

## 4) 大気環境測定車による熊本県内の大気環境調査

### -PM<sub>2.5</sub>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<sub>2.5</sub>）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<sub>2.5</sub>）について関心が高まっており、全国的にPM<sub>2.5</sub>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<sub>2.5</sub>の監視が行われている。熊本県では、平成24年度からPM<sub>2.5</sub>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<sub>2.5</sub>の監視が行われている。また、環境省による、PM<sub>2.5</sub>の注意喚起のための暫定的な指針の設定<sup>1)</sup>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<sub>2.5</sub>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<sub>2.5</sub>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<sub>2.5</sub>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

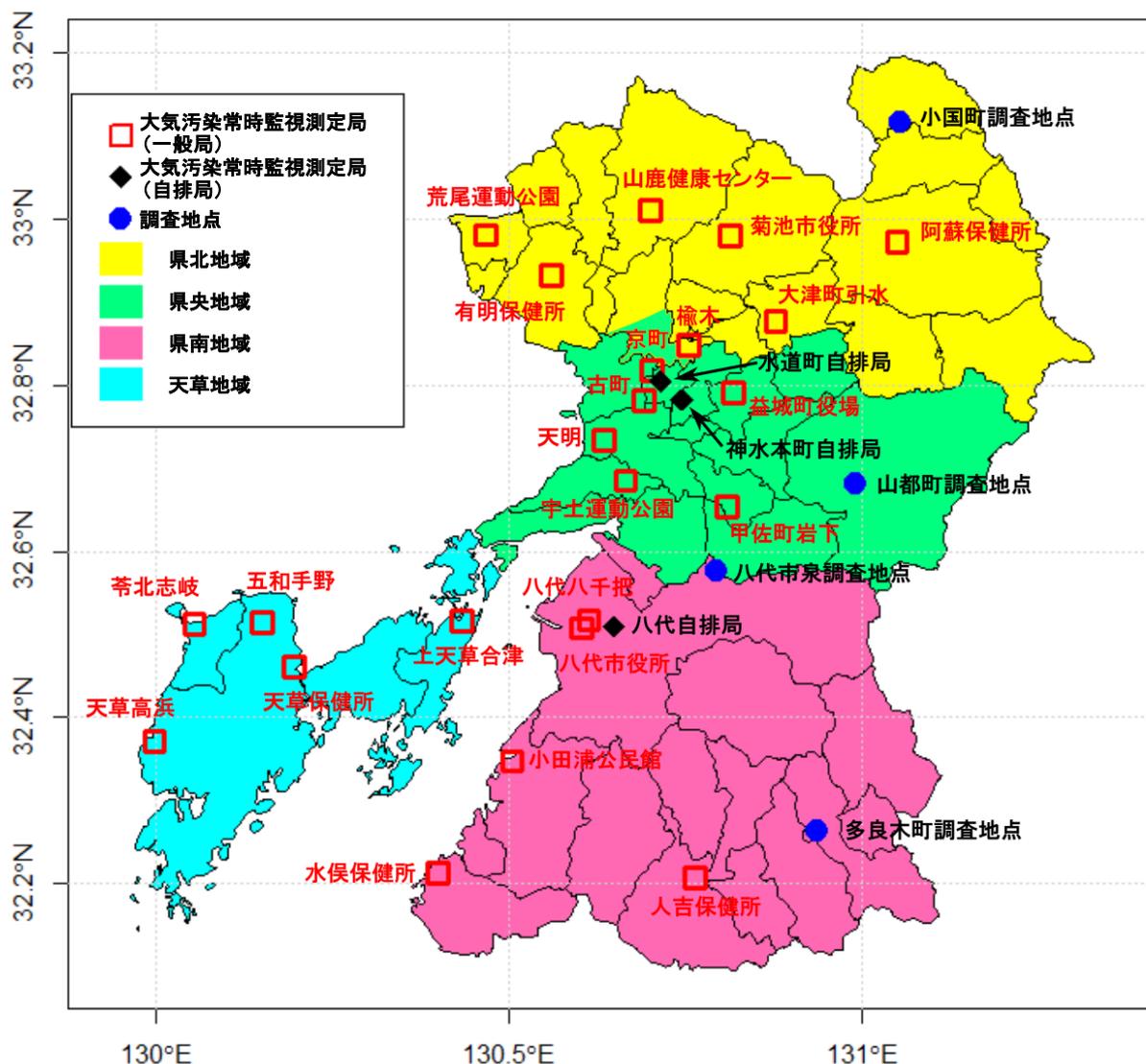


図1 PM<sub>2.5</sub>注意喚起地域区分（～平成27年2月）

※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<sub>2.5</sub>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<sub>2.5</sub>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<sub>2.5</sub>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<sup>2)</sup>。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<sup>1)</sup>。

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<sub>2.5</sub> 区域）の常時監視局（以下、区域測定局）における 35 μg/m<sup>3</sup> 超過日（以下、高濃度日）の日数を求めた。

熊本県では PM<sub>2.5</sub> の濃度が、5 時～7 時の 3 時間平均値で 85 μg/m<sup>3</sup>、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/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> )	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 <sup>3</sup> )	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 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> )	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 <sup>3</sup> )	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 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> )	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 <sup>3</sup> )	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 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> )	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 <sup>3</sup> )	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 <sup>3</sup> 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			

表3 1日平均値が35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した日の1日平均値 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
網掛け■は1日平均値が35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 超過日

