

多賀城市及び七ヶ浜町での大気環境移動測定車を用いた 測定・解析結果

Measurement and analysis result of air pollutants in Tagajo City and Town of Shichigahama with air pollution monitoring car

太田 耕右 大熊 一也
Kohsuke OHTA, Kazunari OOKUMA

宮城県では、多賀城市及び七ヶ浜町における大気環境を移動測定車を用いて測定し、その結果を環境生活部環境対策課のホームページで公開している。今回、平成29年度から令和元年度までの3年間にわたる測定結果を解析し、多賀城市及び七ヶ浜町における地域特性を検討した結果、多賀城市及び七ヶ浜町のいずれにおいても、二酸化硫黄（以下「SO₂」という。）、二酸化窒素（以下「NO₂」という。）、光化学オキシダント（以下「Ox」いう。）及び微小粒子状物質（以下「PM_{2.5}」いう。）の濃度には、風向による顕著な依存性は確認されなかった。また、クラスター分析の結果、多賀城市及び七ヶ浜町における測定結果の一部は、周辺の測定局と類似せず独自の傾向が見られたため、継続的に測定する必要性が示唆された。さらに、長期的な傾向を検討した結果、多賀城市及び七ヶ浜町のいずれにおいても県内の他の測定局における傾向と概ね一致している状況と考えられた。

キーワード：大気汚染常時監視；大気環境移動測定車；地域特性；クラスター分析

Key words : Air pollution monitoring; Air pollution monitoring car; Regional characteristics; Cluster analysis

1 はじめに

多賀城市及び七ヶ浜町においては、現在、大気汚染物質の常時監視測定局は存在しない。しかし、大気環境保全の観点から、固定局のない地域においても大気汚染の状況を把握することは必要であると考えられるため、大気環境移動測定車を用いて、平成29年から多賀城市及び七ヶ浜町における大気環境を測定している。その結果については宮城県環境生活部環境対策課ホームページ¹⁾に公開されているが、多賀城市及び七ヶ浜町における地域特性等に関する統計的な検討は、これまでのところなされていない。

本研究では、平成29年度から令和元年度までの測定データを用いて、周辺の測定局における測定データ及び気象データ等と組み合わせて、多賀城市及び七ヶ浜町における大気汚染の地域特性について調査した。

2 測定・解析方法

測定地点は、多賀城市役所西側駐車場及び七ヶ浜町松ヶ浜地区避難所に設定している。測定地点及び周囲の測定局の位置関係を図1に示す。図1において、緑色で示された点は大気環境移動測定車による測定地点であり、赤い点が固定の大気環境測定局である。なお、図1中にある多賀城局、多賀城2局、七ヶ浜局、七ヶ浜2局は既に廃止され、現在は測定が行われていない。

測定は、2地点ともに、平成29年度から令和元年度の計3年間、連続7日間の測定を年4回行った。なお、具体的な測定日については宮城県環境生活部環境対策課ホームページ¹⁾に公表されている。

解析に用いたデータは、前述の期間におけるSO₂ [ppb]、

NO₂ [ppb]、NO_x [ppb]、O_x [ppb]、PM_{2.5} [µg/m³]、及び風向の1時間値である。解析方法は以下の通り。

2.1 風向別濃度

SO₂ [ppb]、NO₂ [ppb]、O_x [ppb]、PM_{2.5} [µg/m³]の4項目について、16方位の風向ごとの平均濃度を計算した。

2.2 風向別頻度

16方位の風向について、各々の方位となる頻度を計算した。

2.3 クラスター分析

SO₂ [ppb]、NO₂ [ppb]、O_x [ppb]、PM_{2.5} [µg/m³]の4項目について、大気環境移動測定車による測定データと周辺の測定局（塩釜局、中野局、福室局及びバックグラウンドの役割である国設笹岳局）との非類似度を調査した。非類似度の計算にあたり、大気環境移動測定車における期間と一致させた形で、周辺の測定局における測定データの期間の抽出を行なった。

