

## 47-23 大気境界層の高頻度観測による 大陸上CO<sub>2</sub>の挙動と輸送に関する研究

独立行政法人国立環境研究所  
町田敏暢 tmachida@nies.go.jp

### 1. 研究の目的

大陸上の CO<sub>2</sub> 収支を観測するにはそのスケールに応じて、森林上の CO<sub>2</sub> フラックスを直接測定し、それを積算する方法と大気中 CO<sub>2</sub> 濃度の観測と輸送モデルとから推定する方法がある。

渦相関法に代表される森林上の CO<sub>2</sub> フラックス観測は炭素収支と気候要因、生態系活動との関係を導き出すためには非常に有効な手段であるが、その代表的空間スケールが数百メートルほどであり、大陸規模の CO<sub>2</sub> 交換の全体像を把握するためには他のアプローチが必要である。

大気中 CO<sub>2</sub> 濃度の観測と全球大気輸送モデルを用いて CO<sub>2</sub> 収支の分布を推定する方法は亜大陸規模の平均像を知る有効な手段として現在広く使われているが、得られる結果には依然として多くの不確かさが存在している。最も新しい世界の 15 の大気輸送モデルを使用した CO<sub>2</sub> 収支の比較実験によればユーラシア大陸の炭素吸収量はモデルによって 0.4GtC/yr から 0.7GtC/yr の開きが存在している。これらの違いを生じさせている最も大きな原因の 1 つがモデル内の鉛直輸送の取扱い、とりわけ大気境界層と自由対流圏の間の輸送を表現しきれていないことにあると言われている。

しかしながら、大気境界層上端を通した物質の輸送を力学的に表現することは非常に困難な上に、輸送結果を検証するための大気境界層内外における CO<sub>2</sub> 濃度の観測結果はほとんど存在していないのが現状である。

本研究では比較的平坦で植生の均一なシベリアの森林地帯上空において小型航空機を用いて CO<sub>2</sub> 濃度の鉛直分布観測を高頻度かつ長期的に行い、大気境界層内とその直上の自由対流圏における CO<sub>2</sub> 濃度の詳細な季節変動を明らかにすることを目的としている。

さらに CO<sub>2</sub> 濃度に加えて CO<sub>2</sub> の安定同位体比も高頻度観測を行い、森林上空の光合成フラックスと呼吸フラックスを分離して通年観測する世界初の試みにも挑戦する。

CO<sub>2</sub> 濃度の観測から得られる結果は大気輸送モデルの改善を通じて亜大陸規模での炭素収支評価方法を新たに確立する。CO<sub>2</sub> 同位体比観測から得られる光合成・呼吸フラックスの分離は将来の CO<sub>2</sub> 濃度変

動予測の精度向上に貢献する。

### 2. 研究の方法

シベリアを代表する 2 つの森林地帯上空における CO<sub>2</sub> 濃度の変動を定性的に明らかにするために、ロシア共和国西シベリアのベレゾレチカ村 (56 度 N, 84 度 E) 周辺と、東シベリアのヤクーツク (62 度 N, 130 度 E) 郊外上空において小型航空機を用いて下部対流圏の CO<sub>2</sub> 濃度とその同位体比の高頻度観測を行う。観測は以下の 3 課題に細別される。

#### (1) 定期飛行による季節変動観測

小型航空機に小型連続 CO<sub>2</sub> 測定装置を搭載して 1 週間から 2 週間に 1 回の頻度で観測地点上空の CO<sub>2</sub> 濃度高度分布を得る。大陸上は CO<sub>2</sub> 濃度の日日変動が大きいため代表的な結果を得るためには高頻度観測が極めて有効である。この観測を 1 年を通じて行い、大気境界層内とその上部の CO<sub>2</sub> 濃度の詳細な季節変動特性を明らかにすることによって炭素収支評価方法の確立に貢献する。

#### (2)

定期飛行と同様な観測飛行を日の出から日没まで 2 時間毎に行い、大気境界層の発達過程に伴う境界層内の CO<sub>2</sub> 濃度の日変動を詳細に解明する。日変動観測は年に 4 回行い、境界層上端を通した CO<sub>2</sub> 交換過程とその季節による違いを明らかにする。

#### (3)

小型航空機に自動大気サンプリング装置を搭載し、CO<sub>2</sub> の同位体観測を高頻度で行う。同位体比観測の結果は光合成・呼吸フラックスの分離を通じて将来の CO<sub>2</sub> 濃度変動予測の精度向上に貢献すると共に境界層内における CO<sub>2</sub> 再循環課程の解明を通じて同位体比と大気輸送モデルを使った CO<sub>2</sub> 収支推定を可能にする。

### 3. 今後の方向

大気境界層内部とその上部における CO<sub>2</sub> の季節変動を明らかにするために本年度は既に西シベリアにおいて 21 回の航空機を使った連続観測に成功した。得られたデータは境界層内外の CO<sub>2</sub> の詳細な季節変動を示している。西シベリアの連続観測は今後も可能な限り継続し、本年度中に 40 回ほどの鉛直プロ

ファイルの取得を目標としている。西シベリアではこの他にCO<sub>2</sub>同位体比観測用の空気サンプリングのテストフライトを2004年8月に行った。今後ロシア政府の正式な許可が得られた時点で定期サンプリングが始まることになっている。また、西シベリアでは地上でのCO<sub>2</sub>フラックス観測を本年度中に開始し、同位体観測の結果と合わせて光合成・呼吸フラックスの分離を試みる予定である。

東シベリアでは航空機を使ったサンプリングによるCO<sub>2</sub>濃度と同位体比の観測を既に12回行った。本年度末又は来年度早々にCO<sub>2</sub>の連続観測を開始し、より詳細なCO<sub>2</sub>鉛直分布を高頻度に得ていく方針である。

これらの観測結果を比較するための炭素循環モデルの研究にも着手した。今後はモデルによって計算された大気境界層内外のCO<sub>2</sub>濃度を実際の観測と比較することによってモデルの鉛直輸送の効果について評価していく予定である。