

4) 大気環境測定車による熊本県内の大気環境調査

-PM_{2.5}による大気汚染状況（平成26年1月～平成27年3月）-

古澤 尚英 宮本 俊

要旨

大気汚染常時監視測定局が設置されていない地域での微小粒子状物質による大気汚染状況を把握し、注意喚起地域区分の妥当性の判断資料とすることを目的として、大気環境測定車に微小粒子状物質（PM_{2.5}）自動測定機を搭載し、平成26年1月～平成27年3月にかけて4地点で調査を行ってきた。その結果、測定地点は近隣の大気汚染常時監視測定局と高い相関を示し、注意喚起地域区分として現行の区分が妥当であることが確認された。また、距離が近い地点でも地域内汚染によって異なる濃度挙動を示していたことが分かった。

キーワード：大気環境測定車，微小粒子状物質，注意喚起地域，地域内汚染

はじめに

近年、大気中の微小粒子状物質（以下、PM_{2.5}）について関心が高まっており、全国的にPM_{2.5}自動測定機の設置が進み、大気汚染常時監視局（以下、測定局）においてPM_{2.5}の監視が行われている。熊本県では、平成24年度からPM_{2.5}自動測定機を設置し、平成27年1月時点では県下26地点で定期的にPM_{2.5}の監視が行われている。また、環境省による、PM_{2.5}の注意喚起のための暫定的な指針の設定¹⁾に基づき、県内を4つの地域に分類した注意喚起地域区分が設定された。

このような中、平成25年12月に大気環境測定車(以下、

測定車)にPM_{2.5}自動測定機を搭載し、平成26年1月から県内各地で大気環境調査を行っている。

調査の目的は、測定局の設置されていない地点でのPM_{2.5}の汚染状況を把握し、注意喚起地域区分の妥当性の判断資料とすることである。今回は平成26年1月～平成27年3月に測定車を用いて調査した4地点及び熊本県内測定局のPM_{2.5}測定結果を比較、解析したので報告する。

調査方法

1 大気環境測定車による環境調査

測定車を平成26年1月～平成27年3月にかけて、測定

表1 大気環境測定車による調査地点

調査地点	大気環境測定車設置場所	標高(m)	調査期間	注意喚起地域区分
山都	上益城郡山都町大字下市184-1道の駅「通潤橋」	450	平成26年1月15日～2月16日	県央地域
小国	阿蘇郡小国町2685-1小国町運動広場	467	平成26年4月25日～6月12日	県北地域
多良木	多良木町大字多良木土手下多良木役場職員駐車場横空地	160	平成26年10月18日～12月16日	県南地域
八代市泉	八代市下岳3000八代市運動広場	219	平成26年12月19日～3月11日	県南地域

