

# 丹沢のオゾンの状況とブナ苗に及ぼす影響

○武田麻由子、相原敬次、阿相敏明（神奈川県環境科学センター）

## 1 はじめに

神奈川県は国土面積のわずか 0.6%と小さい県であるが、首都圏に位置しているため、県中央部から東部の地域は横浜市、川崎市をはじめとして人口が集中し、都市化が著しい。その一方で、県北西部には丹沢大山地域があり、標高 1672m の蛭ヶ岳をはじめとして標高 1500m 前後の山々が連なる面積約 400km<sup>2</sup>の山地を形成している。丹沢大山地域は登山道も比較的整備され豊かな自然が残されている山地として、一般の登山客にも親しみやすい山となっている。

しかし、この丹沢山地では、1970 年～ 1980 年頃にブナの枯損が発生し、現在も進行中である。特に檜洞丸（標高 1600m）の稜線部の南斜面でブナ林の衰退、枯損が著しい。ブナ林衰退の原因は気象要因や樹木の老齢化など様々な説があり、特定されていないものの、大気汚染の影響も示唆されている。ブナ林の衰退対策と再生のためには、その原因究明が大きな課題となっている。

神奈川県では、ブナ林衰退地に近接する西丹沢犬越路隧道脇（標高 920m、以下犬越路）において、1995 年後半から大気汚染物質等の測定を行っている。

今回は、犬越路における大気汚染物質等の測定結果と、犬越路の環境大気がブナ苗に及ぼす影響について検討した実験の結果について報告する。

## 2 犬越路の大気汚染の状況

図 1 に 1997 年から 2003 年までの犬越路における二酸化窒素、二酸化硫黄及びオゾンの年平均値の経年変化を示す。また神奈川県内の一般大気環境測定局（一般局）の平均値の推移についても併せて示した。

犬越路における二酸化窒素濃度及び二酸化硫黄濃度は、一般局の平均値の約 6 分の 1 であり、都市部に比べ非常に低い濃度であった。しかし、光化学オキシダントの主成分であるオゾンは、一般局の平均値の約 2～3 倍の高濃度であった。犬越路においてオゾン濃度が高くなる理由のひとつは、都市部で排出された窒素酸化物や炭化水素から光化学反応により生成したオキシダントが丹沢山中へ移流するため、また、山岳地域では一次汚染物質である一酸化窒素等によるオキシダントの分解が少ないためである。

オゾンは、大気中の濃度が 0.12ppm 以上になると人体に影響を及ぼすと考えられており、光化学スモッグ注意報が発令される。また、植物に対しても影響を及ぼすことが知られている。犬越路における過去 7 年間のオゾン濃度の測定結果は、丹沢のブナ林にオゾンが影響を及ぼしている可能性が大きいことを示唆している。

