

COVID-19 パンデミックに伴う人間行動変容が我が国の都市気候に及ぼした変化

20T7-002 安西 航輝
指導教官：亀卦川 幸浩

1. 研究背景

新型コロナウイルス（COVID-19）による感染症の世界的な流行は、各国でロックダウンや外出自粛要請などの厳格な公衆衛生対策をもたらし、これにより、テレワークの普及など、人間の行動様式に大きく変化した。その結果、都市部から郊外への人口移動が進み、人口の分布や事業所などの稼働状況にも顕著な変化が見られたと考えられる。さらに、自動車や公共交通機関の利用が減少し、交通量の大幅な変動が生じた。これらの要因は、都市域での排熱や大気汚染物質の排出量を変化させ、都市の気候や大気質に複合的な影響を及ぼしている。これらの影響を詳細に解明し、持続可能な都市環境の構築に活かすため、多くの研究者や機関が積極的に研究を実施している。

2. 先行研究

先行研究¹⁾では、中国主要都市を対象に気温の観測データに基づきキャノピーヒートアイランド強度（Canopy Urban Heat Island Intensity; 以降 I_c ）に対するロックダウンの影響が解析された。ここで、 I_c は都市域と郊外域での地上気温差によりヒートアイランド強度を表す指標であり、2020年2月のロックダウン期間の I_c （以降 I_{c_2020} ）と2017年~2019年の比較基準年の2月の I_c （以降 I_{c_ref} ）の差である ΔI_c （ $= I_{c_2020} - I_{c_ref}$ ）が解析された。その結果、 ΔI_c は -0.5°C 程度と推計された。さらに、ロックダウン期間直前の1月を対象に概ね 0°C と推計された ΔI_c （以降 $\Delta I'c$ ）との対比により、ロックダウンによる都市気温への低減効果（ $= \Delta I_c - \Delta I'c$ ）は -0.5°C 程度と推計された。

先行研究²⁾では、東京を対象に COVID-19 の行動抑制期間中の気温変化（Temperature Anomaly; TA）が解析された。東京・北の丸公園の平均気温の TA は、過去の基準期間（2015年~2019年）の気温

と統計解析を用いた2020年の予想気温と比較して 0.2°C の低下と見積もられた。

3. 研究目的

高時間分解能人口データから示唆される人間行動変容の度合とその気温影響（ $\Delta I_c - \Delta I'c$ ）との間の統計的関係性を明確化し、人間の行動変容が都市気候にもたらす影響度について基礎的知見を得ることを目的とした。

4. 解析方法

① COVID-19による気温影響（ $\Delta I_c - \Delta I'c$ ）の推計手法

COVID-19による人流変化の直接的な影響が予想された2020年4/18~5/14の緊急事態宣言期間の I_c を I_{c_2020} とし、それに先立つ当該影響が無視できる同年3/7~4/2の対照期間の I_c を $I'c_2020$ とした。また、上述の2020年の I_c に見られる2期間の差異から COVID-19 以外の自然要因の変動の影響を取り除くために、比較対象期間として2010~2019年についても同様の2020年の緊急事態宣言期間と同期間の I_c を I_{c_ref} とし、同期間3/7~4/2の対照期間を $I'c_ref$ とした。 $I_{c_2020} - I'c_2020$ を ΔI_c とし、 $I_{c_ref} - I'c_ref$ を $\Delta I'c$ とし、 $\Delta I_c - \Delta I'c$ を都市気温への低減効果として算出した。

$$\Delta I_c - \Delta I'c = (I_{c_2020} - I'c_2020) - (I_{c_ref} - I'c_ref)$$

② 都市域と郊外域の選定

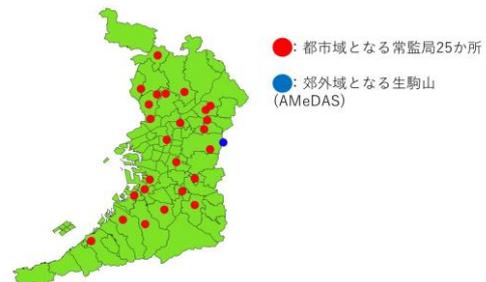


図1.解析地点図

解析対象地点は、全国で一番昼夜間人口比率が高い大阪を対象とした。また、都市域に2010年から2020年の気温データが存在する大阪の大気汚染常時監視一般測定局（以降、一般局）25か所を選定し、郊外域にAMeDAS生駒山を選定した。

