

Open-path IRGA の校正と機種間比較

*小野圭介, 宮田 明 (農環研), 斎藤 誠 (横国大), 原藺芳信 (国際北極圏研究センタ)

1. はじめに

Open-path IRGA (開光路型赤外線ガス分析計) は, closed-path IRGA とともに, 渦相関法による地表面付近の二酸化炭素や水蒸気のフラックス測定に広く利用されている. 変動を直接光路上で測定するため高周波域での減衰がなく, 長周期の不安定性も通常の平均化時間内では問題にならないほどに改善されてきた. また, closed-path 方式に比べ, 測器自身の消費電力が小さく, ポンプなどの負荷も必要ないため, 商用電源が得られない場所でも利用できるという利点も持つ. しかし, 感度の安定性や校正の頻度などについては, 未だ共通認識ができていないといえる. そこで, 本稿では, 2 種類の open-path IRGA の校正頻度とそれらの比較観測の結果について報告する.

2. 方法

市販の open-path IRGA の感度の長期安定性を確認するため, 観測サイトで使用中の OP-2 (DDG) と LI-7500 (Li-Cor) を定期的に実験室に持ち帰り校正を行った. OP-2 は, 2 種類の濃度の CO₂ 標準ガス (水蒸気では, 異なる露点温度をもつ湿潤空気) を流したときのアナログ出力から感度とオフセットを求めた. LI-7500 は, マニュアルの指示する校正の他に, OP-2 と同じ方法でも感度のチェックを行った. OP-2 の校正は 2001 年 9 月から 2002 年 9 月にかけて 9 回行い, LI-7500 の校正は 2002 年に 11 回行った.

2 種類の IRGA の出力特性を比較するため, 2002 年 7 月 19 日から 8 月 12 日まで, AsiaFlux モニタリングサイトの一つである釧路湿原温根内観測サイトで比較観測を実施した. サイトの周囲は群落高 180cm のヨシが優占していた. 水面から 4.2m の高さに超音波風速温度計 (Kaijo, DA-600, プローブは TR-62X, 10cm スパン) と, その両側に OP-2, LI-7500 を設置した. ロガ (TEAC, DR-M3a) を用いてデータを 10Hz でサンプリングし, 27.3 分で平均化し各種統計量を算出した.

3. 結果と考察

LI-7500 の 11 回の校正の結果, 校正と校正の間 (最大 1 ヶ月) の感度の変化は CO₂, H₂O とともに 1% 以内に

収まっており, オフセットの変化も無視できるくらいに小さかった. この結果 LI-7500 は 1 ヶ月に 1 度の校正を行えば実用上問題ないことがわかった. OP-2 は, 校正毎に感度, オフセットともに大きく変化し, しかも両者には線形の関係が見られた. サイトでの OP-2 のアナログ出力の経時変化を追うと, 電源の入切や校正の前後でのオフセットの突変が見られ, サイトでの連続観測中にもドリフトが確認された. 前述の感度とオフセットの関係を考えると, これはオフセットが変化しているだけでなく, 感度も変化している可能性が高いと推測される.

比較観測期間中に実施した OP-2 の校正結果を用いて出力を密度に変換すると, 校正の前後 1 週間は LI-7500 で測定した密度と一致したが, それを過ぎると, 2 つの IRGA によって測定される密度の違いが大きくなった.

これは, OP-2 は最低 1 週間に 1 度は校正の必要があることを示している.

LI-7500 の出力の安定性は確認できているので, 両 IRGA の 30 分平均値を比較し, OP-2 と LI-7500 から得られる密度が一致するように, 1 日毎に OP-2 の感度とオフセット決定した. このようにして新たに決定した OP-2 の感度を用いて CO₂ と H₂O のフラックスを計算し, LI-7500 のそれと比較すると, CO₂ フラックスは 1.5%, H₂O は 57%, それぞれ OP-2 が過小評価であった. OP-2 と LI-7500 のパワースペクトル, 鉛直風速とのコスベクトルを比較すると, CO₂ では両者の差はほとんど見られなかったが, H₂O では全周波数帯にわたって OP-2 のパワーが小さかった. 10Hz で取得した両 IRGA の H₂O の出力の時系列を比較すると, OP-2 の出力変動は LI-7500 によく追従はしているが振幅が小さく, これが H₂O パワースペクトルやコスベクトルの違いの原因と考えられる. 観測サイトのエネルギーロージャの観点からは, LI-7500 による H₂O フラックスの方が妥当であり, OP-2 による H₂O フラックスは過小評価になっている可能性が高い. 今後, これがこの観測に用いた OP-2 だけの問題なのかどうか, 他の OP-2 を用いての比較観測も必要である.