

常時監視測定機の精度管理について（9） －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、特に 1 時間値の振れ幅等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^{1～8)}を行ってきた。2020～2022 年度調査^{6～8)}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、2023 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^{1～8)}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。また、2 台の DustTrak を同時期に使用するため 2 台で並行測定を行い、1 台を基準として機差補正を行った。

表 1 DustTrak II 8530 の仕様

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

2・2 散乱光強度から質量濃度への換算

DustTrak には、散乱光強度からの質量濃度への換算式がプリセットされており、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^{6～8)}と同様に既設 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 PM_{2.5} 計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^{7～8)}で調査対象としたそれぞれ異なるメーカーの PM_{2.5} 計が設置されている測定局 A 及び B とした。調査期間は既報^{6～8)}において DustTrak と標準測定法の日平均の散布図における近似直線の傾きがややばらつく傾向のあった秋季及び冬季とした。また、既報^{6～8)}においては 1 台の DustTrak で調査期間を通して行っていたため地点ごとに調査期間がずれており、地点間の PM_{2.5} 濃度変化に関連性がなかった。

この調査期間のずれによる濃度差異の影響を少なくするため、秋季（2023 年 10 月 19 日～11 月 2 日）及び冬季（2024 年 1 月 16 日～2 月 1 日）に 2 地点で同時測定を行った。

3 結果

3・1 PM_{2.5} 日平均値の推移

A 及び B 地点における標準測定法による PM_{2.5} 濃度（日平均値）の推移を図 1 に示す。A 及び B 地点は東京湾岸にあり両地点間は約 30 km の距離があるが、PM_{2.5} 濃度の推移は概ね同様の傾向を示しており、濃度差異の影響が少ない状態で調査を実施できたと考えられた。

3・2 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 2 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。全体的に良好な直線関係が得られ、近似直線の傾きは各地点の季節間ではあまり差がなかったが、地点間の差が若干見られた。一方、同じ測定地点・時季の既報⁸⁾における近似直線の傾き（地点 A：秋季 0.362、冬季 0.392、地点 B：秋季 0.224、冬季 0.293）は、地点間の乖離がより大きい値となっていた。この乖離幅の拡大は調査期間のずれによる PM_{2.5} の濃度や性状の違いや、各調査で使用した DustTrak が同一機ではないが機差補正を行わずデータを使用している等の影響が加わっているためと推察された。

ここで得られた近似直線の傾きは、各地点及び季節のフォトメトリック値として次節以降の DustTrak 測定値からの換算に使用する。

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 3 に示した。既報⁸⁾と同様に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いた。既報^{6, 7)}において 1 地点（C 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られて乖離する現象は見られず、A 及び B 地点の PM_{2.5} 計と DustTrak 測定値の 1 時間値の合致性は良好であった。

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 4 に示した。近似直線は、全てで正の y 切片が生じて傾きは 1 よりも小さくなる傾向があった。y 切片は A 地点秋季 3.0～3.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、

