

O-10: 8年間の富士山頂のCO₂濃度観測結果

野村渉平, 向井人史
国立環境研究所

1. はじめに

現在, 大気中のバックグラウンド二酸化炭素(CO₂)濃度の観測が行われている地点は, 世界に約 180 ある。しかしこれらの地点は地域的な偏りがあり, アジア域にはほぼない。日本における観測点は, 低緯度の離島に集中しており本州にはない。東北大学と気象研究所は, 日本の中緯度のバックグラウンド CO₂ 濃度を捉えるべく, 本州のほぼ中央に位置する富士山の頂上で大気中の CO₂ 濃度の観測をそれぞれ 1980-1981 年と 2002-2004 年に行った。これらの観測結果から富士山頂の CO₂ 濃度は, バックグラウンド濃度であることが示唆された。これらの観測で使用された富士山頂にある測候所が 2004 年に無人化され, それに伴い電力の供給が途絶えたため, CO₂ 濃度の観測は中断された。

国立環境研究所は, 寒冷条件においても高精度の測定が可能なバッテリー駆動の自動 CO₂ 濃度観測システムを 2008 年に開発した。それを電力の供給が為されない富士山測候所に 2009 年 7 月に設置し, 富士山頂大気中の CO₂ 濃度の通年観測を試みた。

本報では本システム設置日から 2016 年 12 月末までの 2721 日の内, 2555 日(全期間の 94%)で実施された CO₂ 濃度観測の結果を報告する。

2. 方法

NDIR(LI-COR; Li-840)が内蔵された CO₂ 計により CO₂ 濃度を測定した。CO₂ 計の保温性を高めるため, CO₂ 計を断熱材で覆い, それを保温庫に収納し, その保温庫を断熱材で囲った。富士山測候所に電力が供給されない 9 月から翌 7 月の電源は, 並列につながれた 100 個の鉛蓄電池(Enersys; G42EP)を用いた。これらの鉛蓄電池は測候所に電力が供給される 7-8 月に蓄電した。電力の消費を抑えるために CO₂ 計による CO₂ 濃度の計測は毎日 JST22-24 時に行った。測定された CO₂ 濃度は NIES09 スケールの標準ガス 3 本により値付けされた。

3. 結果

(1) 電圧と気温

CO₂ 計に電力を供給するバッテリー100個の総電圧と CO₂ 計を収納した保温庫内, CO₂ 計を設置した測候所内および測候所外の気温を図 1 に示した。本 CO₂ 計は供給される電圧値が 10.5V を下回ると稼働停止となる。CO₂ 計による CO₂ 濃度観測は, 観測期間においてバッテリーの電圧が 10.5V を下回らなかったことから, 電圧低下に伴う中断は生じな

かった。CO₂ 計が置かれた富士山測候所の室内気温は, 冬期においては-15°Cまで低下した一方, CO₂ 計が収納された保温庫内の気温は最も低い時期においても 10°C程度であり, 相対的に年間の気温変化が小さかった。

(2) CO₂ 濃度

富士山頂の CO₂ 濃度は, 4 月に最も高く, 9 月に最も低かった(図 2)。この富士山の CO₂ 濃度の季節変動は, 北半球中緯度の代表的なハワイのマウナロアの CO₂ 濃度の季節変動より半月から 1 か月ほど早かった。また富士山頂の CO₂ 濃度は, 冬期(12-3 月頃)および夏期(6-8 月頃)に極端に高いおよび低い濃度が観測された。これは夏期においては大陸に分布する植生の光合成により CO₂ 濃度が低下した空気塊が, 冬期においては大陸で人為的に排出された CO₂ により CO₂ 濃度が増加した空気塊が富士山頂に移送されたためであった。

富士山頂の CO₂ 濃度は, マウナロアより夏期では約 10 ppm 低く, 冬期では約 10 ppm 高かった(図 3 (a))。富士山の CO₂ 濃度の季節変動を省いた長期トレンドは, マウナロアより常に高く推移した。しかしこの両者の差は, 年々小さくなる傾向にあった。すなわち富士山で CO₂ 濃度の観測を開始した直後(2010 年)では富士山とマウナロアの差は約 1.3 ppm であったが, それ以降年々両者の濃度差は縮まり, 現在(2015 年)の両者の濃度差は約 0.5 ppm であった。

富士山の CO₂ 濃度増加率(長期トレンドの一日の CO₂ 濃度変化量を一年に換算した値)は, マウナロアの CO₂ 濃度増加率と同調していた(図 3 (b))。また富士山の CO₂ 濃度増加率の振幅はマウナロアより大きかった。さらに富士山の CO₂ 濃度増加率は両者の増加率が増加する時, マウナロアより 0.1 ppm yr⁻¹ 程度上回っており, 両者の増加率が低下する時マウナロアより 0.2-0.4 ppm yr⁻¹ 下回った。

