

10 年間の富士山頂での大気中 CO₂ 濃度観測で明らかにしたこと

野村渉平, 向井人史
国立環境研究所

1. はじめに

1980-1981 年と 2002-2004 年にそれぞれ東北大学と気象研究所により富士山頂で大気中二酸化炭素(CO₂)濃度の観測が実施された。その結果、富士山頂の CO₂ 濃度は、東アジア域のバックグラウンド濃度であることが示唆された。しかし上記の観測で使用された富士山測候所に定常的な電力の供給が停止され、それに伴い、2004 年に富士山頂の CO₂ 濃度観測が中断された。

そこで富士山頂での CO₂ 濃度観測の再開を目的に、商用電力の供給がない環境においても通年で高精度に CO₂ 濃度測定が可能なバッテリー駆動の CO₂ 濃度観測システムを国立環境研究所が開発した。そして 2009 年に富士山測候所にそのシステムを設置し、富士山頂の CO₂ 濃度観測を開始した。

また 2017 年からフラスコサンプリング(毎月、富士山頂の大気を自動でフラスコに採取し、得られた空気試料中温室効果ガス濃度と CO₂ の同位体比を分析する)を開始した。

本報では、富士山測候所に CO₂ 濃度観測システムを設置してから、これまでの約 10 年間で明らかとなったことを報告する。

2. 気温と電圧

図 1 に CO₂ 濃度検出部を収納した保温庫内と富士山頂の気温および CO₂ 濃度観測で使用したバッテリー 100 個の電圧を示した。

保温庫内の気温は富士山頂の気温に連動していたが、両者の気温差は常に 20℃程度であった。これまで保温庫内の気温が氷点下を下回った日数は 13 日間のみであった。

観測期間に、電圧低下に伴う CO₂ 計による CO₂ 濃度観測の中断は生じなかった。2016-2017 年にバッテリーを新規のものと交換した結果、夏期の充電直前の電圧が高まった。

3. CO₂ 濃度

図 2 に富士山頂と CONTRAIL project による航空機により測定された富士山頂付近の CO₂ 濃度、富士山頂とマウナロアの CO₂ 濃度および CO₂ 濃度増加率と ENSO Index を示した。

富士山頂の CO₂ 濃度は富士山頂付近で航空機により測定された CO₂ 濃度とほぼ同じ値であった。すなわち富士山頂は地上でありながら、年間を通して自由対流圏に位置することが明らかとなった。

また富士山頂の CO₂ 濃度はマウナロアの CO₂ 濃度より夏

期は 5-10 ppm 低く、冬期は 5-15 ppm 高かった。これは富士山頂がマウナロアよりアジア大陸に隣接しているため、アジア大陸の陸域での光合成による CO₂ 吸収や呼吸による CO₂ 放出、さらには人為的に排出された CO₂ の付加の影響を受けたためであった。

これまで両地点の濃度差は観測を開始した 2009 年から 2014 年まで拡大傾向にあったが、近年は両地点の濃度差は、縮小傾向にあった。この推移は中国から人為的に排出される CO₂ 総量と同様の推移であった。したがって両地点の濃度差を長期間モニタリングすることにより、アジア大陸周辺の炭素循環の変化を検証できることが明らかとなった。

富士山頂の CO₂ 濃度増加率の周期性はマウナロアの CO₂ 濃度増加率の周期性と同じであり、さらに ENSO Index と同様であった。したがって富士山頂の CO₂ 濃度はエルニーニョ・ラニーニャ現象に大きな影響を受けていることが明らかとなった。

4. フラスコサンプリング

図 3 に富士山頂で実施した毎月のフラスコサンプリングで得られた空気試料中の温室効果ガス濃度と、CO₂ 濃度観測システムにより毎日計測された富士山頂の CO₂ 濃度およびマウナロアでのフラスコサンプリング結果の比較を示した。

