

【資料】 群馬県における PM_{2.5} 質量濃度（2020 年度）

田子 博

PM_{2.5} Mass Concentrations in Gunma, FY 2020

Hiroshi TAGO

1. はじめに

2020 年度における群馬県内 8 地点の自動測定機による PM_{2.5} 質量濃度（本報告では特に断りのない限り濃度は日平均値を指す）をとりまとめた。またデータの妥当性を確認するため、一部地点における標準測定法と自動測定機との PM_{2.5} 濃度の比較も行った。なお、本報告では日平均の環境基準である 35 μg/m³ を超過した場合を「高濃度」と定義する。

2. 測定地点と測定機種

8 カ所の測定地点および測定に使用した機器についての詳細は既報（田子と梅田、2016；田子、2021）のとおりで、周囲の状況に大きな変化はない。ただし、2020 年 10 月 26 日に沼田局の SPM 計（DUB-357C、東亜 DKK → PM712、紀本電子工業）および PM_{2.5} 計（FH62C14、東京ダイレック → PM712、紀本電子工業）の更新を行っている。

標準測定法（秤量法）による PM_{2.5} 濃度測定は PM_{2.5} 成分測定に付随して行ったもので、2020 年度に前橋で測定した結果（n = 56）を用いた。成分分析の採取時間は 10 時～翌日 10 時（24 時間）であり、これと比較する自動測定データも当該時間の平均値とした。

3. 結果

3.1. PM_{2.5} 環境基準達成状況

2020 年度における PM_{2.5} の環境基準の達成状況を表 1 に示す。有効測定日数は 358～363 日であり、機器校正のための欠測（概ね年間 2 日）を考慮すれば、機器の不調等による欠測日数は非常に少なかった。環境基準は 2016 年度以降、8 局全局で達成され、5 年連続で全局において基準達成となった。

年平均値について、最も高いのは館林であることは 2014 年度以来変わらないが、その値は 11.9 μg/m³ と年平均値の基準値である 15 μg/m³ を大きく下回った。ただし、WHO の指針値に照らすと、2021 年に 10 μg/m³ から 5 μg/m³ に改定されたため（World Health Organization, 2021）、全局でそれより高い水準であった。

高濃度日は桐生および館林でそれぞれ 1 日あった。日平均値の 98% 値（以下、98% 値）は館林（31.7 μg/m³）が最も高く、桐生（28.9 μg/m³）、太田（26.3 μg/m³）がそれに続いた。8 地点全てにおいて環境基準（35 μg/m³）よりは低い、WHO の短期指針値（15 μg/m³）と比較すると高水準であった。

表 1 PM_{2.5} 濃度と環境基準達成状況（2020 年度）

測定局	有効測定日数	年平均値	日平均値の年間98%値	日平均値が35μg/m ³ を超えた日数とその割合		長期基準超過の有無	短期基準超過の有無	環境基準 (達成○・非達成×)
	(日)	(μg/m ³)	(μg/m ³)	(日)	(%)	(有×・無○)	(有×・無○)	
前橋	358	8.5	24.0	0	0.0	○	○	○
桐生	363	11.8	28.9	1	0.3	○	○	○
太田	363	9.9	26.3	0	0.0	○	○	○
沼田	360	9.0	24.5	0	0.0	○	○	○
館林	363	11.9	31.7	1	0.3	○	○	○
富岡	363	6.6	24.0	0	0.0	○	○	○
吾妻	363	7.2	23.9	0	0.0	○	○	○
嬭恋	363	7.7	23.7	0	0.0	○	○	○

3.2. 年間濃度変化と高濃度事象

代表的な県内3地点におけるPM_{2.5}濃度の変化を30日移動平均値として図1に示す。前橋、館林、嬭恋はそれぞれ群馬県内の郊外、市街地、バックグラウンド(BG)の代表である。前橋と嬭恋についてはこれまでと同様、暖候期に高く寒候期に低いという季節変動を示した。また、両者の濃度レベルはかなり近接しており、郊外とバックグラウンドの濃度レベルの差が小さかった。