調査期間	泉北地域										泉南地域										天草地域														
	荒瀬運動公園	若明健康所	山鹿健康所	山鹿健康所センター	新井市役所	大津町健康所	大津町引水	小国	新井	吉野	水瀬町健康所	神水本町健康所	天明	岩崎町役場	宇土運動公園	甲斐町岩下	山形	八代八千代	八代自衛隊	八代市役所	小田運動公園	水瀬健康所	人妻健康所	多良木	八代市	上野台	津北	五和	平野	平野					
山都町調査 (黒北地域)	17日	375	380	351	302	408	437	336	263	298	373	316	299	278	228	263	287	280	297	263	263	287	280	297	263	347	312	344	360	319					
	18日	456	499	495	411	508	617	575	489	613	467	475	608	438	403	484	421	436	414	397	353	365	319	308	254	308	315	318	308						
	30日	335	311	285	310	343	364	326	395	296	304	354	310	256	394	318	310	308	293	299	222	319	408	373	412	443	300	368	333	384	375				
平成26年2月	1日	383	389	329	263	323	433	439	407	471	384	412	448	386	282	414	446	419	391	424	426	327	300	368	333	384	375	335	531	435	435	504			
	3日	402	417	428	483	492	522	526	493	567	446	447	550	465	393	676	460	470	437	486	477	417	293	272	258	296	258	298	278						
	22日	357	373	364	325	276	328	258	367	374	360	430	357	348	371	372	307	388	351	367	356	368	324	305	364	328	370	356							
平成26年5月	23日	270	279	238	203	172	163	306	302	288	347	308	288	330	319	257	340	299	334	359	318	278	273	321	277	312	295								
	27日	339	333	305	278	175	227	180	347	367	323	420	310	281	294	216	365	335	311	350	341	247	325	412	402	430	475								
	28日	388	408	401	323	270	313	303	365	408	317	431	355	317	332	326	286	379	350	313	370	321	308	409	370	393	501	416							
小国町調査 (黒北地域)	29日	413	439	437	410	355	370	359	457	445	397	491	430	408	455	412	364	480	465	468	435	428	350	369	505	377	485	506							
	30日	406	410	434	386	360	392	418	455	403	394	465	433	388	430	425	353	460	388	462	441	454	375	366	433	346	428	446							
	31日	484	470	486	460	344	412	375	502	480	444	528	482	422	471	458	413	466	413	448	458	436	457	412	442	390	448	447							
平成26年6月	1日	466	554	557	489	382	430	414	495	473	429	518	460	401	510	456	413	449	400	428	408	363	448	257	208	254	205	231	172	260	207	210	197		
	2日	339	339	544	288	180	246	225	315	323	369	302	256	329	275	200	294	283	297	267	257	221	220	216	235	265	185								
	8日	363	383	425	435	238	306	256	384	353	275	361	309	245	378	392	287	484	345	406	335	365	337	294	236	225	253	266	237						
平成26年10月	18日	348	308	313	242	182	256	314	190	286	343	323	339	339	345	263	464	345	406	335	365	337	294	236	225	253	266	237							
	20日	361	347	365	243	172	233	224	198	253	295	277	265	287	293	249	195	192	185	172	183	185	168	132	145	238	169	135							
	30日	416	375	335	265	203	256	340	326	321	373	344	341	351	317	286	340	298	286	252	270	227	193	236	267	272	297	253							
平成26年11月	31日	425	392	346	247	138	290	356	331	327	398	334	338	289	309	165	291	234	259	201	188	195	133	210	259	313	160								
