

**Numerical study on interaction between vegetation and ozone
using regional meteorological model and chemical transport model**

Takanori WATANABE

Department of Geography,
Graduate School of Urban Environmental Sciences,
Tokyo Metropolitan University

2016

要旨

論文題目：

植生とオゾンの相互作用に関する研究 ー領域気象モデルと化学輸送モデルを用いてー

氏名：渡邊 貴典

本研究では、植物によるオゾン吸収という観点から、森林とオゾンの相互作用について明らかにすることを目的とした。森林とオゾンの相互作用は多岐にわたるが、本研究では森林がオゾンを吸収することによって受ける育成阻害リスク（第2・3章）とオゾン吸収による大気中オゾンの除去量（第4章）についての評価を行った。研究対象地域は関東地方とした。本研究で得られた成果は以下の通りである。

第2章では2009年の関東地方を対象に化学輸送モデルを用いて数値シミュレーションを行った。そして得られた結果をもとに気孔を通じた積算オゾン吸収量（POD）を算出し、森林がオゾンを吸収することで受けるリスクの評価を行った。その結果、2009年の関東地方におけるPODの値は17~28 mmol/m²となった。この値を欧州の樹木を対象にした基準値（4 mmol/m²）と比較すると、全域で超過しており関東地方の森林はオゾンによるダメージを受けやすいことが示唆された。またPODが周囲と比較して極端に高くなる場所が各地に存在することも明らかになった。具体的には、森林衰退が確認されている丹沢山地や函南原生林、赤城山や天城山において非常に高いPODが示された。また森林衰退の報告がない足尾山地や多賀山地においても比較的高いPODが見られた。これらの地域ではオゾンによる可視被害はなくても光合成速度の低下などの影響が出ている可能性がある。森林衰退が指摘されている奥日光や奥秩父ではPOD

は比較的lowく、これはオゾンをも吸収しやすい日中のオゾン濃度が低いことが原因として考えられる。

第3章では気象要素が植物の POD に与える影響を調べるために、2000～2009 年の7・8月を対象に数値シミュレーションを行った。そして得られた20ヶ月分のデータをクラスター分析にかけ、気象特性の異なる3つのクラスターに分類した。そのクラスター毎に気象要素が POD に与える影響を調べた結果、クラスター1（高温乾燥）では POD は山岳域で高く、気温と大気飽差が POD に大きな影響を与えており、一方クラスター3（低温湿潤）では比較的low地に近い場所で POD は高く、オゾン濃度と日射量が POD に影響を及ぼしていることが明らかになった。以上のように気象特性の違いにより POD の分布が大きく変化するため、POD によるリスクアセスメントは複数年のデータを用いて行うことでより正確な評価が可能となるということが示された。また POD と気象特性、標高の関係について調べたところ、クラスター1では POD と標高は正の相関があるのに対し、クラスター3では両者には負の相関があることが明らかになった。これは標高に対するオゾン濃度と気孔コンダクタンスの変化率のバランスによって生じていると考えられる。さらに標高に対する気孔コンダクタンスの変化をもたらしているのは気温と大気飽差であり、クラスター1ではlow地において両者が気孔コンダクタンスを大きく抑制していることがわかった。

第4章では森林によるオゾン吸収に伴う大気中のオゾン除去量を推定した。土地被覆と葉面積指数のデータを用いて葉面積を算出し、3章のシミュレーション結果を使い物質の乾燥沈着過程にもとづきオゾン除去量を算出した。その結果、2000～2009年の7・8月において関東地方では平均除去量は46,090 tとなり、また関東地方における単位面積あたりのオゾンの除去量はアメリカの各州を対象に推定されたものよりも大きいことが示された。2・3章の結果から、関東地方は森林がオゾンを吸収しやすい大気環境をしており、それが大きなオゾン除去量をもたらしていると考えられる。さら

にオゾン除去量を大気境界層内のオゾン量と比較したところ、関東地方では1時間あたり約1.1~3.1%となり、これも先行研究よりも大きな値となった。以上の結果から、関東地方の森林は大気質の改善に大きく寄与していることが示唆された。

以上のように、本研究では植物によるオゾン吸収という観点から、森林とオゾンの相互作用について明らかにした。第2章と第3章ではPODをもとにオゾンによる被害を受けやすい場所や、気象特性、標高との関係について調べた。日本においてはPODによる森林のリスクアセスメント自体がまだ少なく、本研究の結果は日本における森林保全の一助となりうる。また第3章と第4章では気象の年々変動に着目してオゾン吸収量や除去量を推定したが、このような視点から森林とオゾンの関係を評価した研究はほとんどない。気象の年々変動が及ぼす影響は大きいため、今後は本研究と同様に複数年を対象にしたより正確な評価方法が広まることが望まれる。今後の課題としては、本研究で示されたオゾン被害を受けやすい場所において実際に被害が生じているのかを現地調査などにより確認することが挙げられる。また、夜間のオゾン吸収、土壌水分の影響、オゾン吸収による植物の不活発化などを考慮したより正確なオゾン吸収量やオゾン除去量の推定も重要な課題である。