

# Study on the Response of Inhabitants to Infrasound and Physiological Effects of Infrasound I . On the Inhabitant's Response

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/7964">http://hdl.handle.net/2297/7964</a>

# 低周波空気振動に対する住民反応および生理的影響に関する研究

## I. 住民反応に関する調査研究

金沢大学医学部公衆衛生学講座 (主任: 岡田 晃教授)

谷 島 勘 次

(昭和62年6月24日受付)

本研究は、日常の環境において発生する低周波音に対する、より特徴的な人体の反応を明らかにすることを目的とした。可聴域の騒音のみならず、かなりの高い音圧レベルの低周波音の発生していることが確認されている高速道路の近くの住民444名を対象に、健康状況に関するアンケート調査を面接法により行った。つまり、低周波音に関する住民反応を検討するための質問項目を新しく作成し、あわせて騒音による影響についても調査するとともに、低周波音、騒音の実測データとの関連についても検討した。騒音による反応としてとくに回答率の高いのは、“睡眠の妨害”、“気分がいらいらする”であった。低周波音による反応としては、“気分がいらいらする”、“睡眠の妨害”、“咽頭部の振動感・乾燥感”、“低い音が気になる”、“のどのあたりがこそばゆい”、“息苦しいまたはせきがでる”、“鼻の中がかゆい”の順に回答率が高かった。騒音と低周波音による反応を比較検討したところ、“鼻の中がかゆい”、“咽頭部の振動感・乾燥感”、“のどのあたりがこそばゆい”、“息苦しい、またはせきがでる”などの咽喉頭部に関連する項目が低周波音に、より特徴的なものとして抽出された。

---

### Key words Infrasond, Inhabitant's response

---

本来人間の耳には音として感知されないとされる16ないし20 Hz以下の低い周波数の音波が、生体に対し種々の影響を及ぼしていることが注目されている。いわゆる低周波空気振動(以下、低周波音と略記)が生体に及ぼす影響に関する国際会議も1973年にパリで開催されるに至り、対象周波数を0.1~20 Hzと定義することが決定された。

この低周波音は火山の爆発、大気中のジェット気流の振動、オーロラなどにより自然界でも発生するという事実も報告されている。しかし、我々の日常生活と関連の深い発生源としては、橋梁を車輛が通過する際に生じた床板の振動が低周波音に変換される場合、工場、事業場等で使用されているコンプレッサー、真空ポンプ、大型送風機、ボイラーなどの運転に伴う場合などがあり、これらの発生源からの低周波音が近隣の住民へいかに影響を及ぼしているかが近年大きな社会問題として注目されてきた。この種の影響の実態を把握し、問題の本質を明らかにするためにも住民反応を調査することが先決であり、そのための調査も散見されるが、低周波音による特徴的な影響を解明するため

には共存する騒音との関連を考慮することが必要である。

一方、低周波音そのものにしても、上記の0.1~20 Hzという周波数領域のみに限定されるわけではなく、日常生活、生活環境ではそれ以上の周波数のものも存在することが多く、その上限、下限の設定についても未だ意見の一致はみられていない。この点に関して、20 Hz以下の周波数を対象とする場合には超低周波音と称し、20 Hz以上の可聴域の周波数まで含めて考える場合には低周波音と称するという考え方<sup>2)</sup>も提案されている。いずれにしても低周波音の生体影響を検討するにはその発生実態を、物理計測をも実施しながら、詳細に把握したうえで、住民反応を調査することが不可欠なものとしてまず要求される。

本研究では、以上のような観点から、実際に低周波音の発生している地区に居住する人を対象に、低周波音によると思われる健康影響が存在するものか、あるとすれば特徴的な点は何か、等を解明すべく調査項目ならびに聴き取り方法に工夫を凝らし調査を行った。同時に低周波音と騒音の音圧レベルを実測し、住民反

Table 1. The questionnaires for inhabitant's responses to infrasound exposure.

生活環境に関するアンケート

この調査は、あなたのお住いの生活環境、特に騒音振動等についてお聞きするものです。内容については、外部に漏れたり、あなたの御迷惑になることは決してありませんので、よろしくお願ひ致します。なお、答えにくい質問にはお答えにならなくても結構です。

1 あなたは騒音で迷惑を受けたことがありますか。  
 はい  いいえ

↓

○その発生源は次のどれだとお考えですか。  
 航空機  鉄道  自動車交通  
 工場、事業場  建設工事  近隣家屋  
 冷蔵庫、空調機等家庭用電気機器  その他 ( )

2 あなたは地面や家の床やたたみの振動で迷惑を受けたことがありますか。  
 はい  いいえ

↓

○その発生源は次のどれだとお考えですか。  
 航空機  鉄道  自動車交通  
 工場、事業場  建設工事  その他 ( )

3 あなたは次のような迷惑を受けたことがありますか。  
 うるさくて眠りが妨げられる。  壁にひび割れができる。  
 家がゆれる。  家具や置物等がゆれる。  
 窓や戸がゆれる。

4 騒音や地面の振動以外で次のようなことが起こりますか。  
 4.1 家がゆれたり、風もないのに戸・障子・窓ガラス等がゆれたりガタガタ鳴ったことがありますか。  
 はい  いいえ