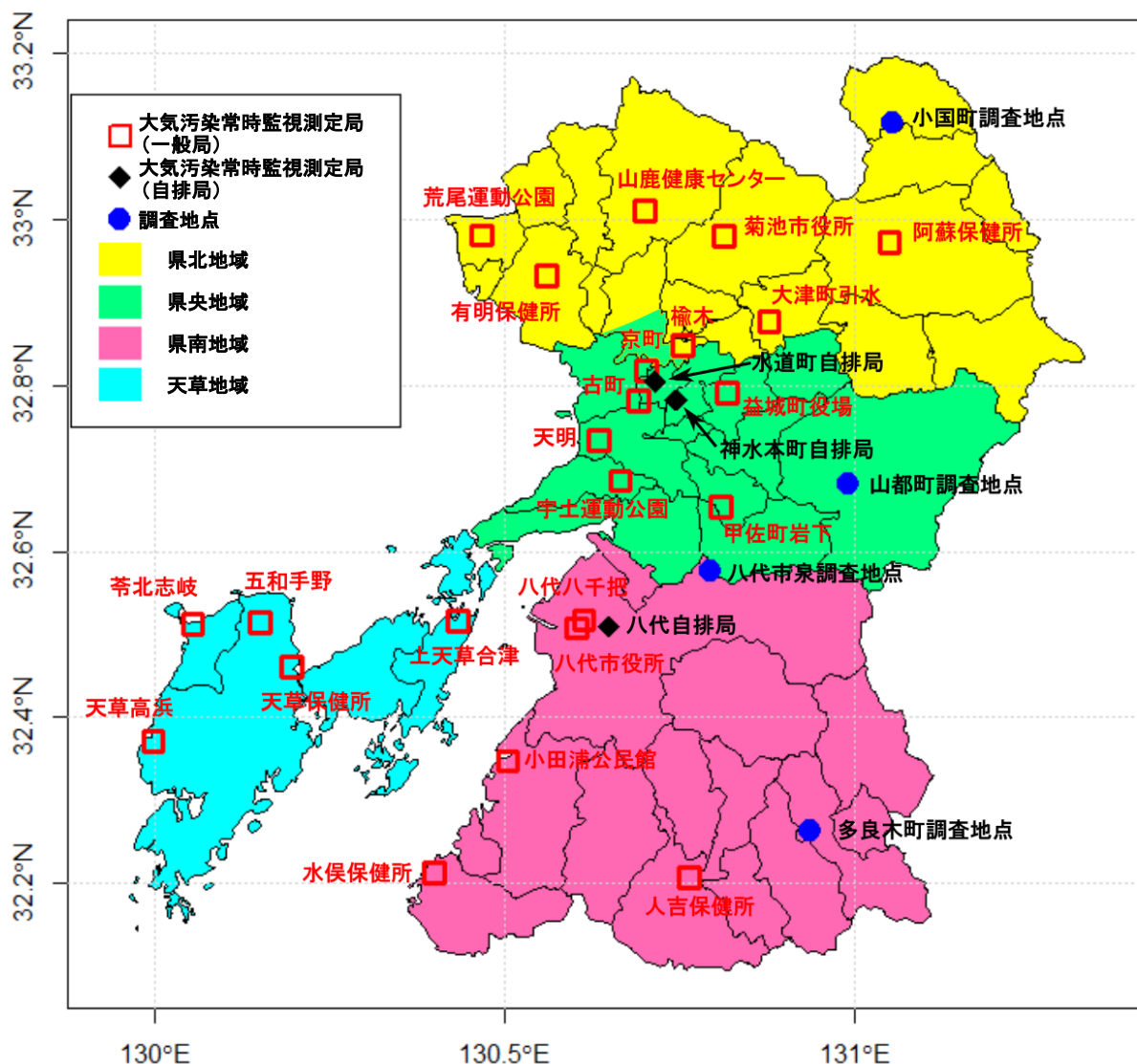


図1 PM_{2.5}注意喚起地域区分（～平成27年2月）

※平成27年3月に熊本市内の大気汚染常時監視測定局の再配置が完了し、県北地域及び県央地域の一部が変更された。

局が設置されていない、山都町、小国町、多良木町及び八代市泉の4市町に設置して調査を行った。調査地点を表1に示す。山都及び多良木は近隣は住宅や商店などで人や車の往来がある地点であり、小国及び八代市泉は屋外のグラウンドを有する運動広場の駐車場で、住宅地が少ない地点であった。

山都、小国、八代市泉の3地点とも都市部から離れた地点であり、周囲を山林に囲まれている。多良木については1000m級の山に周囲を囲まれた、人吉盆地の東部に位置する地点であった。

測定車に搭載したPM_{2.5}自動測定機は紀本製PM-712であり、測定局には、堀場製APDA-375Aが5局、東亜ディーケーケー製FPM-377が9局、サーモフィッシャー製FH62C14が7局、紀本電子製PM-712が5局設置されている。

測定車による調査地点及び測定局を示し、併せて熊本県のPM_{2.5}注意喚起地域区分を図1に示す。地図の作成にはESRIジャパンの全国市区町村界データを使用しており、表示には統計解析環境R(V3.2.0)のmaptoolパッケージを用いた。

2 解析方法

PM_{2.5}に係る環境基準は1日平均値(1日平均値の年間98%値)35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下(短期基準)、1年平均値(1日平均値の平均値)15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下(長期基準)と定められており、両者とも長期的評価(有効測定日数250日以上)を行うこととなっている²⁾。また、注意喚起のための暫定的な指針となる値として1日平均値70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ が示されている¹⁾。

今回の調査期間は、最大で3か月程度であったことと注意喚起地域区分の妥当性の検証が目的であったこ

とから、解析には調査地点（4 地点）及び測定局（26 地点）のデータを用いて 1 日平均値の最大値（以下、期間最大値）、平均値（以下、期間平均値）及び測定車を設置した注意喚起地域（以下、PM_{2.5} 区域）の常時監視局（以下、区域測定局）における 35 μg/m³ 超過日（以下、高濃度日）の日数を求めた。

熊本県では PM_{2.5} の濃度が、5 時～7 時の 3 時間平均値で 85 μg/m³、または 6 時～19 時の間で各時間帯における 1 時からの平均値（日中の現在情報）で 70 μg/m³ を超過した場合、図 1 に示す地域区分ごとに注意喚起が出される。また、地域内の全ての局の 1 時間値が 2 時間連続して 70 μg/m³ 未満になった場合注意喚起は解除され、19 時以降も注意喚起が継続している場合、翌午前 0 時をもって自動解除となる。ただし、当日の午前 1 時から各時間帯までの 1

時間値の平均値が 70 μg/m³ を超過している場合は、注意喚起を継続することとなっている。

解析に用いたデータは大気汚染常時監視（テレメータ）システムから速報値を取得した。なお、平成 27 年 2、3 月に熊本市の測定局設置場所の一部再配置等により、古町及び天明の 2 局は八代市泉の調査期間の一部で欠測となった。

注意喚起地域類似性の検証には 1 日平均値、5~7 時の 3 時間平均値及び 1~12 時の 12 時間平均値を算出し、これから最小二乗法による回帰分析を行った。このことから、調査地点のデータが、区域測定局の変動内にあるかどうかを確認し、また、区域測定局から計算した 95 パーセント予測区間と調査地点のデータについて比較した。なお、新たに観測を行うデータの 95% が存在すると予測される範囲を 95 パーセント予測区間という。

