

1. 高知県における広域大気汚染に対応した大気常時監視測定局の配置の検討について

山下 浩

1. はじめに

高知県内は大気汚染防止法に基づき、県内9ヶ所で大気汚染の常時監視を行っている。これまでは、地域的な大気汚染の発生源も考慮して測定局を設置したことから、測定局は高知市（高知市が設置）、南国市、いの町、須崎市に設置され、県中央部に偏った配置となっている。また、測定項目も測定局を設置した地域の事情に応じて設定するなど、必要最小限の測定項目のみの測定局が多くなっている。

現在の測定局の状態では、移動測定車による測定を行っていても、県全域の大気汚染状態を把握するのは難しく、近年の広域大気汚染に十分対応できない監視体制となっている。今後ますます広域大気汚染は問題化すると見られることから、監視体制のあり方について広域大気汚染の観点から再検討を行った。

2. 現状の測定局

高知県内の測定局の測定項目等を表1、配置図を図1に示す。

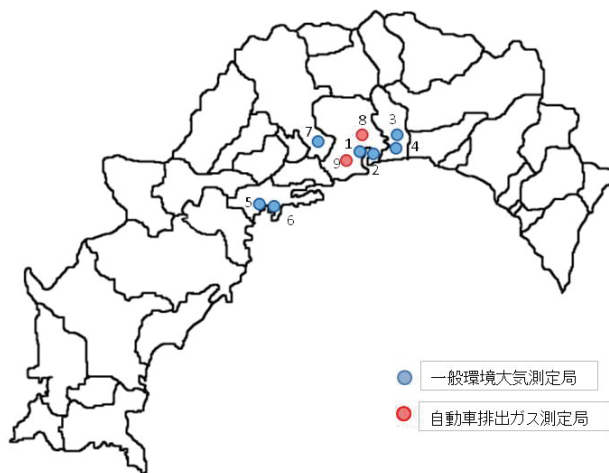


図1 測定局配置図

表1 測定局及び測定項目一覧表

(平成25年4月1日現在)

区分	市町村	番号	測定局名	測定項目							調査機関		
				二酸化硫黄	二酸化窒素	一酸化炭素	光化学オキシダント	浮遊粒子状物質	微小粒子状物質	風光・風速		日射・放射収支量	
一般環境大気測定局	高知市	1	南新田町	○	○		○	○		○		高知市	
		2	介良	○	○		○	○	○	○			
	南国市	3	南国大篠				○				○	高知県	
		4	稲生					○					
	須崎市	5	須崎高等学校	○				○	○	○			
		6	押岡公園	○	○								
	いの町	7	伊野合同庁舎	○				○	○	○			
自動車排出ガス測定局	高知市	8	はりまや町			○							高知市
		9	東城山町		○			○					

3. 設置基準からみた測定局のあり方

大気汚染防止法第22条に基づく大気汚染常時監視事務処理基準により、各都道府県における人口、面積、達成状況等を基に測定項目毎の望ましい測定局数の水準の算定方法が規定されている。これにより算定された高知県における測定局数及び測定項目を表2に示す。

これによると、微小粒子状物質（以下、「PM2.5」）及び光化学オキシダント（以下、「Ox」）を中心に測定局が不足している状況と言える。

4. PM2.5濃度の地域差からみた測定局のあり方

高知県は広域大気汚染の影響が相対的に大きく、また既存測定局が図1のとおり県中央部に偏在していることから、本稿では県域全体における広域汚染監視体制のあり方を中心に検討した。また、広域汚染としてはOxとPM2.5が現状の主要課題であるが、特にPM2.5はその形態からOxよりも地域影響等を受けやすく県内でも地域毎に濃度実態が異なる可能性が考えられる。

PM2.5については、平成21年9月9日に環境基準が告示され、県内では、伊野合同庁舎局（以下、「伊野局」）が平成22年度、介良局が平成24年度、須崎高等学校局（以下、「須崎局」）が平成24年度途中から測定を行っている。

そのため、伊野局と介良局の既存データを基に、PM2.5濃度の地域差の実態を検証した。

4.1 PM2.5濃度の通年的な地域差

PM2.5は、周辺の事業活動や自動車排ガス等に

よる地域汚染に、大陸や他地域からの広域汚染が加わった複合現象である。本県は都市圏に比べ広域影響が大きいと想定されるが、県内でも地域毎に発生源の状況が異なるうえ、広域影響に関しても気象条件や地理条件等により地域差が生じる。このことについて、伊野局と介良局の平成24年度の通年測定結果を基に、PM2.5濃度の地域差の実態を検証する。

