

# 西丹沢の大気汚染 —犬越路測定局における測定結果のまとめ—

○武田 麻由子（神奈川県環境科学センター）

西丹沢にある犬越路測定局において、17年間大気汚染物質等の測定をおこなってきた。SO<sub>2</sub>やNO<sub>x</sub>は都市域における固定発生源の燃料変換や自動車排ガス規制等の対策に伴い、経年的に大気中濃度が低下していた。ブナへの影響が懸念されているO<sub>3</sub>濃度についても経年的に低下しており、ブナ林の保全を図る上で、都市域におけるこれらの対策が有効であると考えられた。

## 1 はじめに

神奈川県北西部に位置する丹沢山地では、1970～1980年頃にブナの枯損が始まり、現在も回復していない。特に檜洞丸（標高1600m）の稜線部の南斜面でブナ林の衰退や枯損が著しい<sup>1)</sup>。ブナ林衰退の原因は温暖化などの気象要因や樹木の老齢化など様々な説があり、大気汚染の影響も指摘されている<sup>2)</sup>。ブナ林の衰退防止対策とその再生のためには、ブナ林衰退の原因の究明が大きな課題となっている。

犬越路測定局は、森林衰退の原因究明に資するため、全国酸性雨調査の一環として、1995年に西丹沢に国設酸性雨測定所として開設された。2002年度以降は神奈川県大気汚染常時監視測定局の研究局として継続して大気汚染物質等の現状把握を行うとともに、都市域の影響の少ないバックグラウンド地点として、さまざまな調査を行っている。今回、犬越路測定局における大気汚染物質等の17年間のデータをまとめたので、明らかになったことについて報告する。

## 2 調査方法

### 2.1 調査地点及び調査期間

調査地点である犬越路測定局（山北町中川927-2、北緯35度29分16秒、東経139度5分6秒、標高920m）は、丹沢山地の西部に位置する、山北町側の犬越路林道と相模原市側の神ノ川林道を結ぶ犬越路隧道の山北町側にある。特に神ノ川林道の落石が著しいため、1999年にゲートが設置され、関係車両以外の通行はできなくなった。

酸性雨調査については1995年5月より、大気汚染物質調査については同年より7月より調査を開始し、現在も継続して調査中である。解析には1996年4月1日～2012年3月31日のデータを使用した。なお、SO<sub>2</sub>及びNO<sub>x</sub>については、機器の故障により、2011年度のデータは欠測とした。

## 2.2 調査方法

大気汚染物質は、堀場製作所製のNO<sub>x</sub>計(APNA365)、SO<sub>2</sub>計(APSA365)及びO<sub>3</sub>計(APOA360)により測定した。酸性雨調査については、小笠原計器製作所製の感雨式自動雨水採取装置(U-420)を用い、0時から24時までの1日間の降雨を採取した。採取した降水は、重量を測定して降水量を算出するとともに、pH等を測定した。

## 3 調査結果及び考察

### 3.1 SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> 濃度の経年変化

犬越路測定局におけるSO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>濃度の経年変化を図1に示す。

犬越路測定局のSO<sub>2</sub>濃度は、1996年度の1ppbから1999年度の0.5ppbまで経年的に低下していたが、2000～2001年度は三宅島火山の影響で2.3ppb、2.5ppbと上昇した。2002年度以降は三宅島火山の影響も小さくなり、2010年度は0.43ppbまで低下した。これは、都市域における固定発生源の燃料転換や自動車燃料の低イオウ化、また景気の低迷等も影響していると考えられる。軽油中のイオウ含有率は1992年、1997年、2003年、2007年に規制が強化され、1992年以前は0.5%であったものがそれぞれ0.2%、0.05%、0.005%、0.001%となった。また、ガソリンについては2008年の規制に先立ち、2005年1月からイオウ含有率0.001%以下のガソリンの供給が開始された。これらの対策の結果、神奈川県におけるSO<sub>2</sub>排出量は、固定発生源が1997年度の9,295t/y<sup>3)</sup>から2007年度の3,793t/y<sup>4)</sup>へ、移動発生源が2,182t/yから415t/yへと削減された(燃料油販売実績とイオウ含有量から算出)。2011年3月の東日本大震災に伴う電力不足を踏まえ、休止していた横須賀火力発電所が再稼働しており、今後の排出量の増加が予想される。

犬越路測定局のNO<sub>x</sub>は、その大部分がNO<sub>2</sub>として存在しており、犬越路測定局周辺に発生源はなく、遠方から移流していると考えられる。犬越路測定局のNO<sub>x</sub>濃度は1996年度の6.2ppbから年々低下し、2004年度は3ppbと約半減した。しかし、2006年度は4.8ppbと大きく上昇し、その後低下して2010年度は2.9ppbであった。2006年度にNO<sub>x</sub>濃度が上昇した理由については、発生源等に大きな変化は見られず、神奈川県内の他の常時監視測定局では上昇傾向が見ら

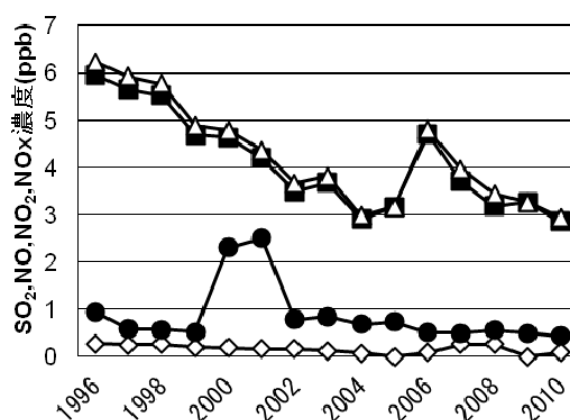


図1 犬越路測定局におけるSO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>及びNO<sub>x</sub>濃度の経年変化  
● : SO<sub>2</sub>, ◇ : NO, ■ : NO<sub>2</sub>, △ : NO<sub>x</sub>

れなかったことなどから，原因は不明である。

犬越路測定局の NO<sub>x</sub> 濃度の低下は，神奈川県内の発生源の排出量の減少の影響を受けているものと考えられる。すなわち，固定発生源の燃料転換，ディーゼル車の車種規制及び運行規制の影響が大きいと考えられる。神奈川県における移動発生源からの NO<sub>x</sub> 排出量は 1997 年度では 23,400 t/y であったが，2007 年度は 12,400 t/y となっており，約 47%削減された<sup>5)</sup>。犬越路測定局における NO<sub>x</sub> 濃度の経年変化は，このような NO<sub>x</sub> 排出量の減少と同調している。

### 3.2 O<sub>3</sub> 濃度の経年変化

犬越路測定局における O<sub>3</sub>，PO 及び O<sub>3</sub> の 1 時間最高値の経年変化を図 2 に示す。ここで PO とは，ポテンシャルオゾンを示す。O<sub>3</sub> は NO と速やかに反応し，NO<sub>2</sub> となることから，光化学反応の活性度を評価するために NO による分解量を見込んで補正した値であり， $PO = O_3 + NO_2 - \alpha NO$  として算出される。 $\alpha$  は発生源から直接排出されるガス中の NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> 比を表し，ここでは 0.1 として算出した。

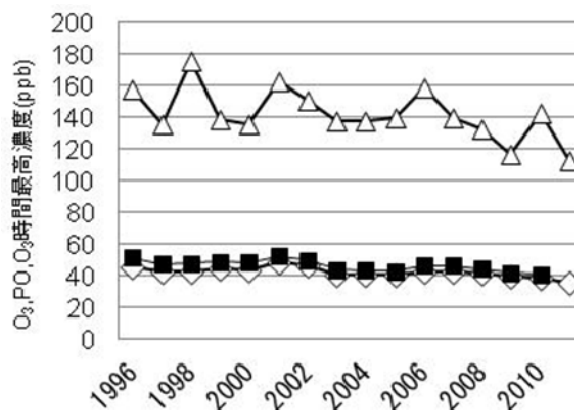


図 2 犬越路測定局における O<sub>3</sub>、PO 濃度及び O<sub>3</sub> 1 時間最高値の経年変化

◇ : O<sub>3</sub>, ■ : PO, △ : O<sub>3</sub> 1 時間最高値

犬越路測定局の O<sub>3</sub>，PO 濃度は、ともに経年的にやや低下傾向を示した。1996 年度の O<sub>3</sub> 及び PO 濃度はそれぞれ 46 ppb, 51 ppb であったが，2010 年度はそれぞれ 38 ppb, 41 ppb であり，ともに低下していた。神奈川県内の他の測定局では，O<sub>3</sub> 濃度は上昇し，PO 濃度は低下していた。これは，都市域において，O<sub>3</sub> 生成量は減少しているが，それ以上に O<sub>3</sub> を分解する NO の排出量が大きく減少したため，O<sub>3</sub> 濃度が上昇したことを示している。犬越路測定局には O<sub>3</sub> を分解する NO の発生が元々ないため，O<sub>3</sub> 生成量の減少に伴い，O<sub>3</sub> 濃度が低下したものと考えられる。

また，犬越路測定局の O<sub>3</sub> の 1 時間最高値は，1990 年代の 150 ppb 前後から近年の 120 ppb 前後へと低下傾向が見られた。