表 2 調査地点における大気汚染状況
※網掛け■は調査地点

順位		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
山都町 調査 (県央地域)	期間最大値 (μg/m ³)	山都 67.6	楡木 61.7	水道町自 排局 61.3	益城町 役場 60.8	京町 57.5	古町 49.3	天明 47.5	神水本町 自排局 46.7	宇土運動 公園 46.5	甲佐町 岩下 40.3
	期間平均値 (μg/m ³)	水道町自 排局 24.3	益城町 役場 22.9	京町 21.8	楡木 21.3	山都 20.4	天明 20.1	神水本町 自排局 18.1	宇土運動 公園 17.9	古町 17.7	甲佐町 岩下 16.2
	35 μg/m ³ 以上 (高濃度日)日数	京町 7	水道町自 排局 7	益城町 役場 7	楡木 5	古町 5	神水本町 自排局 5	天明 5	山都 5	宇土運動 公園 4	甲佐町 岩下 2
順位		1	2	3	4	5	6	7			
小国町 調査 (県北地域)	期間最大値 (μg/m ³)	山鹿健康 センター 55.7	有明 保健所 55.4	菊池市 役所 48.9	荒尾運動 公園 48.4	大津町 引水 43.0	小国 41.8	阿蘇 保健所 38.2			
	期間平均値 (μg/m ³)	山鹿健康 センター 23.3	荒尾運動 公園 22.6	有明 保健所 21.7	菊池市 役所 20.6	大津町 引水 19.6	小国 17.7	阿蘇 保健所 15.8			
	35 μg/m ³ 以上 (高濃度日)日数	山鹿健康 センター 9	荒尾運動 公園 7	有明 保健所 7	菊池市 役所 5	大津町 引水 4	小国 4	阿蘇 保健所 3			
順位		1	2	3	4	5	6	7			
多良木町 調査 (県南地域)	期間最大値 (μg/m ³)	八代 八千把 46.4	八代 市役所 40.6	水俣 保健所 35.5	八代 自排局 35.1	人吉 保健所 33.7	小田浦 公民館 33.5	多良木 29.4			
	期間平均値 (μg/m ³)	八代 八千把 19.7	八代 自排局 17.7	八代 市役所 16.4	人吉 保健所 16.4	多良木 16.2	小田浦 公民館 15.7	水俣 保健所 15.0			
	35 μg/m ³ 以上 (高濃度日)日数	八代 八千把 2	八代 自排局 1	八代 市役所 1	水俣 保健所 1	小田浦 公民館 0	人吉 保健所 0	多良木 0			
順位		1	2	3	4	5	6	7			
八代市泉 調査 (県南地域)	期間最大値 (μg/m ³)	八代 八千把 46.6	八代 自排局 40.7	人吉 保健所 39.7	八代 市役所 39.4	小田浦 公民館 38.5	八代市泉 33.9	水俣 保健所 33.7			
	期間平均値 (μg/m ³)	八代 八千把 22.3	八代 自排局 19.8	小田浦 公民館 18.0	人吉 保健所 17.6	八代 市役所 17.2	水俣 保健所 15.8	八代市泉 14.9			
	35 μg/m ³ 以上 (高濃度日)日数	八代 八千把 11	八代 自排局 5	小田浦 公民館 4	人吉 保健所 2	八代 市役所 1	水俣 保健所 0	八代市泉 0			

回帰分析には統計解析環境 R (V3.2.0) の lm () 関数を用いており、95 パーセント予測区間は、predict (interval = "prediction", level=0.95) 関数を用いて計算した。

調査結果

1 調査地点における PM_{2.5} 大気汚染状況

調査地点及び区域測定局の 1 日平均値における期間最大値、期間平均値及び高濃度日の日数を表 2 に示す。また、県内の測定局で 1 日平均値が 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過 (以下、35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超過) した日を表 3 に示す。

表 2 より、期間平均値は山都：20.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、小国：17.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、多良木：16.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、八代市泉：14.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

山都の期間平均値は区域測定局における期間平均値の平均的な値をとっていたが、山都の期間最大値は 67.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、区域測定局よりも高かった。一方で、山都の高濃度日の日数は 5 日であり、区域測定局と同程度であった。

小国町、多良木町及び八代市泉調査において、区域測定局と近い値が観測されていたが、調査地点の期間最大値及び期間平均値は低い値であり、高濃度日の日数も区域測定局に比べて少なかった。多良木及び八代市泉は高濃度日がなかった。

これらのことから調査地点の期間最大値、期間平均値、高濃度日日数は PM_{2.5} 区域と近い値を示していたことが分かった。

2 県内の大気汚染状況

表 3 より、山都町及び小国町の調査期間において、高濃度日になった日は県内全域の測定局で 1 日平均値が 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過していた。また、高い濃度が観測さ

れにくい県北地域の阿蘇保健所、県央地域の甲佐町岩下及び県南地域の人吉保健所及び天草地域でも 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超過日が観測された。

この期間の高濃度日について全球のエアロゾル輸送モデル SPRINTARS⁴⁾ の数値シミュレーション結果を確認したところ、PM_{2.5} に加え硫酸塩及び SO₂ ガスの移流が予測されていた。通常、PM_{2.5} 濃度は自動車排ガス等の影響を強く受け^{5)、6)}、都市部で高濃度になりやすいが⁷⁾、この期間は越境移流による広域的な汚染が関与し、山都や天草地域のような場所でも濃度の上昇があったと推測された。

