環境におけるハム音と低音耳鳴りの分類 (II)

A Classification of Environmental "Hums" and Low Frequency Tinnitus

by R. E. Walford (Formerly Chelsea College).

Journal of Low Frequency Noise and Vibration, Vol. 2, No. 2,
pp60~84, 1983.

山 田 伸 志* 抄訳

3.6 耳覆い (イヤープロテクタ) によるテスト

ハマー達にとって耳なりと外部騒音との混同があるので以下のような識別をするためのテストが行われた。

おそってくるハム音が外部からのものであれば、そのハム音をへらせば、ハム音の感覚が減少するはずである。始めにハマーは静かな部屋に入る。すると彼のハム音と十分に一致させたハム音がスピーカーから流れる。その時、適当な耳覆いを選ぶようにハマーは要求される。その耳覆いをつけた時、より静かに感ずれば、ハム音の防止が出来たことになる。もし音が“大きいあるいは変わらない”ならば

“より静か”になる耳覆いをつけるよう要請される。このハマーは、この耳覆いをつけて、彼のいつものハム音を聞くことを要請される。もしもこの耳覆いが、いつものハム音を減少させるなら、そのハム音は外部に存在するものである。もしもハム音が大きくなるな

ら、それは耳なりかあるいは体の内部によるものと結論づけられる。以下の二つが共に存在すれば耳なりである。

- (1) 耳覆いは実験室中では、十分に合せたハム音を減少させる。
- (2) しかしその耳覆いでは、いつものハム音は大きくなってしまう。

耳からの音をへらすと、耳なりあるいは、頭部内雑音は、増加するようである。ハム音以外の音が多少でも存在するとハム音をマスクして聞こえにくくするので耳覆いによるハム音以外の音の除去は、ハム音を浮かび上らせるのに有効であることが、レベントール氏によって指摘されている。実際には、多くのハマーは、研究者が目の前にくるとハム音が聞こえなくなってしまうので、以上のテストは、ハマーの家で行わねばならなかった。

14人のハマーと、15人の低周波音耳鳴り患者とについてテストがされた。表5に結果を示すが、耳鳴り患者においては、全てハム音の増加がみられ、このテストの有効性が確かめられた。4人のハマーは耳鳴りか頭部内雑音であることが明らかになり、2人のハマーは実際の外部の音を聞いていることがわかってきた。2人は多分耳鳴りで2人は結論づけられなかった。

表5 14人のハマーと15人の低音耳鳴り患者が耳覆いテストを受けた

耳覆いテストの反応		
研究室でのハム音が：	患者数	ハマーの数
よく一致している	15	14
耳覆いをつけると静かになる	15	14
いつものハム音は：		
いまでも聞こえる	18	8
いまは聞こえない	0	6
耳覆いをつけると：		
静かになる	0	2
より音が大きくなる	15	4
変化がないか	0	2
あるいは、はっきりしない		結論づけられない

表4 耳覆い (イヤープロテクター) によるテスト

必要な条件：非常に静かな部屋 ハム音のしっかりした同定 良い耳覆い
<ol style="list-style-type: none"> 1. 外部の音はあなたの家のハム音とよく一致していますか？ 2. 耳覆いをつけた時に外部の音は小さくなりますか？ 3. いまでもいつものハム音が聞こえますか？ 4. いつものハム音は耳覆いをつけた時より大きく聞こえますか？
<p>1—4が“はい”の時、ハム音は内部にある。 1—3が“はい”で4が“いいえ”の時、ハム音は外部にある。 その他の時は結論が出せない。</p>

* 山梨大学工学部
Shinji YAMADA

頭部内雑音と耳なりで識別することは、同じような手法で可能ではあるが、かなり難しい。しかし電磁場によってひきおこされる頭部内雑音を区別することは可能である。頭部に金属の薄板をとりつける。もしこの遮蔽が有効であるならば頭部に巻いている金属の薄板をへらしていく。この時、歯とか顎などで変化があれば記録する。この実験から二人のハンマーにおいて、充填した歯から頭部雑音が発生することが推測された。しかしこの二人のハンマーは追跡調査を拒否してしまい、その後の状況はわからない。多くの聴力検査室は金属でおおわれており、低周波数において電磁的には、フェーダー箱になっている。高い周波数においてはメーカーの言うような良い遮蔽かどうかは疑問である。

3.7 種々の観察結果

・振動感……44人のハンマーのうち8人は、彼らがハム音を感じる時には、いつも床、肘掛けあるいはベッドから振動を感じるという。何人かは防振をして振動を防ごうとしたがうまくいかなかった。しかし一緒にいる人達はその振動を感じなかった。奇妙なことにこれら8人のハンマーは、低周波音の聴力検査の時、閾値付近のレベルで同じような振動を感じた。しかし椅子上、床上において何の振動も検出されなかった。