クラスター分析で使用する非類似度は、(1)式に示すユークリッド距離dを採用した。クラスタリングは、他自



図1 多賀城市及び七ヶ浜町周辺における測定局の位置

治体において大気汚染常時監視測定局間の類似性を解析した事例²⁾を参考に、分類感度が高いとされる Ward 法を使用し、解析ソフトには R3.5.1 を用いた。

$$d = \{ (a_1 - b_1)^2 + \dots + (a_n - b_n)^2 \}^{0.5} \dots (1)$$

a_k : 測定局 a における k 番目の 1 時間値

b_k : 測定局 b における k 番目の 1 時間値

すなわち、(1) 式における d が小さいほど、測定局 a と測定局 b における測定結果が類似していると解釈することができるものである。

2.4 NO₂/NO_x 比

工場や自動車等から環境大気中へ排出される NO_x (NO₂ と NO の合計) の多くは一酸化窒素 (以下「NO」という。) であり、大気環境中の NO₂ の大部分は大気中に排出された NO が酸化されて生成したものが占める。このことから、一般に発生源の近傍にある自排局といった測定局では NO₂ より NO が高く、発生源から離れた測定局では NO より NO₂ が高いと考えられる²⁾。一般的に、自排局では NO₂/NO_x 比が 0.4~0.6 程度、一般局では 0.7~0.9 程度という傾向がある²⁾ため、各測定局の NO₂/NO_x 比から、その測定局への発生源の影響の度合いを推定することができる。今回、多賀城市及び七ヶ浜町の測定地点における NO₂/NO_x 比を計算し、発生源の影響を見積もることとした。

2.5 長期トレンド解析

SO₂ [ppb], NO₂ [ppb], 及び昼間 (6~20 時) の Ox [ppb] について、現在は廃止された測定局における過去の測定結果も含めて 1970 年~2020 年の時系列としてプロットした。

3 解析結果・考察

3.1 風向別濃度

16 方位の風向ごとの平均濃度について、多賀城市における結果を図 2 に、七ヶ浜町における結果を図 3 に示す。図 2 及び図 3 から、多賀城市においては南方向から風が吹いてきた場合に SO₂、及び PM_{2.5} の濃度がやや高くなる傾向も見られるが、顕著な傾向とまでは至らず、他の項目についても、顕著な風向依存性は確認されなかった。

3.2 風向別頻度

16 方位の風向ごとの頻度 [%] を図 4 及び図 5 に示す。図 4 及び図 5 に示すとおり、多賀城市においては西北西の風が優勢であり、七ヶ浜町においては北北西の風が優勢であった。なお、図 2 及び図 3 との比較から、風向別の頻度と濃度の間には関係性が見られないことが示された。

3.3 クラスタ分析

多賀城市及び七ヶ浜町における周辺局の測定結果を用いたクラスタ分析の結果をそれぞれ図 6、図 7 に示す。図の縦軸が非類似度 d であり、「移動車」という項目からの距離が図示されている。

図 6 及び図 7 から、大気環境移動測定車による測定結果には以下に示す 2 種類の傾向が認められた。

① 地理的に近い測定局と類似の傾向 (図 6、図 7 中で赤

色の項目)

② 地理的に近い測定局と類似しない傾向 (図 6、図 7 中で緑色の項目)