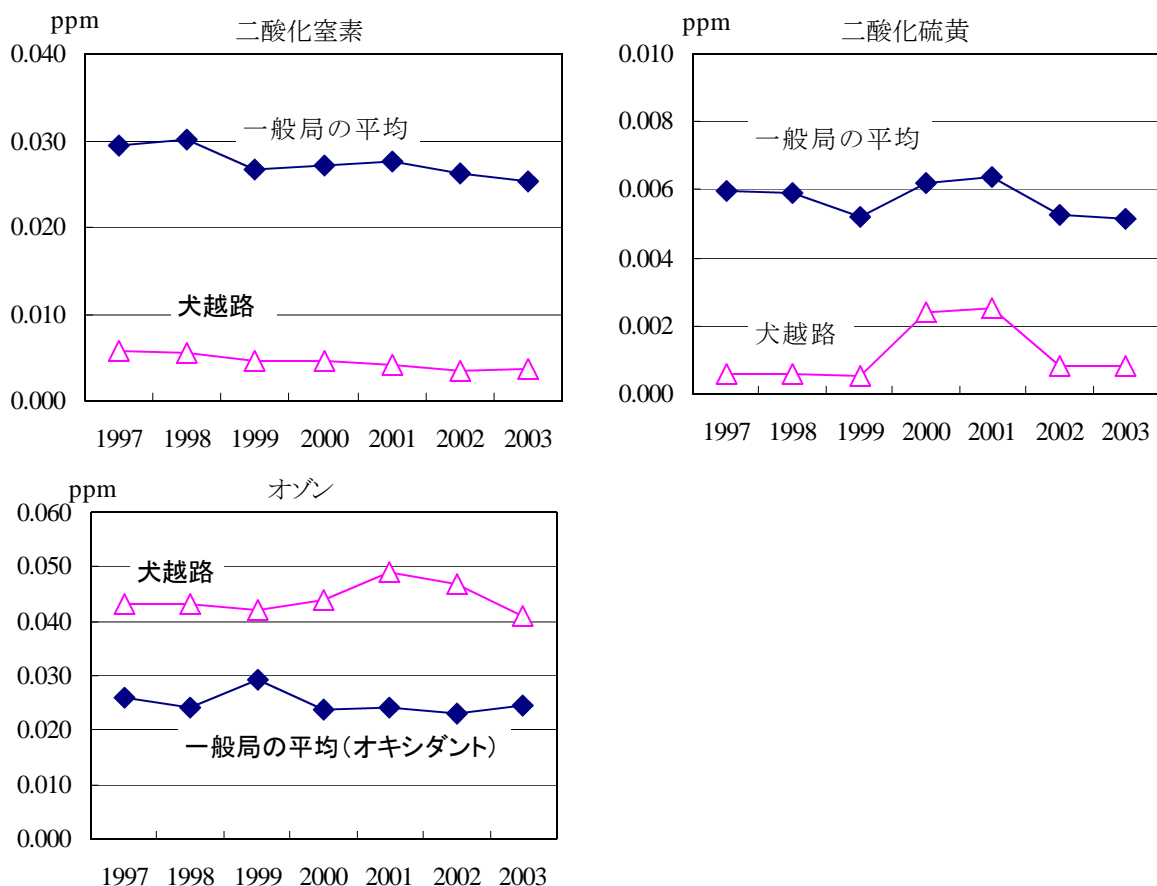


図1 犬越路の二酸化窒素、二酸化硫黄及びオゾンの年平均値の経年変化：神奈川県内一般大気測定局全局の平均との比較

### 3 犬越路における野外実験

#### 3.1 実験の目的

犬越路の大気汚染物質等の測定結果より、オゾンが丹沢のブナ林に影響を及ぼしている可能性が大きいことが示唆された。実験室内の曝露実験ではオゾンが植物に影響を及ぼすことがわかっているが、山中で実験をした例は日本にはない。そこで、丹沢の環境オゾンが本当にブナに影響を及ぼしているのか明らかにするため、ブナ林衰退地に近接する犬越路において、オゾンのブナ苗に及ぼす影響についての野外実験を実施した。

#### 3.2 オープントップチャンバーの設置及びブナ苗の定植

犬越路における野外実験ではオープントップチャンバー法を用いた。オープントップチャンバー法（図2）とは、屋根部分がないチャンバーを用い、植物の生育に重要な因子である降雨、温度、土壌等の条件を同一としたうえで、活性炭フィルターでオゾンを除去した浄化空気を導入した浄化チャンバーと、現地の環境大気をそのまま導入した環境大気チャンバーとで苗の生育状況を比較することにより、大気汚染の影響を評価する方法である。60cm×60cm×90cmの小型オープントップチャンバーを作成し、2001年に環境大気チャンバーと浄

化チャンバーを各 2 基、計 4 基を犬越路に設置した。

自然環境保全センターで採種し、環境科学センターで発芽育成した丹沢産ブナ苗（2 年生実生苗）を 2002 年 4 月に各チャンバー内に 11 本ずつ定植した。

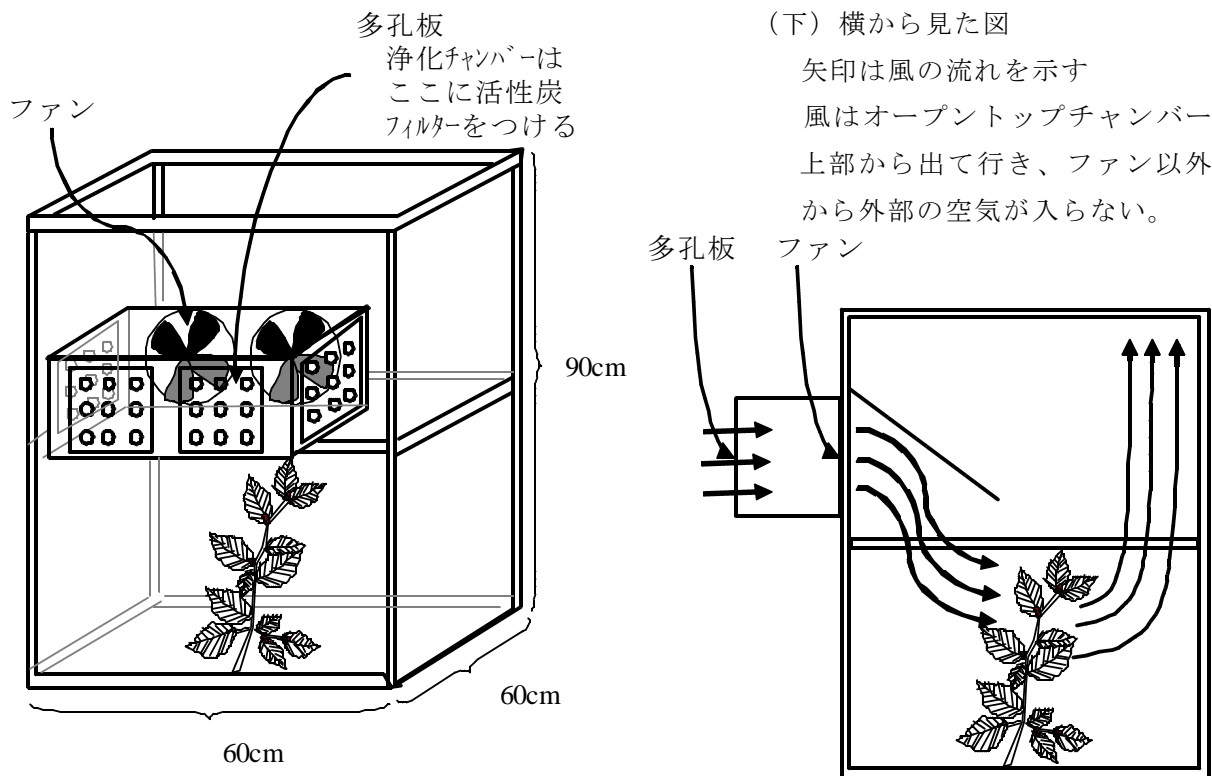


図 2 オープントップチャンバー概略図

### 3.3 経過観察

2002 年 5 月から 11 月まで（実験 1 年目）と 2003 年 4 月から 11 月まで（実験 2 年目）の間、2 週間毎に、ブナ苗の樹高、根元直径、葉数、クロロフィル含量（SPAD 値）の測定及び目視観察による調査を実施した。2002 年 12 月から 2003 年 3 月まではファンは停止し、点検整備を行った。2004 年 4 月から 11 月（実験 3 年目）も同様に観察を継続した。

### 3.4 結果

#### 3.4.1 チャンバー内のオゾン濃度の状況

環境チャンバー内のオゾンは、2002 年 4 月～11 月の期間平均値が 0.046ppm、2003 年 4 月～11 月の期間平均値が 0.042ppm であり、都市部に比べて高い濃度であった。一方浄化チャンバー内のオゾンは平均 0.014ppm 程度であり、植物に影響のないレベルに除去されていた。

#### 3.4.2 ブナ苗の生育状況

各チャンバーに 11 本定植したブナ苗のうち、浄化チャンバーでは 8 本と 6 本、環境大気チャンバーでは 6 本ずつ生育し、2003 年 6 月に新葉が展開した。

