

有害大気汚染物質の挙動について

岩永貴代 菅本康博*¹ 東瀬謙二

*¹ 現環境企画課

1 はじめに

平成8年5月に大気汚染防止法（平成9年4月1日施行）が改正され、人の健康に影響を及ぼす可能性の高い大気中の汚染物質に対するモニタリング調査が開始された。当研究所でも、平成9年10月から調査を続けてきたが、その結果に基づき最近の5年間の状況について報告する。

2 方法

(1) 調査期間、調査地点及び調査項目等

調査期間は、平成15年4月から平成20年3月までの5年間とし、毎月1回測定したデータを取りまとめた。調査地点及び調査項目は、次のとおりである。なお、試料の採取は、地上から高さ150cmの位置で24時間連続して行った。

- ・ 神水自動車排ガス測定局（沿道）〔以下神水で表示〕、下南部郵便局（沿道）〔下南部〕、保田窪交番（沿道）〔保田窪〕 --- 揮発性有機化合物
- ・ 大江市民センター（一般環境）〔大江〕、水道町自動車排ガス測定局（沿道）〔水道町〕 --- 揮発性有機化合物、ベンゾ(a)ピレン、アルデヒド類、重金属類

(2) 分析方法

環境省有害大気汚染物質測定マニュアルに基づき分析を行った。

a) 揮発性有機化合物（9項目）

揮発性有機化合物：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、アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン、1,3-ブタジエン

採取容器：GLサイエンス社製 SUMMA キャニスター（内容積6L）

測定装置：Tekmar 14-ACAN-100、GC:6890A MS:Automass Sun

分析条件：（表1）

表1 GC/MS の分析条件

GC条件	
カラム：AQUATIC 60m×0.25mm×1.0μm	
昇温条件：40℃(0min)－rate3.5℃/min－80℃(4min)	
－rate6.0℃/min－120℃(0min)－rate15.0℃/min	
－200℃(15min)	
注入口温度：220℃	
注入方法：スプリットレス	
キャリアーガス：超高純度ヘリウムガス	
MS条件	
イオン化法：EI	インターフェイス温度：200℃
イオン化電圧：70eV	イオン源温度：210℃
イオン化電流：300μA	フォトマルチ電圧：750V

b) ベンゾ(a)ピレン

採取装置：ローボリウムエアースンプラー、ガラス繊維ろ紙（直径 47mm 円形）

測定装置：蛍光検出器付き HPLC

c) アルデヒド類

測定対象物質：アセトアルデヒド、ホルムアルデヒド

採取装置：DNPH捕集管（2 連）、オゾンスクラバー付

測定装置：紫外線検出器付き HPLC

d) 重金属類

測定対象物質：ニッケル化合物、ヒ素及びその化合物、ベリリウム及びその化合物、
マンガン及びその化合物

採取装置：ローボリウムエアースンプラー、テフロン繊維ろ紙（直径 47mm 円形）

測定装置：ICP/MS

e) 水銀及びその化合物

採取装置：アマルガム捕集管

測定装置：ダブルアマルガム方式水銀測定装置

3 結果

(1) 揮発性有機化合物

揮発性有機化合物は、5 地点で 9 項目について調査を行った。環境基準が設定されているベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン及びジクロロメタンのうちベンゼンが一部の地点で環境基準を超えて検出されたが、他の 3 項目は、全ての地点で環境基準以下であった。また、指針値が設定されている 5 項目についても、全て指針値以下であった。

なお、トリクロロエチレン（報告下限値以下が全測定値の 92%）、アクリロニトリル（96%）、塩化ビニルモノマーは（90%）、1,2-ジクロロエタン（99%）の 4 項目は、報告下限値以下が 9 割を超えており、年平均値も全国平均値より低かったので、ここでは、これらの 4 項目を除く 5 項目について、経年変化や月変動をまとめた（表 2 及び図 1 参照）。

