

事例・技術報告

杉並中継所から排出される物質の希釈拡散倍率に関する 予備的研究

青山 貞一*, 鷹取 敦**, 池田 こみち***

1. 目的

本研究では杉並区不燃ゴミ中継施設が運転開始した平成8年2月（2月7日試験運転開始、4月1日本格運転開始）から8月にかけ中継所の換気・排気塔から排出される各種有害ガスが周辺に及ぼす影響をいわゆる希釈拡散倍率の観点から予備的に推定した。具体的には換気・排気塔から排出された物質が特定住民（A氏宅）に、なだらかな傾斜を持つ地形とその上に立地する低層住宅の影響を受ける移流、拡散され、結果的に希釈拡散倍率がどうなるかについて推計してみた。なお、本研究で用いた大気拡散モデルは国立環境研究所の風洞実験装置により検証された有限差分法による数値計算モデルである。

2. 調査方法の概要

2.1 対象発生源

(1) 杉並中継所・換気塔

換気塔（場内での作業環境保全のための通風換気を目的としている）から排出される物質の周辺への拡散状況を検討する。

(2) 杉並中継所・排気塔

排気塔（ゴミの投入口、圧縮機等から吸引された空気の排気を目的としている）から排出される物質の周辺への拡散状況を検討する。

2.2 対象物質

物質を特定せず一般的なガス状物質として挙動するものとする。排出強度（排ガス量×排出濃度、すなわち排出される物質の実質的な量）を規準化する（単位量=1と考える）ことにより、周辺環境における濃度との比（排出濃度÷周辺環境中濃度=希釈拡散倍率）を把握する。

2.3 対象期間

1時間平均濃度を対象とし、A氏宅の当時の住居が風下となる風向について検討した。

2.4 評価方法

平面濃度分布、鉛直断面濃度断面分布を示し、A氏の元住居等における希釈割合を計算し、排出された物質の希釈割合を把握した。

3. 予測範囲

3.1 計算結果範囲および計算対象範囲

中継所換気塔を中心とした650m四方の範囲について計算し濃度分布等を明らかにした。そのため850m四方の建物、構造物、地形等を考慮したモデルを構築した。

3.2 地形・建物

「東京都2,500デジタルマップ電子地図」の標高、等高線を基とし、対象全域について現地踏査（平成20年2月11、12日）を行い地形、勾配等の確認、現状の建物、構造物の高さ、造成の状況等について把握した。さらに平成8年当時の状況に近い平成9年3月発行の住宅地図により建物データを修正した。

3.3 計算用データ

風向・風速の計算は計算範囲を立体（直方体）の格子状に区切って行った。平面方向の格子間隔は換気塔を中心とした360m四方範囲内を2m間隔、その外側650m四方範囲内は5m間隔、さらに外

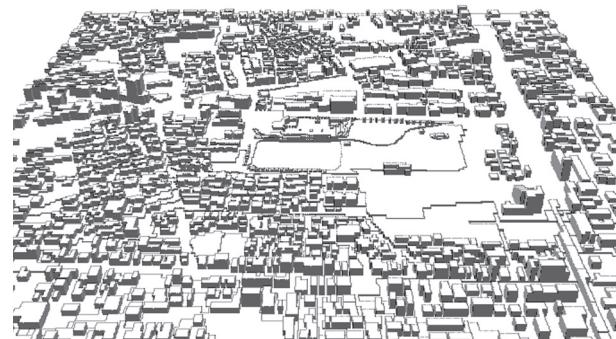


図1 3次元の環境場データ表示例
(図では南から北を臨む)

* 武藏工業大学大学院環境情報学研究科, ** 法政大学工学部, *** 環境総合研究所



側 850 m 四方を 10 m 間隔とした。

鉛直方向の格子間隔は計算範囲全体の一番標高の低い地点から 20 m までは 1 m 間隔、40 m までは 2 m 間隔、80 m までは 3 m 間隔、それより上空 300 m までは 3 m 間隔から 15% ずつ間隔を変化させた。3 次元格子上に表現した地形、建物等のデータを図 1 に示す。

