

佐賀県の大気環境の変遷

吉牟田 博子

要 旨

きれいで、すがすがしい大気環境の保全を図るため、佐賀県では県内7市2町17箇所に大気環境常時監視測定局を設置し、刻々と変化する大気汚染状況の常時把握に努めている。ここ数年の結果を見ると、光化学オキシダント及び浮遊粒子状物質に環境基準超過が見られ、黄砂をはじめとした大陸からの移流の影響が懸念される場所であり、今後とも常時監視の必要性、重要性は増加している。

今般、佐賀県の大気環境常時監視に関する基準を制定することとなり、大気汚染の推移を、環境基準が定められている5物質（二酸化硫黄、一酸化炭素、浮遊粒子状物質、光化学オキシダント、二酸化窒素）及び非メタン炭化水素について考察したので報告する。

キーワード：大気環境常時監視、テレメータシステム

1 大気環境常時監視テレメータシステムの概要

佐賀県の大気環境常時監視テレメータシステムは、昭和62年10月に松浦火力関係10測定局（県設置；5局、企業局5局）をテレメータシステム化（約65,340千円）、その後既存の県設置局を接続し、平成元年に鹿島局、平成2年に武雄局を増設し、平成4年には唐津火力発電所のばい煙発生源監視システムの設置（約21,700千円）及び唐津市の10箇所の測定局を県に移管し、テレメータに接続するなど拡張しながら整備してきた。

平成11年12月には、コンピューターの2000年問題への対応のためシステムを更新した（約36,400千円）。同時に測定局の見直しを実施して、唐津周辺の4局を廃止し、一般環境局の多久局と自動車排気ガス測定局の鍋島局を増設した。

平成16年7月には、唐津火力発電所の休止に伴い、唐津周辺の3局及びばい煙発生源監視システムを廃止した。

システムは、パソコンを中心に運用されており、測定局情報データベース、収集したデータの転送（環境課、伊万里市、唐津市、松浦発電所）、環境省の大気汚染物質広域監視システム（そらまめ君）へのデータ提供、環境省への報告ファイル等作成、各種グラフ作成等多くの機能を持っている。

大気環境常時監視テレメータシステムの模式図を図1に示す。各測定局には、大気汚染物質を自動連続測定する測定機と、測定結果を収集して環境センターに送信するデータ収録装置（REC-1）とモデムがある。環境センターでは県内の測定局（測定車も含む。）から送信される毎時間の大気汚染物

質及び気象データを収集し、中央監視局のサーバーにデータベース化している。

また、佐賀県庁環境課、伊万里市及び唐津市にもパソコンのデータ端末装置が配置され、環境センターからデータを自動で転送しており、複数ヶ所において常時監視を行っている。

後述するように、大気環境の監視を通じて、発生源の監視・指導等大気汚染防止対策へのフィードバック及び大気環境の改善確認と、この大気環境常時監視テレメータシステムは重要な役割を果たしてきており、今般、佐賀県の大気環境常時監視に関する基準を制定した後も、不断に見直しを実施して、その重要な役割を果たしていく必要がある。

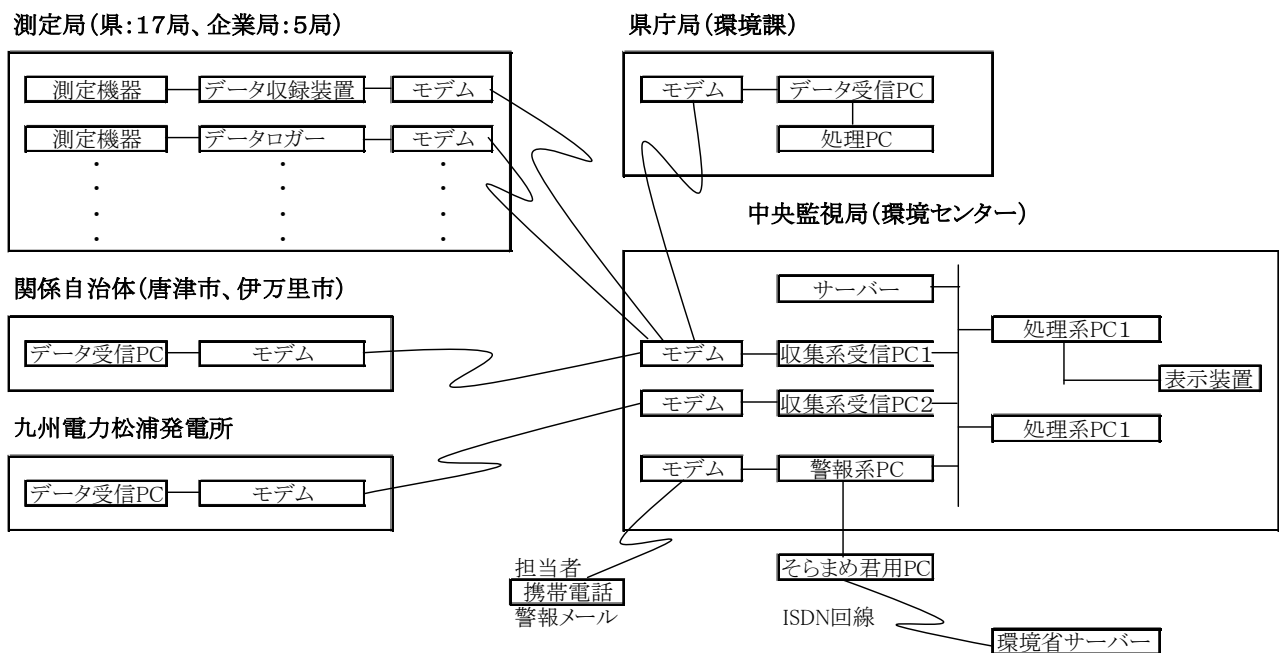


図1 大気環境常時監視テレメータシステムの模式図

2 大気汚染について

(1) 大気汚染物質の種類と人体に及ぼす影響

大気汚染物質には様々なものがあるが、現在、環境基準が定められているのは、二酸化硫黄（SO₂）、一酸化炭素（CO）、浮遊粒子状物質（SPM）*、光化学オキシダント（Ox）、二酸化窒素（NO₂）、ベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ジクロロメタンの9物質であり、そのうち大気汚染常時監視測定局で自動連続測定が行われているのは、SO₂、CO、SPM、Ox、NO₂の5物質である。佐賀県では、浮遊粒子状物質及び光化学オキシダントで環境基準を超過する事例はあるが、その他は環境基準を達成している。

