

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 関谷 高志

論 文 題 目 Interannual Variability and Long-term  
Change of Global Ozone Distribution: Roles of Transport and  
Chemical Processes

(全球オゾン分布の年々変動と長期変化：輸送・化学過程の役割)

### 論文審査担当者

主査 名古屋大学大学院環境学研究科 准教授 須藤 健悟

委員 名古屋大学大学院環境学研究科 教 授 神沢 博

委員 名古屋大学大学院環境学研究科 教 授 柴田 隆

委員 名古屋大学地球水循環研究センター 准教授 増永 浩彦

## 論文審査の結果の要旨

## 別紙 1-2

本論文は、大気中のオゾン ( $O_3$ ) の全球分布の時間変動とその要因について、大気化学・気候学的見地から詳しく評価したものである。まず、過去数十年間の全球  $O_3$  分布の変動にみられる数年規模の年々変動に着目し、エルニーニョ・南方振動などの気象場の各種変動・振動成分が果たす役割について、化学気候モデルを用いた数値実験により、定量的に評価した。また、数十年から百年規模の全球  $O_3$  変化について、 $O_3$  の破壊物質や前駆気体の放出量の変化に加えて、地球温暖化等の長期的な気候変動が、大気循環や水蒸気・雲の変化を通じてどのように  $O_3$  の全球分布に影響するかについて、過去再現・予測実験を実施し、総合的な議論を行なった。

大気中の  $O_3$  の 90% は高度約 10 km 以上の成層圏に、残りの 10% はその下の対流圏に存在する。成層圏の  $O_3$  は生物に有害な太陽紫外線を遮断する役割があるが、地表付近の  $O_3$  は光化学スモッグの主成分であり生物に有害である。また、 $O_3$  は、 $CO_2$  やメタンにつぐ重要な温室効果気体であるため、 $O_3$  分布の変化は、地球温暖化の要因としても注視が必要である。これまでの研究により、成層圏の  $O_3$  は人為起源のフロンなどのハロゲン化合物の増加に伴って減少し、対流圏の  $O_3$  は人為起源の前駆気体 ( $NO_x$  や  $VOCs$  など) の排出増加によって長期的に増加してきたことがわかっている。しかしながら、 $O_3$  分布は大気中の輸送、光解離反応、および水蒸気との反応にも大きく左右されるため、大気循環や雲・水蒸気分布などの気象場の変動の影響も無視できない。

そこで申請者は、まず過去約 40 年間の全球対流圏  $O_3$  分布の時間変動について、気象場の年々変動に伴う短期的な  $O_3$  変動成分に着目し、化学気候モデルを用いた再現計算によって、各種気象場変動パターンの  $O_3$  分布への影響を網羅的に定量化した。これにより、エルニーニョ・南方振動、ハドレー循環とアジアモンスーンの年々変動、および北極振動が全球の  $O_3$  分布の短期変動に大きく寄与していることを明らかにした。さらに、これらの  $O_3$  の短期変動成分を、大気中の  $O_3$  輸送の変動による寄与と  $O_3$  化学過程の変動による寄与とに分離することにより、熱帯域では、水蒸気変動に伴う  $O_3$  破壊反応の変動など、化学過程の寄与も無視できないが、中高緯度では汚染域からの  $O_3$  輸送経路の変動や、成層圏からの  $O_3$  流入の変動など、輸送過程の変動が支配的な要因であることを明らかにした。次に、化学気候モデルを用いた将来予測実験を行い、成層圏・対流圏オゾンの長期変化とその要因を評価した。この結果、今後の数十～百年間については、成層圏ではハロゲン化合物の濃度変化が、対流圏では前駆気体の放出量変化が、それぞれ  $O_3$  分布変化の支配的な要因となると同時に、地球温暖化に伴う気温、水蒸気量、および大気循環などの変化も化学反応や輸送過程を通じて、 $O_3$  の全球分布変化を大きく左右することが示された。

本論文は、全球の  $O_3$  分布の変動・変化に対し、どのような要因がどのように影響するかについての総合的かつ定量的な知見を新たにもたらした。とくに、成層圏および対流圏の  $O_3$  分布について、短期変動から長期変化までを対象としてその要因を系統的に定量化し、大気組成の変動・変化の理解を大きく進展させた。さらに、将来の  $O_3$  分布については、 $O_3$  の破壊・前駆物質の放出変化に加え、気候変化に伴う輸送・化学過程の変化が重要となることを定量的に示した。これらの成果は大気化学・気候学に学術上寄与するところが大きい。よって、本論文の提出者関谷高志君は博士（理学）の学位を授与される資格があるものと判定した。