a) ベンゼン

本市においては自動車燃料中に含まれているベンゼンが大気中のベンゼンの発生源と考えられる。ガソリン中のベンゼン含有量は、平成 7 年 10 月環境庁告示第 64 号で 5% とされていたが、平成 11 年 7 月環境庁告示第 31 号で改正され、平成 12 年 1 月から 1% 以下に規制されている。それ以降、大気中のベンゼン濃度は全地点で減少傾向を示しており（図 1）、平成 15 年度は、神水、下南部及び保田窪の 3 地点で環境基準（年平均値 $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を超過していたが、平成 19 年度には保田窪の 1 地点となった。基準を超えていた 3 地点は、57 号線東バイパス沿線上に位置しており、平成 15 年度から 19 年度までに、神水で $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、下南部で $2.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、保田窪で $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の低減が観測された。これに対して、水道町は $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、大江は $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で大きな低減は観測されていない。57 号線東バイパス沿線の 3 地点におけるベンゼン濃度の低減は、前報¹⁾で報告したように東バイパスの 6 車線化の効果と考

えられる。なお、年間の月変動は、図1に示したように全地点で12月をピークとして冬場に濃度が高くなる傾向を示していた。

b) テトラクロロエチレン

テトラクロロエチレンはドライクリーニング溶剤として広く使われていた。

年平均値は、保田窪を除く4地点では $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下で推移しており、平成18年度全国平均値($0.31 \mu\text{g}/\text{m}^3$)の約4分の1程度であった。一方、保田窪は、 $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ から $0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で変動しており、全国平均値より高くなっていた。また、月変動を見ると冬場に濃度が高く、12月には $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ となっていたが、環境基準($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$)と比べるとの130分の1程度であった。なお、保田窪が高くなる原因としては、風向等を考慮し、周辺調査を実施した結果、近くのドライクリーニング工場の排気と考えられる。

c) ジクロロメタン

ジクロロメタンはオゾン層破壊問題でフロン類製造が禁止された後、溶剤・冷媒・脱脂剤・抽出溶剤に多く使用されるようになった。分解されにくく、環境に放出されると残留するため、フロン同様に全地球的に広く拡散し、残留していると考えられる。

年平均値は、 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後で推移しており、平成18年度をピークに増加傾向を示していた。平成18年度全国平均値($2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)に比べると半分程度で、環境基準($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$)の約150分の1であった。月平均値は、いずれの地点も12月が最も高く、冬場に濃度が高くなる傾向が見られた。

d) クロロホルム

クロロホルムの大気中への排出量の9割程度は自然発生源由来との報告がある。自然発生源としては、海洋、土壌、水田などが挙げられる。

人為的な発生源は、化学工業などでクロロホルムが溶媒、溶剤、試薬として使用され、環境へ排出されるものと、パルプ・製紙工場や水処理施設などにおいて塩素消毒や塩素漂白の過程で非意図的に生成され、環境へ排出されるものがある。

本市での発生源は自然発生と考えられる。

年平均値は、図1に示したように $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ から $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で推移しており、平成18年度全国平均値($0.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$)とほぼ同程度で、指針値($18 \mu\text{g}/\text{m}^3$)の60~100分の1程度であった。また、月平均値は、神水の8月が平成16年に $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、平成19年に $0.72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 検出されたため高くなっているが、それを除くと全体としては $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ から $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で変動していた。

e) 1,3-ブタジエン

1,3-ブタジエンは自動車排出ガスや合成ゴム、石油製品を扱う事業場が主な発生源である。

年平均値は、下南部以外の4地点ではほぼ横ばいで推移しており、保田窪は $0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後で、神水は $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後で、水道町は $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後で、大江は $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後となっ