	6日	484	418	385	461	237	321	474	414	411	477	426	414	488	362	330	378	351	342	311	284	308	239	255	274	318	328	243							
	24日	301	272	292	294	200	289	392	347	268	383	293	293	330	240	211	296	275	226	199	198	244	244	128	173	174	195	207	155						
平成26年12月	28日	321	276	297	319	213	274	347	321	272	361	281	318	326	268	219	284	253	231	213	188	193	171	186	150	208	205	160							
	29日	303	292	314	283	235	302	362	340	286	365	300	331	303	294	233	268	242	238	243	215	237	187	223	220	255	243	226							
	30日	399	357	393	371	322	387	495	417	379	474	400	430	427	392	320	409	373	331	357	306	302	323	303	303	377	321	330	357						
平成27年1月	31日	300	280	369	297	272	273	342	351	312	402	314	338	353	277	245	306	268	223	253	240	282	220	251	223	248	253	268							
	10日	344	315	337	351	358	405	381	374	345	428	338	374	397	330	323	345	316	307	314	284	274	286	306	318	319	321	325							
	11日	299	320	348	373	262	337	410	370	330	424	317	337	403	272	293	335	321	298	293	301	318	321	298	243	272	302	264							
平成27年2月	14日	360	287	263	222	142	148	280	296	241	338	278	325	290	244	242	301	275	245	210	113	189	135	182	152	192	193	98							
	17日	294	290	336	345	275	333	375	350	320	391	279	320	388	283	315	362	333	297	385	298	310	306	288	253	314	318	304							
	19日	330	308	285	275	282	302	344	336	304	379	308	337	338	262	251	351	308	280	341	289	270	246	321	291	329	333	315							
平成27年2月	20日	373	342	380	350	320	349	435	383	376	460	385	390	439	340	300	392	356	309	284	270	353	299	261	210	220	241	210							
	21日	525	390	370	429	269	302	461	419	391	478	424	465	492	380	335	466	407	394	346	314	397	275	291	280	289	316	265							
	27日	285	240	218	248	215	285	283	296	272	358	291	294	295	266	212	303	303	281	272	282	256	223	239	275	272	290	301							
平成27年2月	5日	355	334	343	400	333	404	397	396	354	437	327	360	436	381	381	372	365	328	376	323	340	339	349	348	328	355	350	329						
	16日	436	381	344	343	253	245	382	339	344	405	354	368	300	222	324	324	269	262	225	236	337	215	222	244	242	262	223							
	17日	295	291	286	285	234	303	371	300	270	334	278	313	281	280	271	374	315	281	305	273	271	268	294	300	303	309	319							
平成27年2月	18日	370	353	351	348	302	344	371	373	373	409	308	379	320	320	320	396	357	323	351	337	318	310	335	344	359	371	335							
	23日	250	232	224	222	190	258	313	306	300	360	300	296	250	223	286	387	290	238	259	237	198	247	222	298	265	255	325							
	24日	248	255	240	248	170	226	275	261	350	275	350	283	246	158	283	246	336	221	250	203	189	185	196	250	238	288	289							
25日	252	259	242	208	134	200	321	292	353	329	353	329	305	248	205	403	310	272	260	203	184	179	190	200	207	225	183								

