

# 檜洞丸山頂周辺のオゾン濃度測定

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あげられている。草地化が進行すると、風速が大きくなり、オゾンのブナへの影響が強まることが懸念される。檜洞丸山頂周辺において、電源を必要としないパッシブサンプラーを用いた測定を実施したところ、草地率が高いほどオゾン濃度も風速も高く、下層植生の平均群落高が高いほどオゾン濃度も風速も低くなることが示された。植生保護柵の設置等により下層植生を定着させることにより、オゾンの影響を小さくできる可能性が示唆された。

## 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、現在も植生は回復したとは言えない状況である。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。ブナ林衰退の原因のひとつとして大気汚染物質であるオゾンの影響が懸念されており<sup>1)</sup>、神奈川県環境科学センターではブナ林衰退地に近接する西丹沢犬越路隧道脇(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、以下「犬越路測定局」という。)において、1995年より大気汚染物質等の測定を行い、犬越路測定局におけるオゾン濃度が都市部に比べて著しく高いことを明らかにしてきた。

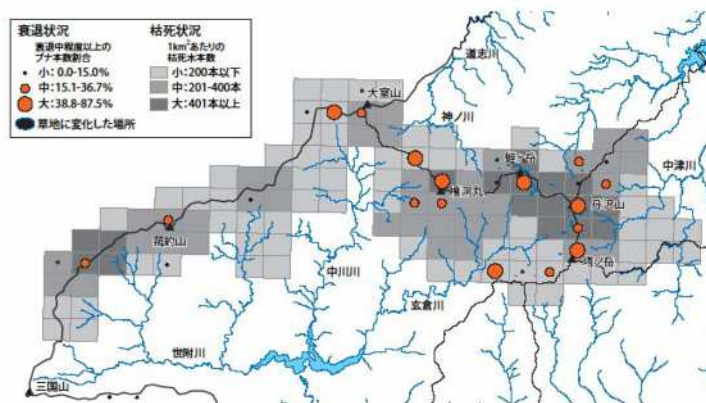


図1 丹沢山地におけるブナ林の衰退状況  
(山根ほか<sup>1)</sup>より引用)

## 2 研究目的

第3期丹沢大山自然再生計画(2017~2022年)では、ブナ林が衰退し草地化が進行する場所にブナ等の森林を再生させる事業を推進しているが、草地化した場所における更新木の生育や定着は困難であった。草地が拡大し、ニホンジカにより林床植生が破壊された地点では、風が強く吹くためオゾンの移流フラックスも増大し、加速的に衰退が進行すると考えられている<sup>2)</sup>。このことから、草地化の進行状況や林床植生の回復状況が異なる

場所でオゾンや風のリスクを評価する必要があると考えられた。そこで、檜洞丸山頂周辺の草地化した場所と林内、及び植生保護柵の内外において、電源を用いずにオゾン濃度の測定や風速の推定を行うことができる拡散型及び改変型パッシブサンプラー<sup>3)</sup>を用いた多点測定を実施したので、その結果を報告する。

### 3 調査方法

#### 3.1 調査地点

檜洞丸山頂（北緯 35 度 28 分 44 秒、東経 139 度 06 分 10 秒、標高 1601m）周辺において、高木樹の衰退の有無などによる林冠の開空度や林床植生の回復状況が異なる場所を 12 地点選定し（図 2）、GPS で位置情報を記録した。各地点の標高は 1520m～1592m である。

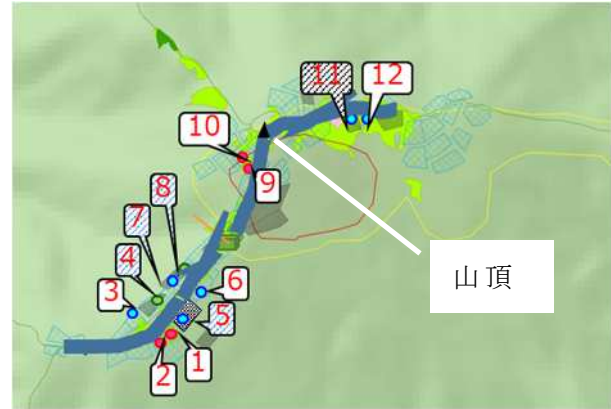


図 2 檜洞丸山頂付近の調査地点  
網掛けは植生保護柵内の地点



- 1.ポリエチレン多孔栓
- 2.ステンレス金網
- 3.捕集用ろ紙
- 4.テフロンリング
- 5.テフロン円盤
- 6.ポリアクリル本体（内径 15mm、外形 19mm、高さ 26mm）



