

都市とその周辺における大気メタン濃度とその変動 (IV)

岩嶋樹也

要 旨

都市域における大気メタンの実態を明らかにするために、名古屋市内とその周辺における1983-1993年度の大気環境調査資料を解析した。大気メタンおよび一酸化炭素濃度の主成分分析を行い、日変化・年変化・年々変化において卓越する特徴的な空間的分布を示した。

キーワード: 都市大気メタン, メタン濃度分布, 日変化, 年変化, 年々変化, 主成分分析

1. 序

温室効果気体の一つである大気メタンも全球的に増加傾向にある。これには水田や家畜による寄与が大きいといわれている。一方では、大阪や京都などの都市域における高濃度についても指摘されている(村松, 1989; 村松, 1994)。都市域では、バックグラウンド濃度に都市域特有の人間活動の影響が加わっている。村松(1994)は大気中の一酸化炭素濃度などの変動についての解析も併せて行い、都市域における大気メタンの発生には自動車による寄与が大きいことを示している。本研究は、市街地や周辺部の状況が上記の大阪・京都とは異なるが、人間活動の活発な都市を代表する名古屋市内とその周辺における大気メタンの分布や変動の実態について詳細に調査解析すること、さらにその発生源について明らかにすることを目指している。

ここでは、これまでの解析結果(岩嶋・村松, 1996a, 1996b, 1997)に主成分分析した結果を加えて、日変化・年(季節)変化・年々変動にみられる特徴について検討する。

2. 解析資料

解析には、「名古屋市環境保全全局」や「愛知県環

境部」による印刷資料『大気汚染調査報告』と1時間毎観測値を収納した1983-1993年(度)分の磁気テープ資料を使用した。比較検討のために、大気メタンに加えて、大気中一酸化炭素濃度についても解析した。

3. 解析全期間の平均的日変化・年変化・年々変動

大気メタンと一酸化炭素濃度の解析対象とした全期間(1983-1993年度)について平均して得た空間的分布にみられる特徴は次の通りであった(岩嶋・村松 1995) :

- 1) 市内にメタン濃度の極大域が3~4カ所みられる。一方、一酸化炭素濃度の場合にも市街地濃度が高くなっており、2カ所の極大域が認められた。
- 2) 解析期間全体を通じてみられる市街地中央部近くの二つのメタン極大域は、大気中一酸化炭素濃度分布の二つの極大域とほぼ対応している。一方、市南部から南西部の郊外に近いメタン極大域に対応する一酸化炭素濃度の極大域はみられない。

上記の3~4カ所の大気メタン濃度の極大は、その濃度の季節変化や該地域の地表面状態から判断して、市街地中央とその南東部の2カ所が都市特有の発生

源によるものであり、市南部から南西部にかけての2カ所は水田その他の発生源によるものと推定された(岩嶋・村松, 1996a)。

続いて、時間毎・月毎の平均濃度分布により、日変化・季節変化の特徴をみた(岩嶋・村松 1996a, b)。ここでは、これを主成分分析して、支配的な濃度分布パターンを抽出した。分析には、「分散・共分散を用いる分析方法」を採用し、「相関係数による方法」の結果の一部を付録Aに示した。

3.1 期間平均濃度分布の日変化

大気メタン濃度の平均的な日変化とその季節による違いについて明らかにするために1日を4つ(7-10; 11-18; 19-22; 23-6)の時間帯について全期間平均したときの特徴は、次の通りであった(Fig.4.; 岩嶋・村松, 1996b 参照)：

- 1) 場所によって日変化の程度が異なったり、年毎の差があるが、いずれも夜間(夜明前)に高く、日中に低くなる。
- 2) 夜間における濃度の空間分布は、全日平均分布にほぼ対応しており、同じく市内の3~4カ所に極大域を示す分布パターンである。昼間には、市街地中心から南東部よりの極大域がみられない。これに対して、一酸化炭素濃度の分布は、1日を通じて2つの極大域をほぼ同じ位置に持ち、朝夕の2つの時間帯(7-10; 19-22)において高濃度になっており、夜間や昼間は濃度が低い。
- 3) さらに6つの時間帯に分けてみたときの大気メタン濃度分布の冬季における日変化においては、市街地中心部から南東部の第2極大域がやや不明瞭であり、夜半から明け方の高濃度時間帯でも閉じた極大域としてあらわれていない。
- 4) 冬季と比べて、夏季の夜間には濃度がやや高く、高濃度域が大きく広がっている。
- 5) 分布パターンは殆ど変わらないが、昼間の方がやや濃度が高い。ただ、全期間の季節平均でみたときの夜間には、市西部郊外の濃度が高くなり、冬季とは異なった分布を示している。

各観測点における大気メタン・一酸化炭素濃度の、0時から23時までの1時間毎の全期間にわたる平均値を用いて主成分分析を行う。濃度分布日変化の特徴について、上記の全期間を通じての時間帯平均場を参照しながら検討する。

大気メタン濃度にはバックグラウンド値がかなりの部分を占めており、都市域外からの侵入に伴って生じる濃度分布(あるいは都市域からの寄与が無い場合の濃度分布)と都市域で発生する寄与分を分離

して検討を加えることが望まれる。村松(1994)は、一酸化炭素や非メタン炭化水素の濃度変動を利用して、バックグラウンドメタンと都市域からの付加メタンとの分離を行っている。各観測点の最低値をバックグラウンド濃度と仮定することも考えられる。しかしながら、これも都市域のメタン発生や大気混合層の日変化などを考えると最低値がバックグラウンド濃度とは決めがたい。そこで、単純に全観測点の各月における平均値をバックグラウンドメタンの都市域全体への寄与分と仮定する。各月毎に全観測点の値を平均して求めた、バックグラウンド濃度の変動に相当する大気メタン・一酸化炭素濃度は、Fig.1のような日変化をしている。明らかに、大気メタンの場合には全観測点平均濃度(1.85ppmV)が高く、その日変化幅(~0.05ppmV)は小さい。これに比べて、一酸化炭素濃度は、日平均濃度(1.22ppm)がやや小さく、日最低濃度はその半分程度(0.6ppm)だが、この日変化幅(~0.5ppm)は大気メタンのそれの約10倍程になる。これらは、バックグラウンドからの寄与の差異を示している。即ち、大気メタンの場合には全地球的な濃度に近く、バックグラウンド濃度が支配的であることを示している。都市域の一酸化炭素は全地球的な値に比べると一桁大きく、都市域の発生源による寄与が大きいことを示している。

