

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

Ⅱ. 生理的影響ならびに影響発現機序に関する実験的研究

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: 谷島, 勘次 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/7965

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

II. 生理的影響ならびに影響発現機序に関する実験的研究

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)

低周波空気振動(低周波音)の生理的影響を検索するために動物実験を行った。ラットに、周波数5, 10, 20 Hzのそれぞれについて、70, 75, 80, 100および120 dBの低周波音を4時間暴露した。暴露の影響は血清中 corticosterone, 11-deoxycorticosterone, 遊離脂肪酸の濃度ならびに血糖値の変化によって観察し、腎・副腎の組織学的な検索も行った。さらに、化学的交感神経遮断剤である6-hydroxydopamine (6-OHDA)を用いた際の低周波音暴露の影響を血清中 dopamine- β -hydroxylase (DBH)活性の変化から検討し、低周波音の影響発現機序も追究した。低周波音の影響は5 Hzの暴露では120 dBで血清 corticosteroneが、100 dBおよび120 dBで血清 11-deoxycorticosteroneが有意に上昇していた。10 Hzの暴露では、120 dBで血清 corticosteroneが、80 dB以上で血清 11-deoxycorticosteroneと遊離脂肪酸が有意に上昇し、血糖は100 dBおよび120 dBで有意に上昇した。20 Hzの暴露の際には、80 dB以上で corticosterone, 遊離脂肪酸および血糖が有意に上昇し、75 dB以上で 11-deoxycorticosteroneが有意な上昇を示した。組織学的検索からは、20 Hz, 120 dBの暴露の際に腎の皮質と髄質に高度なうっ血が認められた。血清 DBH 活性は低周波音の暴露によって有意に上昇した。この DBH 活性の上昇は6-OHDAの腹腔内前投与によって認められなくなることから、低周波音の生理影響も交感神経節後線維を介して発現することが確認された。

Key words Infrasound, Physiological effects, 6-hydroxydopamine, Dopamine- β -hydroxylase

低周波空気振動(以下低周波音と略記)に暴露された際の健康影響が指摘されて久しいが、生体影響を検討していく際にはその発生実態を把握したうえで、住民反応を調査するとともに、さらに実験的アプローチが不可欠である。人に対する実験的研究は、感覚閾値¹⁾²⁾³⁾に関して、生理的反応²⁾⁴⁾⁵⁾等に注目し精神的に展開されてきているが、動物実験に関してはあまり報告がない。動物実験は実験条件を任意に設定できる利点を有し、その結果をそのまま人の場合にあてはめることはできないにしても、基礎的な知見を得るためには必須となる。

本研究では、以上のような観点から、小動物を対象とした低周波音暴露装置を作製し、これを用いて種々の周波数の低周波音を、音圧レベルを変えて暴露し、ストレス指標とされるいくつかの物質の動態を検討するとともに組織学的観察も行った。さらに、低周波音も一つの物理的環境因子であるという観点から交感

神経を中心に反応が展開していくであろう事を想定し、化学的交感神経遮断剤を用いて低周波音が暴露された際の生体影響の発現機序の解明を試みたのでここに報告する。

材料および方法

I. 実験動物

実験にはウイスター・今道系雄性ラット(体重210 \pm 10 g)を用いた。室温23 \pm 2 $^{\circ}$ Cの飼育室にて、人工照明により午前8時から午後8時を明(150 \sim 200 lx)、残りを暗とし日内リズム調節のために1週間の飼育期間をおいた。この間、ラットにはオリエンタル固形飼料 MF および水を自由に摂取させ、飼育期間中に体重が順調に増加しないものは除外し、250匹を実験に供した。

