

環境騒音に含まれる低周波音が腎機能の低下を誘発する可能性をマウスモデルで発見

【本研究のポイント】

- ・環境騒音に含まれる低周波音が、腎機能を低下させる可能性を、モデルマウスで示しました。
- ・低周波音は、腎臓で血液をろ過する「糸球体」を障害する可能性を明らかにしました。
- ・この腎障害に、血管を収縮させる物質「エンドセリン」が関わる可能性を示しました。

名古屋大学大学院医学系研究科 環境労働衛生学の香川匠 助教（第1著者）、加藤昌志教授（責任著者）らの研究グループは、環境騒音に含まれる低周波音（100 Hz 以下の音）に長期間さらされることで、腎機能が低下する可能性があることを、動物モデルを用いて明らかにしました。

交通機関や空調設備などから日常的に発生している環境騒音が、健康に影響を与えることが懸念されています。これまでのヒトを対象とした疫学研究では、「環境騒音への曝露」と「腎機能低下」との相関関係が報告されていました。しかし、環境音に含まれる「どんな性質（周波数）の音が腎機能低下を引き起こすか？」については、ほとんど不明であり、その仕組みも分かっていませんでした。

本研究では、環境騒音に含まれる低周波音が、血管を収縮させる物質である「エンドセリン」の働きを介して、腎臓で血液をろ過する「糸球体」を傷つけ、腎機能に悪影響を及ぼす可能性を、マウスモデルで示しました。

今回の研究により、環境騒音に含まれる過剰な低周波音が、腎臓の機能に悪影響を及ぼす可能性がマウスを用いた研究で明らかになりました。一方、本研究で用いた音圧は比較的高く、今回の知見を、そのままヒトに当てはめられるわけではありません。

一方、本研究グループは、特定の周波数の低周波音を、適切な音の大きさと時間で利用することで、乗り物酔いの軽減や皮膚血流の改善など、健康に役立つ可能性があることも報告しています。このように、低周波音の生体への作用は、周波数・音の大きさ・曝露時間などによって異なる可能性があることもわかってきました。今後は、音刺激の有用性と安全性の両面から研究を進め、どんな音が健康に悪影響を及ぼし、どのような音が健康の維持・増進に役立つのかを慎重に明らかにしていくことが、ますます重要になってくると考えられます。

本研究成果は、2026年6月18日付で国際学術誌『Environmental Science & Technology』に掲載されました。

【研究概要】

1. 背景

環境騒音は、交通機関や工場、空調設備などから日常的に発生しており、健康への悪影響が懸念されています。これまでの疫学研究では、環境騒音への曝露と腎機能低下との相関関係が報告されています。

しかし、腎機能低下を引き起こす環境騒音の性質（周波数や音量）や、その分子メカニズムは明らかになっていませんでした。

そこで本研究では、日常生活で曝露する可能性のある環境騒音を用いて、腎機能低下に関与する周波数成分を同定するとともに、その作用機序をマウスモデルで検討しました。

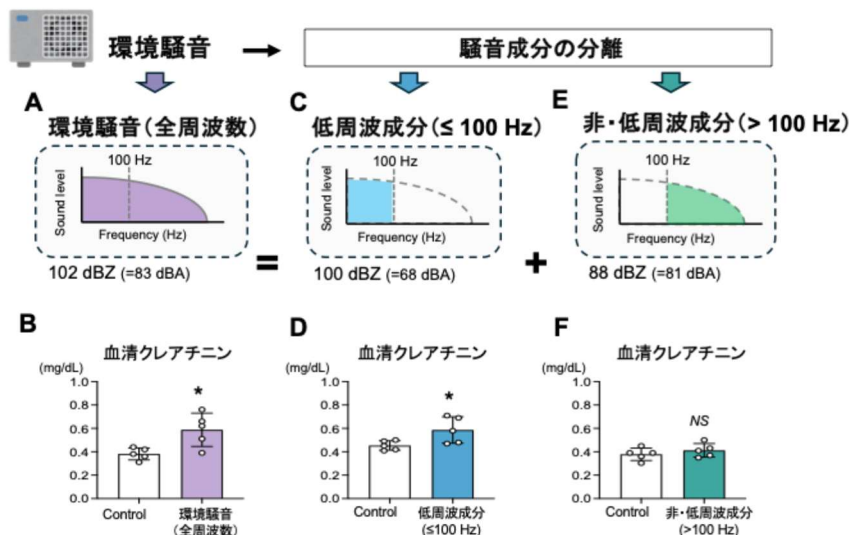
2. 研究成果

本研究では、エアコン室外機などから発生する環境騒音を記録し、マウスに 5 日間曝露しました。その結果、環境騒音に曝露したマウスでは、腎機能低下の指標である血清クレアチニンおよび血中尿素窒素(BUN)が上昇しました(図 1A、B)。