③ 昼間人口増減率の求め方

高時間分解能人口データとして標準地域4次メッシュ（水平解像度500m）で整備されているRESAS上の昼間人口を用いた。 ΔIc と $\Delta I'c$ を算出した一般局周辺の昼間人口増減率（=4月人口/3月人口）を、一般局地点を中心とする東西・南北6.5km範囲（図2）の平均増減率として算出し以降の解析に用いた。

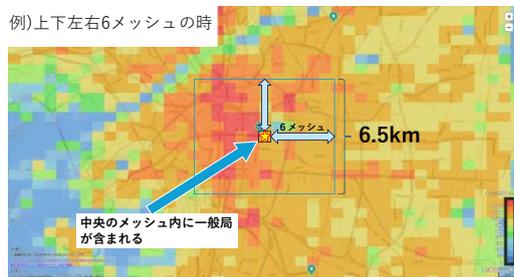


図2. 昼間人口増減率の解析バッファ

（一般局を中心として東西・南北6メッシュ）

④ 統計的関係性の分析

$\Delta Ic - \Delta I'c$ を用いて、昼間人口増減率データとの統計的な関係性を散布図や相関係数を使って分析した。

5. 解析結果

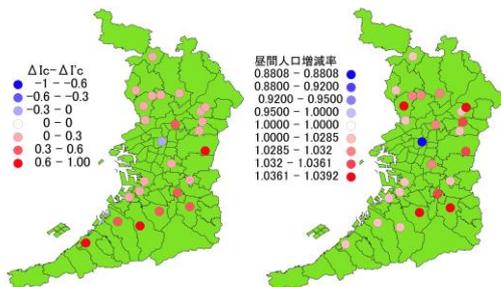


図3. 各計測地点での $\Delta Ic - \Delta I'c$ と増減率

（左図： $\Delta Ic - \Delta I'c$ の日平均 右図：昼間人口増減率）

図3では、各地点での $\Delta Ic - \Delta I'c$ と昼間人口増減率を地図上にプロットしている。大阪の都心で約12%の人口減少が確認でき、その他の地点では人口が増加していることがわかる。また、人口の減少地点では $\Delta Ic - \Delta I'c$ が減少しており、人口の増加地点では $\Delta Ic - \Delta I'c$ の増加が確認できた。

$\Delta Ic - \Delta I'c$ の増加が確認できた。

図4は $\Delta Ic - \Delta I'c$ と昼間人口増減率の6メッシュでの相関図である。前述したとおり、大阪の大気汚染常時監視局では多くの地点で横軸の昼間人口増加率が増加していることが確認できる。また、6メッシュでの昼間人口増率が1を超えている地点では、すべての地点で $\Delta Ic - \Delta I'c$ が増加しており、緊急事態宣言による外出自粛の影響が確認できた。

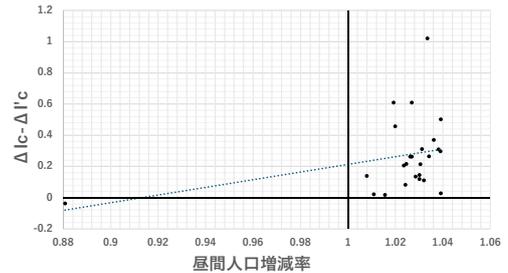


図4. $\Delta Ic - \Delta I'c$ と増減率の相関図

（縦軸： $\Delta Ic - \Delta I'c$ 横軸：昼間人口増減率）

6. 考察と今後の課題

解析結果から、緊急事態宣言の発令に伴う外出自粛の影響で、国設大阪を除く一般局の多くの場所で人口増加が確認されたのとともに、人口増加地点で $\Delta Ic - \Delta I'c$ が増加していることが分かった。この結果より、人間の行動変容が都市気候に影響を与えていることがわかる。

また、先行研究²⁾で東京では 0.2°C の気温の低下が確認できたが、本研究では一番昼間人口が減少している国設大阪でも、 $\Delta Ic - \Delta I'c$ は 0.04°C の減少と少なかった。原因としては、東京は大阪よりも人口密度が高く、通常時の人為的熱放出量も大きいため、行動抑制による効果が大阪に比べて顕著に現れたと考えられる。

今後の課題は、本研究では大阪の都心部での解析地点が1か所と少ないため、都心部での解析地点を増加することが課題となる。

7. 参考文献

- (1) Liu, Z. et al. (2022). *Geophys. Res. Lett.*, 49, e2021GL096842.
- (2) Fujibe, F. (2020). *SOLA*, 16, 175–179.