

学 位 論 文 題 名

都市騒音の高次神経活動に及ぼす影響の総合評価

学位論文内容の要旨

I はじめに

本研究の目的は、(1)都市騒音実態調査からその特徴を明らかにすること、(2)実態調査によって明らかにされた知見をもとに、その特徴を備える都市騒音を録音し、防音室内で再現暴露し、人の高次神経活動に及ぼす影響の総合評価を行うことである。

II 都市騒音の実態調査

都市騒音の実態調査は、都市の人口分布、交通網および都市建築物の歴史的な発展過程を考慮し、札幌市では同心円法、他の道内中小都市ではメッシュ法を用いて行った。同心円法による札幌市の騒音の測定点は札幌駅（0 km地点）を中心地点とし、中心地点から東西南北を含む等分された24方向の郊外に向かって1 km毎に8 km地点までとした。

測定の結果、札幌市の騒音の特徴は、市中心部から郊外部へ向かって減衰し、中心地点（0 km地点）では $Leq70.4dB(A)$ 、1 km地点では $Leq66.7dB(A)$ 、2 km地点では $Leq62.8dB(A)$ 、3 km地点では $Leq60.8dB(A)$ 、4 km地点では $Leq57.5dB(A)$ 、5 km以遠では $Leq54.0\sim60.5dB(A)$ であった。また、同市の騒音が交通流量および家屋形態とその密度によって大きな影響を受けていることが明らかとなった。さらに、札幌市の都市騒音は3種類の特徴ある騒音変動パターンとして分類することができた。すなわち、(1)市中心部における騒音で、拡散音場の様相を呈し、交通流量も多く、高騒音・高暗騒音レベルの騒音、(2)4 km以遠における郊外部の騒音で、自由音場の様相を呈し、交通流量も市中心部に比べ少く、低騒音・低暗騒音レベルの騒音、(3)騒音レベルおよび交通流量が前二者の中間的値をとり、騒音の変動パターンが交通流量に影響を受ける間欠性の様相を呈する騒音で、音響学的にも拡散音場と自由音場との中間と考えられる騒音である。他の道内中小都市における騒音の特徴は(2)および(3)に該当した。

III 都市騒音の人体影響に関する実験的研究

1. 実験方法

都市騒音が人の高次神経活動に及ぼす影響を明らかにし、騒音の総合評価を行う目的で、実態調査で明らかにされた3種類の特徴ある騒音として、1 km地点、2 km地点、4 km地点の騒音を採用して騒音の暴露実験を行い、電気生理学および神経内分泌学的方法、聴力ならびに心理的不快感を指標として総合評価を行った。測定項目は脳波、聴覚誘発電位 (AEP)、視覚誘発電位 (VEP)、尿中および血中カテコールアミン (CA)、ヘマトクリット値 (Ht)、聴力および心理的不快感である。

実験は手続きの都合上、実験Aと実験Bに分け、実験Aでは脳波記録は暴露前5分間、暴露中30分間、暴露終了後30分間行い、CA測定のための採尿および採血は暴露前、暴露終了30分後および終了90分後に行った。実験Bでは暴露前、暴露終了直後および終了30分後にAEP、VEPの記録を行い、暴露前、暴露終了直後および暴露終了60分後に採尿および採血を行った。被験者には1 km、2 kmおよび4 km地点の3種の都市騒音を防音室内において安静閉眼椅座位でスピーカより収録地点と同レベルで再現し、30分間暴露した。さらに、対照として暗騒音条件 (25dB(A)以下)を加えた。聴力の測定は騒音暴露前と暴露終了直後、AEPとVEPを測定する直前に行った。3種の騒音暴露による被験者の心理的不快感の調査は暴露終了時に質問法で行った。

2. 実験結果

1) 得られた実験成績を3種の騒音条件間、暴露前中後間および個人差間の三元配置による分散分析を行い検討した結果、(1)すべての測定指標に著しい個人差が認められた。(2)ほとんどの測定指標で騒音条件間および暴露前中後間と個人差との間に有意な交互作用が認められた。ただし、脳波では個人差と騒音条件および暴露前中後との間に有意の交互作用が認められたのに対し、AEP、VEPおよびCAでは個人差と騒音条件間で強い交互作用が認められた。また、尿中エピネフリン (E) および尿中ノルエピネフリン (NE) では個人差間と騒音条件間で有意の交互作用が認められたのに対し、血中CAではNEにのみ有意の交互作用が認められた。

2) 騒音条件間、暴露前中後間およびこれらの交互作用に有意差の認められたものについて多重比較を行い検討した結果、(1)脳波では暴露中の α パワー値と α %値が有意に減少し、 β パワー値と β %値および δ %値が有意に増加した。(2)AEPでは N_1 潜時が暴露後有意に短縮し、 N_1 振幅が有意に減少した。 N_1 潜時の短縮は騒音暴露終了30分後にも認められた。また、 N_1-P_2 振幅は暴露前に比較して暴露後有意に短縮した。(3)VEPでは P_3 潜時以降の非特殊系の潜時が暴露終了直後有意に延長し、暴露終了30分後では終了直後に比較して有意の短縮が認められた。(4)尿中CAではEが暴露中、暴露後に有意に増加し、NE/E比は有意の減少を示した。(5)血中

NE では暴露中、暴露後に増加が認められた。また、血中EおよびNEの分泌は1 km地点条件で抑制され、血中Eは2 km地点条件でも同様の傾向が認められた。すなわち、1 kmおよび2 km地点のある程度高いレベルの騒音暴露では、CA分泌からみて副腎機能が抑制される臨界レベルであることが示唆された。(6)聴力では左耳聴力が1 kmおよび2 km地点条件で暴露後約2 dBHL上昇した。また、騒音暴露により尿量の増加とHt値の上昇が認められた。(7)3種類の騒音暴露により心理的不快感は認められなかった。