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<sub>2.5</sub> 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 μg/m<sup>3</sup> を超過 (以下、35 μg/m<sup>3</sup> 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 μg/m<sup>3</sup>、小国：17.7 μg/m<sup>3</sup>、多良木：16.2 μg/m<sup>3</sup>、八代市泉：14.9 μg/m<sup>3</sup> 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 μg/m<sup>3</sup> 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<sub>2.5</sub> 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 μg/m<sup>3</sup> 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 μg/m<sup>3</sup> 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 SPRINTARS<sup>4)</sup> の数値シミュレーション結果を確認したところ、PM<sub>2.5</sub> に加え硫酸塩及び SO<sub>2</sub> ガスの移流が予測されていた。通常、PM<sub>2.5</sub> 濃度は自動車排ガス等の影響を強く受け<sup>5)、6)</sup>、都市部で高濃度になりやすいが<sup>7)</sup>、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 μg/m<sup>3</sup> 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 μg/m<sup>3</sup> 超過があった日は、SPRINTARS の予測結果で PM<sub>2.5</sub>、硫酸塩及び SO<sub>2</sub> 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 μg/m<sup>3</sup> 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<sub>2.5</sub> 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。

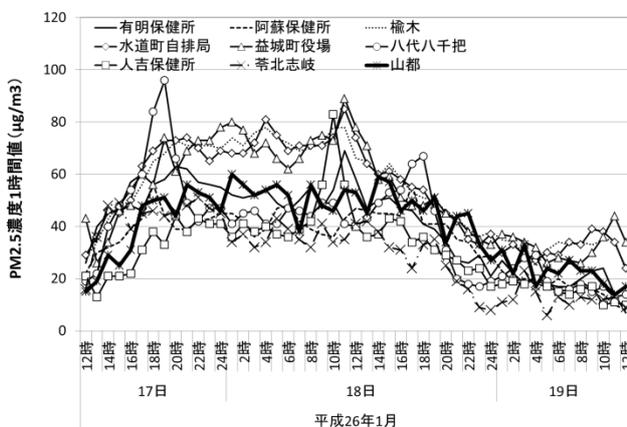


図 2 平成 26 年 1 月 17 日～19 日  
期間の PM<sub>2.5</sub> 1 時間値時系列図  
(山都町調査期間)

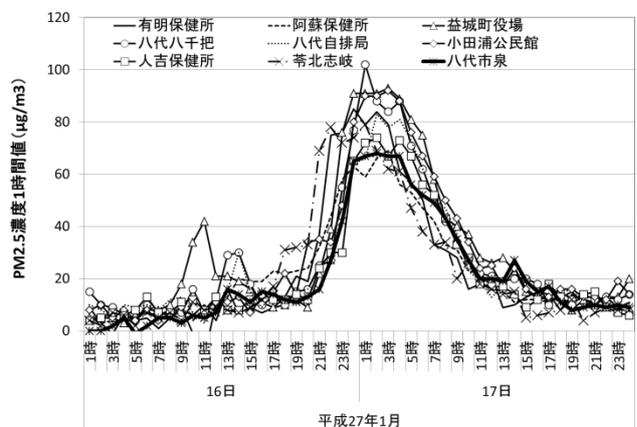


図 3 平成 27 年 1 月 16 日～17 日  
期間の PM<sub>2.5</sub> 1 時間値時系列図  
(八代市泉調査期間)

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<sup>3)</sup>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地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。