↓

○その発生源は次のどれだとお考えですか。  
 航空機  鉄道  自動車交通  
 工場、事業場  建設工事  近隣家屋  
 冷蔵庫、空調機等家庭用電気機器  その他 ( )

4.2 耳に聞こえないような低い音や空気の振動を感じる場合がありますか。  
 はい  いいえ

↓

○その発生源は次のどれだとお考えですか。  
 航空機  鉄道  自動車交通  
 工場、事業場  建設工事  近隣家屋  
 冷蔵庫、空調機等家庭用電気機器  その他 ( )

5 騒音、地面の振動以外で、前の質問のようなことが原因で次のようなことが起こりますか。

イ 耳が圧迫される感じがする。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ロ 胸や腹に圧迫感がある。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ハ 低い音が気になる。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ニ 咽頭部に振動感、乾燥感がある。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ホ のどのあたりがこそぼゆい。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ヘ 鼻の中がかゆい。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ト 息苦しい、またはせきがでることがある。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
チ 吐き気のすることがある。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
リ 気分がいらいらする。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ヌ 鼻血が出る。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ル 胃腸の具合が悪い。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ヲ 血圧が高くなる。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ワ 睡眠が妨害される。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
カ 頭が圧迫されるようになる。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ

6 念のためお聞きしますが、騒音、地面の振動が原因で次のようなことが起こりますか。

イ 耳が圧迫される感じがする。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ロ 胸や腹に圧迫感がある。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ハ 低い音が気になる。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ニ 咽頭部に振動感、乾燥感がある。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ホ のどのあたりがこそぼゆい。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ヘ 鼻の中がかゆい。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ト 息苦しい、またはせきがでることがある。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
チ 吐き気のすることがある。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
リ 気分がいらいらする。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ヌ 鼻血がでる。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ル 胃腸の具合が悪い。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ヲ 血圧が高くなる。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
ワ 睡眠が妨害される。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ
カ 頭が圧迫されるようになる。	<input type="checkbox"/> はい	<input type="checkbox"/> いいえ

どうもありがとうございました。

応調査結果との関連分析を行ったので報告する。

### 対象および方法

#### I. 研究方法

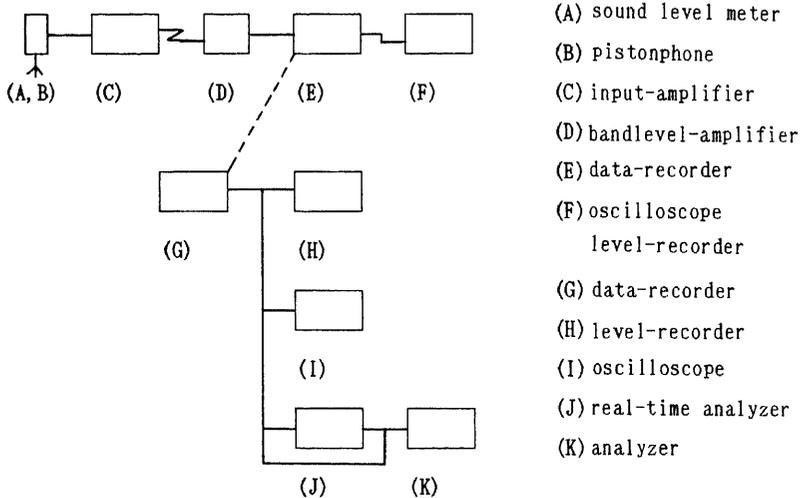
##### 1. 調査対象および調査地区

予備調査で、騒音および低周波音が発生していることが確認された東京都内の高速道路に隣接して位置するアパートおよびマンションを調査対象地区とした。

対象者は合計 600 名であったが十分に聴き取りのできた 444 名 (74%) を解析の対象とした。その対象者と調査地区の概要は次のとおりである。

騒音および低周波音地区として、K マンションに居住する 189 名、N マンションに居住する 151 名、W マンション、T ハイツイ、S マンションに居住する 66 名の合計 406 名を対象とした。K マンションは 13 階建てで首都高速 3 号線 (片側 2 車線) およびその直下の国

#### (1) Measurement and analysis of infrasound.



#### (2) Measurement and analysis of noise.

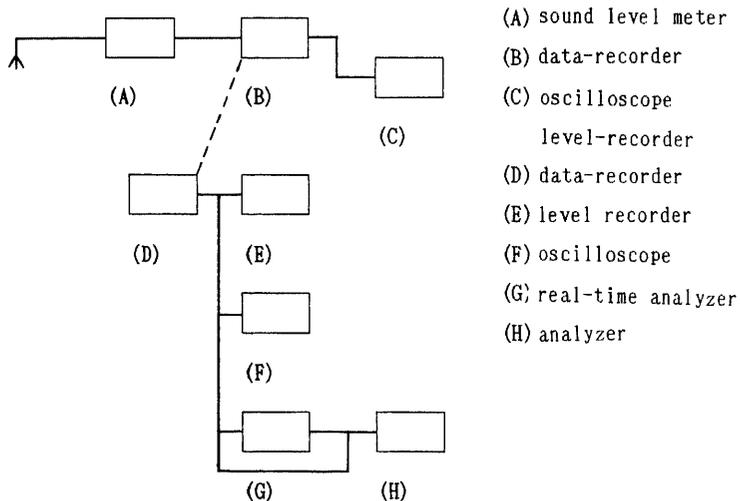


Fig. 1. The schematic diagrams for measurements of infrasound and noise.