II. 低周波音暴露装置および暴露条件

実験用低周波音暴露装置のブロックダイアグラムを

図1に示した。暴露装置は発振器 (TRIO, Function generator FG-270), 増幅器 (STAX, DA-100M), 高感度オシロスコープ (TRIO, C529 P31B), スピーカ (FOSTEX, エッジレスウ・ハ-SLE-20W, 口径 200 mm), 暴露箱, 出力測定器 (RION, 超低周波マイクロホン MV-03, 公害用振動計 VM-14B) より構成される。暴露箱は, 厚さ 10 mm の板の内面を厚さ 5 mm のゴムで内張りし, 一辺が 500 mm の立方体の箱とした。これにスピーカを 3 個 (左右および上方の 3 面) 装着し, 増幅器の出力によって駆動した。暴露音は正弦波低周波音であり, オシロスコープでその波形を観察し, それぞれ目的の周波数成分が卓越することを確認した。また, 暴露箱内のラットの位置する近くに低周波マイクロホンを設置し, これを外部の公害用振動計に接続し, 暴露する低周波音の音圧レベルを直読した。暴露した低周波音は, 5, 10, 20 Hz の 3 種の周波

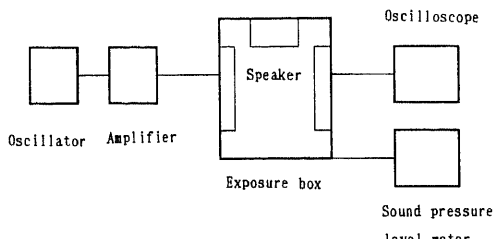


Fig. 1. The schematic diagram of apparatus for experimental exposure of infrasound to rats.

数とし, それぞれの周波数で 70, 75, 80, 100 および 120 dB の音圧レベルで暴露した。暴露はいずれも午後 1 時から 5 時の 4 時間の一回暴露である。実験に際しては, 1 群 5 匹のラットを入れた暴露箱を実験室 (暗騒音 4 dB (A)以下) 内に設置し, 低周波音を暴露した。なお, 対照群は, 1 群 5 匹を暴露箱の中に入れ, 低周波音を暴露しない状態で同じく 4 時間実験室内に置いたものとした。

低周波音暴露に対する交感神経系の関与を検討するために, 化学的交感神経遮断剤である 6-Hydroxydopamine (以下 6-OHDA と略記) を用いた。まず, 生食水に溶解した 6-OHDA (100 mg/kg weight) を腹腔内投与した群 (5 匹) と, 対照群として 5% アスコルビン酸加生食水の同量を腹腔内投与した群 (5 匹) につき, 投与後 24 時間に断頭採血し血清を得た。次に, 6-OHDA (100 mg/kg weight) を腹腔内投与した群 (5 匹) に投与後 20 時間より, 20 Hz, 120 dB の低周波音を 4 時間暴露した。また, 0.5% アスコルビン酸加生食水を同量腹腔内投与した群 (5 匹) にも同様の低周波音を暴露した。これらはいずれも暴露終了後ただちに断頭採血し, 血清 DHB の測定に供した。暴露群, 対照群とも実験終了後ただちに断頭により採血し血清を得るとともに, 腎および副腎を摘出しホルマリン固定を施した。血清は測定まで -80°C に保存した。