これらのブナ苗の目視観察の結果、2002 年（実験 1 年目）は、環境大気チャ

ンバーと浄化チャンバーのブナ苗の可視的な生育状況に、差異は認められなかった。

2003年（実験2年目）は、9月以降、葉のクロロフィル含量が環境大気チャンバーで浄化チャンバーに比べ有意に低い値を示した（図3）。これは、オゾンによってクロロフィルが破壊されたためと考えられる。葉のクロロフィル含量が低下すると光合成能が低下し、ブナの生育に影響が出ることが考えられた。

また、秋には、黄葉、落葉が環境大気チャンバー内のブナ苗で浄化チャンバーに比べ、3週間程度早く観察された（図4）。落葉が早まれば、光合成を行える期間が短くなり、ブナの生育に影響が出ることが考えられた。

樹高、根元直径は個体差が大きく、浄化チャンバー及び環境大気チャンバーで差は認められなかった。

2004年（実験3年目）も黄葉、落葉状況については2003年と同様の結果が得られた。現在生長量等も含め詳しい解析を行っている。

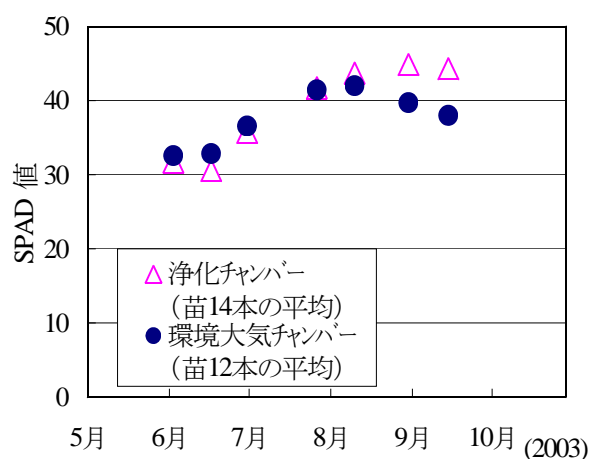


図3 環境大気チャンバーと浄化チャンバーのクロロフィル含量（SPAD値）

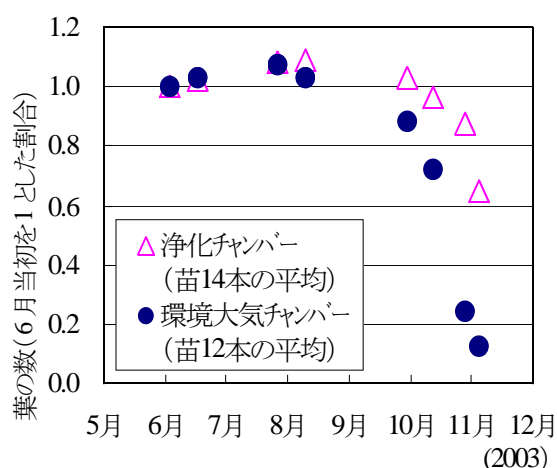


図4 環境大気チャンバーと浄化チャンバーのブナ苗の落葉状況

#### 4 おわりに

丹沢におけるブナ林衰退の原因を明らかにするため、ブナ林衰退地に近接する犬越路において大気汚染物質等の測定をおこなったところ、オゾンが都市部に比べて約2～3倍高い濃度であった。また、丹沢の環境オゾンが本当にブナ苗に影響を及ぼしているかどうか明らかにするため、犬越路でオープントップチャンバー実験を行ったところ、環境オゾン中で生育したブナ苗は浄化空気中で生育したブナ苗に比べ、葉のクロロフィル含量が低下し、3週間程度早く黄葉、落葉し、丹沢の環境オゾンはブナ苗に影響を及ぼしていることがわかった。しかし、この結果はブナ枯れの原因がオゾンであること示したものではなく、ブナ林の衰退原因を明らかにするためには、さらなる検討が必要である。

実験に際して、神奈川県自然環境保全センター研究部の方々にブナ種子の提供と発芽育成に関するご協力を頂きましたことを感謝いたします。