76人の対象者に聴力検査を行った時、3人は同じように肘掛けあるいは床からの振動を閾値付近で感じた。しかし床の振動などはやはり検出されなかった。話しあってみるとやはり、ヘッドフォンで音楽を聞いた時にも振動を感じる事がわかってきた。このことは、内リンパ液が中耳とつながっているためであろう。

・左右聴力のアンバランス

ハンマー達は左右の耳の聴力差が平均で4 dBほどあり、対象者においては2 dBであった。

4. 試験結果のまとめ

44人のハンマーのうち23人が完全にテストを受けその結果が表6に示されている。

10人のハンマーは、ハム音と低周波音耳鳴りとが一致した。4人の人は、現実の環境中の音を聞いているようである。9人は結論づけられないが、うち4人は聴力があまりにも低いので、現実の音を聞いている可能性は、ほとんどない。

10人ははっきりした耳鳴りであるが、うち5人は、聴力あるいは聴覚神経に病変をもっている。結論づけられない人のうち4人は、ほとんど“ろう”である。このうちの9人は自分達の聴力に問題があることには

表6 ハンマーのテスト経過。たくさんの人が結論づけられないのは、テスト中色々な問題がおり、全テストを受けなかったためである。大部分のハンマーは医学的な検査を拒否した。

気がついている。しかしこの9人は、耳鳴りであると言われることを強く否定し、外部の音を聞いているかあるいは電磁的な作用であると主張している。

一方耳鳴りをおこしている残りの5人は正常な聴力を持っているのだが、耳鳴りであることを認めようとはしない。

2人のハンマーは電磁遮蔽のテストから、ハム音は電磁的作用によると推測されている。1名は追跡調査できなかったが、一名は歯に原因があると考えられることと、彼女の家の近くにある高圧線による高いエネルギーの場が家で見つかっている。

5. 分類

44人のハンマーの観察から表7、8のように4つのタイプに分類される。

タイプ1……実際の音を聞いている場合。閾値近傍の低いレベルで目的のハム音を検出することは難しいので、3つのマイクロフォンをならべ、相関の技術を使った例えば40Hzをうかび上げることが必要である。

このように現実の音であっても法的にはこのような低周派音は認められていないので規制は難しい。しかし多くの研究者によって、このような低周派音に対して、基準を変えるべきであることが主張されている。

表7 音響の専門家が現場調査をした時のハム音分類

外 部 の 状 態			内 部
音 響 的		非音響的	
タイプ 1 現実の騒音	タイプ 2 騒音によって誘起された耳鳴り	タイプ 3 誘起された頭部内雑音	タイプ 4 耳鳴り
現実の騒音が存在する		外部の騒音は問題でない	
ハム音の発生と、現実の騒音の時間的変動が一致する		ハム音の発生と非音響的な外部状態の時間変動が一致する	ハム音の発生はどの変動とも対応しない。
ハム音は現場の騒音の周波数と一致する。	ハム音は現場の騒音の周波数と一致しない。		
ハム音のレベルはISO 226-1961の閾値に近いと同定される	何もわからない		ハマーの最小可聴値に従って小さな値から大きな値まで大きく変化する。
テストしたハマーの中では多くない。	ごくまれ	ごくまれ	テストしたハマーとしては一番多い。

これらの低周波音に対しては、アクティブな（能動的な）吸音が有効であると考えられる。しかし現状の手法としては、塀による受動的な方法によって寝室内の音をへらすことは可能である。

タイプ2……外部の低周波音以外の音によって頭部内雑音が発生する場合である。しかしこのような例はごくまれである。

タイプ3……音以外のものによってひき起される頭部内雑音。外因としてわかっているのは電磁場によるものである。ChouあるいはLinの研究によるとマイクロ波による加熱効果によっ頭部内雑音が発生するとされている。しかしそれはかなり強い電磁場の場合のみである。しかしPerryは弱い電磁場あるいは磁場においても微妙な影響があると指摘している。

タイプ4……耳鳴り。苦情者の体の中でのみ起り、外部には直接的な引金になるものはない。数少ないテストで大部分のハマーに対してあてはめるには注意が必要であるが、ハマーのうちで一番数の多いタイプである。

