

平成 24 年度における大気汚染物質高濃度事例について

福地哲郎 中村雅和 眞崎浩成 岩切 淳 森下敏朗¹⁾

Cases of High Concentration for Atmospheric Pollutants during F.Y. 2012

Tetsuroh FUKUCHI, Masakazu NAKAMURA, Hiroaki MASAKI, Jun IWAKIRI
and Toshiroh MORISHITA

要旨

県では、大気汚染常時監視中央監視局を当所に設置し、県内の一般環境大気測定局、自動車排出ガス測定局等からテレメータシステムにより送信された測定データを 24 時間体制で集中監視している。

平成 24 年度は、二酸化硫黄や光化学オキシダントなどの環境基準超過等の数例の高濃度事例が発生した。このうち、二酸化硫黄の環境基準超過については、後方流跡線やその他の気象条件等から桜島が原因と推測された。光化学オキシダントは平成 15 年以来となる大気汚染注意報レベルとなり、後方流跡線やその他の気象条件等から判断し、原因としては、大陸から九州への大気汚染物質の長距離輸送の可能性が示唆された。平成 23 年度に測定開始した微小粒子状物質(PM_{2.5})は、年間の合計で、延岡保健所(延岡市)で 16 日、都城高専(都城市)で 22 日の環境基準超過があり、後方流跡線やその他の気象条件等から判断し、原因としては、大陸からの黄砂や大気汚染物質の長距離輸送の可能性が示唆された。

キーワード：大気汚染常時監視、二酸化硫黄、光化学オキシダント、浮遊粒子状物質、微小粒子状物質

はじめに

県は、大気汚染防止法(昭和 43 年法律第 97 号)第 20 条及び第 22 条の規定に基づき、昭和 44 年から大気汚染常時監視を行っている。

表 1 に県内の一般環境大気測定局(15 局)、自動車排出ガス測定局(5 局)、また、一般環境大気測定局が設置されていない地域での監視をするために実施している大気環境測定車さわやか号の測定項目を示す。これらの測定データはテレメータシステムにより、所内に設置している中央監視局に送信され、24 時間体制で集中監視をしている。

平成 24 年度は、環境基準超過等の数例の高濃度事例が発生し、発生原因等について解析を行ったので、その概要を報告する。

解析方法

平成 24 年度に環境基準超過等の高濃度が発生した事例について、大陸からの越境汚染や桜島の影響等について後方流跡線や気象データを利用して解析を行った。後方流跡線は、米国海洋大気局(NOAA)流跡線解析プログラム HYSPLIT¹⁾ を使用し、気象データは気象庁の調査結果を使用した。

結果及び考察

表 1 の測定項目のうち、二酸化硫黄、光化学オキシダント、浮遊粒子状物質及び微小粒子状物質に環境基準超過等があった。表 2 に、環境基準超過等のあった項目の環境基準を示す。

環境科学部 ¹⁾ 現 食品開発センター

表 1 大気汚染常時監視測定局及び測定項目

| 区分 | 市町 | 測定局名 | 二酸化硫黄 | 窒素酸化物 | 光化学オキシダント | 浮遊粒子状物質 | 微小粒子状物質 | 一酸化炭素 | 炭化水素 | 風向・風速 |
|-----------|----------|-----------|-------|-------|-----------|---------|---------|-------|------|-------|
| 一般環境大気測定局 | 延岡市 | 延岡商業高校 | ○ | ○ | ○ | | | | | ○ |
| | | 旭中学校 | ○ | ○ | ○ | | | | | ○ |
| | | 延岡保健所 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ |
| | | 延岡青朋高校 | ○ | ○ | | ○ | | | | ○ |
| | 日向市 | 大王谷小学校 | ○ | ○ | ○ | | | | ○ | ○ |
| | | 日向市立図書館 | ○ | ○ | | ○ | | | | ○ |
| | | 細島公民館 | ○ | ○ | ○ | | | | | ○ |
| | 高鍋町 | 健康づくりセンター | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | ○ |
| | 日南市 | 日南保健所 | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | ○ |
| | | 油津小学校 | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | ○ |
| 都城市 | 都城高専 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ○ | |
| 小林市 | 小林保健所 | ○ | | | ○ | | | | ○ | |
| 宮崎市 | 旧身障者センター | ○ | ○ | | ○ | | | | ○ | |
| | 自治学院 | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | ○ | |
| | 衛生環境研究所 | ○ | ○ | | ○ | | | | ○ | |
| 自動車測定局 | 延岡市 | 新延岡自排局 | ○ | ○ | | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | 都城市 | 都城自排局 | ○ | ○ | | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | 宮崎市 | 高千穂通自排局 | | ○ | | ○ | | ○ | ○ | |
| | | 南宮崎自排局 | | ○ | | ○ | | ○ | ○ | |
| | | 生目小自排局 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 大気環境測定車 | | さわやか号 | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |

表 2 二酸化硫黄，光化学オキシダント，浮遊粒子状物質及び微小粒子状物質の環境基準

| | |
|-----------|---|
| 二酸化硫黄 | 1 時間値の 1 日平均値が 0.04 ppm 以下であり，かつ，1 時間値が 0.1 ppm 以下であること。 |
| 光化学オキシダント | 1 時間値が 0.06 ppm 以下であること。 |
| 浮遊粒子状物質 | 1 時間値の 1 日平均値が 0.10 mg/m ³ 以下であり，かつ，1 時間値が 0.20 mg/m ³ 以下であること。 |
| 微小粒子状物質 | 1 年平均値が 15 µg/m ³ 以下であり，かつ，1 日平均値が 35 µg/m ³ 以下であること。 |

1 二酸化硫黄

表 3 に，平成 24 年度の二酸化硫黄(以下「SO₂」という。)の環境基準超過状況を示す。日平均値での超過はなかったが，1 時間値での超過があった。なお，平成 15 年度から 23 年度までの SO₂ の環境

基準超過は，新燃岳噴火の影響により大気環境測定車さわやか号(高原町に設置)での平成 23 年 4 月 1 日 17 時(0.184 ppm)，18 時(0.102 ppm)の 2 時間²⁾のみであった。

表3 SO₂(1時間値)の環境基準超過状況
(平成24年度)

| (単位: ppm) | | |
|-----------|------------|------------|
| 年月日 | 測定局 | 濃度(時刻) |
| 平成24年 | | |
| 5月7日 | 日南保健所(日南市) | 0.131(4時) |
| | 油津小学校(日南市) | 0.116(4時) |
| 8月31日 | 日南保健所(日南市) | 0.103(11時) |
| 9月21日 | 都城自排局(都城市) | 0.123(13時) |
| | | 0.140(15時) |
| 10月24日 | 都城高専(都城市) | 0.262(16時) |
| 平成25年 | | |
| 3月7日 | 都城高専(都城市) | 0.163(13時) |
| | | 0.115(14時) |

図1に、5月6日～8日の日南市、都城市及び宮崎市の主な測定局におけるSO₂濃度の経時変化を示す。5月7日2時から油津小学校(日南市)でSO₂濃度が上昇し、4時には油津小学校及び日南保健所(日南市)で、1時間値の環境基準である0.1ppmを超過した。5時には2測定局とも環境基準を下回ったが、18時まで断続的に0.01ppmを超過した。SO₂濃度が日南市の2測定局で同様の変動をしていること、窒素酸化物濃度が上昇していないこと、4時にピークを示したことから、自動車排ガスや事業場由来等の人的活動に伴う汚染の可能性は低いと考えられた。図2に示す後方流跡線から、桜島上空の大気が日南市方面に流れ込んでいたことがわかった。気象庁によると、桜島は5月6日に1回、5月7日には15時まで5回の爆発的噴火³⁾、また、5月7日には1日あた

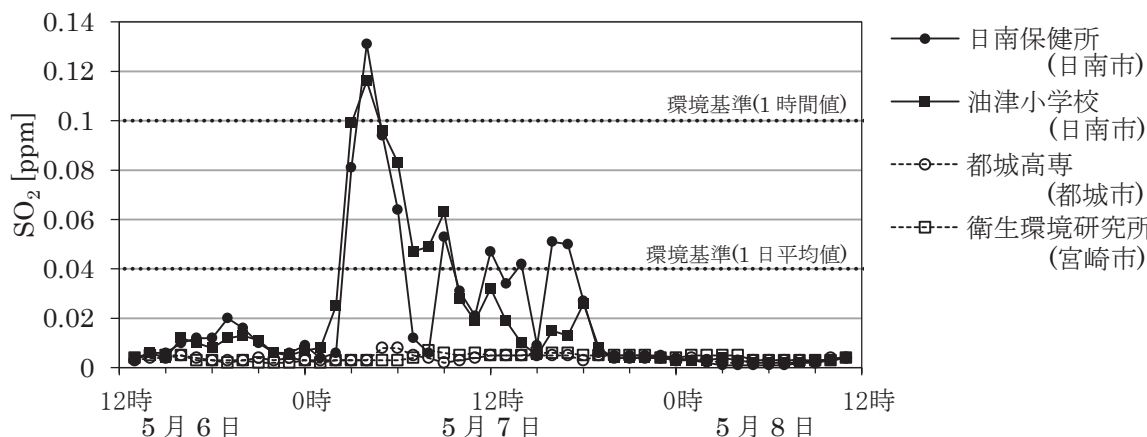


図1 日南市、都城市及び宮崎市の主な測定局におけるSO₂濃度の経時変化
(平成24年5月6日～8日)

り2,800トンのSO₂放出⁴⁾が観測されるなど火山活動が活発となっていた。これらのことから、日南市の2測定局のSO₂環境基準超過は桜島が原因と推測された。

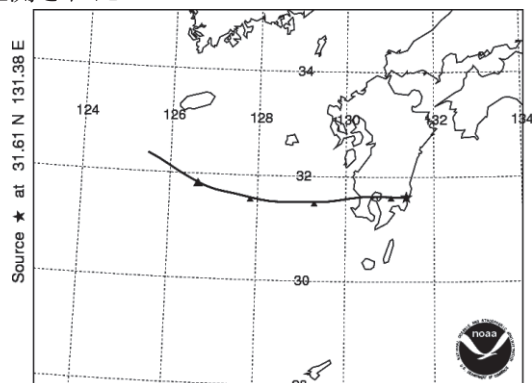


図2 後方流跡線
(日南保健所(日南市)5月7日4時)