両局は県中央部で20km程度離れた位置関係にあるが、PM2.5濃度に差があり、1時間値が年平均基準に相当する $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の濃度差を生じたのは延べ395時間に及んだ。また、介良局が日平均基準相当の $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ を示した時点の伊野局では図2のとおり $10\sim 50\mu\text{g}/\text{m}^3$ の測定結果を示しており、両局には気象条件や地形的影響による濃度差が存在する。

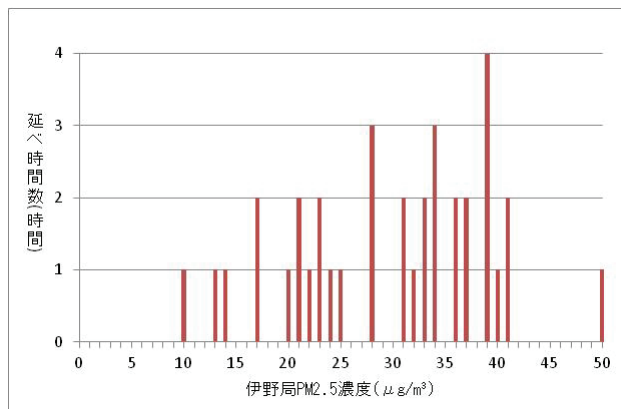


図2 介良局PM2.5濃度 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 時の伊野局PM2.5濃度毎の延べ時間数

表2 測定局及び測定項目の基準数

	算定局数			既存局数			局の過不足数		
	県全体	県	高知市	県全体	県	高知市	県全体	県	高知市
二酸化硫黄	5	3	2	5	3	2	0	0	0
浮遊粒子状物質	5	3	2	6	3	3	1	0	1
微小粒子状物質	10	5	5	3	2	1	▲7	▲3	▲4
光化学オキシダント	10	5	5	3	1	2	▲7	▲4	▲3
二酸化窒素	5	3	2	4	1	3	▲1	▲2	1
一酸化炭素	1	0	1	1	0	1	0	0	0
非メタン炭化水素	1	0	1	0	0	0	▲1	0	▲1
計	37	19	18	22	10	12	▲15	▲9	▲6

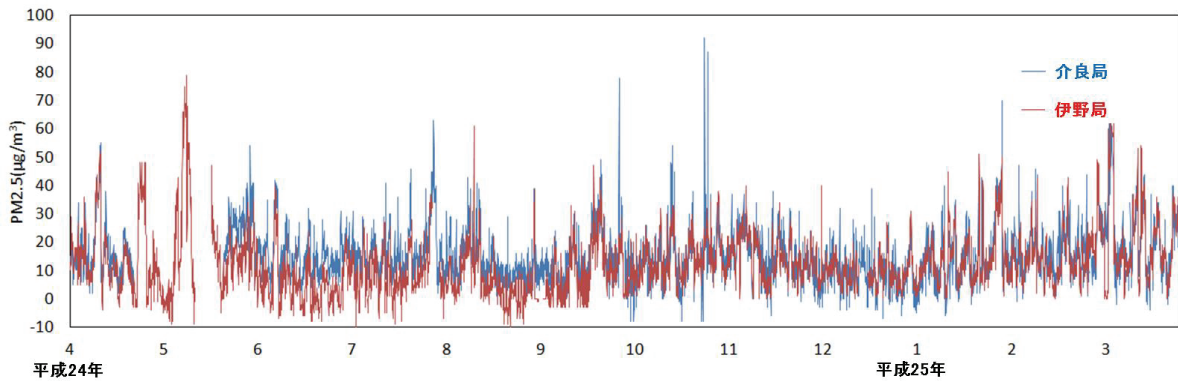


図3 伊野局及び介良局の平成24年度のPM2.5濃度

さらに、両局の濃度の相関性は図4のとおり高濃度になるほど低下し、決定係数は $R^2=0.497^{**}$ （全測定結果：危険率1%で有意）→ 0.300^{**} （両局平均値 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上：危険率1%で有意）→ 0.031 （両局平均値 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上：有意でない）と低下している。

