

千葉県における浮遊粒子状物質に係る環境基準の短期的評価について

竹内和俊

1 目的

千葉県では、2004年度に全自動車排出ガス測定局（自排局）で初めて浮遊粒子状物質（SPM）に係る環境基準の長期的評価（日平均値の2%除外値が0.1mg/m³以下で、かつ日平均値が0.1mg/m³を超える日が2日以上連続しない）を達成、続く2005年度は全一般環境大気測定局（一般局）で達成し、さらに2007年度には全常時監視測定局で環境基準の長期的評価を100%達成した。

その後、2011年度には野田桐ヶ作一般局で2日連続による超過が発生し、2013年度には8月10日～12日の間に計21局（10日～11日の2日連続：8局（このうち、野田宮崎自排局は9日～11日の3日連続）、11日～12日の2日連続：6局、10日～12日の3日連続：7局）で2日以上連続超過が発生して100%達成を逸したが、それ以外の年度では100%達成されている。

一方、SPM環境基準の短期的評価（1時間値が0.2mg/m³以下で、かつ1時間値の日平均値が0.1mg/m³以下）については、現在に至るまで1度も100%達成されていない。そこで、千葉県の最近の年度に

おけるSPM環境基準の短期的評価の超過事例を収集、整理して、どのような問題があるのかについて検討したので報告する。

2 研究方法

千葉県環境生活部大気保全課が行っている大気環境常時監視結果から、2003年度～2013年度におけるSPM環境基準の短期的評価の超過事例を日平均値及び1時間値について収集、整理して解析した。

3 結果

3・1 日平均値の超過状況

3・1・1 年度別・月別超過状況

2003年度～2013年度における日平均値の年度別、月別超過（日×局：日局）状況を表1に示す。

表1から、年度別には年度を経るにつれ超過日局は概ね減少傾向にあり、特に2008年度以降の減少は顕著である。ただし、2013年度には比較的多くの超過事例が発生している。この2013年度の超過事例の多くは、冒頭に示したように8月10日～12日

表1 年度別・月別日平均値超過状況（日局）

年度	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	計
1月			12								1	13
2月	1				2		1	1			4	9
3月		11					2			1		14
4月				10	6							16
5月		1							1			2
6月		1		35	8	1						45
7月		26	28	21	5	3		1				84
8月	81		1	14		1					69	166
9月	27	1	2			3						33
10月			21	3								24
11月	116	15	12		2	3		6	20		1	175
12月	1	112		9	35					13		170
計	226	167	76	92	58	11	3	8	21	14	75	751

の間に発生しており、この点については別途検討し、後述する。

また、月別には8月及び11月～12月に多くの超過が発生し、2008年度以前の7月がやや多いことを除くと、それ以外の月での発生事例は少ない。この傾向は、超過事例数の減少した2008年度以降も同様である。

3・1・2 年度区分別に見た超過状況

日平均値の超過日の多い上位局の状況について、「全期間」、「2003年度～2007年度」及び「2008年度以降」に区分してその超過状況を表2に示す。なお、表2の茶太字は自排局である。

表2から、2003年度～2007年度について見ると、上位21局は全て「自動車から排出される窒素酸化物及び粒子状物質の特定地域における総量の削減等に関する特別措置法」（自動車NOx・PM法）の対策地域に存在する測定局である。このことと、表1のように混合層高度が低下し、大気も

安定する11月～12月に超過事例が多いことを考慮すると、対策地域内は人口が多く、工場等も多数存在して自動車以外のSPM発生源の影響も思料されるが、自動車排気ガス（直接的或いは自動車排気ガスを主因とする二次生成粒子）がSPM日平均値の短期的評価の基準を超過する大きな原因の一つであることは否定できない。

一方、2008年度以降についても、最上位には自動車NOx・PM法の対策地域や自排局が来ているが、袖ヶ浦市、富津市及び君津市など内房地域の測定局も比較的多く含まれている。ただし、これらの測定局の超過日は多くが2013年8月10日～12日の間に発生しており、別途検討する。それ以外では、比較的大気の清浄な外房地域にある匝瑳樁局が含まれている点が注目される。匝瑳樁局の超過日のうち1日は2013年8月11日であるが、それ以外の2日は2008年11月3日及び2011年11月28日のいずれも11月に発生している。

