

山岳地の大気気象が及ぼすブナへの影響

武田 麻由子(神奈川県環境科学センター)

丹沢山地におけるブナ林衰退の原因のひとつとしてオゾンが挙げられている。ブナ林衰退地に近接する西丹沢犬越路測定局では、ブナ着葉期である4～9月のオゾン平均濃度が2008年をピークに低下し、近年は横ばいに推移していた。オゾンのブナ苗への影響を検討した実験結果から、近年のオゾン濃度の低下により、ブナへの影響は小さくなっている可能性が示唆された。さらに、オゾンのブナへの影響を軽減する方法として、日射を遮ることが有効であることが示された。

1 はじめに

神奈川県北西部に位置する丹沢大山地域は、丹沢山、蛭ヶ岳、檜洞丸など標高1500mを越える山々が連なっている。これらの主稜線部をつないだ海拔1400m以上の地域はブナの純林で覆われており、学術的にも非常に重要であることが確認されている。

しかし、1980年頃にブナ林の衰退が顕著となり、現在も、ゆるやかではあるものの衰退は進行し、植生は回復していない。図1に丹沢山地におけるブナ林の衰退状況を示す。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る。丹沢大山総合調査では、樹木衰退現象の要因は外的ストレス(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ており、衰退原因の解明や自然再生に向けた検討が求められている。

2 研究目的

ブナ林の衰退機構を明らかにすることを目的とし、ブナ林の衰退要因のひとつとして指摘された大気汚染物質のうち、森林生態系に対して最も危険なガス状大気汚染物質と考えられているオゾンに着目した。丹沢山地におけるオゾン濃度の現状や経年的な変化を把握し、ブナ生長に及ぼすオゾンの影響を検討した。

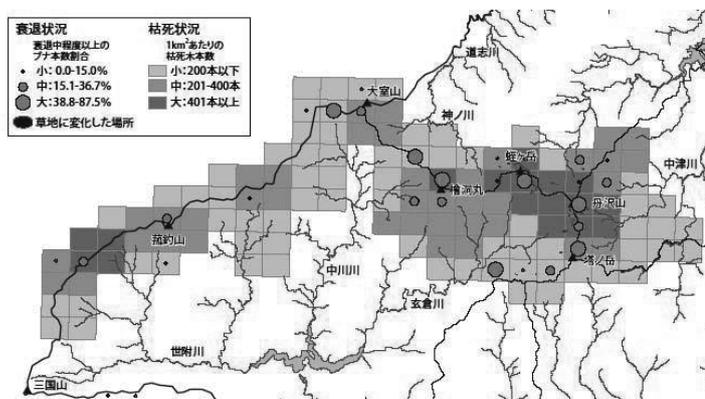


図1 丹沢山地におけるブナ林の衰退状況 (山根ほか¹⁾より引用)

3 実験方法

3.1 犬越路測定局におけるオゾン濃度の測定

丹沢山地における大気汚染物質の大気中濃度を把握するため、ブナ林衰退地に隣接する西丹沢犬越路隧道脇（山北町中川、北緯 35 度 29 分 16 秒、東経 139 度 5 分 6 秒、標高 920m）に設置された国設酸性雨測定所（以下、「犬越路測定局」という。2002 年より神奈川県の研究用測定局となっている）において、1995 年より二酸化硫黄（2012 年度以降廃止）、窒素酸化物及びオゾン等の大気汚染物質の測定を実施している。今回は、オゾンについて解析を実施した。

3.2 犬越路測定局における野外実験

丹沢山地の大気汚染物質がブナ苗に及ぼす影響を確認するため、犬越路測定局において野外実験を実施した。表 1 に野外実験の詳細を示す。活性炭フィルターを用いてオゾン等を除去した浄化空気を導入した浄化区と、現地の野外大気をそのまま導入した曝露区を設置し、各区内に、実験 I 及び III については 2～3 年生丹沢産ブナ苗を、実験 II については実験開始前年秋にブナ種子をそれぞれ直植えた。ブナ生長量として、実験開始前及び各生長期終了後の冬に樹高及び根元直径を測定し、過去に計測した容積率（樹高×根元直径の 2 乗）と乾燥重量の相関関係から乾燥重量換算量を算出した。

表 1 犬越路測定局における野外実験の詳細

	実験期間	チャンバー数
実験 I	2002～2004	曝露区、浄化区 各 2、計 4
実験 II	2004～2009	曝露+日照区、 浄化+日照区、 曝露+日陰区、 浄化+日陰区 各 2、計 8
実験 III	2012～2014	曝露区、浄化区 各 4、計 8

