

大気汚染がブナ・モミ等に与える影響

環境保全部 ○武田 麻由子、相原 敬次

神奈川県では、1970年代に大山のモミ林において、1980年代以降は丹沢のブナ林において、森林衰退が見られています。大山のモミ林の衰退原因は二酸化硫黄をはじめとする大気汚染と病害虫の複合影響と推定されました。丹沢のブナ林の衰退原因はまだ特定されていませんが、今回、光化学オキシダント（オゾン）がブナに影響を及ぼしていることを明らかにしました。

1 はじめに

神奈川県は国土面積のわずか0.6%と小さい県ですが、首都圏に位置しているため、県中央部から東部にかけては、横浜市、川崎市をはじめとして人口が集中し、都市化が著しい地域です。その一方で、県北西部には丹沢大山地域があり、標高1672mの蛭ヶ岳を筆頭に標高1500m前後の山々が連なる面積約400km²の山地を形成しています。丹沢大山地域は豊かな自然が残されており、登山道も比較的整備されているため、一般の登山客にも親しみやすい山となっています。

しかし、1970年頃から大山のモミの原生林において、また1980年頃から丹沢山地の主稜線部のウラジロモミやブナ林において、樹木の立ち枯れが顕著となり、山地全体の生態系の劣化が指摘され始めました。ここでは、神奈川県における森林衰退の状況と、大気汚染との関わりについて報告します。

2 大山のモミについて

大山のモミ林は、大山の南東斜面の標高400mから1,100mの約100ha区域に生育するモミの自然林であり、樹齢は200年前後と推定されています。大山のモミ林の西北に位置する札掛のモミ林も、同じく県の天然記念物に指定されている自然林であり、標高400mから750mの一の沢の北西斜面の約40haの面積に生育しています。

大山のモミ林は1970年頃から衰退がみられるようになりました。札掛のモミ林も、枯損木の密度は大山のモミ林に比較して小さいものの、植生の衰退など生態系の劣化がみられました。

県ではこれらのモミ林の衰退について、航空写真の経時的な比較や、年輪幅の調査による過去からの枯損状況の推移の把握、また大気汚染状況の実態調査を実施しました。その結果、1960年から1970年にかけて、枯損木の増加と年輪幅の低下が認められました。また現地における聞き取り調査から、この時期にハラアカマイマイという害虫が大量発生していたことが明らかになりました。

これらのことから、大山のモミ林の衰退要因として、1960年から1970年にかけての京浜工業地帯の工場等を発生源とする二酸化硫黄をはじめとする大気汚染と、病虫害の複合的なものであることが推定されました。

3 丹沢のブナについて

3. 1 衰退状況

県自然環境保全センターが実施した調査では、ブナの枯損は丹沢山地全域に認められており、特に枯損密度の高い地点は、丹沢山、蛭ヶ岳、檜洞丸の山頂付近であることが確認されています（図1）。広葉樹の枯損はブナが主であり、ウラジロモミを主とする針葉樹の枯損は、急斜面の支尾根にみられています。ブナ林の衰退は現在でも進行中である状況が認められています。

1993～1996年に丹沢大山地域の自然環境総合調査が実施され、1997年に「丹沢大山自然環境総合調査報告書」が刊行されました。樹木衰退現象については、檜洞丸山頂付近の衰退地と健全地の比較調査等も実施され、「30年前の調査に比較してブナ林の劣化現象が顕著であり、この要因として外的ストレス（大気汚染、乾燥化、雲霧発生頻度の減少、動物の食害等）や内的要因（老齢化等）が複合的に作用したもの」と推定されました。

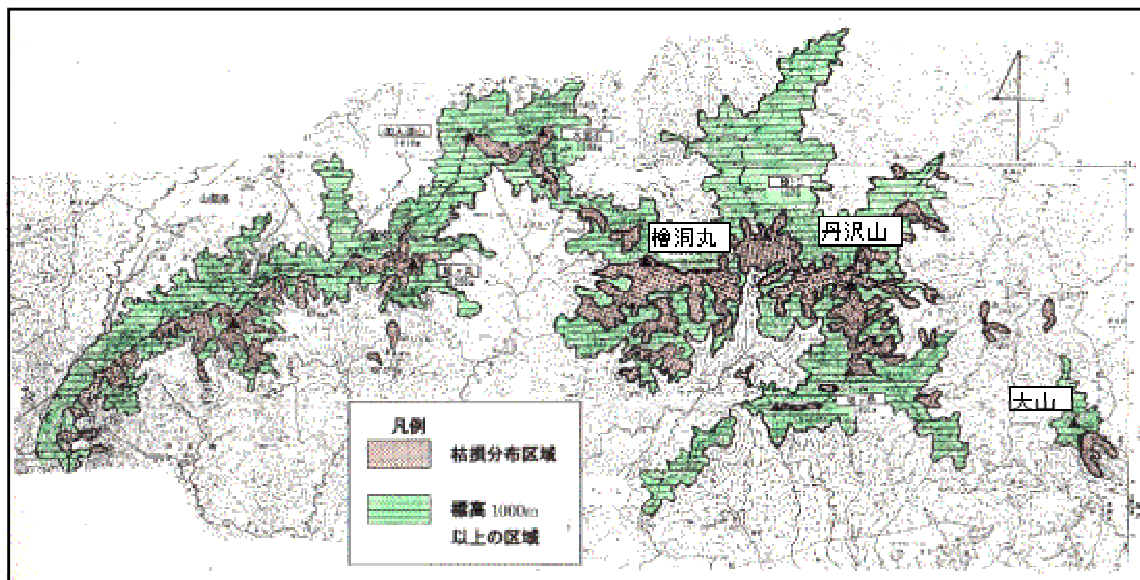


図1 枯損木の分布区域(神奈川県森林研究所研究報告、1996)

3. 2 犬越路の大気汚染の状況

環境科学センターでは、ブナ林衰退の原因究明の一環として、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」という。）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ます。

図2に 1997～2005 年の犬越路における二酸化硫黄及び光化学オキシダント（以下「オゾン」という。）の年平均値の経年変化を示します。また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ました。

犬越路における二酸化窒素や二酸化硫黄は、都市部に比べ非常に低い濃度でした。一方、オゾンは一般局の平均値の約 2～3 倍の濃度でした。犬越路においてオゾン濃度が高くなる理由として、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ゾンが丹沢山中へ移流すること、山岳地域では生成されたオゾンを分解する物質が少ないこと等が考えられています。

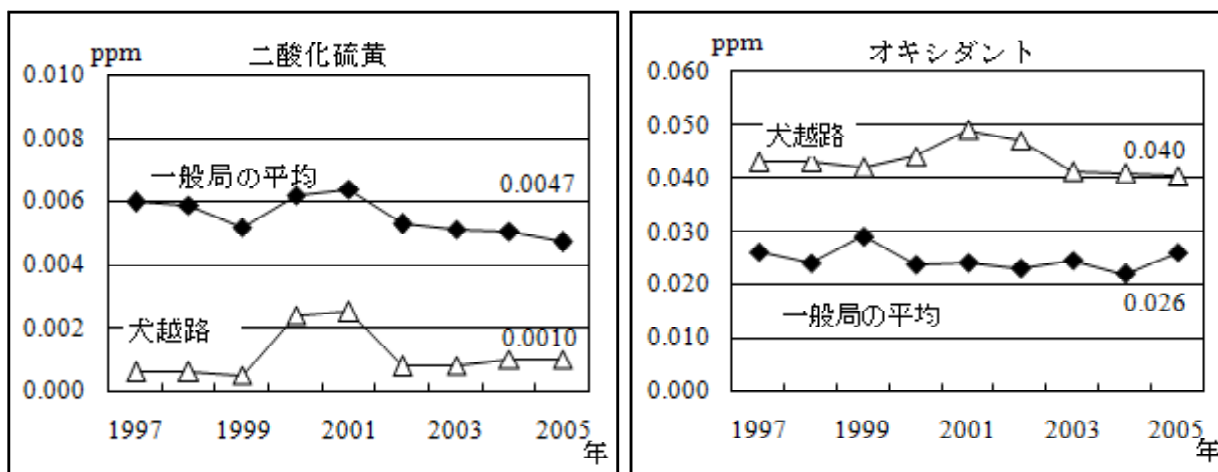


図2 犬越路の二酸化硫黄及びオゾンの年平均値の経年変化

3. 3 犬越路における野外実験

3. 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、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ました。

3. 3. 2 実験方法

本実験ではオーパントップチャンバー法を用いました。オーパントップチャンバー法(図3)とは、屋根部分がないチャンバーを用い、降雨、温度、土壌等の条件を同一とした上で樹木の生育状況を比較することにより、ガス状大気汚染物質の樹木への影響を評価する方法です。本実験では、活性炭フィルターでオゾン等を除去した浄化空気を導入した浄化チャンバーと、現地の大気をそのまま導入した環境大気チャンバーとで丹沢産ブナ苗(2年生実生苗)の生育状況を比較し、オゾンをはじめとする大気汚染の影響を評価しました。

2002年5～11月(実験1年目)、2003年4～11月(実験2年目)及び2004年4～11月(実験3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ました。