このような差異が県中央部の2局間でも確認されることから、東西170km・南北120kmの距離をもち地形的にも変化のある本県全体では、高濃度時を中心にPM2.5濃度に大きな地域差が存在する可能性が推定される。

4.2 PM2.5の高濃度時の地域差

広域汚染によるPM2.5の高濃度現象には、大陸

や都市圏からの気流方向や速度により様々なパターンが見られる。

平成25年3月9日の高濃度事例では、伊野局の日平均値は $58.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、1時間濃度は注意報発令レベル（ $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を5時間超過したが、介良局は日平均値 $48.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最高値 $61\mu\text{g}/\text{m}^3$ にとどまった。当時の下層大気は、図6-2のとおり上海方面から動きの遅い気団が流入していたと推定されるが、このような安定した気象時の広域汚染でも県中央部の2局に差が見られることは、地域毎の地形要因等もPM2.5測定値に一定影響していることが考えられる。

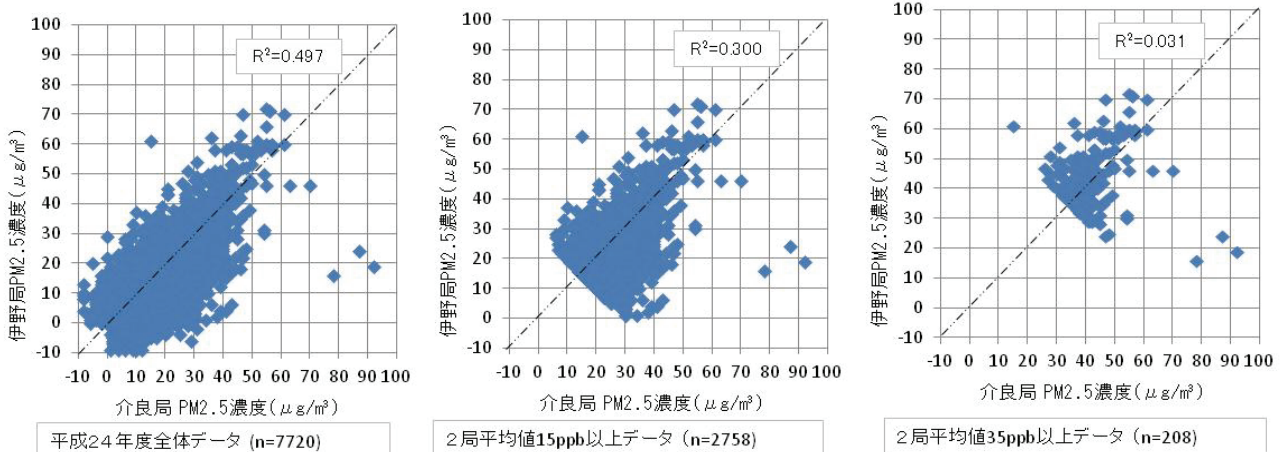


図4 伊野局及び介良局の平成24年度のPM2.5濃度分布

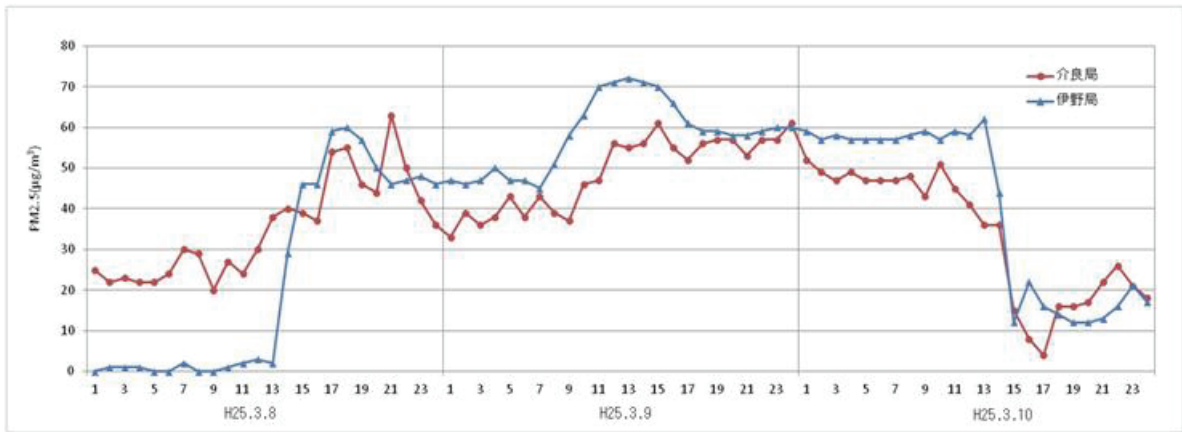


図5 平成25年3月8日～10日の伊野局及び介良局のPM2.5濃度

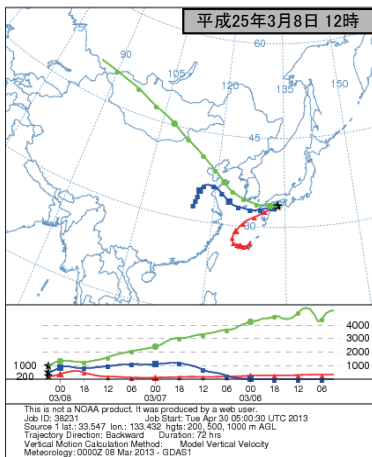


図6-1 後方流跡線

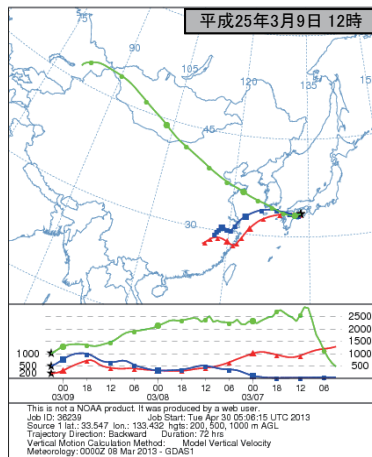


図6-2 後方流跡線

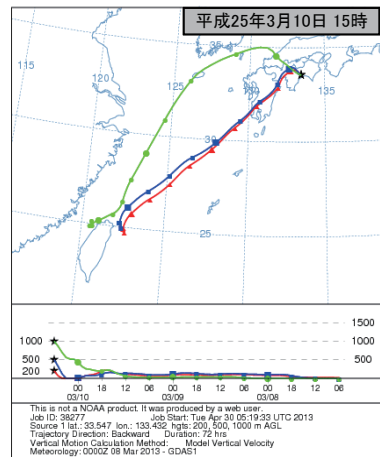


図6-3 後方流跡線

4.3 PM2.5の濃度変化時刻の地域差

広域汚染による高濃度現象は、大陸影響が西方方向から及んでくる場合が多いが、気圧配置等により東や南回りの気流方向時にも高濃度ピークの発生が見られる。

平成25年1月30日～2月1日の高濃度事例では、図8-2のとおり北京方面からの影響を受けた後、

次第に気流の動きが変化し、2月1日の濃度ピーク時は南回りの気流が流入している。特に2月1日15時頃からの濃度ピークとそれに続く濃度低下の推移は介良局が先行する形で変化している。