III. 測定物質および測定法

得られた血清を用い, corticosterone, 11-deoxycorticosterone を Sasaki・Kondo らの方法⁶⁾, 遊離脂

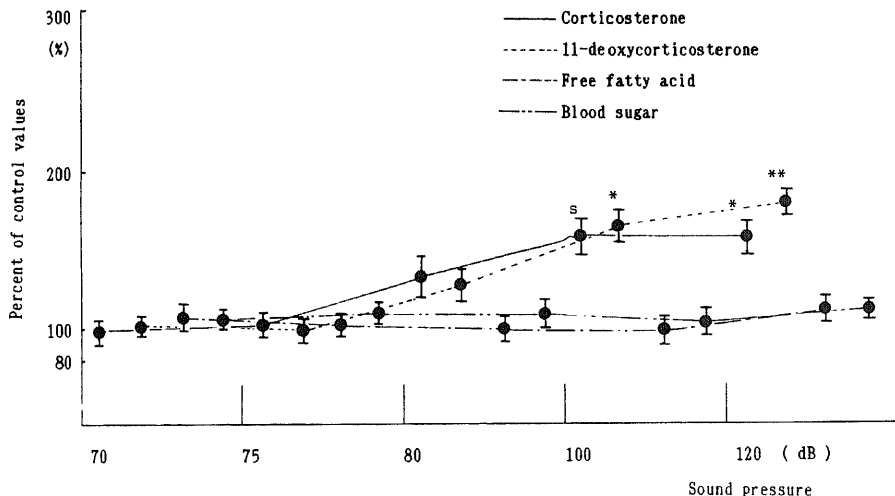


Fig. 2. Concentrations of serum corticosterone, 11-deoxycorticosterone, free fatty acid and blood sugar after exposure of infrasound of 5 Hz at sound pressure level of 70, 75, 80, 100 and 120 dB. The concentrations are expressed in percentage to the control level with no exposure of infrasound.

^sp<0.10, ^{*}p<0.05, ^{**}p<0.01.

肪酸 (FFA) を板谷・宇井の改良法⁷⁾, 血糖を OTB 法⁸⁾ により測定した。ホルマリン固定した臓器は、通例の方法に従ってパラフィン切片を作製し、ヘマトキシリン・エオジン染色をほどこし鏡検した。6-OHDA 投与実験では、低周波音暴露後、断頭により採血、血清を得、カテコールアミン合成系酵素のひとつである dopamine- β -hydroxylase (以下 DBH と略記) 活性を Goldstein 変法⁹⁾¹⁰⁾ により測定した。

IV. 解析方法

Student's t-test を用い、低周波音暴露群とそれぞれの対照群との間で平均値の差の検定をおこなった。一部、分散分析も用いた。

成 績

I. 暴露周波数別にみた各測定物質への影響

今回の実験に用いた 5, 10, 20 Hz の各周波数別に、観察した 4 種の物質の血清中濃度をそれぞれの周波数における対照群の平均値に対する百分率として、暴露した 3 種の周波数毎に示す。

1. 5 Hz の低周波音暴露による影響 (図 2)

血清 corticosterone は 100 dB で上昇傾向 ($p < 0.10$) を、120 dB で有意な上昇を示した ($p < 0.05$)。血清 11-deoxycorticosterone は 100 dB ($p < 0.05$)、120 dB ($p < 0.01$) で有意に上昇していた。FFA と血糖には暴露した 70~120 dB の音圧では特記すべき変化は認められなかった。

2. 10 Hz の低周波音暴露による影響 (図 3)

corticosterone は 120 dB ではじめて対照群に比し有意な上昇を示し ($p < 0.05$)、11-deoxycorticosterone は 75 dB で上昇傾向 ($p < 0.10$) を示し、80 dB 以上で有意に上昇した ($p < 0.05$)。FFA は 80 dB 以上で有意に上昇 ($p < 0.01$) したが、その上昇の程度は 120 dB で顕著であった。血糖は 100 dB、120 dB で有意な上昇 (それぞれ $p < 0.05$, $p < 0.01$) を示した。

3. 20 Hz の低周波音暴露による影響 (図 4)

この場合には corticosterone と 11-deoxycorticosterone の変動が共に顕著であることが指摘される。corticosterone は 75 dB で上昇傾向 ($p < 0.10$) を、80 dB 以上で対照群の 2 倍以上の有意な上昇を示した (80 dB で $p < 0.05$, 100 dB および 120 dB で $p < 0.01$)。11-deoxycorticosterone は、70 dB ですでに上昇傾向 ($p < 0.10$) を示し、75 dB 以上で有意な上昇を示した (75 dB, 80 dB で $p < 0.05$, 100 dB, 120 dB で $p < 0.01$)。

FFA と血糖はいずれも 80 dB 以上で有意な上昇を示したが、両者ともその上昇の程度は corticosterone および 11-deoxycorticosterone に比較しはるかに小さいものであった。

一元配置の分散分析の結果では、5 Hz および 20 Hz では corticosterone と 11-deoxycorticosterone に、また 10 Hz では FFA にそれぞれ音圧のちがいによる有意差が検出された。

