-10	
	二 重 窓	-15	

表4 騒音による公衆の反応に対する推定

一般基準に対する等価騒音レベルの超過量, dB (A)	公 衆 の 反 応 に 対 す る 推 定
0	な し 反応がない状態から散発的な不満まで
5	僅 少 散発的な不満から広範な不満まで
10	中 等 度 散発的ないし広範な不満から集団活動のきざしまで
15	強 力 広範な不満から集団活動のきざしまで
20	極めて強力 集団活動のきざしから強力な集団活動の発生まで

してみると騒音に対しこの地域の公衆が「強力」または「きわめて強力な反応」を起こすと推定される値である。

いま、かりに、本工場が「若干の作業場、事業場あるいは幹線道路のある都市住居地」にあるとすると、基礎的基準に対する補正は+15 dB (A) となるから、基礎的基準値は55dB (A) に引きあげられ、等価騒音レベルとの差は7~13dB (A) になる。したがって、騒音に対する公衆の反応は「中等度」と推定される。

事務所内では、等価騒音レベルが73dB (A) である。屋外から屋内に侵入する騒音を対象にした「屋内における騒音基準」によると「大事務室や会合室」では35dB (A)、「タイプライター室など」では50dB (A) 内外、「作業場」では65dB (A) となっている。いまこの事務所を「作業場の一部」とみなすと、等価騒音レベルと基準値との差は+8 dB (A) である。

## (2) 会話妨害に対する騒音の評価

工場内では、N=85 以上であって、当然大きな声を出しても、耳もとで話さないと、会話伝達の目的を達し得な

い。

事務所内では、 $N=65\sim70$  (図-5)である。会話音の声のレベルでは40cm以内でないとなじ日常の話しが了解されない。また大きな声のレベルでは45~80cmの距離で、日常の話しが了解されるものである。さらに、電話による会話伝達はやや困難であることを示している。

### (3) 聴力保護に対する騒音の評価

作業者の聴力保護の立場から、常習的な暴露に対する騒音の許容基準に照らして、騒音評価を試みる。

ISOの1961年提案によれば、騒音評価指数(NR数)が85を越えなければ、この騒音により難聴を起こすことはほとんどない。事務所内は図-6に示すように $N=65$ で許容限界を下まわり、聴力保護上十分安全である。

工場中心部では、図-4に示すように、防音対策実施前、ドラムバーカーが運休時に $N=90$ 、実働中は $N=100$ 、さらにチップー木材切削音加わる時は $N=105$ であった。防音対策実施後は常時 $N=95$ 、チップー木材切削音加わる時は $N=100$ に改善された。しかし、 $N=95$ の騒音に対しては連続50分程の暴露が( $N=100$ に対しては、連続25分の暴露が)許されるにすぎない。1日8時間作業する場合は、 $N=95$ では、30分間の暴露に対し、 $N=85$ 以下の騒音状態に20分以上いるといった組合せを繰り返すようにしなければならない。

要するに、この騒音に連続暴露するときは、作業者は永久的聴力損失(難聴)を起こすに至るおそれが十分にであることを示している。

## VIII お わ り に

チップ工場および周辺の騒音はかなり高く、防音対策による効果もかなり認められたが、南側で少なく、ブロック壁その他の完成が望まれる。またスラッシャー部の隔壁やチップーボックス投入口の地下式化も有用であろう。できれば、工場内の遮音対策の量および質的の一層の充実をはかるとともに、音源部の消音対策についても機械メーカーとともに工夫することが望ましい。

工場内作業者に対しては、聴力保護のため、防音用耳栓の常用、特にチップー周辺では「ヘルメット形」あるいは「イヤマフ形」を使用することが、労働安全衛生上必要不可欠である。

## 文 献

- 1) 厚生省環境衛生局公害部：騒音規制法の解説. 321pp., 新日本法規出版 K.K., 東京, 1969
- 2) 田中ほか四名：ドラムバーカーの振動および騒音の調査・木材工業 25 : 466~469, 1969
- 3) 田中ほか四名：チップーの騒音調査・木材工業 27 : 188~191, 1972
- 4) 福田基一・奥田襄介：騒音対策と消音設計・299PP., 共立出版, 東京, 1973
- 5) 日本音響材料協会：騒音対策ハンドブック・750PP., 技報堂, 東京, 1966
- 6) 嵯峨途利：チップ工場の騒音問題と対策. 木材工業 27 : 495~498, 1972
- 7) ISO/TC43(Secretariat-130)Noise Rating Numbers with Respect to Hearing Conservation, Speech Communication and Annoyance, 1961
- 8) ISO/TC43 (Secretariat-298) Second Draft Secretariat Proposal for Noise Assessment with Respect to Annoyance 1966

(1974年3月26日受理)