過去の佐賀県内における大気汚染に係る主な被害等の発生事例を概括しておく。昭和45年～48年には、火力発電所からの酸性の煤塵により、みかんの果皮に黒の斑点を生じる被害が発生し、

電力会社は補償を行った。このことを契機に、唐津市は昭和47～48年唐津市周辺に10測定局を配置し、昭和48年8月テレメータ化した。(平成4年、県に移管された。)

鳥栖市では、タイヤ工場からのすすの排出による住民苦情が発生した。これを契機に昭和48年鳥栖市役所に二酸化硫黄自動測定機器による測定を開始した。(平成16年、県に譲渡された。) その他、有田町におけるフッ素による苦情、伊万里市における合板製造工場からのばい煙による苦情などがあるが、いずれもその後の公害防止対策により改善された。

(2) 大気環境と気象、地形

一般的に大気環境は地形や雨・風などの気象に大きく左右される。そこで、佐賀県の地勢と気象を概観する。

佐賀県の地域は大きく3区分できる。第一は、東北部の天山から背振山塊地帯で、山塊の大部分は中世期の花崗岩類からなっている。第二は、西部ないし西南部の丘陵地帯で、北の部分の東松浦半島では玄武岩が流出して上場台地を形成し、有田町付近には流紋岩が分布し、安山岩質の多良岳が長崎県へと連なっている。第三は、南部を占める佐賀平野で、筑後川や六角川が有明海に注ぐ低平な沖積平野である。

佐賀県の気候は、県中央部の山地を境にして、県の北部が日本海型気候区、県の南部が内陸型気候区に大別でき、北部では、後述する海陸風が卓越するが、南部では、冬、大陸から寒冷な北よりの強い季節風があり、夏は高温多湿の南よりの風が吹いている。年平均気温16℃前後の地域が広く、全般に温和な気候だといえる。

また、佐賀市付近は周辺の地域より気温が高くなっており、福岡市付近と同様に、都市化の影響が現れている。

大気とは地球を取り巻く空気の層のことであるが、大気圏は地表から対流圏、成層圏、中間圏、熱圏の4層に分けられる。日常的に経験する雨、雪、雲、台風等の気象現象は対流圏内で生じる。

対流圏の中でも特に大気の混合が起りやすい領域を混合層という。日射によって地表面温度が上昇すると、上昇気流が起きて混合層は大きくなる。逆に放射冷却によって地表面温度が低下すると逆転層を形成し、上昇気流が抑制され混合層は小さくなる。大気汚染の負荷が同程度とすると、混合層が小さい方が大気汚染物質濃度は高くなる。県内においても、秋から冬には、夕方・夜間・朝方の放射冷却により高い窒素酸化物濃度を示す。

また、風の影響も大きく受ける。風が強いと大気汚染物質は拡散されるため、大気汚染物質濃度は低くなる。地表付近で観測される風は、傾度風と局地風の2つに大きく分けられる。傾度風とは気圧の差によって吹く風のことであり、高気圧を中心に時計回りに吹き出すか、低気圧に向かって反時計回りに吹き込む。局地風とは、海風・陸風や山風・谷風のように局地的な温度差によって吹く風のことである。例えば海陸風を例にとると、昼間は日射により地表面の温度が高くなるので、陸上で強い上昇気流が生じ、海風が吹く。逆に、夜間は相対的に海面の温度が高くな

るので、陸風が吹く。一般に、傾度風の方が局地風よりも強いため、傾度風が優勢となる西高東低の冬型気圧配置等の時には大気汚染物質濃度が低くなり、局地風が優勢となる移動性高気圧や帯状高気圧等の時には大気汚染物質濃度が高くなる。また、局地風が優勢な時は、海岸近くで発生した大気汚染物質がゆるやかな海風に運ばれて、内陸部まで達することもあり、基山の光化学オキシダントが高いのは、周辺地域の影響が大きいと思われる。

3 佐賀県の大気環境

(1) 環境基準の適合状況

環境基準は、環境基本法第16条で「人の健康を保護し、及び生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準」と定義されている。ある地点での観測結果が環境基準に適合しているかどうかは、4月から翌年3月までの1年間に得られた全ての観測値を用いて、光化学オキシダントは短期的評価（表1参照）、その他の大気汚染物質は長期的評価によって判断する。環境基準の長期的評価方法を表1に示す。

表1 環境基準の長期的評価方法

大気汚染物質	二酸化硫黄(SO ₂)	一酸化炭素(CO)	浮遊粒子状物質(SPM)	二酸化窒素(NO ₂)
長期的評価方法	1日平均値の2%除外値*が0.04ppm以下であり、かつ0.04ppmを超えた日が2日以上連続しないこと。	1日平均値の2%除外値*が10ppm以下であり、かつ10ppmを超えた日が2日以上連続しないこと。	1日平均値の2%除外値*が0.10mg/m ³ 以下であり、かつ0.10mg/m ³ を超えた日が2日以上連続しないこと。	1日平均値の年間98%値**が0.06ppm以下であること。

*測定値の高い方から2%の範囲内にあるもの(365日分の測定値がある場合は7日分の測定値)を除外した後
**測定値の低い方から98%に当たる測定値(365日分の測定値がある場合は低い方から358日分の測定値)。