血流によるハム音はLaennecによる聴診器の開発によってよく知られている。ハム音は多くの人々で聞き

表8 ハマーの分類

タイプ1 現実の騒音	タイプ2 騒音によって誘起された耳鳴り	タイプ3 誘起された頭部内雑音	タイプ4 耳鳴り
ある場所ある時のみ聞こえるであろう			他の音がなくても常時間聞こえる
他の人も騒音を聞く	ハマーにしか音は聞こえない		
他の人もその周波数と同定する。場合によってはオクターブずれることもある。	ハマーはテストが分けて行なわれると周波数を同定しない		
他の人もうなりを同定する	ハマーは、うなりを同定しない		
音の大きさはISO 226の閾値に近い	聴力の小さいハマーでは、広い範囲の音圧レベルと同定するようである。		
聴力は、年令を加味すれば、正常である。	片耳あるいは両耳とも聴力が小さい。多分あぶみ骨反射に問題がある	関係なし	多分片耳あるいは両耳の聴力が低いであろう
他の人は一般には騒音のことをあまり心配しない	一般に、騒音をひどく気にする	関係なし	一般に騒音をひどく気にする
耳覆いのテストから外部騒音とわかる		耳覆いのテストから内部の音とわかる	
金属で遮蔽するテストでは効果がない		電磁的なものならば金属で遮蔽すれば静かになるだろう	効果がないかよけい音が大きくなる
他の人は目まいを感じない、眼振については正常な傾向			弱いめまいを報告される。眼振の強い傾向あり

うるし、特に子供の頭部と首の聴診によって聞きうる。頸静脈と頸部のハム音は多くの研究者によって報告されている。ただしハム音の周波数あるいは発生メカニズムについては報告されていない。

二つのハム音発生メカニズムが考えられる。一つは心臓の弁の動きによるものであり、もう一つは血流の不規則な流れである。

以上の4種類のパターンにハマーを分類することが必要である。その分類のためのテストとしては以下の

ものである。

1. 超低周波音の領域まで含めて、ハム音の周波数とレベルを同定すること。
2. 低周波音の聴力検査をきめ細かく測定すること。
3. 耳覆いによるテスト
4. 低周波による反応をボックス内で庶蔽するテスト。
5. 体全体あるいは頭部の大きさのファラデー箱の利用
6. 眼振のテストを含んだ前庭の検査
7. 聴神経病院への紹介の可能性
8. 心理テストを含む詳細な面接調査

9. 結論

聴力損失の大きいこと、他の人には聞こえないくらいのレベルのハム音でありながら大きなレベルのハム音として同定されること、耳覆いによるテスト結果、ハム音の場所がかなり異なることなどから、低周波音耳鳴りがいくつかのハム音の原因と考えられる。44人のうち10人がこの状態である。4人は現実の外部のハム音を聞いていることがわかり、ハム音の原因が耳なりのみだと結論することが問題であることを示している。ごくわずかだが電磁場の作用と考えられる人も1名いたので、電磁場を庶蔽するテストも行うことは有意義である。全然異なった音によってハム音が頭部内に誘起される可能性もあるがこの実験では、はっきりしなかった。

以上のことから、低音耳鳴りが、このとらえどころのないハム音苦情者達の一つの原因である。個々のテストをしないで任意の方法でハマー達を分類することは出来ないし、テストをしないで特別に原因を推測す

ることも危険である。このような考え方は、耳鳴による苦情に関するレポートあるいは、はっきりした外部の音による苦情に関するレポートとも一致している。

ただし、一つ奇妙な問題が残っている。なぜハマー達は耳なりを否定するのであろうか。低音耳鳴りがあることを認めている患者とどうして異なるのだろうか。

文献省略

謝辞

本論文の訳を承諾いただいたDr.Walford、雑誌Journal of Low Frequency Noise and Vibrationの編集委員長Dr.H.G. Leventhall氏及び出版者のMultiscience社に心から感謝いたします。

また訳に御協力いただいた山梨大学生の篠原、高橋、寺田、根岸、宮村、渡辺の6氏に感謝いたします。

表1 ハム音の周波数（毎秒）と変動（毎分）の同定は、ハマーについては、チェルシー大学において、低音耳鳴患者については、王立耳鼻咽喉科病院で行われた21人の耳鳴り患者は非常に低い周波数の変動音（うなり）を耳鳴り音と同定した。但しこの病院のシステムは28Hz以下の周波数には使えなかった。

表3 ハマーが自分達の生活の中で感じるハム音と同定した周波数とレベル。ハマーの同定したハム音の周波数と、個人の最小可聴値の測定から、何人かのハマーの感覚レベルが計算されている。多くの人の最小可聴値とのレベル差も示されている。一番レベルの高い値を示すハマーでさえも、他の人々がこのハム音を聞いていないと確信していることに留意するべきである。