多良木町及び八代市泉の調査期間において 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超過日は比較的人口の多い市町村等、特定の地域で多かった。県内の広範囲で 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超過があった日は、SPRINTARS の予測結果で PM_{2.5}、硫酸塩及び SO₂ ガスの移流が予測されており、平成 27 年 1 月以降は土壤粒子の移流も予測され、越境移流の影響があったと推測された。

このように、山都町及び小国町の調査期間は広域的な濃度の上昇が多く、逆に多良木町及び八代市泉の調査期間は地域ごとの濃度の上昇が多かった。また、広域的に濃度の上昇が見られたときは、越境移流の影響が考えられた。

3 高濃度事例

各調査期間に 1 日平均値の最大値が 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した日はなかったが、県の定める基準に到達したことで PM_{2.5} 区域に注意喚起が出された事例が 2 回あった。この 2 事例の 1 時間値の時系列図を図 2、図 3 に示す。図中のデータは各地域の代表点 (有明保健所、阿蘇保健所、益城町役場、八代八千把、人吉保健所、苓北志岐、山都、八代市泉) を示す。

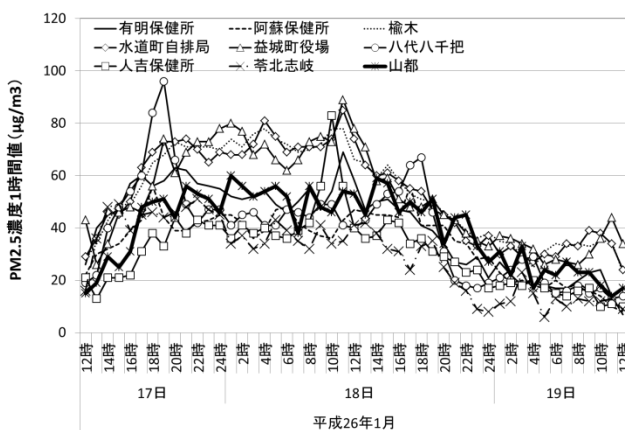


図 2 平成 26 年 1 月 17 日～19 日
期間の PM_{2.5} 1 時間値時系列図
(山都町調査期間)

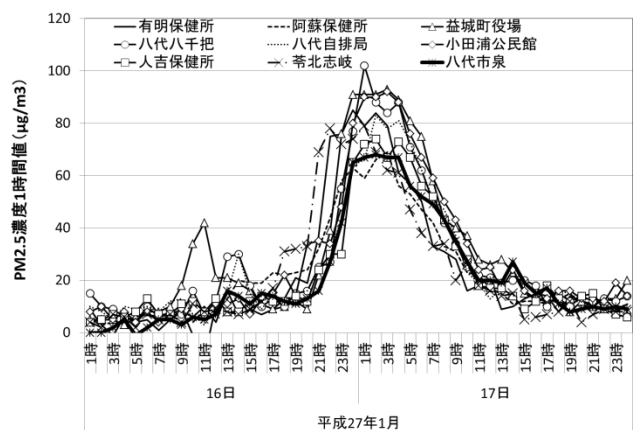


図 3 平成 27 年 1 月 16 日～17 日
期間の PM_{2.5} 1 時間値時系列図
(八代市泉調査期間)

表 4 1 時間値による調査地点と大気汚染常時監視測定局との相関係数
※網掛け■は区域測定局

注意喚起地域区域	大気汚染常時監視測定局	山都	小国	多良木	八代市泉
県北地域	荒尾運動公園		0.762	0.444	0.649
	有明保健所	0.794	0.780	0.437	0.706
	山鹿健康センター	0.755	0.762	0.462	0.739
	菊池市役所	0.819	0.837	0.495	0.742
	阿蘇保健所	0.865	0.911	0.539	0.784
	大津町引水	0.841	0.839	0.496	0.786
県央地域	楡木	0.836	0.841	0.471	0.757
	京町	0.839	0.813	0.484	0.760
	古町	0.855	0.804	0.464	
	水道町自排局	0.835	0.815	0.483	0.750
	神水本町自排局	0.843	0.824	0.489	0.715
	天明	0.812	0.785	0.478	
	益城町役場	0.809	0.770	0.525	0.768
	宇土運動公園	0.815	0.760	0.513	0.702
	甲佐町岩下	0.840	0.815	0.480	0.839
県南地域	八代八千把	0.812	0.740	0.536	0.791
	八代自排局	0.763	0.703	0.542	0.801
	八代市役所	0.851	0.761	0.527	0.764
	小田浦公民館	0.836	0.696	0.499	0.798
	水俣保健所	0.843	0.736	0.548	0.783
	人吉保健所	0.792	0.778	0.724	0.777
天草地域	上天草合津	0.815	0.761	0.498	0.795
	苓北志岐	0.780	0.688	0.374	0.662
	五和手野	0.763	0.661	0.428	0.713
	天草保健所	0.801	0.708	0.454	0.742
	天草高浜	0.770	0.697	0.376	0.677