IV 結 論

1. 札幌市の都市騒音は高騒音・高暗騒音レベル、低騒音・低暗騒音レベルおよび交通流量に影響を受ける間欠性騒音の3種類の特徴的パターンに分類される。

2. 3種の都市騒音を人に暴露し高次神経活動に及ぼす影響の総合評価を行うと、心理的不快感が認められない中等度音圧レベルの都市騒音でも、高次神経活動に及ぼす影響が脳波および誘発脳波の成績から明らかとなり、その影響は暴露終了後まで及んだ。一方、尿中および血中カテコールアミンの分泌も同様であった。

3. 著しい個人差が騒音暴露の影響でみられ、個人差と騒音の種類および暴露条件との間に有意の交互作用が認められた。

以上のことから、心理的不快感が認められない中等度の都市騒音レベルでも人の高次神経活動に影響を及ぼすことが明らかとなった。

学位論文審査の要旨

主査	教授	斎藤和雄
副査	教授	小島豊
副査	教授	保原喜志夫
副査	教授	金安公造
副査	教授	道幸哲也
副査	教授	黒柳俊雄
副査	講師	神山昭男

本研究は、大中小都市の騒音の特徴を明らかにし、その特徴を備えた実際の都市騒音を防音室内で人に暴露し、高次神経活動に及ぼす影響の総合評価を行った。

都市騒音の実態調査は、都市の人口分析、交通網および建築物の発展過程を考慮し、札幌市では同心円法、他の道内中小都市ではメッシュ法により測定し、その結果、札幌市の騒音の特徴は、市中心部から郊外部へ向かって減衰し、中心地点（0 km地点）では $Leq70.4dB(A)$ 、1 km地点では $Leq66.7dB(A)$ 、2 km地点では $Leq62.8dB(A)$ 、3 km地点では $Leq60.8dB(A)$ 、4 km地点では $Leq57.5dB(A)$ 、5 km以遠では $Leq54.0\sim60.5dB(A)$ であった。さらに、札幌市の騒音は次の3種類の特徴あるパターンに分類できた。すなわち、(1)市中心部における騒音で、拡散音場の様相を呈し、交通流量も多く、高騒音・高暗騒音レベルの騒音、(2)4 km以遠における郊外部の騒音で、自由音場の様相を呈し、交通流量も市中心部に比べ少なく、低騒音・低暗騒音レベルの騒音、(3)騒音レベルおよび交通流量が前二者の中間的値をとり、騒音の変動パターンが交通流量に影響を受ける間欠性の様相を呈する騒音で、音響学的にも拡散音場と自由音場との中間と考えられる騒音である。他の道内中小都市における騒音の特徴は(2)および(3)に該当した。

次に都市騒音が人の高次神経活動に及ぼす影響を明らかにし、騒音の総合評価を行う目的で、1 km地点、2 km地点、4 km地点での3種類の特徴ある騒音を用いて騒音の暴露実験を行った。

得られた実験成績を3種の騒音条件間、暴露前中後間および個人差間の三元配置による分散分析を行い検討した結果、すべての測定指標に著しい個人差とほとんどの測定指標で騒音条件間および暴露前中後間と個人差との間に有意な交互作用が認められた。ただし、脳波では個人差と騒音条件および暴露前中後間に有意の交互作用が認められたのに対し、聴覚(AEP)、視覚(VEP)およびカテコールアミンでは個人差と騒音条件間で強い交互作用が認められた。また、尿中エピ

ネフリン（E）および尿中ノルエピネフリン（NE）では個人差間と騒音条件間で有意の交互作用が認められたのに対し、血中 CA では NE にのみ有意の交互作用が認められた。

騒音条件間、暴露前中後間およびこれらの交互作用に有意差の認められたものについて多重比較を行い検討した結果、(1)脳波では暴露中の α パワー値と α % 値が有意に減少し、 β パワー値と β % 値および δ % 値が有意に増加した。(2) AEP では N_1 潜時が暴露後有意に短縮し、 N_1 振幅が有意に減少した。 N_1 潜時の短縮は騒音暴露終了30分後にも認められた。また、 $N_1 - P_2$ 振幅は暴露前に比較して暴露後有意に短縮した。(3) VEP では P_3 潜時以降の非特殊系の潜時が暴露終了直後有意に延長し、暴露終了30分後では終了直後に比較して有意の短縮が認められた。(4)尿中 CA では E が暴露中、暴露後に有意に増加し、NE/E 比は有意の減少を示した。(5)血中 NE では暴露中、暴露後に増加が認められた。また、血中 E および NE の分泌は 1 km 地点条件で抑制され、血中 E は 2 km 地点条件でも同様の傾向が認められた。すなわち、1 km および 2 km 地点のある程度高いレベルの騒音暴露では、CA 分泌からみて副腎機能が抑制される臨界レベルであることが示唆された。(6)聴力では左耳聴力が 1 km および 2 km 地点条件で暴露後約 2 dBHL 上昇した。また、騒音暴露により尿量の増加と Ht 値の上昇が認められた。(7) 3 種類の騒音暴露による心理的不快感は認められなかった。

以上から、心理的不快感が認められない中等度のレベルの都市騒音でも防音室内では人の高次神経活動に影響を及ぼすことが明らかとなった。

本研究で得られた知見は都市の騒音環境基準を設定する場合に極めて有用であり、申請者は博士（環境科学）の学位を受けるのにふさわしいものと判断した。