これらの経年的な低下は，夏季の気温変動と相関がないことから，気象的な要因ではなく，都市域の固定発生源における燃料転換や自動車排ガス規制等に加え，VOC 対策によるものと考えられ，ブナ林再生のためには，更なるこれらの対策が有効であると考えられる。

### 3.3 降水 pH 及び降水 pH の頻度分布の経年変化

犬越路測定局における降水 pH の年平均値は 4.63～5.11 の範囲にあり，2000 年度に三宅島火山の噴火の影響で低下したものの，それ以降はわずかではあるが年々上昇傾向にあった（図 3）。環境科学センター（平塚市）で測定している酸性雨調査の 2006～2010 年度の結果は年平均 pH

が 4.6～4.9 であり，ほぼ同程度であった。一日降水の最低 pH は 3.31～3.94 の範囲にあり，平均 pH と同様，経年的に上昇傾向にあった。

犬越路測定局における降水 pH の頻度分布の経年変化を図 4 に示す。全降水に占める pH 4 以下の降雨の頻度は 2001 年度をピークに低下し，近年では数%程度となっており，ここからも犬越路測定局の降水の酸性度が経年的に低下している傾向が認められた。

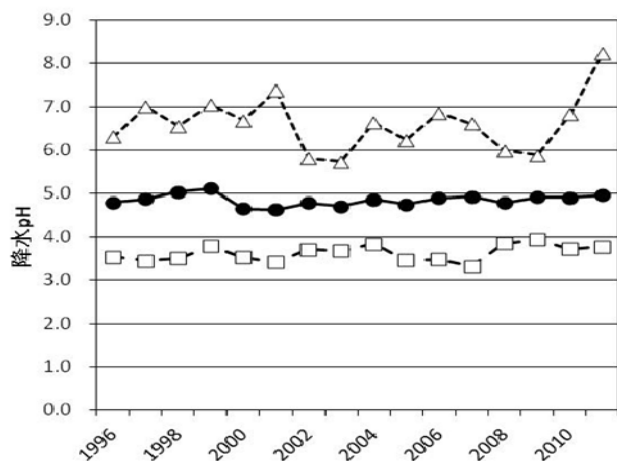


図 3 犬越路測定局における降水 pH の経年変化

● : 年平均 pH, □ : 最低 pH,  
△ : 最高 pH

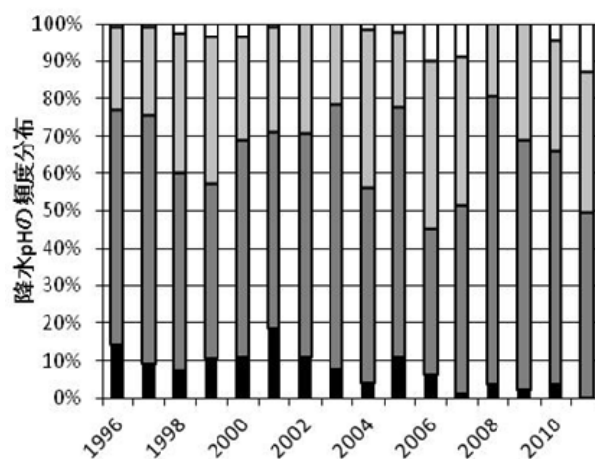


図 4 犬越路測定局における降水 pH の頻度分布の経年変化

■ : pH4 以下, ■ : pH4~5,  
■ : pH5~6, □ : pH6 以上

#### 4 おわりに

丹沢ブナ林衰退の原因究明に資するため、犬越路測定局において大気汚染物質等の測定を行ってきた。都市域における固定発生源や移動発生源等の対策に伴い，犬越路測定局における SO<sub>2</sub> 及び NO<sub>x</sub> 濃度は経年的に低下していた。O<sub>3</sub> 濃度についても、都市域に比べ高いものの、経年的に低下していた。降水の酸性度についても経年的に低下している傾向が認められ、ブナ林再生のためには，都市域におけるこれらの対策が有効であると考えられた。

#### 参考文献

- 1) 越地正・鈴木清・須賀一夫：丹沢山地における森林衰退の研究(1) ブナ・モミ等の枯損実態．神奈川県森林研究所報告 22, 7-18 (1996)
- 2) 山根正伸・相原敬次・鈴木 透・笹川裕史・原 慶太郎・勝山輝男・河野吉久・山上 明：ブナ林の再生に向けた総合解析，丹沢大山総合調査団(編)．(財)平岡環境科学研究所 丹沢大山総合調査学術報告書, 703-710(2007)
- 3) 神奈川県：神奈川の大気汚染(平成 18 年度)
- 4) 神奈川県：神奈川の大気汚染(平成 19 年度)
- 5) 神奈川県自動車排出窒素酸化物及び粒子状物質総量削減計画策定協議会 専門委員会資料(平成 23 年度)