また、実験 II については、園芸用寒冷紗（日光透過率 50%）を

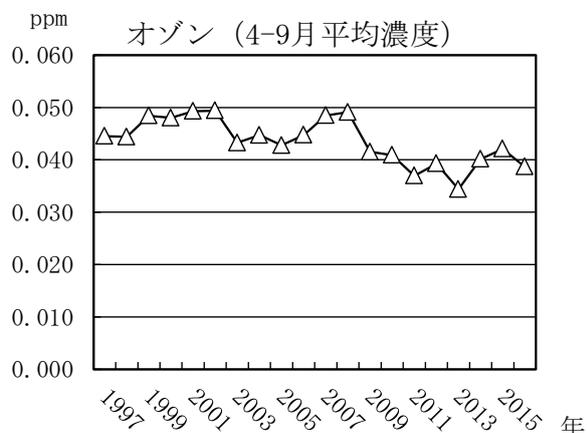


図 2 犬越路測定局における 4-9 月のオゾン平均濃度の経年変化

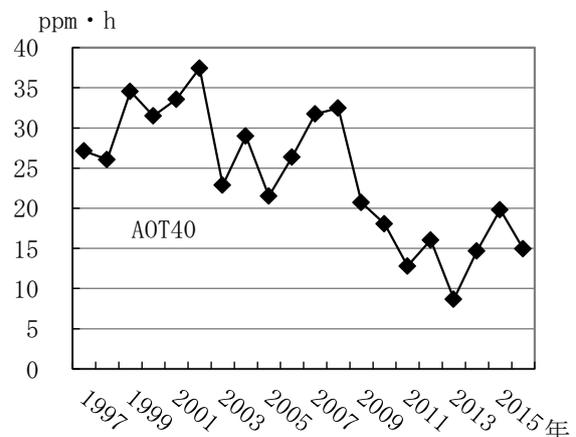


図 3 犬越路測定局における AOT40 の経年変化

用いて日射をカットした日陰区と対照の日照区を設定し、ブナ生長量に対するオゾンと日照の複合影響についても検討した。

4 結果及び考察

4.1 犬越路測定局におけるオゾン濃度の測定結果

オゾンは気孔を介してブナの葉に取り込まれ、ブナに影響を及ぼすことが考えられることから、ブナ着葉期である4～9月のオゾン平均濃度の経年変化を図2に示した。4～9月のオゾン平均濃度は2008年度をピークに経年的な低下傾向が見られ、近年では2008年度に比べ、10ppb程度低い濃度で横ばいに推移していた。また、40ppbを越える日中のオゾン濃度の6ヶ月積算値であるAOT40の経年変化を図3に示した。欧米におけるヨーロッパブナの苗木を用いた実験によって、1年当たりの生長が10%減少するAOT40の値として、10ppmhが提唱されている。また、日本の森林の構成樹種を用いた検討では、13ppmhが提案されている。AOT40は4～9月のオゾン平均濃度より低下傾向が著しく、近年では日本で提唱されている13ppmhに近い値で推移しており、オゾンのブナへの影響は、以前より小さくなっている可能性が示唆された。

4.2 犬越路測定局における野外実験結果

浄化区に対する暴露区の生長量の比とオゾン濃度等との関係を検討した。1年目については実験開始前の、それ以降については前年冬の生長量を差し引いた年間生長量を算出し、暴露区の年間生長量を浄化区のそれで除して、年間生長量の暴露区/浄化区比を算出した。図4及び図5に年間生長量の暴露区/浄化区比と4～9月のオゾン平均濃度、AOT40との相関を示した。この結果から、オゾンによってブナ苗の生長が抑制され、4～9月のオゾン平均濃度やAOT40が高いほど、年間生長量の暴露区/浄化区比が小さくなっていることが明らかとなった。実験III(2012-2014)では、4～9月のオゾン濃度が低くAOT40が小さいため、ブナ生長量はそれほど低下しておらず、近年のようにオゾン濃度が低い状況においては、オゾンによるブナ生育量の低下は小さくなっていることが示唆された。

4.3 ブナ生長量に対するオゾンと日照の複合影響

ブナ生長量に対するオゾンと日射の複合影響について検討した。対数変換したブナ生長量の経年変化を図6に示す。

浄化区及び暴露区のいずれにおいても、日射を50%カットした日陰区の方が日照区に比べてブナ生長量が大きくなることが示された。特に暴露区においてその影響は大きく、3年目以降、日陰区の方が日照区に比べて約3倍生長量が大きくなっていた。これは、葉から侵入したオゾンがブナ生長を阻害するのに、日射が関与していることを示しており、ブナに対するオゾンの影響を軽減する方法として、日射を遮ることが有効であることが示された。

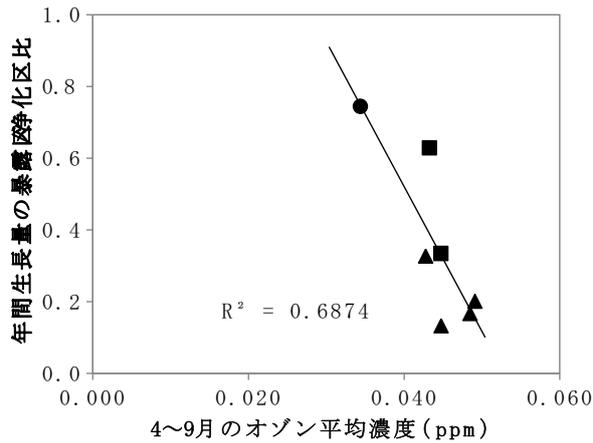


図4 ブナ年間生長量と曝露区/浄化区比とオゾン平均濃度との関係

■ : 実験 I ▲ : 実験 II ● : 実験 III

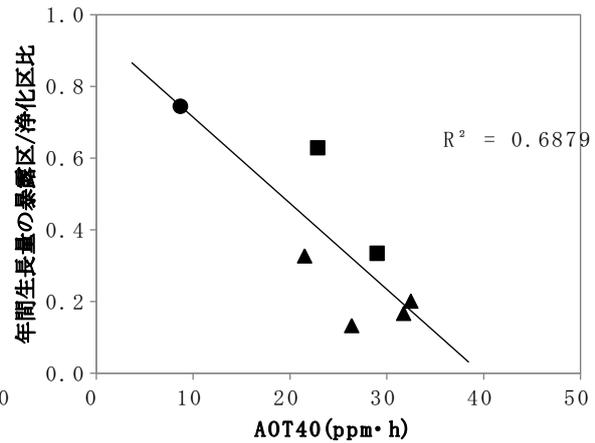


図5 ブナ年間生長量と曝露区/浄化区比と AOT40 との関係

■ : 実験 I ▲ : 実験 II ● : 実験 III

5 まとめ・展望

オゾンをはじめとする大気汚染物質は、丹沢ブナ林の衰退要因のひとつとして指摘されており、ブナ林衰退地に隣接する犬越路測定局においてオゾン濃度の経年的な変化とそれがブナ生長に及ぼす影響について検討した。その結果、オゾンによってブナ生長量が抑制されていることが確認されたが、近年のようにオゾン濃度が低く AOT40 が小さい年にはブナ生長量の低下率が小さくなっていることが示された。また、ブナ生長量に対するオゾンと日射の複合影響について検討したところ、ブナに対するオゾンの影響を軽減する方法として、日射を遮ることが有効であることが示された。

神奈川県では、「自然再生」の視点から丹沢大山自然再生計画を策定し、現在はブナ林再生に向けて具体的な対策を検討している。ブナ生育にはオゾンや日射、さらには風など、大気気象環境が大きく関与しており、効率的にブナ林を再生するために、今後もブナ林再生地の微気象に着目していく必要がある。

引用文献

- 1) 山根正伸ほか (2007) ブナ林の再生に向けた総合解析、丹沢大山総合調査学術報告書、p703-710

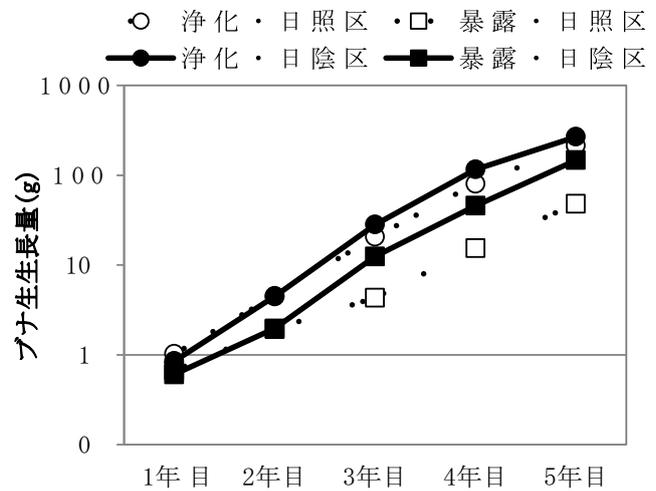


図6 ブナ生長量に対するオゾンと日射の複合影響