4. 気象データ

4.1 気象データ観測地点

杉並中継施設周辺における気象測定局には、練馬区石神井台一般局と杉並区立科学教育センターがある。両者は杉並中継施設からほぼ等距離に位置する。両測定局について、平成 8 年 2~8 月の風向・風速を含む観測データ入手した。

(1) 練馬区石神井台一般局

練馬区石神井台 1-16-31、東京都一般大気環境測定局、風速計設置高さ：地上 18.5 m

(2) 杉並区立科学教育センター

杉並区清水 3-3-13、杉並区立科学教育センター、風速計設置高さ：地上 23 m

4.2 気象データの検討

(1) 観測データの比較

練馬区石神井台一般局と杉並区立科学教育センターを比較すると、風配図は年間でほぼ一致、月別にみてもおおむね一致した。風速は杉並区立科学教育センターの方が練馬区石神井台より 1.32 倍から 1.63 倍強い。

(2) 風向別の出現頻度

NE：北東風、ENE：東北東風、E：東風の 3 風向において A 氏の当時の住居が杉並中継施設の換気塔・排気塔に対して風下となっていたと考えられる。3 風向合計で 2~7 月は 10~15% 程度、8 月は 30% を超える出現があった。A 氏住居が風下となる風向が一定の割合で出現していたことが分かる。

(3) 風向別の平均風速

月別、風向別の平均風速によると、A 氏の住居が風下となっていたと考えられる 3 風向は、練馬区石神井台一般局では 2~5 月が 2 m/s 前後、6~8 月が 1.5 m/s 前後、杉並区立科学教育センターでは、2~5 月が 3 m/s 前後、6 月は 2~3 m/s 程度、7 月は 2.5 m/s 前後、8 月は 2.5~4 m/s 程度であった。

(4) 風向別の風速階級出現頻度

A 氏の当時の住居が風下となっていたと考えられる 3 風向に注目すると、練馬区石神井台一般局では 1.0~1.9 m/s および 2.0 m/s~2.9 m/s の出現頻

度が大きく、杉並区立科学教育センターでは前半は、3.0 m/s 以上が最も出現頻度が大きい。次いで 2.0 m/s~2.9 m/s の出現頻度が大きく、後半の期間では 1.0 m/s 以上の出現頻度が大きかった。

5. 前提条件

5.1 風向・風速

表 1 に示す気象条件について検討を行うこととし、代表風速を用いてシミュレーション計算を実施した。

表 1 計算実施風向・風速

| 風速階級 | 代表風速 | 風向 | | |
|---------|------|-----|---|----|
| | | ENE | E | NE |
| 1.0~1.9 | 1.5 | ● | ● | ● |
| 2.0~2.9 | 2.5 | ● | ● | ● |
| 3.0~ | 4.0 | ● | ● | ● |

●：計算対象条件

5.2 発生源・排出強度

排気塔と換気塔の排出強度（排ガス量 × 排出濃度 = 排出される物質の実質的な量）の割合が分からぬいため、それぞれの影響を別々に計算し、評価した。排出強度はそれぞれ規準強度（発生源において排出される量を単位量 = 1 と考える）拡散計算した結果得られる周辺の環境における濃度を相対濃度として把握する。さらに発生源における濃度を周辺の濃度で割った数、いわゆる「希釈拡散倍率」を合わせて示すことにより、拡散によって何倍に希釈されたものであるかを示す。

5.3 シミュレーションモデル

(1) 排ガス量

排気塔および換気塔の排ガス量の実測値（平成 8 年 7 月 9 日時点における排出空気量）および設計値を表 2 に示す。

表 2 排ガス量（実測、設計値）

| 項目 | 排ガス量 [m ³ /h] | | 出典： |
|-----|--------------------------|---------|----------|
| | 実測値 | 設計値 | |
| 排気塔 | 14,856 | 30,000 | |
| 換気塔 | 90,000 | 167,400 | 参考資料 (7) |