表2 年度区分別に見た日平均値超過上位局の状況（日）

番号	全期間(2003～2013年度)			2003年度～2007年度			2008年度以降			
	地点名	総計	2003～2007年度	地点名	総計	2003～2007年度	地点名	総計	2003～2007年度	2008年度以降
1	野田桐ヶ作	32	23	野田桐ヶ作	32	23	野田桐ヶ作	32	23	9
2	野田宮崎	25	20	野田宮崎	25	20	袖ヶ浦大曾根	10	4	6
3	船橋高根	19	19	船橋高根	19	19	野田宮崎	25	20	5
4	市川市市川	17	16	市川市市川	17	16	柏大室	12	8	4
5	柏永楽台	16	16	柏永楽台	16	16	習志野秋津	8	4	4
6	柏西原	16	14	浦安美浜	16	16	千葉千草台	8	4	4
7	浦安美浜	16	16	野田市野田	15	15	松戸上本郷	7	4	3
8	野田市野田	15	15	柏西原	16	14	佐倉江原新田	6	3	3
9	流山若葉台	13	13	流山若葉台	13	13	我孫子湖北台	6	3	3
10	千葉山王	13	13	千葉山王	13	13	市原岩崎西	5	2	3
11	柏大室	12	8	千葉白旗	10	10	袖ヶ浦三ツ作	5	2	3
12	八千代村上	11	9	市原五井	10	10	袖ヶ浦福王台	5	2	3
13	千葉真砂	11	9	八千代村上	11	9	袖ヶ浦長浦	4	1	3
14	船橋前原	10	8	千葉真砂	11	9	袖ヶ浦代宿	4	1	3
15	千葉白旗	10	10	市川新田	9	9	富津大堀	4	1	3
16	市原五井	10	10	柏大室	12	8	君津糠田	3	0	3
17	袖ヶ浦大曾根	10	4	船橋前原	10	8	匝瑳樁	3	0	3
18	市川新田	9	9	流山平和台	8	8				
19	千葉中央	9	7	柏市柏	8	8				
20	市原五井自排	9	7	船橋南本町	8	8				
21				千葉浜野	8	8				

そこで、一例として2008年11月3日における超過3局のSPM濃度、風向及び風速の時刻推移を、それぞれ図1、図2及び図3に示す。なお、超過3局のうち野田桐ヶ作局は、県北西部の局で匝瑳椿局からは離れた測定局である。一方、芝山山田一般局は匝瑳椿局の約10km西にある測定局である。

図1から、超過3局のSPM濃度は深夜から高く、1時～17時までの推移も概ね一致している。その後野田桐ヶ作局は極めて高い濃度を示すが、匝瑳椿局

及び芝山山田局は100～150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度の範囲で変化している。図2及び図3から、この時の風向・風速を見ると、最大でも2m/秒程度の弱い西風の状態にあることが分かる。距離の離れた野田桐ヶ作局が匝瑳椿局と概ね同様の濃度変化を示したのは偶然の可能性もあるが、匝瑳椿局の近傍にある芝山山田局は匝瑳椿局と共にこの弱い西風の影響を受けて一致したSPM濃度変化を示したものと言える。