平成 26 年 1 月 18 日 (図 2) に、県央地域の楡木、水道町自排局及び益城町役場の 3 局で 1~6 時の 6 時間平均値が $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過したため、6 時 30 分に県央地域に注意喚起が行われた。この時は、前日 17 日昼過ぎから濃度が上昇し、18 日の昼過ぎまで高い濃度が維持されており、同日の 15 時 30 分に解除された。県内全域で濃度の上昇は確認されたが、特に県央地域で高い濃度が観測されており、広域的な汚染と地域内汚染の両方の影響が考えられた。

平成 27 年 1 月 17 日 (図 3) は、県南地域の八代八千把、八代自排局、小田浦公民館の 3 局で 1~6 時の 6 時間平均値が $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過したため、6 時 30 分に県南地域に注意喚起が行われた。また、この日は県内全域 (県北地域、県央地域及、県南地域、天草地域) で注意喚起が行われていた。この時は、16 日の夜遅くから 17 日の未明にかけて濃度が上昇した。17 日の明け方から濃度が低下し、17 日の 10 時 30 分までに全地域の注意喚起が解除された。県内全域で高い濃度が観測されており、越境移流による広域的な汚染の影響が示唆された。

4 調査地点と注意喚起地域との類似性の検証

$\text{PM}_{2.5}$ の 1 時間値は測定機器で差がある³⁾ため、単純に比較することはできないが、急激な濃度の増減も調査地点の特徴として評価するために、調査地点と測定局との 1 時間値による相関係数の比較を行った (表 4)。

調査地点と区域測定局との比較では、相関係数が山

都 : 古町 (0.855)、小国 : 阿蘇保健所 (0.911)、多良木 : 人吉保健所 (0.724)、八代市泉 : 八代自排局 (0.801) で最も大きかった。

山都は県央地域と高い相関があったが、他地域の測定局との相関も良く、全体的に相関係数が 0.755 以上の値であった。また、多良木は他の調査地点に比べ他地域との相関係数が低く、人吉保健所との相関係数のみ 0.724 で高かった。これは多良木と人吉保健所が人吉盆地の中にあり、他の測定局と隔たった地域にあることが影響していると考えられた。

全体的に区域測定局は他の注意喚起区域の測定局と比べて調査地点と良好な相関を示していた。しかし、山都及び八代市泉と最も相関係数が高かったのは山都 : 阿蘇保健所 (0.865)、八代市泉 : 甲佐町岩下 (0.839) であり、 $\text{PM}_{2.5}$ 区域以外の測定局と最も高い相関があった。

調査地点と区域測定局との 1 日平均値における関係を図 4 に示す。図 4 では X 軸に調査地点、Y 軸に区域測定局をとっており、図中の実線は調査地点の $\text{PM}_{2.5}$ 濃度を示している。また、破線で囲まれた領域は区域測定局から計算した 95 パーセント予測区間を示している。

図 4 より、直線は 4 地点の調査全てで区域測定局データプロット内にあり、調査地点と区間測定局は似た挙動を示していた。また、直線は 95 パーセント予測区間内を通過していた。5~7 時平均値及び 1~12 時平均値は 1 日平均値による結果とほぼ同様の結果が得られたが、1 日平均値より高濃度側にプロットがあり、ばらつきがあった。

1 日平均値の結果について詳しく見ると、小国町及び八代市泉調査は、区域測定局は 95 パーセント予測区間の幅が狭く、調査地点と高い相関が見られた。しかし、実線は 95 パーセント予測区間の中心よりも下側に位置しているため、区域測定局では調査地点の濃度レベルは低かったことが分かる。

山都町調査では区域測定局のばらつきが大きく、95 パーセント予測区間の幅が他の調査に比べて大きかった。特に高濃度側で実線が区域測定局のプロットより上側に位置していた。これは表 2 で見られた、山都の期間最大値は区域測定局で最も大きく、また、期間平均値は区域測定局と同程度であったことを表したものである。

