

常時監視測定機の精度管理について (8)

—PM_{2.5} 自動測定機について—

石井克巳 豊田雄一郎

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、測定精度に関す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、これまで光散乱式の粒子計数器を用いた調査を行い^{1)~5)}、2020 年度及び 2021 年度調査^{6,7)} 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方法で実施した。2022 年度も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)~7)}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、PTFE ろ紙に PM_{2.5} を採取して行う標準測定法による PM_{2.5} 濃度（日平均値）も並行して測定し、DustTrak で測定した散乱光強度から質量濃度へと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 には、散乱光強度からの換算式がプリセットされており、質量濃度への換算に当たっては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行う。本手法では、地点及び季節ごとの標準測定法による PM_{2.5} 濃度が DustTrak の測定値から換算した質量濃度（DustTrak 換算濃度）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 換算濃度を算出した。

2・3 大気採取位置

既報^{6,7)}と同様に既設の PM_{2.5} 計と差異のない試料を採取するため、既設 PM_{2.5} 計と隣接した位置に、既設のものと同様の形状の導入口を上部に取り付けた筐体内へ DustTrak を設置して大気試料を採取した。

2・4 調査地点及び期間

調査地点は既報^{6,7)}で調査対象とした測定局と異なるメーカーの PM_{2.5} 計が設置されている測定局 A とした。調査期間は、四季ごとに約 2 週間測定することとし、2022 年度の春季（5 月 11 日～5 月 26 日）、夏季（8 月 23 日～9 月 7 日）、秋季（10 月 20 日～11 月 4 日）及び冬季（1 月 18 日～2 月 2 日）に DustTrak 及び FRM2025i（Thermo Fisher Scientific 社製）を設置して実施した。

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、四季の近似直線 (切片 = 0 に設定) の傾きと相関係数 (r) をまとめた結果を表 2 に示した。春季はややばらつきが大きくなったが、全体的には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次章以降の DustTrak 測定値からの換算に使用する。なお、秋季及び冬季については、既報^{6,7)}における近似直線の傾き (秋季 : 0.224 及び 0.254, 冬季 : 0.293 及び 0.298) とやや乖離した値となった。PM_{2.5} の濃度や性状, DustTrak の装置個体差等による影響などの要因を検討する必要があると思われる。