また、2011年11月28日に日平均値が超過した

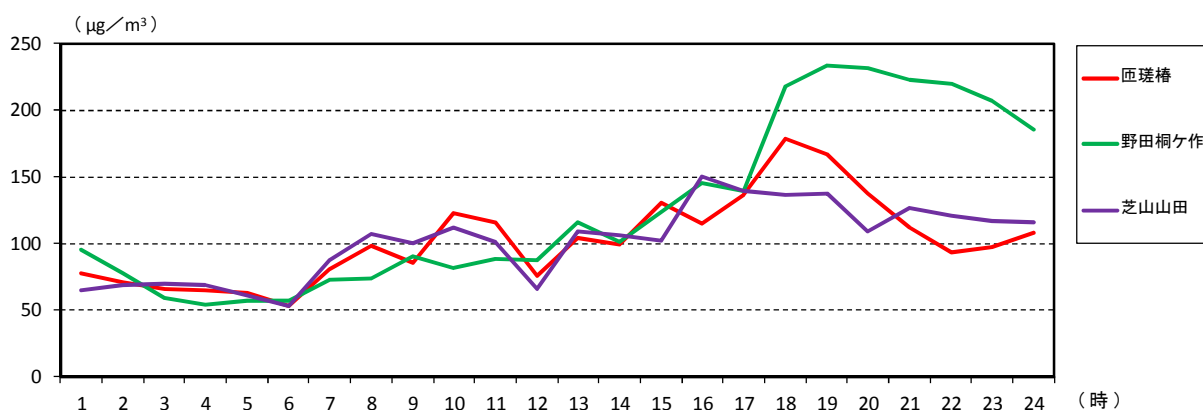


図1 2008年11月3日におけるSPM日平均値超過3局のSPM濃度の推移

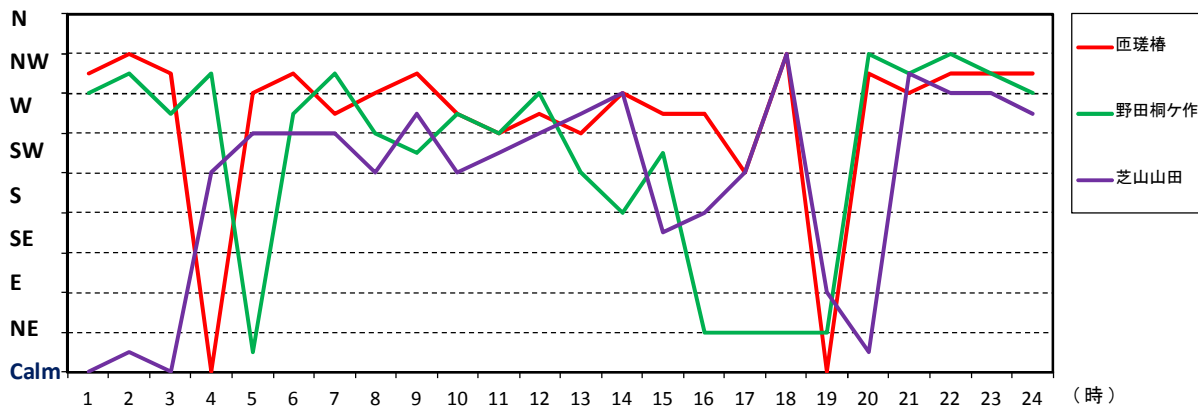


図2 2008年11月3日におけるSPM日平均値超過3局の風向の推移

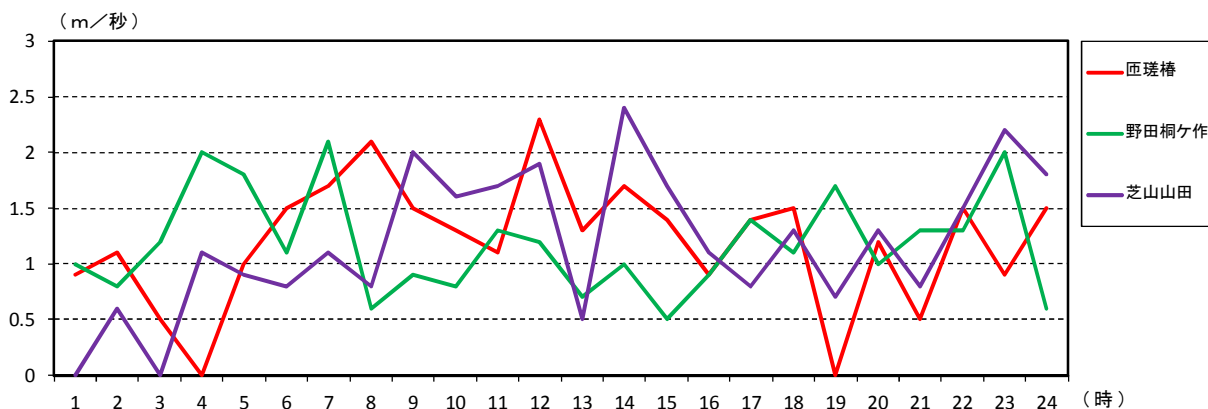


図3 2008年11月3日におけるSPM日平均値超過3局の風速の推移

のは、匝瑳椿局のほか袖ヶ浦大曾根局及び香取大倉一般局である。このうち袖ヶ浦大曾根局は東京湾臨海部に近い自排局で匝瑳椿局からは離れた局であるが、香取大倉局は匝瑳椿局の約 11.5km 北北西にある測定局である。この 2011 年 11 月 28 日の超過日も匝瑳椿局と近傍の香取大倉局の SPM 濃度は深夜から高く、その変化も匝瑳椿局が日中やや高い濃度を示した以外は概ね一致しており、風向・風速の条件は W~NW 風系で、2008 年 11 月 3 日と同様に最大でも 2m/秒程度の弱い風の状態にあった。

したがって、匝瑳椿局の立地条件、季節的な条件及び気象条件を考慮すると、これら 2 例の超過は SPM 濃度の比較的高い状況の中で稲藁の野焼きなどの影響が付加された結果と推察される。

3・1・3 2013 年 8 月の超過事例

2013 年 8 月 10 日～12 日における SPM 短期的評価の日平均値超過事例について検討するため、図 4～図 6 に 8 月 10 日～12 日の超過局の分布状況（赤大丸：超過局、青小丸：非超過局）を示す。また、この間の超過局における SPM 濃度の推移について検討するため、一例として最も超過局数の多かった 8 月 11 日における全超過局の SPM 濃度の最大値、平均値及び最小値の時刻推移を図 7 に示す。同様に、8 月 11 日における全超過局の風速（風向・風速を測定していない局もある）の最大値、平均値及び最小値の時刻推移を図 8 に示す。

図 4～図 6 から、8 月 10 日～12 日の超過局の分布状況は日にちにより異なるが、東京湾岸の市原市～袖ヶ浦市には 3 日間とも超過局が存在することが分かる。特に、市原岩崎西局、袖ヶ浦長浦局、袖ヶ浦代宿局、袖ヶ浦三ツ作局、袖ヶ浦福王台局、袖ヶ浦大曾根局の 6 局（青円内）が 3 日間とも超過していることが特徴となっている。これらの測定局は、いずれも石油精製工場や石油化学工場など揮発性有機化合物（VOC）の発生源が集中している石油化学コンビナートの近傍に位置している。

一方、図 7 から 8 月 11 日の SPM 濃度について見ると、全超過局の平均値は $100 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で推移しているが、時刻毎の最大値と最小値には大きな開きがあるように、一口に超過局と言っても

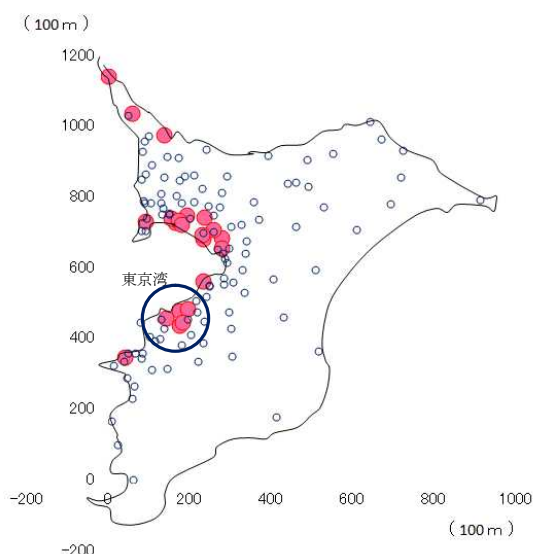


図 4 8 月 10 日の SPM 日平均値超過地点

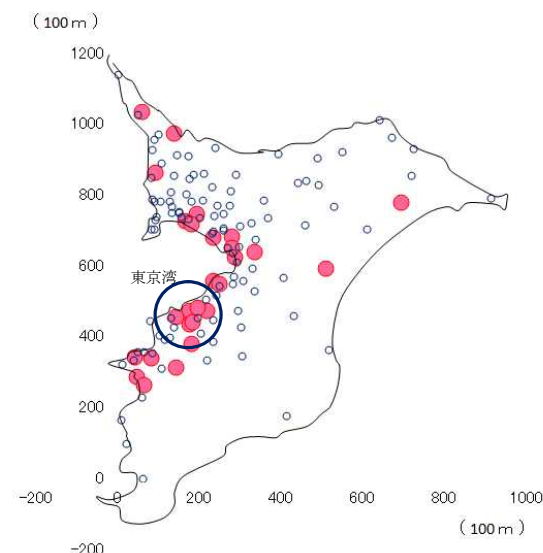


図 5 8 月 11 日の SPM 日平均値超過地点

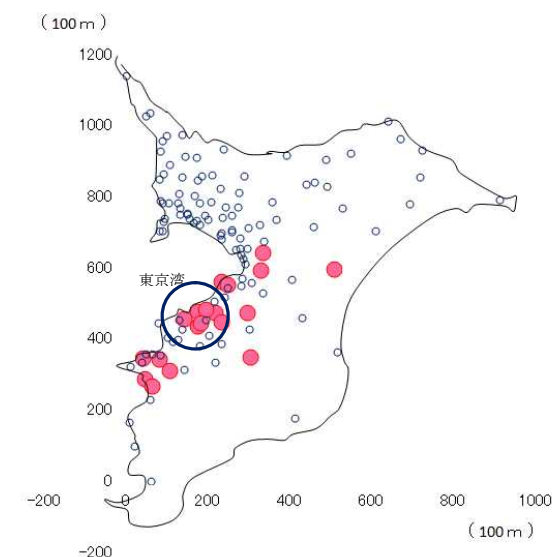


図 6 8 月 12 日の SPM 日平均値超過地点

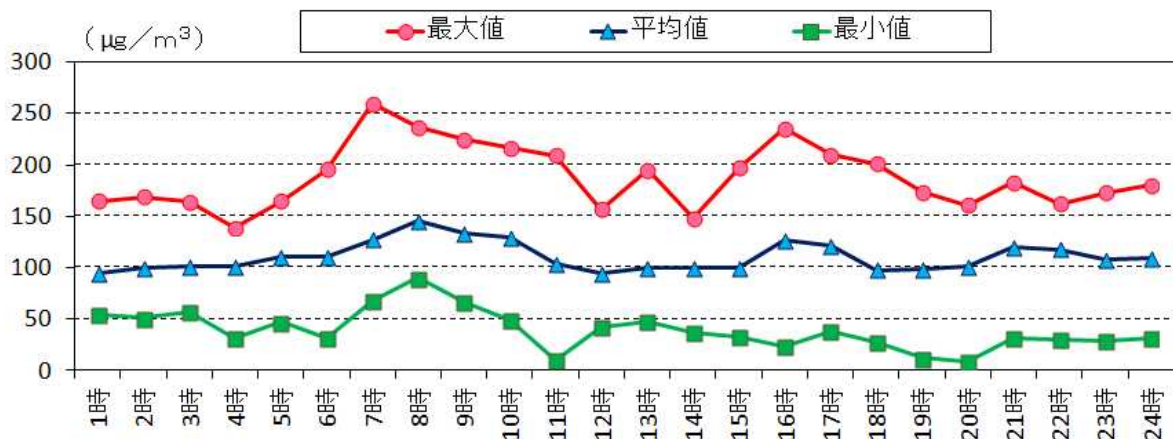


図7 2013年8月11日における超過全局のSPM濃度の推移

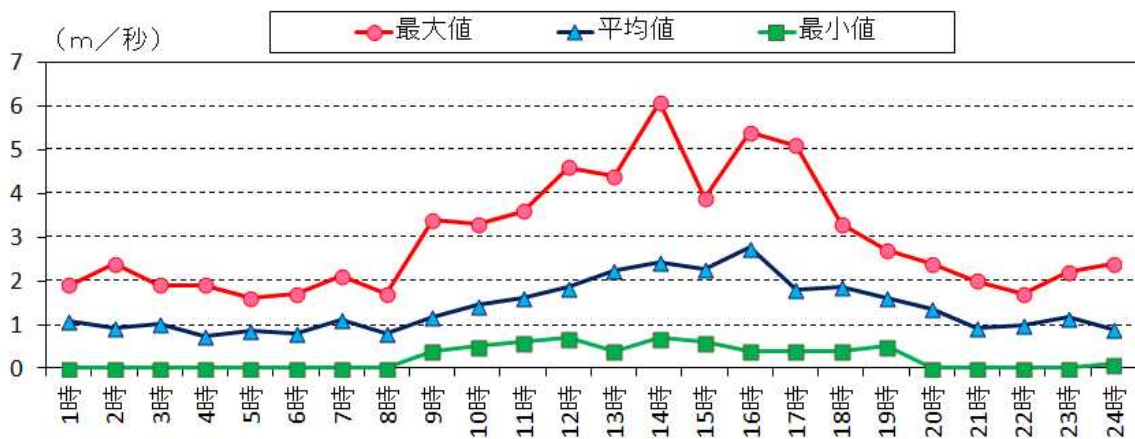