次に、環境騒音を構成する音成分ごとに低周波音(≤ 100 Hz)¹⁾と非低周波音に分離し、それぞれをマウスに曝露しました。その結果、低周波音を曝露したマウスでは、元の環境騒音と同様に血清クレアチニンおよび BUN の上昇が認められた一方(図 1C、D)、非低周波音では明らかな変化は認められませんでした(図 1E、F)。

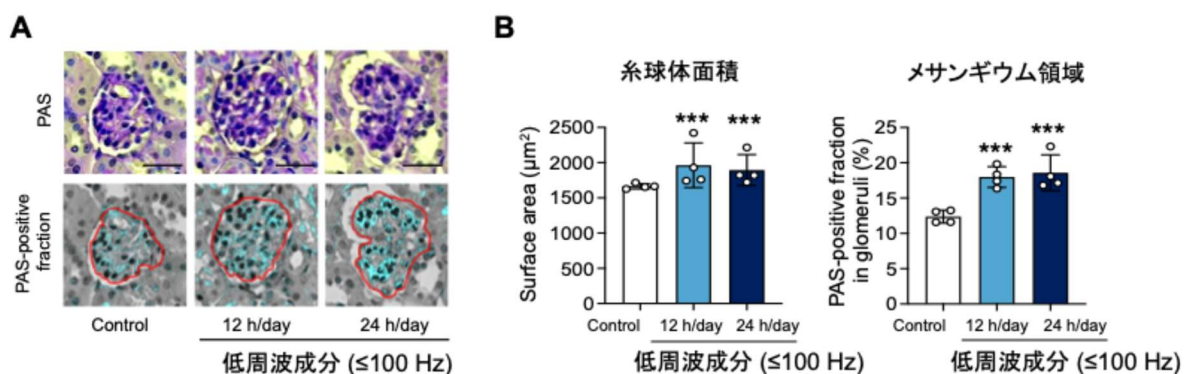
さらに、低周波音と非低周波音を同じ音圧(100 dBZ [デシベル Z])²⁾に揃えて曝露した場合でも、腎機能低下は低周波音を曝露したマウスでのみ認められました。