一方、市街地の館林は暖候期と寒候期の差が小さく、寒候期においては前橋や嬭恋に比べて高濃度が維持されていた。暖候期においては3地点の差が小さいことから、広域的な汚染が主であるのに対し、寒候期では市街地の館林のみで濃度が高いため、局地的な汚染の割合が高まっていると考えられた。

県内8地点におけるPM_{2.5}濃度分布状況を表2に示した。主な濃度上昇事象については、高濃度事象以外も含めてイベントA~Dとして表中に示してある。高濃度日が現れたのは3月末日のイベントDのみであった。2019年度は高濃度日がなかったばかりでなく、特に寒候期(10月~3月)に目立った濃度上昇も起こらなかった(田子、2021)。これと比較すると、2020年度の寒候期は濃度が上昇するイベントが多かった。

5月上旬のイベントA(表2)の濃度上昇は関東甲信静地域の南部を中心として高濃度が現れ、主として関東平野内の汚染物質が滞留しやすい気象条件によって引き起こされたと考えられた(関東地方大気環境対策推進連絡会、2022)。8月上旬のイベントBについては、中込ら(2021)が長野県での高濃度について報告しているように、西之島の火山噴火の影響を受けたものと考えられた。長野県境に近い嬭恋は群馬県内ではバックグラウンドであり、通常では最も濃度が低い。しかし、このイベント中では相対的に濃度が高い状態が継続し、特に8月8日は県内で最高濃度となっており(表2)、中込ら(2021)の考察を支持している。一方、この期間の県内はO_x濃度が高く、日中は南系の風が卓越して、PM_{2.5}中のOCやSO₄²⁻といった二次生成物質濃度が高かった

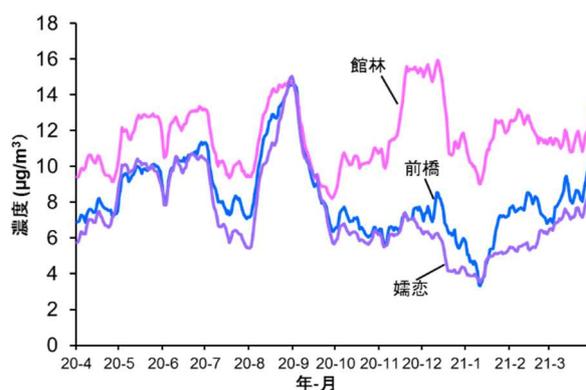


図1 PM_{2.5}濃度変化(30日移動平均)

ことから(熊谷ら、2022)、二次生成の影響も含まれていると考えられた。

11月のイベントCは関東内陸部を中心に濃度が上昇したが、他県も含めて高濃度になった測定局はなかった。3月末日のイベントDは関東の広い範囲で高濃度が観測されたが、年度をまたいでいる可能性が高く、今年度の報告では考察しない。

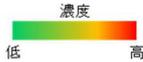
3.3. 経年変化

2014年度から2020年度までの県内各地点におけるPM_{2.5}濃度の年平均値と、98%値の推移を図2に示した。2019年度は両者とも大きく低下したが、2020年度では98%値は全ての地点で上昇し、例年並みの濃度となった。98%値は高濃度イベントの寄与が大きいため、これがなかった2019年度は特別に低かったと考えられる。

PM_{2.5}に関し、中国の大気汚染は年々改善されてきており、これに伴って日本への影響も小さくなっていると考えられる。COVID-19が中国で感染拡大し、その対策のためロックダウンした2020年前半は特に大気汚染物質の排出が少なく大気中濃度も低かった(Lu et al., 2021, Zheng et al., 2021)。また、Zhang et al. (2021)は能登半島で各種大気汚染物質を観測し、COVID-19による中国のロックダウンの時期(2020年1~3月)に中国からの大気汚染物質の移流が大幅に減少したと報告している。群馬県内でも2020年1~3月のPM_{2.5}濃度は低水準で、高濃度イベントや、それに準ずるようなイベントも起こっていなかった(田子、2021)。能登半島と群馬