道 246 号線 (片側 4 車線) に面している。K マンションよりほぼ 300 m 北東側に環状 7 号線がある。N マンションは 8 階建てで、首都高速 3 号線 (片側 2 車線) に面している。高速道路下に片側 1 車線の道路があるが、この道路の交通量は少なく、したがって騒音、低

周波音に暴露されているこの地区の騒音、低周波音の発生源としては高速道路のみが考えられた。W マンション、T ハイツ、S マンションは首都高速 5 号線に面している。W マンション、T ハイツは 7 階、S マンションは 6 階建てである。

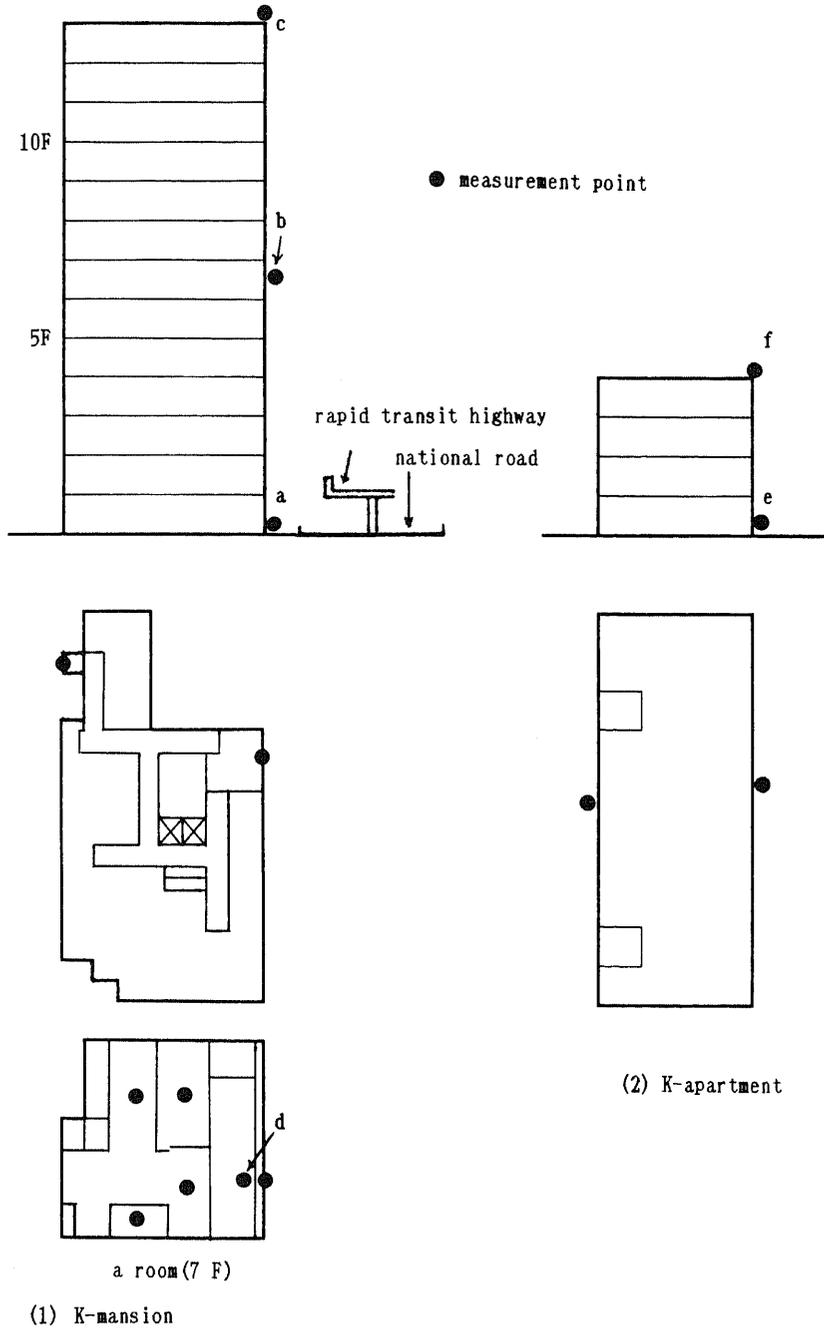


Fig. 2. The basal points for measurement of infrasound.

