HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Transport model diagnosis of stratospheric transport field using boundary impulse evolving response method [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Nguyen, Thi Hanh
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第14634号
Issue Date	2021-09-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/83588
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	NGUYEN_Hanh_Thi_review.pdf, 審査の要旨



Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士（環境科学）　　氏 名 Nguyen Thi Hanh

審査委員　主査　准教授　藤 原 正 智
副査　教 授　谷 本 陽 一
副査　教 授　堀 之 内 武
副査　室 長　秋 吉 英 治（国立環境研究所）

学 位 論 文 題 名

Transport model diagnosis of stratospheric transport field
using boundary impulse evolving response method
（境界パルス応答法を用いた輸送モデルによる成層圏輸送場の診断）

オゾンや水蒸気や二酸化炭素等、成層圏の微量成分・温室効果ガスの分布を決める要素のひとつとして、輸送過程は重要な役割を果たしている。成層圏の輸送過程の診断量として、熱帯対流圏界面を通過してから成層圏のその地点に至るまでの時間である大気年代（age of air）がよく使用されている。成層圏の空気塊の平均大気年代（mean age of air）の値は、成層圏循環の強度に関する情報を与える。しかし実際には、空気塊は、異なる輸送経路を持つ異なる空気要素からなっており、大気年代に対する頻度分布、すなわち、大気年代スペクトルを考えることが有効である。大気年代スペクトルは、成層圏微量成分の直接観測からは得ることができないが、全球大気モデルに人工的なトレーサー物質を間欠的に入れてトレーサー物質の分布の変化をシミュレートする境界パルス応答法（BIER法）により得ることができる。

本研究では、ACTMという大気大循環モデルをベースにした化学輸送モデルに全球大気再解析データのひとつであるERA-Interimの気象場をナッジ（連続同化）しながらBIER法を実施し、成層圏内の輸送場を複数年に渡り調べた。トレーサー物質を放出する場所を、熱帯地表面とする実験と熱帯対流圏界層（TTL）とする実験との両方を実施した。まず、トレーサー分布の変化から、ゆっくりとした子午面循環による輸送と下端部成層圏における波動に伴う混合との両方が明瞭にみられることを確認した。その上で、大気年代スペクトルの場所と季節の違いを詳しく調べ、成層圏全域の輸送過程の特徴を明らかにした。

さらに、2015年2～3月にインドネシアで行われた大気球観測による成層圏の二酸化炭素と六フッ化硫黄の濃度データそれぞれから見積もられた熱帯の平均大気年代の鉛直分布データの評価を目的にして、この観測からの見積もりを、上記のBIER法による見積もり、および、ACTMの風速場を用いた後方流跡線解析法からの見積もりと比較し議論した。その結果、高度24 km以下では4つの平均大気年代の見積もりには大きな違いはなかったが、高度25 km～29 kmにおいては、後方流跡線法、二酸化炭素、BIER法、六フッ化硫黄の順で、平均大気年代値が大きくなる、という違いが見られた。後方流跡線法がBIER法よりも小さい（若い）

年代を示した理由は、前者が大気混合過程を適切に考慮できていないことを示すと考えられた。いっぽう、六フッ化硫黄が見かけ上、より古い年代を示す理由は、六フッ化硫黄の一部が分解する中間圏からの空気の影響がこの緯度・高度領域に存在することを示す。さらに、成層圏微量成分の直接観測からの平均大気年代を見積もる際に広く用いられている大気年代スペクトルの形状に関するパラメターの値の妥当性について、BIER法および後方流跡線法からの情報を用いて議論し、多くの研究で高度によらない定数と仮定されていることが適切ではないことを指摘した。

以上、本研究では、成層圏の輸送過程の診断量として利用されている大気年代を、主としてBIER法によって見積もり、成層圏の輸送過程を調査するとともに、熱帯での成層圏微量成分の直接観測からの平均大気年代の見積もり、および、後方流跡線法からの見積もりと比較することで、それぞれの手法の利点と問題点とを整理した。

審査委員一同は，これらの成果を高く評価し，また研究者として誠実かつ熱心であり，大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせ，申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに充分な資格を有するものと判定した。