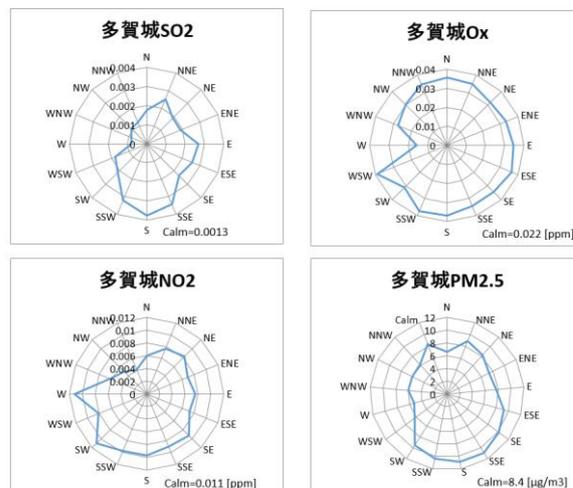


図 2 多賀城市における風向別濃度

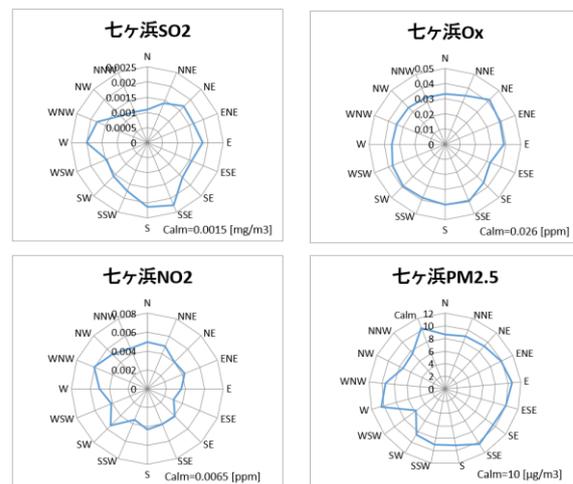


図 3 七ヶ浜町における風向別濃度



図 4 多賀城市における風向別頻度



図 5 七ヶ浜町における風向別頻度

すなわち、②に該当する項目は測定地点固有の傾向があると考えられる。具体的には、多賀城市、七ヶ浜町におけるPM_{2.5}, 加えて七ヶ浜町でのSO₂とNO₂である。現在のデータからはこのような傾向となった原因を特定することはできないが、測定地点特有の傾向がみられる以上は、多賀城市及び七ヶ浜町における測定データを蓄積し、測定地点の特性をさらに調査する必要があるものと考えられる。

3.4 NO₂/NO_x 比

多賀城市及び七ヶ浜町におけるNO₂/NO_x比を表1に示す。

自排局ではNO₂/NO_x比が0.4~0.6程度、一般局では0.7~0.9程度という報告²⁾があり、これを2市町に当てはめると、表1の値から、多賀城市及び七ヶ浜町においては一般局と同等であり、両測定地点における発生源の影響は、一般局と同等であることが示された。

3.5 長期トレンド解析

SO₂ [ppb], NO₂ [ppb], 及びOx [ppb]の3項目に関する長期トレンド(1970~2020年)を図8~図15に示す。なお、図8~図10における縦軸は年平均値であり、図11~図15における縦軸は月平均値である。大気環境移動測定車による測定値の年間値については、同年における測定値を平均することで年間値とした。月平均値についても同様に、同月における平均をその月の平均値とした。

図8では、宮城県内のSO₂濃度は減少傾向にあり、図11及び図12のとおり、多賀城市及び七ヶ浜町においても同様の傾向があることが分かる。また、図9より、NO₂濃度も近年減少傾向にあり、図13、図14より、多賀城市及び七ヶ浜町においても同様の傾向が示唆される。Oxについては、図10より増加もしくは横ばい傾向となっており、図15より多賀城市においても同様であると考えられる。なお、七ヶ浜町においては過去におけるOxの測定実績がないため、図15のような長期トレンドは不明である。