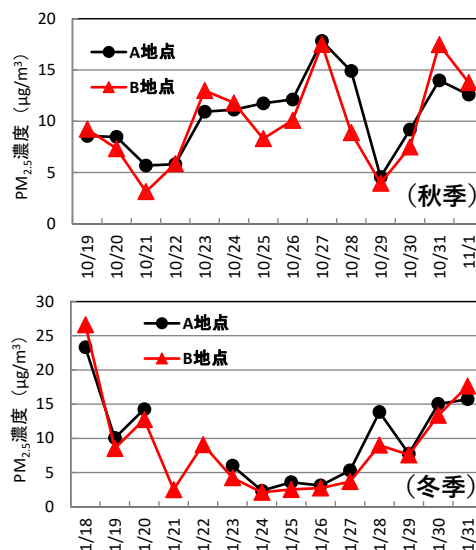


図 1 標準測定法による PM_{2.5} 濃度の推移

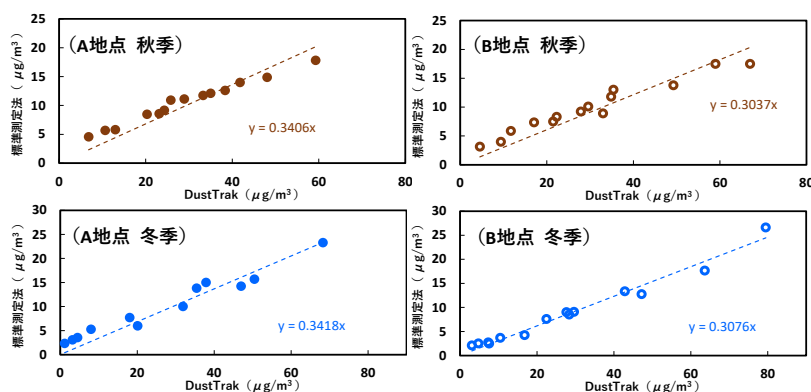


図 2 DustTrak と標準測定法の日平均値

表 2 四季の近似直線の傾きと相関

地点	時季	近似直線の傾き	相関係数 (r)
A	秋季	0.341	0.991
	冬季	0.342	0.981
B	秋季	0.304	0.978
	冬季	0.308	0.988