図 3 拡散型パッシブサンプラーの構造及び拡散型（右）と改変型（左）サンプラーの写真

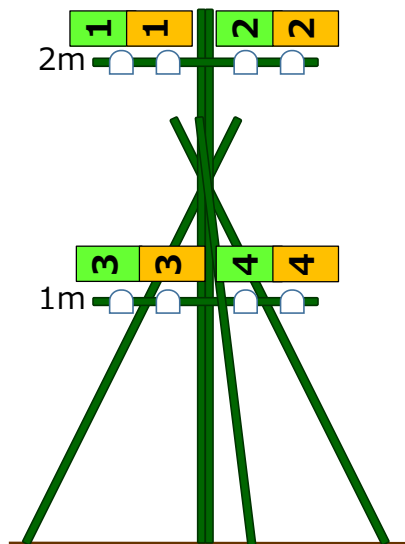


図 4 園芸用支柱及び各サンプラー設置状況図  
緑：拡散型 オレンジ：改変型

#### 3.2 パッシブサンプラーの設置

2017年6月2日及び2022年4月25日に、各調査地点に園芸用支柱で作成した骨組みを設置し、(株)小川商会製拡散型パッシブサンプラー(図3)を地面からの高さ1m及び2mの場所に1m間隔で2個ずつ、計4個設置した(図4)。改変型パッシブサンプラー(図3)は拡散型パッシブサンプラーに隣り合うように1個ずつ、計4個設置した。拡散型パッシブサンプラーは、捕集用ろ紙にオゾンを捕集する仕組みとなっている。捕集に当たり、乱流を防ぎ、風速の影響を極力少なくするために捕集用ろ紙の前面に多孔栓を設けている。一方、改変型パッシブサンプラーは多孔栓の多孔部分をくりぬいて風速の影響を受けるように加工しており、拡散型パッシブサン

プレーと並列して設置することで、風速の影響を加味したオゾン濃度（オゾン曝露総量）を観測し、両サンプラーの濃度差から風速を推定することができる<sup>3)</sup>。対照として、犬越路測定局の局舎屋上に1対設置した。

各調査地点のパッシブサンプラーはそれぞれ約1か月間隔で交換・回収した（表1）。ブナの展葉時期は例年5月中旬ごろであることから、展葉前後の違いを検討するため、2022年5月は前半後半の2週間間隔とした。

表1 2017年及び2022年の檜洞丸調査地点及び犬越路の設置日及び回収日

年	地点	設置日	各調査月の回収日						
			5月前半	5月後半	6月	7月	8月	9月	10月
2017	檜洞丸	6/2	-	-	6/26	7/31	9/4	9/29	11/1
	犬越路	6/1	-	-	6/30	7/31	9/1	9/29	10/30
2022	檜洞丸	4/25	5/12	5/31	6/30	7/28	8/31	9/27	-
	犬越路	4/28	5/16	5/30	6/30	8/1	8/31	10/4	-

### 3.3 周辺環境調査

2017年8～9月に、ドローンを用いて檜洞丸山頂周辺の航空画像を撮影し、植生判読図を作成した。植生判読図上の調査地点の位置から半径50mの円を描画し、円内の草地・裸地の割合（草地率）を算出した。各調査地点の開空度と下層植生の平均群落高は2017年及び2022年7～8月に測定した。開空度はニコンCoolPix4500とフィッシュアイコンバーターFC-E8を用いて撮影した全天空写真から算出し、それぞれ5か所の平均値を求めた。平均群落高は再生してきた植生の群落高を測定し、それぞれ10か所の平均値を各地点の代表値とした。

## 4 結果及び考察

### 4.1 各調査地点のオゾン濃度及び風速（推定値）

2022年の各調査地点のオゾン濃度及び風速（推定値）の結果を図5に示す。各地点とも、5～6月にオゾン濃度が高く、8月の夏季に低かった。風速（推定値）は、5月後半及び6～9月に比べ、5月前半に大きかった。オゾン濃度は変わらないものの、風速が大きいことにより、5月前半はオゾン影響が大きいことが示唆された。