(2) 有効煙突高

排気塔は図 2 に示すように頭頂部に覆いがかぶさっている構造であるため、排気は上方には吹き上がりず風により頭頂部の実煙突高（実煙突高）から拡散

が始まる。そのため、拡散モデルにおいても煙突高（拡散開始高さ）は実煙突高とする。



図2 換気塔・排気塔の頭頂部

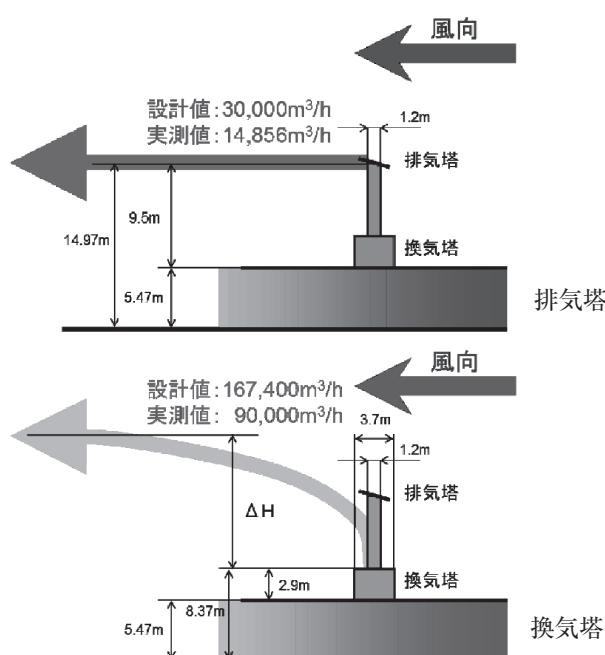


図3 換気塔・排気塔の寸法および有効煙突高のイメージ図

換気塔は上空に向かって開口しているため、排出速度に応じて排ガスが一旦上空に吹き上がりそこから風下に向かって拡散するものとみなすことが出来る。この高さを「有効煙突高」と呼ぶ。一般に熱浮力を持たない排ガスの有効煙突高はBriggs（ジェット・ブルーム）式によって推計することが出来る。ただし吐出速度が周囲の風速より小さく、排煙温度が低い場合には、煙突の背後の気流によって生じる渦に巻き込まれて降下するダウンウォッシュの発生が想定される。これはBriggs（ダウンウォッシュ）式を用いて補正した。

表3、表4に排ガス量が実測値の場合と設計値の

場合の有効煙突高計算結果を示す。実測排ガス量を当てはめた時、有風時にはダウンウォッシュが発生し、拡散高さが煙突より低くなる。ただし、本調査で用いるモデルでは換気・排気塔の構造物による影響は差分モデルで考慮されるため、計算データとしては、ダウンウォッシュが生ずる条件の場合には実煙突高からの拡散とした。

表3 排ガス量が実測値の場合

| 代表風速 [m/s] | 0.5 | 1.5 | 2.5 | 4.0 |
|---------------------|------|------|------|------|
| ダウンウォッシュ | 無 | | 有 | |
| 排ガス上昇高 [m] | 15.3 | -0.3 | -1.7 | -2.5 |
| 有効煙突高 (GLより) [m] | 23.7 | 8.0 | 6.7 | 5.9 |

表4 排ガス量が設計値の場合

| 代表風速 [m/s] | 0.5 | 1.5 | 2.5 | 4.0 |
|---------------------|------|------|------|------|
| ダウンウォッシュ | 無 | | 有 | |
| 排ガス上昇高 [m] | 28.5 | 9.5 | 5.7 | -1.4 |
| 有効煙突高 (GLより) [m] | 36.8 | 17.9 | 14.1 | 7.0 |

GL：管理棟、中継棟の平均地盤面

以上より風向、風速、排ガス量は36通りの組み合わせとなる。

(3) 拡散モデル

本調査の対象地域は住居、集合住宅等の建築物が数多く存在するため、周辺の風況（風向、風速）の分布はこれらの影響を大きく受け、中継施設から排出される大気汚染の拡散を数値モデルでシミュレーションする場合、これらを考慮する必要がある。