対照地区として、K アパートおよび M マンションの合計 38 名を選んだ。両者とも主要道路から離れ交通騒音としての感知が調査員のチェックによってほとんどなかった地区である。

### 1. 住民反応に関するアンケート調査

調査員には予め訓練をしてから住民への面接による聴き取り調査を行った。表 1 に調査内容の主要な部分を示した。

### 2. 騒音および低周波音レベルの測定

面接法による聴き取り調査と同期間に調査箇所の騒音および低周波音の実測調査を行った。測定装置の構成を図 1 に示し、例として K マンションと K アパートの場合の測定点を図 2 に示した。屋内の測定点は K アパートの 7 階の一室を例に示してある。騒音、低周波音とも測定方法は JIS 8731 に準じ、24 時間の 0 時より 2 時間毎に 10 分間測定し、サンプリングは 2.5 秒、200 回とした。

### 3. 測定結果の評価法

低周波音、騒音とも中央値 ( $L_{50}$ )、上端値 ( $L_5$ )、下端値 ( $L_{95}$ ) で評価したが音圧レベルと住民反応との関連を検討する際にはそれぞれの中央値を用いた。

## II. 解析方法

住民反応調査については、症状の訴え率を算出し、

t-検定ないし百分率の検定を行った。さらに、低周波音による訴えと騒音による訴えを特徴的に抽出するために、それぞれの項目ごとに両者による訴え数の差を対象者数で除した率として算出し比較検討した。この場合には百分率の検定を行った。

## 成 績

### I. 発生している騒音および低周波音の音圧レベル

表 2 に K マンションの例を、表 3 に K アパートの例を示した。測定点は図 2 の測定点と対応させ、値は 1 日の測定値の平均 (1 標準偏差) で示した。また、表 4 に低周波音の周波数帯域別の測定結果のうち、図 1 の K マンションの測定点 a と b の午後 6 時の場合を例に示した。

これらは、音圧測定の際の基準点における測定例であるが、実際の生活の場としての室内での測定も行った。以下に述べる音圧レベル別の検討は室内における測定例による。

### II. 住民反応調査

騒音によると思われる苦情の訴え率、低周波音によると思われる苦情の訴え率をそれぞれの音圧レベルと関連させて表 5 および表 6 に示す。これをもとに苦情内容の特徴について述べる。

Table 2. The sound pressure levels of noise and infrasound (K-mansion).  
mean (standard deviation) (dB)

measuring points		noise	infrasound	noise	infrasound	noise	infrasound
		center value ( $L_{50}$ )		upper limit ( $L_5$ )		lower limit ( $L_{95}$ )	
1st floor (front)	a	75.8(1.5)	89.9(1.4)	82.9(2.4)	94.4(1.3)	70.9(1.4)	85.7(1.7)
7th floor (front)	b	80.4(2.0)	88.4(1.3)	84.7(2.3)	81.6(3.1)	76.2(2.1)	73.3(3.1)
over roof (front)	c	67.1(1.5)	83.4(3.5)	69.1(1.5)	89.4(4.9)	65.1(1.6)	79.2(3.5)
within room	d	51.4(2.1)	74.5(3.3)	55.3(2.2)	80.0(2.6)	46.8(2.4)	69.1(2.6)

Table 3. The sound pressure levels of noise and infrasound (K-apartment).  
mean (standard deviation) (dB)

measuring points		noise	infrasound	noise	infrasound	noise	infrasound
		center value ( $L_{50}$ )		upper limit ( $L_5$ )		lower limit ( $L_{95}$ )	
1st floor (front)	e	54.6(1.7)	73.6(1.8)	59.0(1.9)	79.1(3.7)	51.5(1.9)	85.7(1.7)
over roof (front)	f	61.4(2.0)	74.5(2.1)	64.5(2.1)	80.8(3.8)	58.8(2.0)	70.6(1.9)

## 1. 騒音レベルと苦情内訳との関連

測定された騒音レベルの中央値により、54 dB 以下、55~59 dB、60~74 dB および 75 dB 以上の 4 段階にわけ、このレベル別に、騒音によると思われる苦情訴え率を観察した (表 5)。

“睡眠が妨害される”，“気分がいらいらする”，“耳が圧迫される感じ”などは騒音レベルが高くなるほど高率に認められるとも推察されるが、とくに，“睡眠が妨害される”，“気分がいらいらする”の 2 項目はすべての騒音レベルで 30% 以上に訴えられている。レベル別でみると分散分析により有意差の認められたのは“耳が圧迫される感じ” ( $p < 0.01$ )，“低い音が気になる” ( $p < 0.05$ ) の 2 項目であった。

次に面接中の調査員による騒音の感知の有無と苦情

訴え率との関連をみてみた。各調査地区で 80~90% の例で面接中に何等かの騒音があり、そのうち自動車騒音は 80% 前後に存在し、騒音有りの例では、“騒音によると思われる苦情訴え”のうち、特に“睡眠の妨害”，“気分がいらいら”が高率に認められた。これに比し，“のどのあたりがこそばゆい”，“鼻の中がかゆい”等は騒音無しの方より高率であった。

## 2. 低周波音レベルと苦情内訳との関連

測定された低周波音のレベル別に、低周波音によると思われる苦情訴え率を観察した (表 6)。“気分がいらいらする”，“睡眠が妨害される”，“咽頭部の振動感・乾燥感”，“低い音が気になる”，“のどのあたりがこそばゆい”，“息苦しいまたはせきがでる”，“鼻の中がかゆい”などの訴えは、低周波音レベル 80 dB 以上でよ

Table 4. The levels of infrasound by three frequency bands (K-mansion).

frequency band	measuring points	center value	(dB) 6 pm	
			upper limit	lower limit
2-80 Hz	a	92	96	88
	b	91	95	87
2-50 Hz	a	91	96	87
	b	90	94	86
2-20 Hz	a	89	95	85
	b	88	92	83

Measuring points a and b are the same as in figure 2.