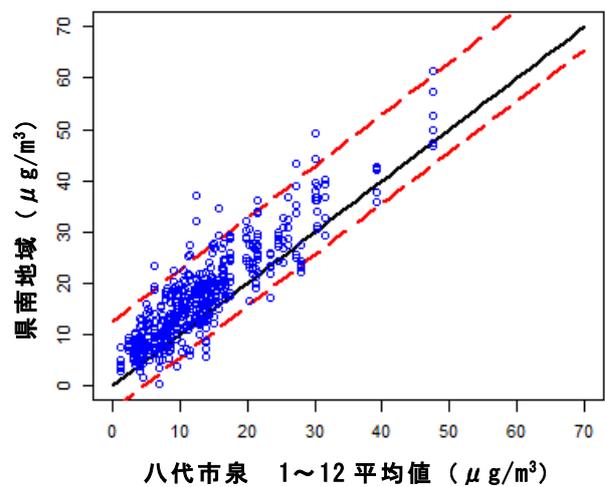
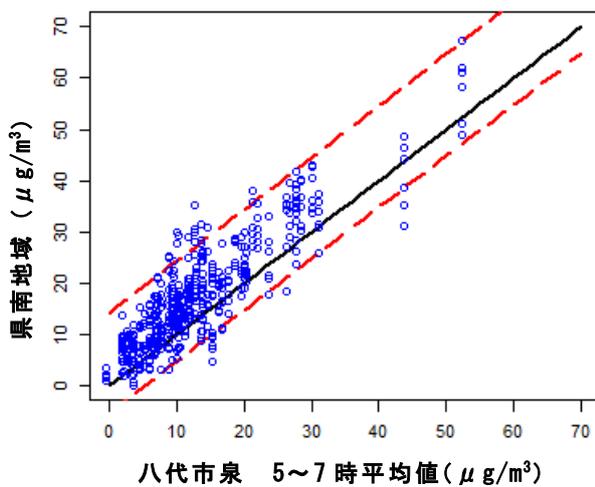
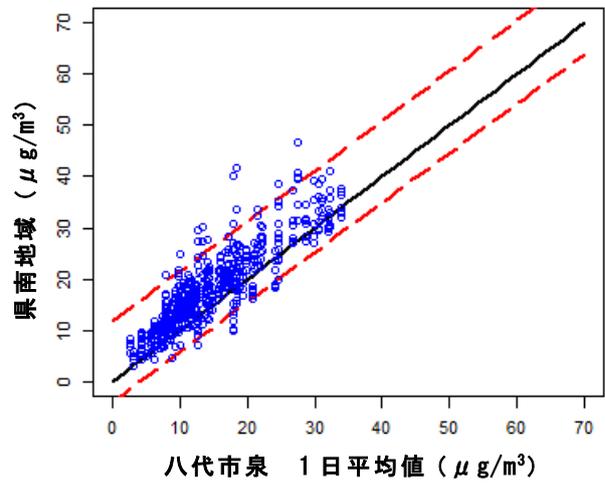
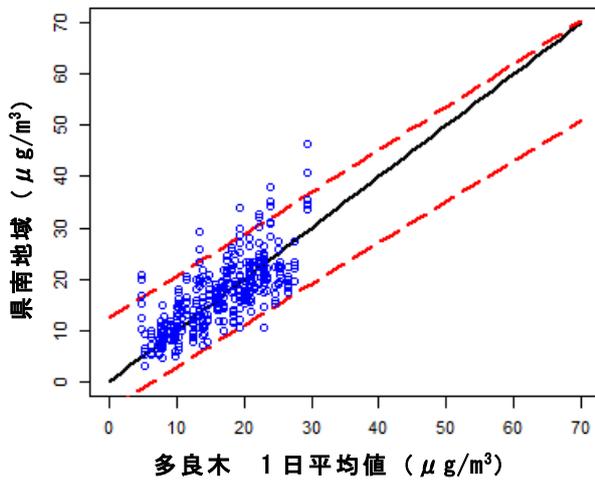
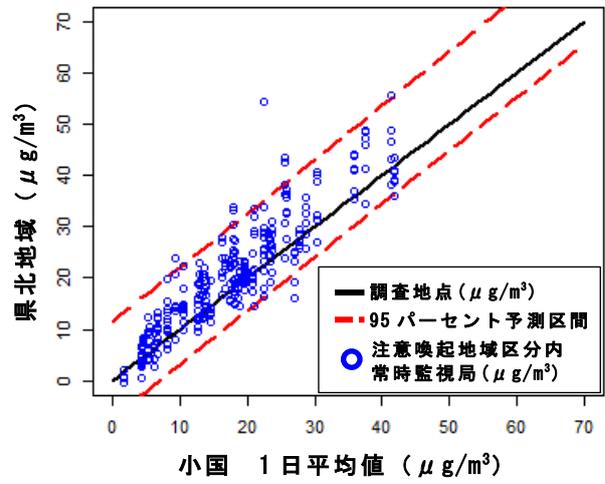
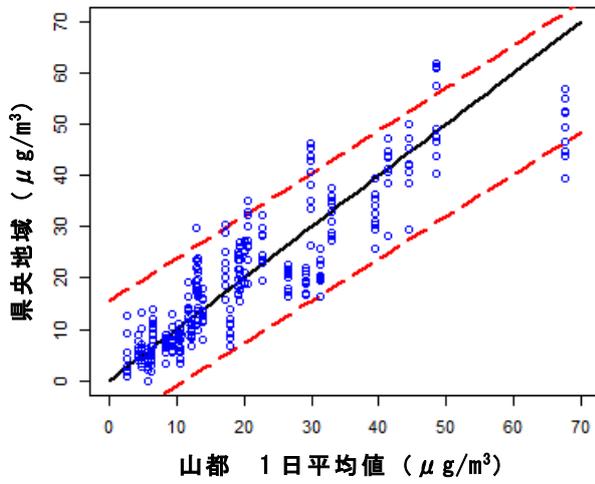