佐賀県の環境基準適合率(局数割合)の推移を図2、図3に示す。長期的評価であるので、測定局数は年間6000時間を達成した有効測定局のみを対象とした。一般環境局において、SO₂は昭和50年以降、NO₂は昭和53年以降100%で推移している。SPMは平成13、14年度は大きな黄砂の飛来により適合率が極端に悪化した。近年は90%以上で推移している。O_xは平成3年以降0%で推移している。自動車排気ガス測定局において、COは昭和50年以降、NO₂は昭和61年以降100%で推移している。SPMは、平成14年度は一般環境局同様、大きな黄砂の飛来により適合率が悪かったが、その後は100%で推移している。

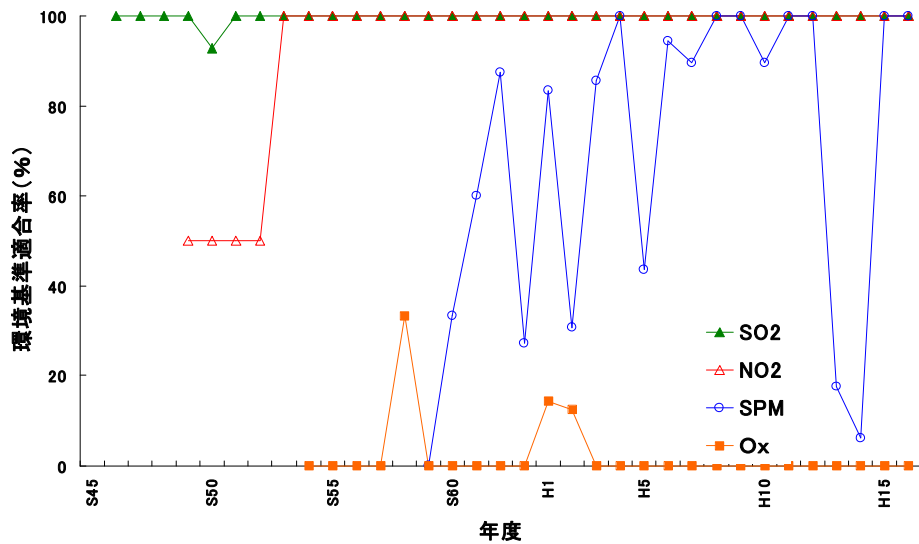


図2 一般環境局の環境基準適合率（局数割合）の推移

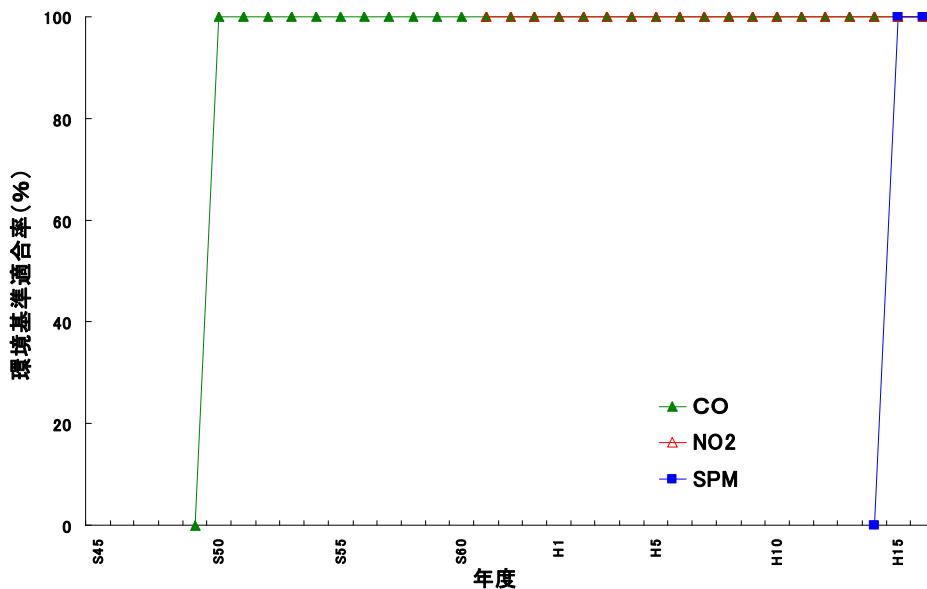


図3 自動車排気ガス測定局の環境基準適合率（局数割合）の推移

(2) 大気汚染の推移

蓄積されている大気環境常時監視データから、主に年平均値、98%値及び2%除外値についてグラフ化して、佐賀県の大気汚染の推移を考察すると、昭和60年頃を境に大きく2つの時期に分けることができる。テレメータシステムが整備された昭和62年以前は、大気汚染の主要な原因が工場・事業場であった。それ以降はモータリゼーションが急激に進み、工場・事業場に代わって、自動車が大気汚染の主要な原因となった。また、近年は大気汚染物質の大陸からの移流も懸念される状況となっている。

測定データを考察する場合、測定機器の測定方法を補足説明しておく必要がある。環境基準が定められている項目については、測定方法が定められている。平成8年10月25日に大幅な改正があり、いわゆる乾式測定法が取り入れられた。乾式測定法は吸収液を用いず、試料大気をガス状のまま測定する方法であり、測定原理上、選択性の高い測定が行えるほか、吸収液の調整・交換・廃棄の作業が不要であるなど測定機器の維持管理も比較的容易であるとの利点がある。佐賀県においては、平成17年度現在において、乾式測定法の測定機器は導入していない。修理等の維持管理において費用がかかること、機器更新の財政状況が厳しい中、導入できていない理由であるが、今後の測定法改正の動向を見ながら検討する必要がある。

また、同じ湿式測定法の測定機器においても、技術革新がなされており、それが測定データに影響している項目が見られる。二酸化硫黄は溶液導電率法であるが、途中高感度型に改善されている。高感度型では若干低値になる傾向が見られている。経年変化では昭和55年以降に大きな落ち込みがあるが、このことも影響していると思われる。光化学オキシダントは中性ヨウ化カリウムを用いる吸光光度法であるが、向流吸尿管の自動洗浄の有無により、若干データに違いが見られる。鳥栖局では、平成15年度まで自動洗浄装置無しの機器であった。

① 二酸化いおう (SO₂)