本調査では、このため差分法による数値解析モデルである3次元流体モデルを用いて大気汚染濃度のシミュレーション（模擬実験）による再現計算を行った。なお、本調査で用いた3次元流体モデルは、以下に示す国立環境研究所森口祐一氏及び松岡譲氏が開発したSIMPLE法およびこれを改良したSIMPLER法、SIMPLEST法を採用した。

6. 濃度分布

杉並中継施設の排気塔・換気塔から排出された物質の濃度分布シミュレーション結果のうちENE（東北東風）の代表風速1.5 m/s、実測排ガス量の場合の結果を例示する。

6.1 排気塔（実測排ガス量・東北東風 ENE）

(1) 代表風速 1.5 m/s



図4 平面濃度分布

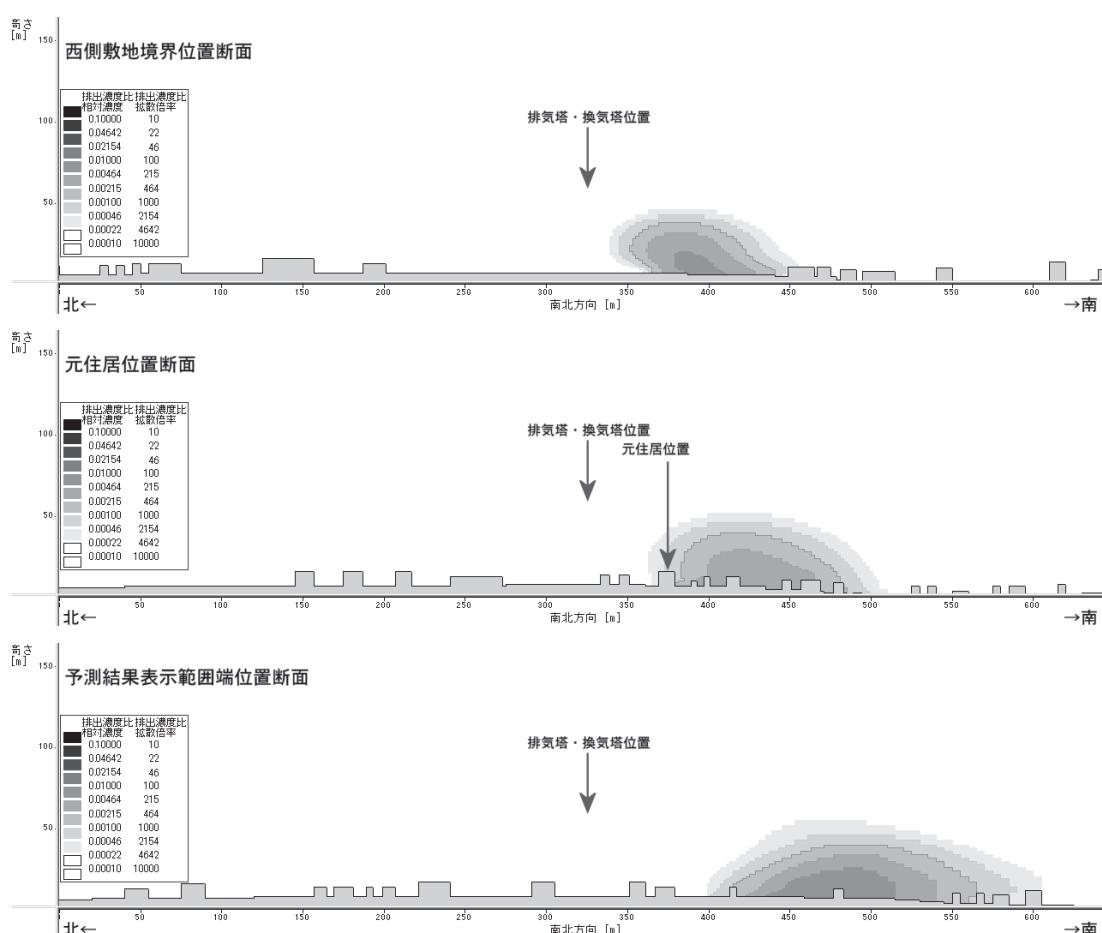


図5 断面濃度分布

6.2 換気塔（実測排ガス量・東北東風 ENE）

(1) 代表風速 1.5 m/s

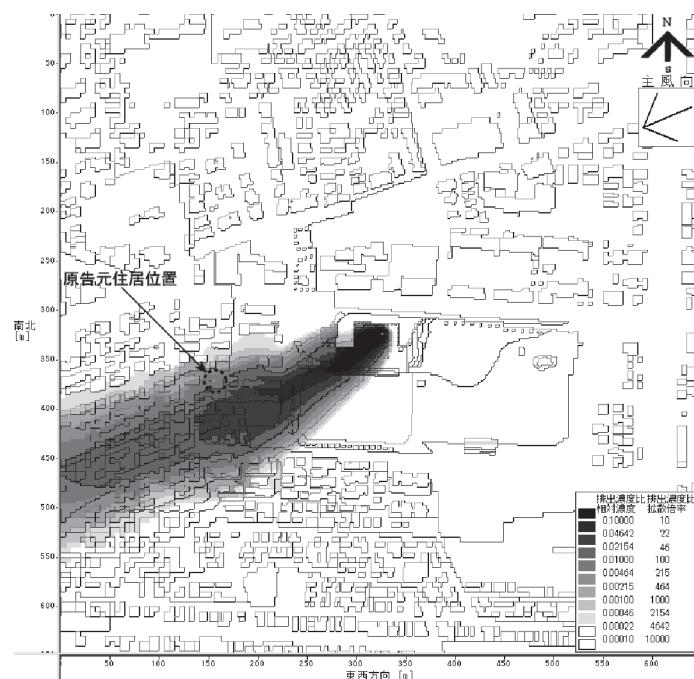


図 6 平面濃度分布

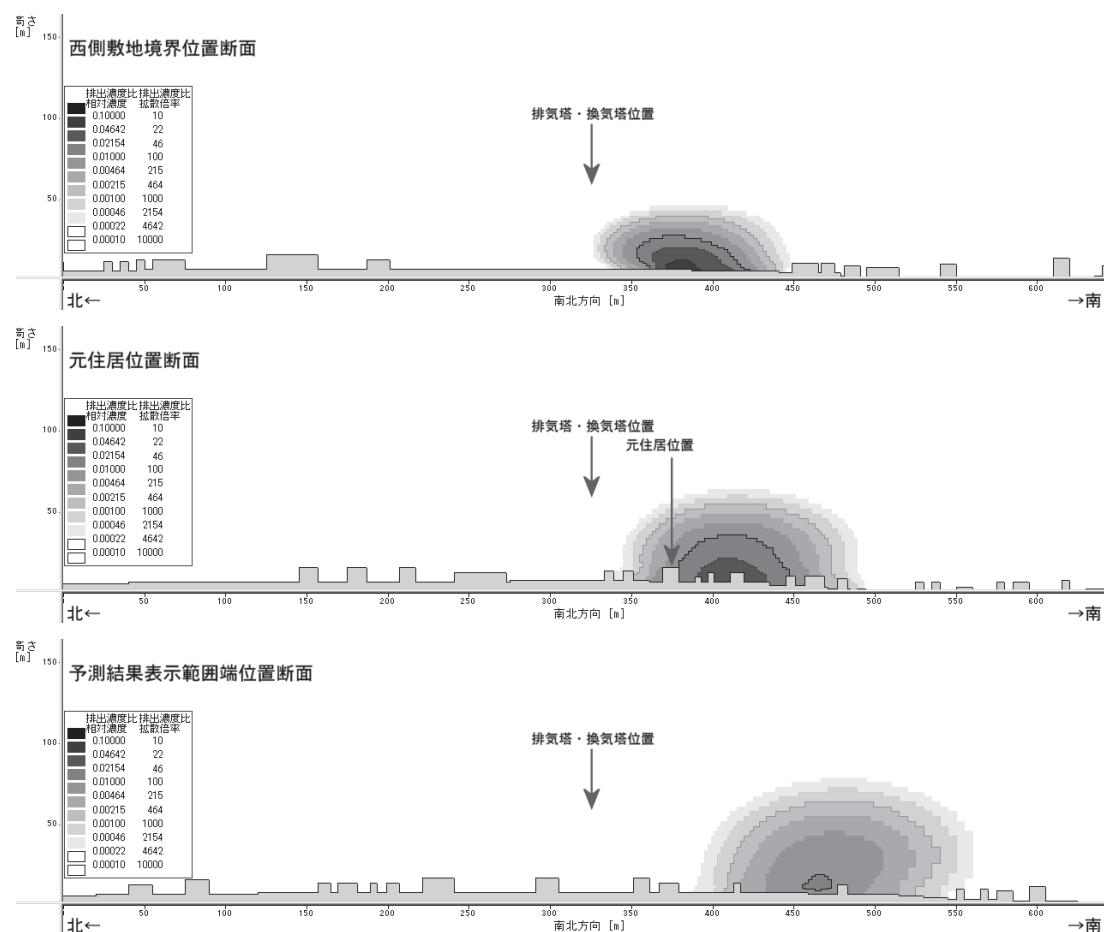


図 7 断面濃度分布

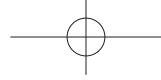


表5 東北東風(ENE) 希釈拡散倍率(排出濃度÷環境濃度)

| 排出源 | 排ガス量 | 代表風速 [m/s] | 希釈拡散倍率(排出濃度÷環境濃度) | | | |
|-----|------|---------------|-------------------|-------|-------|-------|
| | | | 西側敷地境界 | | A氏元住居 | 予測範囲端 |
| | | | 最大濃度 | 住居位置 | 最大濃度 | 最大濃度 |
| 排気塔 | 実測値 | 1.5 | 190 | 980 | 273 | 124 |
| | | 2.5 | 287 | 2,381 | 435 | 633 |
| | | 4.0 | 585 | 820 | 465 | 1,000 |
| | 設計値 | 1.5 | 94 | 486 | 135 | 62 |
| | | 2.5 | 142 | 1,180 | 216 | 314 |
| | | 4.0 | 290 | 406 | 231 | 496 |
| 換気塔 | 実測値 | 1.5 | 19 | 66 | 34 | 102 |
| | | 2.5 | 34 | 67 | 59 | 110 |
| | | 4.0 | 58 | 151 | 94 | 469 |
| | 設計値 | 1.5 | 27 | 32 | 33 | 54 |
| | | 2.5 | 34 | 44 | 40 | 85 |
| | | 4.0 | 31 | 81 | 51 | 252 |

7. 予備研究における推定希釈拡散倍率

表5にいわゆる希釈拡散倍率を示した。

東北東風(ENE)については、最も濃度が高い場合で排気塔は406倍、換気塔は32倍、平均でも排気塔で約1,000倍、換気塔では約74倍程度にしか拡散されない。

東風(E)については、最も濃度が高い場合で排気塔は約4,300倍、換気塔は約790倍、平均でも排気塔で約11,000倍、換気塔では約990倍程度にしか拡散されない。

北東風(NE)については、最も濃度が高い場合で排気塔は約2,500倍、換気塔は約400倍、平均でも排気塔で約4,500倍、換気塔では約950倍程度にしか拡散されない。

排出口が比較的高い排気塔の方が、きわめて低い位置から排出される換気塔よりは希釈される割合は大きいが、一般に廃棄物焼却炉排ガスの地上に到達する濃度が最も高い地点(最大着地濃度地点)における希釈拡散倍率が数十万倍※(年平均)と言われているのと比べ極めて高い濃度の影響が周辺環境に及んでいることになる。年平均濃度と本調査の対象としている1時間平均濃度では希釈拡散倍率は異なるが、表にまとめた数値は必ずしも最大着地濃度地点でないにも関わらず、広範囲にわたりこのような低い希釈率であることは広く汚染が広がっていたであろうことを示唆している。特に東北東風の排気塔、換気塔、東風および北東風の換気塔はきわめて低い希釈拡散倍率、すなわち極めて高い濃度のまま

周辺地域に到達していたことが推定された。

8. まとめ

本調査により杉並中継所の換気塔・排気塔から排出された物質の、元A氏宅付近における希釈割合は、最も大きな影響が及ぶ東北東風(ENE)において、換気塔で数十倍、排気塔でも百~千倍程度と低く、他の2風向でも換気塔で濃度が高い場合には数百倍、排気塔でも数千倍と、希釈される割合は低い。そのため風向きによっては極めて高い濃度でA氏の元住居に届いていたことが推測された(表5)。

今回の調査では東風(E)、東北東風(ENE)、北東風(NE)と22.5度(360度÷16)単位で風の向きを変えて予測したが、実際の風向きは22.5度単位で変化するのではなく、その間の風向が連続的に存在する。そして、風向きによっては「A氏元住居」が最も高濃度部分に位置することとなる。そのような場合には(表5)のうち「A氏元住居」断面の「最大濃度」に示した希釈拡散倍率でA氏宅に大気汚染が到達する。したがって到達濃度が高い風向きの場合には、排気塔で約100~800倍、換気塔で約20~100倍程度の希釈拡散倍率であったと考えるのが自然である。

ちなみに、A氏の元住居が風下になる風向は、杉並中継施設が試運転を開始した平成8年2月頃からA氏が転居した7月頃まで、北東風、東北東風、東風を含めると10~15%程度と一定の割合で必ず出

現していたことが分かる。そのため、上記の極めて高濃度な大気汚染も一定時間、必ず出現していたものと考えられる。

参考・引用文献

- 1) 青山貞一, 大気汚染に関する予測・評価技術, 環境アセスメント学会誌 Vol 3 No2
- 2) 青山貞一, 鷹取敦, 梶山正三, 大気環境濃度から排ガス濃度を高精度で推定するための手法についての研究～厚木米海軍基地ダイオキシン汚染を事例として～, 環境アセスメント学会研究発表論文, 明海大学, 平成 14 年 9 月 23 日
- 3) 青山貞一, 鷹取敦, 池田こみち, 大気拡散シミュレーション, その方法, 事例と課題, 環境弁護士講演会配布資料, 平成 14 年 1 月
- 4) 青山貞一, 池田こみち, 鷹取敦, リスク分析の前提となる測定分析データの信頼性について, 環境行政改革フォーラム慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス研究発表大会予稿集, 平成 14 年 10 月 12 日
- 5) 青山貞一, 「杉並病」を風化させないために, その①研究者らで現場を実査, http://eritokyo.jp/independent/aoya_ma-col9901.html
- 6) 青山貞一, 「杉並病」を風化させないために, その②研究者らによる議論, http://eritokyo.jp/independent/aoya_ma-col9902.html
- 7) 公害等調整委員会, 杉並区不燃ゴミ中継所健康被害原因裁定申請事件専門委員会調査報告書－杉並中継所及び周辺地域の大気環境に係る既存調査の分析と考察, 平成 12 年 9 月
- 8) 株式会社ゼンリン, ゼンリン住宅地図（平成 9 年版, 平成 11 年版, 平成 20 年版デジタルデータ）
- 9) 東京デジタルマップ株式会社, 東京都 2,500 デジタルマップ電子地図（東京都全域）, 平成 17 年 1 月
- 10) 東京都環境局, 大気汚染常時測定期測定結果報告（月報）CD-ROM
- 11) 杉並区立科学教育センター, 気象観測結果・風向風速（日報）平成 8 年 1 月～12 月
- 12) Google Earth, 杉並中継所換気塔頭頂部写真, 平成 20 年 3 月現在
- 13) (財)道路環境研究所, 道路環境影響評価の技術手法 2007 改訂版第 2 卷
- 14) 公害研究対策センター, 硫素酸化物総量規制マニュアル〔新版〕
- 15) 森口祐一, 沿道における大気汚染の精密予測手法とその応用に関する研究, 平成 6 年 11 月
- 16) ごみ処理に係るダイオキシン削減対策検討会, ごみ処理に係るダイオキシン類発生防止等ガイドライン－ダイオキシン類削減プログラム－（概要）, 平成 9 年 1 月