表 2 四季の近似直線の傾きと相関係数

	近似直線の傾き	相関係数 (r)
春季	0.279	0.880
夏季	0.324	0.958
秋季	0.362	0.961
冬季	0.392	0.966

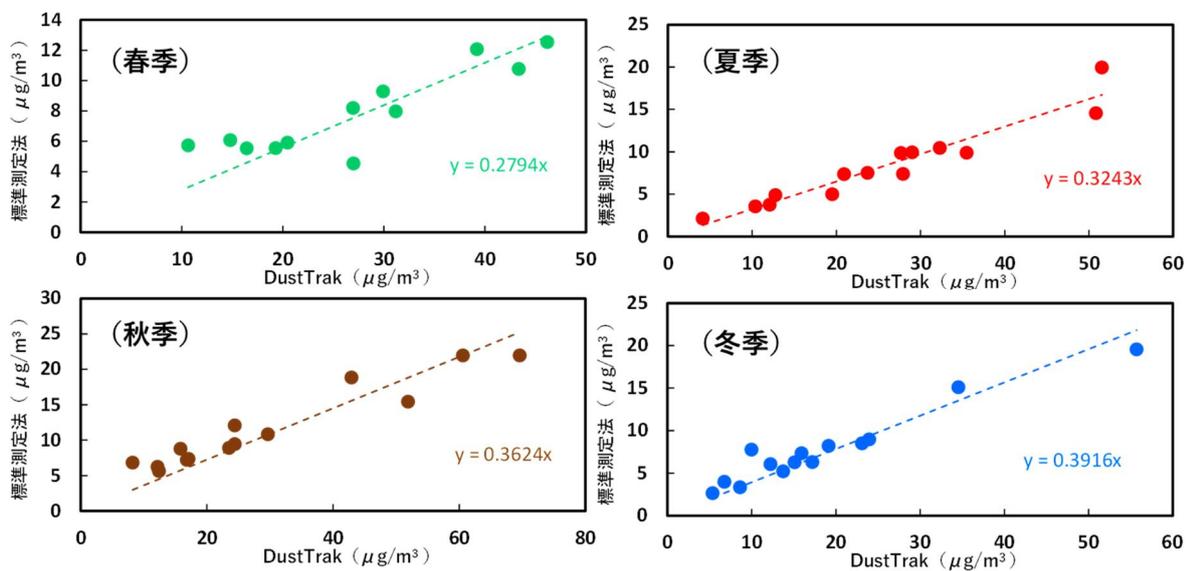


図 1 DustTrak と標準測定法の日平均値

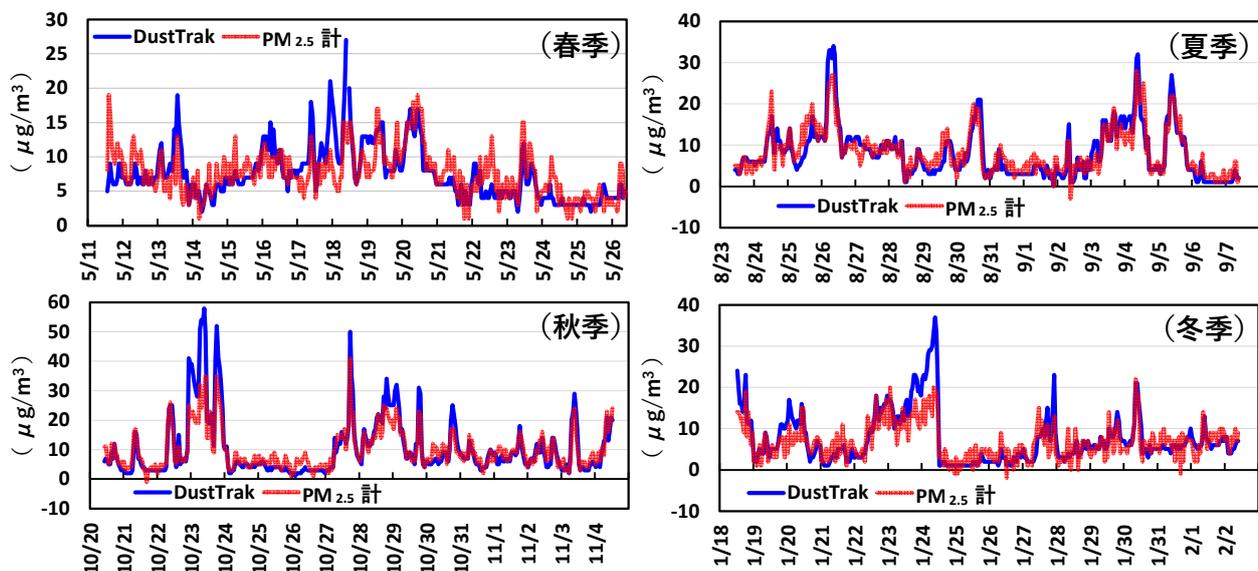


図 2 DustTrak と PM_{2.5} 計の 1 時間値の推移

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。全ての季節において短時間の高濃度ピーク時に、PM_{2.5}計よりも DustTrak の方がやや高めになる傾向が見られるが、全体的には概ね合致しており、既報^{6,7)}において 1 地点で見られた PM_{2.5}計の最大、最小のピークが大きく振れて乖離する現象は見られなかった。

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 時間値の散布図を季節別に図 3 に示した。近似直線は、四季全てで正の y 切片が生じて傾きは 1 よりも小さい傾向があった。y 切片は春季 2.9~3.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、夏季 2.0~2.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、秋季 3.6~3.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、冬季 2.5~2.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、傾きは春季 0.59~0.61、夏季 0.75~0.79、秋季 0.58~0.61、冬季 0.53~0.57 の範囲であった。既報^{6,7)}における B 地点と比較すると、y 切片がやや大きめ、冬季の傾きがやや小さめだったが、相関は同程度で概ね良好な関係性が見られた。PM_{2.5}濃度が低い領域では PM_{2.5}計が DustTrak よりもやや濃度を高めを示すことが多いため、低濃度が多かった本報の調査では、正の y 切片が生じやすく傾きも小さめになる傾向があったと推察された。