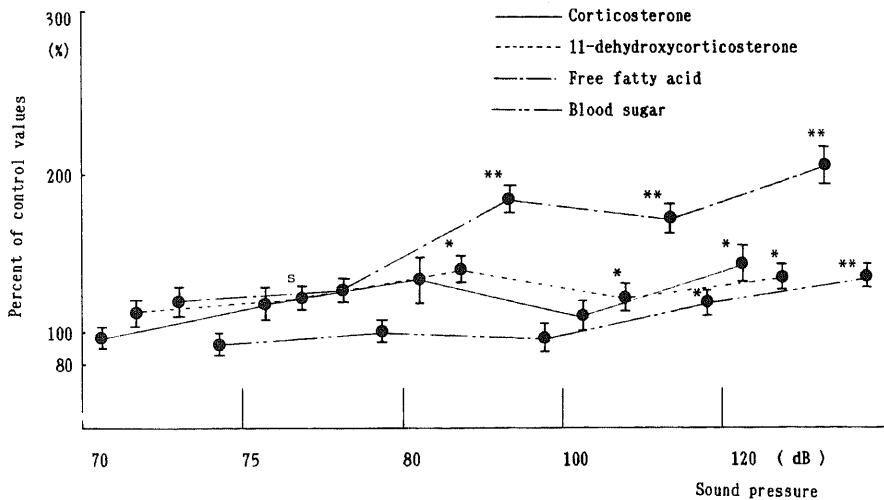


Fig. 3. Concentrations of serum corticosterone, 11-deoxycorticosterone, free fatty acid and blood sugar after exposure of infrasound of 10 Hz at sound pressure level of 70, 75, 80, 100 and 120 dB. The concentrations are expressed in percentage to the control level with no exposure of infrasound.

^s $p < 0.10$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

4. 化学的交感神経遮断剤 (6-OHDA) 投与による影響 (図5)

交感神経節後線維の終末を選択的に破壊するとされる¹¹6-OHDAを前投与したときの低周波音暴露の影響を、血清DBH活性を指標に検討した。6-OHDAを投与した24時間後の血清DBH活性は5%アスコルビン酸加生食水を投与した対照群に比し有意に低下していた。また、6-OHDAを投与せずに低周波音を暴露した際には血清DBH活性は対照群に比し有意に増加した。一方、6-OHDAを前投与したラットに低周波音を暴露した場合には血清DBH活性の上昇は認められ

ず、その際のDBH活性は、6-OHDAを投与し低周波音を暴露しない場合とほぼ同程度であり対照群に比し有意に低下したままであった。

5. 組織学的検索 (表1)

低周波音暴露による影響を腎、副腎を中心に組織学的に観察し、その主な所見を暴露周波数別にまとめて示す。5 Hz に関しては、80 dB から 120 dB に至るまで腎、副腎とも著変は認められなかった。10 Hz では、80 dB から 120 dB で腎皮質には軽度から中等度のうっ血が認められ、100 dB では髄質にも軽度のうっ血が認められたが尿管上皮には変性はなかった。20 Hz の