表 2 群馬県内 8 地点における PM_{2.5} 濃度分布状況

R	4																														5																														6																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
前橋	3	5	9	14	4	6	10	17	9	4	6	2	5	12	17	11	4	3	4	5	2	3	7	10	10	9	9	19	24	23	13	5	6	6	3	14	10	6	11	11	12	4	12	1	4	7	6	8	11	7	8	12	13	6	10	16	25	21	13	12	18	19	9	6	5	10	11	11	3	11	6	4	9	7	7	10	17	15	11	8	14									
桐生	11	6	14	18	9	14	20	15	7	7	2	6	11	10	7	3	4	9	7	6	9	18	12	14	20	16	18	20	26	28	12	10	6	11	12	15	10	12	15	9	11	11	12	13	15	9	11	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																							
大田	13	5	11	17	8	13	19	12	6	7	7	3	5	10	15	9	6	2	3	7	5	4	7	13	10	9	11	20	22	26	30	9	10	7	5	8	12	13	7	10	14	7	11	10	10	9	11	8	12	10	9	13	13	25	20	12	12	18	13	5	6	5	11	13	7	11	6	7	8	5	10	14	7	6	11															
沼田	3	4	12	2	14	17	9	4	7	9	2	9	18	13	6	3	2	5	3	3	11	8	9	12	21	24	25	14	9	3	10	13	15	8	13	9	13	12	8	3	1	4	8	9	10	12	6	7	11	10	11	17	20	30	15	11	20	21	10	5	4	13	11	6	13	6	9	9	5	11	6	7	8	7	12															
館林	10	6	11	18	9	14	20	15	7	7	2	6	11	10	7	3	4	9	7	6	9	18	12	14	20	16	18	20	26	28	12	10	6	11	12	15	10	12	15	9	11	11	12	13	15	9	11	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																							
富岡	3	4	9	12	3	5	14	8	5	3	7	2	6	10	5	0	1	3	1	1	4	11	6	7	9	19	21	22	23	11	6	4	2	3	7	5	4	10	5	4	11	4	11	4	4	4	5	11	6	8	7	10	9	5	14	26	27	19	11	11	20	7	3	4	5	7	12	8	13	3	7	4	7	4	7	14	9	5	11											
吾妻	1	4	10	14	3	5	10	14	7	5	4	6	11	15	10	6	1	0	3	1	3	4	7	12	4	6	10	19	22	23	15	8	2	4	7	11	11	3	9	9	5	10	11	4	10	2	3	3	4	7	9	10	5	7	7	10	6	8	5	7	10	13	4	5	7	7	13	12	8	14																				
碓氷	4	4	10	13	6	6	11	15	10	6	10	2	4	14	14	11	5	2	2	6	8	4	11	15	7	10	19	24	19	15	14	7	5	6	7	12	8	12	13	6	7	2	1	4	6	10	9	6	8	11	11	9	8	14	23	22	15	12	17	8	4	4	8	9	12	10	13	4	7	8	6	9	4	12	9	8														