図8 2013年8月11日における超過全局の風速の推移

濃度の推移は地点により異なっている。この傾向は8月10日も12日も概ね同様である。

また、図8から、風速の推移についても時刻毎の最大値と最小値に大きな開きがあり、風速の変化も超過地点により異なっており、この傾向は8月10日も12日も同様である。なお、図には示していない風向の変化も地点により異なっていて、SPM濃度や風向・風速の推移から全超過局が特定の発生源の影響を受けていたとは考えられない。

この2013年8月10日～12日の気象条件の大きな特徴は気温で、(一財)日本気象協会のホームページによれば全国で「8月10日：猛暑日は295地点で、2000年以降で最多。」「8月11日：11日の猛暑日地点数は297にのぼり、10日に記録した2000年以降で最も多い猛暑日地点数を更新した。」及び「8月12日：猛暑日地点は243で4日連続の200超え。」とされている。そこで、気温とSPM濃度

の関係を見るため、一例として市原岩崎西局における2013年度の気温とSPM濃度の1時間値の関係を図9に示す。なお、図9では、8月のみ茶丸印としている。

図9から、全体の分布を見ると15℃前後及び30℃前後にSPM高濃度が発生していることが分かる。15℃前後のピークは11月～12月に発生する高濃度であり、30℃前後のピークは図9のように8月を中心とした高濃度である。このうち、茶丸の8月の関係だけについて見ると、図のように相関は良くないが、気温によりSPM濃度が増加する傾向にあり、特に35℃を超えた状態で非常に高い濃度となる例が多い。こうした高温時には日射も強く、大気中の光化学反応が進行する条件が整っている。