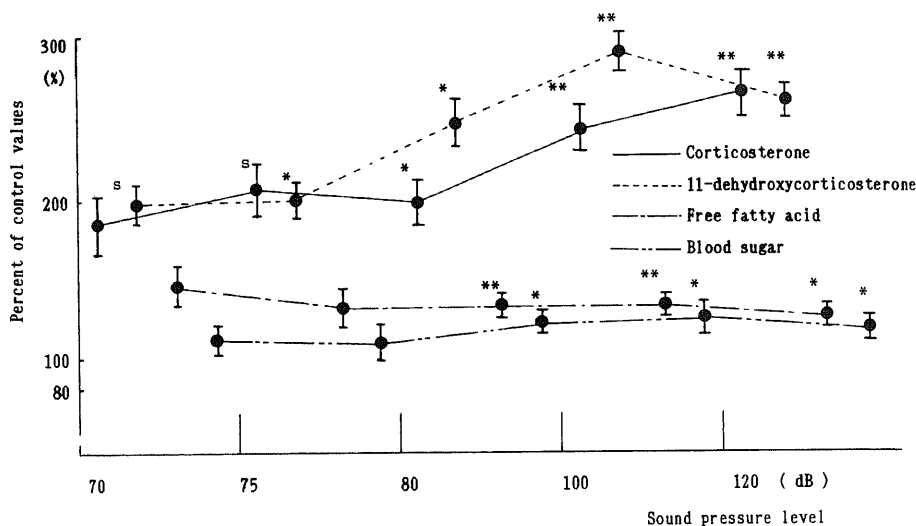


Fig. 4. Concentrations of serum corticosterone, 11-deoxycorticosterone, free fatty acid and glucose in the blood after exposure of infrasound of 20 Hz at sound pressure level of 70, 75, 80, 100 and 120 dB. The concentrations are expressed in percentage to the control level with no exposure of infrasound.

^sp<0.10, *p<0.05, **p<0.01.

Table 1. Histological findings induced by exposure of infrasound to rats.

Organ	Findings	Frequency Sound pressure level	5 Hz			10 Hz			20 Hz		
			80	100	120	80	100	120	80	100	120 (dB)
Kidney	Cortex	Congestion	(+)	(+)	(+)	(+)	(++)	(++)	(++)	(++)	(+++)
		Tubules	(n)	(n)	(n)	(n)	(n)	(n)	(n)	(n)	(n)
		Glomeruli (Congestion)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
	Medulla	Congestion	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)	(+++)
		Tubules	(n)	(n)	(n)	(n)	(n)	(n)	(n)	(n)	(n)
Adrenal cortex	Lipid	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	

n, normal; (+), slight; (++) , moderate; (+++) , severe.

80 dB から 120 dB の暴露では腎皮質には中等度から高度のうっ血が認められ、また、糸球体にも 80 dB から軽度のうっ血が認められた。髄質にも 100 dB, 120 dB でうっ血が認められた。副腎皮質にはリポイドが目立つ程度であった。

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は極めて少なく、住民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り、低周波音に関する問題の解決を困難にしている。これに比し、実験的な研究は、発生装置および暴露装置を工夫することによって、任意の周波数の低周波音を暴露することができるので生体影響を検討するには系統的な展開が期待される分野である。このような観点から本研究では、ラットを用いた実験的アプローチを試みた。

ラットを用いた Stan ら¹²⁾の実験では、暴露した低

周波音は 20 Hz, 120 dB であり、昼間（午前 9 時から午後 5 時）、あるいは夜間（午後 10 時から翌朝の 6 時）の 8 時間暴露を 5 日間行った。暴露により心拍数、呼吸数には増加傾向は認められたが、暴露前値と後値の平均値には両者とも有意な差異は認められなかったとしている¹²⁾。また、体重の変化についても報告されているが、これには動物の固定方法をはじめとした実験上の諸条件が影響するため低周波音そのものの影響であるかどうかは明確にはなっていない¹²⁾。犬の胃内圧の変化は、10 Hz, 130 dB の低周波音を暴露した際にはみられるが 20 Hz, 130 dB ではみられず、このことは犬の胃の共振点が 10 Hz 付近にあることを裏づける所見とする報告もある¹³⁾。低周波音暴露刺激の効果を検討する際に、かなり強大な刺激を与え、明確な効果と思われるものがどの程度の強度で出現し得るかをまず観察しようとするのも一方法である。この観点から、Johnson²⁾は、強大な低周波音を暴露した場合の中耳の損傷の可能性をチンチラを用いて検討し、172 dB で 1 Hz の場合には 60 分、4 Hz では 15 分、8 Hz では 7.5 分の暴露で鼓膜に穿孔が生じたことを報告している。実際の環境中で、このように強大な低周波音のみが発生することはごく稀ではあろうが、彼はこれをヒトに暴露した場合でも検討し、その際、172 dB の音圧で 1 ~ 8 Hz に 30 分以下、160 dB, 8 Hz で 1 分、155 dB, 7 Hz で数分の暴露を行ったが、この条件下でも鼓膜にも中耳にも何ら損傷は認められなかったとしている。また、猿、ひひ、犬を 172.5 dB までの 0.5 ~ 8 Hz の低周波音に暴露した際にも、覚醒状態では何ら生理的影響は認められていない²⁾。

