

常時監視測定機の精度管理について（7） -PM_{2.5}自動測定機について-

石井克巳 石原 健*
（*：現長生地域振興事務所）

1 調査目的

大気環境常時監視測定局（以下「測定局」という。）にPM_{2.5}自動測定機（以下「PM_{2.5}計」という。）を設置してPM_{2.5}の常時監視が全国で行われているが、マイナス値の出現や並行稼働しているSPM自動測定機の測定値よりも濃度が高くなる逆転現象等、測定精度における問題事象がしばしば観測される。このため、PM_{2.5}計の精度を検討する一つの手段として、光散乱式の粒子計数器を用いた調査をこれまでに^{1)~5)}、2020年度調査⁶⁾においては、光散乱式の粒子計数器の大気試料採取位置と質量濃度換算法を改善した。2021年度の同手法を用いて調査を実施したので結果を報告する。

2 調査方法

2・1 測定装置

光散乱式の粒子計数器は、既報^{1)~6)}と同様、表1に仕様を示した携帯型のTSI社製DustTrak II 8530（以下「DustTrak」という。）を使用した。吸引部に装着されたPM_{2.5}の分級器を通して大気を採取し散乱光を測定する。計測は55分測定+5分インターバルで1時間値とした。

また、並行してFRM2025iの標準測定法によるPM_{2.5}濃度（日平均値）も測定し、DustTrakの散乱光強度から質量濃度へ換算する際の基準濃度とした。

2・2 散乱光強度から質量濃度への換算

DustTrakの質量濃度は、散乱光強度からの換算式が装置にデフォルトされており、フォトメトリック値（1次式の係数）を測定大気に合わせて適宜変更して算出する。本手法では、地点及び季節毎の標準測定法によるPM_{2.5}濃度がDustTrak質量濃度の基準となるように、DustTrakと標準測定法の日平均の散布図から近似直線の傾きを求めてフォトメトリック値を変更し、DustTrak質量濃度を算出した。

2・3 大気採取位置

前報⁶⁾と同様にPM_{2.5}計と差異のない大気試料を採取するため、測定局屋上のPM_{2.5}計と隣り合わせの位置に、PM_{2.5}計と同様の試料大気導入口を上部に取り付けた筐体内へDustTrakを設置して大気を導入した。

2・4 調査地点及び期間

調査地点も前報⁶⁾と同じB及びCの2つの測定局とした。両測定局にはそれぞれ別メーカーのPM_{2.5}計が設置されている。前報で2020年秋季（10月～11月）及び2021年冬季（1月～2月）に調査を実施したことから本報では、2021年春季（4月～5月）及び2021年夏季（7月～8月）とし、DustTrak及びFRM2025iを設置して約2週間測定した。

表1 DustTrak II 8530の仕様

| 項目 | 摘要 |
|--------|----------------------------|
| 光学方式 | 90°散乱光 |
| 粒径範囲 | 0.1～10μm |
| 粒子濃度範囲 | 0.001～400mg/m ³ |
| 定格流量 | 1.4～3.0L |
| 測定データ | 60,000 |
| 重量 | 1.55kg (バッテリー含まず) |

3 結果

3・1 DustTrak と標準測定法の日平均値

DustTrak (フォトメトリック値 = 1 に設定) と標準測定法の日平均の散布図を図1に、また、参考のため、表2に前報の結果と合わせて四季の近似直線の傾きと相関係数 (r) の結果をまとめて示した。春季はややばらつきが大きくなったが、概ね良好な直線関係が得られた。ここで得られた近似直線の傾きを、各地点及び季節のフォトメトリック値として DustTrak 測定値を補正した。3・2以降はこれらフォトメトリック値を用いて補正した DustTrak 測定値を用いる。

3・2 DustTrak と PM_{2.5} 計の比較 (1 時間値の推移)