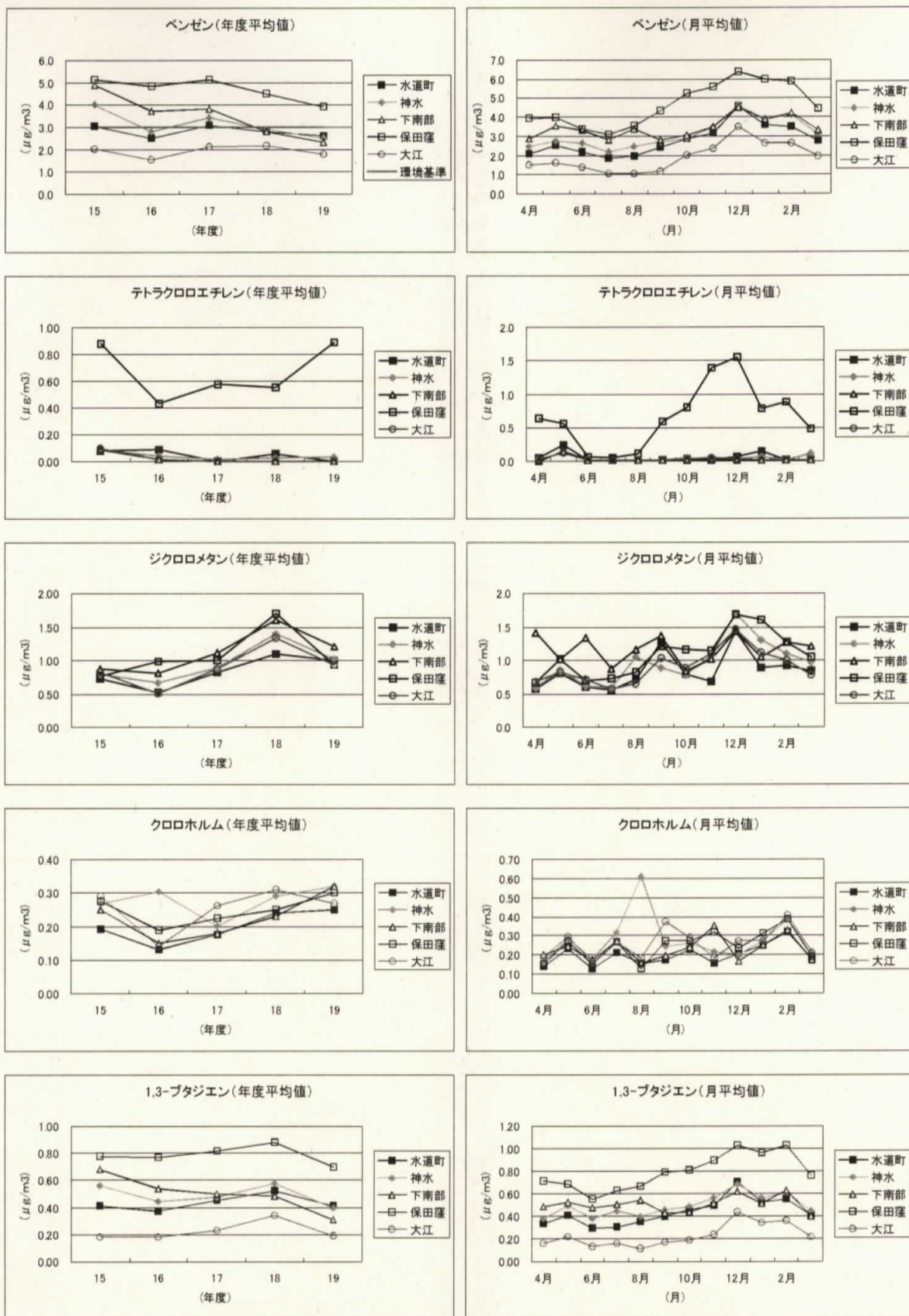


図1 揮発性有機化合物の年平均値の推移及び月変動

ていた。一方、下南部は、平成 15 年度の $0.68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ から平成 19 年度には $0.31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ へ減少していた。保田窪、神水及び水道町は、平成 18 年度全国平均値 ($0.34 \mu\text{g}/\text{m}^3$) をやや上回っているが、指針値 ($2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) に比べると 3~5 分の 1 程度であった。

図 1 に示すように、ベンゼンと同様の月変動パターンを示すことから自動車排ガスに起因するものと考えられる。

(2) ベンゾ(a)ピレン

ベンゾ(a)ピレンは多環芳香族炭化水素のひとつで、非意図的生産物であり、その発生源は石油精製、ボイラー、火力発電等の石油、石炭の燃焼、タバコの燃焼などである。

水道町(沿道)と大江(一般環境)の 2 地点で調査を行ったが図 2 に示すように、ベンゾ(a)ピレンは年平均値は $0.2 \text{ ng}/\text{m}^3$ から $0.4 \text{ ng}/\text{m}^3$ の範囲でほぼ横ばいで推移しており、平成 18 年度全国平均値 ($0.3 \text{ ng}/\text{m}^3$) とほぼ同程度であった。年間の変動は、ベンゼンと同様に 2 地点とも毎年冬季に高濃度になる傾向が見られた。