近年の富士山とマウナロアの長期トレンド濃度の差が小さくなっている要因は, 富士山頂の CO₂ 濃度増加率の低下であり, これは大陸における CO₂ の排出量の低下および光合成量の増加によると考えられる。

4. おわりに

今年度は, 富士山頂における CO₂ 濃度観測を長期継続させるために 2009 年に設置したバッテリー100個の内, 50 個を新規のものと交換した。来年度も同様にバッテリー50 個を新規のものと交換する予定である。今後も長期間の富士山頂の CO₂ 濃度の計測を継続させ, 東アジア域の炭素循環の現状と変化を明らかにしていきたい。

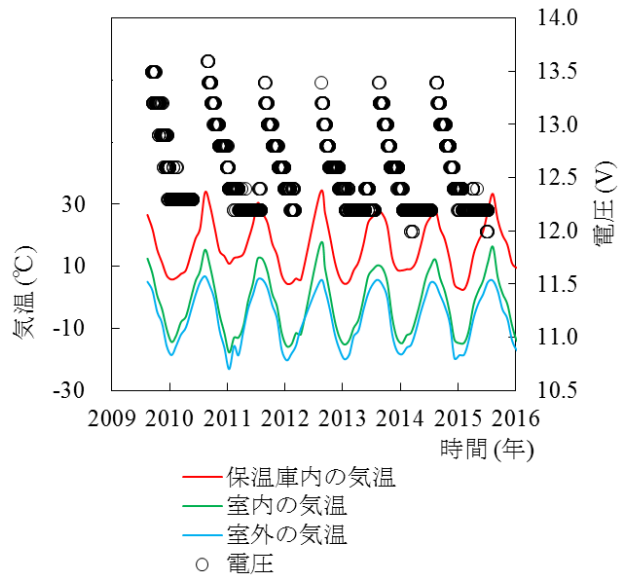


図 1. CO₂ 計に電力を供給するバッテリー100 個の総電圧と CO₂ 計を収納した保温庫内, CO₂ 計を設置した測候所内および測候所外の気温

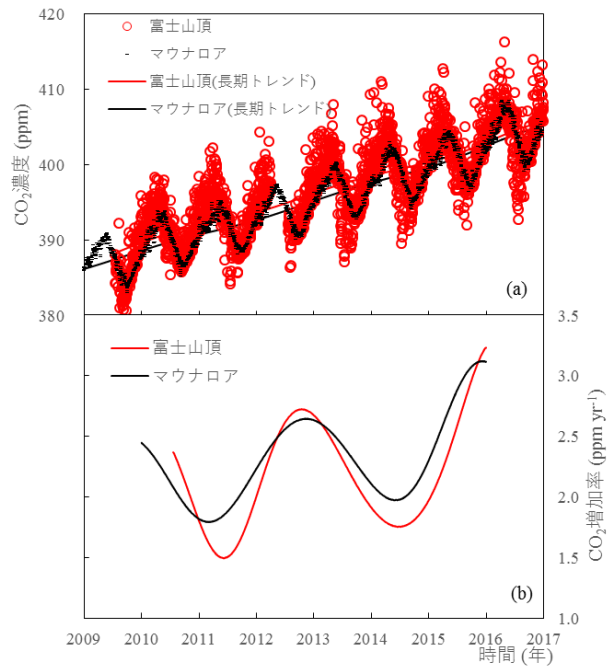


図 3. (a) 富士山頂とマウナロアの CO₂ 濃度の日平均値と季節変動を除いた長期トレンド; (b) 富士山頂とマウナロアの CO₂ 濃度変化率.

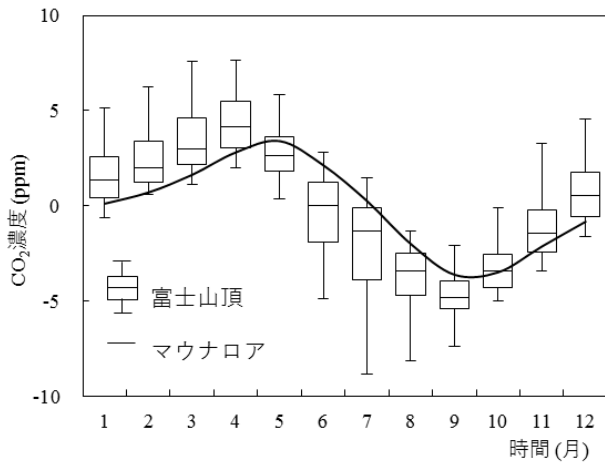


図 2. 富士山頂の CO₂ 濃度の季節変動. 箱内の線は中央値, 箱は中央値を中心に 50%の範囲, エラーバーは中央値を中心に 95%の範囲を示す.