DustTrak と PM_{2.5} 計の1時間値の推移を合わせて図2に示した。B地点では春季の高濃度時、夏季の低濃度時にやや乖離する傾向はあるものの、全体的には比較的合致していた。一方、C地点では DustTrak と比べて PM_{2.5} 計の最大、最小のピークが大きく振れて乖離し、マイナス値も頻繁に出現する傾向があった。これらの PM_{2.5} 計のピークの最大値は午前中に、最小値は夕方時間帯に出現することが多かった。C地点は前報の秋季及び冬季の結果と同様の傾向であり、季

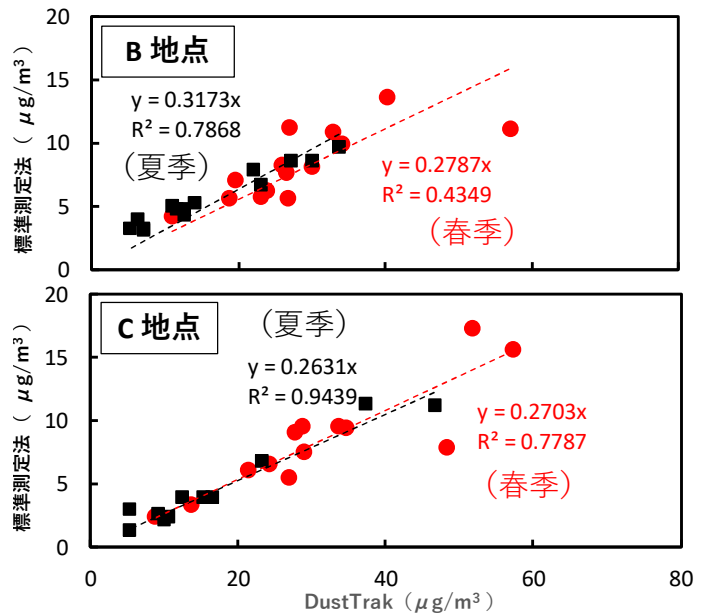
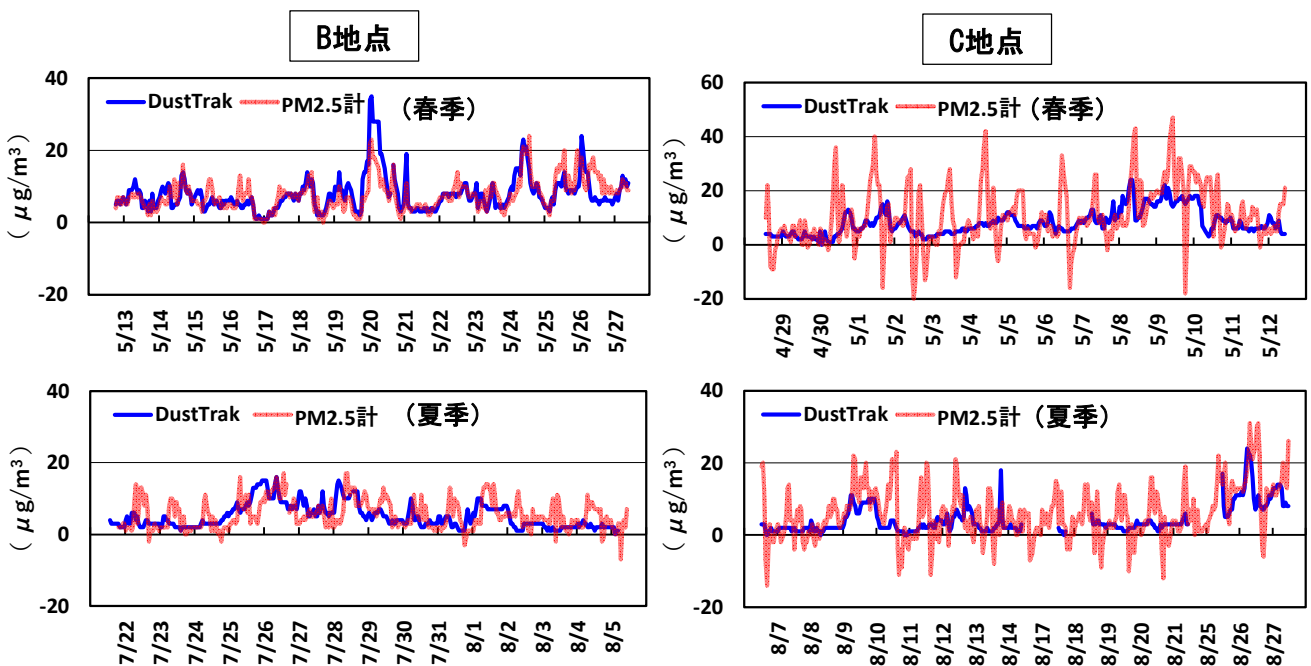