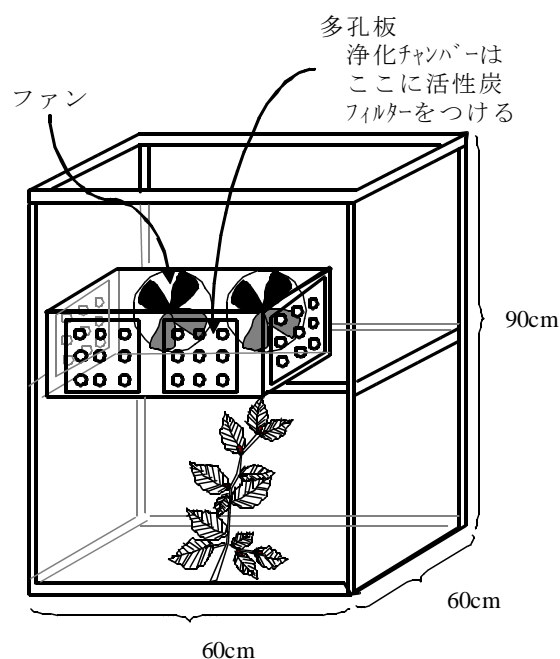


図3 オーパントップチャンバー概略図

3. 3. 3 実験結果

環境大気チャンバー内のオゾンは、各年4～11月の期間平均値が0.042～0.046ppmであり、都市部に比べて高い濃度でした。一方浄化チャンバー内のオゾンは0.014ppm程度であり、植物に影響のないレベルに維持されていました。

各チャンバー内で生育した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ませんでした。

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低くなりました。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ます。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ました。また、秋の黄葉、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ました（図4左）。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ました。

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ました。2004年12月にブナ苗をすべて掘り上げ、乾燥重量を測定したところ、環境大気チャンバー内のブナ苗は浄化チャンバーに比べ、約60%乾燥重量の低下が見られました（図4右）。

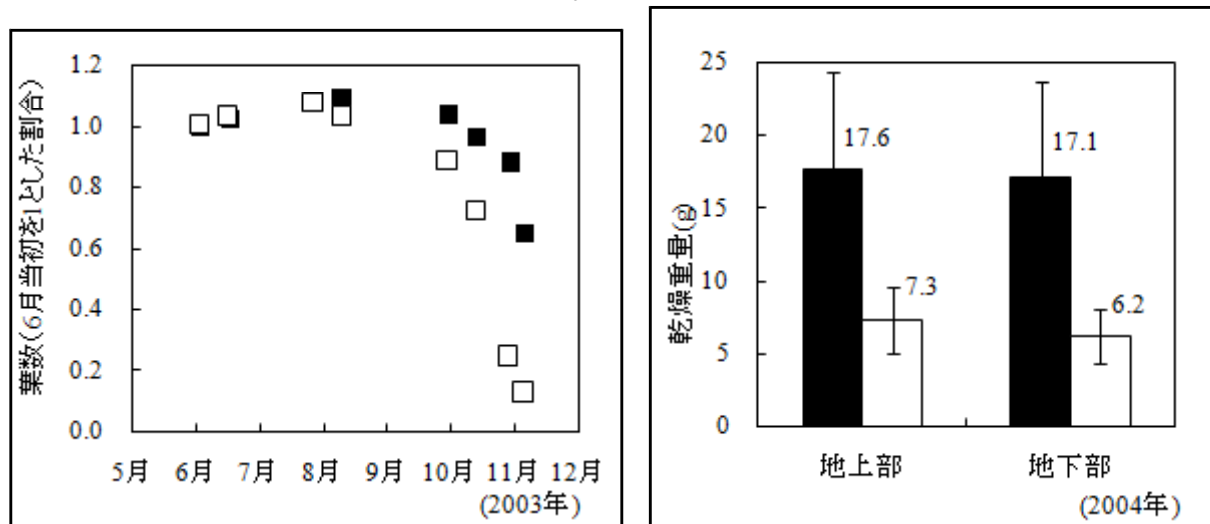


図4 環境大気チャンバーと浄化チャンバーのブナ苗の生育状況

(左)葉数、(右)乾燥重量 □：環境大気チャンバー、■：浄化チャンバー

4 おわりに

大山のモミ林、丹沢のブナ林における森林衰退について、大気汚染との関わりについて検討しました。大山のモミ林の衰退原因は二酸化硫黄をはじめとする大気汚染と病害虫の複合影響と推定され、大気汚染の改善に伴い、回復傾向にあります。丹沢のブナ林の衰退原因はまだ特定されていませんが、今回、光化学オキシダント（オゾン）がブナの生育に影響を及ぼしていることが明らかになりました。しかし、オゾンによる影響だけでブナが枯死することはなく、シカによる下層植生の劣化による土壌水分ストレス、ブナハバチによる食害などとの複合影響によるものと考えられます。ブナ林の衰退原因を明らかにし、ブナ林を保全するために、今後も県自然環境保全センター等と連携して、さらなる検討を続ける必要があると考えています。