県内主要地点のSO₂年平均値及び日平均値の2%除外値の推移を図4、図5に示す。

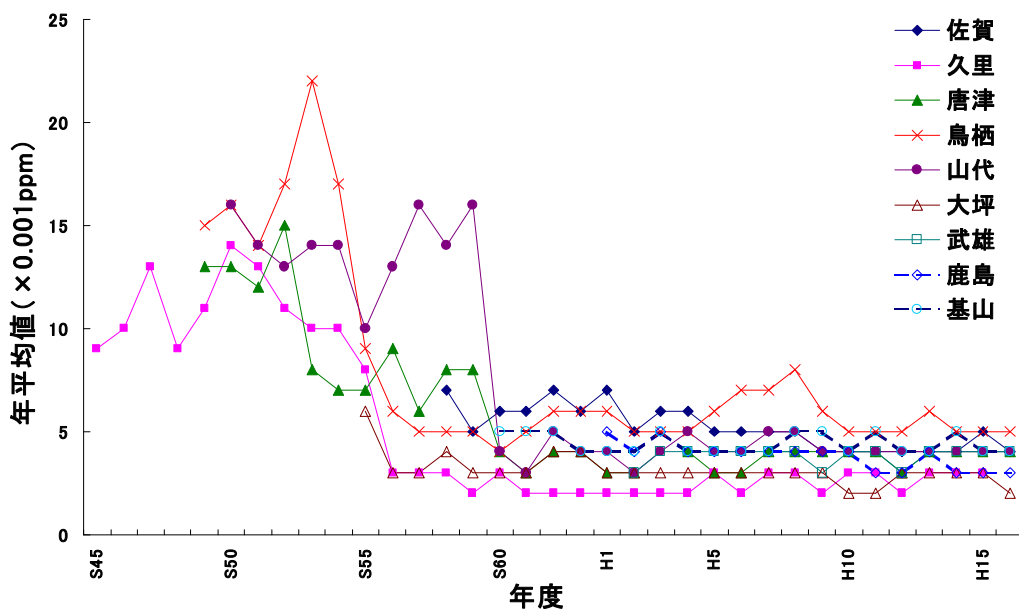


図4 県内主要地点のSO₂年平均値の推移

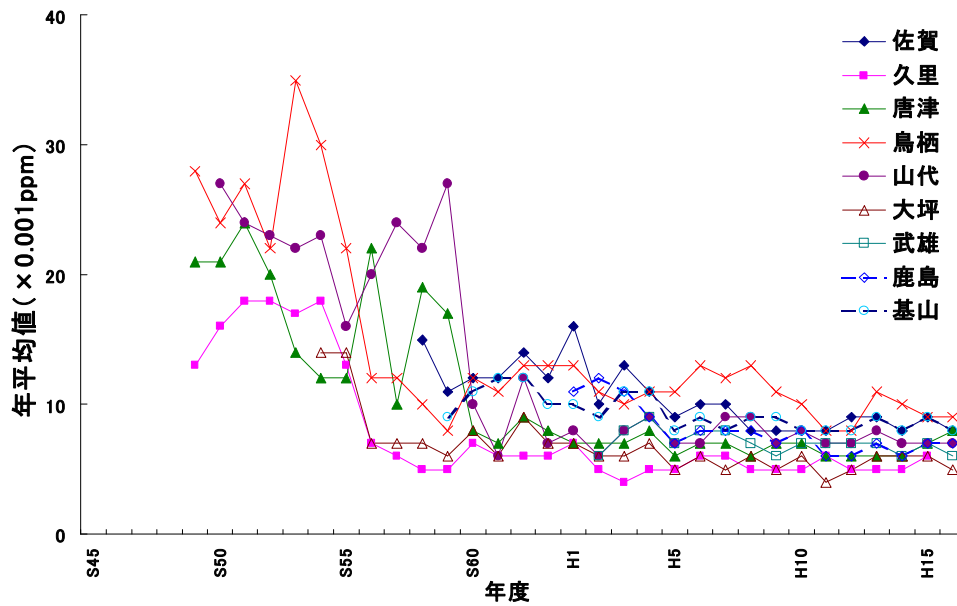


図5 県内主要地点のSO₂日平均値2%除外値の推移

昭和40年代後半～50年代頃のSO₂年平均値は大きな発生源があった唐津市、有田町、伊万里市山代町などで高い濃度を示し、その後、急激に減少している。

燃料の低硫黄化や排煙脱硫装置の設置等の対策が進み、工場等からのSO₂排出量が大幅に減少したためと考えられる。その後は横ばいで推移している。

②浮遊粒子状物質 (SPM)