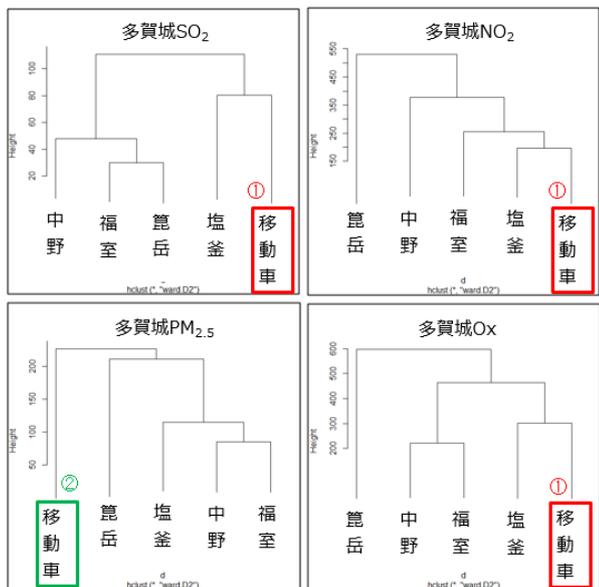


図6 多賀城市におけるクラスター分析結果

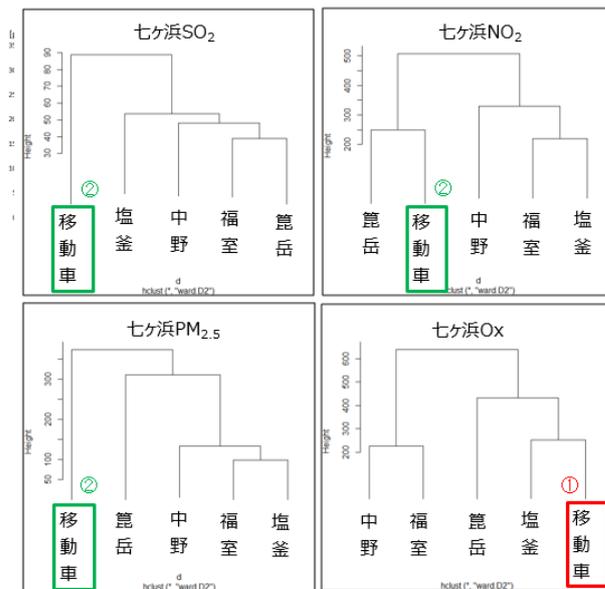


図7 七ヶ浜町におけるクラスター分析結果

表1 多賀城市及び七ヶ浜町におけるNO₂/NO_x比

測定地点	NO ₂ /NO _x 比
多賀城	0.731
七ヶ浜	0.753

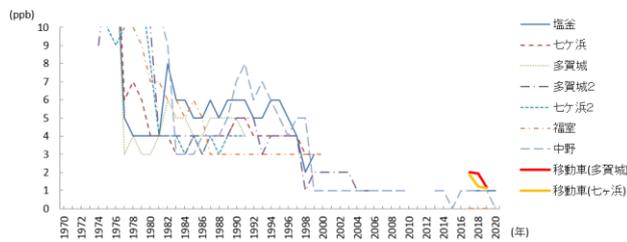


図8 SO₂の長期トレンド(年平均)

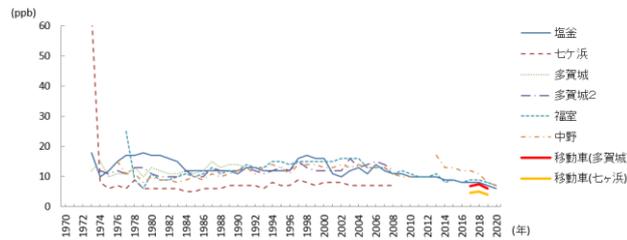


図9 NO₂の長期トレンド(年平均)

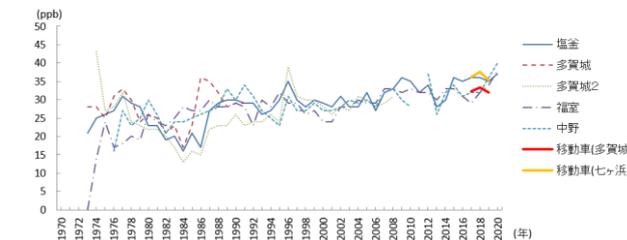


図10 Oxの長期トレンド(年平均)

4 まとめ

平成 29 年度から令和元年度における大気環境移動測定車による測定結果を解析した結果、多賀城市及び七ヶ浜町のいずれにおいても、大気汚染物質の濃度には風向による顕著な依存性は確認されなかった。また、クラスター分析の結果、両測定地点における測定結果の一部は周辺の測定局と類似する傾向が見い出せず、独自の傾向が見られたため、継続的に測定する必要性が示唆された。さらに、長期的な傾向を調査した結果、いずれの地点においても、周辺の測定局における傾向と概ね一致している状況がみられた。

参考文献

1) 宮城県環境生活部環境対策課ホームページ：

<https://www.pref.miyagi.jp/soshiki/kankyo-t/tagajotaiki4.html>

2) 千葉県における大気環境測定結果：

<https://www.pref.chiba.lg.jp/taiki/toukeidata/air-monitoring/>



図 1 1 SO₂の長期トレンド（多賀城，月平均）

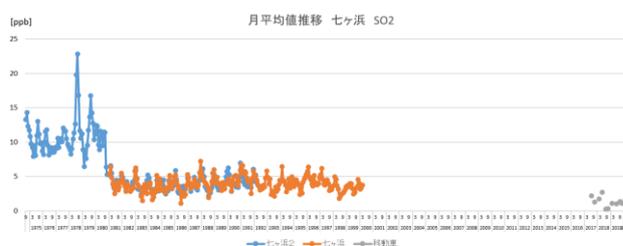


図 1 2 SO₂の長期トレンド（七ヶ浜，月平均）



図 1 3 NO₂の長期トレンド（多賀城，月平均）

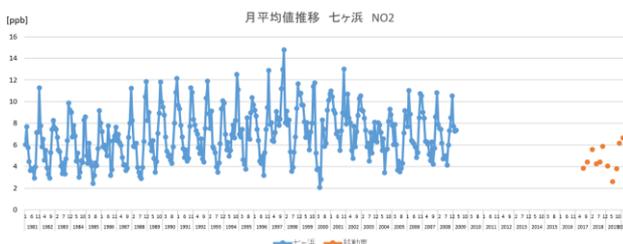


図 1 4 NO₂の長期トレンド（七ヶ浜，月平均）



図 1 5 O_xの長期トレンド（多賀城，月平均）