多良木町調査の濃度レベルは他の調査期間に比べて濃度レベルは低く、区域測定局に多少ばらつきがあった。

各調査はばらつきや濃度レベルの違いが見られたものの、区域測定局と良い相関関係が見られ、注意喚起地域区分は適切に区別されていることが確認された。

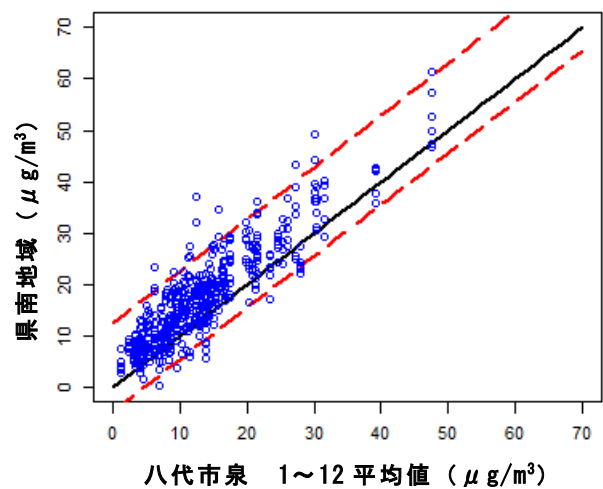
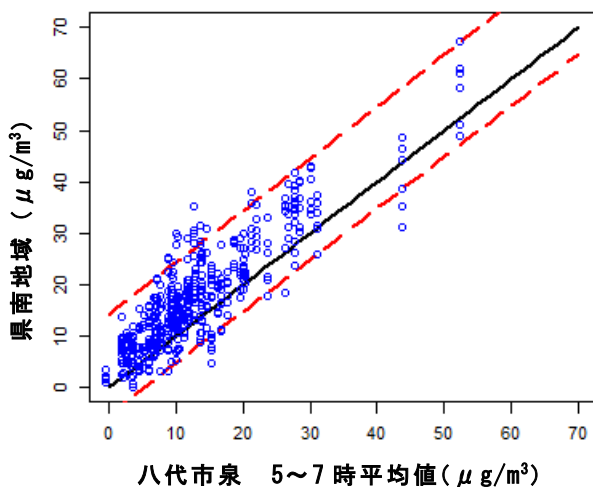
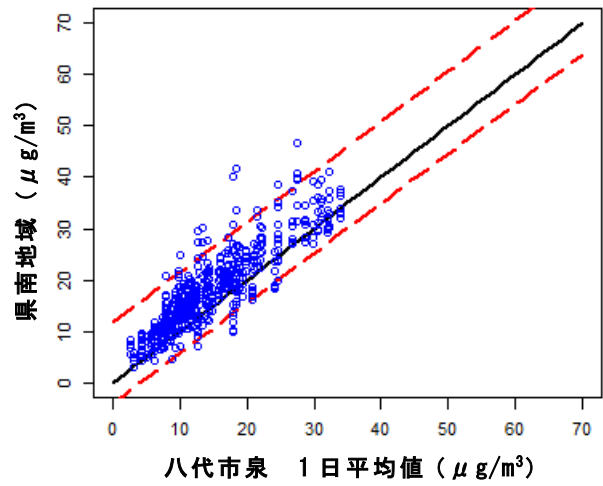
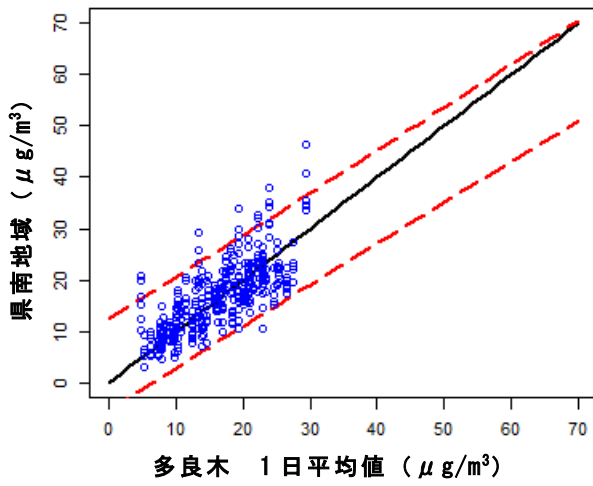
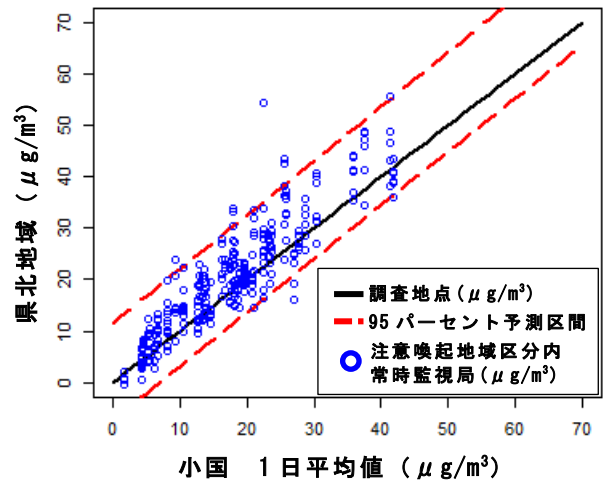
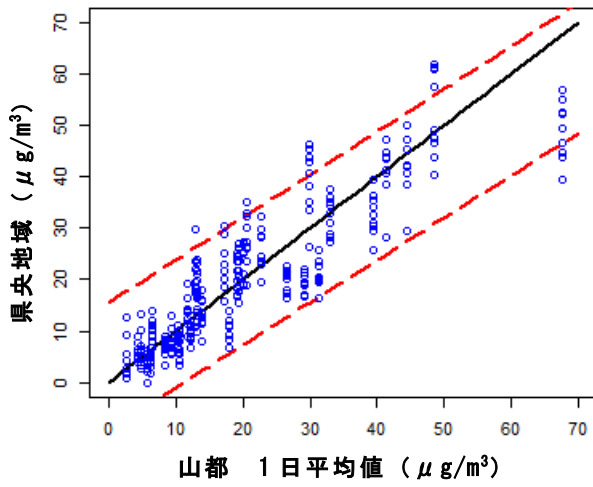