一方、動物と人間の、聴器としての構造、機能上の相違について検討することも重要になるが、この点に関しては、Dallos¹⁴⁾は、低周波音領域での、音圧の強さと位相の両特性を測定することにより、鼓膜-蝸牛の蝸牛マイクロフォニクス (cochlear microphonic potential, CM) 変換機構に関して種属間に差異があるかどうかを追究した。その結果、猫、チンチラ群とモルモット、カンガルー・ラット群とでは感音機序および位相反応においてその性質が異なることを見出ししている。このようなことは、動物実験による結果を人の場合と比較する際にも考慮しておかなければならない重要な問題であると思われる。

著者は、可聴域を含まない低周波音そのものの生体影響をとらえることを目的に、前述のバリ会議で提唱された 20 Hz 以下を使用した。これに関して、Stan ら¹²⁾の実験も 20 Hz 以下 (7 ~ 20 Hz) の周波数で、しかも著者と同じくウイスター系ラットを用いて行動の変化、内分泌系、血管平滑筋の収縮性活動、心拍数、

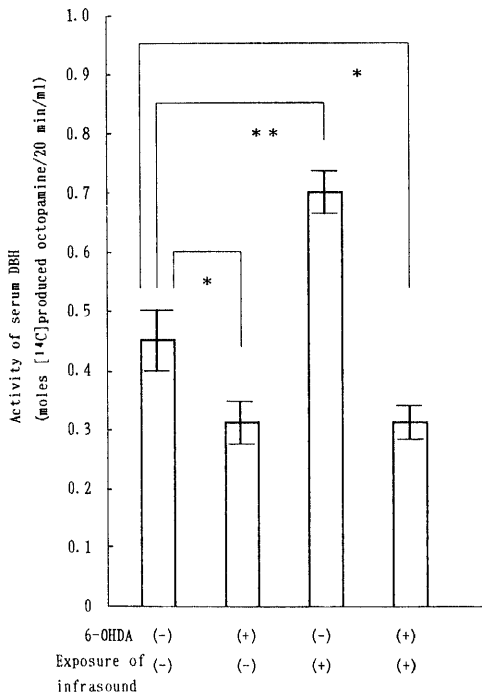


Fig. 5. The changes of dopamine-β-hydroxylase activity affected by administration of 6-hydroxydopamine and induced by exposure of infrasound to rats.

Each bar represents mean ± SEM for 5 rats.

*p < 0.05, **p < 0.01 (t-test) compared with each control level.

血圧、呼吸の変化等について報告している。しかしこの実験では、音圧が120~140 dBと強大なものを使用しており、著者の用いた最大の音圧は120 dBであることを考えると著者の方がより実際的な条件を設定していることになる。

また、著者は corticosterone を中心にストレス指標として用いられるいくつかの物質の変動を検討したが、これらは生体に何等かの刺激が加わった場合の適応反応あるいは非特異的の反応として対応するものであり、量的な変動としてとらえうるものである。もちろん騒音・振動刺激¹⁵⁾¹⁶⁾などの物理的環境因子の暴露の際にも変動することが知られており、今回の著者の低周波音による成績からも下垂体-副腎皮質系の賦活が示されたことになる。周波数別には、5 Hz という低い周波数よりも10, 20 Hz と周波数が高い方に影響がより顕著になること、さらに、音圧に注目すると、周波数が高くなるほどより低い音圧レベルから影響が発現してくるという傾向をつかむことができた。つまり、今回の実験条件からは、5 Hz では100 dB, 10 Hz では80 dB, さらに20 Hz では75 dB からそれぞれ測定した物質の少なくとも一種には有意な変動が観察された。さらに、組織学的検索からも、特異的な変化とは言明できないが、うっ血をはじめとした所見が20 Hz で、しかも音圧の高い低周波音の暴露を行った際により顕著に観察され、生化学的な応答と対応した変化として低周波音の生体影響を考察することが可能であった。この組織学的変化に関連して、坂本¹⁷⁾は、モルモットに90~95 dBの白色雑音を24時間暴露した時、副腎皮質球状層の肥厚ならびに束状層の狭小化を報告している。著者の場合、暴露時間も4時間とより短いのでこの騒音の場合と直接比較して論ずることはできないであろうが、組織所見そのものははるかに軽微であることから著者の実験条件、すなわち低周波音暴露の際の今回の実験条件の範囲では傷害を形成するほどの影響は与えないものであったと思われる。