Table 5. The response rates to noise by sound pressure levels.

Items	sound pressure level of noise (dB)	-			
		-54	55-59	60-74	75-
pressure feeling on ears		8.1	12.7	6.3	10.0(%)
reverberant feeling on chest and abdomen		2.7	4.2	0	0
unpleasant feeling to low sound		16.2	27.1	18.8	10.0
vibratory and dry sensation in pharynx		2.7	6.8	8.8	10.0
unpleasant feeling in larynx		13.5	14.4	11.3	15.0
itching sensation in nasal cavity		10.8	5.1	5.0	10.0
breathing discomfortness or cough		16.2	12.7	12.5	10.0
nausea		2.7	1.7	2.5	0
unstablensness in mind		32.4	44.1	30.0	30.0
nasal bleeding		5.4	3.4	0	0
unpleasant feeling of gastro-intestine		2.7	9.3	3.8	10.0
hypertension		2.7	6.8	2.5	5.0
interruption of sleep		32.4	49.2	38.8	35.0
oppressive sensation in head		13.5	16.9	10.0	5.0
numbers of subjects at each sound pressure level		37	118	80	20

り高率になることがうかがえた。レベル別にみた場合に分散分析により有意差の認められたのは“低い音が気になる”，“咽頭部の振動感・乾燥感”，“鼻の中がかゆい” ( $p < 0.01$ )，“のどのあたりがこそばゆい”，“気分がいらいらする”，“胃腸のぐあいがわるい”，“睡眠が妨害される” ( $p < 0.05$ ) の項目であった。

面接中に窓や戸のガタガタ・ゆれ，さらに低周波音を調査員が感じた例では，低周波音によると思われる“睡眠の妨害”，“気分がいらいら”が騒音の場合と同じく高率であるなかで，“低い音が気になる”，“耳の圧迫される感じ”等の訴えが，面接中に低周波音を感知しなかった場合に比し特徴的と思えた。

3. 騒音による苦情の内訳と低周波音による苦情の内訳との比較

それぞれの項目において“低周波音によると思われる訴え数”から“騒音によると思われる訴え数”を減じた値を対象者数で除した率で表わし図3に示した。この値が正の側に大きいほどその訴えを低周波音によるとする傾向が強いものと考えることができる。

ここでは対照地区の成績(破線で示す)と対比させて示した。これより低周波音に特徴的に訴えられる項目としては“鼻の中がかゆい”，“咽頭部の振動感・乾燥感”，“のどのあたりがこそばゆい”，“息苦しい，またはせきができる”等の咽・喉頭部に関するものがあげられる。これらの訴えは，百分率の差の検定を行った

ところ，いずれも調査地区と対照地区の間で有意差が認められた ( $p < 0.01$ )。

「騒音による苦情」「低周波音による苦情」の両群に訴えられた“睡眠の妨害”，“気分がいらいら”の2項目，さらに“低い音が気になる”，“頭が圧迫される”等は騒音によると思われる傾向が強かった。対照地区については，ほとんどの項目で“騒音による”とするほうが多かったが，その差はごく僅かであり，特記すべきことはなかった。

## 考 察

実際の生活環境中で低周波音のみが発生している場合というのは極めて少なく，住民の反応を調査する際にも共存する可聴域の騒音との関連を常に考慮する必要がある低周波音問題の解決を困難にしている。

自然現象による低周波音の発生例としては，1967年 Green ら<sup>3)</sup>が，イリノイ州で，激しい気象条件(暴風雨)によって起こる超低周波音と，それが到達できると思われる地域での健康事象ないし社会現象との関係を調査したものが興味深い。それによると，自然現象により発生した超低周波音と，自動車事故の発生頻度ならびに小学生の欠席状況との間に相関のあることを指摘し，直接的な証明はできないにしても，何等かの関連を示唆している。さらに，Vasudevan ら<sup>4)</sup>は，annoyance の観点から調査研究を行い，低周波音によ

Table 6. The response rates to infrasound by sound pressure levels.