図1 DustTrak と標準測定法の日平均値

表2 四季の近似直線の傾きと相関係数

| | B地点 | | C地点 | |
|----|---------|----------|---------|----------|
| | 近似直線の傾き | 相関係数 (r) | 近似直線の傾き | 相関係数 (r) |
| 春季 | 0.279 | 0.659 | 0.270 | 0.882 |
| 夏季 | 0.317 | 0.887 | 0.263 | 0.972 |
| 秋季 | 0.224 | 0.945 | 0.254 | 0.989 |
| 冬季 | 0.293 | 0.992 | 0.298 | 0.995 |



(備考) DustTrak が24時間欠測した日は削除して表示した

図2 DustTrak と PM_{2.5} 計の1時間値の推移

節に関係なく最大、最小のピークが大きく振れ、その結果マイナス値も頻繁に出現する傾向のある装置特性を持つと考えられた。

3・3 DustTrak と PM_{2.5} 計の比較 (散布図)

DustTrak と PM_{2.5} 計の 1 時間値、12 時間値及び 24 時間値の散布図を地点と季節別に図 3 に示した。

B 地点では、C 地点と比較すると 1 時間値から相関がとれている傾向があった。長時間になると相関が向上したが 12 時間値、24 時間値で R² は 0.6~0.8 程度であった。近似直線は、正の切片が生じて傾きは 1 よりも小さい傾向があった。切片は春季で 2.5~2.7 μg/m³、夏季で 1.7~2.4 μg/m³、傾きは春季で 0.58~0.63、冬季で 0.64~0.75 の範囲であった。前報の秋季及び冬季と比較すると、相関がやや低め、切片がやや大きめ、傾きがやや小さめだった。

C 地点では、1 時間値では PM_{2.5} 計のマイナス値が多数観測されたこともあり、B 地点に比べるとばらつきが大きかった。しかしながら、12 時間値、24 時間値になると相関が向上し、R² が 0.56~0.96 を示した。相関が向上した 12 時間値、24 時間値において、近似直線の切片は春季で 1.1 及び 0.01 μg/m³、夏季で 1.9 及