著者の実験では、いわば純粋な低周波音環境での生体反応を検討した。しかし、用いた音圧レベルには人間環境においても遭遇する可能性があるため、その際に共存する可聴域の騒音による影響をも加味した上で慎重に検討していく必要があることを指摘するものである。

また、本研究では、影響の発現機序の解明の一環として、化学的交感神経遮断剤である6-OHDAを用いた際の反応を観察したが、その際には低周波音による影響は発現せず、その反応は低周波音を暴露せず6-OHDAのみを作用させた場合と同じであった。これは、Okada¹⁸⁾が騒音で、山口¹⁹⁾が局所振動暴露に

よって認めたのと同様の反応様式であった。6-OHDAは、ドーパミンのカテコール核の6の位置にOH基がついたもので、今回の著者のように末梢性に投与されると交感神経節後線維の終末部を選択的に破壊するとされ、末梢のカテコールアミンを著明に減少させその効果も持続的であり、血清DBH活性も顕著に低下する。本研究でも、6-OHDA投与によって血清DBH活性は有意に減少した。6-OHDAを前投与し、低周波音を暴露した場合のDBH活性をみると、その反応量は6-OHDAのみ投与したときとほとんど同程度で、低周波音を暴露した際に認められたDBH活性の有意な上昇は示さなかったのである。このことより、低周波音が暴露された場合にもその末梢性効果の発現には、上述の騒音や振動の場合と同じく器質的な変化にまでは結びつけることができないが、交感神経節後線維が重要な役割をはたしていることが示唆される。

結 論

ラットを用いた暴露実験により、低周波音暴露時の生体反応を副腎皮質系機能を中心に追究し、あわせて組織学的観察も行った。さらに化学的交感神経遮断剤を用いて影響発現の機序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. corticosterone, 11-deoxycorticosterone, 遊離脂肪酸の血清中濃度および血糖値のうち少なくとも一種は、低周波音暴露、5 Hz で100 dB, 10 Hz で80 dB, 20 Hz では75 dB で有意に上昇した。また、周波数が高く、音圧レベルの高い場合に、より顕著なうっ血をはじめとした組織学的変化が腎の皮質および髄質にみられた。

2. 化学的交感神経遮断剤を用いた場合の反応から、低周波音暴露による生体応答も騒音、振動の場合と同様に交感神経節後線維を介して発現することが確認された。

謝 辞

稿を終えるに臨み、終始御懇篤なご指導、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いただきました教室の諸先生方に感謝いたします。

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) Yeowart, N. S.: Low frequency noise threshold. *J. Sound and Vibration*, **9**, 447-493 (1969).
- 2) Johnson, D. L.: Auditory and physiological effects of infrasound. *Inter-Noise*, **75**, 475-482 (1975).