図4 調査地点と区域測定局との関係

※5~7時平均値及び1~12時平均値による結果は、代表として八代市泉の結果のみ示す。

上・中段：日平均値，下段左：5~7時平均値，下段右：1~12時平均値

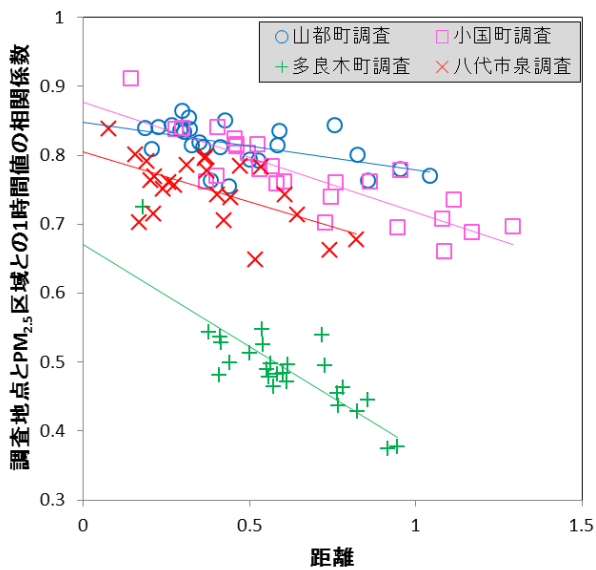


図5 地点間距離と1時間値相関係数との関係
※直線は、調査期間ごとの回帰直線を表す

5 調査期間における熊本県内のPM_{2.5}濃度レベル

これまでの解析で、調査地点はPM_{2.5}区域と高い類似性を示していたことが分かった。しかし、山都と阿蘇保健所及び八代市泉と甲佐町岩下は異なる注意喚起地域に区分けされているにも関わらず、最も高い相関を示していた(表4)。地図上では、山都と阿蘇保健所は熊本県の東側の山間部にあり周囲の環境が似ており、地点間の距離が比較的近い。また、八代市泉と甲佐町岩下は地点間の距離が最も近いところにあった。このことは、久恒らによる名古屋市の調査結果においても同様のことが報告されている⁸⁾。

調査地点と測定局とのPM_{2.5}1時間値の相関係数を、調査地点と測定局の距離についてプロットしたものを図5に示す。距離は地点の緯度・経度(度)をもとに、平面上の2地点を結ぶ長さとして計算しており、図中の直線は調査期間ごとの回帰直線を表している。

図5から、PM_{2.5}濃度の相関係数は距離と負の相関があり、距離が遠くなるほどPM_{2.5}濃度挙動の関係が低くなることが確認された。

調査期間ごとの特徴を見ると、山都町調査では回帰直線の傾きが小さく、県内全域で濃度挙動に差があまりなかったことが分かる。

小国町調査では、距離が最も近い阿蘇保健所が回帰直線より上側にプロットされており、それ以外の測定局と差が見られた。これは阿蘇山周辺にある小国及び阿蘇保健所が他の測定局と隔たった地域にあることが影響していると考えられた。

多良木町調査では、距離が最も近い人吉保健所の相関係数が回帰直線より大きく上方にプロットされて

おり、それ以外の測定局の相関係数と差が見られた。また、他の調査期間に比べて回帰直線の傾きが大きかった。このことは先述した人吉市、多良木町周辺が人吉盆地の中にあり、他の測定局と異なる地域にあることによると考えられる。

八代市泉調査では地理的に県の中心付近での測定となったため、調査地点からの距離が他の調査期間より短く、ばらつきが大きかった。

これらのことから、距離に応じた相関関係は熊本県内でも成り立っているが、地域内汚染の影響が強く表れていると考えられた。

各調査期間における調査地点及び測定局の期間平均値($\mu\text{g}/\text{m}^3$)を地図上にプロットしたものを図6に示す。

各調査期間において、県央地域の熊本市付近を中心に期間平均値は高い値を示していた。また、県北地域の西側及び八代市の一部でもやや高い値を示していた。一方で、県北地域の東部、県南地域及び天草地域はやや低い値を示していた。このことは各調査の濃度レベルの大小に関係なく、ほぼ同じ傾向を示していた。このため、図6のPM_{2.5}濃度分布は県内の地域内汚染の影響を示していると考えられる。

熊本市、益城町及び八代市に隣接する宇土運動公園、甲佐町岩下及び大津町引水では、やや低い値を示しており、都市部との濃度差が大きかった。このため、地域内汚染の影響は狭い範囲にのみ現れると推測された。

まとめ

平成26年1月～平成27年3月にかけて山都町、小国町、多良木町及び八代市泉において測定車によるPM_{2.5}濃度調査を行い、PM_{2.5}区域との大気汚染の状況、相関及び濃度レベルを検証し、次のことが分かった。

- ・環境基準の評価に準じた、期間最大値、期間平均値及び高濃度日数について区域測定局と近い値を示していた。
- ・調査地点と区域測定局との1日平均値、5~7時平均値及び1~12時平均値は類似性が高いことが分かった。
- ・熊本県の注意喚起地域区分は、適切に区分けされていた。
- ・測定局間の1時間値相関係数と距離との関係には負の相関が見られた。また、地域内汚染の影響が強く見られた。
- ・期間平均値は図6において地域内汚染の影響を表しており、都市部とそれ以外の地域で濃度に差が見られた。