ベンゼンは自動車排ガスに起因しており、ベンゾ(a)ピレンとベンゼンの月変動パターンが類似していることからベンゾ(a)ピレンの発生源が自動車排ガスであると推定された。

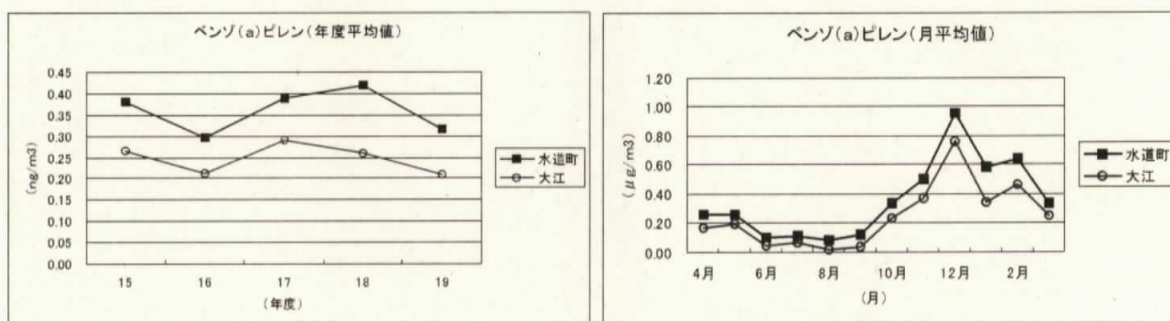


図 2 ベンゾ(a)ピレンの年平均値の推移及び月変動

(3) アルデヒド類

アセトアルデヒドは刺激臭のある無色の液体で防腐剤、防カビ剤、還元剤等に使用される。また、アセトアルデヒドは、食品中、飲料中、タバコの煙中で同定されており、自動車排気中各種産業からの廃棄物中にも存在している。炭化水素類・汚泥・固形の生物廃棄物の分解過程では、屋外での焼却、ガス・燃料油・石炭の燃焼と同レベルのアセトアルデヒドを生成すると言われている。

ホルムアルデヒドは無色の刺激臭のある気体で、水溶液として防腐・殺菌剤等の使用されるほか、建築材料の接着・塗装・防腐剤などからホルムアルデヒドが放散し、シックハウス症候群の原因物質のひとつとして知られている。大型ディーゼル車の排気ガスからも放出される。

図 3 に示したように、アセトアルデヒドの年平均値は $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後で、ホルムアルデヒドは $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後で推移しており、いずれも水道町(沿道)が大江(一般地域)より高くなっていた。平成 18 年度全国平均値(アセトアルデヒド $2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、ホルムアルデヒド $3.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) と比べると、

水道町はやや高くなっており、大江は同程度であった。1年間の変動は、春先から夏場にかけて高くなる傾向を示しており、ベンゼン等の有機塩素化合物やベンゾ(a)ピレンに見られた冬場に高くなる傾向と異なっていた。アセトアルデヒド類は、大気中の有機物の光化学反応でも生成すると言われており、こうした発生メカニズムの違いによるものと推定される。