図3に10月24日～25日の日南市、都城市、小林市及び宮崎市の主な測定局におけるSO₂濃度の経時変化を示す。15時から都城高専(都城市)及び都城自排局(都城市)でSO₂濃度が上昇し、16時には都城高専で環境基準を超過する0.262ppmとなった。この1時間値は、平成15年度以降、県内全測定局の最高値であり、継続すると大気汚染注意報が発令(発令基準「0.2ppm以上が3時間継続」に該当)される可能性のある濃度である。ただし、17時には、環境基準を下回り、20時には平常値となった。都城市に設置されている都城高専でもSO₂濃度が同時に上昇していること、窒素酸化物濃度が上昇していないことから、5月7日の事例と同じく自動車排ガスや事業場由来等の人的活動に伴う汚染の可能性は低いと考えられた。図4に示す後方流跡線から、桜島上空の大気が都

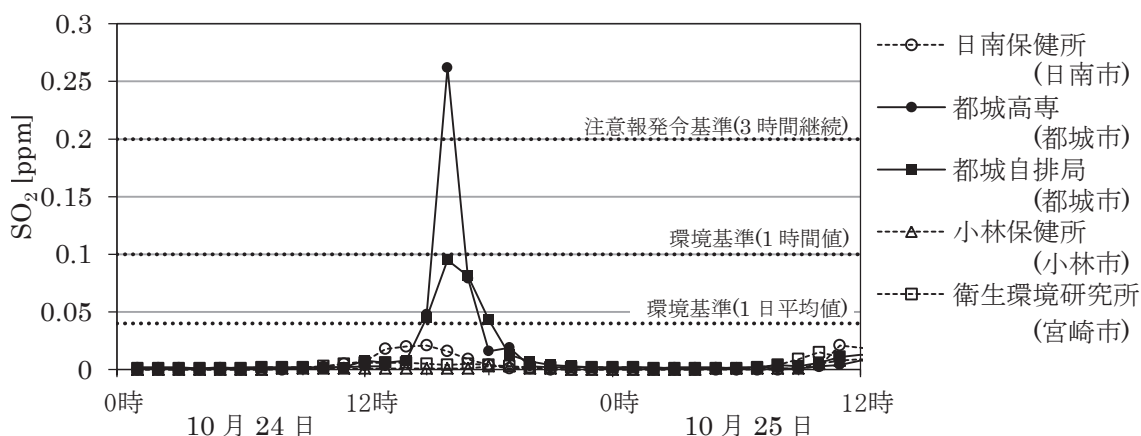


図3 日南市，都城市，小林市及び宮崎市の主な測定局におけるSO₂濃度の経時変化
(平成24年10月24日～25日)

城市方面に流れ込んでいたことがわかった。気象庁によると、10月22日には桜島から1日あたり2,300トンのSO₂放出⁵⁾が観測されるなど火山活動が活発となっていた。さらに、都城高専では浮遊粒子状物質及び微小粒子状物質が16時から17時にかけてピークを示し、気象庁によると、都城市では16時台に煙霧が観測⁶⁾されていることから、火山灰が飛来していたものと考えられた。これらのことから、SO₂環境基準超過は桜島が原因と推測された。

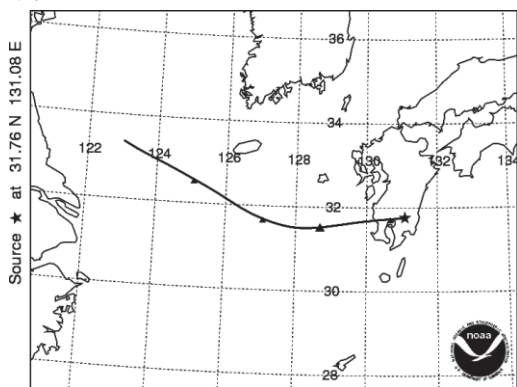


図4 後方流跡線
(都城高専(都城市)10月24日16時)

5月7日の事例と10月24日の事例で共通する点は、環境基準超過が1時間のみで継続しなかったこと、高濃度となっている地域が局所的であること、同じ市内の2測定局で同時に濃度が上昇及び下降していることである。火山由来のSO₂高濃度が局所的となることは、桜島以外の火山でも報告例がある^{7), 8)}。

8月31日、9月21日、3月7日の事例についても後方流跡線その他の気象条件等から、いずれも桜島が原因と推測された。

2 光化学オキシダント

光化学オキシダント(以下「Ox」という。)は、全国的に、環境基準はほとんど達成されていない⁹⁾。県では平成15年度から24年度まで全測定局が環境基準未達成で、図5に主な測定局における過去10年間のOx環境基準超過時間数の経年変化を示す。Ox環境基準超過時間数は、日南市や都城市等の県南地域よりも延岡市や日向市等の県北地域で多い傾向がみられた。図6に主な測定局における過去10年間のOx最高値の経年変化を示す。Ox最高値は、平成23年度までは横ばい、もしくは、多少の減少がみられた。しかしながら、平成24年度には、延岡商業高校(延岡市)で0.12ppmとなった。

図7に主な測定局における平成24年度のOx月平均値、図8にOx環境基準超過の出現率(有効測定時間のうち環境基準を超過した時間の割合)の経年変化を示す。いずれも3～5月の春季に大きなピーク、9～10月の秋季に小さなピークの二山型を示している。図7及び図8の傾向は、これまでも確認されており、春季および秋季に高くなる要因としては、成層圏オゾンの沈降あるいは大陸からの移動性気団による移流が指摘されている¹⁰⁾。

図9に、Ox1時間値が平成24年度の最高値を示した5月7日の主な測定局の経時変化を示す。同日、九州全域で高濃度となっており、福岡県は午前10時に福岡市西部を対象地域とした大気汚染注意報を発令した。県内では延岡市や日向市等の県北地域で高濃度となり、14時に、健康づくりセンター(高鍋町)で0.100ppmを超過した。その

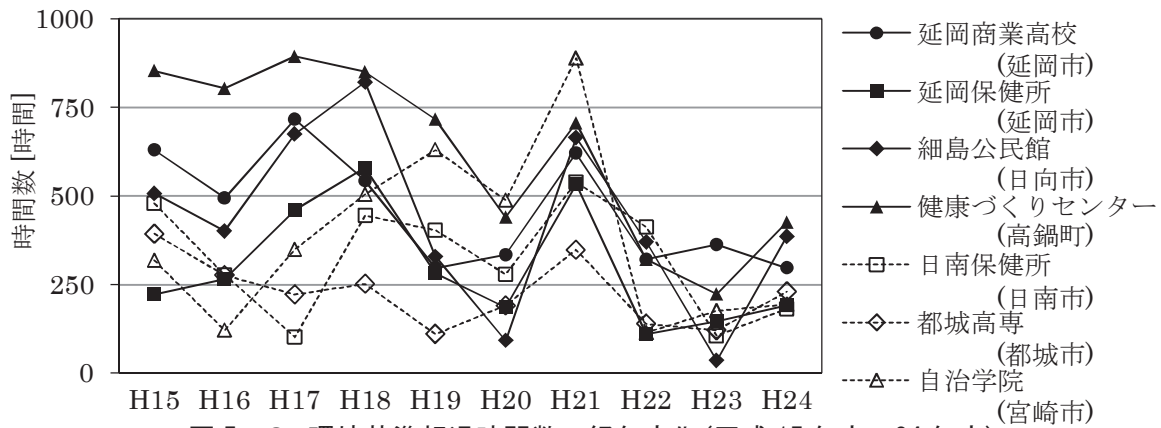


図5 Ox環境基準超過時間数の経年変化(平成15年度~24年度)

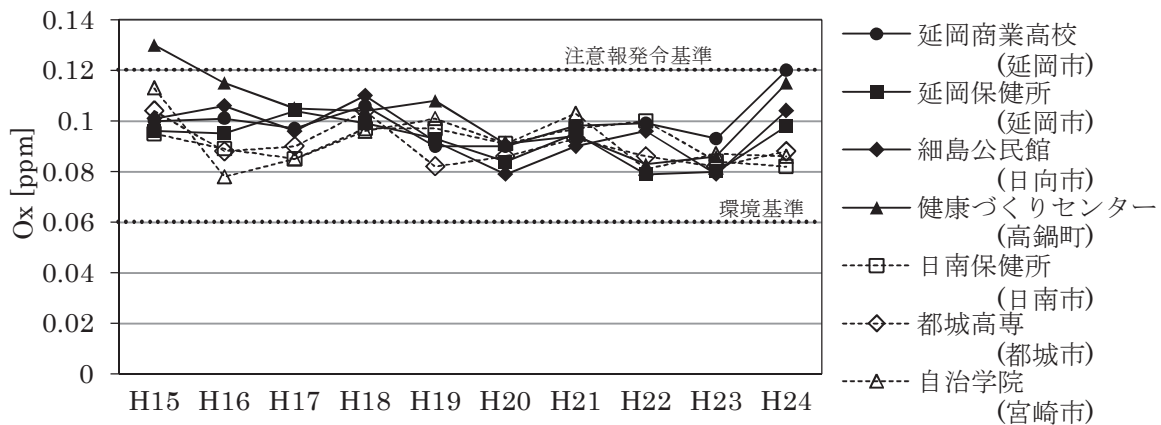


図6 Ox最高値の経年変化(平成15年度~24年度)

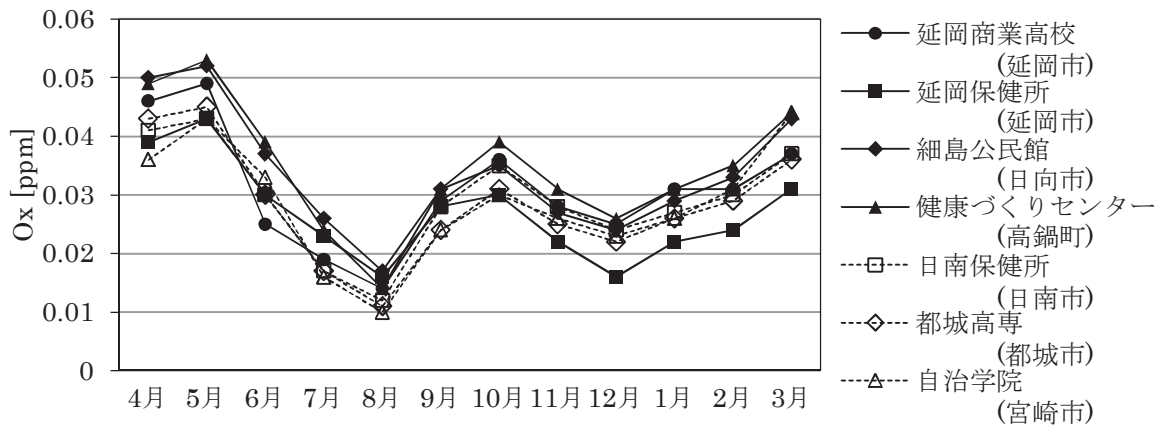


図7 Ox月平均値の経月変化(平成24年度)

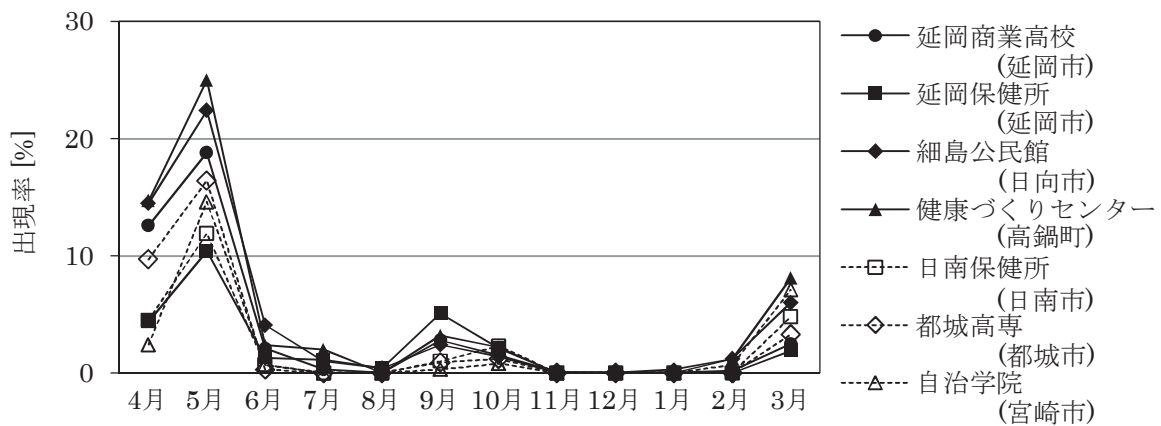


図8 Ox環境基準超過出現率の経月変化(平成24年度)

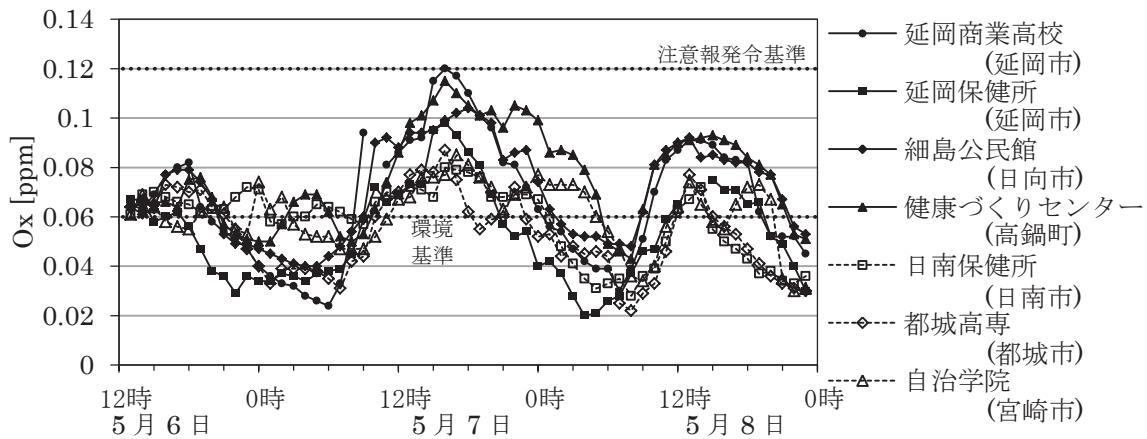


図9 Ox 濃度の経時変化(平成 24 年 5 月 6 日～8 日)

後、延岡商業高校(延岡市)や細島公民館(日向市)などでも 0.100 ppm を超過し、16 時には延岡商業高校で注意報発令基準となる 0.120 ppm となった。Ox 高濃度はその後も継続し、健康づくりセンターでは 23 時まで断続的に 0.100 ppm を超過した。通常、「Ox は窒素酸化物等が光化学反応を起こすことにより発生する二次的な汚染物質であるため、日没後に高濃度を継続することはほとんどない」とされている。しかしながら、日没後まで県北地域の広範囲で Ox が高濃度となっており、国内の自動車排ガスや事業場由来等の人的活動に伴う汚染の可能性は低いと考えられた。さらに、福岡県を含めた九州全域で Ox が高濃度となっていたこと、また、図 10 に示す後方流跡線から、5 月 7 日の Ox 高濃度の原因としては、大陸から九州への大気汚染物質の長距離輸送の可能性が示唆された。

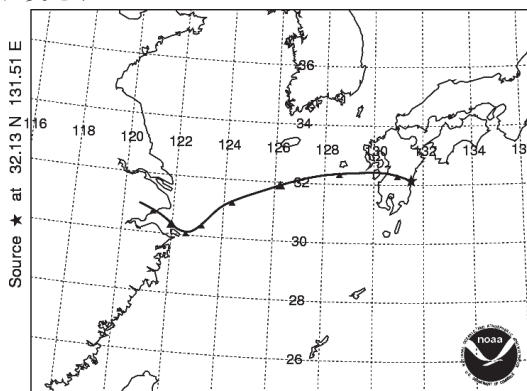


図 10 後方流跡線
(健康づくりセンター(高鍋町)
5 月 7 日 23 時)

3 浮遊粒子状物質

浮遊粒子状物質(以下「SPM」という。)は、火山や黄砂等の影響により、環境基準が達成されないことがある^{7), 11)}。表 4 に、平成 24 年度の SPM の環境基準超過状況を示す。1 時間値での超過はなかったが、1 日平均値での超過があった。

表 4 SPM(1 日平均値)の環境基準超過状況
(平成 24 年度)

| (単位 : mg/m ³) | | |
|---------------------------|----------------|-------|
| 年月日 | 測定局 | 濃度 |
| 平成 24 年 | | |
| 5 月 8 日 | 健康づくりセンター(高鍋町) | 0.112 |
| | 新延岡自排局(延岡市) | 0.110 |

図 11 に、5 月 6 日～9 日における延岡市、日向市、高鍋町、日南市、都城市及び宮崎市の主な測定局における SPM 濃度の経時変化を示す。5 月 7 日午前から県内全域で SPM 濃度が上昇し、同日 23 時には新延岡自排局(延岡市)で 0.137 mg/m³、5 月 8 日 9 時には健康づくりセンター(高鍋町)で 0.131 mg/m³となった。その後、この 2 つの測定局では 0.1 mg/m³を超える濃度が 8 日 24 時頃まで継続した。気象庁によると、5 月 7 日及び 8 日には、宮崎県のほぼ全域において煙霧が観測され、延岡市では 5 月 7 日 9 時から 9 日 6 時まで、視程が 10 km を下回っていた⁶⁾。このような煙霧は九州の他の地域でも観測されており⁶⁾、九州の広範囲で SPM が高濃度になっていたものと推測される。さらに、5 月 8 日は、前日(5 月 7 日)に Ox が年間最高値となっていた。図 10 及び図 12 に示す後方流跡線から、5 月 8 日の SPM 環境基準超過の原因としては、Ox と同様に、大陸からの黄砂や大

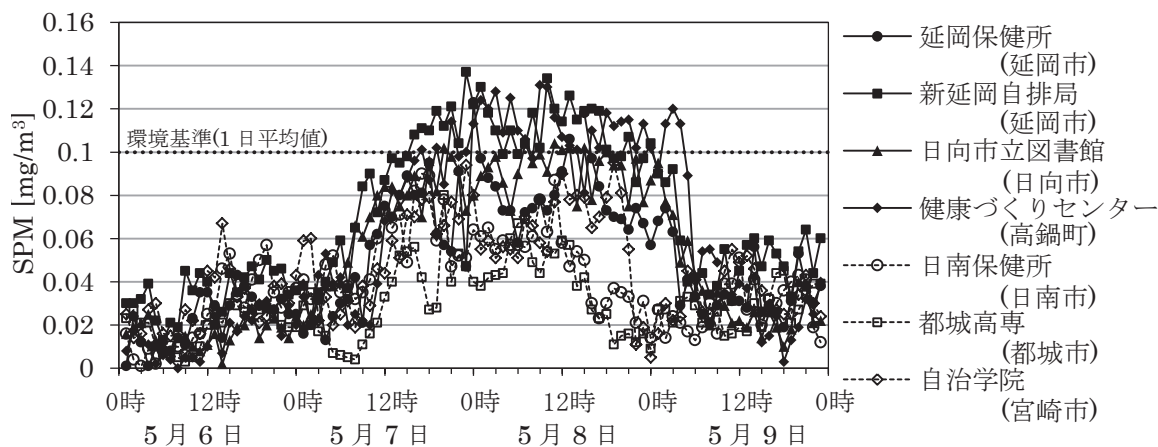


図 11 SPM 濃度の経時変化(平成 24 年 5 月 6 日~9 日)

気汚染物質の長距離輸送の可能性が示唆された。

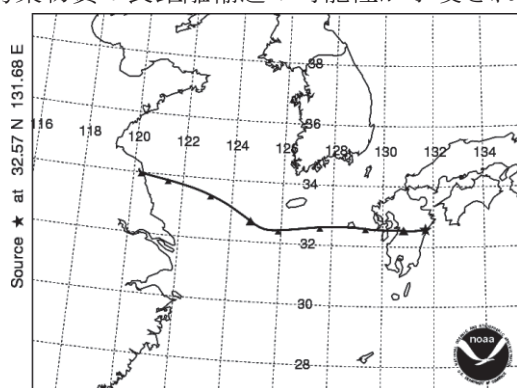


図 12 後方流跡線
(新延岡自排局(延岡市)5月8日13時)

4 微小粒子状物質

微小粒子状物質(以下「PM_{2.5}」という。)は、平成 23 年度に延岡保健所(延岡市)と都城高専(都城市)で測定を開始した。なお、延岡保健所のデータは、平成 22 年度微小粒子状物質(PM_{2.5})モニタリング試行事業(環境省)により得られたもので、また、生目小自排局(宮崎市)は、測定開始が平成 25 年 3 月 26 日で、有効測定日数が 5 日しかないため、考察の対象外とした。

1) 平成 24 年度の概況

図 13 に PM_{2.5} 月最高値の経月変化を示す。延岡保健所で 5 月に高くなっているが、これは、5 月 7 日及び 8 日に高濃度を記録したことによるもので、この 2 日間の測定値を除外すると、大きな季節変動はみられなかった。図 14 に PM_{2.5} 環境基準超過日数の経月変化を示す。年間の合計で、延岡保健所で 16 日、都城高専で 22 日の超過があったが、大きな季節変動はみられなかった。

2) 高濃度事例

図 15 に、延岡保健所において PM_{2.5} が高濃度を記録した 5 月 7 日及び 8 日の PM_{2.5} 濃度の経時変化を示す。5 月 7 日午前から両測定局の PM_{2.5} 濃度が上昇した。延岡保健所では 7 日 17 時に 96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、8 日 13 時に 99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ となり、8 日 20 時を除き 9 日 3 時まで 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える濃度となった。1 日平均値は、7 日が 61.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、8 日が平成 24 年度の最高値となる 83.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。また、都城高専では、7 日 16 時に 71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ となったが、その後 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えなかった。1 日平均値は、7 日が 35.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、8 日が 38.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。5 月 7 日、8 日は、煙霧の発生状況から九州の広範囲で SPM と同様に PM_{2.5} も高濃度になっていたと推測される。図 12 に示す後方流跡線から、5 月 8 日の PM_{2.5} 環境基準超過の原因としては、Ox や SPM と同様に、大陸からの黄砂や大気汚染物質の長距離輸送の可能性が示唆された。

まとめ

平成 24 年度の大気汚染常時監視で、環境基準超過等の数例の高濃度事例が発生した。

日南保健所(日南市)、油津小学校(日南市)、都城高専(都城市)及び都城自排局(都城市)の SO₂ 環境基準超過事例は、いずれも後方流跡線や桜島の噴火状況等から桜島が原因と推測された。

延岡商業高校(延岡市)や健康づくりセンター(高鍋町)などで 5 月 7 日に Ox が高濃度となり、延岡商業高校で年間最高値となった事例、健康づくり

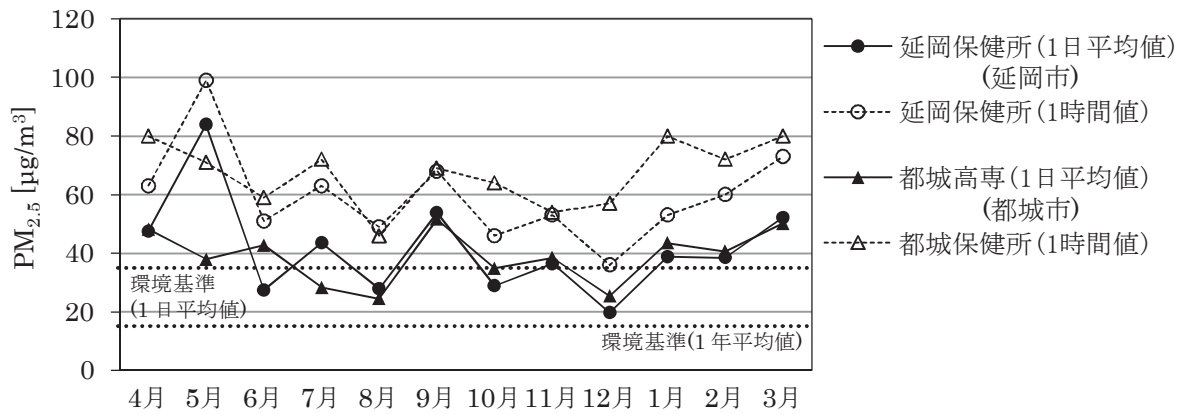


図 13 PM_{2.5} 月最高値の経月変化(平成 24 年度)