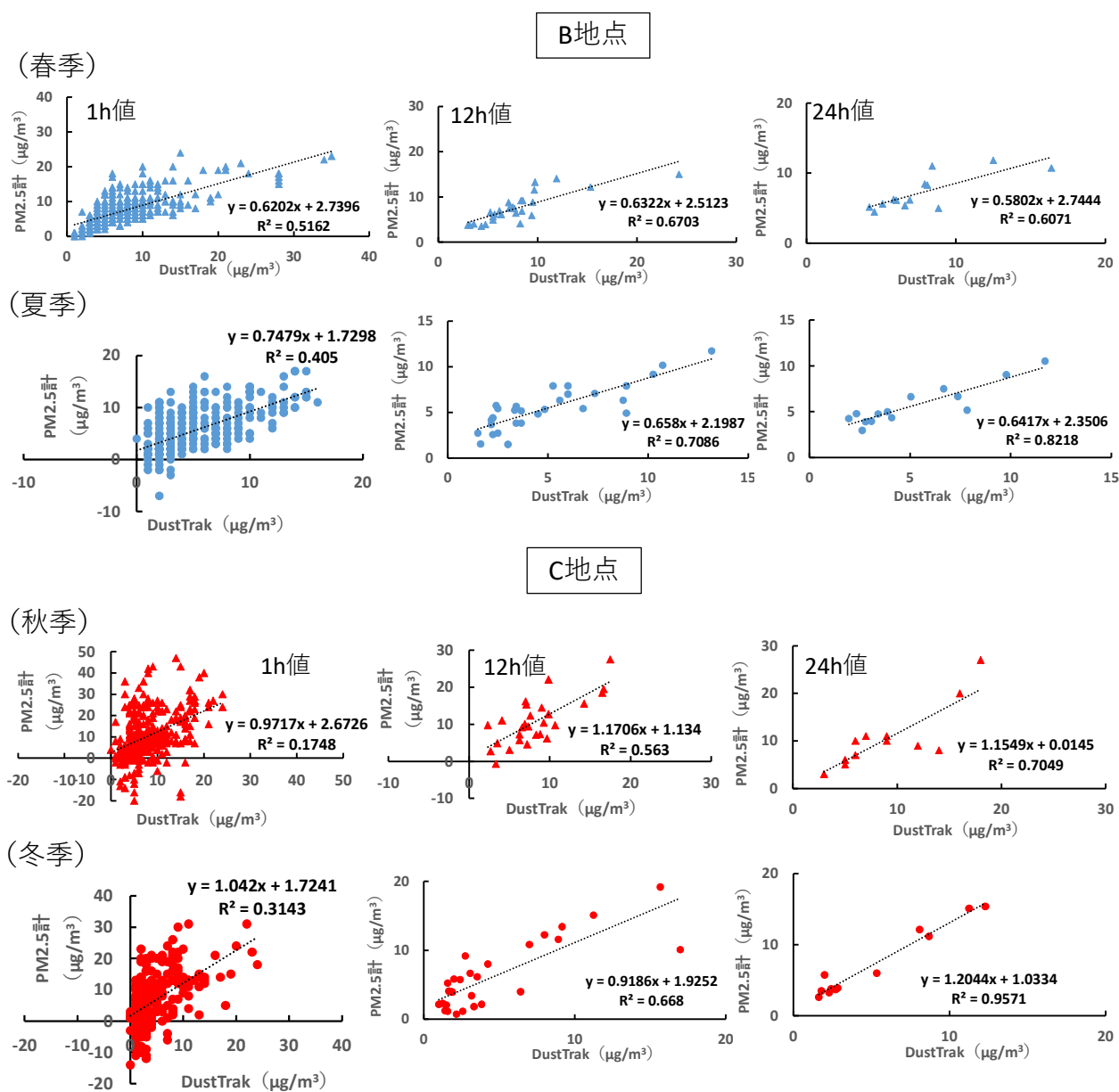


図 3 DustTrak と PM_{2.5} 計の散布図 (1 時間値, 12 時間値, 24 時間値)

び $1.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、傾きは春季で 1.17 及び 1.15、夏季で 0.92 及び 1.03 と、B 地点よりも切片が小さく、傾きが 1 に近くなった。測定時間のスパンを長くすると C 地点の $\text{PM}_{2.5}$ 計と DustTrak との整合性が大幅に向上する結果は、前報の秋季及び冬季とも同様の傾向があった。C 地点の装置は、四季を通じて日平均値は B 地点と同様な精度レベルであるが、時間値は振幅の大きいピークがあることから精度については注意を要すると考えられた。

文献

- 1) 内藤季和, 渡邊剛久: 常時監視測定機の精度管理について. 千葉県環境研究センター年報 (平成 27 年版), (2016).
- 2) 内藤季和, 渡邊剛久: 常時監視測定機の精度管理について (2). 千葉県環境研究センター年報 (平成 28 年版) (2017).
- 3) 内藤季和, 渡邊剛久: 常時監視測定機の精度管理について (3). 千葉県環境研究センター年報 (平成 29 年版) (2018).
- 4) 内藤季和, 渡邊剛久: 常時監視測定機の精度管理について (4). 千葉県環境研究センター年報 (平成 30 年版) (2019).
- 5) 内藤季和, 石原健, 石井克巳: 常時監視測定機の精度管理について (5). 千葉県環境研究センター年報 (令和元年版) (2020).
- 6) 石井克巳, 石原健: 常時監視測定機の精度管理について (6). 千葉県環境研究センター年報 (令和 2 年版) (2021).