Items	sound pressure level of infrasound (dB)			
	-69	70-74	75-79	80-
pressure feeling on ears	10.1	5.0	7.3	10.0(%)
reverberant feeling on chest and abdomen	3.8	5.0	0	0
unpleasant feeling to low sound	15.2	13.3	10.4	30.0
vibratory and dry sensation in pharynx	13.9	3.3	10.4	35.0
unpleasant feeling in larynx	16.5	18.3	11.5	30.0
itching sensation in nasal cavity	8.9	15.0	7.3	25.0
breathing discomfortness or cough	20.3	18.3	13.5	30.0
nausea	5.1	5.0	2.1	5.0
unstableness in mind	30.4	33.3	21.8	45.0
nasal bleeding	5.1	6.7	2.1	5.0
unpleasant feeling of gastro-intestine	10.1	6.7	7.3	20.0
hypertension	7.6	3.3	3.1	5.0
interruption of sleep	30.4	36.7	17.8	40.0
oppressive sensation in head	6.3	11.7	9.4	10.0
numbers of subjects at each sound pressure level	79	60	96	20

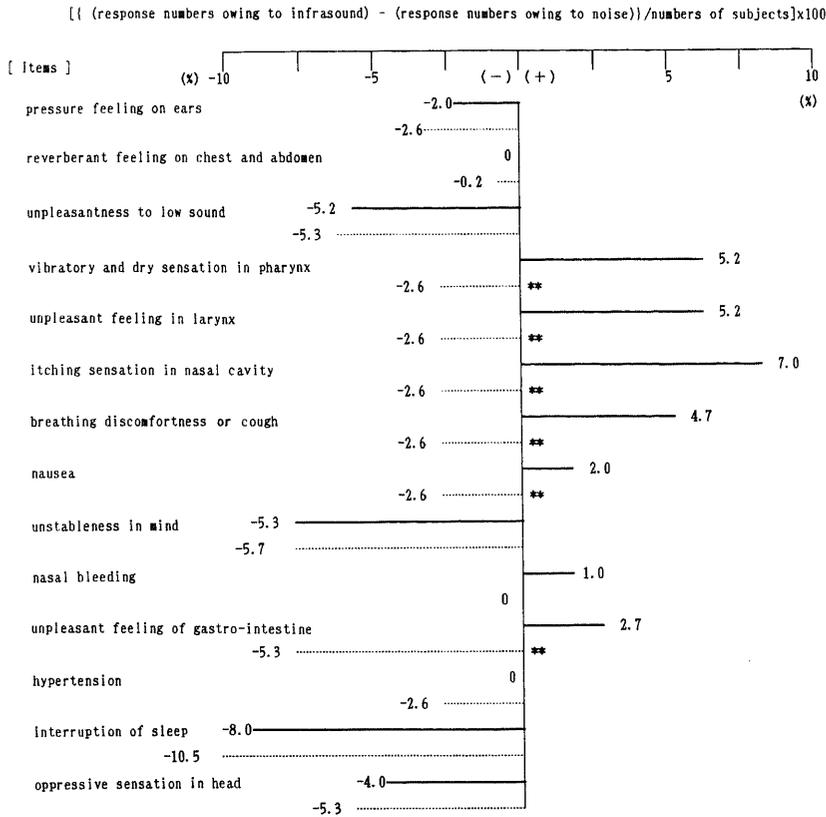


Fig. 3. The differences of response rates between infrasound and noise.  
 \*\*p<0.01 (critical ratio method).  
 —, number of subjects who live in infrasound occurring area (406);  
 ·····, number of subjects who live in control area (38).

るとする被害を訴えるものには“振動する音”として聞こえ、それが不快という感情に発展すると説明している。さらに、この不快感はもっぱら、20—100 Hzの周波数領域での音圧の不均衡によるらしいことを指摘している。

ところでわが国の低周波音によるとと思われる住民からの苦情件数を環境庁の集計で概観すると<sup>9)</sup>、昭和48年が95件、49年が110件と多く、昭和50年が59件であり、その後の昭和55年の85件をピークに、昭和58年は42件、59年の27件と件数そのものは減少しているようにも受け取れる。しかし、これは、苦情として行政機関に訴えられたものであり、発生実態そのものを的確に把握したものでない。この集計からは、各年とも振動による苦情件数のなかのおよそ1から2%ほどが低周波音によるとされ、その発生源として工場・事業所が大半を占めるなかで、道路交通による

ものが毎年数件あげられ、高速道路も発生源として指摘されているのである。道路は、不特定多数のものが日常生活に利用しているものであり、自動車のない生活というものは考えられない現状において、ここに公害としての重要性および問題性が内包されている。

高速道路の高架橋などを原因とした低周波音に関してはいくつかの報告があり<sup>7)~9)</sup>、低周波領域の音圧測定が精力的におこなわれているが、確かに数ヘルツの付近にかなり強大な音圧が記録され、住民の訴えとの関連が推測されている。一般に、高架橋からの低周波音の発生原理としては、自動車走行時の床板の振動が空気を振動させることとされている。

本研究では、聴き取り調査が重要な位置を占めることになるが、低周波音に関する意識なり影響なりを聴き取るのはかなり困難な場合が多いと思われる。肝心なのは低周波音そのものの性質を一般住民に理解させ