文献

- 1) 環境省：注意喚起のための暫定的な指針の判断方法の改善について（第2次）。
- 2) 環境省：微小粒子状物質に係る環境基準について（平成21年9月9日告示）。
- 3) 板野泰之，日置正，菅田誠治，大原利真：大気環境学会誌，50（2），123-129（2015）。
- 4) SPRINTARS 開発チーム：SPRINTERS アーカイブ (<http://sprintars.riam.kyushu-u.ac.jp/archivej.html>) 。
- 5) 山神真紀子，鈴木秀夫，長谷川就一，中島寛則，平生進吾，若松伸司：大気環境学会誌，43（5），273-283（2008）。
- 6) 岸浩稔，竹内渉，沢田治雄：生産研究，63（4），437-441（2011）。
- 7) 荒木真，岩崎香季，嶋寺光，山本浩平，近藤明：大気環境学会誌，50（1），35-43（2015）。
- 8) 久恒邦裕，山神真紀子：大気環境学会誌，50（2），107-116（2015）。

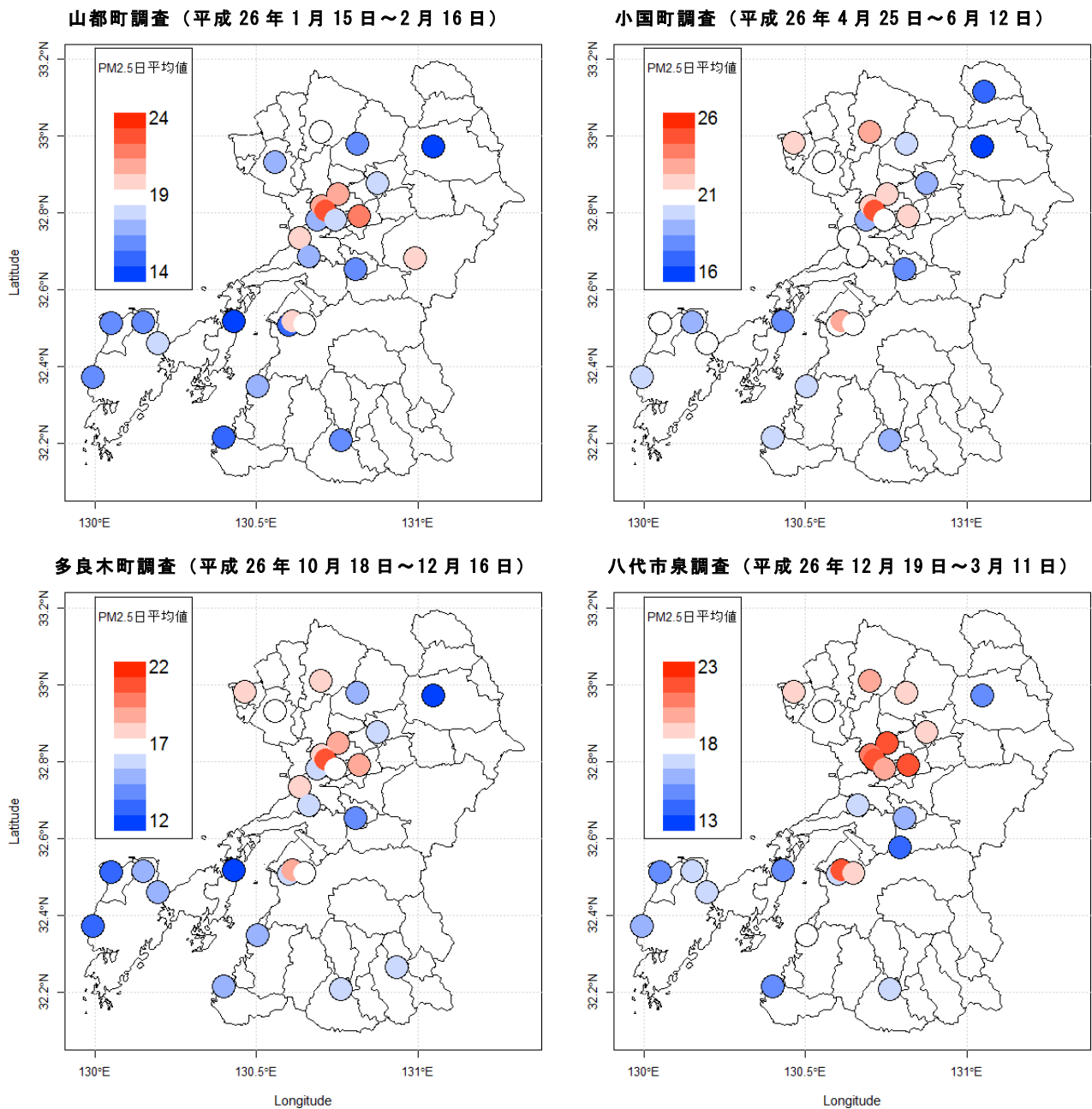


図6 常時監視測定局と調査地点のPM_{2.5}期間平均値（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）