このように、気象条件によっては東部方面から高濃度ピークが発生することも想定する必要がある。

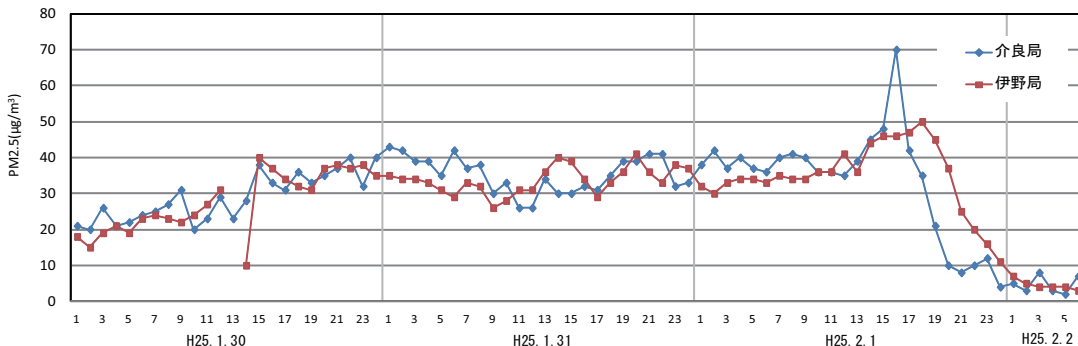


図7 平成25年1月30日～2月2日の伊野局及び介良局のPM2.5濃度

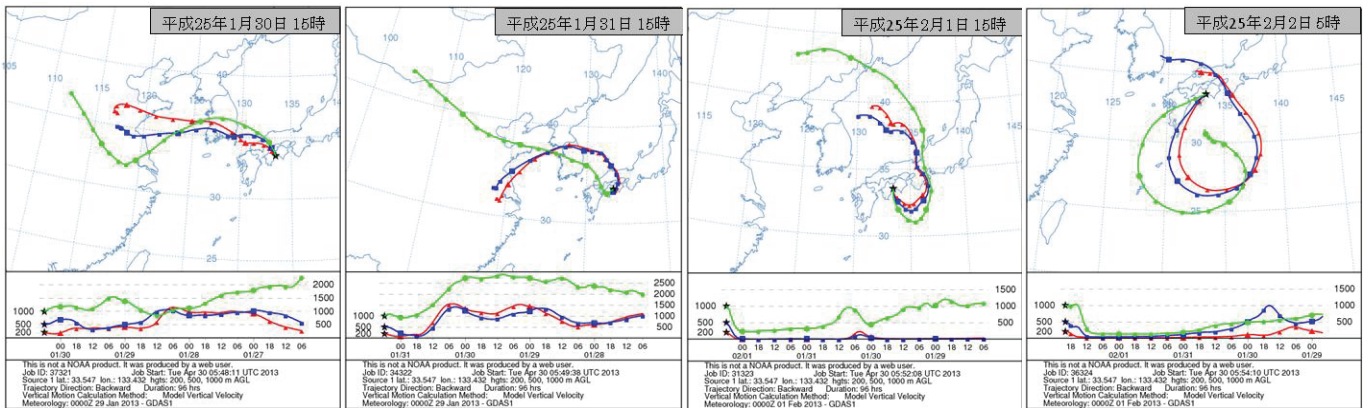


図 8-1 後方流跡線

図 8-2 後方流跡線

図 8-3 後方流跡線

図 8-4 後方流跡線

5. PM2.5注意喚起指針の運用

平成25年1月以降、PM2.5濃度が国民から注目されるようになり、高濃度になるおそれがある場合に情報提供を求められるようになったことから、環境省は平成25年2月に注意喚起のための暫定的な指針を示した。

この指針では、早朝3時間の1時間値の平均値を基に午前中の早目の時間帯で注意喚起の必要性を判断し、住民に情報提供することとされている。ここでは、県内各地の濃度実態を迅速に把握し、適切な判断ができる監視体制について検討する。

5.1 高濃度現象の移動速度

広域影響による高濃度現象は、高気圧下で気団が緩やかに移動する場合に強まる傾向があり、既存データによると表3のとおり高濃度の気団の移動速度としては10~25km/h程度の事例が見られる。この速度で県西部から濃度上昇した場合、約80km離れた須崎局で濃度上昇を把握できるのは約3~

8時間後であり、注意喚起のタイミングを逸することになる。

注意喚起を適正に実施するための監視体制としては、環境省指針の3時間平均値による判断方法を踏まえ、県内各地の濃度上昇の実態を少なくとも2時間以内には把握する必要がある。このための測定局の配置は、高濃度気団の移動速度が10~25km/h程度とすると、20~50km間隔を目安に設置する必要がある。

5.2 PM2.5注意喚起指針の運用を基にした配置案

高濃度現象の移動速度からすると、注意喚起のための監視体制を確保するための測定局間隔は20~50km程度が目安と考えられた。このため、測定局間隔を30kmとして既存局を含めた配置案で検討すると、図9が必要最小数での配置案と考えられる。この配置案にすると、2~3時間以内で県域全体での濃度上昇を概ね把握できると考えられる。

表 3 高濃度現象の移動速度¹⁾

測定場所	概算距離 (km)	高濃度現象の概要	現象の時間差 (hr)	移動速度 (km/h)
伊野局~介良局	20	50~70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (H25.3.8~10)	2	10
福江島(長崎県)~福岡市*	190	60~90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (H21.4.5~10)	8~12	16~24
济州島(韓国)~福江島*	260	50~140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (H21.4.5~10)	10~12	22~26