ることであり、そのために調査項目の配列および回答の順序にも細心の注意をはらった。つまり表1からもわかるように調査は事前に聞き取り方法等について訓練を受けた調査員による面接法で行った。まず、騒音ないし振動による被害の有無を確認した後に、それら以外、すなわち、耳に聞こえないような低い音や空気の振動（低周波音）による物的影響、その感知等について対象者に理解させた。その上で、低周波音に起因すると思われる項目を中心に、種々な身体影響の有無を回答させたが、その際にも、いわゆる騒音・振動が原因で同様の影響が出現するかどうかを再確認し、低周波音による影響を抽出できるよう工夫した。この種の調査・解明方法はいわば可聴域の周波数を主体に構成される騒音と、20 Hz程度以下の従来聞こえないとされてきたいわゆる低周波音との、似て非なる環境因子の複合影響の中から、それぞれに特徴的な健康影響を抽出しようということにもなり、この方法は方法論的には他の環境因子の組み合わせの場合にも適用できると考えられる。以前著者らは振動と騒音が共存する場合の住民反応の解明を試みたことがある<sup>10)</sup>。要するに騒音が共存する時に振動による影響はいかに修飾されるかを騒音レベル、振動レベルを測定し同時に住民反応の程度を聞き取り調査により把握し、条種の住民反応を惹起する振動レベルを、振動のみに暴露したと考えられる場合と、振動・騒音に同時に暴露したと考えられる場合とについて比較した。それにより、振動による“気分のいらいら”という反応は、振動のみに暴露した場合の方が騒音が共存する場合よりも低いレベルで起こるという興味ある結果を得ている。

本研究においては、慎重な聞き取り調査を行った。音圧レベル別に検討することは勿論重要であるが、今回著者は低周波音により特徴的な訴えを抽出することに主眼をおいたのでありそのために聞き取り調査自体に工夫を要したことについては既に述べた。そしてその成績として、低周波音によると思われる訴えとして“咽・喉頭部”に関連する症状、つまり“鼻の中がかゆい”、“咽頭部の振動感・乾燥感”、“のどのあたりがこそばゆい”、“息苦しい、またはせきがでる”などがより特徴的に抽出できたように考えられる。これは、調査地点での音圧測定で、3.2 Hzないし10 Hzの付近において上端値90 dBに近い大きな音圧が記録されることからこの影響をとらえていると考えてもよさそうである。

人間を対象とした低周波音に関する実験的研究では、まず感覚閾値に関する検討が重要である。従来、人間は20 Hzから20000 Hzの空気振動を音として感知できるとされてきたが、種々の実験研究から20 Hz

以下の空気振動も認識できることが明らかにされてきた。Yeowartら<sup>11)~13)</sup>は、聴力の正常な被験者で単耳法により最小可聴音圧(M.A.P.)を検討し、1.5 Hzで132.3 dB、3 Hzで125.5 dB、6 Hzで113.1 dB、10 Hzで104.1 dB、20 Hzで89.5 dB、50 Hzで58.6 dB、100 Hzで42.5 dBのM.A.P.を得ている。一方、Johnson<sup>14)</sup>による上限・下限で示される可聴域値は、たとえば10 Hzで下限レベルで91 dB、上限レベルで100 dBであり、22 Hz以下では、Yeowart<sup>11)~13)</sup>によるものより多少低いところに設定されている。Tsunekawaら<sup>15)</sup>は、実際に低周波音が発生している種々の環境下で、それが感知されるかどうかを詳細に検討し、周波数ならびに音圧との関連で、生体の低周波音に対する感知レベルを追究し、Johnson, Yeowartらの可聴域と比較考察し興味深い成績を得ている。Tsunekawaら<sup>15)</sup>によると被験者の50%のものが身体のいずれかの部位に低周波音を感じる50%有感反応レベルは、6~23 Hzの範囲で-10 dB/Oct.の勾配をもち、10 Hzで約93~94 dBであり、20 Hzで約85 dBであった。いずれにしても、20 Hz以下の空気振動にしても音圧が十分大きければ認知されることが示されている。

本研究において測定された低周波音の音圧レベルは2~20 Hzの測定範囲で85 dBを十分越えており、しばしば90 dBを越えていた。このことより、本研究で調査対象とした地区では身体に感知できる程度の低周波音の発生していることが推察された。

低周波音に関する諸問題は、公衆衛生学の分野からも重要な課題を提起<sup>17)</sup>するものであるが、著者の今回のような住民反応に関する知見をふまえ、さらに実験的研究から影響に関する基礎的知見を得る必要性が指摘される。

## 結 論

低周波音に関する住民反応を検討するための質問項目を文献を参照して新しく作製し、あわせて騒音による影響についても調査するとともに、低周波音ならびに騒音の実測データとの関連についても検討した。得られた成績はつぎのとおりである。

1. 騒音に起因する住民の反応としてとくに訴え率の高い項目は、“睡眠が妨害される”、“気分がいらいらする”等であったが、調査員のチェックによっても確認された。

2. 低周波音に起因する反応としては“気分がいらいらする”、“睡眠が妨害される”、“咽頭部の振動感・乾燥感”、“低い音が気になる”、“のどのあたりがこそばゆい”、“息苦しいまたはせきがでる”、“鼻の中がかゆい”等が高率であった。調査員のチェックによれば、

とくに“低い音が気になる”，“耳の圧迫される感じ”が特徴的であった。

3. さらに騒音および低周波音によるそれぞれの訴えの内容を比較検討し，低周波音により特徴的な項目を抽出したところ，“鼻の中がかゆい”，“咽頭部の振動感・乾燥感”，“のどのあたりがこそばゆい”さらに“息苦しいまたはせきがでる”などの咽・喉頭部に関する項目が抽出された。

4. 種々の訴えは，環境の騒音レベルでは60 dB，低周波音の音圧レベルでは80 dB以上で，より顕著になった。

5. 低周波音の音圧レベルの実測から，今回の調査地区には身体に感知可能な低周波音の発生が推察された。

#### 謝 辞

稿を終えるに臨み，終始御懇篤なるご指導，御校閲を賜りました恩師岡田 晃教授に深甚なる謝意を捧げます。また，ご指導，御助言を賜りました有泉 誠助教授ならびにご協力をいただきました教室の諸先生方に感謝いたします。低周波音レベルおよび騒音レベルの測定・解析に御尽力いただきました財団法人小林理学研究所，山下充康氏始め，関係諸氏に深謝いたします。

本研究の一部は，昭和61年度文部省科学研究費，一般研究(B)61480168によった。

#### 文 献

- 1) 時田保夫：低周波音公害問題をめぐって。日本音響学会誌，**35**，395-401 (1979)。
- 2) 武田真太郎：騒音および超低周波音・病態生理，**5**，869-875 (1986)。
- 3) Green, J. A. & Dunn, F.: Correlation of naturally occurring infrasonics and selected human behavior. J. Acous. Soc. Amer., **44**, 1456-1457 (1968)。
- 4) Vasudevan, R. N. & Colin, G. G.: Experimental study of annoyance due to low frequency environmental noise. Appl. Acous., **10**, 57-69 (1977)。

- 5) 小澤孝行：昭和53年度低周波空気振動等実態調査結果について。公害と対策，**16**，181-188 (1978)。
- 6) 厚生統計協会編：国民衛生の動向・厚生 の指標。307頁-308頁，厚生統計協会，東京，1986。
- 7) 足立義雄：橋梁と低周波空気振動。騒音制御，**4**，28-32 (1980)。
- 8) 鈴木昭次，鶴飼義雄：低周波空気振動の発生と対策。騒音制御，**4**，18-23 (1980)。
- 9) 武田真太郎：超低周波音の人体影響。環境技術，**8**，48-54 (1979)。
- 10) 岡田 晃，堀内久二，谷島勲次，半沢松雄，松村芳子，時田保夫：振動に対する住民反応と共存する騒音との関連。北陸公衛誌，**3**，49-55 (1976)。
- 11) Yeowart, N. S.: The monaural M.A.P. threshold of hearing at frequencies from 1.5 to 100c/s. J. Sound and Vibration, **6**, 335-342 (1967)。
- 12) Yeowart, N. S., Evans, M. J.: Threshold of audibility for very low-frequency pure tones. J. Acous. Soc. Amer., **55**, 814-818 (1974)。
- 13) Yeowart, N. S.: Thresholds of hearing and loudness for very low frequency. In W. Tempest (ed.): Infrasonics and Low Frequency Vibration: p.37-64, Academic Press, London, 1976。
- 14) Johnson, D. L.: Auditory and physiological effects of infrasound. Inter-Noise, **75**, 475-482 (1975)。
- 15) Yeowart, N. S.: Low frequency noise threshold. J. Sound and Vibration, **9**, 447-493 (1969)。
- 16) Tsunekawa, S., Kajikawa, Y. Nohara, S., Ariizumi, M. & Okada, A.: Study on the perceptible level for infrasound. J. Sound and Vibration, **112**, 15-22 (1987)。
- 17) 岡田 晃：振動（低周波空気振動，超音波，マイクロ波など）。新版産業保健，I。産業保健の考え方・進め方（日本産業衛生学会教育・資料委員会編），550-568頁，篠原出版，東京，1985。

**Study on the Response of Inhabitants to Infrasonic and Physiological Effects of Infrasonic: (I) On the Inhabitant's Response.** Kanji Yajima, Department of Public Health, School of Medicine, Kanazawa University, Kanazawa 920—J. Juzen Med. Soc., **96**, 706–716 (1987)

**Key words:** Infrasonic, Inhabitant's Response

#### **Abstract**

This study was performed to clarify the characteristic human responses to infrasonic occurring in daily environments. 444 inhabitants living nearby a rapid transit highway where not only audible noise but also infrasonic with considerable high sound pressure levels occurs, were interviewed on questionnaires relating to their health status. This questionnaire was designed to pick up characteristic responses to infrasonic and noise. Relating to noise, the following items were selected with a especially high response rate: "interruption of sleep", "unstablensness in mind". Relating to infrasonic, the following items were selected with a high response rate: "unstablensness in mind", "interruption of sleep", "vibratory and dry sensation in pharynx", "unpleasant feeling to low sound", "unpleasant feeling in larynx", "breathing discomfortness or cough", "itching sensation in nasal cavity". Comparing the responses to noise and to infrasonic, the following items were identified as more specifically characteristic responses to infrasonic: "itching sensation in nasal cavity", "vibratory and dry sensation in pharynx", "unpleasant feeling in larynx" and "breathing discomfortness or cough".