そこで、上述の6局中2局の自排局を除く4局について、2013年8月10日～12日のオキシダント(Ox)濃度の1時間値の最大値を示した時刻及びそ

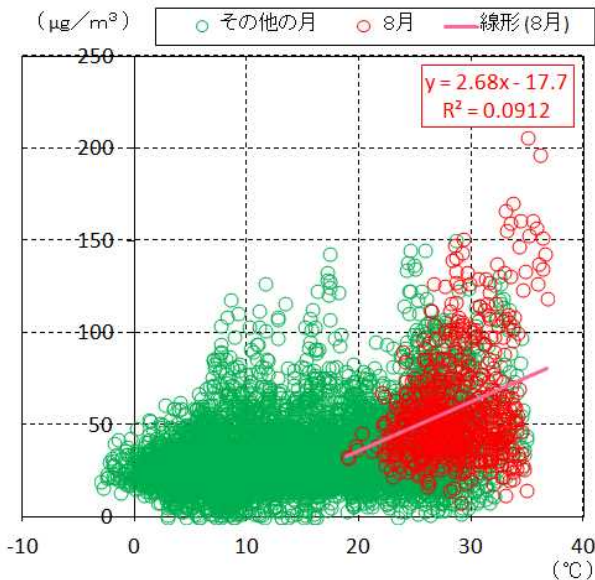


図9 2013年度の市原岩崎西局における気温とSPM濃度の関係

の濃度を表3に示す。表3から、10日及び11日にはいずれの地点も注意報レベルの120ppbを超える高濃度のOxが観測されているが、12日はそれほど高い濃度とはなっていない。

したがって、石油化学コンビナートの近隣の市原市～袖ヶ浦市を中心とし、高温時に高濃度Ox及びSPMが発生していることを考慮すると、VOCによる二次生成粒子がこうしたSPM高濃度をもたらした要因の一つと推察される。因みに、岩崎西局では10日及び11日の16時に、それぞれ1.06ppm及び1.89ppmの非メタン炭化水素の高濃度が観測されている。ただし、12日のOx濃度はそれほど高いものではなく、別の要因がSPM高濃度に関与していることも考えられる。

3・2 1時間値の超過状況

2003年度～2013年度における年度別、月別に見た短期的評価の1時間値の超過状況を表4に示す。

表4から、日数の超過状況を年度別に見ると、日平均値の場合と同様に2008年度以降1時間値超過の発生する日数は減少している。ただし、2009年度は超過日数こそ少ないが、2010年3月21日に多くの局で1時間以上の1時間値超過が発生しており、結果的に超過時・局数は2005年度～2007年度とさほど変わらない値となっている。なお、2003年度～

表3 2013年8月10日～12日における超過4局のオキシダント濃度の状況

時刻及び項目 測定局	2013年 8月					
	10日		11日		12日	
	時刻	濃度 (ppb)	時刻	濃度 (ppb)	時刻	濃度 (ppb)
市原岩崎西	16	139	13	150	14	75
袖ヶ浦長浦	15	171	15	135	13	91
袖ヶ浦代宿	16	164	15	143	13 & 14	84
袖ヶ浦三ツ作	16	162	14	144	14	87

2013年度の超過延べ局数は949局であるが、実局数は146局でこの間に県内のほぼ全SPM測定局で「1時間値0.2mg/m³」超えが観測されている。

次に、日平均値と同様な年度区分により、1時間値超過時間数の多い測定局の状況を表5に示す。なお、茶太字は前述のように自排局である。

表5から、日平均値の場合と異なり、2003年度～2007年度においても自動車NOx・PM法の対策地域外の香取新島局や袖ヶ浦川原井局が上位に来ており、1時間値ベースでは自動車排気ガス以外の発生源の影響が伺える。さらに、2008年度以降については、袖ヶ浦市～木更津市の内房地域の測定局が多く含まれていることが特徴となっている。

そこで、「全期間」、「2003年度～2007年度」及び「2008年度以降」に区分して風向別に見た1時間値の超過時間数及びその時の風速の平均値を図10に示す。

図10a～fから、全期間で100時間を超えたのはS～WSW、NNW～ENE及びCalmで、その時の平均風速はS～WSWが概ね4m/秒を超えて強く、NNW～ENEが概ね2m/秒以下で弱い状況となっている。NNW～ENE風は11月～12月に多く発生しており、Calmを含めて自動車排気ガスを主因として発生するSPM高濃度と考えられる。