上記のようなバックグラウンド濃度の影響を考慮に入れて、各観測点における値をそのまま用いた場合(記号MIで示すもの)と、全観測点平均値を差引いた値を用いた場合(記号MIIを付したもの)の二組のデータについて主成分分析を行い、その結果を比較する。

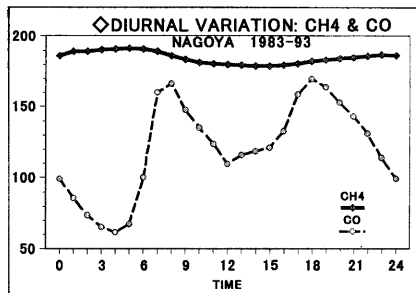


Fig.1 Diurnal variation of atmospheric methane and carbon monoxide averaged for all observational points in Nagoya during the years 1983-93.

MI・MIIの2組の方法で求めた第1, 2, 3主成分の

固有値と寄与率を、Table 1に示す。これから、それぞれ第1主成分の寄与が大きいたことが知られる。特に大気メタンの場合には、上述の通り、バックグラウンドからの寄与を含んでおり、寄与率が90

%を越えている。Fig. 2a, 2bは、各観測点の1時間毎平均データ(MI)に基づいて求めた値(固有ベクトル)から描いた分布図である。

Table 1 Eigen vector and contribution rate in percent (%) of the 1st, 2nd and 3rd principal components of the diurnal variation of the atmospheric methane and carbon monoxide data (MI and MII).

CH4	MI		MII	
	EV	Cont (%)	EV	Cont (%)
PC1	2.4	90.0	0.30	59.6
PC2	0.17	6.5	0.14	28.0
PC3	0.05	1.8	0.04	8.4

CO	MI		MII	
	EV	Cont (%)	EV	Cont (%)
PC1	1.7	79.6	0.37	48.5
PC2	0.28	13.1	0.27	35.2
PC3	0.08	3.8	0.06	8.0

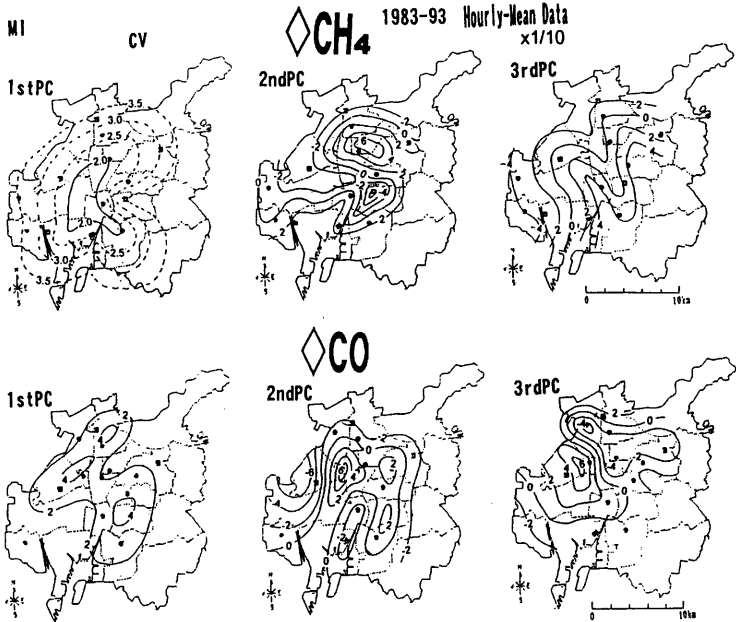


Fig.2 Principal component analysis of the diurnal variation of the MI data during the years 1983-1993; spatial distribution drawn from eigen vector of the 1st, 2nd and 3rd principal components : a)methane; b)carbone monoxide.

これらの分布(固有ベクトル)の振幅日変化に相当する各主成分スコアの変化(Fig. 3a, b)と合わせてみると、大気メタンの第1主成分は、昼間には郊外より都市域中心部が、夜間には逆に郊外の方が高濃度になることを示している。一酸化炭素の

第1主成分の固有ベクトル分布では、全解析期間について平均した場にみられるような2つの極大域をもった分布をしている。そのスコアの日変化は、朝夕の(通勤)時間帯に高濃度になる特有の時間変化をしており、都市域での人間活動の寄与を

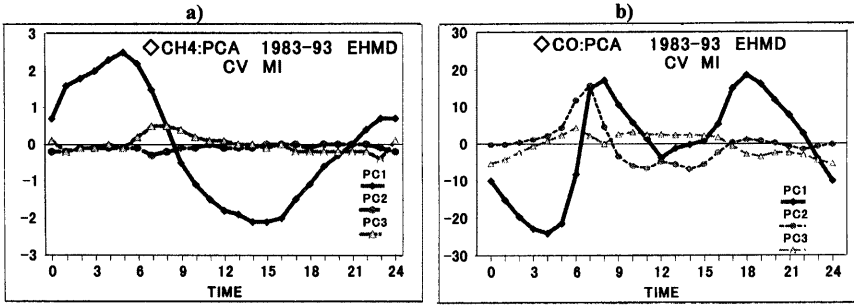


Fig.3 Diurnal variation of the score of the 1st, 2nd and 3rd principal components of methane and carbon monoxide (MI): a) methane: b) carbon monoxide.

明瞭に示している。一酸化炭素の場合には、都市中心部の濃度が高く、バックグラウンドの影響を含んでいるもの、殆どが都市域からの寄与と思われる。大気メタンの第2、第3主成分の寄与は小さく、スコアの日変化においても明らかに第1主成分が卓越している。一方、一酸化炭素濃度の第2主成分スコアはやや大きく、第1主成分に近い日変化をしている。朝夕に(特に7時頃に)顕著

な極大となる特徴的な日変化である。これは、特定域に集中した人間活動(おそらく自動車の往来)の増大に伴うものと推測される。

次に、バックグラウンドの影響を分離するために、全市域の観測点平均値を差引いたデータ(MII)について主成分分析した結果 (Fig. 4, Fig. 5)を示すことにする。

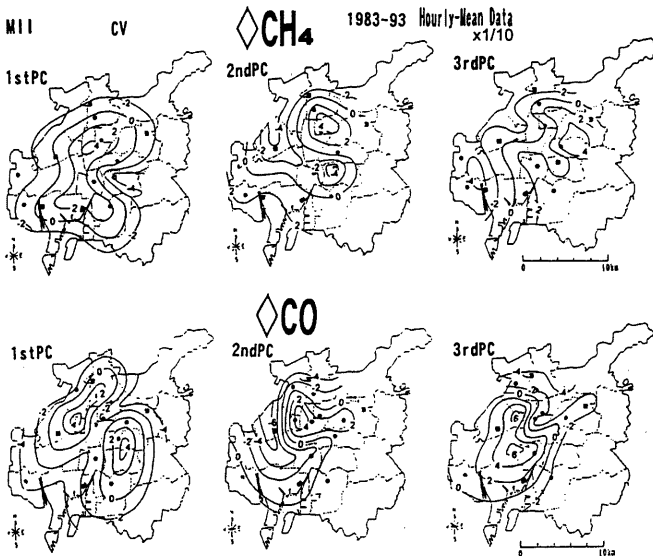


Fig.4 Principal component analysis of the diurnal variation of the MII data during the years 1983-1993: spatial distribution drawn from eigen vector of the 1st, 2nd and 3rd principal components : a) methane: b) carbon monoxide.

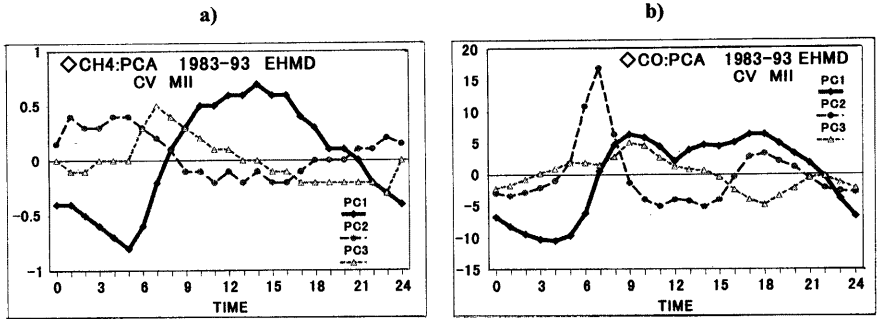


Fig.5 Diurnal variation of the score of the 1st, 2nd and 3rd principal components of methane and carbon monoxide (MII):
a) methane; b) carbon monoxide.

大気メタンの第1主成分では、昼間の市中心部で濃度がより高くなっており、都市域からの寄与を示している。これは、バックグラウンド濃度として全市域平均値を差し引いたことにより明瞭になったものであり、Fig.2の大気メタン第1主成分分布図でみた市街地と周辺部との濃度差が昼間に小さくなることに対応している。

一酸化炭素濃度の日変化の場合は、都市域からの寄与が大きく（バックグラウンドの影響が小さいので）、2組のデータMI, MIIの第1主成分パターンはよく似ている。スコア日変化(Fig.5)をみると、大気メタンと同様に、第1主成分(MII)は昼間の市街地からの寄与を示すものであり、第2主成分は市中心部における朝方の濃度増大を示している。大気メタンと一酸化炭素の第2主成分濃度の分布パターンはよく似ており、自動車排気ガスの影響が最も大きいと推定される市街地で極大を示している。第3主成分は市の北西部と南東部の濃度傾度が13~14時を境に逆転しており、夜明け前後からそれまでは北西部が濃く、それ以後は逆転して南東部が濃くなるような日変化をしている。このような日変化は、海陸風との関連を推測させるので、市内観測点の風向・風速の日変化(Fig. 6a, b)をみる。1観測点を除いてほぼ同様な傾向の変化を示している。風速は、夜明けから14~15時にかけて増大し、以後減衰している。風向は、西よりから反時計回りに南よりに変わり、その後は時計回りに西よりの風向に戻っている。このような風向・風速の日変化と、陸域の濃度が海城よりも高濃度であることを合わせて考えると、上記の第3主成分の分布と日変化が理解できる。

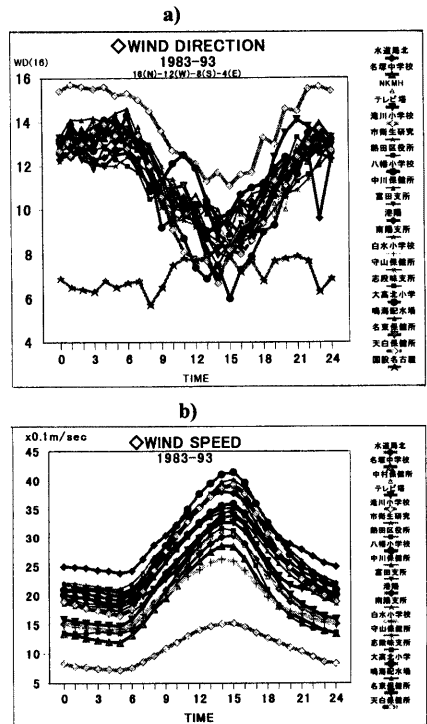


Fig.6 Diurnal variation of wind-speed and wind-direction of all observational sites in Nagoya:
a) wind-direction; b) wind-speed.

3.2 年(季節)変化

全期間を通じての月平均あるいは季節平均(Figs.5, 6; 岩嶋・村松:1997)には以下のような特徴がみられる:

- 1) 秋・冬・春あるいは、10月～5月の分布は、全年平均に近く、3つの極大域が見られる。
- 2) 夏季あるいは6月～9月には、市南西部から郊外にかけての極大域が顕著である。

各観測点における、全期間を通じての月毎(1月～12月)の平均値を用いて主成分分析を行い、固有ベクトルから濃度分布年変化の特徴について検討する。まず、バックグラウンド濃度に対応する全観測点平均値の年変化(Fig.7)をみると、日変化の場合と同様に、大気メタン濃度の年変化は精々0.1ppmV程度であり、一酸化炭素のそれ(0.6ppm)に比べてかなり小さい。

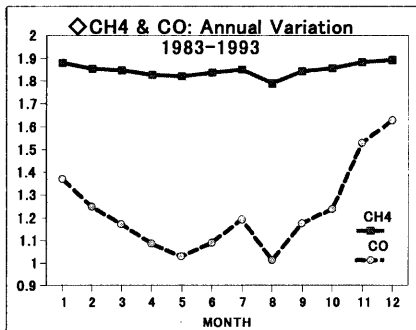


Fig.7 Annual variation of atmospheric methane and carbon monoxide averaged in Nagoya during the years 1983-93.

日変化の場合と同様に、観測点毎の12ヵ月分の平均値をそのまま用いた場合(MI)とそれから各月の全観測点平均値を差引いた値を用いた場合(MII)について主成分分析をした。MI, MIIの2組のデータから求めた、それぞれの第1, 第2, 第3主成分の固有値・寄与率をTable 2に示す。

大気メタン分布の第1主成分は、市中心部の濃度がやや高いけれども、ほぼ市全域にわたる増減を示す分布パターンであり、春季から夏季に低濃度、冬季に高濃度になっている。

一酸化炭素の場合には、市内域で大きな濃淡差がこの年変化の場合にも、第1主成分の寄与が圧倒的に大きい。大気メタンでは70%前後、一酸化炭素ではそれより大きな寄与率(MI:90%; MII:78%)である。あり、大気メタン同様に春季から夏季に濃度が下がり、冬季に高濃度になる。第2主成分は冬から春にかけての市街地の寄与と7,9月の市西部からの寄与を示している。第3主成分の寄与は小さいが、春から夏にかけての郊外の高濃度、夏から秋にかけての市南東部から北東の市中心部にかけての高濃度を示している。

第1, 2, 3主成分における大気メタンと一酸化炭素の分布パターンを合わせ比べてみると、夏季の市西部にみられる大気メタンの濃度極大には、水田などからの寄与が大きいと推定される。また、市中央から南部ないし南東よりの極大には周辺の状態からみて、水田とは異なる発生源が寄与しているものと考えられる。

Table 2 Eigen vector and contribution rate in percent (%) of the 1st, 2nd and 3rd principal components of the annual variation of the atmospheric methane and carbon monoxide data (MI and MII).

CH4	MI		MII	
	EV	Cont(%)	EV	Cont(%)
PC1	1.18	68.3	0.62	71.1
PC2	0.40	23.0	0.11	12.6
PC3	0.05	2.8	0.05	5.2

CO	MI		MII	
	EV	Cont(%)	EV	Cont(%)
PC1	0.53	90.9	0.11	77.6
PC2	0.04	6.7	0.02	12.7
PC3	0.01	1.5	0.01	5.6

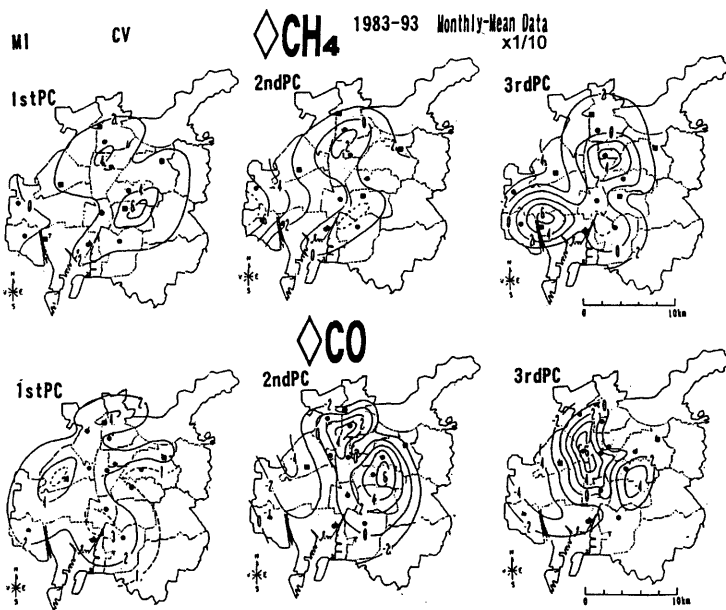


Fig.8 Principal component analysis of the annual variation of the MI data during the years 1983-1993; spatial distribution drawn from eigen vector of the 1st, 2nd and 3rd principal components : a) methane; b) carbon monoxide.

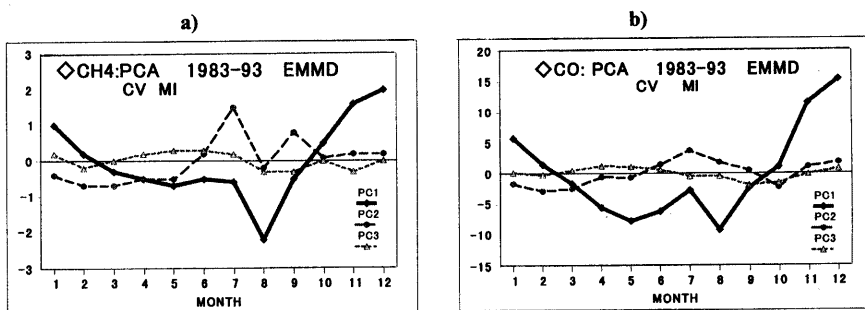


Fig.9 Annual variation of the score of the 1st, 2nd and 3rd principal components of methane and carbon monoxide (MI): a) methane; b) carbon monoxide.