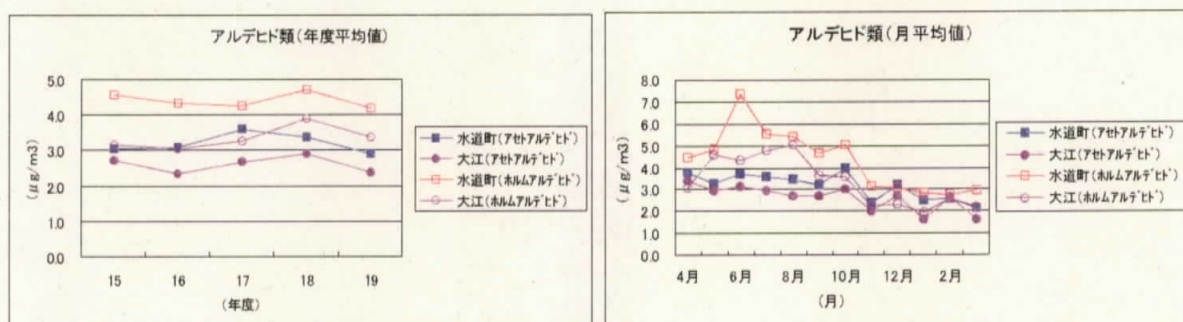


図3 アルデヒド類の年平均値の推移及び月変動

(4) 重金属類

重金属は、水道町（沿道）と大江（一般環境）の2地点で調査を行った。

ここに挙げた水銀以外の大気中の重金属類は、本市においては土壌由来と考えられる。

ニッケル化合物は、図4に示したように、2地点とも $2\text{ng}/\text{m}^3$ 前後で推移していたが、水道町で平成16年10月と平成17年1月にそれぞれ $11\text{ng}/\text{m}^3$ と $13\text{ng}/\text{m}^3$ の高い値が観測されたため、平成16年の年平均値と月変動の10月と1月が高くなっていた。それを除くとほぼ、平成18年度全国平均値（沿道 $6.8\text{ng}/\text{m}^3$ 、一般地域 $4.4\text{ng}/\text{m}^3$ ）の約2分の1で、指針値（ $25\text{ng}/\text{m}^3$ ）の10分の1程度となっていた。なお、月変動もほぼ横ばいで推移していた。

ヒ素及びその化合物は、図4に示したようにいずれの地点も $2.0\text{ng}/\text{m}^3$ 程度で推移しており、平成18年度全国平均値（ $2.2\text{ng}/\text{m}^3$ ）と同程度であった。月変動は、春先から夏場にかけて減少し、冬場に上昇するパターンを示していた。

ベリリウムは、水道町と大江のいずれも $0.01\text{ng}/\text{m}^3$ 前後で推移しており、平成18年度全国平均値（ $0.034\text{ng}/\text{m}^3$ ）の約3分の1の濃度であった。月変動は、4月及び5月が $0.025\text{ng}/\text{m}^3$ 程度と他の月に比べて高く検出された。

マンガンは、水道町と大江のいずれも $15\text{ng}/\text{m}^3$ 前後で推移しており、やや減少傾向が見られた。年平均値は平成18年度全国平均値（ $35\text{ng}/\text{m}^3$ ）の約2分の1で、ベリリウムと同様に4月と5月の濃度が高く、8月が最も低く、その後は徐々に上昇するパターンを示していた。

水銀は、貴金属類をアマルガムとして溶かし込む性質を利用して古くから使用されてきたほか、体温計、電池、蛍光灯、水銀灯消毒薬にも使用されてきた。金属類のうち唯一液体で直接気化するため大気中に放出され続けてきた。