図1. 環境騒音および騒音成分による腎機能への影響



さらに病理学的解析の結果、腎機能低下を示した低周波音曝露群では、腎臓のろ過機能を担う糸球体の肥大や構造変化が認められました(図 2)。

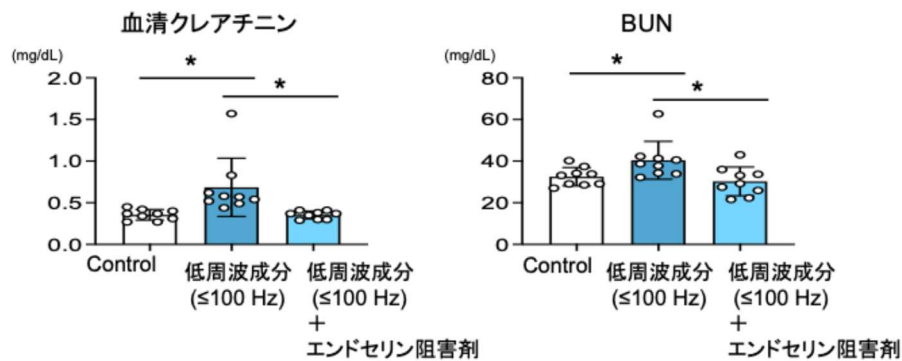
図2. 環境騒音成分による腎組織変化



また、腎組織における遺伝子発現解析を実施したところ、血管収縮や腎障害との関連が知られるエンドセリンの発現が増加していることが明らかとなりました。エンドセリンの

作用を阻害する薬剤を投与したところ、低周波音による腎機能低下および糸球体障害は有意に抑制されました(図3)。

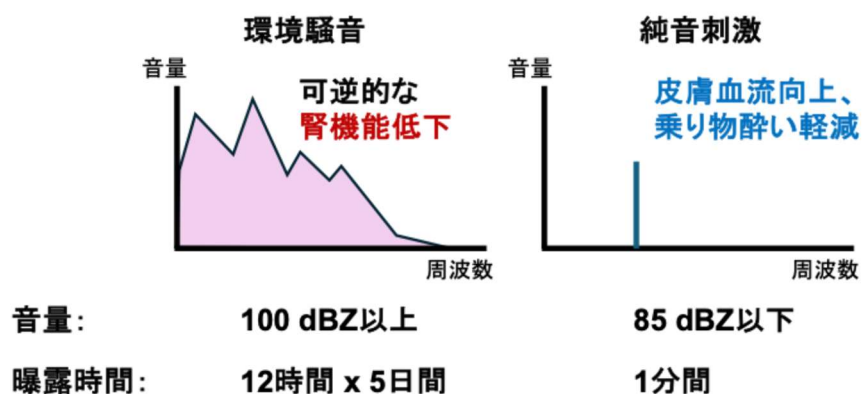
図3. 騒音誘発性腎障害に対するエンドセリン阻害剤の効果



以上の結果から、環境騒音に含まれる低周波音成分がエンドセリンを介して糸球体障害を引き起こし、腎機能低下につながる可能性が示されました。一方で、90 dBZ, 80 dBZ の低周波音の 5 日間曝露では血清クレアチニンや BUN の上昇は認められませんでした。また、曝露を中止すると腎機能は回復したことから、本研究で認められた騒音誘発性の腎障害は可逆的である可能性が示されました。

3. 今後の展開

図4. 音刺激の健康影響



本研究により、環境騒音に含まれる低周波音への曝露が腎機能に影響を及ぼす可能性と、その一端を担う分子メカニズムがマウスモデルで明らかになりました。一方、研究グループはこれまでに、85 dBZ 以下の純音を短時間曝露することで、皮膚血流の向上や乗り物酔いの軽減など、有益な生体作用が得られる可能性も報告しています(図4)。

これらの研究成果は、高音圧・長時間の環境騒音曝露は健康リスクとなり得る一方で、低音圧・短時間の適切な音刺激は健康維持・増進に活用できる可能性を示しています。今後も、音刺激の有用性と安全性の両面を科学的に検証し、健康の維持・増進に資する音環

境の実現を目指した研究を推進していきます。

4. 支援・謝辞

本研究は科研費（22K11731, 23H03147, 25K02875, 23K27837, 25K22731, 25K22732, 25K22741, 24K19748, 26K20515, 22KK0145, 22J22680, 22KJ1602）、東海国立大学機構融合フロンティア次世代研究事業(JPMJSP2125)、JKA の競輪とオートレースの補助事業、CIBoG 卓越大学院プログラムの支援のもとで行われました。

【用語説明】

1)低周波音：100 Hz 以下の低い周波数の音を指します。エアコン室外機やヒートポンプ給湯機、風力発電設備などから発生し、環境騒音を構成する重要な成分の一つです。

2)デシベル(dB)：音の大きさ(音圧レベル)を表す単位です。dBA は、人の聴こえ方を反映して音圧を評価する指標で、環境騒音の評価に広く用いられています。一方、dBZ は周波数による補正を行わず、すべての周波数の音圧を同等に評価する指標です。

【論文情報】

雑誌名:Environmental Science & Technology

論文タイトル:Glomerular Injury Induced by Daily Exposure to the Low-Frequency Component of Environmental Noise via Endothelin Signaling in Mice

著者:

Takumi Kagawa, Dijie Chen, Nobutaka Ohgami, Keming Tong, Yanjun Gao, Naruhito Iwasaki, Akihito Harusato, Toyonori Tsuzuki, Takumi Hayashi, Yuuki Shimizu, Toyoaki Murohara, and Masashi Kato

DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.est.5c12555>

English ver.

<https://www.med.nagoya-u.ac.jp/medical E/research/pdf/Env 260824en.pdf>