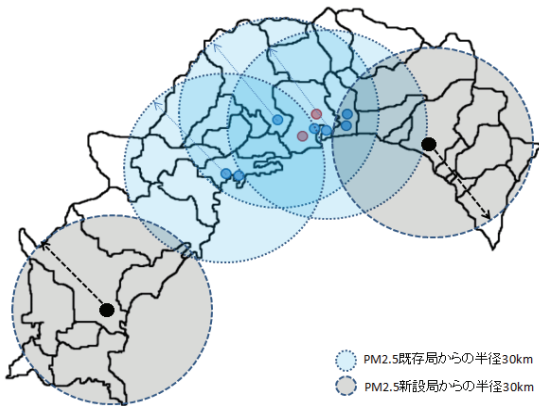


図9 30km間隔とした場合の測定局配置案

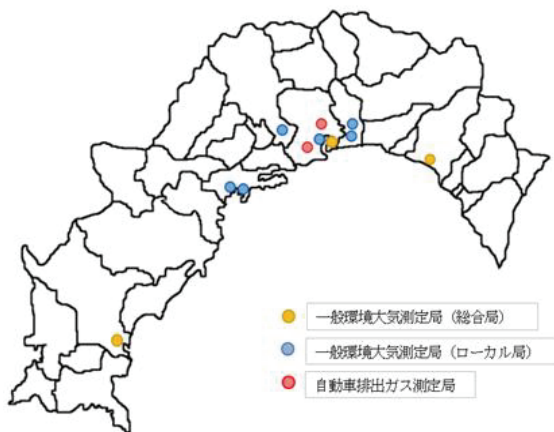


図10 測定局配置案

6. PM2.5関連項目の監視体制

PM2.5は、イオン成分、無機元素成分、炭素成分などの各種成分で構成され、発生源から直接排出される1次粒子、大気中のガス成分の反応により生成する2次粒子からなる。特に、2次粒子は大気中粒子の半分を占めるといわれ、1次粒子よりも粒径が小さく健康影響が大きいこと、SO₂やNO₂等の関連項目と併行した測定評価が重要となる。

しかし、本県の既存測定局は地域発生源に注目した単発的な測定項目が大部分であり、PM2.5やOx等の2次生成による汚染現象を把握するには関連項目を測定できる監視体制の整備が必要と考えられる。

特に、PM2.5とOxは広域影響として大陸からの影響増大が予想され、高濃度時には県民へ注意喚起を促す注意報発令制度が設定されていることか

らも最も優先される項目である。その上で、地域発生源と広域汚染との影響割合を解析し対策の検討を進めるには、関連項目の監視体制を計画的に充実強化することが求められる。

このため、PM2.5濃度実態を基にした測定局の配置としては、県西部及び東部地域への総合測定局の新設とともに既設3局（須崎局・伊野局・南国大篠局）の総合測定局化に向けた必要測定項目の順次追加が望まれる。

7. 配置体制の充実により期待される効果

7.1 県下における高濃度現象の早期把握

PM2.5及びOxは地域汚染に広域汚染が加わった複合現象であり、本県での高濃度発生は広域汚染の影響が大きい。広域現象は西方面から始まるケースが多いが、東方面や南方面から濃度上昇が始まるケースも想定される。このため、現在の中央部のみの監視体制から東部局と西部局を加えた監視体制を整備すれば、県下での高濃度現象を早期に把握し、県民に適切な情報提供が可能になる。

7.2 地域影響の把握と対策

県下には地域毎に事業活動や自動車排ガスなどの個別のPM2.5発生源があり、今後もバイオマス利用施設等の増加が見込まれている。東部と西部に監視局を配置することにより地域影響に関する評価精度が向上することになり、必要に応じた発生源対策の検討にも資することが期待される。

8. おわりに

以上のとおり、広域大気汚染の影響増大を受け、県内の大気測定局を順次整備していくことが望まれる。また、PM2.5等の実態については地形影響や高度差など、未解明な事項も多いことから、測定局だけではなく移動測定車による測定や大気微粒子の成分分析調査も加えながら、実態把握に取り組む必要があると考えられる。

文献

- 1) 兼保直樹ら：九州北部における春季の高濃度PM2.5と長距離輸送，大気環境学会誌第45巻第5号，227-234，2010