### 4.2 周辺環境との関係

2017年の調査結果について、調査地点の半径50mの草地率とオゾン曝露総量の関係を示した（図6）。いずれの月も強い相関を示

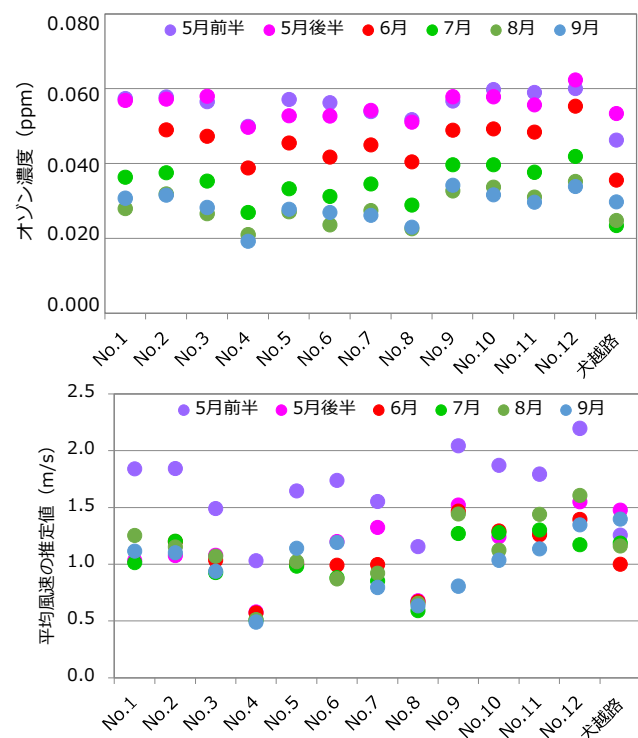


図5 各調査地点のオゾン濃度及び風速（推定値）

し、草地・裸地化して開けた環境になるほどオゾン影響が強くなることが明らかとなった。また、2022年の調査結果について、下層植生の平均群落高とオゾン曝露総量の関係を検討したところ（図7）、平均群落高が高いほどオゾン曝露総量は小さくなった。

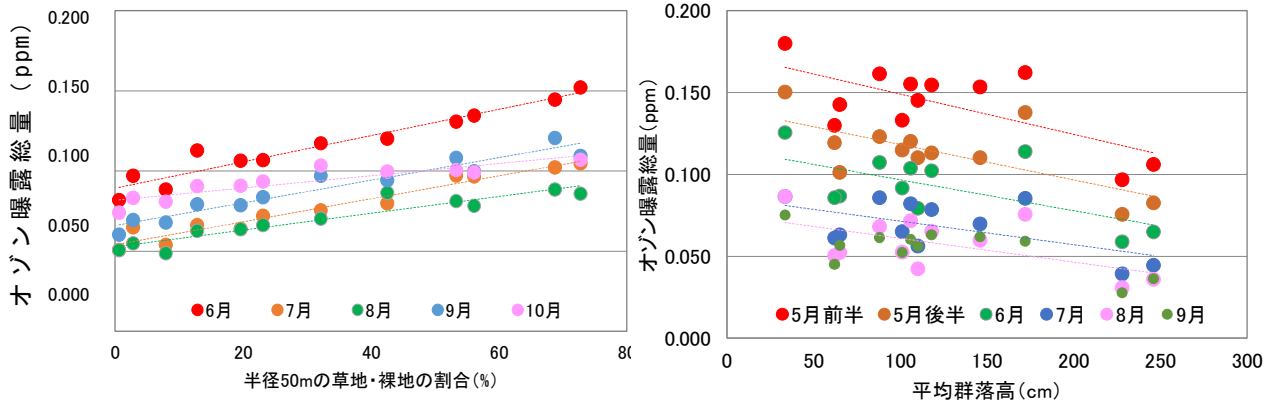


図6 草地率とオゾン曝露総量の関係

図7 平均群落高とオゾン曝露総量の関係

## 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、ブナ林が衰退し草地化が進行することにより、ブナへの影響が強まることが懸念される。檜洞丸山頂周辺の下層植生状況等の異なる12地点において、電源を必要としないパッシブサンプラーを用いた測定を実施したところ、草地率が高いほどオゾン濃度も風速も高く、下層植生の平均群落高が高いほどオゾン濃度も風速も低くなることが示された。すなわち、植生保護柵の設置・維持管理の強化により、オゾンによるブナへの影響を小さくすることができる可能性が示唆された。

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実施している。ブナ生育にはオゾン、日射及び風など、大気気象環境も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。

本研究は、自然環境保全センターと共同で実施した。

## 参考文献

- 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，p703-710
- 2) 河野吉久・須藤仁・石井孝・相原敬次・内山佳美（2007）丹沢山地周辺のオゾン濃度の実態とブナに対する影響.（丹沢大山総合調査学術報告書．丹沢大山総合調査団編．（財）平岡環境科学研究所）. 383-395.
- 3) 武田麻由子・小松宏昭・飯田信行（2011）フラックス捕捉型パッシブサンプラーを用いた丹沢山におけるオゾン移流フラックス及び風速の評価. 神奈川県環境科学センター研究報告 34：14-20