フラスコサンプリングの CO₂ 濃度は CO₂ 濃度観測システムの CO₂ 濃度より 0.07 ppm 高かった。このことから富士山頂で実施した空気試料のフラスコでの長期保管中に試料がリークしなかったと考えられた。

富士山頂の CH₄・CO・SF₆ 濃度は、マウナロアのそれらの濃度より高かった。これはアジア域における CH₄・CO・SF₆ の強い排出源の影響を受けたためであった。

一方、富士山頂で夏期に採取された空気試料中の δ¹⁸O-CO₂ はマウナロアのそれより軽かった。これは空気がフラスコ内で保管されている際に同位体変化が生じたためだと考えられた。

5. おわりに

2009-2019 年で富士山頂での CO₂ 濃度の連続観測と毎月のフラスコサンプリングを安定的に実施する体制を整えた。本モニタリングで得られた観測結果から、アジア域での CO₂ の排出が停滞している可能性がみられた。今後も富士山頂での温室効果ガスのモニタリングを長期間継続させ、アジア域の炭素循環の変化を捉えていく予定である。

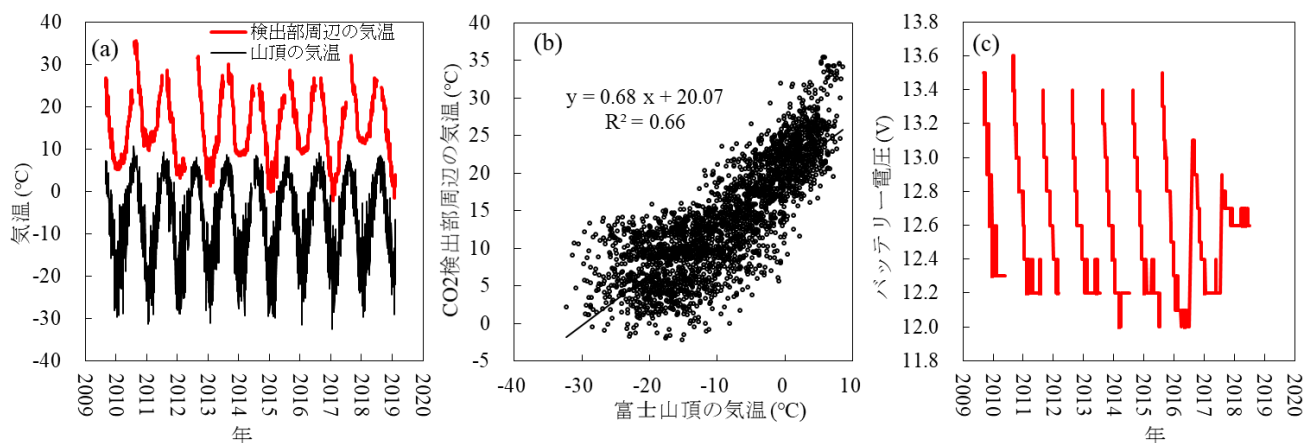


図1. (a)CO₂濃度検出部周辺の気温と山頂の気温および(b)それらの散布図ならびに(c)CO₂濃度観測システムのバッテリー100個の総電圧値

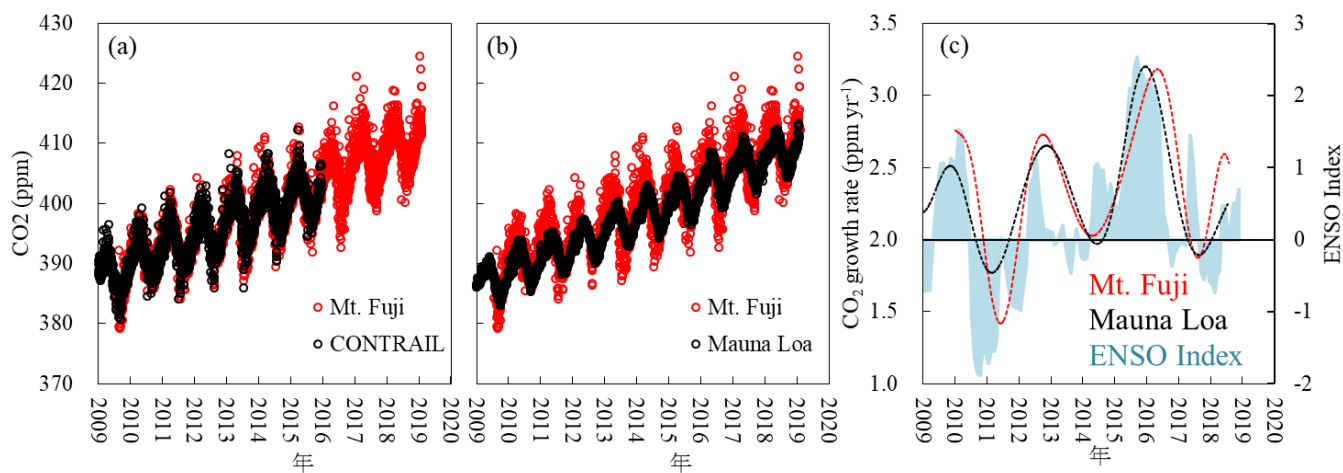


図2. (a) 富士山頂と CONTRAIL project による航空機により測定された富士山頂付近の CO₂ 濃度および(b)富士山頂とマウナロアの CO₂ 濃度ならびに(c)富士山頂とマウナロアの CO₂ 濃度増加率と ENSO Index

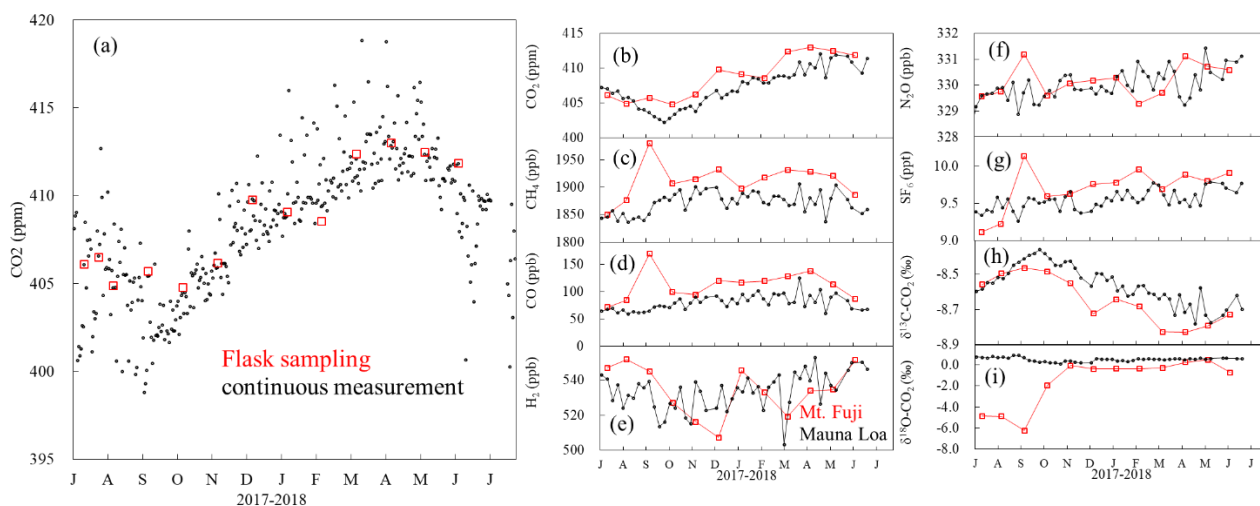


図3. (a) 富士山頂での毎月のフラスコサンプリングで得られた空気試料の CO₂ 濃度と CO₂ 濃度観測システムにより測定された富士山頂大気中 CO₂ 濃度ならびに(b)-(i)富士山頂とマウナロアのフラスコサンプリングでの温室効果ガス濃度と炭素同位体比