図4 調査地点と区域測定局との関係

※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

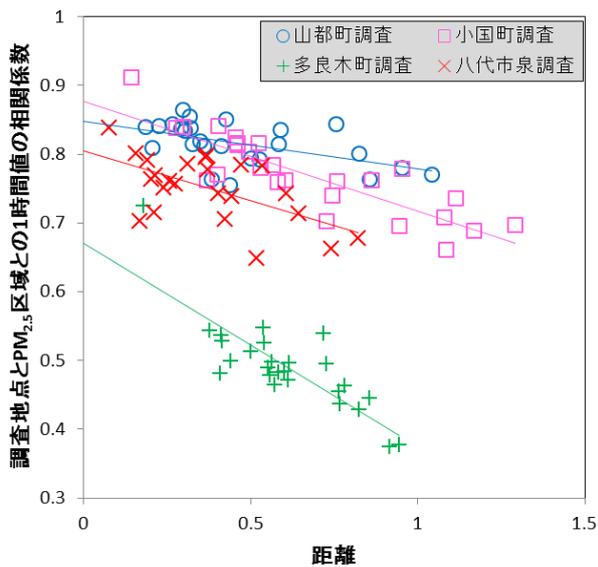


図5 地点間距離と1時間値相関係数との関係  
※直線は、調査期間ごとの回帰直線を表す

## 5 調査期間における熊本県内のPM<sub>2.5</sub>濃度レベル

これまでの解析で、調査地点はPM<sub>2.5</sub>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<sup>8)</sup>。

調査地点と測定局とのPM<sub>2.5</sub>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<sub>2.5</sub>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<sub>2.5</sub>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<sub>2.5</sub>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<sub>2.5</sub>濃度調査を行い、PM<sub>2.5</sub>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）。

