

対流圏物質輸送過程と上部対流圏二酸化炭素濃度の季節変動

Role of transport in seasonal variation of the tropospheric carbon dioxide

宮崎 和幸 [1]; Patra Prabir[2]; 中澤 高清 [3]; 滝川 雅之 [4]

Kazuyuki Miyazaki[1]; Prabir Patra[2]; Takakiyo Nakazawa[3]; Masayuki Takigawa[4]

[1] 地球環境フロンティア研究センター; [2] 地球フロンティア; [3] 東北大院・理・大気海洋; [4] 海洋研究開発機構・地球フロンティア

[1] FRCGC/JAMSTEC; [2] FRCGC/JAMSTEC; [3] CAOS, Tohoku Univ.; [4] FRCGC, JAMSTEC

<http://www.jamstec.go.jp/frcg/>

大気中の二酸化炭素 (CO_2) 濃度は、陸上生物活動や人間活動による地表フラックス変動と大気の輸送効果により決定される。その上空での変動過程は、観測が著しく少ないこともあり不明な部分が多い。本研究では、オンライン大気輸送モデルを用いて大気中 CO_2 濃度の再現実験を実施し、上部対流圏における CO_2 濃度の時空間変動に対する地表フラックスおよび対流圏輸送過程の役割を調査した。陸上生物、化石燃料燃焼および海洋による CO_2 地表フラックスの変動を含むオンライン全球3次元大気輸送モデルを用いて、2001年から2003年について大気中 CO_2 濃度の再現実験を実施した。

大気中 CO_2 濃度変動に対する各フラックスの役割を調べるために、各フラックスを個別に輸送モデルに与えた実験と、それらの積算値およびインバージョンモデルにより推定された地表フラックス変動を与えた実験を行った。大気場はナジング大気大循環モデルより随時供給し、大気大循環モデルには CCSR/NIES AGCM ver. 5.7b、輸送計算には flux-form セミラグランジアンスキーム、大気場の同化には NCEP 再解析データを使用した。大気中の CO_2 濃度変動に対する輸送過程の寄与は、グリッドスケールの渦混合・子午面循環による移流、サブグリッドスケールのパラメタリゼーションに基づく乱流混合・対流輸送とに分離してそれぞれの役割を調べた。

地上観測および西部太平洋上空での航空機観測との比較を実施した結果、輸送モデルは南半球での季節変動を若干過小評価するが、地表および上空の二酸化炭素の時空間変動を良く再現する。化石燃料燃焼および陸上生物起源ともにその強いソース・シンクは北半球中高緯度に存在し、その変動は大気の輸送効果により上空へと伝播するが、その伝播速度は緯度方向に不均一な分布を示す。対流圏上層では、北半球亜熱帯から中緯度では11月から3月にかけて、低緯度では1月から5月にかけて強い南北濃度勾配が存在し、大気輸送障壁の存在を示唆している。温位-等価緯度座標系に基づく輸送解析を実施した結果、北半球亜熱帯から中緯度では、対流圏総観規模擾乱に伴う混合が冬から春にかけて二酸化炭素高濃度大気を上空・極向きへと輸送する。対流圏中層・中高緯度では渦輸送フラックスは温位面にほぼ沿い、中・上部対流圏の当気圧(高度)面では高緯度側で濃度は高くなる。極向き・下向きの平均子午面輸送は北半球中高緯度で二酸化炭素濃度を減少させるが、冬から初春には混合による濃度増加が支配的である。夏季には、対流輸送が地表から低濃度大気を上空へと輸送し、対流圏全層において CO_2 濃度の著しい減少を招く。低緯度では、北半球夏季にはハドレー循環による隔離効果(鉛直流の南北シアーによる)が二酸化炭素の南北濃度勾配を主に形成する。一方、北半球の夏季には、濃度勾配に対して渦輸送が重要な役割を果たすがわかった。

また、2次元移流拡散モデルを使用して、対流圏二酸化炭素分布に対する混合過程過程の重要性を調査した。