県内主要地点のSPM年平均値、日平均値の2%除外値及び浮遊粉じん年平均値の推移を図6、図7、図8に示す。

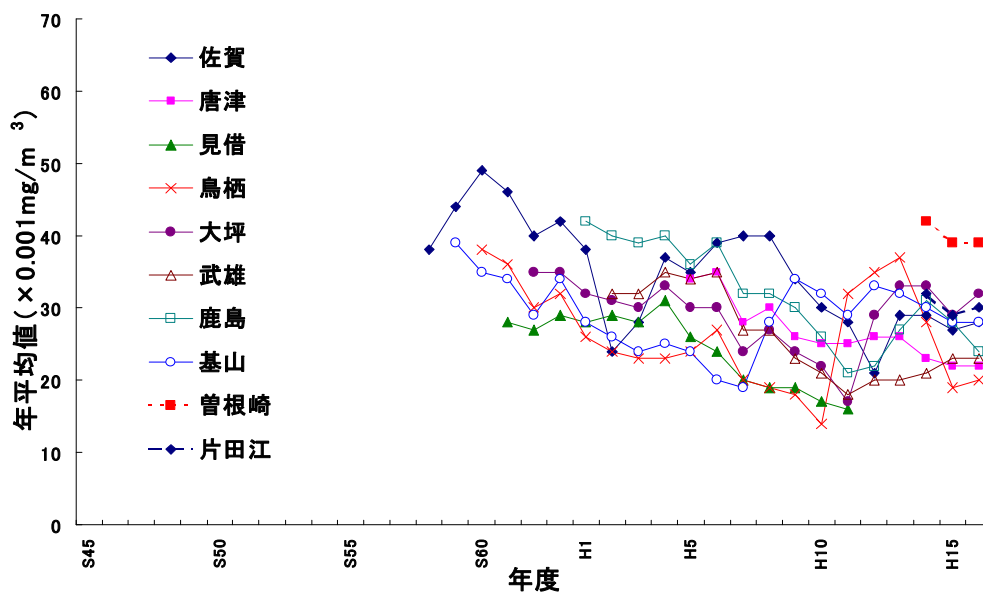


図6 県内主要地点のSPM年平均値の推移

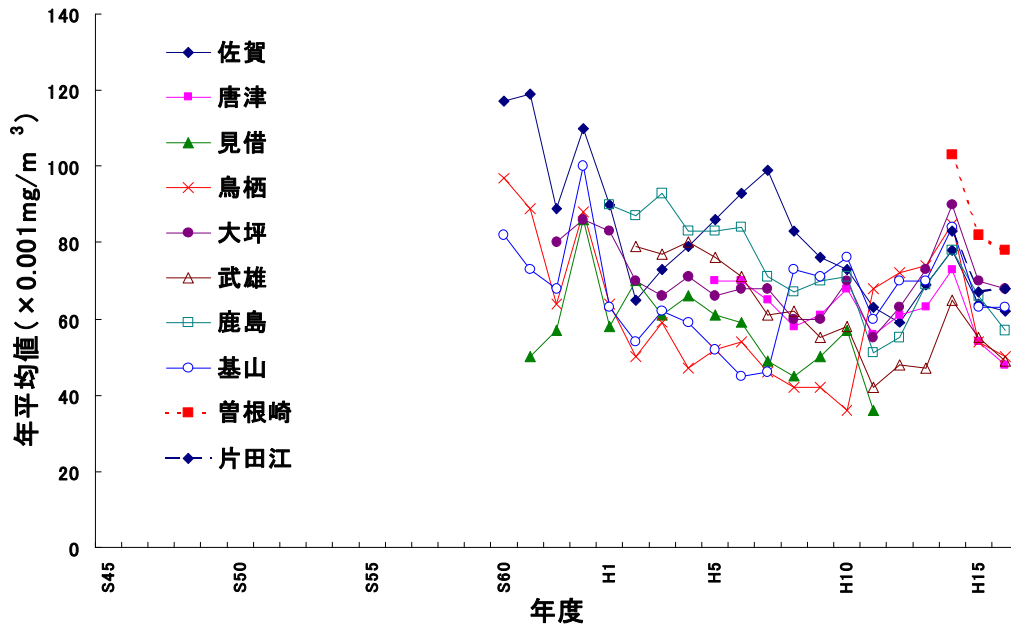


図7 県内主要地点の浮遊粒子状物質日平均値2%除外値の推移

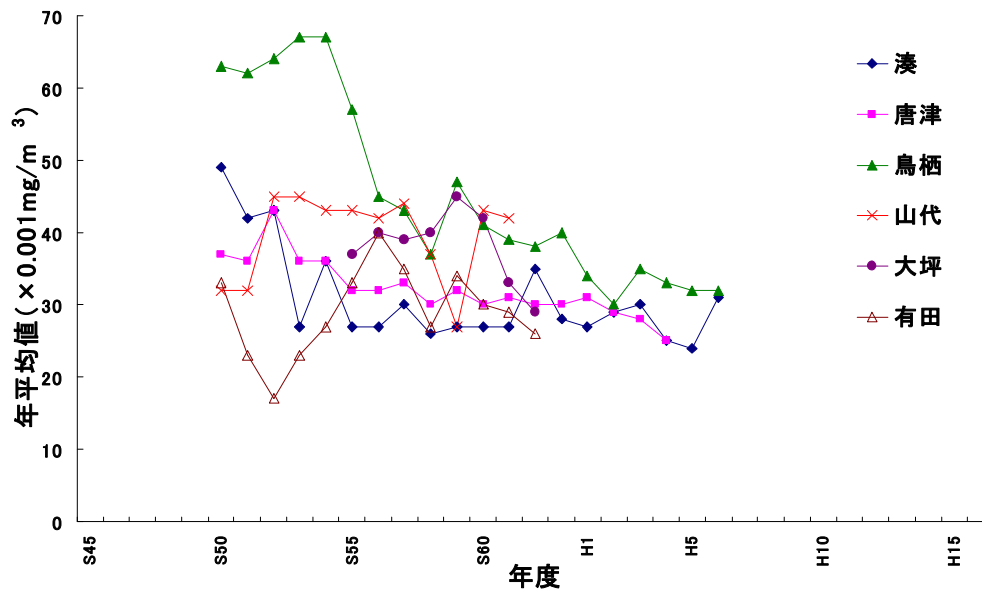


図8 県内主要地点の浮遊粉じん年平均値の推移

SPMの測定開始年度はSO₂などよりも遅く、大気環境測定局において測定が開始された昭和45年当時から昭和58年までは浮遊粉じんを測定していた。

昭和37年のばい煙規制法の実施以降、降下ばいじん量は減少したが、昭和46年にばいじんの排出基準が強化されたことにより燃焼方法の改善や集じん装置の設置が進み、工場等からのばいじんの排出量は全国で急激に減少しており、SO₂年平均値の推移と同じく昭和50年代後半に濃度は減少したものと考えられる。平成になってからの改善の傾向は鈍化している。

平成14年度に自動車排気ガス測定局にSPM計を増設したが、大型車に多いディーゼル車は粒子状物質を多く排出するため、大型車の混入率が相対的に高い曾根崎局においてのみ、一般環境局より、若干高い濃度となっている。

佐賀県におけるSPM濃度の環境基準超過事例では、黄砂による事例や大陸からの大気汚染物質の移流による二次粒子による大気現象の煙霧が増加しており、広域的大気汚染状況の監視として重要性が増している。