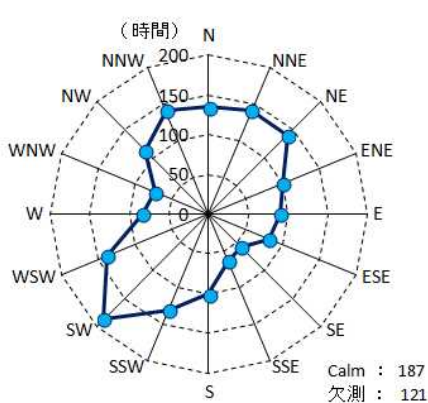
一方、S～WSWの強風と言う風向・風速条件は既報¹⁾のように三宅島雄山などの影響を受け、二酸化硫黄(SO₂)に係る短期的評価の1時間値の超過条件と完全一致している。三宅島雄山については、既報¹⁾のように気象庁によってSO₂放出量の推計値が報告されているが、火山灰の放出量は報告されていない。したがって、直接的な検討はできないが、SO₂の風向・風速条件との完全な一致から、火山の影響

表4 年度別・月別1時間値超過状況 (時・局：時間×局数、局は延べ数)

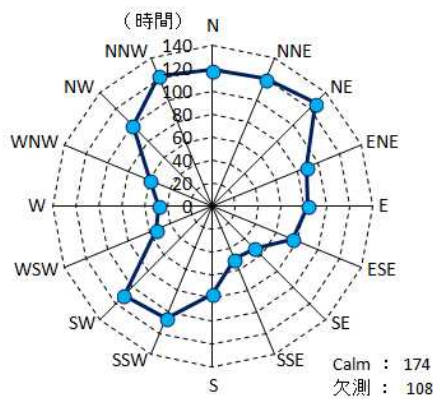
年度	項目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
2003	日	4	5	3	5	14	9	2	13	11	3	10	6	85
	局	6	5	4	6	41	38	2	90	12	3	6	11	224
	時・局	7	5	5	7	123	70	2	375	20	4	14	27	659
2004	日	4	7	9	15	5	6	6	7	7	4	2	3	75
	局	6	10	8	21	7	8	7	23	73	4	4	25	196
	時・局	7	15	12	44	8	11	8	43	263	5	8	42	466
2005	日	6	3	7	11	9	5	2	5	4	3	5	5	65
	局	7	4	10	16	17	4	8	17	4	19	8	5	119
	時・局	8	4	12	31	25	6	16	25	5	29	9	6	176
2006	日	7		2	14	7	1	6	3	5	4	2		51
	局	18		3	20	23	1	5	3	5	5	5		88
	時・局	43		4	68	45	1	12	3	6	5	6		193
2007	日	7	6	10	11	11	1	3	4	9	3	4	2	71
	局	5	6	18	9	11	1	3	4	19	5	12	5	98
	時・局	9	7	36	30	14	2	3	5	36	5	24	8	179
2008	日	2	1	2	9	3	1	1	4	4	2	2		31
	局	2	1	1	4	5	2	2	7	5	2	3		34
	時・局	3	1	2	21	6	2	2	13	5	2	4		61
2009	日		2	1					1		2		2	8
	局		2	1					3		2		77	85
	時・局		2	1					5		2		158	168
2010	日			2	2	2	2		2			1		11
	局			2	3	2	1		2			1		11
	時・局			3	4	2	2		2			4		17
2011	日	1		1	1				3			2	4	12
	局	1		1	2				17			8	6	35
	時・局	1		1	3				39			13	9	66
2012	日	1			3	1			3	3		1	5	17
	局	1			3	1			3	3		1	16	28
	時・局	2			3	1			4	3		1	39	53
2013	日	4		1	2	4			1		2	3	1	18
	局	4		1	2	13			1		2	7	1	31
	時・局	4		1	2	26			1		3	10	2	49
合計	日	36	24	38	73	56	25	20	46	43	23	32	28	444
	局	50	28	49	86	120	55	27	170	121	42	55	146	949
	時・局	84	34	77	213	250	94	43	515	338	55	93	291	2087

表5 年度区分別に見た1時間値超過上位局の状況 (時)