数値は PM_{2.5} 濃度を整数値 (小数第 1 位を四捨五入) で示したものの。空欄は欠測。高濃度日は白抜き文字で示してある。

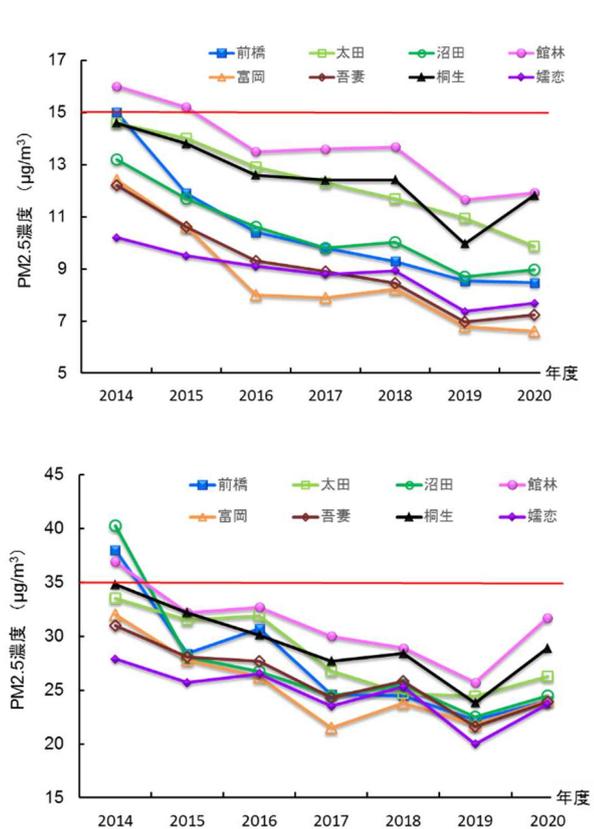


図 2 PM_{2.5} 濃度の推移

上段: 年平均値、下段: 日平均値の年間 98% 値
赤線は環境基準

県では国内の影響の大きさが異なる点、高濃度イベントの原因は移流だけではない点など、不確実な要素はあるものの、日本の PM_{2.5} 濃度が中国のそれと相関が強い (Uno et al., 2020) ことを考えると、少なくとも 2020 年 1

~3 月に群馬県で高濃度イベントがなかったのは、中国からの大気汚染物質の移流が大幅に減少したのが一因であり、これが 2019 年度における 98% 値の低下に一部貢献したと考えることは不自然ではないだろう。

2020 年 4 月以降、中国は世界に先駆け社会経済活動を再開させ、これに伴って大気汚染物質のリバウンドが起こり、COVID-19 発生前程度まで戻っていることが報告されている (Wang and Yang, 2021, Bhatti et al., 2022, Dong et al., 2022)。2020 年度の群馬県における濃度上昇の事象および 98% 値が 2015~2018 年度と同水準程度になったのは、このことが一部影響しているかも知れない。

一方で、年平均値に対する一時的な濃度上昇イベントの影響は、98% 値のように大きくない。また、COVID-19 感染拡大に伴う社会的経済活動の制限は、日本においては 2020 年 4 月になってから本格的に行われた。これらのことは、2020 年度の PM_{2.5} 濃度の年平均値が 98% 値のように大きく上昇しなかったことを一部であるが説明していると思われる。ただし、中国やインド等と比較して、遥かに PM_{2.5} 濃度レベルが低く、社会経済活動の制限も緩かった日本では、活動制限の大気汚染への影響はかなり小さい (Ma and Kang, 2020, Hu et al.,

2021) 点に注意が必要である。

3.4. 標準測定法と自動測定機の比較

季節毎に行われた PM_{2.5} 成分分析 (2020 年度は前橋で実施) 期間の PTFE フィルターの質量測定 (標準測定法) と自動測定機から求めた質量濃度を比較し、プロットしたのが図 3 である。図の実線は標準法と自動測定機の値が一致した場合、点線は自動測定機が標準法より 20%大きい (小さい) 場合をそれぞれ示している。

乖離が特に大きかった 1 点 (図 3 の A) は晴れて風の強い日であり、成分分析の結果 Al や Ca の濃度が顕著に高く、土壌粒子の混入による影響であることが分かっている (熊谷ら、2022)。これを除いて標準測定法と自動測定機の値を比較すると、標準測定法の方が平均でおよそ 1 割 (1.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 高かった。特に低濃度で自動測定機は標準測定法より低い値が目立っていた。この時の 1 時間値を見るとマイナス値が多く出現しており、これが自動測定機の方が低い値になった原因の一つと考えられた (田子、2019)。

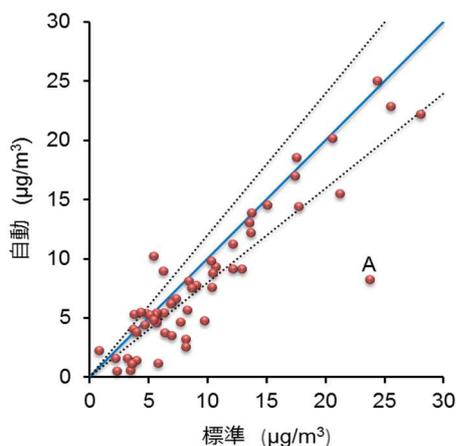


図 3 標準測定法と自動測定機による PM_{2.5} 濃度の比較

謝 辞

PM_{2.5} 常時監視データは群馬県環境保全課が測定・公表しているものを利用した。また、機器の更新ならびに維持管理情報についても、同課から情報の提供を受けた。関係各位に感謝します。