③ 光化学オキシダント (Ox)

県内主要地点のOx年平均值(昼間;5から20時)及び環境基準超過時間数をの推移図9、図10に示す。

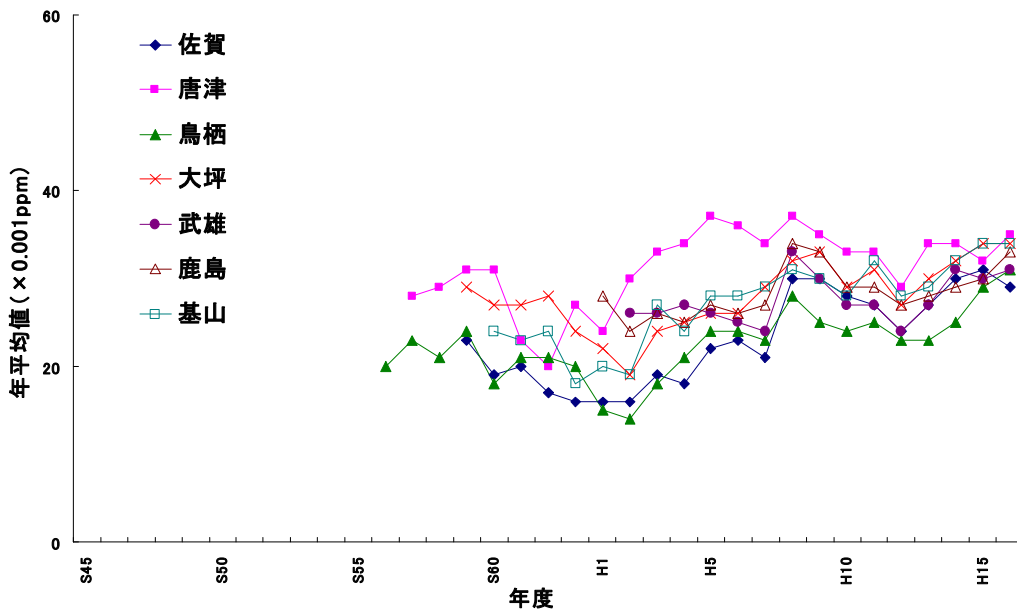


図9 県内主要地点のOx年平均值の推移

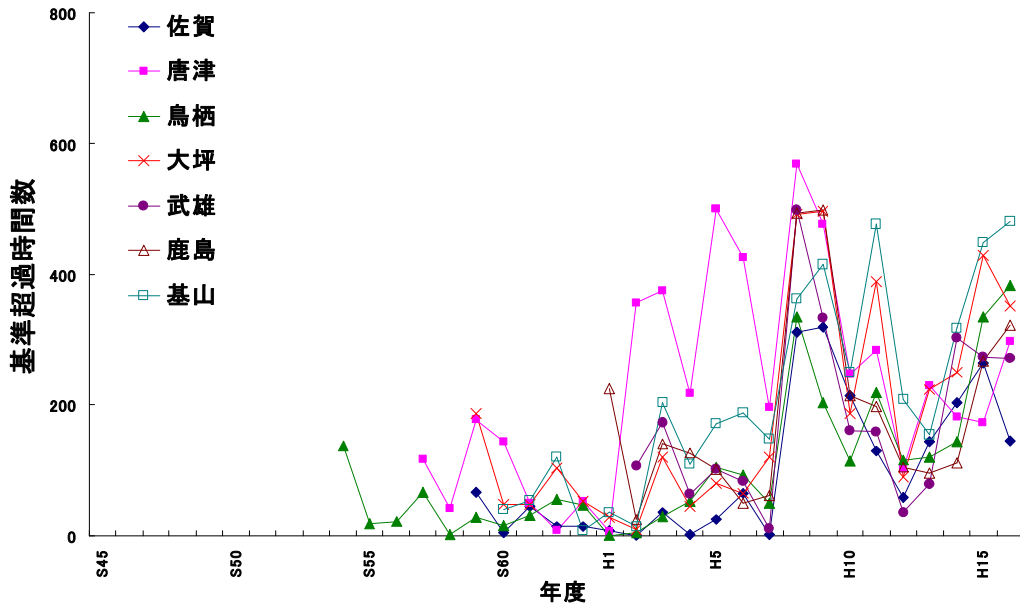


図10 県内主要地点のOx環境基準(0.06ppm)超過時間数の推移

Oxは窒素酸化物(NOx)と炭化水素類(HC)の光化学反応によって二次的に生成する物質であることから、昭和40～50年代は後述するNO2と同じように高い濃度であったと推定される。昭和60年代は横ばいで推移し、平成2年頃からは微増に転じている。

この光化学オキシダントの増加傾向は全国的な傾向であり、国立環境研究所との共同研究として、詳細なデータ解析を進めているところである。

その解析結果においても、光化学オキシダントが春と秋に高いが、これは移動性高気圧が頻繁に通過し、成層圏から対流圏へ大気の流れが起こり、成層圏オゾンが影響しているためと言われている。また、西日本地域は夏場に少し谷を示す要因としては、高濃度のオゾンを含まない海洋性気団に安定しておおわれるためであると考えられている。東京、関西などの都会では夏場は日射量が多く、光化学オキシダントの生成が活発になるので、夏場の減少は見られない。

昼間の1時間値が環境基準である0.06ppmを超過した時間数の割合の推移を図10に示す。年度間の変動が大きいけれど、これについても最近微増の傾向が伺える。

佐賀県においては、現在まで光化学オキシダントの注意報発令を実施した事例はないが、基山局で最近高濃度が検出される事例があり、局地風等の影響で福岡市の汚染が後背地まで広がっている兆候があり、今後大陸からの移流の影響ばかりでなく、広域的都市汚染も注視する必要がある。

④ 二酸化窒素(NO₂)

県内主要地点のNO₂年平均値及び日平均値98%値の推移を図11、図12に示す。

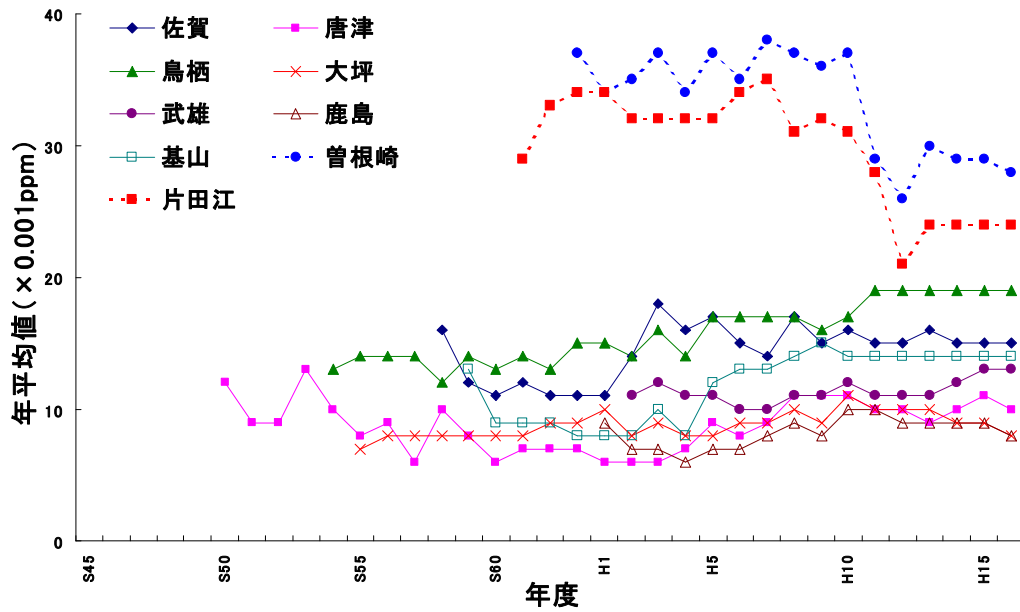


図 1 1 県内主要地点のNO₂年平均値の推移

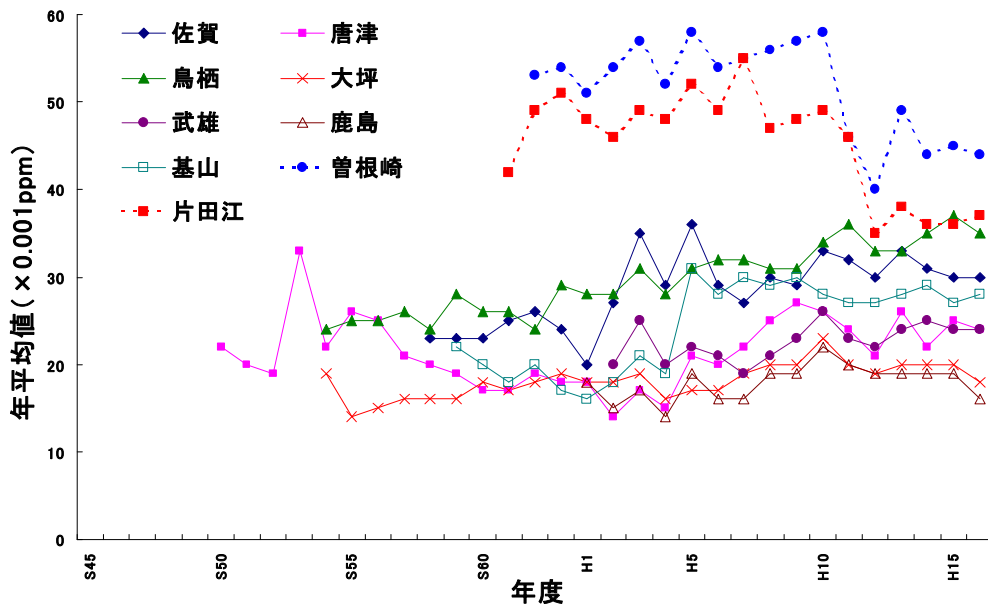


図 1 2 県内主要地点のNO₂日平均値98%値の推移

NO₂年平均値はSO₂と同じく、昭和50代中頃のNO₂年平均値は、唐津市で高く、NO₂の主要な発生源が工場等における化石燃料の燃焼であったことを裏付けている。

昭和48年にばい煙発生施設に対するNO_xの排出基準が設定されて以来、規制の強化が段階的に実施され、二段燃焼や低NO_xバーナーの採用、排煙脱硝装置の設置等の対策が進んだ結果、

工場等からのNO₂排出量が減少したためと考えられる。

しかし、平成元年頃からは、自動車保有台数の伸びに呼応するかのよう増加に転じている。自排局が一般局よりも高いことから、自動車排ガスの影響が大きいと考えられる。県内一般道で交通量の一番多い国道3号線沿いの曾根崎局が、高い濃度である。

ディーゼル車に対する自動車排出ガス規制は段階的に実施されており、自動車排気ガス測定局では平成12年に濃度が低下しており、その影響と思われる。その後横ばいである。一般環境局鳥栖局の98%値は自動車排気ガス局(片田江局)と同じ濃度レベルとなっており、NO₂年平均値が減少に転ずる兆しはみられず、さらなる対策が求められる。

⑤ 一酸化炭素(CO)

県内では、昭和50年から現在に到るまで自動車排気ガス測定局の2地点で測定している。2地点のCO年平均値及び日平均値2%除外値の推移を図13、図14に示す。

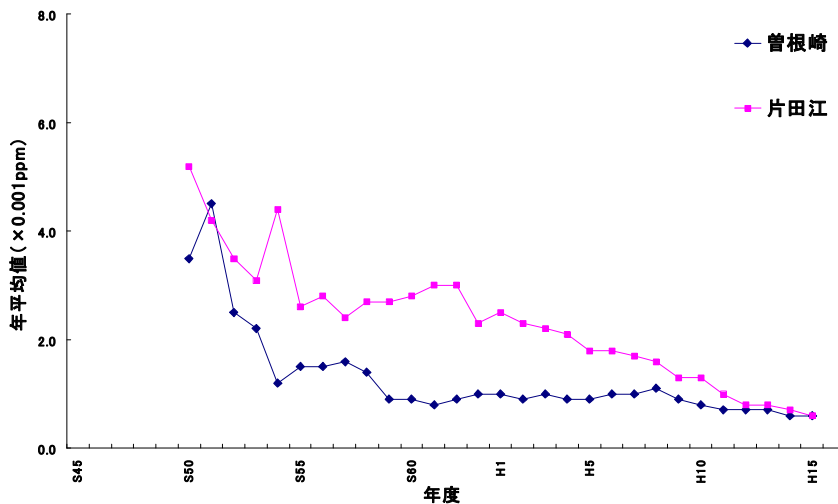


図13 県内2地点のCO年平均値の推移

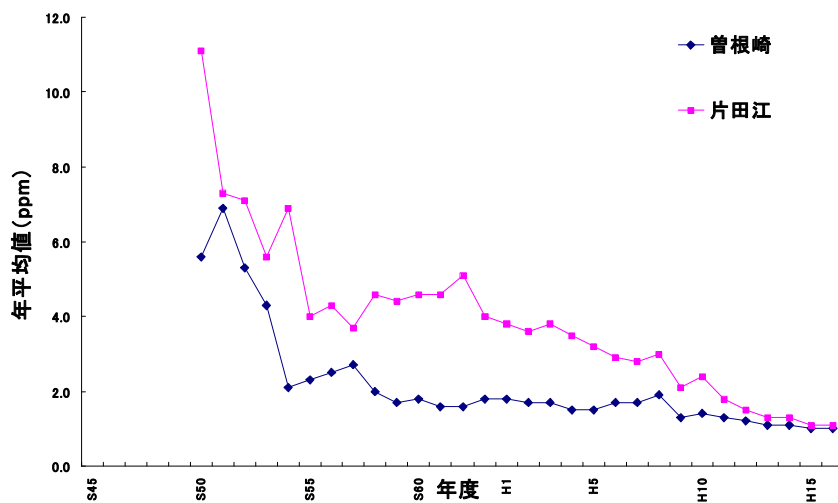


図14 県内2地点のCO日平均値2%除外値の推移

COによる大気汚染は、SO₂やNO₂と同じく、昭和50年代までは工場からの寄与が大きかったと考えられる。

COの自動車排出ガス排出規制も段階的に強化されているが、排出対策が難しいNO_xと異なり、排出ガス中のCO濃度は近年の燃焼技術の向上によりさらに低くなっており、環境中濃度もそれも裏付けるように減少している。自動車からの排出量は今後も少しずつ減少していくと思われる。

⑥ 非メタン炭化水素

炭化水素類は、塗料や有機溶剤を使用する工場、石油類のタンク等から排出され、また自動車排出ガスにも含有されるなど、多種多様な発生源から排出される。

昭和51年8月、中央公害対策審議会から、「光化学オキシダントの生成防止のための大気中水素濃度の指針について」が答申され、この中で、炭化水素の測定については、非メタン炭化水素を測定することとし、光化学オキシダント生成防止のための濃度レベルの指針は午前6～9時の3時間平均値が0.20～0.31ppmCの範囲にあることとされた（ppmCとは炭素原子数を基準として表したppm値。）

佐賀県における炭化水素類の測定としては、測定車における測定事例が残っている。

その測定結果の最大最小を図15に示す。

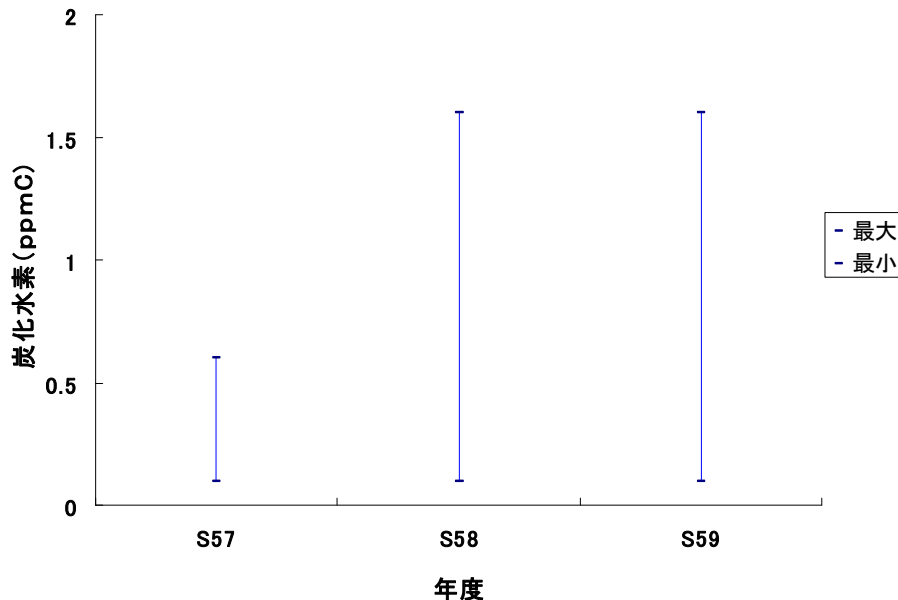


図15 測定車による炭化水素測定結果（最大、最小）の推移

その当時は、メタンと分離する機能がなく炭化水素類全体として測定した結果であるため非メタン炭化水素と仮定すると、指針と比較して高濃度である可能性があった。

頻繁に測定の開始・停止を繰り返す測定車には、非メタン炭化水素測定機器の管理がむずかしく測定を中止したため、その後の測定データがない。

光化学オキシダントについては、幸いに注意報を発令しなければならないような事態もなく、

光化学オキシダント生成防止のための非メタン炭化水素測定の重要性は低かった。

しかし、光化学オキシダントが微増傾向にあることから、県内での測定局を定める必要がある。