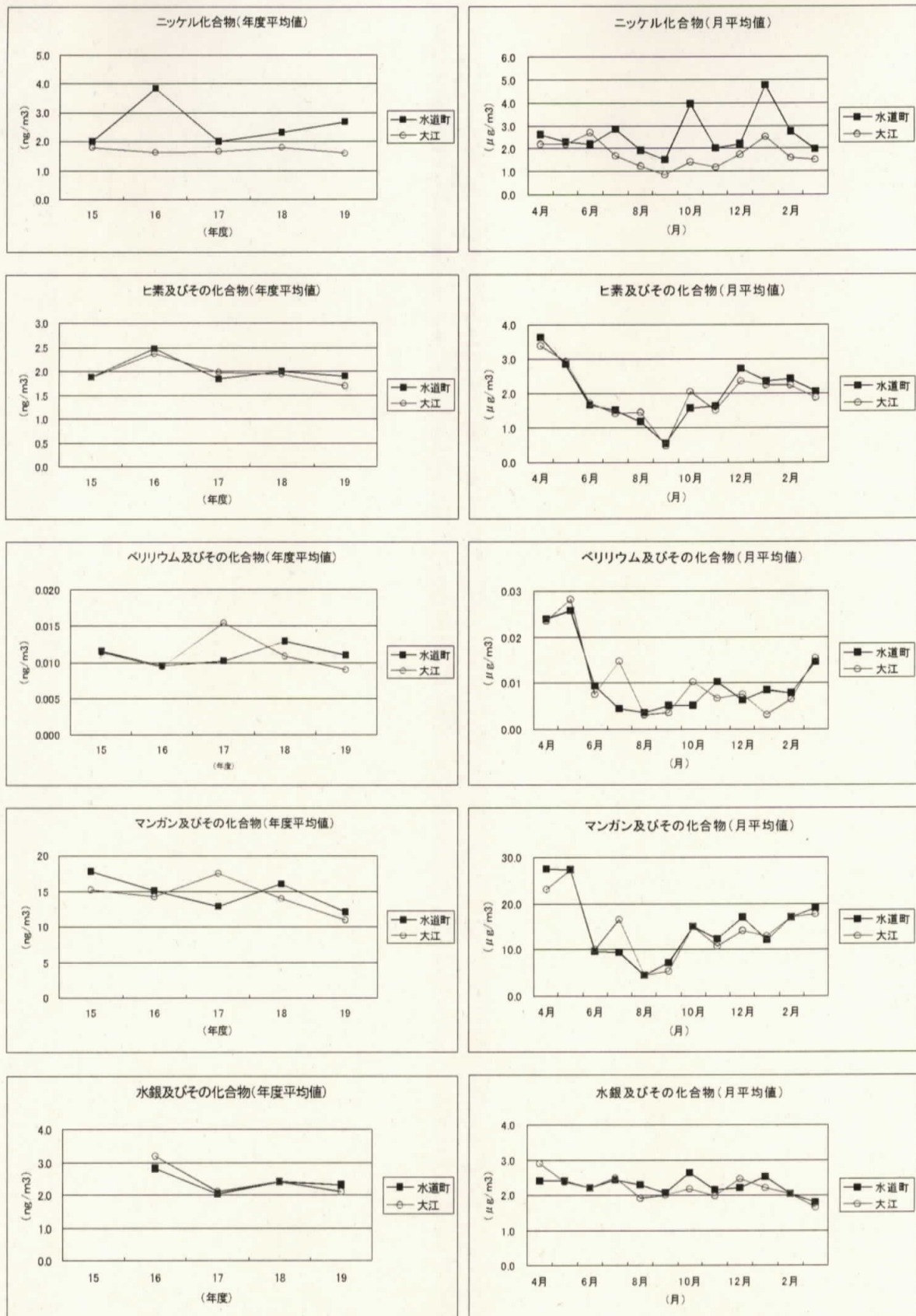


図4 重金属の年平均値の推移及び月変動

水銀は、水道町と大江のいずれの地点も図4に示したように2.5ng/m³前後で推移しており、平成18年度全国平均値(2.3ng/m³)とほぼ同程度であった。また、特異的な季節変動は見られなかった。

4 まとめ

今回報告した有害大気汚染物質のなかで、ベンゼンが環境基準を超えて検出された地点があったが、その地点を含む全ての調査地点で年々低減していた。他の項目では、基準値や指針値を超過したものはなく、全国平均値と比べても同程度かそれより低い値を示していた。

経年的な変化を見ると、ジクロロメタンでやや増加傾向見られたが、ベンゼンとマンガンは減少傾向を示しており、それ以外の項目はほぼ横ばいで推移していた。

また、年間の月変動は、ベンゼンやテトラクロロエチレン、ジクロロメタン、1,3-ブタジエン及びベンゾ(a)ピレンは冬場に高く、アセトアルデヒド類やヒ素、ベリリウム、マンガンは、春先が高くなる傾向を示していた。

ベンゼンは、低下傾向が見られたが依然として環境基準を超えている地点があることや、季節変動の見られる項目についてそのメカニズムが十分解明されていないこと、また水銀については、世界的な取り組みの動きがあることから、有害大気汚染物質については、今後も測定を継続して、その動向を注目してゆく必要がある。

5 参考文献

- 1) 東瀬謙二、菅本康博：国道57号線東バイパスの6車線化による自動車排ガス濃度の低減化効果，熊本市環境総合研究所報，14，52-58，2006。