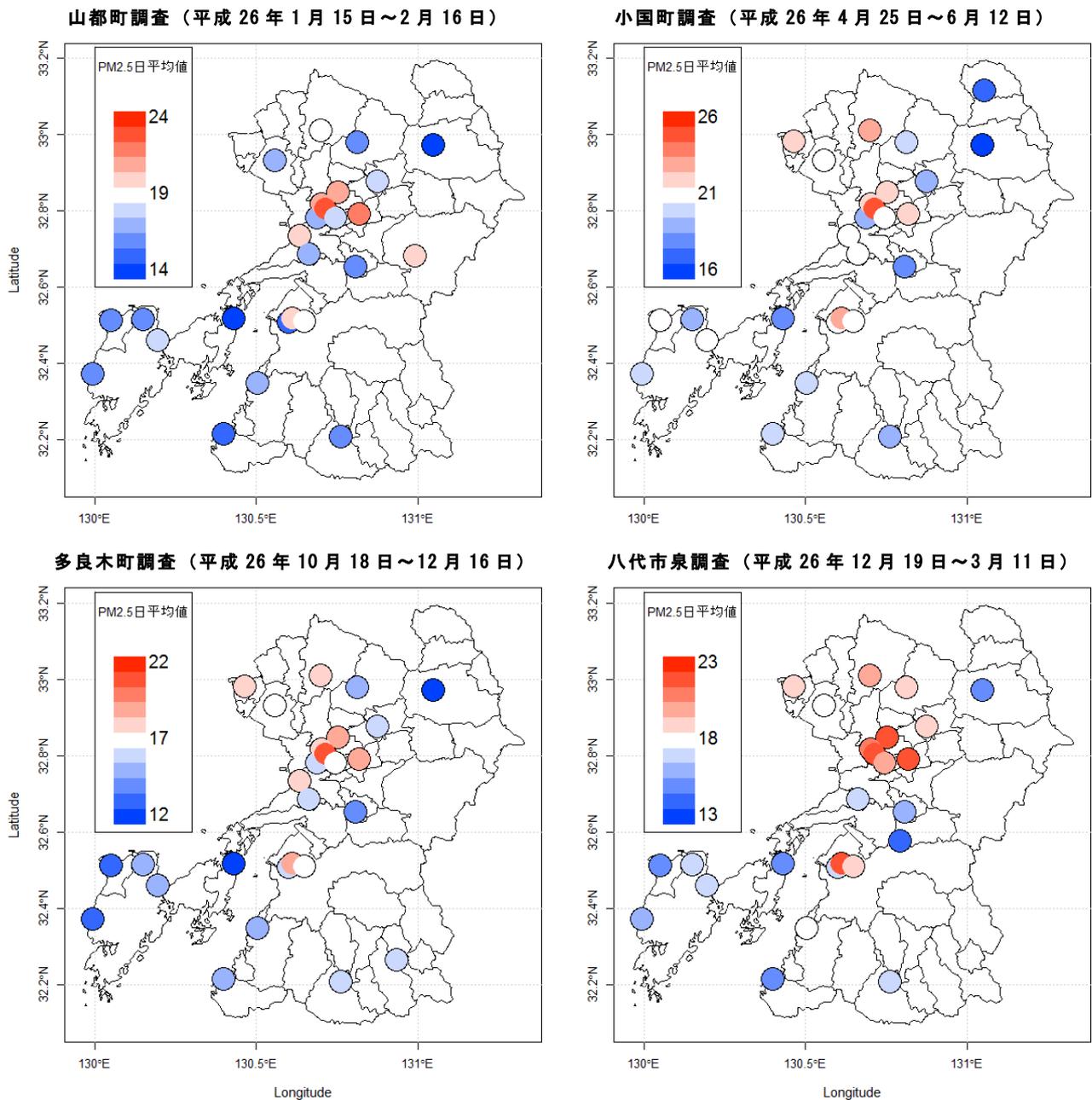


図6 常時監視測定局と調査地点のPM<sub>2.5</sub>期間平均値 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )