

# 光化学オキシダントの現状と課題

調査研究科 上野広行

# 光化学スモッグ多発の謎

大気改善中・都市部 汚染物質の比が変化?

初注意報・九州など 中国からオゾン越境?



光化学スモッグの発生が増えている。今年は注意報がすでに26都府県で出され、史上最多に。70年代に都市部で多発して社会問題となっていたが、その後、大気汚染の改善で減っていた。だが最近では都市部で「復活」したばかりか、九州の離島などでも発生している。なぜだろう。

## 発令26都府県

「これほどまで広い範囲に及ぶとは」

新潟県で今年5月9日、光化学スモッグの影響で、目やのどの痛みなどを訴えた人が、8市で約3500人に達した。同県が光化学スモッグで注意報を出すのは、72年に観測を始めて以来、初めてだった。



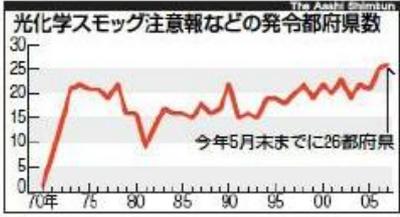
今年には新潟のほか、大分

でも初めての注意報が出た。熊本、長崎は昨年が初めてで、2年連続となった。ほかの都府県でも、注意報を出す日数の増加が目立ってきている。

全国的なスモッグ多発傾向だが、東京など関東の都市部で、それまであまり発生がなかった離島などを含む九州では、多発の原因

は違わらしい。

光化学スモッグの原因物質(光化学オキシダント)のほとんどは、酸素原子三つからなるオゾンだ。高い空にあるオゾンは太陽の紫



外射から入射を吸収しているが、地表近くのオゾンは逆に、人間や植物にとっては有害な存在だ。

オゾンは、車や工場から排出される窒素酸化物(N<sub>x</sub>O<sub>x</sub>)や、塗料や溶剤などに含まれる揮発性有機化合物(VOC)と、大気汚染物質に紫外線があたり、化学反応で生じる。

東京など都市部で70年代にスモッグが多発した時代は、大気汚染がひどかった。都が06年にまとめた報告書によると、70年代からの約30年で、都内のNO<sub>x</sub>とVOCは、ほぼ半減した。それなのに、オゾンは80年代から増えている。

謎を解くカギは、NO<sub>x</sub>とVOCの比だ。一般にNO<sub>x</sub>に対するVOCの割合が多いと、オゾンが発生源の近くでできやすくなる。

VOCはクリーニングや塗料、給油など多くの業種で発生し、車や工場の排ガス規制で減るNO<sub>x</sub>に比べ

て減りにくかった。そのため首都圏でVOCの割合が増え、発生しやすくなった可能性があるという。

VOCは昨年4月、大気汚染防止法の改正で規制が始まった。「NO<sub>x</sub>とVOCを、バランスを保ちつつ減らさなければならぬ」と国立環境研究所の大原利真・広域大気モテリオン研究室長は話している。

一方、九州などの場合は、中国で発生したオゾンが日本へ流れ込んでくる越境汚染の可能性もある。5月に発生した光化学スモッグでは、同研究所や九州大がコンピュターを使い、中国からオゾンの流入があったことを再現した。

一般的に光化学スモッグは、風が弱く、気温が高く、日射が強いと起きやすい。東京ではヒートアイランド現象も発生の一因とされる。また、北半球全体でオゾンの濃度が増え続けているとの研究もある。

環境省は「それぞれの要因が、スモッグの増加にどれほど影響しているかは、わからない」として、26日に有識者の検討会を立ち上げ、今年中に中間報告をまとめる予定だ。

## 検討会発足へ

この検討会の方向性について近藤豊・東大教授(地球環境科学)は「機動的な議論ではなく、考えられる個々の要因に関する詳しい評価、あるいはこれまで見過ごされていた要因に特化して研究する必要がある」と指摘している。



光化学スモッグ 大気中で高濃度になった光化学オキシダント(オゾンなど)が主な原因。車や工場が排出する窒素酸化物などが、太陽光を浴びて化学反応を起こして生じる。く細かい微粒子も同時にできるため、やががかかったような状態になる。目やのどの粘膜を刺激したり、農産物に悪影響を与えたりする恐れがある。

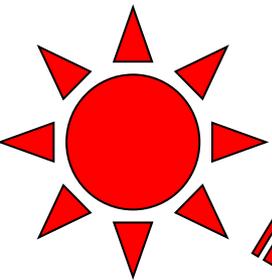
70年7月に都内で撮影された光化学スモッグ。最近、都市部で「復活」。発生する県も広がる傾向にある。

# 内容

- 1 光化学オキシダントとは
- 2 光化学スモッグ注意報発令の状況等
- 3 オキシダント高濃度要因の検討
- 4 VOC対策の効率的な推進のために
- 5 まとめ

# 1 光化学オキシダントとは

光化学スモッグ:オキシダント高濃度時に大気にもやがかかった状態



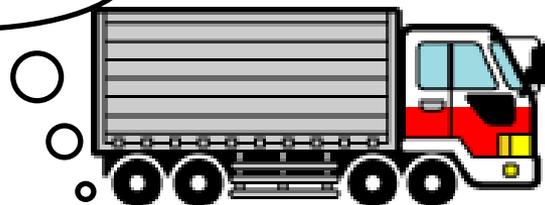
紫外線

光化学オキシダント  
酸化性物質の総称  
主成分はオゾン

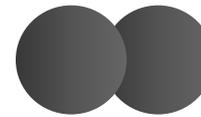
窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )  
揮発性有機化合物( $\text{VOC}$ )



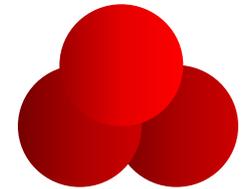
工場・事業場



自動車



酸素  
 $\text{O}_2$

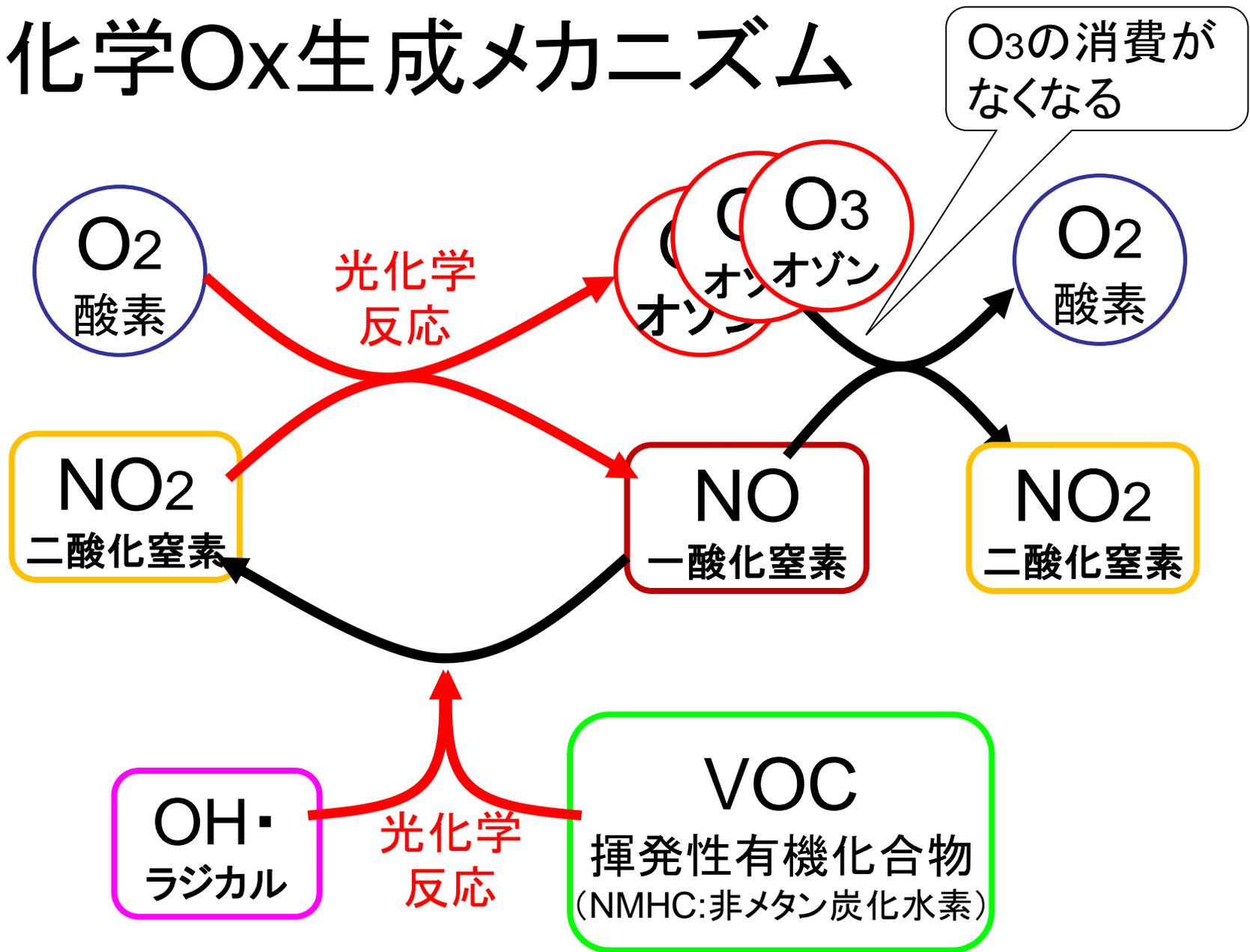


オゾン  
 $\text{O}_3$

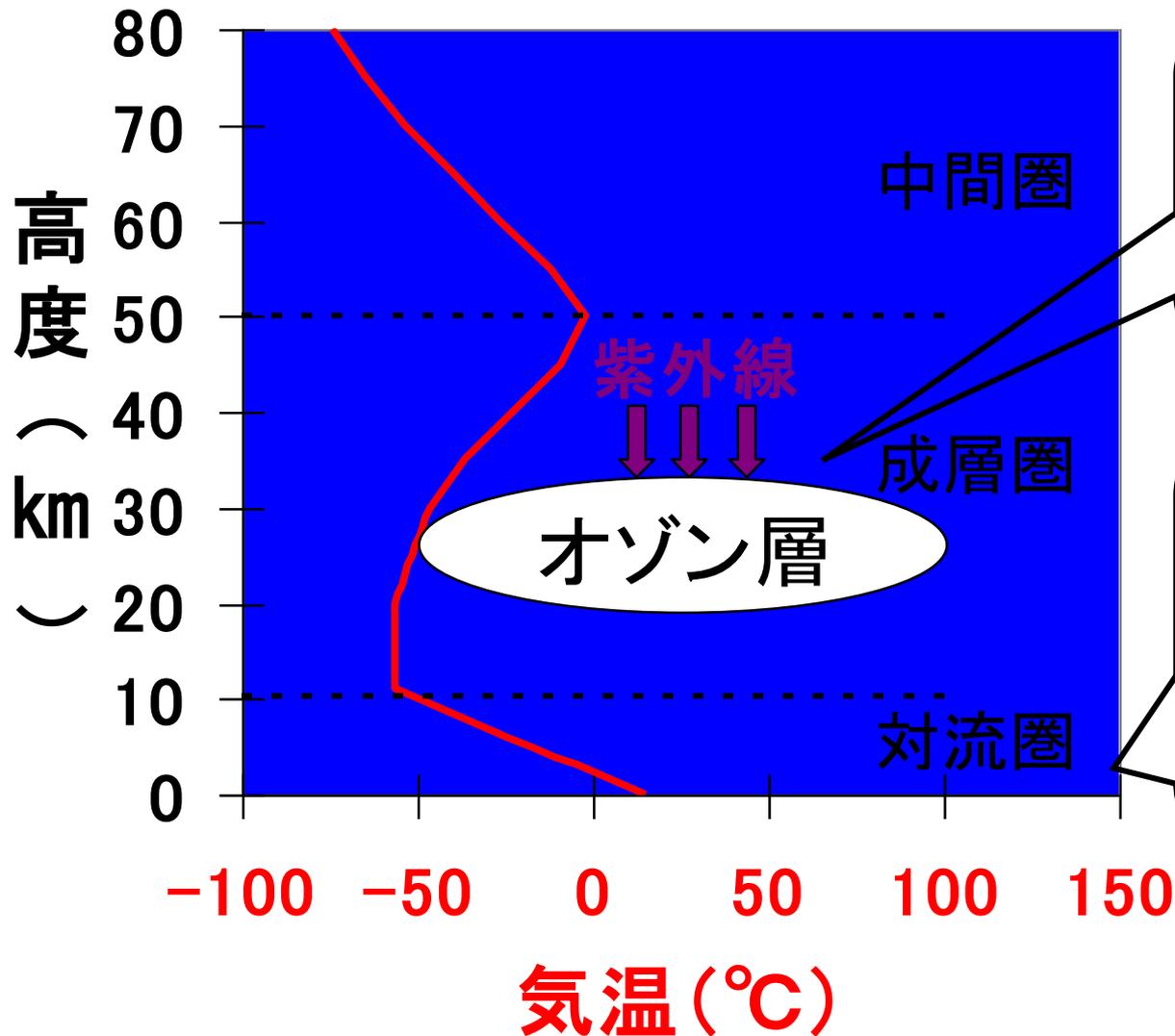
$\text{NO}_x$ :  
一酸化窒素( $\text{NO}$ )と  
二酸化窒素( $\text{NO}_2$ )  
からなる。

$\text{VOC}$ :  
有機溶剤やガソリン  
などの成分  
 $\text{VOC}$ の指標として  
 $\text{NMHC}$ (非メタン炭  
化水素)がある。

# 光化学Ox生成メカニズム



# 成層圏オゾン？



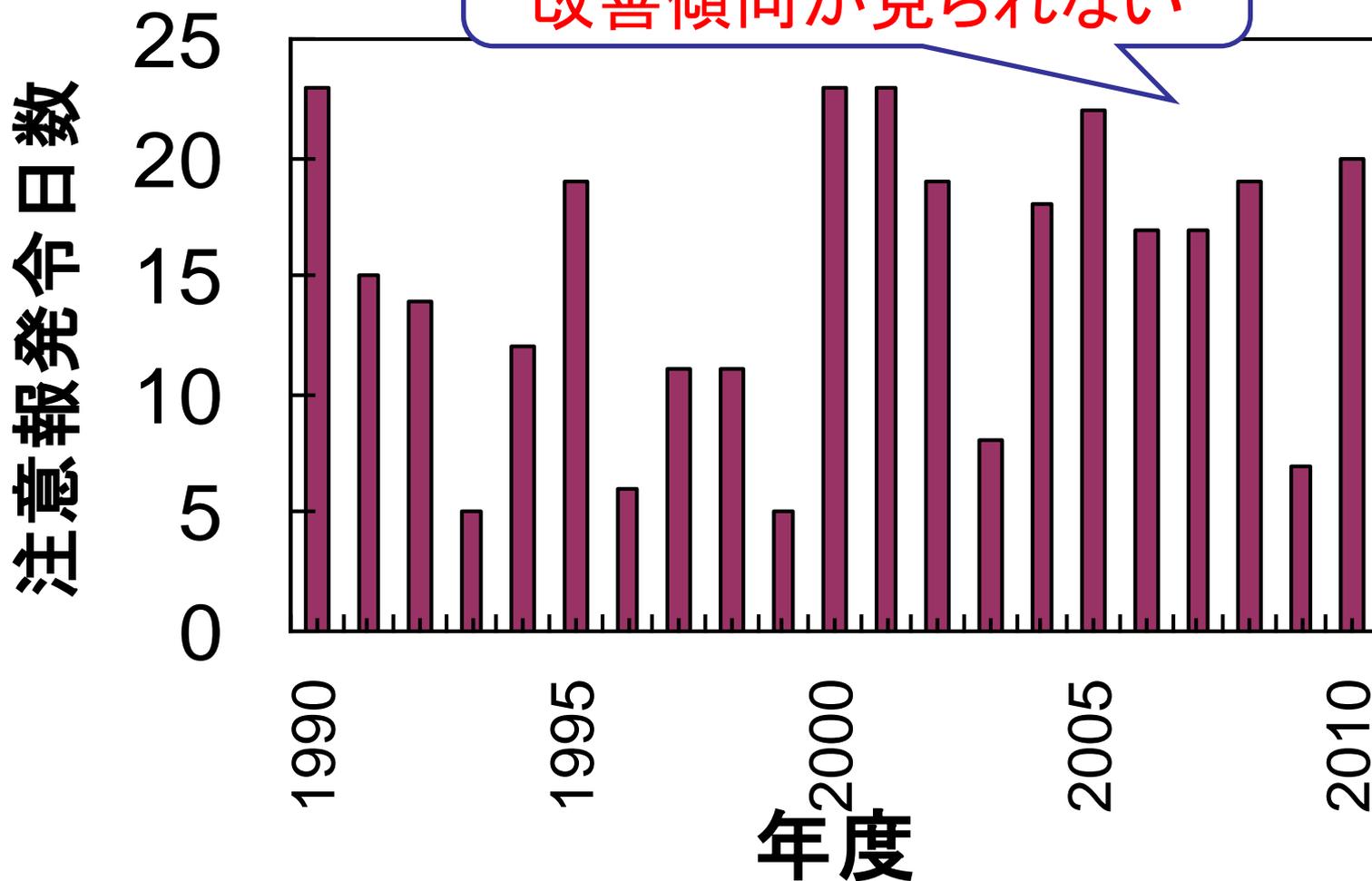
成層圏オゾンは紫外線から生物を守ります。

対流圏(地表)オゾンは目のチカチカや喉の痛みの原因となります。

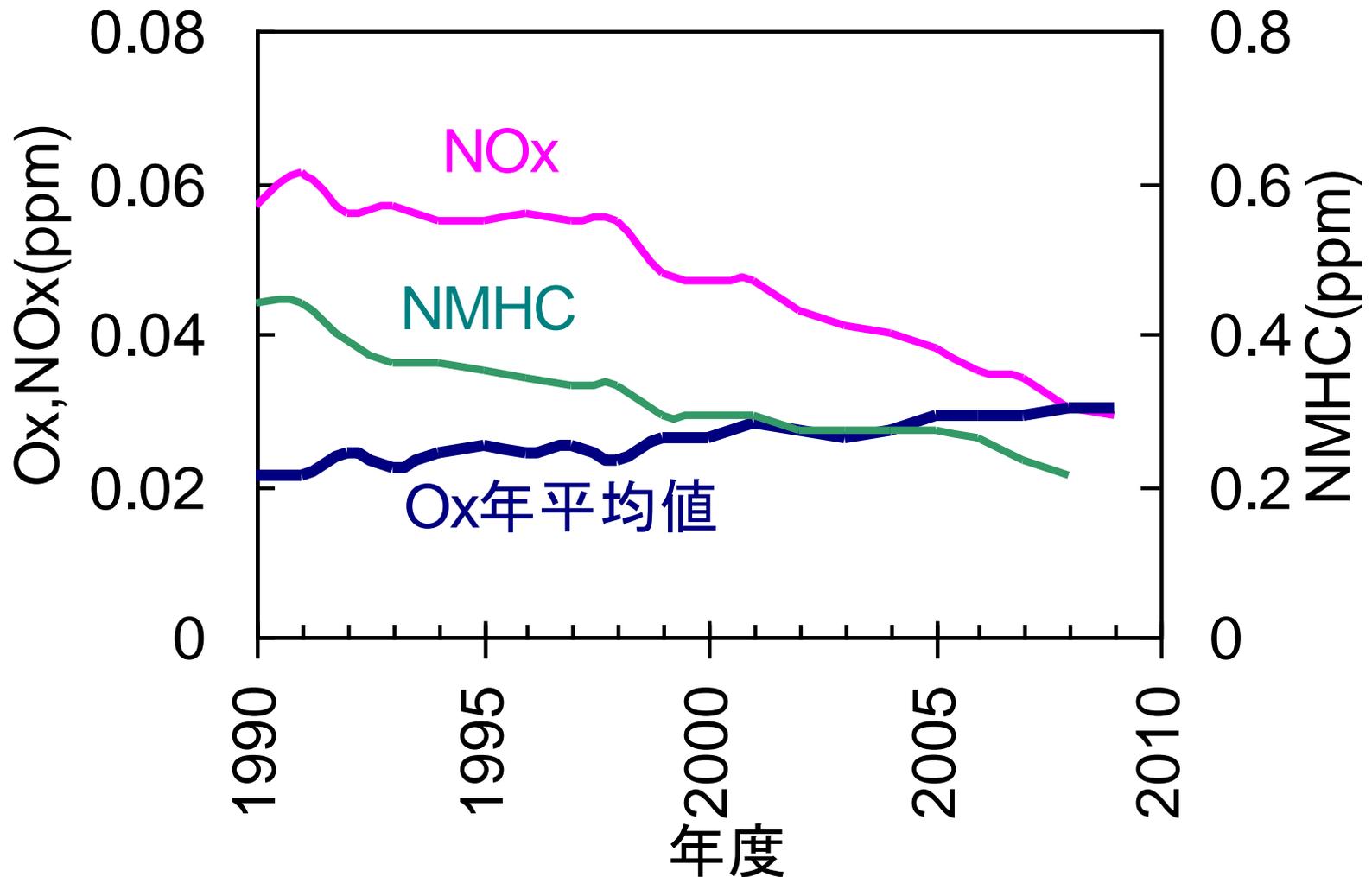
## 2 光化学スモッグ注意報発令の状況等

光化学オキシダント(Ox)濃度が0.12ppm以上で継続すると予想される場合

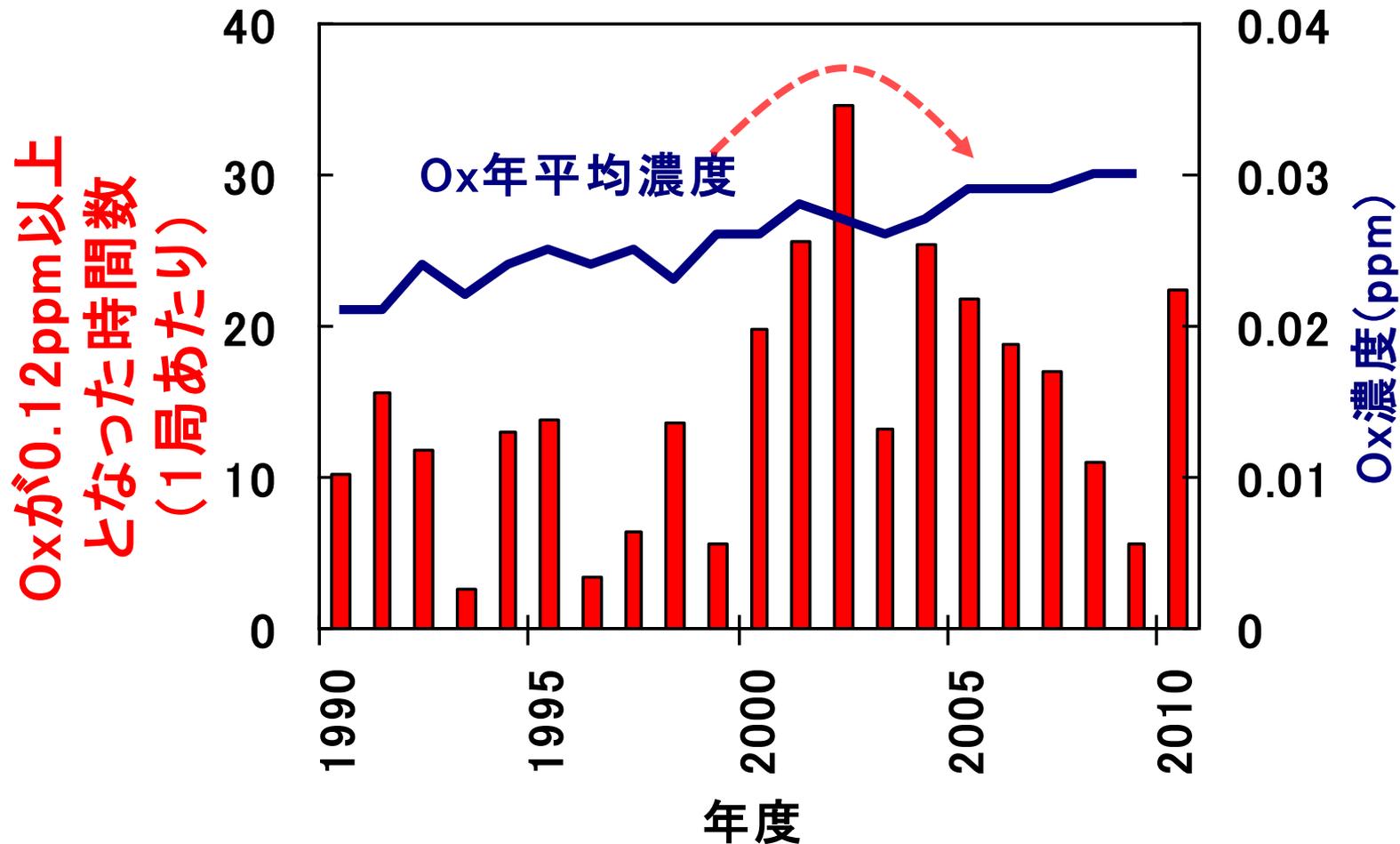
注意報ゼロが目標だが  
改善傾向が見られない



原因物質濃度が減少しているのに  
Ox濃度(年平均値)は上昇している！



# Oxが0.12ppm以上（注意報レベル）になった時間数の推移



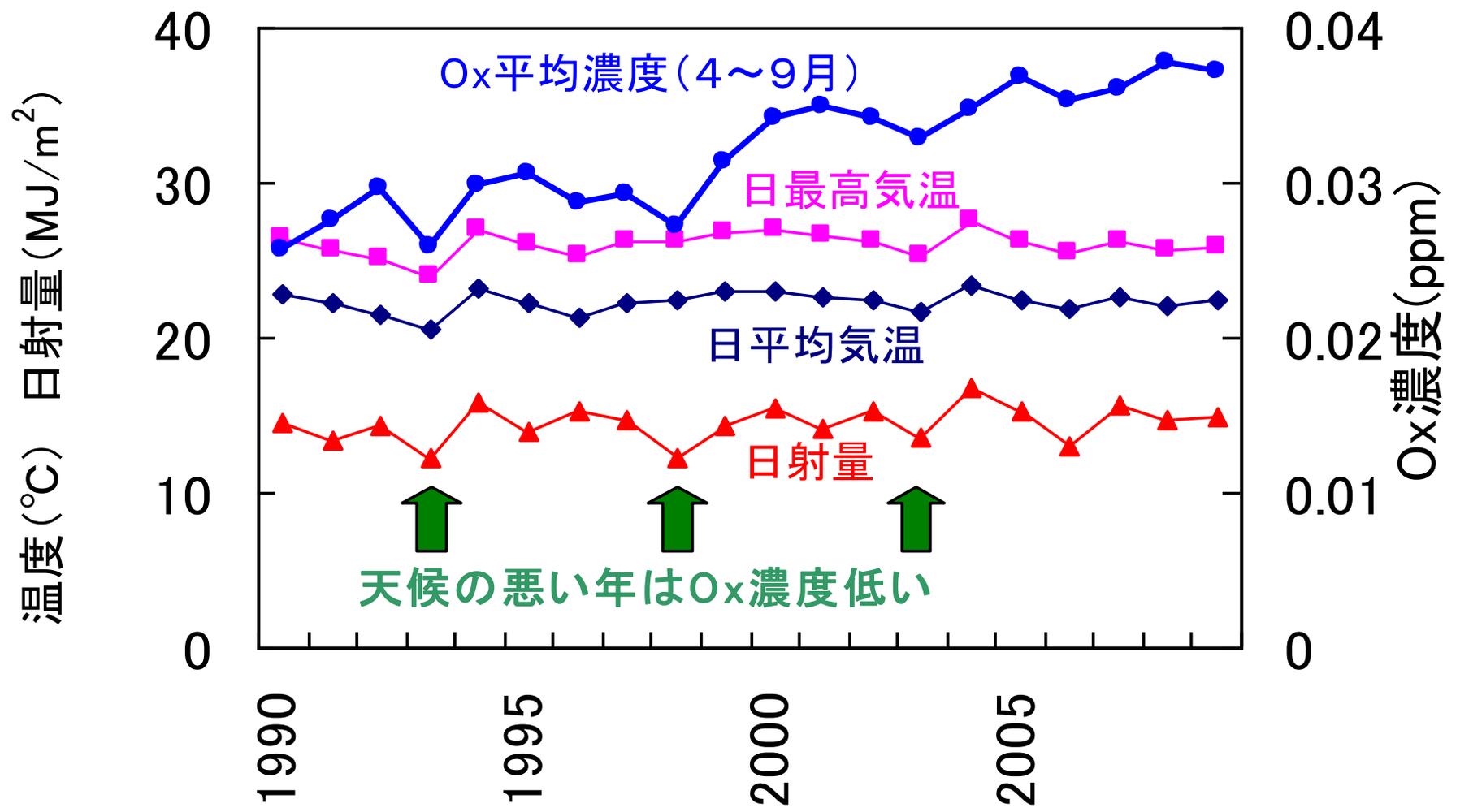
0.12ppmを超える高濃度現象も増加した。  
2002より低減傾向（対策効果？）にも見える。  
注意報をゼロにするには、より一層の対策が必要。

### 3 オキシダント高濃度要因の検討

- ① **気象要因**: ヒートアイランドで気温が上昇し反応が進みやすくなった？
- ② **広域移流**: 東アジアで発生したオゾンが海を越えて運ばれてくる？
- ③ **原因物質の濃度比の変化**: NO<sub>x</sub>とVOC (NMHC)の濃度比が変化した？

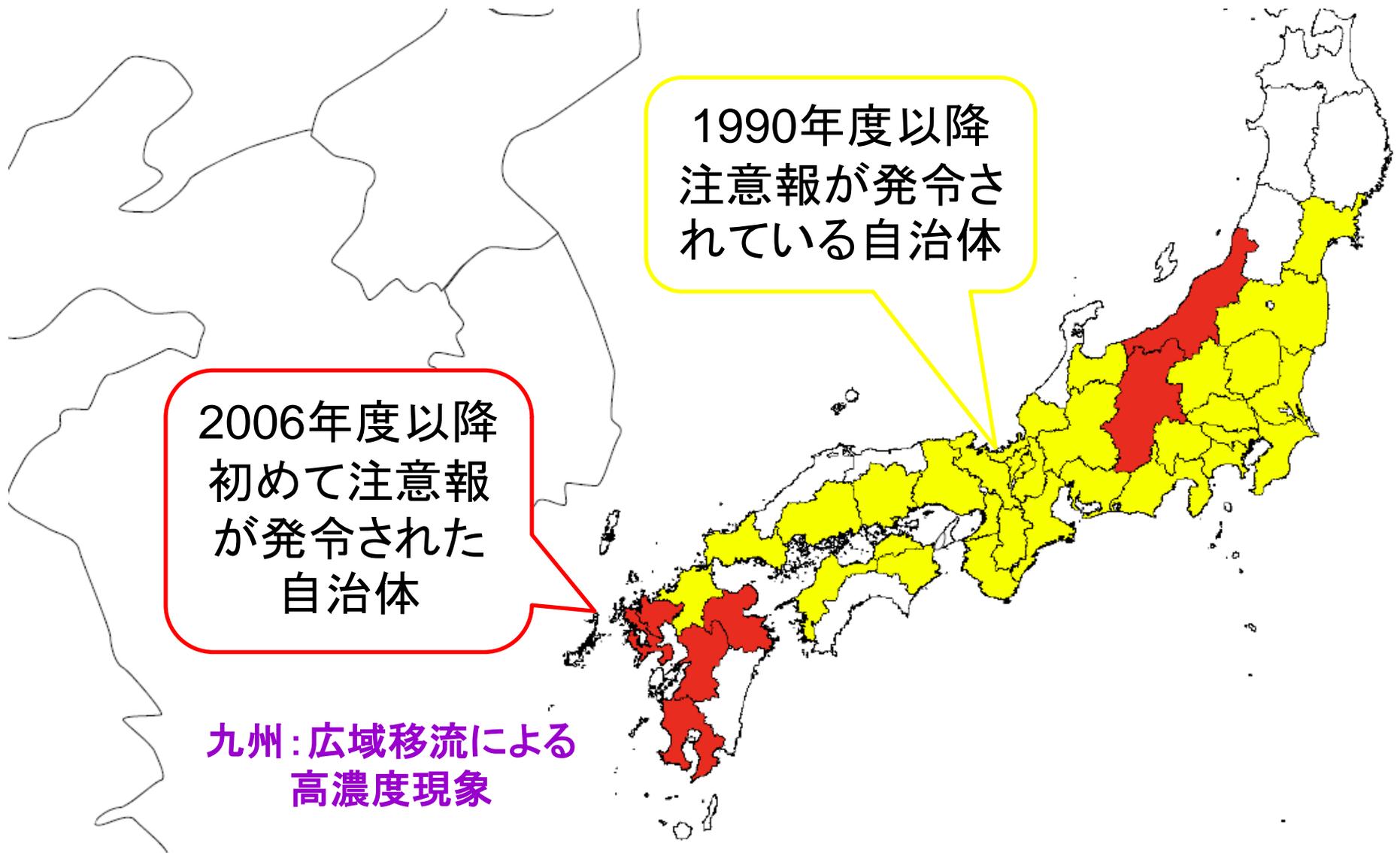
# ①気象要因

## 東京 4～9月の平均値

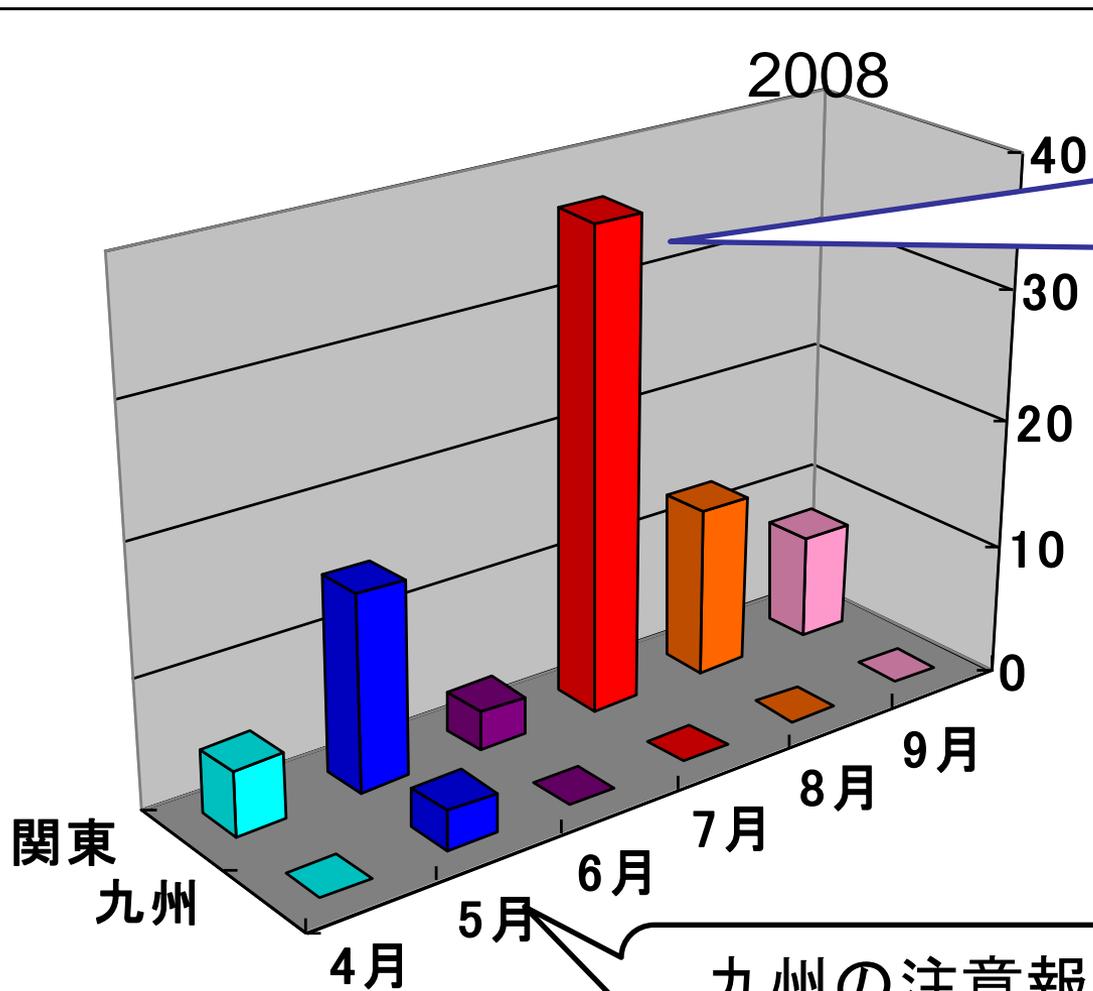


気温と日射量は微増だがOx濃度上昇ほどではない

## ② 広域移流の影響・・・広域化



# 光化学オキシダント注意報の月別発令延日数(日)



関東では5月の注意報もあるが、7月の注意報の方が多い

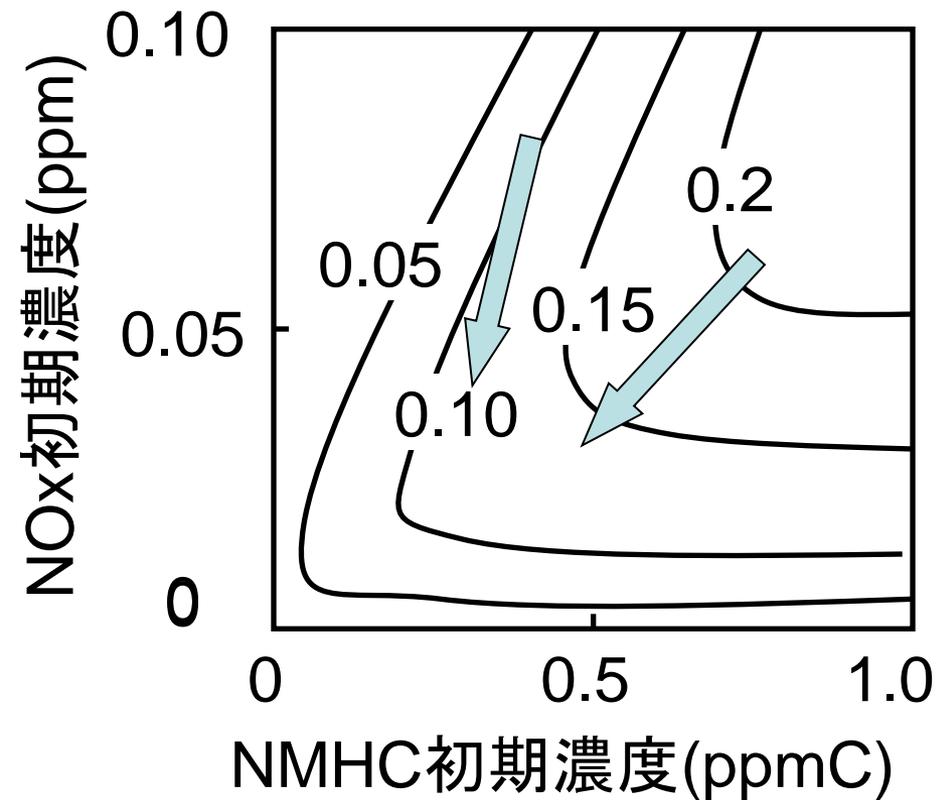
関東でも広域移流の影響もあると思われる。

しかし地域内での生成の影響の方が高い。

九州の注意報は5月  
**広域移流**

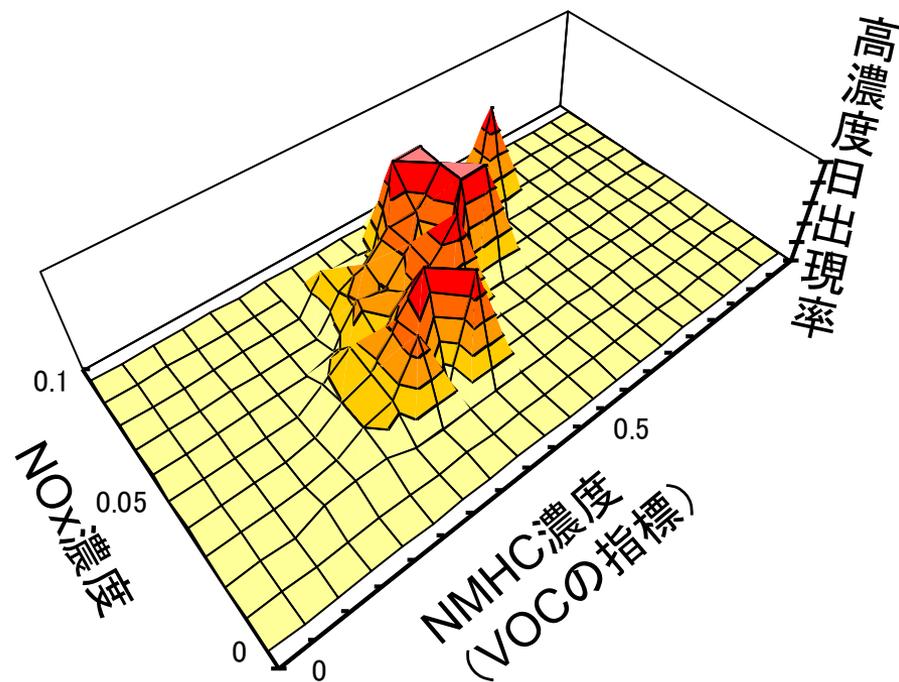
# ③原因物質の濃度比の変化

モデル計算により3時間後に生成するオゾン濃度(ppb)



若松伸司、篠崎光夫: 広域大気汚染、  
裳華房(2001)より

関東地方の実測データ(2005-2007)から求めた朝のNOx・NMHC濃度とOx高濃度日(0.12ppm超)出現率との関係

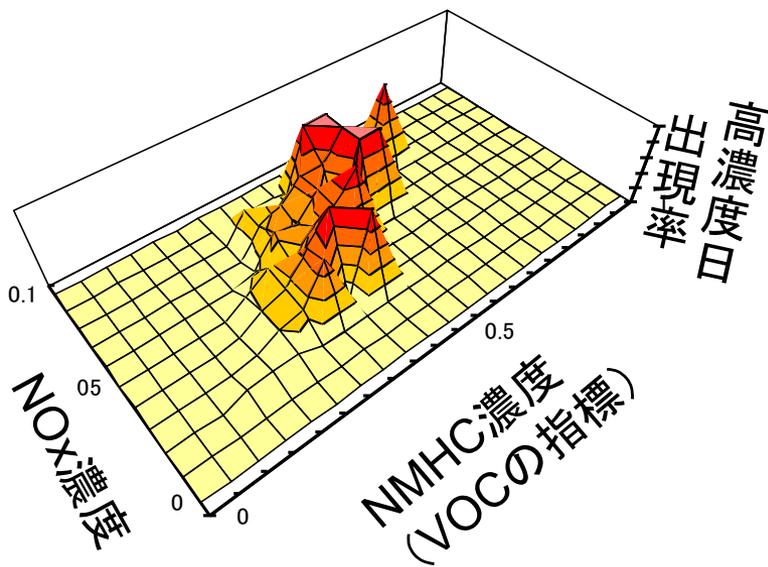


朝のNOx・NMHC濃度と  
Ox高濃日の出現率

NOx、NMHC濃度の低減に伴う  
Ox高濃度日の年間出現日数を推計

オキシダント高濃度日(0.12ppb超)出現日数

(2005-2007): 45日/年 (低減率0%)



NMHC濃度 低減率	NOx濃度低減率			
	10%	20%	30%	40%
10%	37	42	45	53
20%	26	30	34	40
30%	15	19	20	27
40%	7	9	12	15
50%	2	3	5	8
60%	0	1	1	2

高濃度日減少

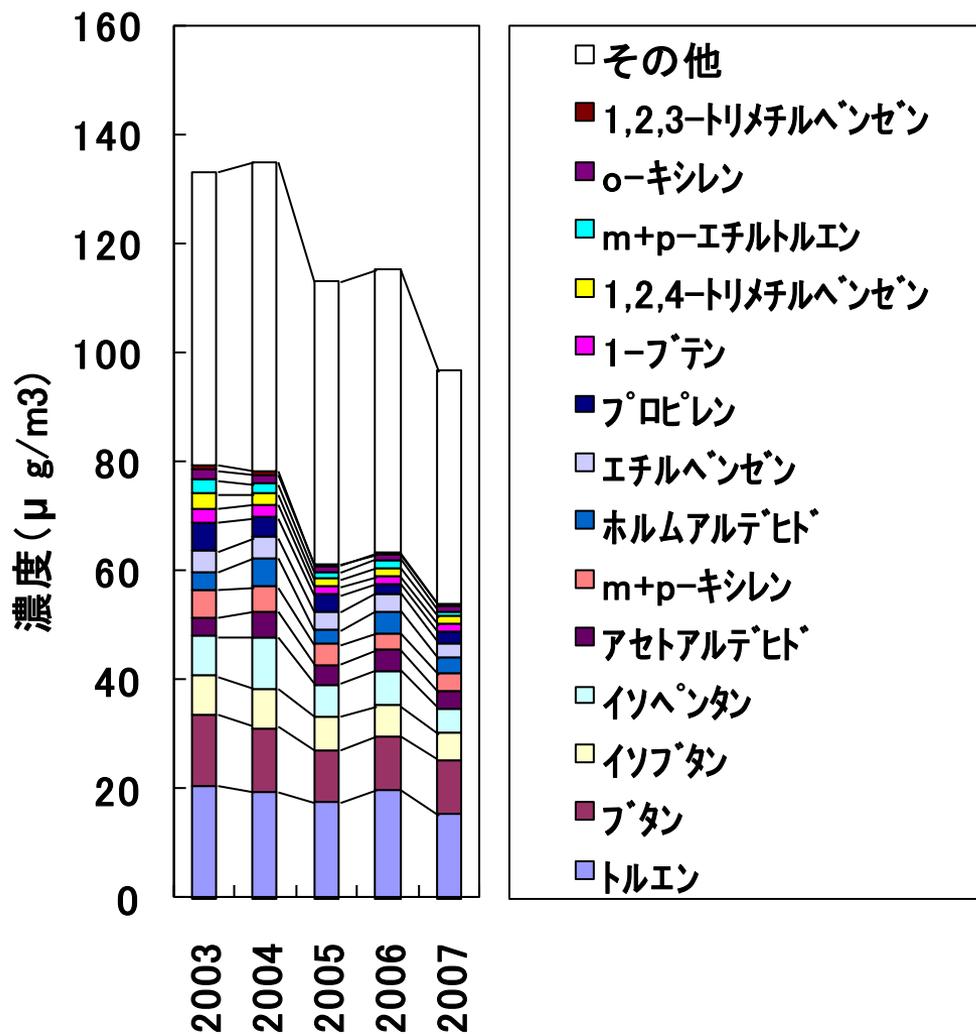
高濃度日増加

(低減率は対2005-2007平均)

- NOxとNMHCの濃度比によってはOx高濃度になりうる。
- NMHC濃度を低減すること(VOC対策)が重要

# 4 VOC対策の効率的な推進のために

国設東京測定局 年平均濃度

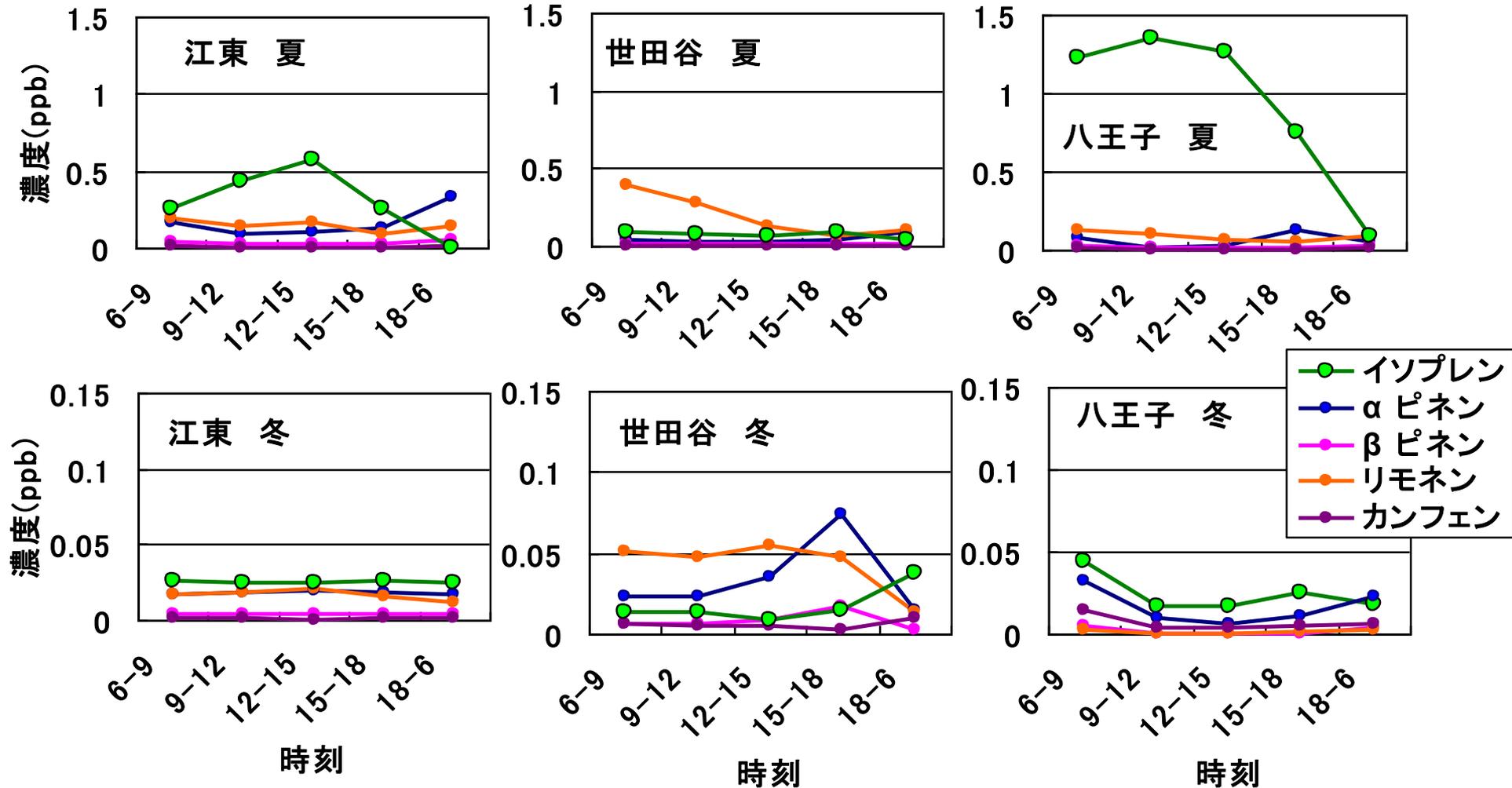


VOC削減対策（H22までに3割削減）により、実測しているVOC成分濃度は低減

植物もVOCを放出している？

VOC成分の変化はないか？

# 植物起源VOCも無視できない！？



- 夏は冬より10倍濃度レベルが高い
- 八王子(夏)のイソプレン: 植物からの放出を反映
- VOC全体に占める割合は？

# 実測しているVOC成分の寄与はどれくらい？

## 首都大学東京(梶井研究室)との共同研究

ラジカルの消失速度測定による大気全体の反応性

VOC濃度(実測) × 反応性による大気の反応性

消失速度が速いほど大気全体の反応性が高い

消失速度を測定

発生させる

OH・  
ラジカル

VOC

大気

大気全体の反応性

濃度 × 反応性

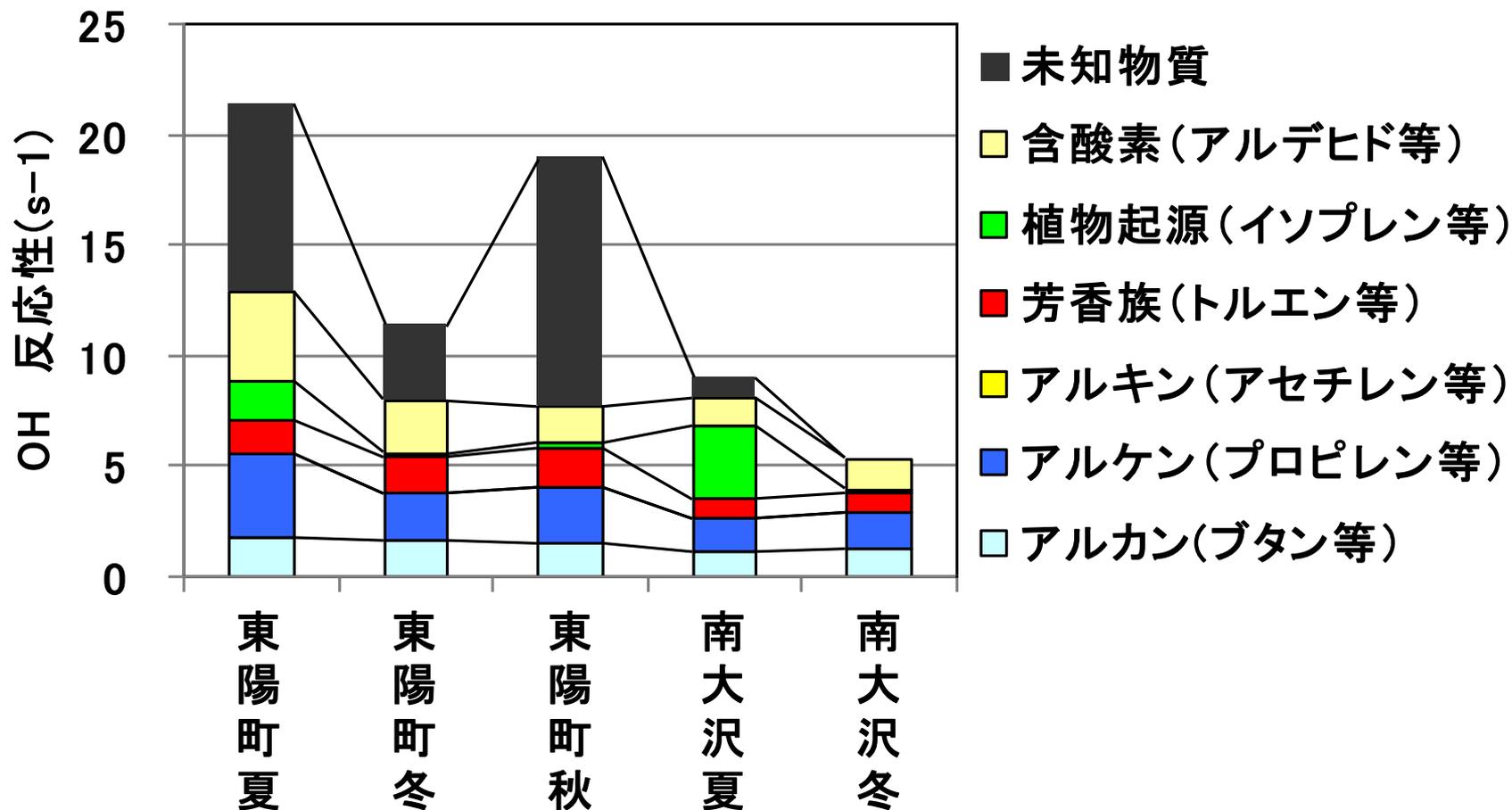
未知物質

酢酸エチル

キシレン

トルエン

# OHラジカル反応性測定結果



○植物起源VOCも無視できない

○未知物質の寄与は江東区東陽町で大

→都心部に未知物質の発生源? →探索が必要

## 5 まとめ

- 都内Ox濃度上昇→移流の影響の可能性もあるが、夏季の高濃度現象の増加も寄与。
- NOxとVOC濃度比の変化により、NOxの低減がOx高濃度要因になっている可能性有。
- NOx削減とともに、VOCのより一層の削減が重要。植物起源VOCや未知物質の把握も行う必要。
- 対策を考えた場合、広域的な取り組みが必須。

ご清聴ありがとうございました