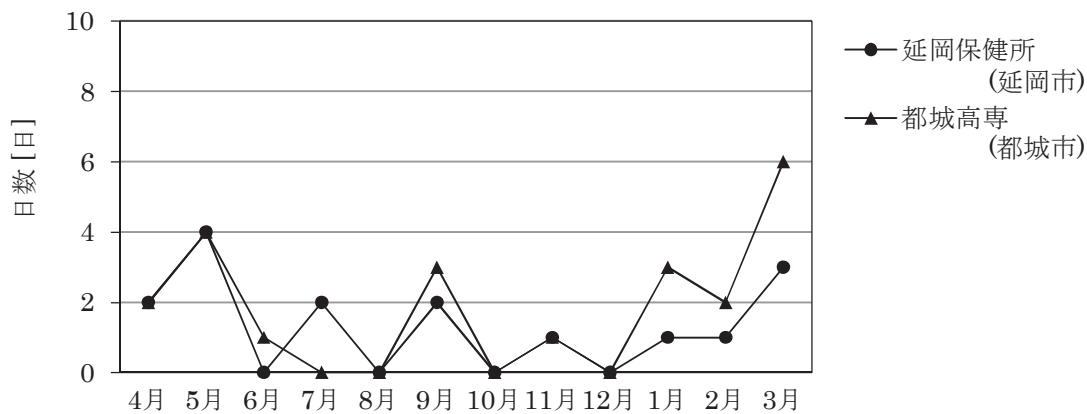


図 14 PM_{2.5} 環境基準超過日数の経月変化(平成 24 年度)

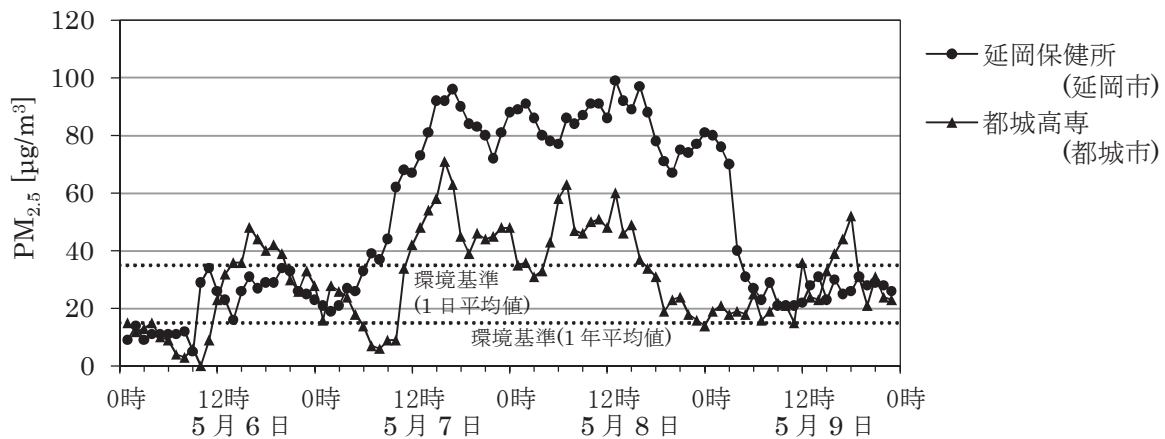


図 15 PM_{2.5} 濃度の経時変化(平成 24 年 5 月 6 日～9 日)

センター(高鍋町)および新延岡自排局(延岡市)の SPM 環境基準超過事例, 延岡保健所(延岡市)で PM_{2.5} が年間最高値となった事例は, いずれも, 後方流跡線やその他の気象条件等から, 原因としては, 大陸からの黄砂や大気汚染物質の長距離輸送の可能性が示唆された。

同様の高濃度事例の発生は, 今後も可能性があるため, 大陸からの越境汚染の影響などを注視しながら, 監視を続けていく必要がある。

謝辞

宮崎市の一般環境大気測定局(3 局)及び自動車排出ガス測定局(3 局)については, 宮崎市環境保全課から測定結果の提供を受けた。深謝致します。

参考文献

1) 米国海洋大気局 : HYSPLIT, <http://ready.arl>.

noaa.gov/HYSPLIT.php

- 2) 宮崎県：環境白書(平成 24 年版), 2012
- 3) 福岡管区気象台・鹿児島地方気象台：桜島 火山の状況に関する解説情報第 37 号, 2012
- 4) 福岡管区気象台・鹿児島地方気象台：桜島 火山の状況に関する解説情報第 38 号, 2012
- 5) 福岡管区気象台・鹿児島地方気象台：桜島 火山の状況に関する解説情報第 88 号, 2012
- 6) 気象庁：気象統計情報 過去の気象データ
- 7) 眞崎造成, 中村雅和, 祝園秀樹, 岩切淳：新燃岳噴火に伴う大気汚染物質の拡散状況の解析, 当所年報第 22 号, 2012
- 8) 中込和徳, 山下晃子, 梶野瑞王, 原田勉, 薩摩林光：長野県北部における二酸化硫黄濃度上昇事例, 長野県環境保全研究所研究報告第 3 号, 2007
- 9) 環境省：平成 23 年度大気汚染状況について
- 10) 祝園秀樹, 小玉義和：光化学オキシダントの挙動解明に関する研究(C 型共同研究), 当所年報第 17 号, 2005
- 11) 宮崎県：環境白書(平成 22 年版), 2010