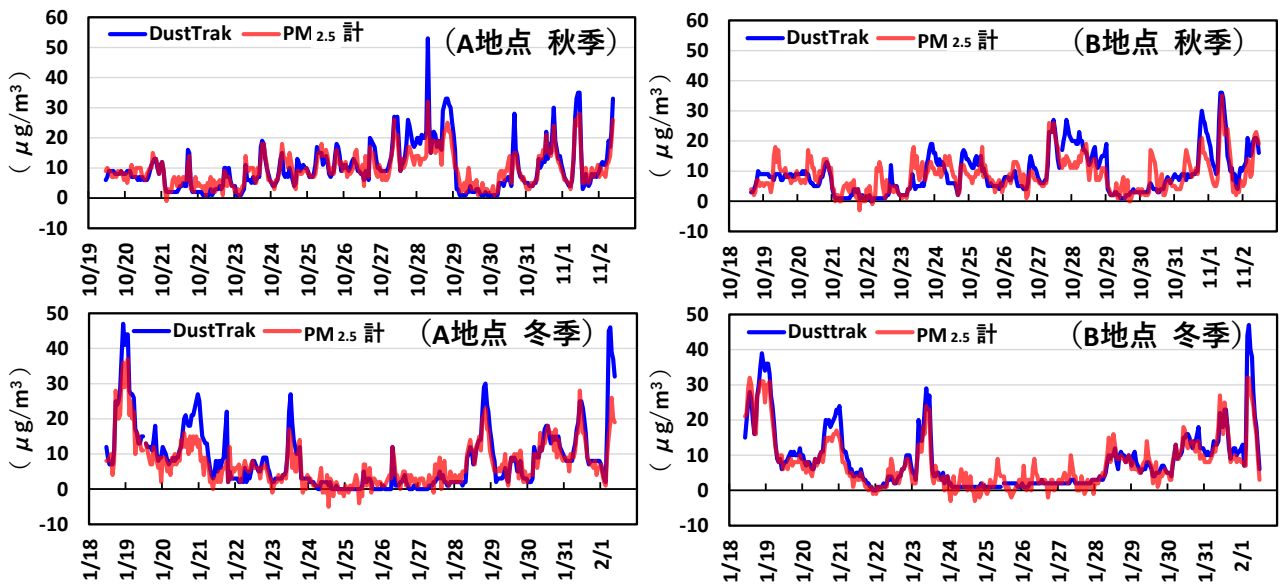


図3 DustTrakとPM_{2.5}計の1時間値の推移

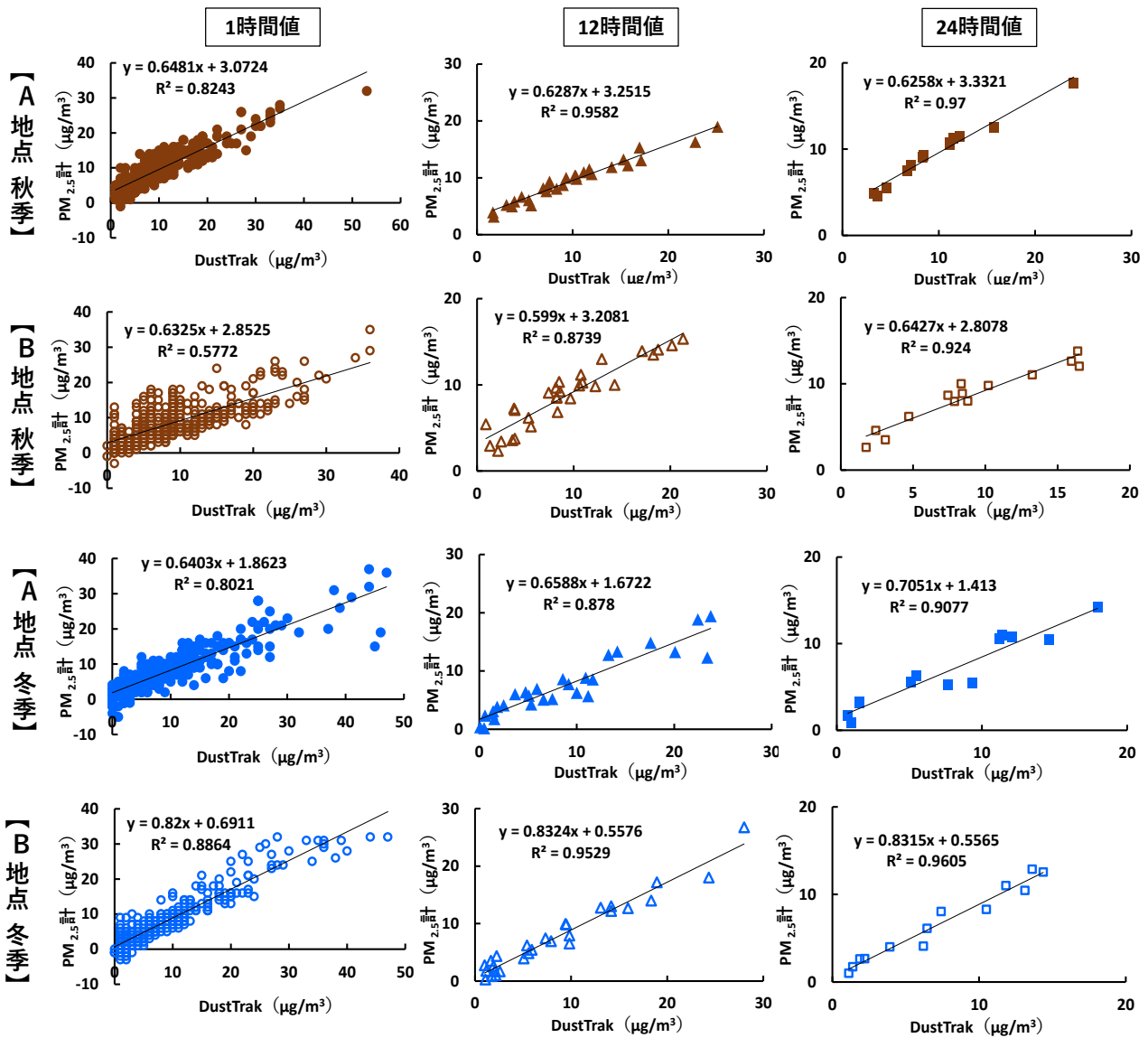


図4 DustTrakとPM_{2.5}計の散布図(1時間値, 12時間値, 24時間値)

B 地点秋季 2.8～3.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、A 地点冬季 1.5～1.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、B 地点冬季 0.5～0.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、傾きは A 地点秋季 0.62～0.65、B 地点秋季 0.59～0.65、A 地点冬季 0.64～0.71、B 地点冬季 0.82～0.84 の範囲であった。既報^{6～8)} の同地点・同季節と比較すると、y 切片と傾きで若干差異が見られたが、相関は同程度で概ね良好な関係性となっていた。既報^{6～8)} でも見られたように 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に示すことが多いため、近年のように PM_{2.5} の低濃度化が進むと正の y 切片が生じやすく傾きも小さめになる傾向になると推察された。

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第 15 号 (平成 27 年度), (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第 16 号 (平成 28 年度), (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第 17 号 (平成 29 年度), (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第 18 号 (平成 30 年度), (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第 19 号 (令和元年度), (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第 20 号 (令和 2 年度), 29-32, (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第 21 号 (令和 3 年度), 30-33, (2022).
- 8) 石井克巳, 豊田雄一郎: 常時監視測定機の精度管理について (8). 千葉県環境研究センター年報第 22 号 (令和 4 年度), 58-61, (2023).