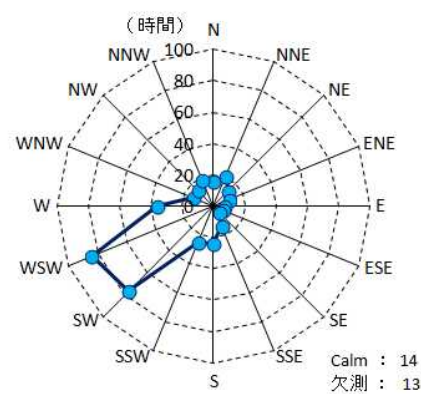
番号	全期間(2003~2013年度)				2003~2007年度				2008年度以降			
	地点名	総計	2003~2007年度	2008年度以降	地点名	総計	2003~2007年度	2008年度以降	地点名	総計	2003~2007年度	2008年度以降
1	船橋高根	71	70	1	船橋高根	71	70	1	君津糠田	27	7	20
2	野田桐ヶ作	64	51	13	野田桐ヶ作	64	51	13	市原平野	20	3	17
3	柏西原	51	51	0	柏西原	51	51	0	袖ヶ浦大曽根	32	17	15
4	柏永楽台	46	43	3	柏永楽台	46	43	3	野田桐ヶ作	64	51	13
5	香取新島	40	40	0	香取新島	40	40	0	君津人見	24	12	12
6	市原五井	37	36	1	市原五井	37	36	1	袖ヶ浦蔵波	24	13	11
7	野田市野田	32	31	1	野田市野田	32	31	1	八街市八街	21	11	10
8	袖ヶ浦大曽根	32	17	15	流山若葉台	28	27	1	千葉蘇我	15	6	9
9	千葉千城台	30	24	6	袖ヶ浦川原井	29	25	4	野田宮崎	23	15	8
10	袖ヶ浦川原井	29	25	4	千葉千城台	30	24	6	木更津牛袋	19	11	8
11					流山平和台	25	24	1				



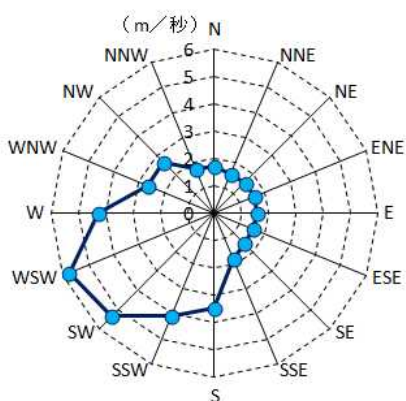
a 全期間超過時間



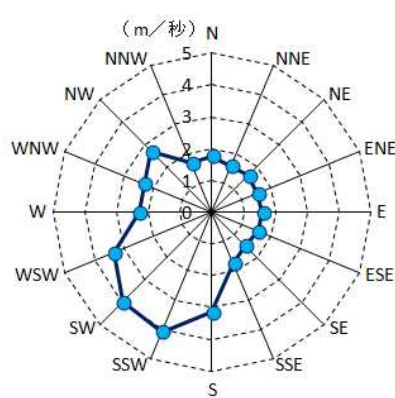
b 2003 年度～2007 年度超過時間



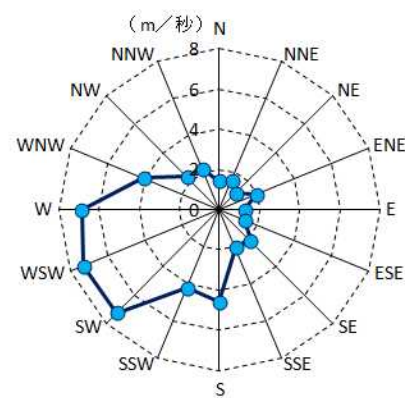
c 2008 年度以降超過時間



d 全期間風速



e 2003 年度～2007 年度風速



f 2008 年度以降風速

図 1 O 2003 年度～2013 年度における風向別 1 時間値超過時間数及び平均風速

を受けた SPM 高濃度と判断するのが妥当である。

この結果を年度区別に見ると、2003 年度～2007 年度は全期間と大きくは変わらないが、2008 年以降の 1 時間値超過は SW～WSW 系の強風時に偏っており、2008 年度以降の 1 時間値超過の多くは火山灰の影響を受けて発生したものと推察される。

4 おわりに

2003 年度～2013 年度における千葉県内の SPM 環境基準の短期的評価超過事例を収集整理して解析したところ、日平均値の超過に対する自動車排気ガ

スの影響、1 時間値に対する火山灰の影響などを示唆する結果が得られた。PM_{2.5} を除くと環境基準の長期的評価はほぼ達成される状態となっており、大気環境のより一層の改善のため、Ox を含めた短期的評価の問題点を検討する必要があると考えている。

引用文献

- 1) 竹内和俊：千葉県における二酸化硫黄に係る環境基準の短期的評価について。千葉県環境研究センター年報（2015）。

Short-term Evaluation of Environmental Quality Standard of Suspended Particulate Matter in Chiba Prefecture
Kazutoshi Takeuchi

2003 年度～2013 年度における千葉県内の大気環境常時監視測定局における浮遊粒子状物質（SPM）環境基準の短期的評価の超過事例を収集、解析した。その結果、日平均値超過事例に対する自動車排気ガス、1 時間値超過事例に対する火山の影響等を示唆する結果が得られた。

キーワード：浮遊粒子状物質，SPM，環境基準，短期的評価，自動車排気ガス，火山