文 献

- Bhatti U.A., Zeeshan Z., Nizamani M.M., Bazai S., Yu Z., Yuan L. 2022. Assessing the change of ambient air quality patterns in Jiangsu Province of China pre-to post-COVID-19, *Chemosphere*, **288**:132569.
- Dong C., Li J., Qi Y. 2022. Decomposing PM_{2.5} air pollution rebounds in Northern China before COVID-19, *Environ. Sci. Pollut. Res.*, **29**: 28688-28699.
- Hu M., Chen Z., Cui H., Wang T., Zhang C., Yun K. 2021. Air pollution and critical air pollutant assessment during and after COVID-19 lockdowns: Evidence from pandemic hotspots in China, the Republic of Korea, Japan, and India. *Atmospheric Pollution Research*, **12**(2): 316-329.
- 関東地方大気環境対策推進連絡会. 2022. 令和 2 年度微小粒子状物質合同調査報告書. <http://kanto-spm.org/wp-content/uploads/2022/04/586ddb061618466099749334f1840dc.pdf> (2022 年 6 月 22 日アクセス)
- 熊谷貴美代, 齊藤由倫, 坂本祥一. 2022. 2020 ~2021 年度 PM_{2.5} 成分調査結果の概況と長期経年変化. 群馬県衛生環境研究所年報, **54**: 印刷中.
- Lu D, Zhang J, Xue C, Zuo P, Chen Z, Zhang L, Ling W, Liu Q, Jiang G. 2021. COVID-19-Induced Lockdowns Indicate the Short-Term Control Effect of Air Pollutant Emission in 174 Cities in China, *Environ Sci Technol*, **55**(7): 4094-4102.
- Ma C.J., and Kang G.U. 2020. Air Quality Variation in Wuhan, Daegu, and Tokyo during the Explosive Outbreak of COVID-19 and Its Health Effects, *International journal of environmental research and public health*, **17**(11): 4119.
- 中込和徳, 町田哲, 掛川英男. 2021. 2020 年 8 月上旬の PM_{2.5} 広域高濃度事象における長野県内の汚染状況. 全国環境研会誌, **46**(2): 22-27.
- 田子博, 梅田真希. 2016. 群馬県における粒子状物質質量濃度測定結果と測定値の品質管理. 群馬県衛生環境研究所年報, **48**: 19-27.

- 田子博. 2019. 群馬県の微小粒子状物質質量濃度とその低濃度域における自動測定機の特
性. 群馬県衛生環境研究所年報, **51**: 20-26.
- 田子博. 2021. 群馬県における PM_{2.5} 質量濃度
(2019 年度) . 群馬県衛生環境研究所年報,
53: 26-29.
- Uno I., Wang Z., Itahashi S., Yumimoto K.,
Yamamura Y., Yoshino A., Takami A.,
Hayasaki M., Kim B.G. 2020. Paradigm shift in
aerosol chemical composition over regions
downwind of China, *Sci Rep*, **10**: 6450.
- Wang Q. and Yang X. 2021. How do pollutants
change post-pandemic? Evidence from changes
in five key pollutants in nine Chinese cities
most affected by the COVID-19, *Environ. Res.*,
Jun;197:111108.
- World Health Organization. 2021. WHO global
air quality guidelines: particulate matter (
PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide,
sulfur dioxide and carbon monoxide. [https://
apps.who.int/iris/handle/10665/345329](https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329)
- Zhang H., Zhang L., Yang L., Zhou Q., Zhang. X.,
Xing W., Hayakawa K., Toriba A., Tang N. 2021.
Impact of COVID-19 Outbreak on the Long-
Range Transport of Common Air Pollutants in
KUWAMS, *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, **69 (3)**: 237-245.
- Zheng B., Zhang Q., Geng G., Chen C., Shi Q., Cui
M., Lei Y., He K. 2021. Changes in China's an-
thropogenic emissions and air quality during the
COVID-19 pandemic in 2020, *Earth Syst. Sci.*
Data, **13**: 2895–2907