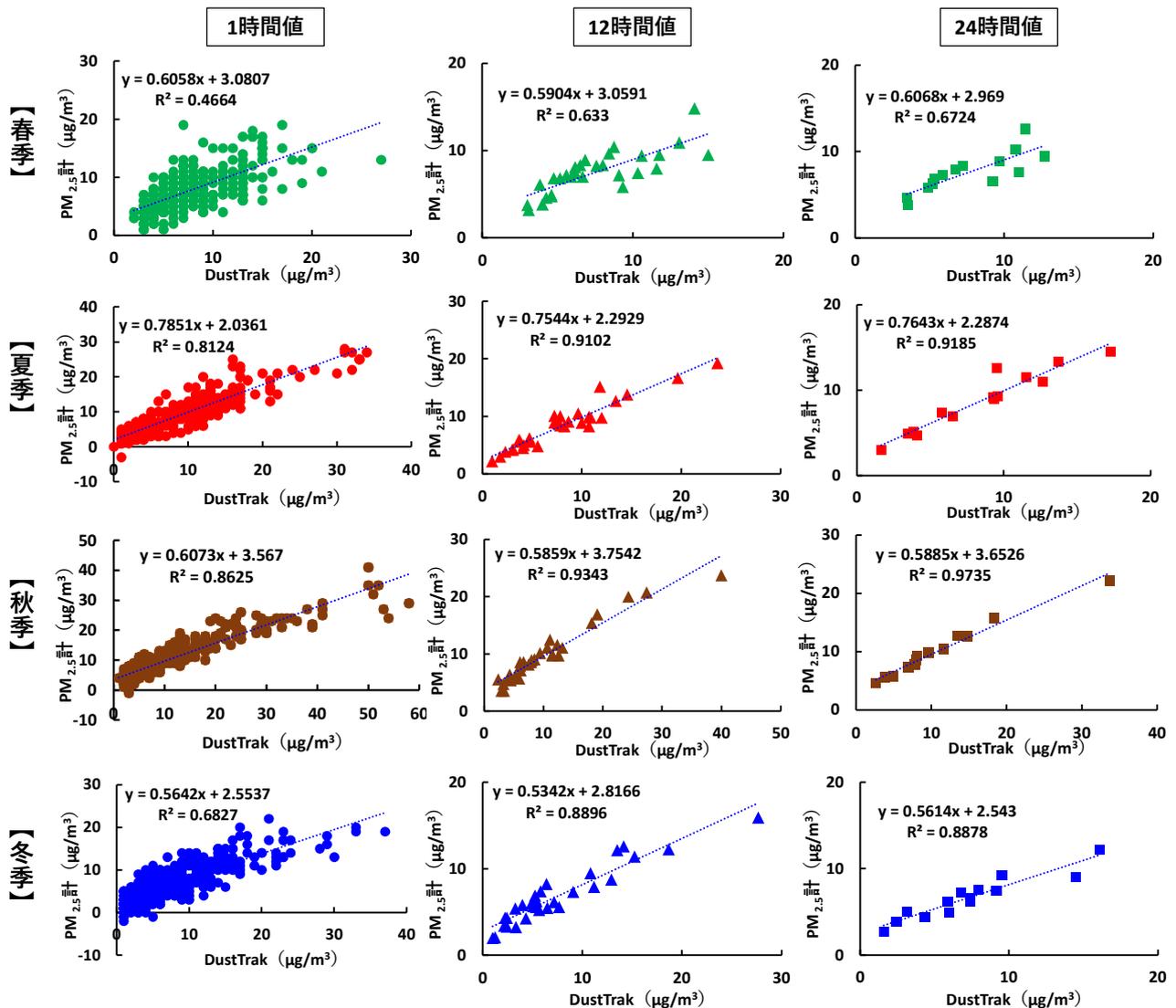


図 3 DustTrak と PM_{2.5}計の散布図 (1 時間値, 12 時間値, 24 時間値)

引用文献

- 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) .
- 7) 石井克巳, 石原健: 常時監視測定機の精度管理について (7) . 千葉県環境研究センター年報 (令和 3 年版) (2022) .