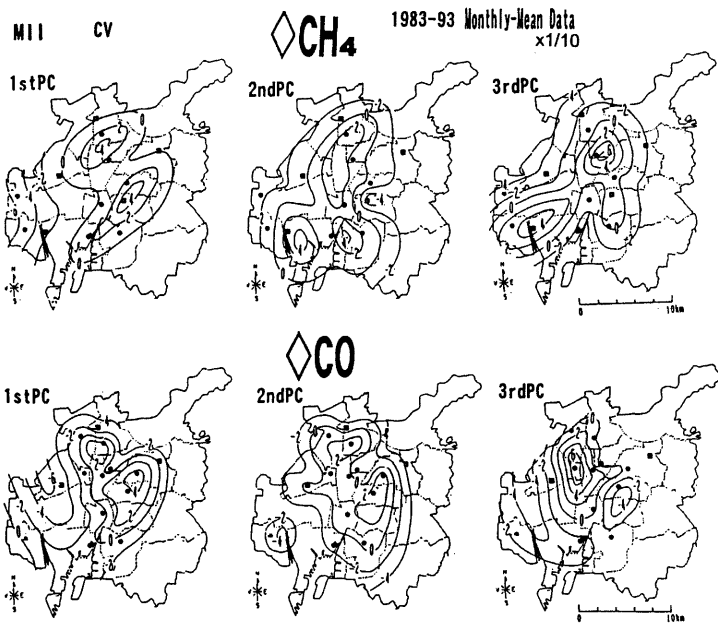


Fig.10 Principal component analysis of the annual variation of the MII data during the years 1983-1993; spatial distribution drawn from eigen vector of the 1st, 2nd and 3rd principal components : a) methane; b) carbon monoxide.

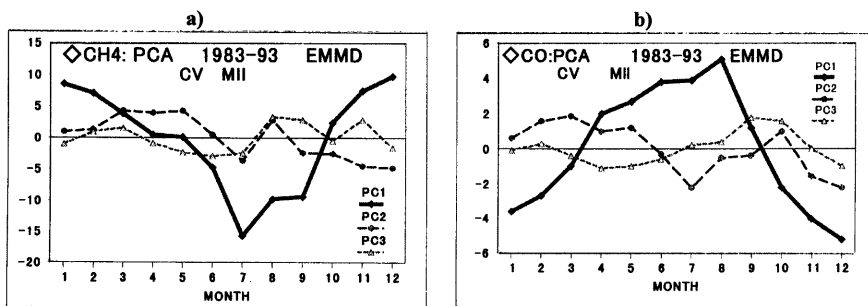


Fig.11 Annual variation of the score of the 1st, 2nd and 3rd principal components of methane and carbon monoxide (MII): a) methane; b) carbon monoxide.

3.3 年々変化

大気メタンと一酸化炭素濃度のそれぞれについて、1983～1993年の年度毎の各観測点における平均値を使って主成分分析を行う。ここでも、各年度毎のバックグラウンド濃度の年々変化 (Fig. 12) を考慮して、MIとMIIの2組のデータ (MI:観測点の年平均値をそのまま使用; MII:各観測点の年平均値から全観測点での平均値を差引いたデータ) について分析する。バックグラウンドの大気メタン濃度は年率で0.5%/year程度で単調に増加している。これに対して、一酸化炭素濃度の場合は、解析期間の1988前後で傾向が異なっている。前半 (1983～1988年) には、ほぼ一定か、やや増加傾向にあったのが、1988年以後には、年率にして6%/yearの減少をしている。

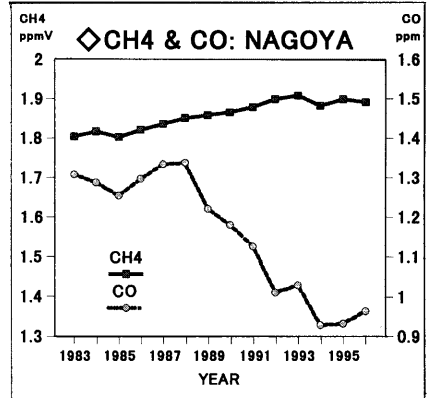


Fig.12 Year-to-year variation of atmospheric methane and carbon monoxide averaged for all observational points in Nagoya during the years 1983-93.

Table 3 Eigen vector and contribution rate in percent(%) of the 1st, 2nd and 3rd principal components of the year-to-year variation of the atmospheric methane and carbon monoxide data (MI and MII).

CH4	MI		MII	
	EV	Cont(%)	EV	Cont(%)
PC1	2.24	73.3	0.76	49.4
PC2	0.39	12.8	0.37	23.8
PC3	0.19	6.2	0.19	12.3

CO	MI		MII	
	EV	Cont(%)	EV	Cont(%)
PC1	2.24	74.0	0.84	53.7
PC2	0.41	13.6	0.41	26.1
PC3	0.15	5.1	0.11	7.1

MI, MIIの2組の大気メタンと一酸化炭素データについてそれぞれ主成分分析したときの第1, 第2, 第3主成分の固有値と寄与率は Table 3の通りであった。第1主成分の寄与率が圧倒的に大きく、MIでは70%, MIIでは50%を越えている。MIの場合には、第2主成分と合わせると85%前後の寄与率であり、バックグラウンド値を除いた場合 (MII) でも70%を越えている。