- 3) 宮本俊二, 末岡伸一, 青木一郎: 超低周波音及び低周波音に関する感覚反応実験について. 東京都公害研究所年報 1980, 203-208 (1980).
- 4) 山村晃太郎: 超低周波音の生体に与える影響. 医学のあゆみ, **90**, 839 (1974).
- 5) 山村晃太郎: 最近の騒音問題. 労働の科学, **36**, 4-8 (1981).
- 6) Sasaki, H. Kondo, T.: The simultaneous fluorimetric determination of corticosterone and cortisol in human plasma. *Acta Medica et Biologica*, **17**, 65-83 (1969).
- 7) Itaya, K. Ui, M.: Colorimetric determination of free fatty acids in biological fluids. *J. Lipids Res.*, **6**, 16-20 (1965).
- 8) 沢口常康, 氷室一彦, 若山栄司, 渡辺 武: O-Toluidine-ホウ酸法による血糖測定の検討. 福岡医誌, **65**, 187-192 (1974).
- 9) Goldstein, M., Freedman, L. S. Bonny, M.: Assay for DBH activity in tissues and serum. *Experientia*, **27**, 632-633 (1971).
- 10) 田中孝夫, 古川哲二, 大内 武, 田中正三: 血清 Dopamine- β -hydroxylase に関する薬理学的検討. 臨床生理, **6**, 266-270 (1976).
- 11) Weinshilboum, R. & Axelrod, J.: Serum Dopamine- β -hydroxylase. Decrease after chemical sympathectomy. *Science*, **173**, 931-934 (1971).
- 12) Stan, N., Voicu, V., Magheti, I., Jiuiddi, M. & Paun, C.: Changes in some physiological and pharmacodynamic parameters after exposure to low frequency vibration. *Proceedings of Conference on Low Frequency Noise and Hearing*, 131-136 (1980).
- 13) Johnson, D. L.: The effects of high level infrasound. *Proceedings of Conference on Low Frequency Noise and Hearing* 47-60 (1980).
- 14) Dollas, P.: Low-frequency auditory characteristics: Species dependence. *J. Acous. Soc. Amer.*, **48**, 489-499 (1970).
- 15) 鎌田武信, 房本英之: 物理的(機械的)ストレッサー. 医学のあゆみ, **125**, 331-337 (1983).
- 16) Ariizumi, M. & Okada, A.: Effect of whole body vibration on the rat brain content of serotonin and plasma corticosterone. *Eur. J. Appl. Physiol.*, **52**, 15-19 (1983).
- 17) 坂本 弘: 騒音と適応に関する研究, 特に脳下垂体-副腎皮質系の態度について, 第3報. 労働科学, **33**, 175-183 (1957).
- 18) Okada, A., Ariizumi, M. & Okamoto, G.: Study on the mechanism of the appearance of noise effects. *Eur. J. Appl. Physiol.*, **53**, 364-367 (1985).
- 19) 山口雄一郎: 局所振動暴露時のラット脳内アミンの応答. 産業医学, **27**, 73-82 (1985).

Study on the Response of Inhabitants to Infrasound and Physiological Effects of Infrasound: (II) Experimental study on the physiological effects and mechanism of appearance of the effects. Kanji Yajima, Department of Public Health, School of Medicine, Kanazawa University, Kanazawa 920—J. *Juzen Med. Soc.*, **96**, 717—724 (1987)

Key words: Infrasound, Physiological effects, 6-hydroxydopamine, Dopamine- β -hydroxylase

Abstract

This study was performed to investigate the physiological effects of infrasound by animal experiments. Rats were exposed to infrasounds for 4 hours. Sound pressure levels were 70, 75, 80, 100 and 120 dB under each frequency of 5, 10 and 20 Hz. The effects were observed by measuring the changes in levels of serum corticosterone, 11-deoxycorticosterone, free fatty acid and blood sugar, as well as by histological examinations of the kidney and adrenal gland. 6-hydroxydopamine (6-OHDA), a chemical sympathectomy agent, was used to investigate the mechanism of appearance of effects of infrasound. For this investigation, the changes of serum dopamine- β -hydroxylase activity were measured. By exposure to infrasound at 5 Hz, the serum

corticosterone level was significantly increased at 120 dB, while 11-deoxycorticosterone was significantly increased at 100 dB and 120 dB. By exposure to infrasound at 10 Hz, serum corticosterone was significantly increased at 120 dB, while serum 11-deoxycorticosterone and free fatty acid were significantly increased at 80 dB and higher levels. Blood sugar was significantly increased at 100 and 120 dB. By exposure to infrasound at 20 Hz, serum corticosterone, free fatty acid and blood sugar were significantly increased at 80 dB and higher levels, while 11-deoxycorticosterone was significantly increased at 75 dB and higher levels. Severe congestions were observed in cortex and medulla of kidney at 120 dB. Serum dopamine- β -hydroxylase activity was significantly increased by infrasound exposure ; however, this increase could not be observed by pretreatment with 6-OHDA. Observation of response to 6-OHDA indicates that the effects of infrasound also appeared through the peripheral sympathetic nervous system.