MIとMIIそれぞれの主成分の固有ベクトル (空間分布) およびスコアの年々推移は、それぞれ Figs. 13, 14, Figs. 15, 16の通りである。

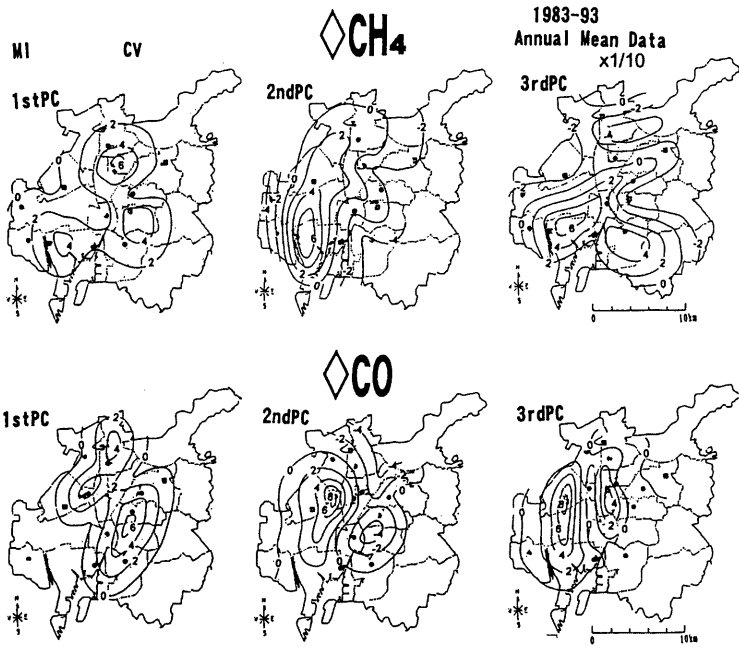


Fig.13 Principal component analysis of the year-to-year variation of the MI data during the years 1983-1993 ; spatial distribution drawn from eigen vector of the 1st, 2nd and 3rd principal components: a) methane; b) carbon monoxide.

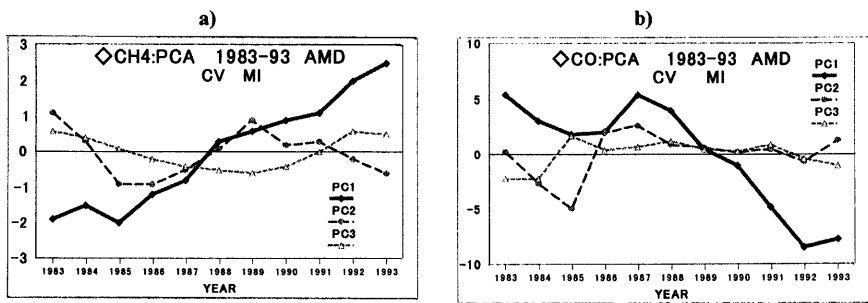


Fig.14 Year-to-year variation of the score of the 1st, 2nd and 3rd principal components of methane and carbon monoxide (MI) : a) methane; b) carbon monoxide.

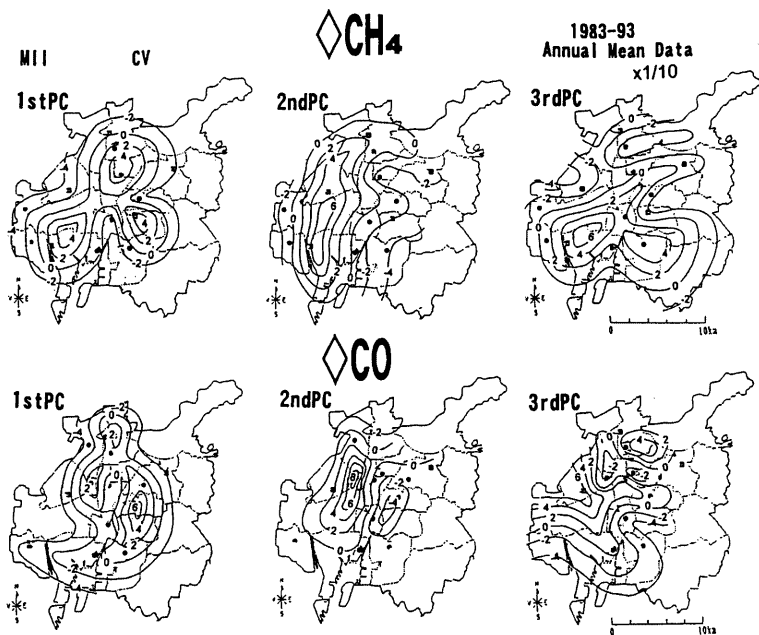


Fig.15 Principal component analysis of the year-to-year variation of the MII data during the years 1983-1993; spatial distribution drawn from eigen vector of the 1st, 2nd and 3rd principal components: a) methane; b) carbon monoxide.

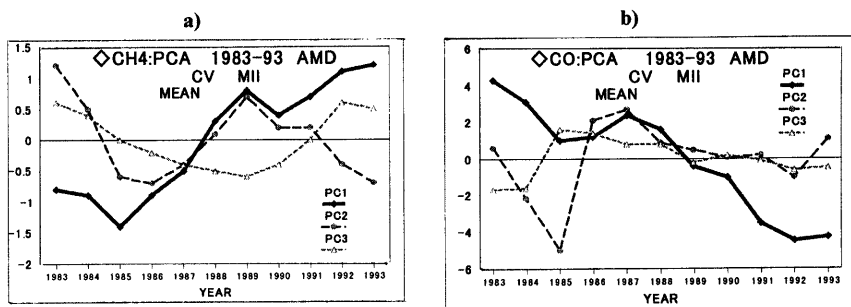


Fig.16 Year-to-year variation of the score of the 1st, 2nd and 3rd principal components of methane and carbon monoxide (MII): a) methane; b) carbon monoxide.

大気メタンの第1主成分では、市内3カ所で濃度が年々増えており、一酸化炭素濃度には、メタン濃度分布と少しずれた2カ所で大きな減少がみられる。大気メタンの第2主成分は市西部からの寄与を示しており、5~6年で増減を繰り返している。一酸化炭素の第2主成分は、市中央部のやや狭い領域で解析期間前半の1983-1988年(1985-86年頃に符号が逆転)に寄与している。大気メタンの第3主成分は小さいが市南部の寄与を示しており、およそ10年の解析期間で一巡りする変動をしている。一酸化炭素の第3主成分は、期間初期の1983-85年のおよそ市中心部における寄与を示している。

4. バックグラウンド大気メタン濃度の年々変化

大気メタンのいろいろな発生源からの全地球的な発生量について見積りがなされているが、まだかなりの幅があり、確定していない。

これまでみたきたように、都市域の中心部に大気メタン濃度の極大域が存在していて、この近くには一酸化炭素濃度の極大域もみられる。都市域の一酸化炭素は殆ど自動車によるものと考えられている。このことから、市街地中心付近における大気メタン発生源として自動車を考えて、その発生量を見積もった(岩嶋・村松 1997)。流速量を正確に直接測定することが望ましいが、このような移動発生源からの量を観測するために、市街地において大がかりな観測を展開することは極めて困難である。これまでのさまざまな調査による資料を利用して、おおよその発生量の算定を試みた。すなわち、市中心部の大気メタン濃度極大域における単位面積・1年当たりのフラックス量を $3.2 \text{ (g/m}^2\text{/year)}$ と見積もった。ただし、見積もりは、以下のように幾つかの仮定に立っている。時速20kmで走行している場合としたが、渋滞時には時速10 km以下にまで落ちるので下限に近い値であろう。ここで用いた車からの排気量は、Muramatsu and Kishi(1995)による、国道161号線(西大津バイパス)の長等山トンネル内における観測で得られた値であり、平均時速60kmで順調に走行している場合の推定量である。そこで、市街地では走行速度が落ちること、またそれに伴い排気量が増えることを考慮すると、上記で得た数値より1桁大きい量であろう。従って、下限の見積りとしても草地・耕地などからのメタンフラックス($4.1\sim 4.6 \text{ g/m}^2\text{/year}$)程度であり、実際には、もっと大きくて水田からの量($55 \text{ g/m}^2\text{/year}$)(Sheppard *et al.*, 1982)に近い桁のものになると推定した(岩嶋・村松 1997)。

しかし、よりきめ細かな排出モデルを設定して、排出量の空間分布を推定することが望まれる。全国的に都市化が進んでいることを考えると、都市域における濃度分布の実態や発生量のより精細な調査がますます重要になっている。

名古屋市内のデータを主成分分析する際に、バックグラウンド濃度とした、大気メタン・一酸化炭素濃度の全観測点平均値の年々変化を、Fig. 12に示した。さらに、より広範囲の愛知県全域における大気メタンと一酸化炭素濃度の年々変化(Fig. 17; 1979-1982年度, 1994, 1995年度の値を補足追加)から求めた近年の増加率について、これまでに見積もられている全地球平均値と比較してみる。

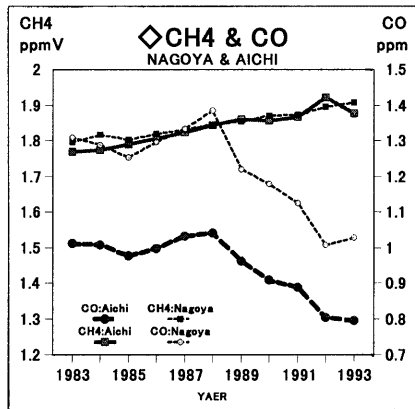


Fig.17 Year-to-year variation: methane and carbon monoxide averaged in Nagoya-shi and Aichi-ken.

ここでのバックグラウンド濃度のスケールは全地球的なものとは大きく異なるが、その長期変化傾向を比較してみる。IPCC(1996)によれば、全地球的な大気メタン濃度は、1983-93年の間で、全球平均で1.61ppmVから、ほぼ単調に増加して1.72ppmVに達しており、平均年率にして0.6%の増加である。ただし、1992-93年には殆ど増加していない。これに対して、名古屋では0.64%/year、愛知県では、0.77%/yearであった。名古屋市域の値を除いた県の傾向はやや大きく、0.87%/yearであり、名古屋市以外の大気メタン濃度極大域の寄与が大きいものと考えられる。これには、愛知県東部の山間部が含まれていない。北半球平均値の0.6%/year

より、やや大きい。

一酸化炭素濃度の場合には、市域で $-2.2\%/year$ (Fig. 7では短期間についての傾向をみており、大きな減少を示した)、県で $-2.1\%/year$ (名古屋市を除くと $-1.9\%/year$)の大きな減少傾向を示している。バックグラウンドの一酸化炭素濃度は北半球平均値で約 $0.1ppm$ 程度であり、上記の都市域の値より1桁小さい。また長期トレンドは、1980~1987年頃には年率で $1.2\%/year$ 程の増加傾向、1988年以降(1993年頃まで)は年にして $-2.6\%/year$ の減少傾向であった(Khalil and Rasmussen 1994)。このように一酸化炭素濃度は全球的にも最近は減少傾向にある。

上記のような都市域における(全地球的な傾向についても同様だが)大気メタンの増大と一酸化炭素の大きな減少傾向がどのようにして生じているのか解明の待たれる課題である。

5. 結び

名古屋市内における大気汚染関連の観測資料を主成分分析して、大気メタン・一酸化炭素濃度の日変化・年(季節)変化・年々変化において卓越する空間分布の特徴を示した。またバックグラウンド濃度に相当する市・県の観測値の平均値から求めた経年変化傾向は、全球平均値とほぼ同程度であった。大気メタンは殆ど増加傾向であったのに対して、一酸化炭素濃度は1988年以降、大きく減少している。このような変化傾向が何によってもたらされているのか、また名古屋市や愛知県を都市域だけに限られるものなのか、あるいは日本付近だけの地域的なものでもなく、より広い全地球的な変化傾向なのか、明らかにすべき問題である。

ここでは名古屋市域の観測データについて主成分分析を行った。バックグラウンドとの関係をより明確にするためにも、さらに広い愛知県全域における観測データの分析が課題である。

謝辞

1983-93年度およびその後の大気メタン濃度・大気中一酸化炭素濃度・気象観測などのデータを、名古屋市環境保全局公害総合監視センターおよび愛知県環境部からご提供頂いた。名古屋市公害総合監視センターの横山義輝氏、愛知県環境部大気保全課の横井歩氏・榊原弘樹氏には特にお世話になった。記して謝意を表したい。磁気テープデータの処理には京都大学大型計算機センターを利用した。

参考文献

- 岩嶋樹也・村松久史(1996a): 都市とその周辺における大気メタン濃度とその変動(I), 情報文化研究(名古屋大学情報化学部・大学院人間情報学研究所), 第3号, pp.1-22.
- 岩嶋樹也・村松久史(1996b): 都市とその周辺における大気メタン濃度とその変動(II), 情報文化研究(名古屋大学情報化学部・大学院人間情報学研究所), 第4号, pp.41-64.
- 岩嶋樹也・村松久史(1997): 都市とその周辺における大気メタン濃度とその変動(III), 情報文化研究(名古屋大学情報化学部・大学院人間情報学研究所), 第5号, pp.29-51.
- 岩嶋樹也・村松久史(1997): 都市とその周辺における大気メタン濃度, 京都大学防災研究所年報, 第40号B-2, pp.219-229.
- 村松久史(1989): 阪神地方のメタンの分布・発生について, 京都大学防災研究所年報, 第32号B-2, pp.219-229.
- 村松久史(1994): 都市からのメタンの発生, 京都大学防災研究所年報, 第37号B-2, pp.173-181.
- IPCC(1996): *Climate Change 1995, The Science of Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 567p.+Apdcs.7.
- Khalil,M.A.K. and R.A.Rasmussen(1994): Global decrease in atmospheric carbon monoxide concentration, *Nature*, Vol.370, pp.639-641.
- Muramatsu,H. and M.Kishi(1995): Distribution and emission of methane in urban area, *Extended Abstracts of Papers presented at the WMO-IGAC Conference on the Measurement and Assessment of Atmospheric Composition Change*, Beijing, China, 9-14 October 1995,pp.264-267.
- Sheppard,J.C., Westberg,H., Hopper,J.F., Ganesan,K., and Zimmerman,P.(1982): Inventory of global methane sources and their production rates, *J.Geophys.Res.*, Vol.87, pp.1305-1312.

付録

本文では、分散・共分散を用いる方法で主成分分析した結果を示した。ここでは相関係数を用いた方法によってMI, MIIの2組のデータを主成分分析した結果の一部について示す(Figs. A1, A2, A3)。変動の幅が観測点間で大きな違いがないゆえ、大局的にみて分散・共分散法の結果とほぼ同様であった。日変化・年変化・年々変化の第1主成分の

固有ベクトル(濃度)分布のみを示した。

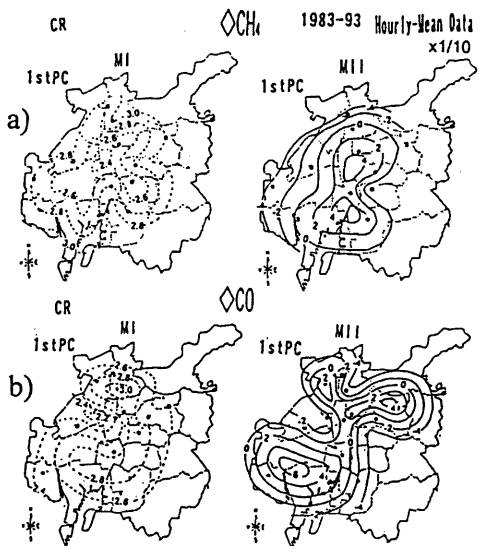


Fig.A1 Spatial distribution of the 1st principal component for the diurnal variation by using the correlation coefficient method : a) methane and b) carbon monoxide.

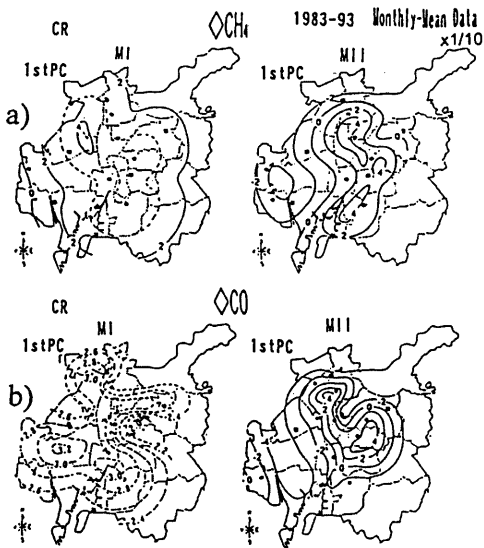


Fig.A2 Spatial distribution of the 1st principal component for the annual variation by using the correlation coefficient method : a) methane and b) carbon monoxide.

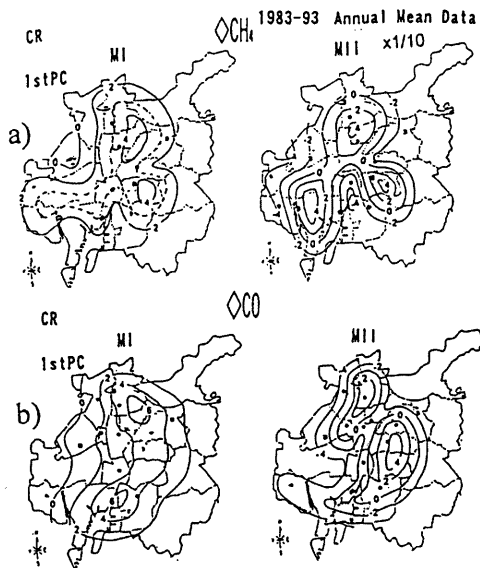


Fig.A3 Spatial distribution of the 1st principal component for the year-to-year variation, by using the correlation coefficient method: a) methane and b) carbon monoxide.

Spatial Distribution and Temporal Variation of Atmospheric Methane Concentration in Nagoya and Its Surrounding Region(IV)

Tatsuya IWASHIMA

Synopsis

Utilizing the hourly data for the years 1983-93 supplied from the Environmental Affairs Bureau of Nagoya-shi and the Department of Environment of Aichi-ken, we analyzed the spatial distribution and temporal variation of the atmospheric methane in Nagoya and its surrounding region. In the principal component analysis of methane and carbon monoxide we found several characteristics of the diurnal, seasonal (or annual) variations and year-to-year change.

Keywords: urban atmospheric methane; methane spatial-distribution; diurnal variation; annual variation; year-to-year variation; principal component analysis